

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta



Katedra agroekologie

Sekce: Agrochemie a pedologie

Obor: Obecná produkce rostlinná

Transformace půdní organické hmoty při minimalizačních technologiích zpracování půdy a ověření možnosti jejího ovlivnění hydrofilním gelem

DISERTAČNÍ PRÁCE

Školitel: doc. Ing. Jiří Stach, CSc.

Doktorand: Ing. Jan Sochor

České Budějovice
2009

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma *Transformace půdní organické hmoty při minimalizačních technologiích zpracování půdy a ověření možnosti jejího ovlivnění hydrofilním gelem* vypracoval samostatně na základě vlastních pozorování a materiálů uvedených v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích dne 20. 2. 2009

.....

Poděkování

Velmi rád bych na tomto místě poděkoval svému školiteli panu doc. Ing. Jiřímu Stachovi, CSc. za odborné rady, cenné připomínky, čas a pochopení, které mi věnoval při zpracování disertační práce.

Za spolupráci děkuji zejména panu prof. Ing. Ladislavu Kolářovi, DrSc., všem kolegům katedry Agroekologie, sekce agrochemie a pedologie, zaměstnancům firmy Agria Drásov, kteří mi umožnili provádět sledování a poskytli řadu důležitých informací.

A také děkuji své rodině, přátelům a všem blízkým za všestrannou pomoc, trpělivost a podporu v době mého studia.

Všem velmi děkuji

OBSAH

Obsah.....	1
Souhrn.....	2
Summary.....	3
1. Úvod.....	4
2. Literární přehled.....	5
2.1 Vymezení pojmu půdní organická hmota.....	5
2.1.1 Význam organické hmoty v půdě.....	8
2.1.2 Přeměny organické hmoty v půdě.....	10
2.2 Půdní organická hmota a zpracování půdy.....	11
2.2.1 Vliv zpracování půdy na půdní organickou hmotu.....	11
2.2.1.1 Vliv orebných technologií na půdní organickou hmotu.....	12
2.2.1.2 Vliv bezorebných technologií na půdní organickou hmotu.....	13
2.3 Organická hmota posklizňových zbytků a slámy.....	16
2.3.1 Vliv posklizňových zbytků a slámy na půdní prostředí.....	16
2.3.2 Vliv posklizňových zbytků a slámy při různém zpracování půdy na výnosy následných plodin.....	21
3. Cíle práce.....	28
4. Metodika a materiál.....	29
5. Výsledky.....	33
5.1 Interval spolehlivosti průměru $L_{1,2}$ u jednotlivých variant.....	33
5.2 Statistická významnost rozdílu průměru U jednotlivých variant.....	49
5.3 Statistická významnost rozdílu průměru U mezi variantami.....	62
6. Diskuze.....	85
7. Závěr.....	94
8. Seznam literatury.....	98
9. Přílohy.....	106

SOUHRN

Disertační práce se zabývá problematikou organické hmoty v půdě u systémů zpracování půdy využívající prvky minimalizace a vlivem těchto technologií zpracování půdy na půdní organickou hmotu a také na půdní prostředí.

V teoretické části je zmíněn a vymezen pojem a význam půdní organické hmoty a také její transformace v půdě. Dále obsahuje a charakterizuje vliv zpracování půdy na půdní organickou hmotu, vliv technologií zpracování půdy založených na orbě a také minimalizačních technologií zpracování půdy. Nakonec se věnuje významu a vlivu posklizňových zbytků a slámy na půdní prostředí a výnosy následných plodin.

V experimentální části je popsána vlastní metodika a materiál práce, jednotlivé fyzikální a chemické vlastnosti půdy, postupy jejich stanovení a schéma vyhodnocení vlastního pokusu.

Kapitola výsledky a diskuze shrnuje získané výsledky statisticky zpracovaných jednotlivých měření. Je zde sledován a vyhodnocen vliv hydrofilního gelu na vybrané fyzikální a chemické vlastnosti půdy u jednotlivých variant pokusu a to ve dvou hloubkách půdního profilu, jejich vzájemné porovnání a vyhodnocení.

SUMMARY

This thesis deals with problems of organic matter in the soil in systems soil tillage making use of elements minimalization and influence this technologies soil tillage on soil organic matter and soil environment.

In the theoretical part are described and determined conception and meaning soil organic matter, its conversion in the soil. Contains and describing influence soil tillage on organic matter, influence technologies soil tillage based on tillage and minimalization technologies soil tillage too. In the end is devoted of meaning and influence postharvest remains and straw on soil environment and yields resulting crop.

In the experimental part are described methodics and material of works, individual soil physical and chemical properties, process of determination and scheme of interpretation proper experimental.

The results and discussion part are summarised results statistically worked several metering. Its monitored and interpreted influence of hydrophile gel on descriptions physical and chemical soil properties variants of experiments of both depths of soil profile, its relative comparing and interpretation.

1. ÚVOD

Zpracování půdy je integrální složkou zemědělství po několik staletí, během nichž bylo na tomto úseku dosaženo značné šíře i hloubky poznání. Protože jde o operace energeticky i ekonomicky náročné, má určení budoucích trendů ve zpracování půdy značný hospodářský význam. Potřeba zpracování půdy vyplývá především z potřeb střídání plodin. Jedním z významných úkolů zpracování půdy je zapravení organické hmoty posklizňových zbytků do půdy.

Hospodaření s posklizňovými zbytky, především se slámou, patří mezi významné faktory současného zemědělství, kdy se sláma stává nepotřebným materiálem, který může být ponechán na poli. Posklizňové zbytky významným způsobem ovlivňují konečný výsledek při zpracování půdy minimalizací. Při redukovaném zpracování půdy tato organická hmota zůstává v blízkosti povrchu půdy, kde zabraňuje erozi půdy, ale může také způsobovat celou řadu komplikací při zakládání porostů následných plodin.

Významným činitelem pro snižování inhibičních účinků posklizňových zbytků je dobrý průběh jejich mikrobiálního rozkladu v půdě, ke kterému je možno z agrotechnického hlediska účinně přispět především tím, že zbytky rostlin a sláma obilnin budou zapraveny do půdy v nejkratším možném termínu po sklizni a dobře ve zpracované půdě rozptýleny, což zajistí jejich kontakt s půdou a tím i včasný rozvoj rozkladných mikrobiálních procesů.

Řešení výše uvedených problémů se slámou je důležité zvláště při setí do nezpracované nebo částečně zpracované půdy během krátké periody před založením porostů. Lze předpokládat, že bude nabývat na významu, neboť vysoce výnosné porosty, zejména obilnin, potřebují delší vegetační dobu, která může být zajištěna buď raným setím, nebo pozdní sklizní, popřípadě oběma opatřeními.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Vymezení pojmu půdní organická hmota

Zde je nutné v první řadě objasnit terminologii, neboť ani naše, ale ani světová odborná literatura není v tomto směru jednotná. Termín „půdní organická hmota“ je používán pro veškerou organickou hmotu v půdě, resp. pro veškerý oxidimetricky stanovitelný půdní uhlík. Půdní organická hmota je většinou dělena na tři základní skupiny:

1. Humusotvorný materiál (odumřelé zbytky rostlin, živočichů a mikroorganismů, dosud nepřetransformované).
2. Meziprodukty rozkladu a syntézy (mezistupně přeměn humusotvorného materiálu - látky nespecifické).
3. Humus, resp. humusové látky (organická hmota transformovaná humifikačními pochody - látky specificky půdní).

Toto dělení je sice logické, ale naráží na nejasný fyzikálně - chemický charakter 2. skupiny. Je totiž známou skutečností, že primární, t.j. nerozložená a rozložená půdní organická hmota má zcela diametrálně odlišné vlastnosti, než půdní organická hmota transformovaná na vysokomolekulární organické látky humusového charakteru. Tato druhotná půdní organická hmota je tvořena fulvokyselinami, huminovými kyselinami, huminy a deriváty humusových kyselin, což nejsou pouze jejich soli, ale i např. jejich adsorbční komplexy s minerální koloidní půdní frakcí (Kolář, Kužel 1999).

Nesmyslnost vyjadřování obsahu celkové organické hmoty v půdě obsahem oxidovatelného uhlíku C_{ox} je zřejmá z faktu, že primární, rozložená a nerozložená půdní organická hmota je charakteristická tím, že je schopna mineralizace a je proto zdrojem energie pro půdní mikroedafon, zatímco humus prakticky nemineralizuje (poločas rozkladu huminových kyselin je 5000 - 6000 let).

Druhým podstatným rozdílem obou skupin půdní organické hmoty je fakt, že humus má vyhraněnou sorpční a iontovýměnnou kapacitu, zatímco primární půdní organická

hmota může sice mít malou sorpční kapacitu, ale chybí jí zcela kapacita iontovýměnná (Kolář et al. 2006).

Zajímavá je rozložená půdní organická hmota. Vzniká snadno při kompostování, je typická pro tzv. „vermikomposty“ při zpracování primární organické hmoty žížalami, je to materiál tmavohnědě až černě zbarvený, příjemně zemitě vonící a je mylně považován za humus. Dokonce UKZUZ schválil jeho prodej pod názvem „BIOHUMUS“. Je to však stále jen primární organická hmota sice rozložená, ale netransformovaná na humus. Je totiž stále dobře mineralizovatelná a stále má minimální iontovýměnnou kapacitu. Konkrétně vermikompost ze Strakonice měl v analýzách ZF JCU jen 60 mgekv.H⁺/1000 g, t.j. asi tolik, co má čistý písek či nejlehčí písčité půda.

Je tedy zřejmé, že 2. skupina podle Vally patří buď také do jeho skupiny 1, nebo do skupiny 3, jestliže už alespoň částečně proběhla humifikace (Kolář et al. 2005).

Protože však lze velmi snadno oddělit primární organickou hmotu půdní od humusu (alkalickými roztoky pyrofosfátů, které rozpouštějí volné i vázané humusové látky), ale nelze oddělit 2. Vallovu skupinu od skupiny 1 ani od skupiny 3, je vhodné skupinu 2 prostě neuvádět. Svým charakterem obohatí buď primární organickou hmotu půdní, nebo skupinu humusu.

Podobně už neuvádíme jako samostatnou skupinu hymatomelanové kyseliny jako složku humusu. Hymatomelanové kyseliny jsou huminové kyseliny rozpustné v lihu a proto se dnes zahrnují do skupiny huminových kyselin.

Závěrem tedy lze shrnout o organické půdní hmotě ve světle nových názorů takto: Základním prvkem potenciální půdní úrodnosti je organická půdní hmota. Ta má dvě složky:

- a) Primární půdní organickou hmotu, tj. rozložené či původní nerozložené organické zbytky - opad rostlin, jejich kořeny a kořenové vlášení, zbytky nadzemní rostlinné hmoty, organická hnojiva a kořenové exudáty.
- b) Zhumifikovanou půdní organickou hmotu, humus, který se skládá z huminů,

huminových kyselin, fulvokyselin a jejich solí, resp. organominerálních komplexů. Frakce obou složek půdní organické hmoty je velmi významná, ale zásadně rozdílná.

Primární půdní organická hmota je schopna mineralizace, tj. pomalé oxidace, jejímž konečným produktem jsou rostlinné živiny - CO₂ a minerální ionty živin. Tento proces je exotermický a část energie využívají půdní mikroorganismy k zajištění své energetické potřeby. Bez primární půdní organické hmoty by půda byla mikrobiálně téměř mrtvá a tedy neúrodná, protože půdní mikroedafon je pro četné procesy v půdě nezastupitelný.

Primární organická hmota má sice různou sorpční kapacitu, ale iontovýměnná kapacita jí téměř zcela chybí, protože i po rozložení v půdě se jí sice zvětší specifický povrch, ale aktivní povrchové síly jí stále chybí.

Humus naproti tomu vzniká v procesu humifikace, který na rozdíl od mineralizace není exotermický, ale endotermický. To znamená, že energii spotřebovává. Získat jí může jedině převedením části energie z procesu mineralizace primární půdní organické hmoty. To znamená, že je zcela nutné pro humifikaci, aby současně v půdním systému probíhala i mineralizace.

Protože převod energie z procesu mineralizace do procesu humifikace má řadu překážek a problémů, v každé půdě značně převládá mineralizace nad humifikací a jsou velmi četné případy, že při probíhající mineralizaci humifikace vůbec nemusí nastat.

Produktem humifikace je humus, tj. vysokomolekulární látky, jejichž relativní molekulová hmotnost je vyšší, než látek z kterých vznikly. Jsou proto humifikační procesy pochody syntézní, v nichž hraje významnou roli polymerace a polykondenzace.

Humus jako soubor vysokomolekulárních látek je vzhledem k rozkladným oxidačním procesům velmi odolný a proto prakticky nemineralizuje. Poločas rozkladu v přirozených oxidačních podmínkách půd je u fulvokyselin kolem 40 let, u huminových kyselin 5000 - 6000 let a u huminů ještě více. Dalším zcela odlišným

znakem od primární organické hmoty je skutečnost, že pro humus je typická kapacita iontovýměnná. Díky ní je humus v půdě mocným poutačem iontů živin, které chrání před ztrátou vyplavením do půdní spodiny či vod. Lze říci, že tento proces zadržení živin v půdě a omezení jejich ztrát zásadně ovlivňuje rentabilitu hnojení i praktickou výši dosahovaných výnosů. Právě dnes, v době, kdy ceny hnojiv jdou o sta procent nahoru a ceny zemědělských produktů naopak dolů, je otázka zadržení živin v půdě otázkou nejen rentability hnojení, ale rentability celé zemědělské výroby.

Položme si tedy otázku, zda důležitější pro půdní úrodnost a celou rostlinnou výrobu je humus, nebo primární organická hmota?

Odpověď je problematická, potřebujeme obě složky půdní organické hmoty. Až do let 2000 - 2005 byl zdůrazňován spíše význam humusu. Od r. 2005 světová literatura obrací pozornost spíše na primární organickou hmotu a to na tu její část, která je nejlabilnější, nejsnadněji a nejrychleji transformuje v mineralizačním i humifikačním procesu. Je to logické, bez labilní části primární organické hmoty humus vzniknout nemůže, i kdyby byl jeho význam sebevětší.

2.1.1 Význam organické hmoty v půdě

Půdní organická hmota je podstatnou a nezbytnou součástí půdy. Výrazně zvyšuje sorpční a iontovýměnnou schopnost, podstatně ovlivňuje tvorbu strukturních agregátů, fyzikální vlastnosti půd (vodní, vzdušný a tepelný režim, snižuje soudržnost a přilnavost), zvyšuje využitelnost průmyslových hnojiv, napomáhá imobilizovat toxické látky, podílí se na růstu a vývoji rostlin i edafonu, neboť je zdrojem energie pro půdní mikroorganismy, a tím nositelem biologické aktivity půdy, kterou považujeme za mocný faktor potenciální půdní úrodnosti.

Příznivě ovlivňuje vodní režim zejména sušších půd, protože půdní organická hmota je schopna poutat až sedminásobek vody než sama váží. Dusík lze v půdě delší dobu akumulovat v podstatě jen ve formě organických látek. Kvalitní organická hmota může

vylehčovat těžké půdy, u lehkých půd zlepšovat řadu fyzikálních vlastností.

I když nemá kvantitativní převahu nad částí minerální, má rozhodující vliv na půdní vlastnosti a tím i na půdní úrodnost. Tuto skutečnost si lidé odedávna uvědomují a věnují jí neustálou pozornost, jak v oblasti zemědělské praxe, tak i v oblasti výzkumu.

Závěrem tedy musíme říci, že úrodná půda musí mít obě dvě složky, primární organickou hmotu i humus, protože obě dvě mají zcela rozdílné funkce a jsou nezastupitelné (Kolář et al. 2007).

V případě, že bychom za každou cenu měli odpovědět na to, co je v půdní organické hmotě „kvalitní“, bylo by to možné takto:

1) Primární organická hmota by měla být půdním mikroorganismům co nejpřístupnější, čili co nejvíce labilní. Stupeň lability sleduje Kolář et al. (2003) metodou stanovení rychlostní konstanty biochemické oxidace primární části půdní organické hmoty.

2) Humus by měl mít co nejvyšší iontovýměnnou kapacitu. Ta se dá celkem snadno měřit. Měl by mít také co největší iontovýměnnou rychlost a vysoce aktivní povrchové síly, aby mohl reagovat s minerální koloidní půdní frakcí. Neměl by tvořit s kovy mobilní vodorozpustné komplexy. Tomuto požadavku nevyhovují vysoce reaktivní fulvokyseliny, ale ani nízkomolekulární huminové kyseliny. Nevyhovují ani vysoce kondensované supervysokomolekulární huminové kyseliny, huminy a humusová uhlí. Nejčennější jsou huminové kyseliny a jejich deriváty v oblasti 100 000 - 200 000 relativní molekulové hmotnosti.

Je tedy zřejmé, že stanovení relativní molekulové hmotnosti huminových kyselin ve zkoumané půdě má značný význam.

2.1.2 Přeměny organické hmoty v půdě

Organické látky mohou v půdě podléhat dalším transformacím, které lze obecně rozdělit na mineralizaci, humifikaci a následující další polykondenzaci a polymeraci. Naprosto převažuje mineralizace nad humifikací a oba pochody se týkají jen první skupiny organických látek.

Při mineralizaci dochází k rozkladu organického materiálu přes řadu meziproduktů až na konečné produkty, kterými jsou nejčastěji voda, oxid uhličitý, čpavek a soli ostatních prvků původně ve výchozím materiálu přítomných, resp. jejich ionty v půdním roztoku. K rychlé mineralizaci dochází především za aerobních podmínek, kde hlavním biotickým činitelem jsou nesporeující bakterie. V anaerobních podmínkách je tento proces značně pomalejší. Na základě většiny údajů z literatury (Rice, Smith 1983; Sprague, Triplett 1986 aj.) je mineralizace pomalejší i při půdoochranných technologiích.

Humifikace je složitý, většinou biochemický proces, zahrnující různé způsoby přeměn organické hmoty, který vede k tvorbě velkých molekul polykondenzací a polymerací. Rozhodující význam zde mají mikroorganismy i vyšší živočichové v půdě a dále kromě shodných podmínek ovlivňujících mineralizaci je zde důležité střídání teplotních, vodních a vzdušných poměrů (Kolář 1988) a velmi důležitá je také energetika dílčích fází humifikace (Novák 1963).

Podmínky pro tyto transformace při kontinuálním uplatňování různých technologií zpracování půdy jsou odlišné, a proto ani vlastnosti půdní organické hmoty v různě zpracovávané půdě za jinak stejných stanovištních podmínek nemohou být v odpovídajících hloubkách půdního profilu shodné (Sprague, Triplett 1986; Horáček et al. 2001 aj.).

Při sledování dopadu jednotlivých technologií na organickou hmotu v půdě je proto nutné věnovat pozornost nejen ovlivnění uvedených procesů (mineralizace a humifikace), ale zejména výsledku těchto transformací. To na jedné straně znamená

uvolňování živin, různých meziproductů „stavebních kamenů“ humusových látek a energie potřebné pro polymerační a polykondenzační reakce v sekundární části humifikace, na straně druhé vznik tmavých, vysokomolekulárních půdních humusových látek. Z toho vyplývá, že kromě celkového obsahu je nutné sledovat kvalitu půdní organické hmoty, resp. kvalitativní parametry, které ji charakterizují. Ovšem v jakémisi kvazistacionárním stavu, který existuje v dlouhodobě zemědělsky využívaných, převážně však orných půdách je i celkové množství půdní organické hmoty určitým měřítkem úrodnosti či produkční schopnosti dané půdy (Kubát 1996; Lal, Kimble 1997).

Zvláště v pracích Kubáta (1996, 1999) se ukázalo, že zhumifikovaná část půdní organické hmoty je „inertní“, prakticky vývojem a půdotvorným procesem ustálená, změnami v hospodaření prakticky neovlivnitelná. Naopak primární organická hmota, autory označovaná jako „rozložitelná“ inklinuje v půdě daného charakteru naopak rychle k rovnováze. Čili nelze ji dodat půdě do zásoby, čím větší dávku použijeme, tím rychleji se rozkládá a naopak (Weigel et al. 1998).

Tento zdánlivý paradox je snadno vysvětlitelný. Značná dávka primární organické hmoty způsobí značné zmnožení mikroedafonu, který spotřebuje v časové jednotce více energetického zdroje.

2.2 Půdní organická hmota a zpracování půdy

2.2.1 Vliv zpracování půdy na půdní organickou hmotu

Nejprve připomeňme všeobecně známou skutečnost, že při přeměně panenských půd, resp. trvalých travních porostů na půdy orné dochází při jakémkoli způsobu zpracování k rapidnímu úbytku obsahu primární půdní organické hmoty ve zpracovávané vrstvě, který se stabilizuje v průběhu desítek i více let (Stevenson 1982; Horáček 1995 aj.), anebo dalším intenzivním zpracováním bez kompenzace hnojením ještě klesá (Lukin et al. 1999).

Největší rozdíl mezi půdoochranným a orebným zpracováním půdy je v obsahu a rozložení organické hmoty v půdním profilu.

2.2.1.1 Vliv orebných technologií na půdní organickou hmotu

U orebního zpracování půdy se organická hmota homogenizuje v celém profilu a okysličuje. Zpracováním půdy orbou, která zapravuje posklizňové zbytky hlouběji, se zrychluje rozklad organické hmoty - mineralizace (Kinsella 1998). Hlavní důvod je ve zvýšeném obsahu vzduchu v nakypřené ornici. Výsledkem je momentálně větší množství uvolněných živin pro následující plodinu. Velká část uvolněných živin, které jsou dobře přijatelné pro rostliny, může být vyplavena nebo odnesena erozí. Podobný názor zastávají např. Blevins et al. (1977), Eliot et al. (1987) a mnozí další.

To vše ale závisí na řadě dalších podmínek, např. na hloubce orby, vytvoření či nevytvoření utužené vrstvy, kvalitě a přípravě zapravovaného organického materiálu a jeho poměru C:N (Kolář 1987, uvádí např. jako maximum 25:1), půdním druhu a jím ovládaných vodních a vzdušných poměrech (převažující aero - či anaerobióza), teplotě, půdní reakci, její event. úpravě a řadě dalších faktorů.

Přesto lze konstatovat, že u orebných technologií je množství i kvalita půdní organické hmoty ve zpracovávané vrstvě dobrá a uniformní (pakliže není právě podstatněji podbrázdí „přioráno“, což je jev v současné praxi velmi rozšířený). Je-li ornice totožná s humusovým horizontem a nejedná-li se o hlubší černozemě a hnědozemě, následuje razantní pokles zvláště kvantitativních parametrů v hlubší části půdního profilu. Se změnou i dalších podmínek je zřejmé, že se transformace organické hmoty v obou částech profilu podstatně liší. To se potvrdilo např. v podrobné profilové studii v dlouhodobém polním pokusu porovnávajícím orbou a bezorebné zpracování ve Schwandorfu (SRN) (Horáček et al. 2001), kde byl zaznamenán vyrovnaný obsah půdní organické hmoty v ornici do hloubky 0,3 m, srovnatelný s bezorebnou variantou. V hloubce pod 0,3 m však následuje strmý pokles jak obsahu organické hmoty, tak zhoršení jejích kvalitativních parametrů, takže

v části profilu 0,3 - 0,55 m je obsah organické hmoty statisticky průkazně nižší proti stejné vrstvě u bezorebné technologie, a podobně je tomu u vybraných kvalitativních parametrů půdní organické hmoty. Z toho plyne, že i celý profil až do hloubky 0,55 m, zpracováváný orebně, má nižší obsah organické hmoty proti bezorebné variantě.

Obdobné výsledky, ale s podstatně nižšími rozdíly mezi orbou a bezorebným zpracováním, byly zjištěny v dalších krátkodobých až střednědobých polních pokusech na kambizemích v ČR (Raus 2000; Stach et al. 2000). Shodují se tak i s některými dalšími experimenty. Např. Lukin et al. (1999) našli v dlouhodobém polním pokusu ve Voroněži 0,28 - 0,23 % úbytek organické hmoty při konvenčním zpracování proti 0,23 - 0,18 % úbytku u bezorebné technologie při minerálním hnojení, ale již prakticky žádný rozdíl mezi způsobem zpracování půdy při organickém hnojení za současné „stabilizace humusu“. Nižší obsah v půdním profilu do hloubky 0,5 m u orby proti bezorebnému zpracování zjistili rovněž Stockfisch et al. (1999) ve dvacetiletém pokusu v Dolním Sasku.

Existují však i práce (Thompson, Whitney 2000), které při dlouhodobém (30 let) porovnávání různých technologií zpracování půdy nezaznamenávají signifikantní rozdíl v obsahu organické hmoty.

Při práci s literaturou musím zde upozornit na jeden velmi důležitý fakt:

V zemědělské praxi se vžil až příliš způsob hodnocení půdní organické hmoty podle obsahu C_{ox} . Ale bohužel, C_{ox} je informace velmi slabá. Nevíme, zda jde o primární organickou hmotu, nebo o humus a už nevíme vůbec nic o tom, zda je to C_{ox} vůbec využitelný. Na Šumavě se vyskytují půdy s tzv. „mumifikovanou org. hmotou“ t.j. hmotou, která je prosycena v kyselém půdním prostředí železitými a hlinitými koloidními roztoky čili „soly“. Taková hmota nemineralizuje v laboratoři ani v ideálních podmínkách (Kužel et al. 2005).

2.2.1.2 Vliv bezorebných technologií na půdní organickou hmotu

Přeměny půdní organické hmoty v bezorebných systémech jsou poněkud složitější.

Zapravení nebo částečné ponechání posklizňových zbytků a organických hnojiv blízko povrchu půdy vede k úvahám, že při dlouhodobém vynechání orby se bude organická hmota hromadit v povrchové vrstvě (Angers et al. 1993) a mělce zapravené organické látky nebudou v dostatečné míře transformovány na vlastní humus. V naprosté většině prací se sleduje pouze obsah půdní organické hmoty nebo půdního organického uhlíku (C_{ox}) v povrchové vrstvě půdy nebo v ornici (Sprague, Triplett 1986; Rhoton et al. 1993; Rasmusen 1999 aj.) anebo nejvýše v jedné či dvou dalších hloubkách. Převážně je zjišťován vyšší obsah C_{ox} v bezorebném systému proti konvenčnímu zpracování, zvláště do hloubky 0,1 m (Carter 1991; Salinas-Garcia et al. 1997; Zhuang et al. 1999; Tebrugge, During 1999; Yang, Kay 2001 aj.), někdy v souvislosti s dalšími parametry, např. větším množstvím vodostálých agregátů (Franzluebbers, Arshad 1996) nebo lepší kvalitou půdní organické hmoty (Dalal 1989; Arshad et al. 1990), případně fyzikální ochranou organické hmoty v mikroagregátech (Balesdent et al. 2000) atd. Tyto výsledky shrnují Lal a Kimble (1997) a uvažují o možnosti oceňování kvality půdy obsahem jejího půdního organického uhlíku v čase. O uvedená zjištění se opírá i Grant (1997) při modelování obsahu půdního organického uhlíku v bezorebných systémech, kde konstatuje uspokojivou shodu mezi modelově vypočteným a skutečně experimentálně zjištěným vyšším obsahem půdního organického uhlíku proti konvenčnímu zpracování.

Profilovou studii obsahu půdního organického uhlíku provedli Potter et al. (1997) v Great Plains v různých osevních sledech v kombinaci s různým hnojením. Shledali vždy vyšší obsah půdního organického uhlíku v půdním profilu u bezorebné technologie, ale signifikantně pouze u nepřerušovaného sledu s pšenicí a jen v hloubce do 0,2 m. Podobný výsledek zaznamenali Potter et al. (1998) v křížném transeptu ve státě Texas (kde navíc potvrdili obecnou závislost úbytku půdního organického uhlíku s vyšší roční průměrnou teplotou lokality).

Uvedené výsledky u bezorebných technologií v horších půdních a klimatických podmínkách (kambizem) byly částečně potvrzeny také v podrobné profilové studii

(Horáček et al. 2001). Obsah půdní organické hmoty (C_{ox} celkový) klesal od povrchu do hloubky pravidelně a víceméně rovnoměrně. Přesto v součtu, resp. průměru vrstvy do hloubky 0,3 m byl srovnatelný se stejnou částí profilu zpracovávaného konvenčně a v dalších odpovídajících hloubkách (po 0,05 m do 0,55 m) byl již obsah organické hmoty vyšší. Z toho vyplývá, že je vyšší i v celé této části profilu, tj. ve vrstvě 0,3 - 0,55 m (v tomto případě statisticky průkazně), a zároveň je tím i vyšší v celém zkoumaném profilu proti konvenčnímu zpracování. Podobný profilový průběh v tomto pokusu vykazovaly i obsahy humusových látek (suma huminových kyselin a fulvokyselin) a jejich složek, tedy uvedených HK a FK, ale stejný trend zde měl i obsah ve vodě rozpustného uhlíku C_{hws} . Lze shrnout, že obsah, složení a rozmístění půdní organické hmoty a jejích složek (frakcí) byl v bezorebně zpracovávané variantě lepší než ve variantě konvenční, a to výrazněji v hloubce $> 0,3$ m (Horáček et al. 2002).

Navíc zde bylo učiněno zjištění, které se zásadně liší od naprosté většiny výsledků uváděných v odborné literatuře: organická hmota, zejména primární, ale ani její sekundární zhumifikovaná část se nehromadí v povrchové vrstvě, ale je v klesajícím trendu rovnoměrněji rozmístěna v celém zkoumaném půdním profilu do hloubky 0,55 m. Plyne z toho další důležitý poznatek (Horáček et al. 2001), že totiž ve větších hloubkách této dlouhodobě bezorebně zpracovávané půdy je proti orbě zajištěno více substrátu pro potřeby mikroedafonu a tudíž i pro jeho vyšší aktivitu. Díky akumulaci posklizňových zbytků disponují neorané půdy v povrchové vrstvě také výrazně vyšším obsahem organicky vázaného dusíku. Navíc jsou málo nebo vůbec neobdělávané půdy charakterizovány pomalejší mineralizací a vyšším stupněm vázání minerálního dusíku imobilizací, takže se při silných srážkách do hlubších vrstev půdy dostane výrazně méně NO_3^- . Po orbě lze v porovnání s neupravovanými plochami očekávat vyšší uvolňování dusíkatých látek, což dokazují měření N_{min} .

V dalších krátkodobých až střednědobých pokusech s bezorebným zpracováním půdy v ČR byly prozatím zjištěny jen náznaky popsanych závislostí. V krátkodobém

časovém horizontu však nelze ani podstatnější změny v množství a složení půdní organické hmoty očekávat (Kolář 1988; Karlen et al. 1991; Horáček 1995 aj.).

Závěrem lze uvést zajímavý výsledek polního pokusu, kdy po dvacetiletém kontinuálním bezorebném zpracování byla na této variantě provedena orba. Původně větší obsah organické hmoty nahromaděné z předešlých let se během následné zimy snížil na úroveň orané varianty (Stockfisch et al. 1999). Autoři to přičítají vyšší labilitě takto nahromaděného půdního uhlíku, ale domněnka není experimentálně doložena.

Jak tedy plyne z dřívějších i nejnovějších odkazů z naší i světové odborné literatury, lze otázku půdní organické hmoty v bezorebných technologiích považovat stále za otevřenou.

2.3 Organická hmota posklizňových zbytků a slámy

2.3.1 Vliv posklizňových zbytků a slámy na půdní prostředí

Posklizňové zbytky rostlin a zpracování půdy ovlivňují celou řadu fyzikálních a biologických faktorů v půdě, které pak mají zpětně vliv na rozklad organických látek. Při různém zpracování půdy dochází k různé distribuci posklizňových zbytků a jejich kontaktu s půdou. Počáteční rozmístění rostlinných zbytků, jejich přítomnost nebo absence na povrchu půdy, způsob rozptýlení popřípadě shluky rostlinných zbytků ovlivňují řadu fyzikálních faktorů. Jde především o obsah vody a kyslíku v půdě, teplotu a strukturní stav půdy (Allmaras et al. 1996).

Často diskutovanou otázkou je vliv hnojení slámou na půdní prostředí. Sláma představuje organickou hmotu s vysokým podílem celulózy a hemicelulózy, chudou na dusík a fosfor. Kvalita slámy je dána poměrem uhlíku a dusíku. Sláma obilnin má tento poměr široký (80 - 90 : 1), kvalitnější je sláma řepky (60 - 80 : 1) a nejkvalitnější je sláma luskovin (20 - 30 : 1). Za optimální pro organické hnojení je považován

poměr C : N 30 : 1 (i méně - například u chlévského hnoje).

Po zapravení slámy obilnin a řepky do půdy může tedy nastat rozsáhlá imobilizace dusíku půdní mikroflórou, což má za následek depresi růstu rostlin a snížení výnosů. Na rozkladu slámy se primárně podílí celulolytická mikroflóra, náročná na výživu dusíkem. Po zapravení slámy do půdy se zvýší v podstatné míře zdroj uhlíku a energie a tím i její biochemická aktivita, ale současně se zvýší nároky na dusík, který odčerpává mikroflóra z půdy. Zaoráváme-li slámu samotnou, je nutné především na méně úrodných půdách přidat vyrovnávací dávku dusíku. Při hnojení slámou se ukázalo, že nenastává jen stimulace celulolytické mikroflóry, ale i jiných skupin mikroorganismů. Při rozkladu slámy nemůžeme uvažovat jen o mineralizačních procesech, ale i o humifikačních procesech, neboť se určitý podíl zaorané slámy mění v trvalý humus (Marendiak et al. 1987).

Po zaorávce slámy je vhodné zařazení meziplodiny na zelené hnojení, zvláště na méně úrodných půdách. Meziplodiny jsou nejen zdrojem organických látek, ale významně podporují biologickou činnost půdy, urychlují rozklad slámy, zlepšují strukturní stav půdy, zabraňují vyplavování dusíku, potlačují plevely a redukují erozi půdy.

Při častém hnojení samotnou kejdou je třeba mít na paměti, že toto hnojivo má úzký poměr uhlíku a dusíku, který se pohybuje v rozmezí 5 - 10 : 1. Např. u hnoje je tento poměr 20 : 1, u posklizňových zbytků 30 - 100 : 1. Po hnojení kejdou se vlivem dostatku dusíku a příznivého působení kejdy na biologickou činnost půdy několikanásobně zvýší aktivita mikroorganismů. Z dlouhodobých pokusů je zřejmé, že změna způsobu hospodaření (organického a minerálního hnojení, osevního postupu, zpracování půdy) nastartuje změny v obsahu půdní organické hmoty, které probíhají několik desetiletí. Pokud tento systém hospodaření trvá neměnně dostatečně dlouhou dobu, vytvoří se nová dynamická rovnováha, při níž jsou vstup organické hmoty do půdy a její rozklad a mineralizace vyrovnané. Takováto dynamická rovnováha pak trvá

do té doby, než nastane další změna vnějších podmínek (Kubát 1999).

Na úrodné hlinité černozemní půdě v řepařské výrobní oblasti byl v dlouhodobých stacionárních pokusech sledován vliv různých způsobů hospodaření se slámou (sklizeň slámy, sklizeň slámy a zelené hnojení, zaorávka slámy, zaorávka slámy a zelené hnojení, pálení slámy) při pěstování ozimé pšenice v monokultuře na obsah a kvalitu půdního humusu (Procházka 1986, Procházková et al. 2001). Pokus byl založen v roce 1965. Obsah organického uhlíku byl hodnocen v letech 1979 - 1981 (po 15 - 18 letech) a v letech 1996 až 1998 (po 32 - 34 letech od založení pokusu). V prvním období sledování (po 15 - 18 letech) byl obsah organického uhlíku ve všech variantách pokusu téměř shodný. V druhém období (po 32 - 34 letech) je již zřejmé určité zvýšení obsahu organického uhlíku ve srovnání s kontrolou (sklizeň slámy) u variant se zeleným hnojením a se zaoráním slámy a se zaoráním slámy v kombinaci se zeleným hnojením. Po pálení slámy je na stejné úrovni jako po sklizni slámy. Obsah humusových kyselin byl hodnocen po 32 letech od založení pokusu. Projevuje se určitá tendence ke zvýšení obsahu humusových kyselin po zeleném hnojení a zaorání slámy. Klačka (1982) v dlouhodobém pokusu vedeném v kukuřičné výrobní oblasti zjistil při mělkém zapravení slámy orbou na 0,15 m ve srovnání se zapravením slámy orbou na 0,22 m vyšší obsah humusu v půdě. Ball et al. (1990) uvádějí výsledky sledování vlivu zapravení slámy na strukturní stav půdy. Dlouhodobé mělké zapravování slámy se projevilo ve zvýšení objemové hmotnosti půdy, snížení infiltrace vody a v akumulaci organické hmoty ve vrchní vrstvě půdy, což vedlo ke zvýšení stability půdních agregátů a odolnosti půdy proti tlaku. Vliv různých způsobů hospodaření se slámou na základní fyzikální vlastnosti půdy a strukturní stav půdy hodnotil Juřenčák (1978). Při tradičním zpracování půdy s orbou se vliv slámy projevil ve snížení hodnot objemové hmotnosti půdy.

Na černozemní půdě v sušších podmínkách kukuřičné a řepařské výrobní oblasti mělo hnojení slámou a kejdou (ve srovnání s hnojením chlévským hnojem a samotnou

kejdou) negativní dopad na vlhkostní poměry půdy (Hrubý 1987; Hudcová 1987; Procházka 1987; Procházková 1987).

Smika a Unger (1986) uvádějí, že větší množství půdní vláhy získané ponecháním rostlinných zbytků na povrchu půdy bylo získáno díky lepšímu vsakování vláhy a díky snížení jejího odpaření. Na plochách, na nichž tvoří významnou část srážek sních, pomáhají rostlinné zbytky na povrchu půdy zachycovat a držet sníh na půdě a to dovoluje vodě při tání sněhu dostat se do půdy. To jsou podle autorů hlavní faktory ovlivňující zvyšování zásoby půdní vláhy při ponechání rostlinných zbytků na povrchu půdy.

Zvětšená zásoba půdní vláhy tam, kde jsou na povrchu rostlinné zbytky, zvyšovala výnosy v mnoha lokalitách. Rostlinné zbytky na povrchu půdy také chrání půdu před vodní a větrnou erozí. Takže zásoba půdní vody a ochrana půdy je v mnoha případech výsledkem ponechání rostlinných zbytků na povrchu půdy. Produkce rostlinných zbytků však v některých aridních a semiaridních regionech není dostatečná k tomu, aby měla odpovídající dopad na zvyšování zásoby půdní vláhy a snižování eroze půdy. Přímé setí plodin do nezpracované půdy ovlivňuje rozdělení živin v půdním profilu a jejich uvolňování z rostlinných zbytků. U fosforu a draslíku se projevuje tendence ke zvýšení jejich koncentrace ve vrchní vrstvě půdy, v některých případech byly zjištěny dvojnásobné i vyšší hodnoty. Celková koncentrace dusíku v povrchové vrstvě je rovněž vyšší. Mineralizace dusíku z organických látek může být menší v nezpracované půdě. Po mělkém zpracování půdy a zejména po přímém setí plodin do nezpracované půdy dochází často ve srovnání s orbou ke snižování obsahu nitrátů v půdě (Baeumer, Bakermans 1973).

Ocio et al. (1991) sledovali vliv zapravené slámy na biomasu půdní mikroflóry. Zapravování slámy do půdy se projevovalo ve zvyšování mikrobiální biomasy. Počáteční umístění rostlinných zbytků při různém zpracování půdy má vliv na rozvoj mikrobiálních společenstev. Růst hub je podporován, jsou-li rostlinné zbytky na

povrchu půdy nebo ve shlucích. Rozklad organických látek má vliv na změny chemických vlastností půdy, jako je obsah dusíku a pH půdy (Tisdall 1996).

Faktorem, který může významně ovlivnit celkové účinky organické hmoty v půdě, jsou agrotechnické zásahy, především pak způsob a termín zpracování půdy. Na způsobu zpracování půdy je závislé nejen celkové rozmístění veškeré organické hmoty, ale i řada změn ve fyzikálních vlastnostech půdy, což pak ovlivňuje i biologické procesy v půdě. Vždy je nutné, aby zapravovaná organická hmota byla dobře rozptýlena v profilu zpracovávané části ornice. Zůstane-li totiž ve shlucích a nad to nahromaděná převážně ve vrstvě výsevu následné plodiny, zvláště má-li slamnatý charakter, může v sušších obdobích značně zhoršit zásobení semen vodou a tím i klíčení a vzcházení plodin.

Při různém zpracování půdy dochází k různé distribuci posklizňových zbytků. Po orbě je organická hmota homogenizována v celém orničním profilu. Při použití minimalizačních technologií dochází ke zvýšené akumulaci organické hmoty ve vrchní vrstvě půdy nebo na povrchu půdy a k nižší mineralizaci. Hnojení slámou má většinou příznivý vliv na strukturní stav půdy a na stav půdní organické hmoty. Vede rovněž ke snížení objemové hmotnosti půdy. Po orbě se tyto efekty projevují v celém orničním profilu, při mělkém zpracování půdy především ve vrchní vrstvě půdy. Zaznamenáván je negativní vliv hnojení slámou na vlhkostní poměry půdy. Naopak rostlinné zbytky ponechané na povrchu půdy mohou působit ve směru zvyšování zásoby vody v půdě. Při dlouhodobém hnojení slámou, zejména na méně úrodných půdách, se může projevovat tendence k posunu ve složení mikroflóry k vyššímu zastoupení hub a nižšímu zastoupení bakterií. Umístění organických látek při různém zpracování půdy má vliv na rozvoj mikroorganismů. Při vynechání orby, zejména v případech, kdy rostlinné zbytky zůstávají na povrchu půdy nebo ve shlucích, je podporován růst hub. Větší koncentrace posklizňových zbytků a slámy obilnin ve vrchní vrstvě půdy může zhoršovat zásobení semen rostlin vodou a mohou se zde hromadit fyto toxické látky

působící inhibičně na klíčení a vzcházení rostlin.

2.3.2 Vliv posklizňových zbytků a slámy při různém zpracování půdy na výnosy následných plodin

Diskuze o vhodnosti používání minimalizačních technologií zpracování půdy se stále vyvíjí (Cannell, Hawes 1994), neboť řešení pro všechny situace není jednoduché. Obecně je uznáváno, že minimalizační technologie zpracování půdy znamenají úsporu času a obvykle neredukují výnosy. Ale efekt jejich používání je odlišný v různých agroekologických podmínkách.

Velmi aktuální je problematika posklizňových zbytků a vhodné techniky hnojení slámou při používání mělkého zpracování půdy a setí plodin do nezpracované půdy. Prasad a Power (1991) na základě obsáhlého studia literatury uvádějí, že do všech půdních podmínek nelze doporučit jediný systém zpracování půdy jako nejlepší z hlediska následného výnosu. Naopak mnoho faktorů majících vliv na růst rostlin a jejich výnos odpovídá zvolenému managementu rostlinných zbytků. Faktory, které mohou způsobovat snižování výnosů, mohou souviset s větším množstvím rostlinných zbytků uložených na povrchu půdy. To může způsobit imobilizaci dusíku, problémy s umístováním osiva při setí, zvýšené zaplevelení v humidních oblastech, napadení rostlinnými patogeny, produkci fyto toxinů a potenciál pro velmi studené nebo velmi vlhké půdní prostředí, nevhodné pro optimální biologickou aktivitu.

Proti těmto potenciálně nevýhodným parametrům stojí naopak efekty potenciálně výhodné, které zahrnují konzervaci vláhy, omezení půdní eroze, snížení vymrzání a dosažení nebo zvýšení půdní organické hmoty, což se projeví ve zlepšení půdního prostředí. Všechny tyto vlivy mají příznivý vliv na plodiny. V některých případech se však tyto efekty mohou projevit až po několika letech.

Autoři vyvodili následující závěry:

1. Výnosy zrna jsou většinou ovlivněny vhodným využitím rostlinných zbytků v podmínkách s dobrými srážkami, dobrou zásobou půdní vláhy, dobrou infiltrací a dobrou dostupností dusíku.
2. Vyšší výnosy zrna při použití technologií setí do nezpracované půdy s rostlinnými zbytky na povrchu půdy nebo u mulčovacích technologií se většinou dosahují na plochách s omezenými srážkami a omezenou zásobou půdní vláhy za podmínky adekvátního hubení plevelů. Tyto efekty někdy vyžadují několik let aplikace, aby se projevíly, a také vyžadují, aby bylo doplněno dalším hnojením minerálními hnojivy.
3. Snížené výnosy na pozemcích s pokryvem rostlinných zbytků jsou většinou na půdách s velmi vydatnými srážkami, nízkou teplotou, nízkou propustností pro vodu, nedostatečnou regulací zaplevelení při nízkých dávkách hnojiv.

Výhody a nevýhody umístění posklizňových zbytků na povrchu půdy hodnotí rovněž Kaspar et al. (1990). Posklizňové zbytky ponechané na povrchu půdy snižují výpar vody a zabraňují poškození strukturního stavu půdy, tedy zvyšují zasakování vody do půdy a snižují erozi půdy. Posklizňové zbytky na povrchu půdy ovlivňují i její tepelný režim (půda pod mulčem z posklizňových zbytků je obvykle chladnější), což může v chladnějších podmínkách vést ke snížení výnosů.

Vliv hnojení slámou na výnosy následných plodin při různém zpracování půdy je hodnocen v celé řadě prací. Výsledky jsou do značné míry závislé na podmínkách prováděných pokusů.

Christian a Bacon (1991) prováděli polní pokusy s různým využitím slámy v kombinaci s různým zpracováním půdy na hlinité a jílovité půdě. Sláma byla pálena, sklízena nebo drcena a rozprostřena po pozemku. Půda byla mělce zpracovávána do hloubky 0,05, 0,10 a 0,15 m a orána na hloubku 0,20 a 0,30 m. Na každé variantě hospodaření se slámou bylo rovněž prováděno přímé setí ozimé pšenice. Mělké

zpracování půdy zajišťovalo horší zapravení slámy do půdy než orba, snižovalo klíčení a počáteční růst ozimé pšenice, ale v konečném efektu nesnižovalo výnos. Přímé setí ozimé pšenice do nezpracované půdy pokryté rozdrčenou slámou snižovalo výnos na jílovité půdě, ale ne na půdě hlinité.

Johnson a Smith (1993) nezjistili v tříletém sledování průkazný rozdíl ve výnosu ozimého ječmene po orbě na 0,20 m se zapravením slámy a po mělkém zpracování půdy na 0,15 m následujícím po sklizni slámy.

Smallfield (1992) sledoval v polních a laboratorních pokusech vliv hnojení slámou na růst ozimé pšenice. Na lehké půdě nebyl pozorován výraznější vliv. Na hlinité půdě byl však zaznamenán nepříznivý účinek slámy na klíčení, vzcházení a odnožování. Výsledkem byla redukce výnosu zrna zejména tam, kde byla sláma ponechána na povrchu půdy. Zvětšující se hloubka zpracování půdy zmírňovala mnoho těchto nepříznivých efektů.

Nowak (1991) sledoval v letech 1977-1980 v nádobových pokusech s písčitou a těžkou půdou vliv rozřezané ovesné slámy zapravené v dávkách od 0 do 4 % hmotnosti půdy (0 až 120 t.ha⁻¹) na růst a výnosy řepky. Na písčité půdě se výnosy řepky zvyšovaly ve srovnání s výnosem při pouhém hnojení minerálními hnojivy do 2 %, ale snižovaly se při 4 % obsahu slámy. Na těžké půdě všechny dávky slámy výnosy řepky snižovaly.

Rule et al. (1990) porovnávali zapravení slámy do půdy s pálením slámy. Efekt na výnosy byl malý, kromě případů vyššího zaplevelení. Po zapravení slámy nebylo pozorováno zvýšené napadení chorobami a škůdci. Největší problém byl se zaplevelením jednoděložnými plevely, speciálně na těžkých půdách po mělkém zpracování půdy, nebo setí ozimé pšenice do nezpracované půdy.

Ball a Robertson (1990) sledovali vliv různých způsobů zapravení slámy na výnosy ozimého ječmene. Pokusy byly prováděny na jílovité půdě po dobu čtyř let.

Zapravovali slámu a strniště, nebo pouze strniště. Výnos zrna ozimého ječmene byl větší po orbě než po mělkém zapravení jak samotného strniště, tak i strniště se slámou.

Prew et al. (1990) zaznamenali při zapravování slámy do půdy vyšší napadení houbovými chorobami. Naproti tomu Kos (1981) uvádí na základě dlouholetých výsledků, že nejsou odůvodněné obavy ze zvyšování napadení ozimé pšenice chorobami pat stébel po zaorávání slámy. Dále uvádí, že účinek zaorávané slámy závisí na povětrnostních podmínkách, které ovlivňují průběh rozkladu slámy. Lepší účinek má sláma ve vláhově příznivých letech.

Rule (1990) sledoval různé způsoby hospodaření se slámou na experimentálních farmách ve Velké Británii. V různých půdních podmínkách bylo porovnáváno zapravování slámy orbou, mělké zapravení slámy talířovým kypřičem a pálení slámy. Výsledky ukazují, že efekt zapravení slámy do půdy není tak dramatický, jak se předpokládalo. Použití orby je vhodné pro lehké půdy, zvyšuje však náklady na půdách těžkých a může zde působit i ve směru snižování výnosů.

Nižší výnosy monokultury ozimé pšenice po mělkém zapravování slámy talířovými kypřiči ve srovnání s orbou zaznamenali Prew a Lord (1988). Při zapravování slámy do půdy se projevovala tendence ke zvyšování zaplevelení, především byla-li sláma zapravována mělce.

V ČR jsou v současné době ve stacionárních polních pokusech vedených v kukuřičné a řepařské výrobní oblasti hodnoceny možnosti využití minimalizačních technologií zpracování půdy a zakládání porostů při ponechání slámy na povrchu půdy. Výsledky ukazují, že negativní vliv slámy při mělkém zpracování půdy na růst a výnosy ozimých plodin je možné do určité míry regulovat urychlením rozkladu slámy (doplňkové hnojení, použití látek urychlujících rozklad) nebo zpomalením rozkladu při ponechání slámy na povrchu půdy mimo zónu set'ového lůžka (Procházková, Dovrtěl 2000).

Řídký (1976, 1979) uvádí výsledky sledování inhibičních účinků posklizňových zbytků plodin ve vztahu k minimalizačním technologiím zpracování půdy. Při vyšší koncentraci posklizňových zbytků rostlin ve vrchní vrstvě půdy (zejména slámy obilnin) se projevovала inhibice snížením nárůstu nadzemní části rostlin, ale i kořenů. Při slabším působení docházelo pouze ke snížení délky nadzemní části klíčence, zatímco kořeny byly naopak stimulovány k dlouživému růstu. Bylo zjištěno, že inhibiční působení zbytků rostlin a slámy obilnin má většinou současně fyzikální a biochemický charakter. Zbytky snižují kontakt semen s půdou a tím fyzikálně omezují přívod vody z prostředí k semeni, přičemž uvolňované látky nebo látky vznikající při mikrobiálním rozkladu (fytotoxické látky) působí brzdivě na klíčení a vzcházení rostlin. S postupujícím mikrobiálním rozkladem posklizňových zbytků jejich fytoxicita obecně slábne, i když ne pravidelně. Fytotoxické účinky mohou mít i metabolity mikroorganismů, zejména jejich mikromycet rozvíjejících se na zbytcích. Není tedy vyloučeno současné (komplexní) nebo následné biochemické působení vyluhovaných látek vlastních zbytků, metabolitů mikroorganismů i meziproductů rozkladu zbytků, což by pak mohlo vysvětlovat pozorované nepravidelnosti ve fytoxicitě v průběhu rozkladu organických zbytků.

Jak ukazují uvedené výsledky, při větším množství posklizňových zbytků plodin a slámy obilnin v kombinaci s minimalizačními technologiemi zpracování mohou vznikat problémy s kvalitním založením porostu a zajištěním vhodných podmínek pro růst a vývoj plodin. Větší problémy vznikají u ozimých plodin, kde je krátké období mezi zapravením slámy do půdy a setím. Vlivem vyšší koncentrace organických zbytků nacházejících se ve vrchní vrstvě, nebo na povrchu půdy (zejména jsou-li ve shlucích) nejsou vytvořeny vhodné podmínky pro zajištění požadované hloubky a rovnoměrnosti uložení semen do půdy. Dále se může projevovat inhibiční vliv posklizňových zbytků a slámy obilnin na klíčení, vzcházení a počáteční růst pěstovaných plodin. Inhibice je většinou kombinací fyzikálního a biochemického

vlivu. Významným činitelem pro snižování inhibičních účinků posklizňových zbytků je dobrý průběh jejich mikrobiálního rozkladu v půdě, ke kterému je možno z agrotechnického hlediska účinně přispět především tím, že zbytky rostlin a sláma obilnin budou zapraveny do půdy v nejkratším možném termínu po sklizni a dobře ve zpracované půdě rozptýleny, což zajistí jejich kontakt s půdou a tím i včasný rozvoj rozkladných mikrobiálních procesů.

Závěr rešerše:

Závěrem této části literární rešerše lze říci toto:

- 1) Prací, které se zabývají osudem organické hmoty ve srovnání s klasickým a minimalizačním zpracováním půdy je mnoho. Většinou nerozlišují mezi humusem a primární organickou hmotou a v těch případech, kdy rozlišují, považují primární organickou hmotu za látkově různou (sláma, zelené hnojení), ale objektivní hodnota rozložitelnosti chybí. Kvalita humusu není klasifikována vůbec, výjimečně hodnotou $Q_{4/6}$ nebo poměrem FK:HK a to je žalostně málo. Chybí frakcionace, analytika frakcí, měření rozložitelnosti, relativní molekulová hmotnost a další. Záplava takových publikací je pak k ničemu.
- 2) Je zřejmé, že omezená aerobióza u minimalizačních technologií vede k lepším podmínkám pro humifikaci. Prvně u nás na to upozornil už před desítkami let Bohumír Novák na bázi teoretické a zdá se, že výsledky Horáčka a Rause to potvrzují v praxi minimalizačních technologií.
- 3) Špatnou rozložitelnost organické hmoty na povrchu půdy a v horních vrstvách půdy chápeme jako logickou, protože je hůře vlhčena a hlavně je v horším styku s celulolytickými mikroorganismy půdy, než při klasické orbě.
- 4) Nedostatky, uvedené v bodě 3, by snad bylo možno alespoň částečně řešit aplikací hydrofilních gelů suspenze kvalitní ornice na povrch půdy při minimálním

zpracování.

Měl by tak být schopen nahradit půdu při zaorání organické hmoty do půdního profilu. Je otázka, jaká má být koncentrace gelu, jaký to má být gel, zda mikroorganismy nemineralizují gel rychleji než celulózu organické hmoty.

3. CÍLE PRÁCE

- 1) Ověřit výsledky orientačních pokusů a potvrdit či vyvrátit myšlenku, že ošetření povrchu půdy s vyšším obsahem primární organické hmoty při minimálním zpracování půdy hydrofilním gelem s půdní suspenzí zdravé a úrodné ornice zlepší transformaci této hmoty zadržením vlhkosti a očkováním celulólytickými, amylolytickými a dalšími enzymy půdního mikroedafonu použité ornice a tak nahradí poměry organických látek a půdy, typické pro klasickou orbu.

- 2) Potvrdí-li se pozitivní vliv aplikace hydrofilního gelu s půdní suspenzí je cílem práce zjištění, zda gel podporuje procesy mineralizace i humifikace, či pouze mineralizační proces.

4. METODIKA A MATERIÁL

Schéma pokusu:

1. Pokusná varianta V_3 : Minimalizace + setí (hnojení pod patu)

V_2 : Minimalizace (bezorebné setí)

V_1 : Klasická orba + setí (hnojení pod patu)

V_0 : Klasická orba (nebo náhrada: ruční převrácení bloku a rozbití)

pozn.: Ve variantě V_0 jde o jediné: styk rozmělněné organické hmoty posklizňových zbytků s půdou.

Vzorky sledovaných variant byly odebrány k vlastnímu založení pokusu a jejich laboratorním analýzám z polního pozemku, kde dlouhodobě uplatňuje minimalizaci zpracování půdy Agria Drásov u města Bystřice nad Pernštejnem ležící v bramborářské výrobní oblasti, v nadmořské výšce 600 m n. m., půdní druh: lehká půda, půdní typ: kambizem.

Agrochemické vlastnosti pozemku:

Číslo vorku	Hodnota pH (v CaCl_2)	Potřeba vápnění ($\text{CaO t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$)	P	K	Mg	Ca
			(mg.kg ⁻¹ půdy)			
39	6,1	0,00	120	492	616	2959
40	5,4	0,60	175	439	139	1266
Aritmetický průměr	5,8	0,30	148	466	378	2113

2. Ze všech variant V_0 , V_1 , V_2 a V_3 bylo odebráno po 6 monoblocích $0,25 \times 0,25 \times 0,25$ m. U varianty V_1 byly vzorky odebrány v době po sklizni kulturní plodiny (ozimá pšenice) a po provedené podmítce do hloubky 0,08 m, u varianty V_2 po zasetí kulturní plodiny (ozimé žito) a u varianty V_0 po orbě provedené do hloubky 0,24 m. Přihnojení systémem PPF (pod patu) zajišťoval NP roztok aplikován v dávce $100 \text{ l na } 1 \text{ ha}^{-1}$.
3. Monobloky byly uloženy do nádob s víkem a nádoby byly označeny.
4. Byl připraven 0,15 % roztok CMC (za horka). CMC je hydrofilní gel, který chemicky lze označit jako karboxymethylcelulózu. Po úplném vychladnutí v něm byla rozmíchána úrodná zdravá ornici (nebo kompost, ale nikoli průmyslový, nikoli pouze z rašeliny, ale zemina + organika, alespoň 1 rok starý) tak, aby vzniklá půdní suspenze byla 2 %. Současně vedle byla připravena 2 % půdní suspenze v měkké rybníční vodě (nikoli z destilované vody či z vodovodu!).
5. Tři monobloky variant V_0 , V_1 , V_2 a V_3 byly zavlaženy rozprašovačem takovým množstvím roztoku CMC se zeminou, kolik odpovídá:

retenční vodní kapacita půdy - momentální vlhkost půdy

hmotnost půdního bloku

- Další tři monobloky variant V_0 , V_1 , V_2 a V_3 byly zavlaženy stejným způsobem roztokem rybníční vody se zeminou.
6. Nádoby i s bloky byly zváženy i s víky, přikryty víky a uloženy v laboratoři.
 7. Jeden krát týdně byly nádoby převáženy a odpařená voda ve všech nádobách byla nahrazena přídatkem rybníční vody.
 8. Za tři měsíce - čím déle, tím lépe - měl být pokus ukončen. Pozn.: pokus byl ukončen po 1-ročním působení gelu Akucellu AF 2985.

9. Při práci s bloky byla stanovena:

- Specifická hmotnost půdy
- Retenční vodní kapacita půdy
- Momentální vlhkost půdy
- pH KCl
- Kationtová výměnná kapacita půdy - konduktometricky (Sandhoff)
- Obsah C_{org} (C_{ox} podle ISO 10694)
- Obsah C_{hws} (dle Korschense)
- Obsah C_{cws} (dle Vaňka)

10. Matematicko-statistické hodnocení bylo provedeno podle Deana a Dixona pro maloprvkové soubory; stanovení: Interval spolehlivosti průměru ($L_{1,2}$) a Statistická významnost rozdílu průměru (u); hladina významnosti ($1-\alpha$) - 0,95 (Eckschlager et al. 1980).

Vyhodnocení pokusu:

- 1) Snížila-li se vlivem CMC s půdní suspenzí proti kontrole C_{org} , zvýšila se zajisté transformace půdní organické hmoty alespoň v nejpravděpodobnější větvi - v mineralizační.
- 2) Zvýšila-li se vlivem CMC proti kontrole iontovýmenná kapacita půdy, došlo zajisté i k zvýšení výtěžku v druhé větvi transformace - v humifikaci.
- 3) Zvýšila-li se C_{hws} či dokonce C_{cws} při nezměněném C_{org} a nezměněné iontovýmenné

kapacitě, způsobil CMC alespoň zvýšení lability primární organické hmoty a vytvořil podmínky pro budoucí urychlení mineralizace.

V orientačních pokusech jsme zjistili, že hydrofilní gely na bázi karboxymethylcelulózy jsou schopny omezit evaporaci při odpařování vody z půdního povrchu i evapotranspiraci - odpařování vody povrchem rostlinných tkání. Není to nic nového, podobně působí všechny látky, které v podstatě „zalepí“ odpařovací plochy, např. různé bitumenové roztoky a suspenze, které ovšem představují velký problém ekologicko - hygienický, protože většinou mohou obsahovat alespoň potenciálně kancerogenní látky.

V dílčím úkolu MSM 600 766 5806 jsme se pokusili řešit problém omezené transformace primární organické hmoty při půdochranném zpracování půdy systémem HORSCH, která se koncentruje v povrchových vrstvách půdy. Její další přeměna je omezena proto, že její koncentrace vzhledem k půdě je příliš vysoká a proto zředění kontaminujících půdních mikroorganismů velké, hlavně však jí chybí pro další biochemické přeměny dostatek vody.

5. VÝSLEDKY

5.1 Interval spolehlivosti průměru $L_{1,2}$ u jednotlivých variant

Tabulka č. 1. Hodnoty $L_{1,2}$ - pH KCl - Minimalizace

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
1	GEL	$L_{1,2}$	5,54±0,01	$L_{1,2}$	5,62±0,07
2			5,64±0,05		5,61±0,04
3			5,42±0,09		5,50±0,03
4	BEZ GELU		5,49±0,04		5,51±0,07
5			5,56±0,03		5,47±0,03
6			5,46±0,01		5,64±0,04

Tabulka č. 2. Hodnoty $L_{1,2}$ - pH KCl - Orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
7	GEL	$L_{1,2}$	5,64±0,04	$L_{1,2}$	5,49±0,07
8			5,57±0,04		5,47±0,01
9			5,49±0,04		5,32±0,03
10	BEZ GELU		5,56±0,03		5,45±0,04
11			5,75±0,04		5,53±0,03
12			5,80±0,07		5,51±0,03

Tabulka č. 3. Hodnoty $L_{1,2}$ - pH KCl - Minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
13	GEL	$L_{1,2}$	5,01±0,01	$L_{1,2}$	5,10±0,03
14			5,26±0,03		5,30±0,07
15			4,78±0,03		4,96±0,03
16	BEZ GELU		5,30±0,07		5,31±0,03
17			5,39±0,01		5,25±0,01
18			4,92±0,01		5,17±0,05

Tabulka č. 4. Hodnoty $L_{1,2}$ - pH KCl - Orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
19	GEL	$L_{1,2}$	4,77±0,04	$L_{1,2}$	4,83±0,01
20			4,64±0,01		4,67±0,01
21			4,49±0,01		4,76±0,01
22	BEZ GELU		4,52±0,04		4,80±0,01
23			4,91±0,01		4,87±0,01
24			4,83±0,04		4,78±0,04

Tabulka č. 5. Hodnoty $L_{1,2}$ - Momentální vlhkost půdy / % hm. / - Minimalizace

Vorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
1	GEL	$L_{1,2}$	25,02±0,18	$L_{1,2}$	22,89±0,08
2			24,95±0,25		23,31±0,40
3			22,36±0,18		23,58±0,36
4	BEZ GELU		23,40±0,36		22,21±0,25
5			24,88±0,40		21,84±0,12
6			23,26±0,87		23,79±0,18

Tabulka č. 6. Hodnoty $L_{1,2}$ - Momentální vlhkost půdy / % hm. / - Orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
7	GEL	$L_{1,2}$	25,41±0,22	$L_{1,2}$	25,32±0,29
8			25,44±0,09		21,75±0,17
9			25,24±0,14		24,29±0,07
10	BEZ GELU		23,14±0,04		22,29±0,34
11			25,18±0,27		23,78±0,25
12			25,15±0,31		23,56±0,08

Tabulka č. 7. Hodnoty $L_{1,2}$ - Momentální vlhkost půdy / % hm. / - Minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
13	GEL	$L_{1,2}$	23,76±1,13	$L_{1,2}$	25,27±2,26
14			23,97±3,82		23,90±2,16
15			24,88±2,25		24,52±2,33
16	BEZ GELU		22,89±4,15		23,44±4,73
17			23,90±1,66		23,14±1,13
18			23,30±2,70		23,57±2,99

Tabulka č. 8. Hodnoty $L_{1,2}$ - Momentální vlhkost půdy / % hm. / - Orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
19	GEL	$L_{1,2}$	23,50±4,10	$L_{1,2}$	24,45±2,38
20			24,22±3,67		24,62±0,59
21			25,27±2,02		24,58±4,03
22	BEZ GELU		24,05±0,43		24,69±2,29
23			25,00±3,29		24,44±3,12
24			24,65±2,22		24,12±4,84

Tabulka č. 9. Hodnoty $L_{1,2}$ - RVK / ml/100 g půdy / - Minimalizace

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
1	GEL	$L_{1,2}$	71,33±2,60	$L_{1,2}$	67,33±6,50
2			67,67±7,80		61,00±6,50
3			69,00±2,60		70,33±7,80
4	BEZ GELU		65,83±0,65		66,00±5,20
5			70,33±2,60		71,00±5,20
6			69,67±2,60		66,00±5,20

Tabulka č. 10. Hodnoty $L_{1,2}$ - RVK / ml/100 g půdy / - Orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
7	GEL	$L_{1,2}$	71,50±1,30	$L_{1,2}$	74,00±0,00
8			72,33±3,90		73,33±2,60
9			72,17±5,85		71,33±3,90
10	BEZ GELU		72,00±0,00		65,67±1,30
11			66,33±6,50		67,33±1,30
12			68,00±3,90		69,00±2,60

Tabulka č. 11. Hodnoty $L_{1,2}$ - RVK / ml/100 g půdy / - Minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
13	GEL	$L_{1,2}$	69,33±2,60	$L_{1,2}$	66,00±2,60
14			71,50±3,25		75,50±3,25
15			70,00±2,60		72,33±1,30
16	BEZ GELU		77,67±5,20		67,67±2,60
17			73,83±2,60		70,33±3,90
18			75,67±5,20		67,17±5,20

Tabulka č. 12. Hodnoty $L_{1,2}$ - RVK / ml/100 g půdy / - Orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
19	GEL	$L_{1,2}$	68,00±6,50	$L_{1,2}$	66,50±3,25
20			60,67±6,50		63,33±2,60
21			68,33±10,4		61,83±8,45
22	BEZ GELU		61,33±5,85		65,17±8,45
23			60,17±7,80		60,17±3,25
24			65,33±5,20		68,50±7,80

Tabulka č. 13. Hodnoty $L_{1,2}$ - Max. sorpční kapacita půdy / $mval.100^{-1} g / -$ Minimalizace

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
1	GEL	$L_{1,2}$	14,28±2,55	$L_{1,2}$	13,22±1,55
2			14,55±3,32		13,96±0,65
3			14,69±2,44		14,08±0,81
4	BEZ GELU		13,98±0,33		14,00±0,74
5			13,73±0,17		13,72±0,31
6			14,00±0,85		13,80±0,62

Tabulka č. 14. Hodnoty $L_{1,2}$ - Max. sorpční kapacita půdy / $mval.100^{-1} g / -$ Orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
7	GEL	$L_{1,2}$	15,89±0,14	$L_{1,2}$	15,71±0,51
8			16,00±0,44		14,71±1,79
9			14,93±3,30		15,80±0,20
10	BEZ GELU		15,49±1,05		15,22±2,68
11			14,93±2,60		15,66±0,13
12			15,28±2,60		15,96±0,07

Tabulka č. 15. Hodnoty $L_{1,2}$ - Max. sorpční kapacita půdy / $mval.100^{-1} g / -$ Minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
13	GEL	$L_{1,2}$	15,81±0,21	$L_{1,2}$	14,38±1,79
14			16,00±0,29		16,09±0,73
15			15,90±0,38		15,86±0,30
16	BEZ GELU		14,67±2,22		15,90±0,33
17			15,92±0,57		15,87±0,10
18			16,47±2,48		16,12±0,16

Tabulka č. 16. Hodnoty $L_{1,2}$ - Max. sorpční kapacita půdy / $mval.100^{-1} g / -$ Orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
19	GEL	$L_{1,2}$	15,60±0,13	$L_{1,2}$	15,84±0,08
20			15,49±0,17		15,77±0,40
21			15,57±0,14		15,22±2,20
22	BEZ GELU		15,84±0,38		15,86±0,30
23			15,66±0,23		15,09±2,89
24			15,68±0,35		15,42±2,81

Tabulka č. 17. Hodnoty $L_{1,2}$ - Specifická hmotnost / g.cm^3 / - Minimalizace

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,25 m)	
1	GEL	$L_{1,2}$	2,49±0,29	$L_{1,2}$	2,56±0,08
2			2,48±0,49		2,62±0,08
3			2,61±0,05		2,62±0,08
4	BEZ GELU		2,59±0,09		2,63±0,03
5			2,55±0,13		2,57±0,01
6			2,61±0,04		2,60±0,03

Tabulka č. 18. Hodnoty $L_{1,2}$ - Specifická hmotnost / g.cm^3 / - Orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
7	GEL	$L_{1,2}$	2,58±0,01	$L_{1,2}$	2,63±0,04
8			2,63±0,01		2,57±0,08
9			2,62±0,07		2,62±0,01
10	BEZ GELU		2,62±0,07		2,59±0,01
11			2,60±0,18		2,61±0,03
12			2,60±0,03		2,57±0,00

Tabulka č. 19. Hodnoty $L_{1,2}$ - Specifická hmotnost / g.cm^3 / - Minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
13	GEL	$L_{1,2}$	2,54±0,22	$L_{1,2}$	2,58±0,01
14			2,57±0,04		2,57±0,04
15			2,63±0,04		2,58±0,01
16	BEZ GELU		2,58±0,03		2,54±0,21
17			2,59±0,05		2,58±0,07
18			2,56±0,03		2,57±0,21

Tabulka č. 20. Hodnoty $L_{1,2}$ - Specifická hmotnost / g.cm^3 / - Orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
19	GEL	$L_{1,2}$	2,58±0,10	$L_{1,2}$	2,69±0,33
20			2,59±0,09		2,60±0,10
21			2,46±0,39		2,40±0,46
22	BEZ GELU		2,60±0,08		2,62±0,04
23			2,60±0,03		2,59±0,12
24			2,63±0,03		2,39±0,62

Tabulka č. 21. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{org} / % / - Minimalizace

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
1	GEL	L _{1,2}	1,59±0,04	L _{1,2}	1,44±0,01
2			1,52±0,16		1,34±0,03
3			1,38±0,18		1,29±0,55
4	BEZ GELU		1,44±0,16		1,21±0,22
5			1,44±0,07		1,42±0,07
6			1,48±0,53		1,45±0,07

Tabulka č. 22. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{org} / % / - Orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
7	GEL	L _{1,2}	1,54±0,04	L _{1,2}	1,23±0,48
8			1,54±0,07		1,54±0,38
9			1,42±0,22		1,54±0,04
10	BEZ GELU		1,52±0,08		1,48±0,12
11			1,42±0,18		1,69±0,04
12			1,62±0,10		1,64±0,08

Tabulka č. 23. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{org} / % / - Minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
13	GEL	$L_{1,2}$	1,59±0,14	$L_{1,2}$	1,28±0,14
14			1,65±0,08		1,47±0,38
15			1,37±0,23		1,29±0,13
16	BEZ GELU		1,58±0,13		1,40±0,13
17			1,60±0,30		1,37±0,34
18			1,55±0,23		1,40±0,49

Tabulka č. 24. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{org} / % / - Orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
19	GEL	$L_{1,2}$	1,65±0,04	$L_{1,2}$	1,27±0,33
20			1,32±0,18		1,27±0,30
21			1,55±0,22		1,26±0,26
22	BEZ GELU		1,52±0,42		1,31±0,14
23			1,44±0,44		1,41±0,62
24			1,50±0,29		1,51±0,07

Tabulka č. 25. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{hws} / % / - Minimalizace

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
1	GEL	L _{1,2}	0,132±0,001	L _{1,2}	0,077±0,009
2			0,076±0,010		0,075±0,005
3			0,077±0,126		0,068±0,022
4	BEZ GELU		0,103±0,068		0,078±0,004
5			0,074±0,008		0,072±0,014
6			0,112±0,014		0,096±0,104

Tabulka č. 26. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{hws} / % / - Orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
7	GEL	L _{1,2}	0,108±0,010	L _{1,2}	0,077±0,004
8			0,088±0,007		0,071±0,003
9			0,088±0,070		0,070±0,075
10	BEZ GELU		0,067±0,007		0,064±0,004
11			0,065±0,009		0,086±0,027
12			0,077±0,018		0,084±0,007

Tabulka č. 27. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{hws} / % / - Minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
13	GEL	L _{1,2}	0,113±0,013	L _{1,2}	0,066±0,007
14			0,102±0,048		0,076±0,003
15			0,079±0,010		0,074±0,003
16	BEZ GELU		0,080±0,008		0,094±0,003
17			0,079±0,030		0,084±0,005
18			0,089±0,020		0,062±0,111

Tabulka č. 28. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{hws} / % / - Orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,25 m)	
19	GEL	L _{1,2}	0,084±0,018	L _{1,2}	0,078±0,008
20			0,116±0,034		0,112±0,007
21			0,083±0,004		0,078±0,007
22	BEZ GELU		0,076±0,008		0,068±0,004
23			0,070±0,007		0,108±0,030
24			0,066±0,000		0,077±0,007

Tabulka č. 29. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{cws} / % / - Minimalizace

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
1	GEL	L _{1,2}	0,024±0,001	L _{1,2}	0,019±0,004
2			0,024±0,017		0,020±0,004
3			0,026±0,008		0,018±0,008
4	BEZ GELU		0,017±0,004		0,017±0,004
5			0,016±0,000		0,018±0,004
6			0,017±0,005		0,016±0,004

Tabulka č. 30. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{cws} / % / - Orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
7	GEL	L _{1,2}	0,025±0,005	L _{1,2}	0,017±0,003
8			0,017±0,003		0,016±0,008
9			0,023±0,004		0,016±0,001
10	BEZ GELU		0,023±0,009		0,023±0,004
11			0,019±0,010		0,021±0,008
12			0,021±0,007		0,017±0,003

Tabulka č. 31. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{cws} / % / Minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		Hloubka půdy (0,125-0,250 m)	
13	GEL	$L_{1,2}$	0,016±0,005	$L_{1,2}$	0,020±0,012
14			0,025±0,008		0,027±0,003
15			0,023±0,009		0,013±0,007
16	BEZ GELU		0,024±0,010		0,019±0,009
17			0,029±0,003		0,016±0,001
18			0,030±0,004		0,019±0,001

Tabulka č. 32. Hodnoty $L_{1,2}$ - Obsah C_{cws} / % / - Orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy 0-0,125 m		Hloubka půdy 0,125-0,250 m	
19	GEL	$L_{1,2}$	0,026±0,014	$L_{1,2}$	0,022±0,018
20			0,026±0,014		0,018±0,007
21			0,020±0,004		0,015±0,001
22	BEZ GELU		0,024±0,003		0,024±0,012
23			0,013±0,000		0,017±0,005
24			0,021±0,005		0,016±0,008

5.2 Statistická významnost rozdílu průměru U jednotlivých variant

Tabulka č. 33. Hodnoty U - pH KCl - Minimalizace

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy			Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno				
	0-0,125 m		0,125-0,250 m		U_α		U	Průkaznost	
1	0,636	G	1,3	+	1/4	0,636	P	1,3	+
2		G	0,4	-	2/5		P	1,3	+
3		G	0,9	+	3/6		P	0,5	-
4			0,3	-	1/4			1,1	+
5			2,3	+	2/5			2,8	+
6			4,5	+	3/6			2,8	+

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 34. Hodnoty U - pH KCl - Orba

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy			Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno				
	0-0,125 m		0,125-0,250 m		U_α		U	Průkaznost	
7	0,636	G	1,9	+	7/10	0,636	P	1,6	+
8		G	2,5	+	8/11		P	3,0	+
9		G	3,4	+	9/12		P	3,9	+
10			2,2	+	7/10			0,5	-
11			4,4	+	8/11			2,0	+
12			4,1	+	9/12			4,8	+

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 35. Hodnoty U - pH KCl - Minimalizace+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost
13	0,636	G	3,0	+	13/16	0,636	P	4,8	+
14		G	0,60	-	14/17		P	4,3	+
15		G	4,5	+	15/18		P	4,7	+
16			0,1	-	13/16			5,3	+
17			7,0	+	14/17			0,8	+
18			5,0	+	15/18			3,5	+

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 36. Hodnoty U - pH KCl - Orba+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost
19	0,636	G	1,5	+	19/22	0,636	P	4,2	+
20		G	1,5	+	20/23		P	13,5	+
21		G	13,5	+	21/24		P	8,5	+
22			7,0	+	19/22			1,5	+
23			2,0	+	20/23			10,0	+
24			0,8	+	21/24			0,5	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 37. Hodnoty U - Momentální vlhkost půdy / % / - Minimalizace

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost
1	0,636	G	10,7	+	1/4	0,636	P	3,9	+
2		G	3,3	+	2/5		P	0,1	-
3		G	2,9	+	3/6		P	1,1	+
4			2,5	+	1/4			2,7	+
5			7,6	+	2/5			3,7	+
6			0,7	+	3/6			0,5	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,25 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 38. Hodnoty U - Momentální vlhkost půdy / % / - Orba

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost
7	0,636	G	0,2	-	7/10	0,636	P	11,4	+
8		G	18,5	+	8/11		P	0,9	+
9		G	5,9	+	9/12		P	0,3	-
10			2,9	+	7/10			6,3	+
11			3,5	+	8/11			6,3	+
12			5,3	+	9/12			6,6	+

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 39. Hodnoty U - RVK / ml/100 g půdy / - Minimalizace

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost
1	0,636	G	0,60	-	1/4	0,636	P	2,2	+
2		G	0,61	-	2/5		P	0,3	-
3		G	0,2	-	3/6		P	0,2	-
4			0,04	-	1/4			0,1	-
5			0,1	-	2/5			1,1	+
6			0,61	-	3/6			0,4	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 40. Hodnoty U - RVK / ml/100 g půdy / - Orba

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost
7	0,636	G	2,5	+	7/10	0,636	P	0,5	-
8		G	0,2	-	8/11		P	0,8	+
9		G	0,1	-	9/12		P	0,60	-
10			6,3	+	7/10			8,3	+
11			0,2	-	8/11			2,0	+
12			0,2	-	9/12			0,5	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 41. Hodnoty U - RVK / ml/100 g půdy / - Minimalizace+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost
13	0,636	G	0,8	+	13/16	0,636	P	1,4	+
14		G	0,8	+	14/17		P	0,5	-
15		G	0,8	+	15/18		P	0,9	+
16			1,7	+	13/16			0,4	-
17			0,7	+	14/17			0,9	+
18			1,1	+	15/18			1,0	+

Pozn.: G - gel, P - Hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 42. Hodnoty U - RVK / ml/100 g půdy / - Orba+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost
19	0,636	G	0,2	-	19/22	0,636	P	0,7	+
20		G	0,4	-	20/23		P	0,05	-
21		G	0,4	-	21/24		P	0,3	-
22			0,3	-	19/22			0,1	-
23			0	-	20/23			0,7	+
24			0,3	-	21/24			0,5	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 43. Hodnoty U - Max. sorpční kapacita půdy / mval . 100⁻¹ g půdy / - Orba

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost
7	0,636	G	0,4	-	7/10	0,636	P	0,4	-
8		G	0,8	+	8/11		P	0,5	-
9		G	0,3	-	9/12		P	0,1	-
10			0,1	-	7/10			0,2	-
11			0,3	-	8/11			0,64	+
12			0,3	-	9/12			0,8	+

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 44. Hodnoty U - Max. sorpční kapacita půdy / mval . 100⁻¹ g půdy / - Orba+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost
19	0,636	G	1,5	+	19/22	0,636	P	0,62	-
20		G	0,636	+	20/23		P	0,5	-
21		G	0,2	-	21/24		P	0,3	-
22			0,04	-	19/22			0,1	-
23			0,2	-	20/23			0,3	-
24			0,1	-	21/24			0,1	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 45. Hodnoty U - Specifická hmotnost / g.cm³ / - Minimalizace

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno				
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost	
1	0,636	G	0,3	-	1/4	0,636	P	0,3	-	
2		G	0,3	-	2/5		P	0,1	-	
3		G	0,1	-	3/6		P	0	-	
4				0,4	-		1/4		0,9	+
5				0,2	-		2/5		0,7	+
6				0,2	-		3/6		0,3	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 46. Hodnoty U - Specifická hmotnost / g.cm³ / - Orba

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno				
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U _α		U	Průkaznost	
7	0,636	G	1,3	+	7/10	0,636	P	0,7	+	
8		G	0,9	+	8/11		P	0,2	-	
9		G	0	-	9/12		P	0,3	-	
10				0,5	-		7/10		1,0	+
11				0,1	-		8/11		0,5	-
12				1,5	+		9/12		5,0	+

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 47. Hodnoty U - Obsah $C_{org}/\%$ / - Minimalizace

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy			Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno				
	0-0,125 m		0,125-0,250 m		U_α		U	Průkaznost	
1	0,636	G	3,8	+	1/4	0,636	P	1,0	+
2		G	1,3	+	2/5		P	0,5	-
3		G	0,2	-	3/6		P	0,2	-
4			0,8	+	1/4			1,3	+
5			0,2	-	2/5			1,1	+
6			0,1	-	3/6			0,3	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 48. Hodnoty U - Obsah $C_{org}/\%$ / - Orba

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy			Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno				
	0-0,125 m		0,125-0,250 m		U_α		U	Průkaznost	
7	0,636	G	0,8	+	7/10	0,636	P	0,2	-
8		G	0	-	8/11		P	0,632	-
9		G	0,60	-	9/12		P	0,8	+
10			0,3	-	7/10			0,5	-
11			1,6	+	8/11			0,5	-
12			0,1	-	9/12			1,1	+

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 49. Hodnoty U - Obsah C_{org} / % / - Minimalizace+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U_α		U	Průkaznost
13	0,636	G	1,4	+	13/16	0,636	P	0,05	-
14		G	0,5	-	14/17		P	0,2	-
15		G	0,3	-	15/18		P	0,5	-
16			0,9	+	13/16			0,5	-
17			0,5	-	14/17			0,2	-
18			0,3	-	15/18			0,2	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 50. Hodnoty U - Obsah C_{org} / % / - Orba+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	0-0,125 m		0,125-0,250 m			U_α		U	Průkaznost
19	0,636	G	1,4	+	19/22	0,636	P	0,4	-
20		G	0,1	-	20/23		P	0,3	-
21		G	0,8	+	21/24		P	0,1	-
22			0,5	-	19/22			0,1	-
23			0,04	-	20/23			0,2	-
24			0,04	-	21/24			1,0	+

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 51. Hodnoty U - Obsah C_{cws} / % / - Minimalizace

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	U_α		U	Průkaznost		U_α		U	Průkaznost
1	0,636	G	1,3	+	1/4	0,636	P	1,8	+
2		G	0,3	-	2/5		P	0,62	-
3		G	0,7	+	3/6		P	0,9	+
4			0	-	1/4			0,3	-
5			0,7	+	2/5			0,3	-
6			0,1	-	3/6			0,2	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 52. Hodnoty U - Obsah C_{cws} / % / - Orba

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	U_α		U	Průkaznost		U_α		U	Průkaznost
7	0,636	G	1,3	+	7/10	0,636	P	0,2	-
8		G	0,1	-	8/11		P	0,2	-
9		G	1,8	+	9/12		P	0,3	-
10			0	-	7/10			1,2	+
11			0,1	-	8/11			0,4	-
12			0,60	-	9/12			0,3	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 53. Hodnoty U - Obsah C_{cws} / % / - Minimalizace+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	U_α		U	Průkaznost		U_α		U	Průkaznost
13	0,636	G	0,3	-	13/16	0,636	P	0,7	+
14		G	0,3	-	14/17		P	0,5	-
15		G	0,8	+	15/18		P	0,7	+
16			0,3	-	13/16			0,3	-
17			4,3	+	14/17			3,7	+
18			2,8	+	15/18			1,0	+

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 54. Hodnoty U - Obsah C_{cws} / % / - Orba+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	U_α		U	Průkaznost		U_α		U	Průkaznost
19	0,636	G	0,2	-	19/22	0,636	P	0,2	-
20		G	0,5	-	20/23		P	1,2	+
21		G	1,3	+	21/24		P	0,1	-
22			0	-	19/22			0,1	-
23			1,0	+	20/23			0,1	-
24			0,5	-	21/24			0,1	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 55. Hodnoty U - Obsah C_{hws} / % / - Minimalizace

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	U_α		U	Průkaznost		U_α		U	Průkaznost
1	0,636	G	6,9	+	1/4	0,636	P	0,5	-
2		G	0,1	-	2/5		P	0,1	-
3		G	0,1	-	3/6		P	0,3	-
4			0,5	-	1/4			0,1	-
5			0,1	-	2/5			0,2	-
6			0,2	-	3/6			0,3	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 56. Hodnoty U - Obsah C_{hws} / % / - Orba

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	U_α		U	Průkaznost		U_α		U	Průkaznost
7	0,636	G	2,8	+	7/10	0,636	P	3,2	+
8		G	2,4	+	8/11		P	1,9	+
9		G	0,2	-	9/12		P	0,2	-
10			0,4	-	7/10			2,2	+
11			0,8	+	8/11			0,7	+
12			0,4	-	9/12			0,2	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 57. Hodnoty U - Obsah C_{hws} / % / - Minimalizace+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	U_α		U	Průkaznost		U_α		U	Průkaznost
13	0,636	G	3,1	+	13/16	0,636	P	2,1	+
14		G	0,7	+	14/17		P	0,4	-
15		G	0,5	-	15/18		P	0,4	-
16			1,8	+	13/16			4,0	+
17			0,2	-	14/17			1,3	+
18			0,3	-	15/18			0,1	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 58. Hodnoty U - Obsah C_{hws} / % / - Orba+setí

Vzorek číslo	Hloubka půdy : Hloubka půdy				Vzorek číslo	Gel : Neošetřeno			
	U_α		U	Průkaznost		U_α		U	Průkaznost
19	0,636	G	0,3	-	19/22	0,636	P	0,4	-
20		G	0,1	-	20/23		P	1,5	+
21		G	0,630	-	21/24		P	5,7	+
22			0,9	+	19/22			1,1	+
23			1,4	+	20/23			0,1	-
24			2,2	+	21/24			0,1	-

Pozn.: G - gel, P - hloubka půdy 0-0,125 m, U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

5.3 Statistická významnost rozdílu průměru U mezi variantami

Tabulka č. 59. Hodnoty U - pH KCl - minimalizace : orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
1/7	GEL	U	2,5	0,636	+	U	1,3	0,636	+
2/8			1,0		+		3,5		+
3/9			0,7		+		4,5		+
4/10	BEZ GELU		1,4		+		0,8		+
5/11			3,8		+		1,5		+
6/12			5,7		+		2,6		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 60. Hodnoty U - pH KCl - minimalizace : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
1/13	GEL	U	26,5	0,636	+	U	7,4	0,636	+
2/14			6,3		+		3,9		+
3/15			7,1		+		13,5		+
4/16	BEZ GELU		2,4		+		2,9		+
5/17			5,7		+		7,3		+
6/18			27,0		+		6,7		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 61. Hodnoty U - pH KCl - *minimalizace* : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/19	GEL	U	19,3	0,636	+	U	13,2	0,636	+
2/20			20,0		+		23,5		+
3/21			11,6		+		24,7		+
4/22	BEZ GELU		16,2		+		11,8		+
5/23			21,7		+		20,0		+
6/24			15,8		+		14,3		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 62. Hodnoty U - pH KCl - *orba* : *minimalizace*+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
7/13	GEL	U	15,8	0,636	+	U	5,6	0,636	+
8/14			6,2		+		2,8		+
9/15			14,2		+		9,0		+
10/16	BEZ GELU		3,7		+		2,8		+
11/17			9,0		+		9,3		+
12/18			14,7		+		5,7		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 63. Hodnoty U - pH KCl - orba : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
7/19	GEL	U	14,5	0,636	+	U	9,4	0,636	+
8/20			23,3		+		40,0		+
9/21			25,0		+		18,7		+
10/22	BEZ GELU		20,8		+		16,3		+
11/23			21,0		+		22,0		+
12/24			12,1		+		14,6		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testuTabulka č. 64. Hodnoty U - pH KCl - minimalizace+setí : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
13/19	GEL	U	8,3	0,636	+	U	9,0	0,636	+
14/20			20,7		+		10,5		+
15/21			9,7		+		6,7		+
16/22	BEZ GELU		9,8		+		17,0		+
17/23			24,0		+		19,0		+
18/24			2,3		+		5,6		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 65. Hodnoty U - Momentální vlhkost půdy / % / - minimalizace : orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/7	GEL	U	1,3	0,636	+	U	8,7	0,636	+
2/8			1,9		+		3,5		+
3/9			11,5		+		2,2		+
4/10	BEZ GELU		0,8		+		0,2		-
5/11			0,60		-		6,9		+
6/12			2,1		+		1,2		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testuTabulka č. 66. Hodnoty U - Momentální vlhkost půdy / % / - minimalizace : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/13	GEL	U	1,3	0,636	+	U	1,3	0,636	+
2/14			0,3		-		0,3		-
3/15			1,4		+		0,5		-
4/16	BEZ GELU		0,2		-		0,3		-
5/17			0,62		-		1,4		+
6/18			0,01		-		0,1		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 67. Hodnoty U - Momentální vlhkost půdy / % / - minimalizace : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/19	GEL	U	0,5	0,636	-	U	0,8	0,636	+
2/20			0,2		-		1,7		+
3/21			1,7		+		0,3		-
4/22	BEZ GELU		1,1		+		1,3		+
5/23			0,04		-		1,0		+
6/24			0,60		-		0,1		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 68. Hodnoty U - Momentální vlhkost půdy / % / - orba : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
7/13	GEL	U	1,6	0,636	+	U	0,03	0,636	-
8/14			0,5		-		1,2		+
9/15			0,2		-		0,1		-
10/16	BEZ GELU		0,1		-		0,3		-
11/17			0,9		+		0,60		-
12/18			0,8		+		0,04		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 69. Hodnoty U - Momentální vlhkost půdy / % / - orba : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
7/19	GEL	U	0,60	0,636	-	U	0,4	0,636	-
8/20			0,4		-		5,0		-
9/21			0,02		-		0,1		-
10/22	BEZ GELU		2,5		+		1,2		+
11/23			0,1		-		0,3		-
12/24			0,3		-		0,2		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 70. Hodnoty U - RVK / ml/100 g půdy / - minimalizace : orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/7	GEL	U	0,1	0,636	-	U	1,3	0,636	+
2/8			0,5		-		1,8		+
3/9			0,5		-		0,1		-
4/10	BEZ GELU		12,3		+		0,1		-
5/11			0,60		-		0,7		+
6/12			0,3		-		0,5		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 71. Hodnoty U - RVK / ml/100 g půdy / - minimalizace : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/13	GEL	U	0,5	0,636	-	U	0,2	0,636	-
2/14			0,5		-		1,9		+
3/15			0,3		-		0,3		-
4/16	BEZ GELU		2,6		+		0,3		-
5/17			0,9		+		0,1		-
6/18			1,0		+		0,2		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testuTabulka č. 72. Hodnoty U - RVK / ml/100 g půdy / - minimalizace : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/19	GEL	U	0,5	0,636	-	U	0,1	0,636	-
2/20			0,64		+		0,3		-
3/21			0,1		-		0,7		+
4/22	BEZ GELU		0,9		+		0,1		-
5/23			1,3		+		1,7		+
6/24			0,7		+		0,3		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 73. Hodnoty U - RVK / ml/100 g půdy / - orba : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
7/13	GEL	U	0,7	0,636	+	U	4,0	0,636	+
8/14			0,2		-		0,5		-
9/15			0,3		-		0,3		-
10/16	BEZ GELU		1,4		+		0,7		+
11/17			1,1		+		0,8		+
12/18			1,1		+		0,3		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testuTabulka č. 74. Hodnoty U - RVK / ml/100 g půdy / - orba : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
7/19	GEL	U	0,6	0,636	-	U	3,0	0,636	+
8/20			1,5		+		2,5		+
9/21			0,3		-		1,0		+
10/22	BEZ GELU		2,4		+		0,1		-
11/23			0,60		-		2,1		+
12/24			0,4		-		0,1		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 75. Hodnoty U - RVK / ml/100 g půdy / - minimalizace+setí : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
13/19	GEL	U	0,2	0,636	-	U	0,1	0,636	-
14/20			1,4		+		2,7		+
15/21			0,2		-		1,4		+
16/22	BEZ GELU		1,9		+		0,3		-
17/23			1,7		+		1,9		+
18/24			1,3		+		0,1		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testuTabulka č. 76. Hodnoty U - Max. sorpční kapacita půdy / mval.100⁻¹ g / - minimalizace : orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/7	GEL	U	0,5	0,636	-	U	1,6	0,636	+
2/8			0,5		-		0,4		-
3/9			0,1		-		2,3		+
4/10	BEZ GELU		1,4		+		0,5		-
5/11			0,60		-		5,7		+
6/12			0,5		-		4,1		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 77. Hodnoty U - Max. sorpční kapacita půdy / $mval.100^{-1} g$ / - minimalizace :
minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/13	GEL	U	0,7	0,636	+	U	0,5	0,636	-
2/14			0,5		-		2,0		+
3/15			0,60		-		2,1		+
4/16	BEZ GELU		0,4		-		2,3		+
5/17			3,8		+		6,7		+
6/18			1,0		+		3,9		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 78. Hodnoty U - Max. sorpční kapacita půdy / $mval.100^{-1} g$ / - minimalizace :
orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/19	GEL	U	0,64	0,636	+	U	2,1	0,636	+
2/20			0,4		-		2,2		+
3/21			0,4		-		0,5		-
4/22	BEZ GELU		3,4		+		2,3		+
5/23			6,2		+		0,60		-
6/24			1,8		+		0,61		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 79. Hodnoty U - Max. sorpční kapacita půdy / $mval.100^{-1} g$ / - orba : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
7/13	GEL	U	0,3	0,636	-	U	0,8	0,636	+
8/14			0		-		0,7		+
9/15			0,3		-		0,2		-
10/16	BEZ GELU		0,3		-		0,3		-
11/17			0,4		-		1,2		+
12/18			0,3		-		0,9		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 80. Hodnoty U - Max. sorpční kapacita půdy / $mval.100^{-1} g$ / - orba : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
7/19	GEL	U	1,4	0,636	+	U	0,3	0,636	-
8/20			1,1		+		0,630		-
9/21			0,2		-		0,3		-
10/22	BEZ GELU		0,3		-		0,3		-
11/23			0,3		-		0,3		-
12/24			0,2		-		0,2		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 81. Hodnoty U - Max. sorpční kapacita půdy / $mval.100^{-1} g$ / - minimalizace+setí : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
13/19	GEL	U	0,8	0,636	+	U	1,0	0,636	+
14/20			1,5		+		0,4		-
15/21			0,8		+		0,3		-
16/22	BEZ GELU		0,60		-		0,1		-
17/23			0,4		-		0,3		-
18/24			0,4		-		0,3		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 82. Hodnoty U - Specifická hmotnost / $g.cm^3$ / - minimalizace : orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/7	GEL	U	0,4	0,636	-	U	0,8	0,636	+
2/8			0,4		-		0,4		-
3/9			0,1		-		0		-
4/10	BEZ GELU		0,3		-		1,3		+
5/11			0,2		-		1,3		+
6/12			0,2		-		1,5		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 83. Hodnoty U - Specifická hmotnost / $\text{g}\cdot\text{cm}^3$ / - orba : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
7/13	GEL	U	0,2	0,636	-	U	1,3	0,636	+
8/14			1,5		+		0		-
9/15			0,1		-		2,0		+
10/16	BEZ GELU		0,60		-		0,3		-
11/17			0,1		-		0,4		-
12/18			1,0		+		0		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 84. Hodnoty U - Specifická hmotnost / $\text{g}\cdot\text{cm}^3$ / - orba : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
7/19	GEL	U	0	0,636	-	U	0,2	0,636	-
8/20			0,5		-		0,2		-
9/21			0,5		-		0,60		-
10/22	BEZ GELU		0,2		-		0,8		+
11/23			0		-		0,2		-
12/24			0,8		+		0,4		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 85. Hodnoty U - Specifická hmotnost / g.cm³ / - minimalizace+setí : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
13/19	GEL	U	0,2	0,636	-	U	0,4	0,636	-
14/20			0,2		-		0,3		-
15/21			0,5		-		0,5		-
16/22	BEZ GELU		0,3		-		0,4		-
17/23			0,2		-		0,1		-
18/24			1,8		+		0,3		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 86. Hodnoty U - Obsah C_{org} / % / - minimalizace : orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/7	GEL	U	0,8	0,636	+	U	0,60	0,636	-
2/8			0,1		-		0,7		+
3/9			0,1		-		0,60		-
4/10	BEZ GELU		0,4		-		1,0		+
5/11			0,1		-		3,4		+
6/12			0,3		-		1,7		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 87. Hodnoty U - Obsah C_{org} / % / - minimalizace : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/13	GEL	U	0	0,636	-	U	1,3	0,636	+
2/14			0,7		+		0,4		-
3/15			0		-		0		-
4/16	BEZ GELU		0,64		+		0,7		+
5/17			0,60		-		0,2		-
6/18			0,1		-		0,1		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 88. Hodnoty U - Obsah C_{org} / % / - minimalizace : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
1/19	GEL	U	1,0	0,636	+	U	0,7	0,636	+
2/20			0,8		+		0,3		-
3/21			0,60		-		0,1		-
4/22	BEZ GELU		0,2		-		0,4		-
5/23			0		-		0		-
6/24			0		-		0,60		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 89. Hodnoty U - Obsah C_{org} / % / - orba : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
7/13	GEL	U	0,4	0,636	-	U	0,1	0,636	-
8/14			1,0		+		0,1		-
9/15			0,1		-		1,9		+
10/16	BEZ GELU	U	0,4	0,636	-	U	0,4	0,636	-
11/17			0,5		-		1,1		+
12/18			0,3		-		0,60		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 90. Hodnoty U - Obsah C_{org} / % / - orba : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_{α}	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_{α}	Významnost
7/19	GEL	U	1,8	0,636	+	U	0,1	0,636	-
8/20			1,2		+		0,5		-
9/21			0,4		-		1,2		+
10/22	BEZ GELU	U	0	0,636	-	U	0,9	0,636	+
11/23			0		-		0,60		-
12/24			0,4		-		1,2		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_{α} - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 91. Hodnoty U - Obsah C_{org} / % / - minimalizace+setí : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
13/19	GEL	U	0,4	0,636	-	U	0	0,636	-
14/20			1,7		+		0,4		-
15/21			0,5		-		0,1		-
16/22	BEZ GELU		0,2		-		0,4		-
17/23			0,3		-		0,1		-
18/24			0,1		-		0,3		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 92. Hodnoty U - Obsah C_{hws} / % / - minimalizace : orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
1/7	GEL	U	2,7	0,636	+	U	0	0,636	-
2/8			0,9		+		0,7		+
3/9			0,1		-		0		-
4/10	BEZ GELU		0,632		-		2,3		+
5/11			0,7		+		0,4		-
6/12			1,4		+		0,1		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 93. Hodnoty U - Obsah C_{hws} / % / - minimalizace : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
1/13	GEL	U	1,7	0,636	+	U	0,9	0,636	+
2/14			0,60		-		0,2		-
3/15			0		-		0,3		-
4/16	BEZ GELU		0,4		-		3,2		+
5/17			0,2		-		0,8		+
6/18			0,9		+		0,2		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 94. Hodnoty U - Obsah C_{hws} / % / - minimalizace : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
1/19	GEL	U	3,2	0,636	+	U	0,1	0,636	-
2/20			1,2		+		4,1		+
3/21			0,1		-		0,5		-
4/22	BEZ GELU		0,5		-		1,7		+
5/23			0,4		-		1,1		+
6/24			4,2		+		0,2		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 95. Hodnoty U - Obsah C_{hws} / % / - orba : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
7/13	GEL	U	0,3	0,636	-	U	1,4	0,636	+
8/14			0,3		-		1,3		+
9/15			0,2		-		0,1		-
10/16	BEZ GELU		1,2		+		6,0		-
11/17			0,5		-		0,1		-
12/18			0,4		-		0,2		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testuTabulka č. 96. Hodnoty U - Obsah C_{hws} / % / - orba : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
7/19	GEL	U	1,1	0,636	+	U	0,1	0,636	-
8/20			0,9		+		5,9		+
9/21			0,1		-		0,1		-
10/22	BEZ GELU		0,8		+		0,7		+
11/23			0,4		-		0,5		-
12/24			0,8		+		0,7		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 97. Hodnoty U - Obsah C_{hws} / % / - minimalizace+setí : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
13/19	GEL	U	1,2	0,636	+	U	1,1	0,636	+
14/20			0,2		-		5,1		+
15/21			0,4		-		0,60		-
16/22	BEZ GELU		0,3		-		5,2		+
17/23			0,3		-		0,9		+
18/24			1,5		+		0,2		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testuTabulka č. 98. Hodnoty U - Obsah C_{cws} / % / - minimalizace : orba

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
1/7	GEL	U	0,2	0,636	-	U	0,4	0,636	-
2/8			0,5		-		0,4		-
3/9			0,3		-		0,3		-
4/10	BEZ GELU		0,60		-		1,0		+
5/11			0,4		-		0,3		-
6/12			0,4		-		0,2		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 99. Hodnoty U - Obsah C_{cws} / % / - minimalizace : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
1/13	GEL	U	1,6	0,636	+	U	0,1	0,636	-
2/14			0,1		-		1,4		+
3/15			0,2		-		0,5		-
4/16	BEZ GELU		0,64		+		0,2		-
5/17			6,5		+		0,5		-
6/18			1,9		+		0,8		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 100. Hodnoty U - Obsah C_{cws} / % / - minimalizace : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
1/19	GEL	U	0,2	0,636	-	U	0,2	0,636	-
2/20			0,1		-		0,3		-
3/21			0,7		+		0,4		-
4/22	BEZ GELU		1,4		+		0,60		-
5/23			0		-		0,1		-
6/24			0,5		-		0		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 101. Hodnoty U - Obsah C_{cws} / % / - orba : minimalizace+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
7/13	GEL	U	1,1	0,636	+	U	0,3	0,636	-
8/14			1,0		+		1,4		+
9/15			0		-		0,5		-
10/16	BEZ GELU		0,1		-		0,4		-
11/17			1,0		+		0,7		+
12/18			1,1		+		0,7		+

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 102. Hodnoty U - Obsah C_{cws} / % / - orba : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
7/19	GEL	U	0,1	0,636	-	U	0,3	0,636	-
8/20			0,7		+		0,2		-
9/21			0,5		-		0,5		-
10/22	BEZ GELU		0,1		-		0,1		-
11/23			0,8		+		0,4		-
12/24			0		-		0,1		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

Tabulka č. 103. Hodnoty U - Obsah C_{cws} /% / - minimalizace+setí : orba+setí

Vzorek číslo		Hloubka půdy (0-0,125 m)		U_α	Významnost	Hloubka půdy (0,125-0,250 m)		U_α	Významnost
13/19	GEL	U	0,7	0,636	+	U	0,1	0,636	-
14/20			0,1		-		1,3		+
15/21			0,3		-		0,3		-
16/22	BEZ GELU		0		-		0,3		-
17/23			8,0		+		0,2		-
18/24			1,3		+		0,4		-

Pozn.: U - hodnoty Lordova testu, U_α - kritická hodnota Lordova testu

6. DISKUZE

Jak už jsem uvedl na str. 27 a 28 v Závěru rešerše, výzkumných prací zabývajících se využitím organické hmoty v minimalizačních technologiích ve srovnání s klasickou orbou je nesmírně mnoho, ale vždy jako kritérium používají obsah C_{ox} v půdě, což je kritérium naprosto nedostačující. Ani výjimečné práce se sledováním barevného kvocientu $Q_{4/6}$, poměru FK:HK a stupně humifikace, kterých je velmi málo, potřebnou informaci nedávají, protože základními údaji o transformovatelnosti půdní organické hmoty, ať už směrem mineralizace nebo směrem humifikace, je pouze labilní část půdní organické hmoty a stupeň stability této organické frakce.

Jinými slovy, údaje, které tuto labilní část půdní organické hmoty charakterizují je „aktivní“ uhlík čili v horké vodě rozpustný uhlík C_{hws} , ve studené vodě rozpustný uhlík C_{cws} , labilní permanganátový uhlík C_{PM} , nebo rychlostní konstanta biochemické oxidace těchto labilních frakcí, případně další kritéria, např. uhlík biomasy mikroorganismů C_{BM} , „partikulární“ uhlík čili uhlík „lehké“ půdní frakce získané plavením C_{PSM} a mnoho dalších.

Specifická hmotnost půdy

Průměrná specifická hmotnost půdy v našem měření a mezi jednotlivými variantami byla poměrně vyrovnaná a pohybovala se v rozmezí 2,40-2,69 g.cm³. Specifická hmotnost půdy u minimalizace zpracování půdy a u vzorků, které byly ošetřeny gelem vykazovala nižší průměrné hodnoty o 1,9 % v hloubce půdy 0-0,125 m (Tab. č. 17), ale v hloubce půdy 0,125-0,250 m tomu bylo spíše naopak. Tyto rozdíly však byly statisticky prokazatelné pouze u dvou vzorků půdy (Tab. č. 45). U většiny sledovaných půdních vzorků se tedy nepodařilo statisticky prokázat ovlivnění specifické hmotnosti půdy aplikací hydrofilního gelu na půdní bloky. U orby byly naměřeny o 0,8 % vyšší průměrné hodnoty specifické hmotnosti půdy u gelem ošetřených vzorků v hloubce půdy 0,125-0,250 m a také nejvyšší ze všech sledovaných variant (2,61 g.cm³).

Naproti tomu minimalizace zpracování půdy+setí a orba+setí vykazují určité rozdíly ve specifické hmotnosti půdy uvnitř varianty, ale statisticky průkazné zvýšení či snížení specifické hmotnosti půdy u gelem ošetřených vzorků se nepodařilo prokázat.

Stanovení specifické hmotnosti půdy je charakteristika z hlediska cíle mého pokusu tak hrubá, že jsem ani nepředpokládal, že by se zde gel statisticky významně jakýmkoliv způsobem uplatnil. Faktor jsem vyhodnotil jen pro úplnost celého šetření. Mezi jednotlivými variantami (Tab. č. 82-85) jsme nezpozorovali výrazné rozdíly v naměřených hodnotách specifické hmotnosti půdy, pouze když jsme porovnali minimalizaci zpracování půdy s orbou, tak byla zaznamenána určitá diference u půdních vzorků neošetřených gelem a odebraných z hloubky půdy 0,125-0,250 m.

V bezorebných technologiích nacházejí mnozí autoři (Sprague, Triplett 1986; Raus 2000 aj.) nejnížší hodnotu specifické hmotnosti půdy v povrchové vrstvě půdy (0-0,05 m) a přičítají to akumulaci organické hmoty. Tento efekt se však většinou s délkou kontinuálního uplatňování bezorebných technologií snižuje (Horsch 1990; Horáček et al. 2001), hodnoty specifické hmotnosti se zvětšují s hloubkou pomaleji a plynuleji než u konvenčního zpracování.

V krátkodobých až střednědobých polních pokusech v horších půdních a klimatických podmínkách jsou většinou nalezeny v odpovídajících hloubkách, ale i v součtu celého profilu při porovnání bezorebných technologií s orbou, nižší hodnoty specifické hmotnosti půdy u bezorebných technologií (Stach et al. 2000; Raus 2000).

Retenční vodní kapacita půdy

Vliv gelu na retenční vodní kapacitu půdy u minimalizace zpracování půdy nebyl příliš patrný a byl pouze u dvou vzorků statisticky průkazný. Ani mezi půdními vrstvami tato varianta nezaznamenala žádné statisticky průkazné rozdíly, i když u vzorků ošetřených gelem a odebraných z hloubky půdy 0-0,125 m byly naměřeny o

1,0 % vyšší průměrné hodnoty (Tab. č. 9). Gel, který byl aplikován na část půdních vzorků ve variantě orba, zvýšil retenční vodní kapacitu o 6,5 %, což se také podařilo statisticky prokázat u tří vzorků a to zejména v hloubce půdy 0,125-0,250 m. Naproti tomu vyšší průkaznost je vidět u varianty minimalizace zpracování půdy+setí. Z grafu retenční vodní kapacity-minimalizace zpracování půdy+setí (Graf č. 11) je zřejmé, že vzorky ošetřeny gelem měly nižší retenční vodní kapacitu půdy v povrchové vrstvě půdy, ale ve spodní vrstvě vyšší. U orby+setí gel opět zvýšil o 2,1 % retenční vodní kapacitu půdy, ale nelze to téměř statisticky prokázat. Čili z grafů retenční vodní kapacity je vidět určité zvýšení hodnot retenční vodní kapacity vlivem aplikace gelu zejména u orby a orby+setí, u ostatních variant jsou naměřené hodnoty daleko vyrovnanější a některé vzorky ošetřené tímto přípravkem vykazují spíše nižší průměrné hodnoty této půdní charakteristiky v porovnání se vzorky neošetřenými tímto gelem.

Retenční vodní kapacita půdy je dána charakterem půdních pórů a také formou transformace půdní organické hmoty. Gel jako labilní organická látka, podporující rozvoj půdního mikroedafonu, k změně transformace organických půdních látek jistě přispěl, výsledky tohoto působení jsou jistě v interakci s četnými dalšími faktory, které retenční vodní kapacitu půdy ovlivňují. Uvážíme-li dávku gelu a jednorázovou aplikaci, je zřejmé, že mé výsledky nutno hodnotit velmi opatrně. Spíše tak, že se nějaký vliv dá očekávat, ale musel by se sledovat v dalších pokusech s různými a hlavně vyššími dávkami gelu a s několikanásobnou aplikací.

Někteří autoři jako Azooze a Arshada (1996) potvrdili, že půdoochranné zpracování půdy zvyšuje celkové množství kapilárních pórů a tedy i retenční vodní kapacitu půdy.

Mezi variantami (Tab. č. 70-75) je opět vidět určitá diference u obou sledovaných kritérií, tj. hloubkou půdy a také mezi aplikací gelu. Mezi minimalizací zpracování půdy a orbou je to zejména v hloubce půdy 0,125-0,250 m u bloků, které byly ošetřeny gelem. Vyšší průměrné hodnoty retenční vodní kapacity půdy byly naměřeny u varianty orba (72,45 ml/100 g - gel). Opět se i v menší míře lišila minimalizace

zpracování půdy od minimalizace zpracování půdy+setí a to téměř u všech odebraných vzorků, ale statisticky průkazné jsou zejména v hloubce půdy 0-0,125 m. Podobné výsledky je možné spatřit při porovnání minimalizace zpracování půdy s orbou+setí a také mezi orbou s minimalizací zpracování půdy+setí. Naproti tomu mezi variantou orba a orba+setí se podařilo prokázat statisticky rozdíl v naměřených hodnotách retenční vodní kapacity půdy v hloubce půdy 0,125-0,250 m ošetřené gelem. A při porovnání minimalizace zpracování půdy+setí s orbou+setí se tyto varianty opět lišily, a tyto rozdíly byly statisticky průkazné v povrchové vrstvě půdy, ale zde bez aplikace hydrofilního gelu.

Ve vrstvách 0,05-0,1 m a 0,15-0,2 m došlo ke snížení retenční vodní kapacity půdy ve sledovaném období při obou způsobech zpracování půdy (půdoochranné a orba). Vrstva 0,25-0,3 m vykazovala již nižší rozdíly a na stanovišti se dokonce objem kapilárních pórů zvýšil. Ve všech sledovaných vrstvách byl nižší pokles retenční vodní kapacity půdy při půdoochranném zpracování půdy (Raus 2000).

Momentální vlhkost půdy

Momentální vlhkost půdy u vzorků, na které byl aplikován gel byla prokazatelně vyšší u většiny půdních vzorků ve všech sledovaných variantách, ale statisticky průkazné zvýšení bylo zaznamenáno pouze u dvou variant, u minimalizace zpracování půdy o 2,0 % a také u orby o 3,1 % (Graf č. 5-6). U zbývajících dvou variant, tj. u minimalizace zpracování půdy+setí a orby+setí je zvýšení momentální vlhkosti půdy také dobře patrné u vzorků ošetřených gelem v obou vrstvách půdy. Zejména u minimalizace zpracování půdy+setí (nárůst o 4,3 %) a vyrovnanější hodnoty byly naměřeny u orby+setí. V obou případech však statisticky neprůkazné.

Momentální vlhkost půdy je vlivem svých faktorů blízká retenční vodní kapacitě půdy a proto i její statisticky významné zvýšení vlivem gelu je nutno chápat jen tak, že gel určitý vliv na tuto veličinu má, ale je třeba jej sledovat v dalších přesných

pokusech.

Prakticky ve všech případech sledování, ať v časových řadách, nebo v nárazových sledováních u bezorebných technologií, zjistili Horáček et al. (1999), Raus (2000) a Stach et al. (2000) momentální vlhkost půdy vyšší než v odpovídajících hloubkách u orby. Tato skutečnost, která se zdá být pro bezorebné technologie obecná, je přičítána snížení ztrát vody zanecháním posklizňových zbytků na povrchu půdy a nepřerušením pórů, které vedou k seťovému lůžku.

Tyto zkušenosti učinili např. Gantzer a Blake (1978), Philips (1980), Horsch (1990) a Horáček et al. (1999).

Opět jsme zjistili mezi jednotlivými variantami určitou odlišnost u obou hodnocených kritérií, ale u většiny půdních vzorků statisticky neprůkaznou. Výjimkou je porovnání minimalizace zpracování půdy s orbou (Tab. č. 65). Vyšší průměrné hodnoty momentální vlhkosti půdy byly naměřeny u varianty orba (24,58 % - gel).

U momentální vlhkosti půdy byla rovněž zaznamenána nižší profilová variabilita v čase u bezorebné technologie než u orby (Raus 2000), o které již informují např. Thomas a Philips (1981).

pH KCl a Maximální sorpční kapacita půdy

Půdní reakce byla ovlivněna kontinuálním půdoochranným zpracováním půdy hlavně v povrchové vrstvě (0-0,05 m), kde byl zaznamenán pokles pH až o 0,24 jednotky proti orbě. Důvodem zvýšené kyselosti bylo nemixování půdního profilu, povrchové hnojení N a zvýšení obsahu půdní organické hmoty, a to zejména jejich kyselých frakcí (fulvokyselin). Obecně byl zjištěn větší pokles půdní reakce na lehkých půdách ve srovnání s těžkými (Moschler et al. 1973; Blevins et al. 1977, 1983b; Dick 1983).

Salina-Gracia et al. (1997) konstatoval, že při intenzivním zemědělství velmi silně ovlivňuje reakci půdy hnojení dusíkem, kdy vysoké dávky N výrazně snižují pH půd,

avšak neprokázaly se významné rozdíly půdní reakce mezi různými technologiemi zpracování půdy ani mezi jednotlivými hloubkami půdy.

Naopak Blevins et al. (1977) zaznamenali v Kentucky malý pokles půdního pH po pětiletém kontinuálním pěstování kukuřice půdoochrannou i konvenční technologií o 0,02-0,03 jednotky pH na každý g aplikovaného $N.m^{-2}.rok^{-1}$ v hloubce 0-0,05 m a v hloubce 0,05-0,15 m, ale tento efekt nebyl již zjištěn v hloubce 0,15-0,3 m.

V našem pokusu nebyl zaznamenán výraznější rozdíl mezi ošetřenou variantou hydrofilním gelem a kontrolou, tedy ovlivnění této půdní charakteristiky tímto přípravkem, ani mezi jednotlivými variantami a rozdíly v naměřených hodnotách byly zcela zanedbatelné.

Podle výsledků Lala et al. (1990) a Salinase-Garciai et al. (1997) maximální sorpční kapacita půdy poklesla ve svrchní vrstvě půdy při půdoochranných technologiích oproti orbě. Pokles sorpční kapacity ve svrchní vrstvě vysvětlují nižším obohacením povrchových vrstev půdou z hlubších horizontů, které obsahovaly více jílu.

Naopak dlouholetá studie půdoochranné technologie Chana et al. (1992) ukazuje, že sorpční kapacita půdy byla v povrchové vrstvě půdy výrazně vyšší než na orebné kontrole. Snížení sorpční kapacity při orbě je způsobeno podle těchto autorů ztrátami půdní organické hmoty, které měly zřejmě větší význam než zvyšování obsahu přioráním jílu z nižších vrstev.

Obsah C_{org}

U obsahu C_{org} jsme zaznamenali jeho zvýšení v povrchové vrstvě půdy u vzorků, na které byl aplikován gel především u minimalizace zpracování půdy o 3,4 %, ale u ostatních variant mají vzorky ošetřené tímto přípravkem, zejména ve spodní vrstvě půdy, nižší obsah C_{org} než vzorky bez ošetření (Graf č. 21-24). U většiny půdních vzorků ze všech sledovaných variant se však bohužel tento sledovaný trend nepodařilo statisticky prokázat (Tab. č. 47-50).

Výsledek je logický a očekávaný, gel jako labilní organická látka zvýšila C_{org} , vzhledem k omezené mobilitě gelu více v povrchové vrstvě. Rozdíly ve variantách jsou výsledkem spíše náhod.

V naprosté většině prací se sleduje pouze obsah půdní organické hmoty nebo půdního organického uhlíku (C_{ox}) v povrchové vrstvě půdy nebo v ornici (Sprague, Triplett 1986; Rhoton et al. 1993; Rasmusen 1999 aj.) anebo nejvýše v jedné či dvou dalších hloubkách. Převážně je zjišťován vyšší obsah C_{ox} v bezorebném systému proti konvenčnímu zpracování, zvláště do hloubky 0,1 m (Carter 1991; Salinas-Garcia et al. 1997; Zhuang et al. 1999; Tebrugge, During 1999; Yang, Kay 2001 aj.), někdy v souvislosti s dalšími parametry, např. větším množstvím vodostálých agregátů (Franzlubbers, Arshad 1996).

O uvedená zjištění se opírá i Grant (1997) při modelování obsahu půdního organického uhlíku v bezorebných systémech, kde konstatuje uspokojivou shodu mezi modelově vypočteným a skutečně experimentálně zjištěným vyšším obsahem půdního organického uhlíku proti konvenčnímu zpracování.

Mezi jednotlivými variantami si lze všimnout určitého rozdílu, který je statisticky průkazný pouze při porovnání minimalizace zpracování půdy s orbou u vzorků v hloubce půdy 0,125-0,250 m, na které nebyl aplikován hydrofilní gel. Také v hloubce půdy 0-0,125 m ošetřené tímto přípravkem mezi variantami minimalizace zpracování půdy s orbou+setí, stejně jako mezi orbou a orbou+setí. Navíc se zde ještě průkazně liší naměřené hodnoty u vzorků ve spodní vrstvě bez aplikace gelu. Nejvyšší průměrné hodnoty obsahu C_{org} mezi těmito sledovanými variantami byly naměřeny u orby (1,56 % - bez ošetření) a také u minimalizace zpracování půdy+setí (1,49 % - bez ošetření), (Tab. č. 22-23).

Obsah C_{hws}

Zvýšení obsahu C_{hws} o 17,9 % u ošetřených vzorků tímto přípravkem, bylo zjištěno

zejména u varianty orba+setí a také v obou půdních vrstvách, tzn. v hloubce půdy 0-0,125 m i 0,125-0,250 m a o 35,7 % u varianty orba v povrchové vrstvě půdy (Graf č. 26 a 28), kde byl také statisticky prokazatelný. Obsah C_{hws} u vzorků ošetřených gelem ve variantě minimalizace zpracování půdy+setí byl vyšší o 18,1 % pouze v povrchové vrstvě půdy, stejně jako u varianty orba.

Tento výsledek považuji za významný. C_{hws} představuje uhlík nejreaktivnějších organických látek a jeho zvýšení ve variantách s orbou dokazuje, že procesy transformace labilních organických látek při minimalizaci nejsou horší, jak by se dalo předpokládat, ale že gel ve spojení s inokulací transformaci organických látek při minimalizaci proti orbě zlepšil. A to je výsledek, který stojí za to, aby byl dále podrobně sledován.

Vliv rozdílného využití půdy na obsah C_{hws} byl ve stejných půdních podmínkách daleko větší, než u C_{org} . Přitom byl obsah C_{hws} pozitivně v korelaci s obsahem C_{cws} a celkovým C_{org} (Ghani et al. 2003).

Liang et al. (2003) ve svých pokusech zjistili malý vliv zpracování půdy na obsah C_{hws} a osevnický postup ovlivňoval více obsah C_{hws} než zpracování půdy, stejně jako rozdílná kvalita organické hmoty podstatně ovlivnila obsah C_{hws} (Hu et al. 1997).

Obsah celkového C_{org} a C_{hws} byl snížen v hloubce půdy 0-0,025 m, ale naopak zvýšen v hloubce půdy 0,05-0,1 m v závislosti na způsobu zpracování půdy (Quincke et al. 2007).

Kontinuální hnojení organickými hnojivy a také v kombinaci s průmyslovými hnojivy zvýšilo obsah C_{hws} , zatímco minerální hnojení zvýšilo nepatrně obsah C_{hws} (Šimon 2008).

Neves et al. (2006) zaznamenali významnou korelaci mezi obsahem C_{hws} a půdní agregací, avšak nebyla zaznamenána mezi jeho obsahem a stabilitou půdních agregátů.

Mezi orbou a minimalizací zpracování půdy jsme zjistili patrný rozdíl zejména v povrchové vrstvě půdy u vzorků ošetřených i neošetřených gelem. Mezi minimalizací

zpracování půdy a minimalizací zpracování půdy+setí zase ve spodní vrstvě neošetřené gelem, stejně jako mezi minimalizací zpracování půdy a orbou+setí.

Při porovnání orby s minimalizací zpracování půdy+setí lze vidět statisticky průkazné rozdíly pouze ve spodní vrstvě ošetřené gelem a mezi orbou a orbou+setí rozdíly u většiny vzorků v povrchové vrstvě ošetřené i neošetřené gelem. Naproti tomu mezi variantami minimalizace zpracování půdy+setí a orbou+setí u většiny vzorků z půdní vrstvy 0,125-0,250 m, jak ukazují tabulky (Tab. č. 92-97).

Obsah C_{cws}

Zvýšení obsahu C_{cws} u zkoumaných půdních vzorků, na které byl aplikován hydrofilní gel je zejména u varianty minimalizace zpracování půdy o 29,4 % (Graf č. 29). Opět v obou sledovaných vrstvách půdy, ale v povrchové vrstvě půdy je toto zvýšení obsahu C_{cws} vyšší a jeho obsah C_{cws} se zde pohybuje kolem 0,025 %. Naproti tomu ve spodní vrstvě půdy nepřekračuje hranici 0,020 %. Toto zvýšení obsahu C_{cws} se statisticky prokázalo pouze v půdní vrstvě 0-0,125 m, naproti tomu v hloubce půdy 0,125-0,250 m je statisticky neprůkazné.

Soon et al. (2007) zjistili v pokusech, že obsah C_{cws} nebyl ovlivněn způsobem zpracování půdy a postupně v čase se jeho obsah snižoval.

Také u varianty orba a orba+setí (Tab. č. 32) je patrné zvýšení obsahu C_{cws} u vzorků ošetřených tímto přípravkem především v povrchové vrstvě půdy, ale naměřené hodnoty jsou zde v porovnání s variantou minimalizace zpracování půdy daleko vyrovnanější a u většiny vzorků statisticky neprůkazné. Stejně jako u varianty minimalizace zpracování půdy+setí, kde naopak vzorky na které byl aplikován gel vykazovaly o 8,7 % nižší obsah C_{cws} než vzorky, které zůstaly bez ošetření a zejména v povrchové vrstvě půdy (Tab. č. 31).

Uhlík C_{cws} představuje vlastně jen uhlík sacharidů. Ty se v pokuse transformovaly tak rychle, že došlo dokonce k poklesu hodnot.

7. ZÁVĚR

Cílem této disertační práce na téma Transformace půdní organické hmoty při minimalizačních technologiích zpracování půdy a ověření možnosti jejího ovlivnění hydrofilním gelem bylo ověřit výsledky orientačních pokusů a potvrdit či vyvrátit myšlenku, že ošetření povrchu půdy s vyšším obsahem primární organické hmoty při minimálním zpracování půdy hydrofilním gelem s půdní suspenzí zdravé a úrodné ornice zlepší transformaci této hmoty zadržením vlhkosti a očkováním celulolytickými, amylolytickými a dalšími enzymy půdního mikroedafonu použité ornice a tak nahradí poměry organických látek a půdy, typické pro klasickou orbu.

Dále pak potvrdí-li se pozitivní vliv aplikace hydrofilního gelu s půdní suspenzí bylo cílem práce zjištění, zda gel podporuje procesy mineralizace i humifikace, či pouze mineralizační proces.

Závěrem lze konstatovat:

- Specifická hmotnost půdy u minimalizace zpracování půdy a u vzorků, které byly ošetřeny gelem vykazovala nižší průměrné hodnoty o 1,9 % v hloubce půdy 0-0,125 m, ale v hloubce půdy 0,125-0,250 m tomu bylo spíše naopak. To se statisticky prokázalo pouze u části vzorků půdy. U orby byly naměřeny o 0,8 % vyšší průměrné hodnoty specifické hmotnosti půdy u gelem ošetřených vzorků v hloubce půdy 0,125-0,250 m.
- Zvýšení retenční vodní kapacity gelem je patrné a prokazatelné zejména u orby a to o 6,5 % a minimalizace zpracování půdy+setí ve spodní vrstvě půdy o 4,2 %. U ostatních variant jsou hodnoty daleko vyrovnanější a méně průkazné.
- Gel ovlivnil a zvýšil momentální vlhkost půdy ve všech sledovaných variantách,

prokazatelně pouze u varianty minimalizace zpracování půdy (o 2 %) a u orby (o 3,1%).

- Zvýšení obsahu C_{org} o 1,4 % u vzorků ošetřených tímto přípravkem je pouze u varianty minimalizace zpracování půdy a především v povrchové vrstvě půdy, ale u ostatních variant mají vzorky ošetřené tímto přípravkem, především ve spodní vrstvě půdy, nižší obsah C_{org} než vzorky bez ošetření. U většiny půdních vzorků však statisticky neprůkazné.
- Zvýšení obsahu C_{hws} o 17,9 % u ošetřených vzorků tímto přípravkem, bylo zjištěno především u varianty orba+setí a také v obou půdních vrstvách a o 35,7 % u varianty orba v povrchové vrstvě půdy, kde byl také statisticky prokazatelný. Obsah C_{hws} u vzorků ošetřených gelem ve variantě minimalizace zpracování půdy+setí byl vyšší o 18,1 % pouze v povrchové vrstvě půdy, stejně jako u varianty orba.
- Zvýšení obsahu C_{cws} po aplikaci gelu je zejména u varianty minimalizace zpracování půdy o 29,4 %. Opět v obou sledovaných vrstvách půdy. Toto zvýšení obsahu C_{cws} se statisticky prokázalo jenom v půdní vrstvě 0-0,125 m. U varianty minimalizace zpracování půdy+setí, naopak vzorky na které byl aplikován gel vykazovaly o 8,7 % nižší obsah C_{cws} než vzorky, které zůstaly bez ošetření a to zejména v povrchové vrstvě půdy.

Dospěli jsme k těmto výsledkům:

- 1) Původní záměr, zvýšit zadržením vody a inokulací půdními mikroorganismy rychlost transformačních procesů primární půdní organické hmoty v ošetřených

monoblocích zeminy z minimalizace, aby se přiblížila nebo dokonce vyrovnala rychlosti transformace půdní organické hmoty v monobloku po orbě, se nám nepodařilo.

- 2) Zjistili jsme však neočekávaný efekt aplikace hydrofilního gelu v obou skupinách vzorků tj. po orbě i po minimálním zpracování půdy, že při prakticky stejném C_{ox} se velmi přesvědčivě a pronikavě zvýšila právě frakce C_{hws} , tedy frakce labilní části půdní organické hmoty, považovaná dnes za jednu z hlavních znaků potenciální půdní úrodnosti.

Zvýšení této frakce dosáhlo v povrchové vrstvě u minimálního zpracování půdy hodnoty o 18,1 % vyšší, proti nulové (gelem neošetřené) variantě, ve vzorcích s orbou dokonce o 35,7 % proti nulové variantě.

Rozdíl těchto výsledků a kladný přínos gelu zvýšení frakce C_{hws} je pronikavý a proto jsme se snažili správnost tohoto překvapivého výsledků ověřit také jinou metodou. Stanovili jsme proto ještě C_{cws} , který představuje ještě labilnější formy půdní organické hmoty než C_{hws} a zjistili jsme, že max. rozdíl proti nulové variantě byl ještě vyšší, 29,4 % v minimalizační variantě.

Jak lze interpretovat tyto výsledky?

Hydrofilní gel zadržením vlhkosti a zřejmě i jiným, neznámým mechanismem umožnil zvýšení mikrobiální činnosti (což jsme i prokázali vyšší produkcí CO_2 v respiračních testech) a zřejmě i vyšší aktivitu mikrobiálních enzymů, účastnících se destrukce velkých molekul základního materiálu primární organické hmoty-polysacharidů typu celulózy, hemicelulózy a škrobu.

Vlastní mikrobiální aktivita vzorků později v laboratorních podmínkách inkubace monobloků zase nebyla tak příznivá, aby mineralizací zpřístupněná organická hmota zmineralizovala, případně zčásti i zhumifikovala. Vytvořila se proto vysoká látková rezerva labilní organické složky, která by byla energetickým materiálem pro

mineralizaci později, po nastolení příznivějších podmínek pro transformaci. Vezmeme-li v úvahu mimořádně nízkou koncentraci aplikovaného solu hydrofilního gelu, jsou dosažené (a nečekané) efekty jeho aplikace důvodem k tomu, abychom karboxycelulóзовý hydrofilní gel navrhli jako prostředek k zlepšení a zrychlení transformace primární organické hmoty půdní cestou zvýšení její labilní frakce zvláště v podmínkách suchých půd a aridních klimatických podmínek, kde lze tímto způsobem zvýšit agrochemickou kvalitu půdy a tím i potenciální půdní úrodnost bez ohledu na způsob zpracování půdy (klasický s orbou či půdoochranný v systému Horsch).

Gel Akucell 2985 je potravinářsky čistý gel určený pro cukrářství a obecně v potravinářském průmyslu jako účinné zahušťovadlo krémů a omáček, polévek, tvarohových a sýrových pomazánek, jako solubilizátor některých proteinů (želatiny, kaseinu) a jako retardér tvorby krystalů u jemných smetanových zmrzlin.

Pro zemědělskou aplikaci je zbytečně čistý a drahý.

V příštím roce chceme vyzkoušet vlastní karboxymethylcelulózu technického charakteru, která se dá poměrně snadno vyrobit z jemného celulóзовého papíru (neklíženého a neplněného) reakcí s technickou kyselinou chloroctovou a alkalizací technickým NaOH.

8. SEZNAM LITERATURY

Allmaras, R. R. - Copeland, S. M. - Copeland, P. J. - Oussible, M., 1996: Spatial relations between oat residue and ceramic spheres when incorporated sequentially by tillage. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 60: 1209-1216.

Angers, D. A. - Bissonette, N. - Hegere Samson, N., 1993: Microbial and biochemical changes induced by rotation and tillage in a soil under barely production. *Can. J. Soil Sci.*, 73: 39-50.

Arshad, M. A. - Schnitzer, M. - Angers, D. A. - Ripmeister, J. A., 1990: Effect of till vs no-till on the duality of soil organic matter. *Soil Biol. Biochem.*, 22: 595-599.

Azooze, R.H., Arshad, M.A., 1996: Soil infiltration and hydraulic conductivity under long-term no-tillage and conventional tillage systems. *Canadian J. Soil Sci.*: 143-152.

Baeumer, K. - Bakermans, W. A. P., 1973: Zero-tillage. *Advanc. Argon.*, 25: 77-123.

Balesdent, J. - Chenu, C. - Balabne, M., 2000: Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil Tillage Res.*, 53: 215-230.

Ball, B. C., - Robertson, E. A. G., 1990: Straw incorporation and tillage methods: straw decomposition, denitrification and growth and yield of winter barley. *J. Agric. Engng Res.*, 4: 223-243.

Blevins, R. L. - Thomas, G. W. - Cornelius, P. L., 1977: Influence of no-tillage and nitrogen fertilization on certain soil properites after 5 years of continous corn. *Agronomy J.*, 69: 383-396.

Blevins, R.L., Thomas, G.W., Smith, M.S., Frye, W.W., Cornelius, P.L., 1983: Changes in soil properties after 10 years continuous non-tilled and conventionally tilled corn, *Soil tillage Res.*, Vol. 3, pp. 135-146.

Cannel, R. Q. - Hawes, J. D., 1994: Trend in tillage practices in relation to sustainable crop production with special reference to temperate climates. *Soil Tillage Res.*, 30: 245-282.

Carter, M. R., 1991: The influence of tillage on the proportion of organic carbon and nitrogen in the microbial biomass of medium texture soils in a humid climate. *Biol. Fertil. Soils*, 11: 135-139.

Dalal, R. C., 1989: Long term effects of no-tillage, crop residue, and nitrogen application on properties of a vertisol. *Soil Sci. Amer. J.*, 53: 1511-1515.

Dick, W. A., 1983: Organic carbon, nitrogen and phosphorous and pH in soil profiles as affected by tillage intensity, *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Vol. 47, pp. 102-106.

Eckschlager, K. - Horsák, I. - Kodejš, Z., 1980: Vyhodnocování analytických výsledků a metod, Praha.

Elliot, L. F. - Papendick, R. I. - Bezdíček, D. F., 1987: Cropping practices using legumes with conservation tillage and soil benefits. In: Power, J. F. (ed.): *The role of Legumes in Conservation Tillage systems*, Soil Conserv. Soc. Am., Ankeny, IA: 812-889.

Franzluebbers, A. J. - Arshad, M. A., 1996: Water-stable aggregation and organic matter in four soils under conventional and zero tillage. *Can. J. Soil Sci.*, 76: 387-389.

Gantzer, C. J., Blake, G. R., 1978: Physical characteristics of Le Sueur clay loam soil following no-till and convention tillage, *Agron. J.* Vol. 70, pp. 853-857.

Ghani, A., Dexter, M., Perrott, K. W., 2003: Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. *Soil biology and biochemistry.*, Vol. 35, pp. 1231-1243.

Grant, R. F., 1997: Changes in soil organic matter under different tillage and rotation: Mathematical modeling in ecosys. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 61: 1159-1175.

Horáček, J. - Ledvina, R. - Raus, A., 2001: The content and quality of organic matter in cambisol in a long-term no-tillage system. *Rostl. Výr.*, 47: 205-210.

Horáček, J., 1995: Studie vlastností a přeměn organické hmoty v půdě. (Habilitační práce) ZF JU, České Budějovice.

Horáček, J., Ledvina, R., Stach, J., Šabatka, J., Raus, A., 1999: Posouzení fyzikálních vlastností půd při klasické a bezorebné technologii pěstování brambor.

Zemědělská technika, svazek 45, s. 81-87.

Horsch, D., 1990: Reduzierte Bodenbearbeitung, angepasste Saatechnik und Unkrautbekämpfung nach dem System Horsch. Integrierter Landbau, BLV Vorlagsges, Munchen: 273-281.

Hrubý, J., 1987: Tvorba výnosu odrůd jarního ječmene při rozdílném zpracování půdy a hnojení dusíkem. Rostl. Výr., 33: 727-736.

Hudcová, M., 1987: Zpracování půdy k cukrovce v řepářské výrobní oblasti. (Závěrečná zpráva) Hrušovany u Brna, VÚRV.

Hu, S., Coleman, D. C., Carroll, C. R., Hendrix, P. F., Beare, M. H., 1997: Labile soil carbon pools in subtropical forest and agricultural ecosystems as influenced by management practices and vegetation types. Agriculture ecosystems and Environment. Vol. 65, pp. 69-78.

Chan, K. Y., Roberts, W. P., Heenan, D. P., 1992: Organic carbon and associated soil properties of a red earth after 10 years of rotation under different stubble and tillage practices, Aust. J. Soil Res., Vol. 30, pp. 71-83.

Christian, D. G. - Bacon, E. T. G., 1991: The effects of straw disposal and depth of cultivation on the growth, nutrient uptake and yield of winter wheat on a clay and a silt soil. Soil Use Management, 4: 217-222.

Johnson, P. A. - Smith, P. N., 1993: Comparison of the effects of growing barley for malting or feed on the nitrate leaching risk under two husbandry regimes. Aspects App. Biol., 36: 293-300.

Juřenčák, J., 1978: Ovlivnění půdní struktury hnojením slámou při minimalizaci zpracování půdy a koncentraci obilnin. Rost. Výr., 24: 1019-1029.

Karlen, D. - Berry, E. C. - Colvin, T. S. - Kanwar, R. S., 1991: Twelve-years tillage and crop rotation effects on yields and soil chemical properties in northeast Iowa, Commun. Soil Sci. Plant Anal., 22: 1985-2003.

Kaspar, T. C. - Erbech, D. C. - Cruse, R. M., 1990: Corn response to seed-row residue removal. Soil Sci. Soc. Am. J., 54: 1112-1117.

- Kinsella, J., 1998:** Agriculture's role in protecting the environment. Agric. Technol. Cent. Lexington, Illinois (lecture).
- Klaška, F., 1982:** Balance humusu při různém způsobu využití slámy. In: Sb. Agrochemické dny, VŠZ Brno: 221-227.
- Kolář, L., Klimeš, F., Gergel, J., Kužel, S., Kobes, M., Ledvina, R., Šindelářová, M., 2005:** Methods to evaluate substrate degradability in anaerobic digestion and biogas production. *Plant soil and environment*, 51:173-178.
- Kolář, L., Klimeš, F., Gergel, J., Švecová, M., 2007:** Relationship between soil organic matter lability and liming requirement in acid sandy-loam cambisols. *Plant soil and environment*, 53, (1): 24-32.
- Kolář, L., Klimeš, F., Ledvina, R., Kužel, S., 2003:** A method to determine mineralization kinetics of a decomposable part of soil organic matter in the soil. *Plant soil and environment*, 49: 8-11.
- Kolář, L., Kužel, S., 1999:** Organická hmota v půdě. Mezinárodní vědecká konference „Racionální použití hnojiv“ ČZU Praha, MZLU Brno, VŠP Nitra, 15-19.
- Kolář, L., Ledvina, R., Kužel, S., Klimeš, F., Švindl, P., 2006:** Soil organic matter and its stability in aerobic and anaerobic conditions. *Soil Water Res.*, 1, (2): 57-64.
- Kolář, L., 1987:** Změny frakcí organického a minerálního fosforu v hnědých půdách kyselých po intenzivním organickém hnojení. *Rostl. Vyr.*, 33: 819-826.
- Kubát, J., 1996:** Obsah organického uhlíku v různých typech orných půd. In: Sb. Metody studia půdních organických látek. ÚPB AV ČR Č. Budějovice: 35.
- Kubát, J., 1999:** Podmínky udržování vyrovnané bilance organické hmoty v půdě. Praha, ÚZPI, *Met. Zeměd. Prax.*, 1: 27.
- Kužel, S., Kolář, L., Tříška, J., Švindl, P., 2005:** Perspectives of the Czech agriculture in „Less favoured areas“. Proceedings of the international scientific conference Nyíregyháza, Hungary, Continent-Ph Ltd. 963-86918-2-4 (Generic).
- Lal, R. - Kimble, J. M., 1997:** Conservation tillage for carbon sequestration. *Nutr. Cycling Agroecosystems*, 49: 243-253.

- Lal, R., Logan, T. J., Fausey, N. R., 1990:** Long - term tillage effect on a Mollic Ochraqualf in Northwest Ohio. III. Soil nutrient profile, Soil Tillage Res., Vol. 15, pp. 371-382.
- Liang, B. C., Mcconkey, B. G., Schoenau, J., Curtin, D., Campbell, C. A., Moulin, A. P., Lafond, G. P., Brandts, S. A., Wang, H., 2003:** Effect of tillage and crop rotations on the light fraction organic carbon and carbon mineralization in Chernozemic soils of Saskatchewan. Canadian journal of soil science, Vol. 83, pp. 65-72.
- Lukin, L. Y. - Dubanina, G. V. - Kosilova, A. N., 1999:** The effect of long - term fertilization on the humus status of a typical chernozem and the winter wheat yield. Agrokhimiya, 12: 36-40.
- Marendiak, D. - Kopčanová, L. - Lietgeb, S., 1987:** Polnohospodárska mikrobiológia. Bratislava: 433.
- Moschler, W. W., Martens, D. C., Rich, C. J., Shear, G. M., 1973:** Comparative lime effect on continuous no-tillage and conventionally tilled corn, Agron. J., Vol. 65, pp. 781-783.
- Neves, C. S. V. J., Feller, CH., Kouakoua, E., 2006:** Effect of orchard soil management and hot water soluble organic matter on aggregate stability of a clayey oxisol. Cienc. Rural., Vol. 36, no. 5, pp. 1410-1415.
- Novák, B., 1963:** Příspěvek k teorii mikrobiální tvorby humusu. (Doktorská disertace) Praha.
- Nowak, G., 1991:** Oddziaływanie słomy na plonowanie roślin i właściwości geby w 4-letnim doswiadczeniu wazonowym. I. Plonowanie i sklad chemiczny roślin. Acta Acad. Agric. Techn. Olstenensis, Agric., 52: 117-128.
- Ocio, J. A. - Brookes, P. C. - Jenkinson, D. S., 1991:** Field incorporation of straw and its effects on soil microbial biomass and soil inorganic N. Soil Biol. And Biochem., 2: 171-176.
- Phillips, R. E., 1980:** Soil Moisture, In Phillips, R.E., Thomas, G.W., Blevins, R.L.

No Tillage.

Potter, K. N. - Norbert, H. A. - Jones, O. R. - Macocha, Jr. J. E. - Kortison, J. E. - Unger, P. W., 1998: Distribution and amount of soil organic C in long-term management system in Texas. *Soil Tillage Res.*, 47: 309-321.

Potter, K. N., - Jones, O. R. - Norbert, H. A. - Unger, P. W., 1997: Crop rotation and tillage effects on organic carbon sequestration in the semiarid southern Great Plains. *Soil Sci.*, 162: 140-147.

Prasat, R. - Power, J. F., 1991: Crop residue management. *Adv. Soil Sci.*, 15: 205-251.

Prew, R. D. - Lord, E. I., 1988: The straw incorporation problem. *Asp. Appl. Biol.*, 2: 163-171.

Prew, R. D. et al., 1990: Effects on eight factors on the growth and nutrient uptake of winter wheat and on the incidence of pests and diseases. *J. agric. Sci., Camb.*, 100: 363-382.

Procházka, F., 1986: Změny některých agrochemických vlastností černozemě vlivem různé koncentrace obilnin. *Rostl. Vyr.*, 32: 23-35.

Procházka, F., 1987: Zpracování půdy ke kukuřici na zrno v kukuřičné výrobní oblasti. (Závěrečná zpráva) Hrušovany u Brna, VÚRV.

Procházková, B. - Dovrtěl, J. - Vrkoč, F. - Procházka, J. - Pelikán, J. - Hrubý, J. - Badalíková, B., 2001: Organické hnojení při hospodaření bez živočišné výroby. Praha, ÚZPI, *Zeměd. Inform.*, 14: 29.

Procházková, B. - Dovrtěl, J., 2000: Vliv různého zpracování půdy na výnosy ozimé pšenice. *Rostl. Vyr.*, 46: 437-442.

Procházková, B., 1987: Zpracování půdy ke kukuřici na siláž v kukuřičné výrobní oblasti. (Závěrečná zpráva) Hrušovany u Brna, VÚRV: 40.

Quincke, J. A., Wortmann, C. S., Mamo, M., Franti, T., Drijber, R. A., 2007: Occasional Tillage of No-Till Systems: Carbon Dioxide Flux and Changes in Total and Labile Soil Organic Carbon. *Agron. J.*, Vol. 99, pp. 1158-1168.

- Rasmussen, K. J., 1999:** Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: a Scandinavian review. *Soil Tillage Res. (Special Issue: Tillage and soil quality)*, 53: 3-14.
- Raus, A., 2000:** Vliv půdoochranného zpracování půdy na vybrané fyzikální, chemické a biologické vlastnosti kambizemě. (Disertační práce) České Budějovice.
- Rhoton, F. E. - Bruce, R. R. - Buehring, N. - Elkins, G. B. - Langdale, C. W. - Tyler, D. D., 1993:** Chemical and physical characteristics of four soil types under conventional and no-tillage systems. *Soil Tillage Res.*, 28: 51-61.
- Rice, C. W. - Smith, M. S., 1983:** Nitrification of fertilizer and mineralized ammonium in no-till and plowed soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47: 1125-1129.
- Rule, J. S., 1990:** Seven years, straw incorporation. *Arable Fmg.*, 17: 49-50.
- Řídký, K., 1976:** Fytotoxicita zbytků ječmene při různém zpracování půdy. *Rostl. Výr.*, 22: 525-535.
- Řídký, K., 1979:** Fyzikální stav půdy, rozklad a fytotoxicita zbytků obilnin. (Závěrečná zpráva) Hrušovany u Brna, VÚZA: 49.
- Salinas - Garcia, J. R. - Matocha, J. E. - Hons, F. M., 1997:** Long-term tillage and nitrogen fertilization effects on soil properties of an Alfisol under dryland corn cotton production. *Soil Tillage Res.*, 42: 79-93.
- Smallfield, B. M., 1992:** Influence of strawresidues on the growth of winter wheat. *Dissertation Abstr. International. B, Sci. Engng*, 53: 619B.
- Smika, D. E. - Unger, P. W., 1986:** Effect of surface residues on soil water storage. *Advanc. Soil Sci.*, 5: 112-138.
- Soon, Y. K., Arshad, M. A., Haq, A., Lupwayi, N., 2007:** The influence of 12 years of tillage and crop rotation on total and labile organic carbon in a sandy loam soil. *Soil and Tillage Research.*, Vol. 95, Issues 1-2, pp. 38-46.
- Sprague, G. B. - Triplett, M. A., 1986:** No-tillage and surface-tillage agriculture. John Wiley and Sons, Canada.
- Stach, J. et al., 2000:** Ochranné zpracování půdy z hlediska půdních vlastností,

zaplevelení porostů, produkce plodin, energetické a ekonomické náročnosti. Závěrečná zpráva dílčího resortního výzkumného projektu EP 7228 NAZV za rok 2000, 29 s.

Stevenson, F. J., 1982: Humus chemistry, genesis, composition, reactions. New York.

Stockfisch, N. - Forstreuter, T. - Ehlers, W., 1999: Ploughing effects on soil organic matter after twenty years of conservation tillage in Lower Saxony, Germany. *Soil Tillage Res.*, 52: 91-101.

Šimon, T., 2008: The Influence of Long-term Organic and Mineral Fertilization on Soil Organic Matter. *Soil and Water Res.*, Vol. 3, pp. 41–51.

Tebrugge, F. - During, R. A., 1999: Reducing tillage intensity - a review of results from a long-term study in Germany. *Soil Tillage Res.*, 53: 15-28.

Thomas, G. W., Phillips, R. E., 1981: Modeling soil water contents and their effect on stream flow in Kentucky, Research Report No. 128. Water Resources Research Institute, University of Kentucky.

Thompson, C. A. - Whitney, D. A., 2000: Effects of 30 years of cropping and tillage systems on surface soil test changes. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 31:241-257.

Tisdall, J. M., 1996: Crop establishment a serious limitation to high productivity. *Soil Tillage Res.*, 40: 1-2.

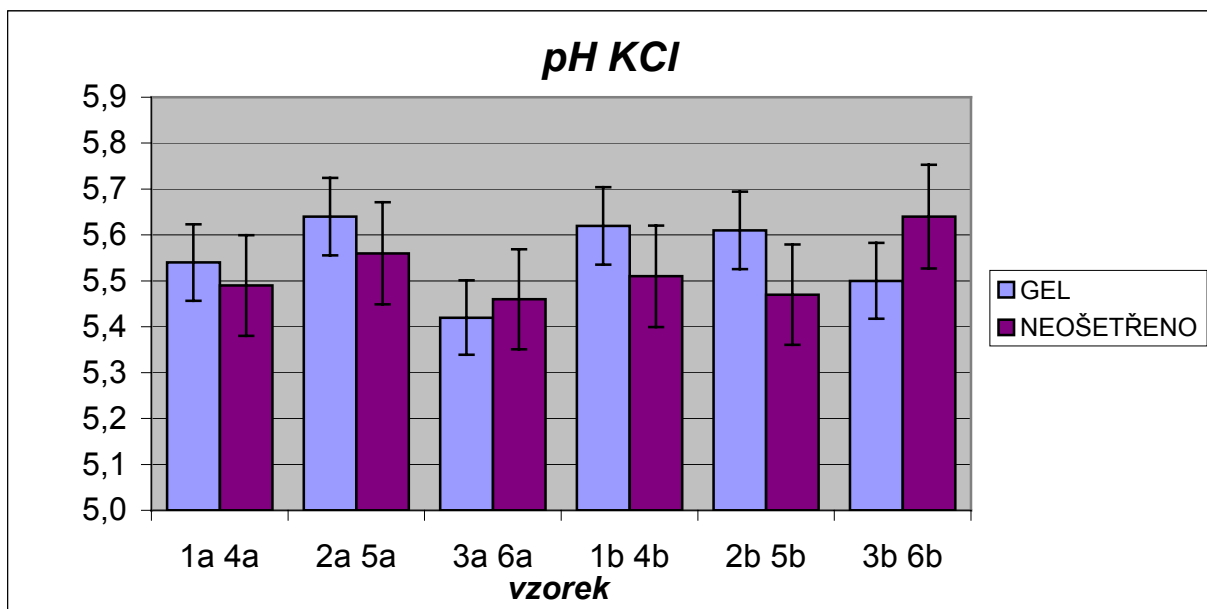
Weigel A., Kubát J., Korschens M., Powlson D., Mercik S., 1998: Determination of the decomposable part of soil organic matter in arable soils. *Archiv für Acker- und Pflanzbau und Bodenkunde*, 43: 123-143.

Yang, X. M. - Kay, B. D., 2001: Rotation and tillage effects on soil organic carbon sequestration in typical Hapludalf in Southern Ontario. *Soil Tillage Res.*, 59: 107-114.

Zhuang, H. Y. - Liu, S. P. - Shen, X. P. - Chen, H. Q. - Lu, J. F., 1999: Effect of long-term minimum and zero tillage on rice and wheat yields, soil organic matter and bulk density. *Sci. Agric. Sin.*, 32: 39-44.

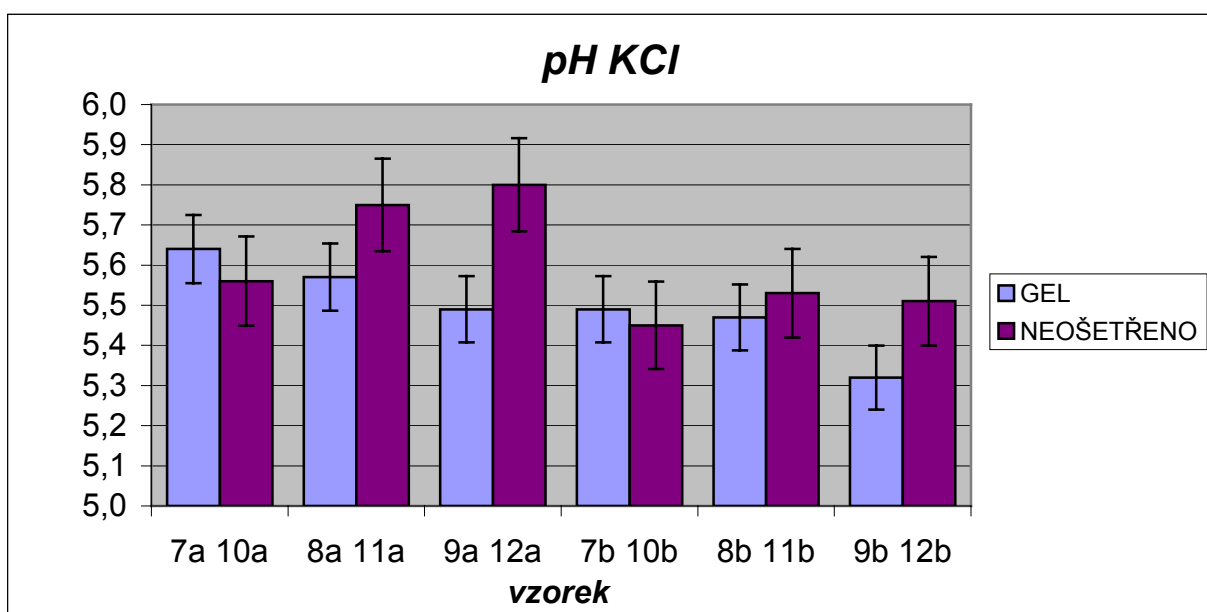
9. PŘÍLOHY

Graf č.1. pH KCl - MINIMALIZACE



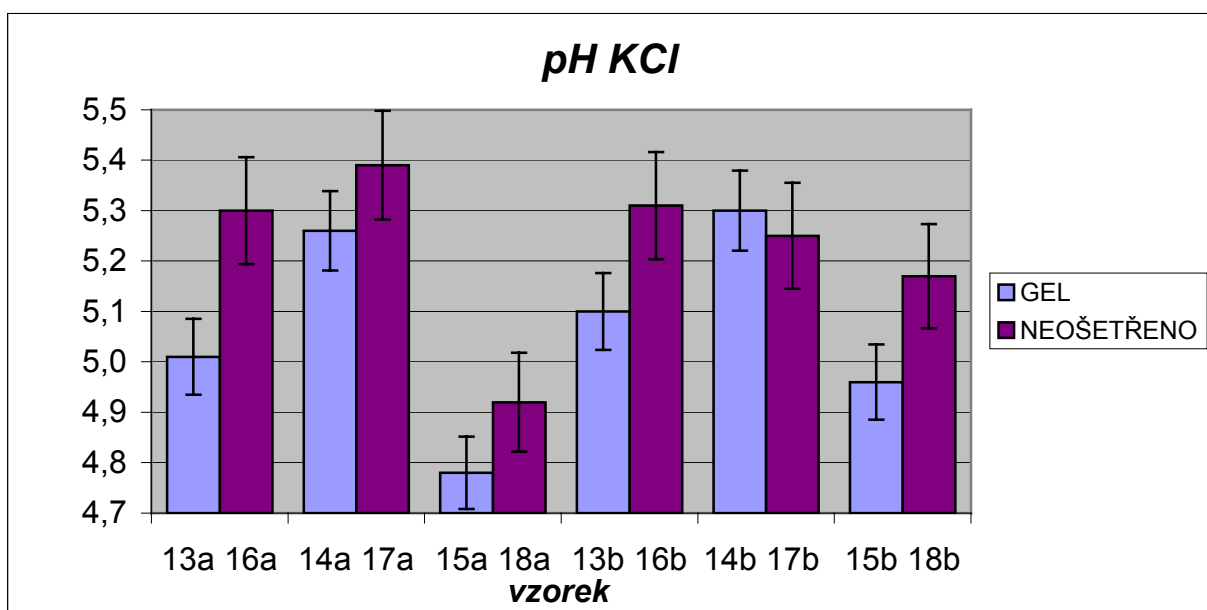
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.2. pH KCl - ORBA



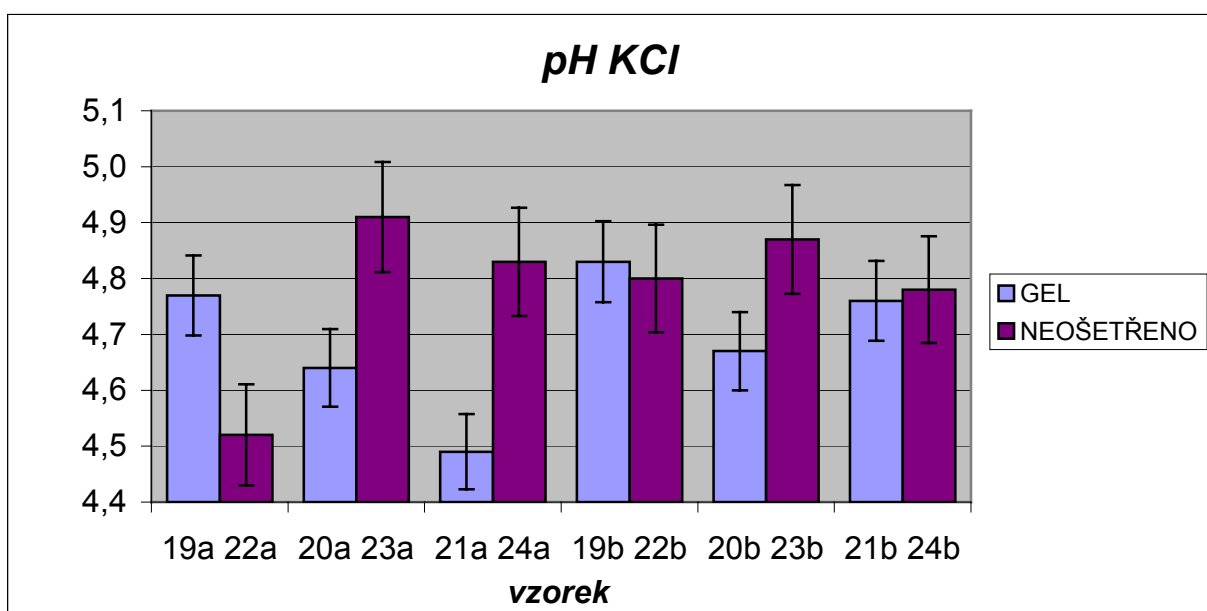
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.3. pH KCl - MINIMALIZACE+SETÍ



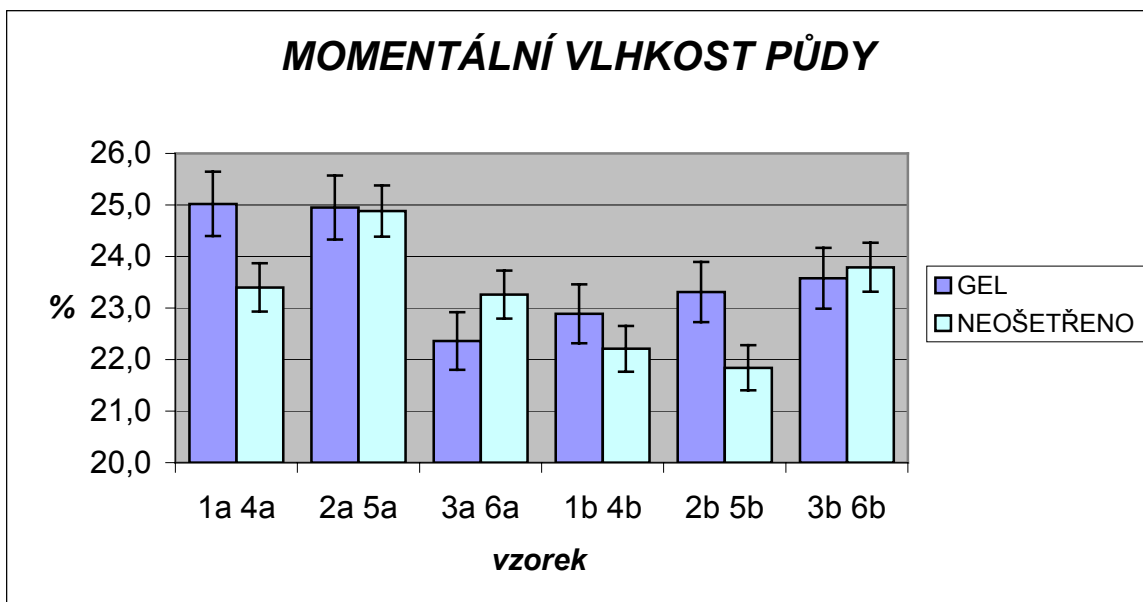
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.4. pH KCl - ORBA+SETÍ



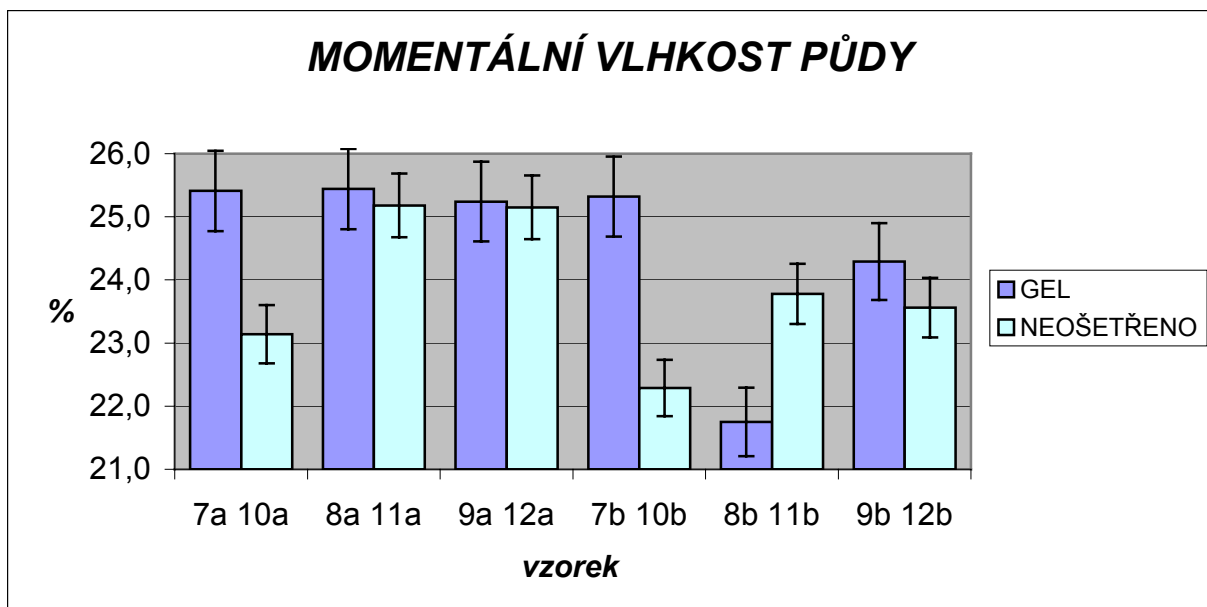
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.5. Momentální vlhkost půdy / % / - MINIMALIZACE



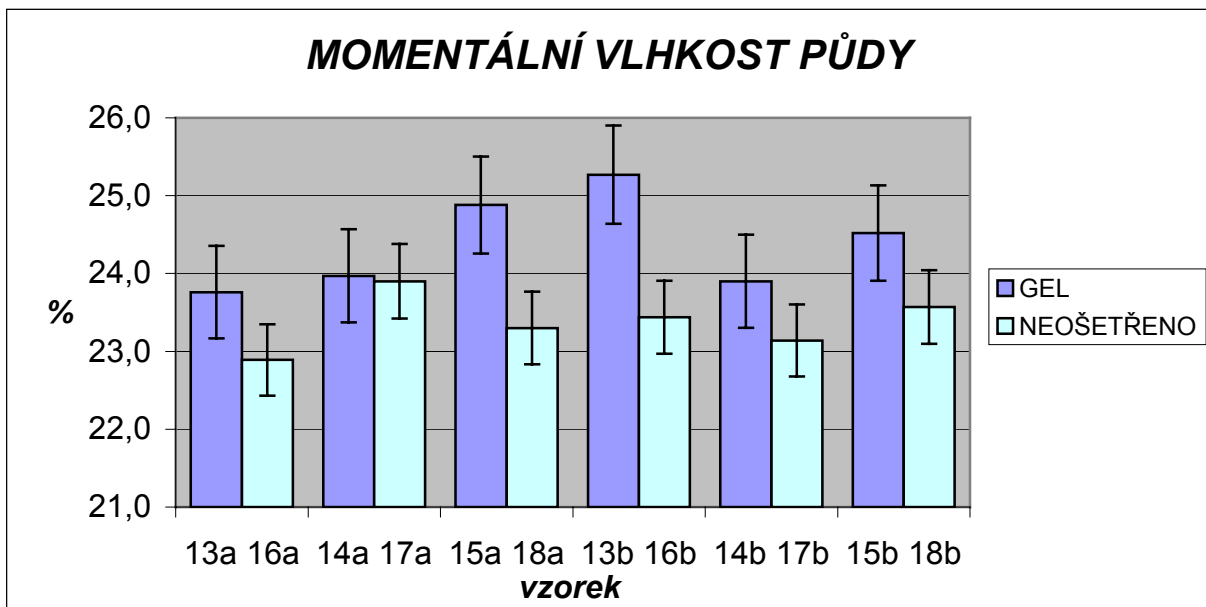
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.6. Momentální vlhkost půdy / % / - ORBA



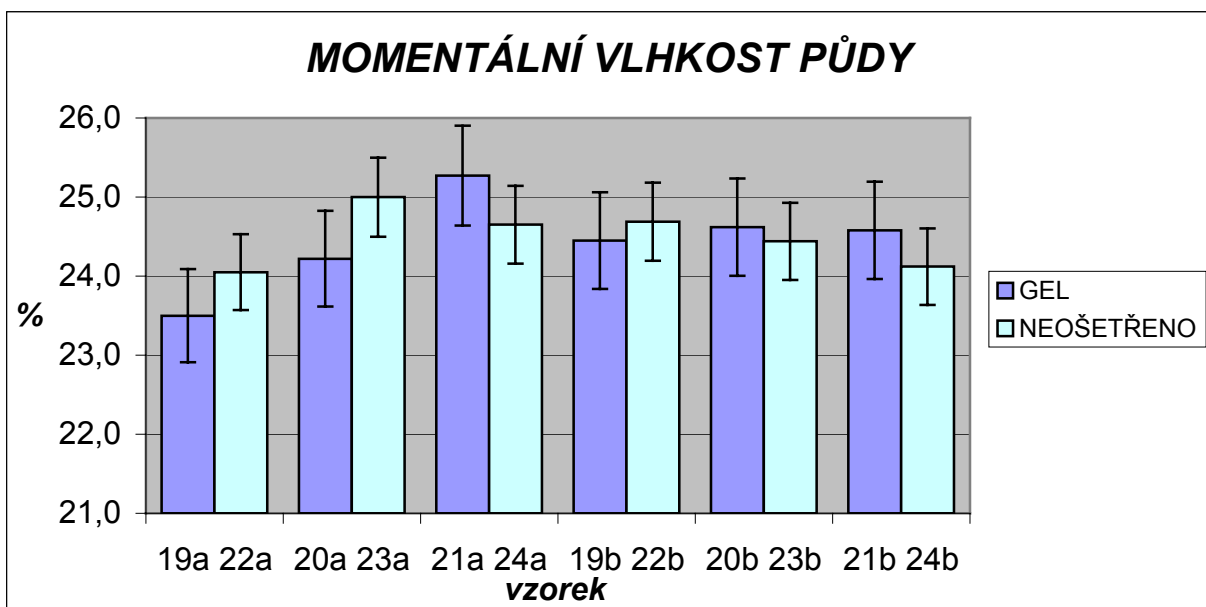
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.7. Momentální vlhkost půdy / % / - MINIMALIZACE+SETÍ



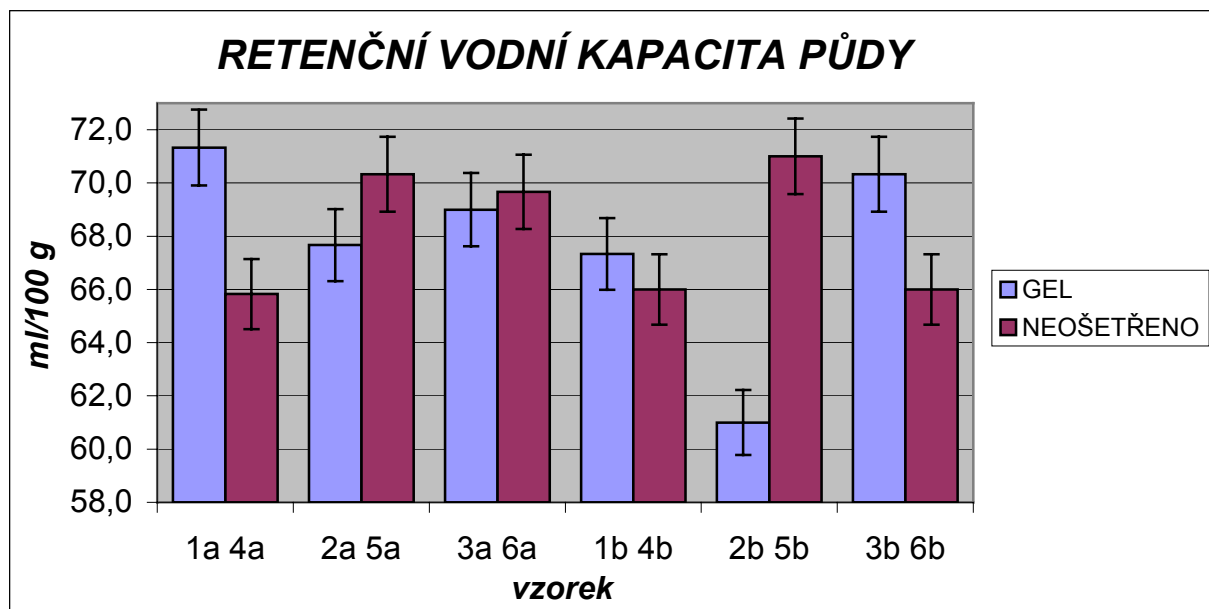
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.8. Momentální vlhkost půdy / % / - ORBA+SETÍ



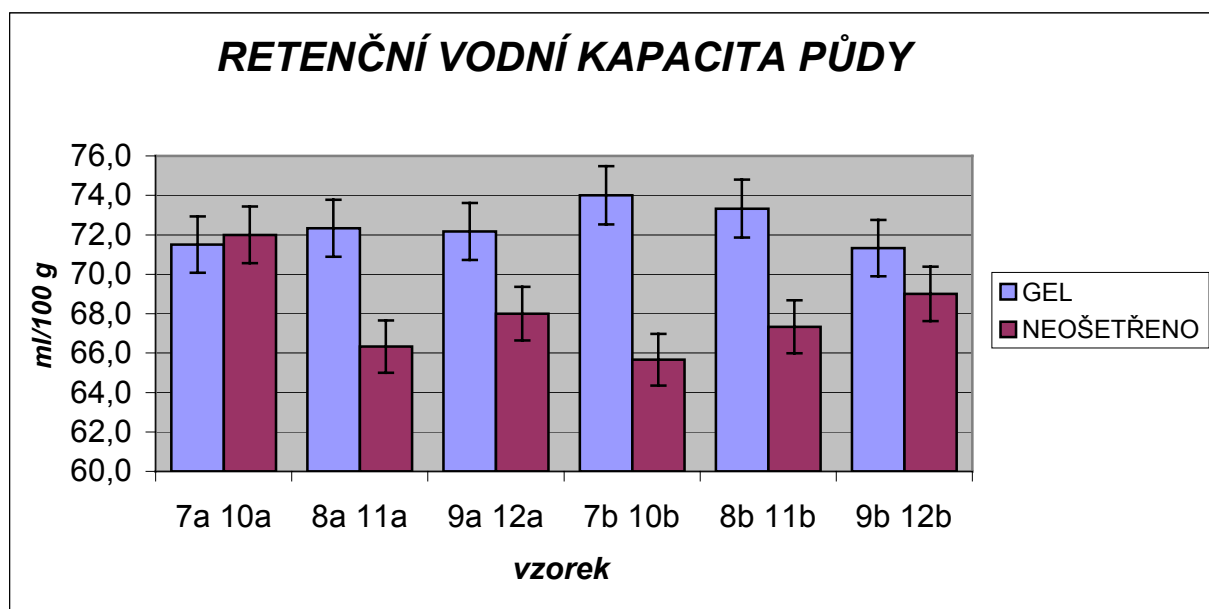
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.9. RVK / ml/100 g půdy / - MINIMALIZACE



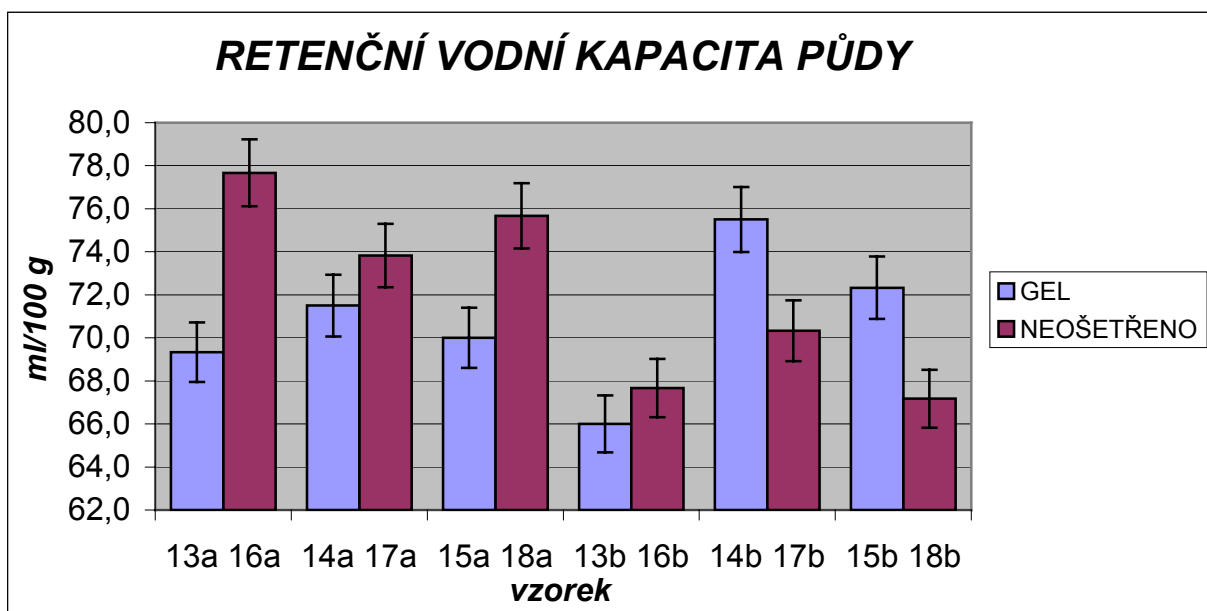
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.10. RVK / ml/100 g půdy / - ORBA



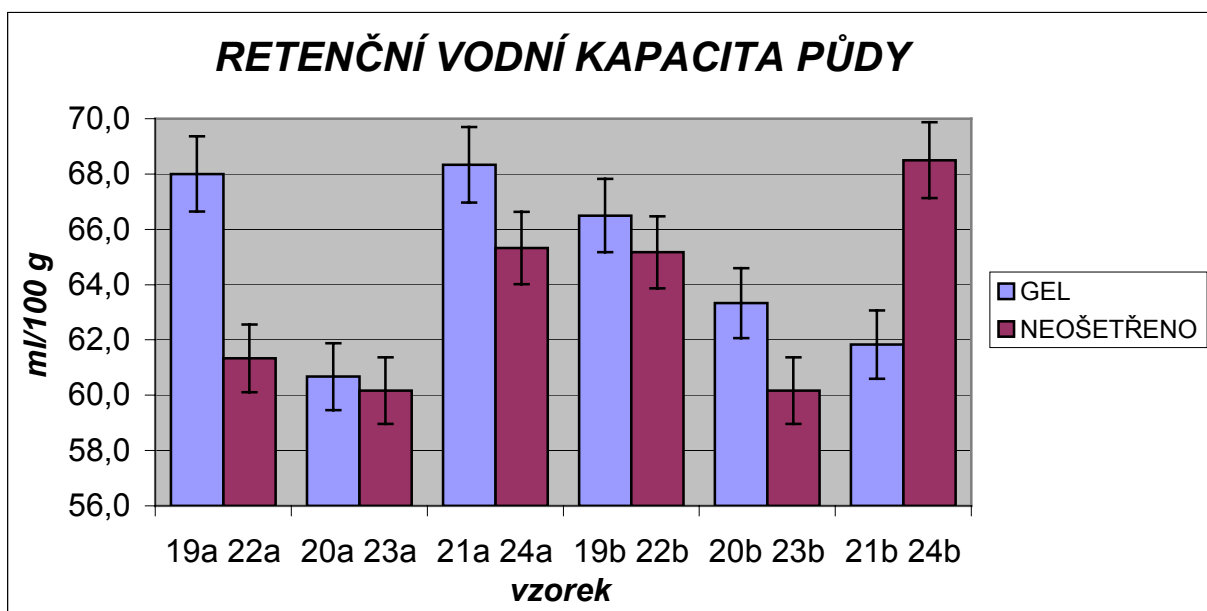
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.11. RVK / ml/100 g půdy / - MINIMALIZACE+SETÍ

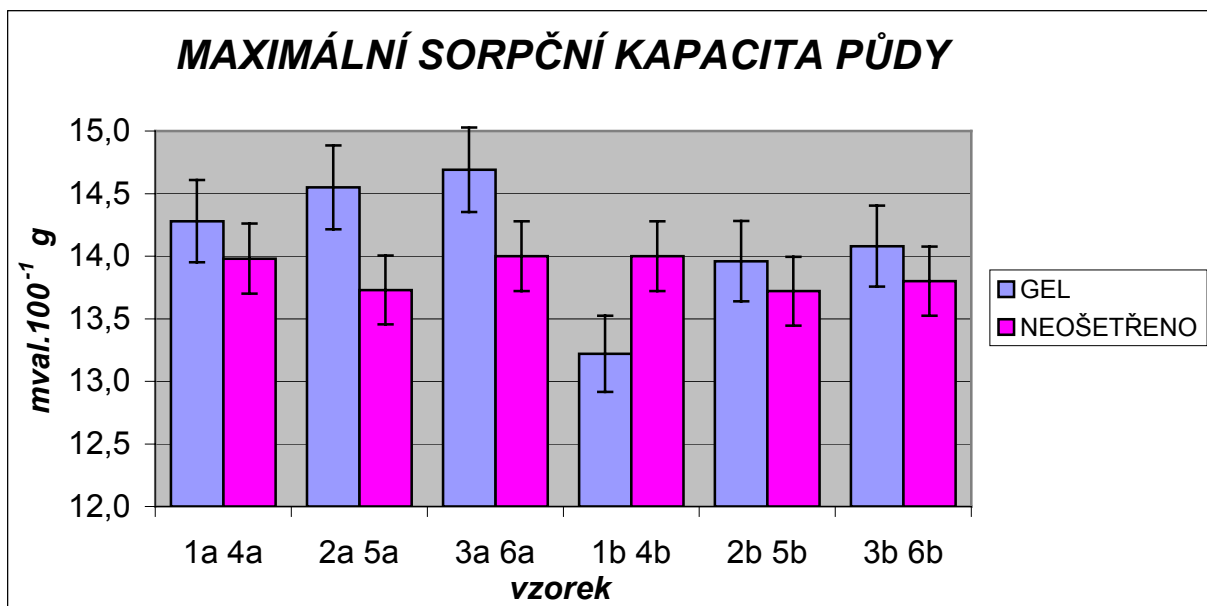


Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

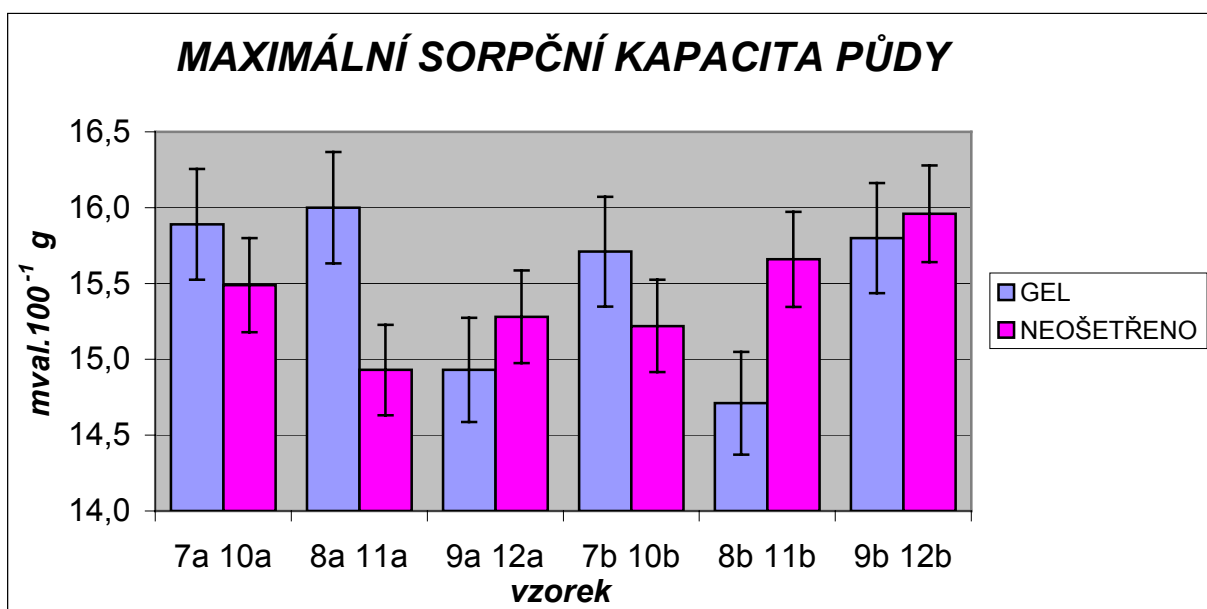
Graf č.12. RVK / ml/100 g půdy / - ORBA+SETÍ



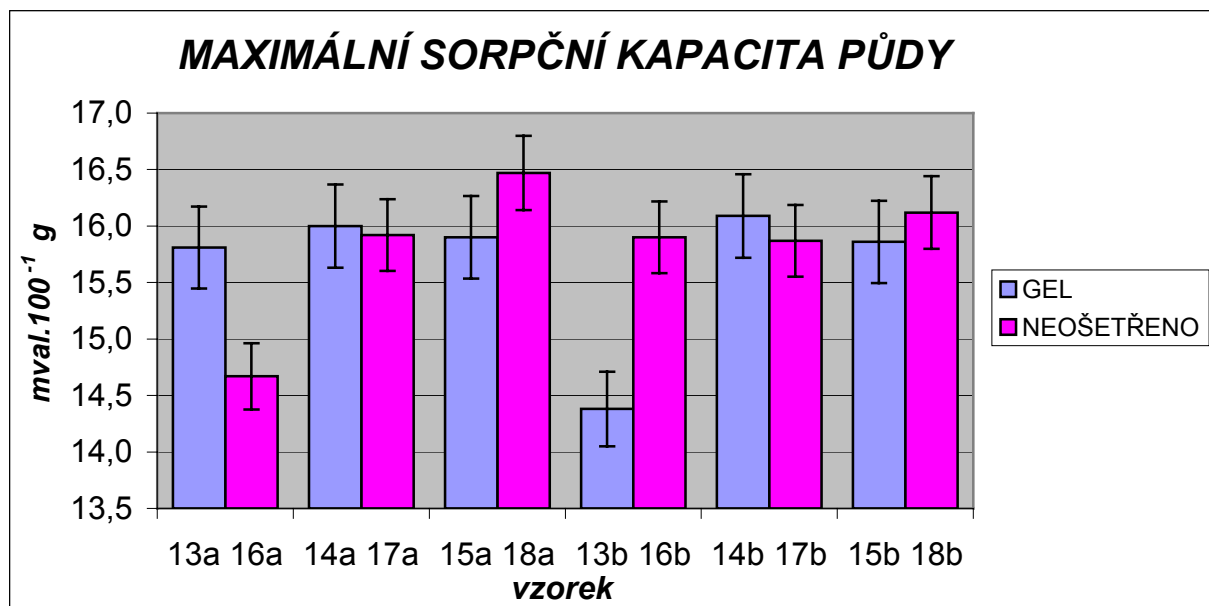
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.13. Max. sorpční kapacita půdy / $\text{mval.100}^{-1} \text{ g}$ / - MNIMALIZACE

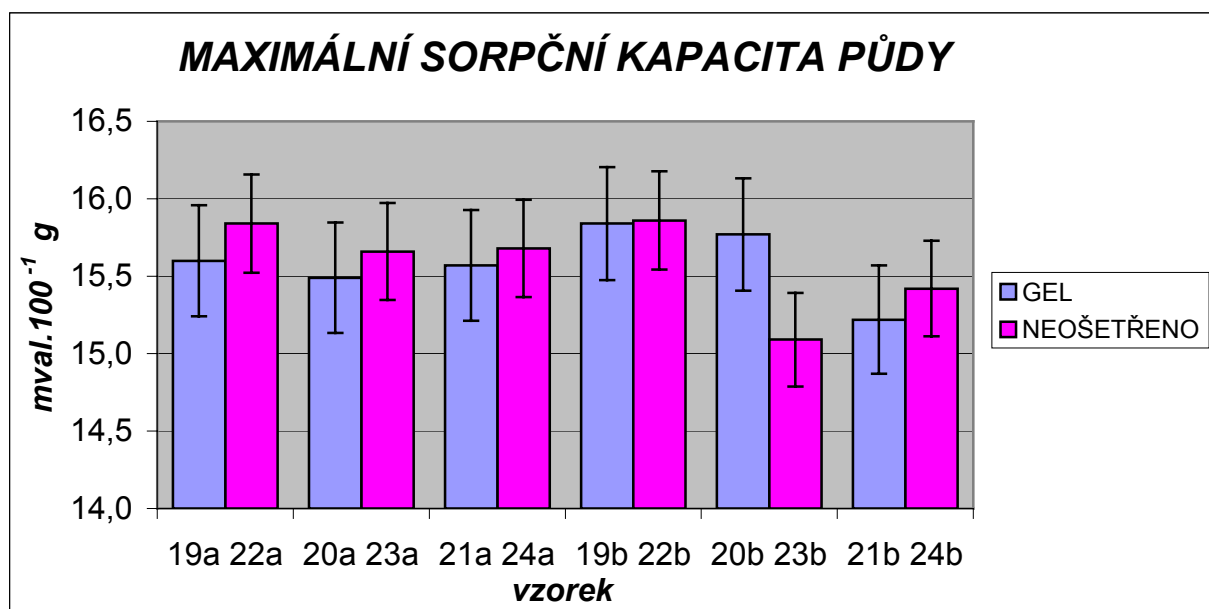
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.14. Max. sorpční kapacita půdy / $\text{mval.100}^{-1} \text{ g}$ / - ORBA

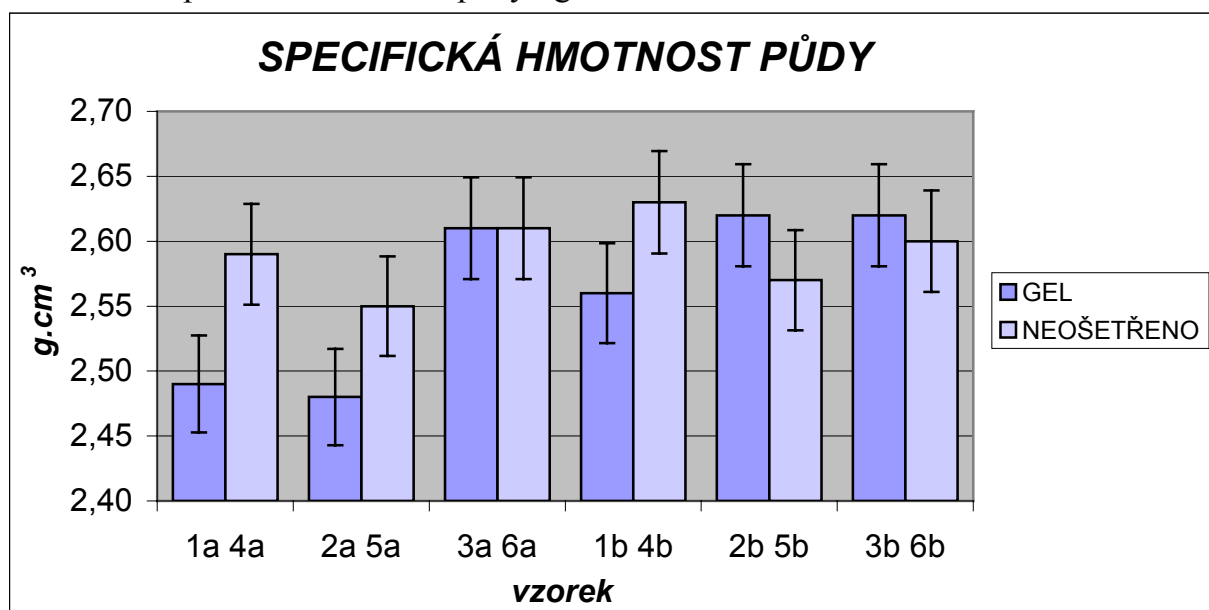
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.15. Max. sorpční kapacita půdy / $\text{mval.100}^{-1} \text{ g}$ / - MINIMALIZACE+SETÍ

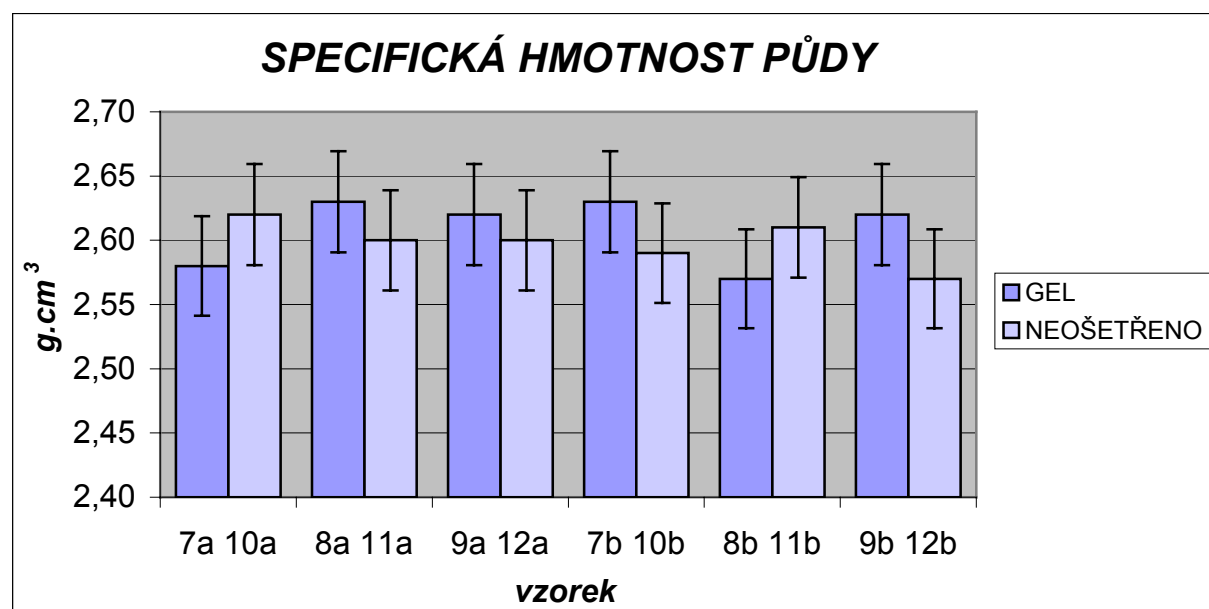
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.16. Max. sorpční kapacita půdy / $\text{mval.100}^{-1} \text{ g}$ / - ORBA+SETÍ

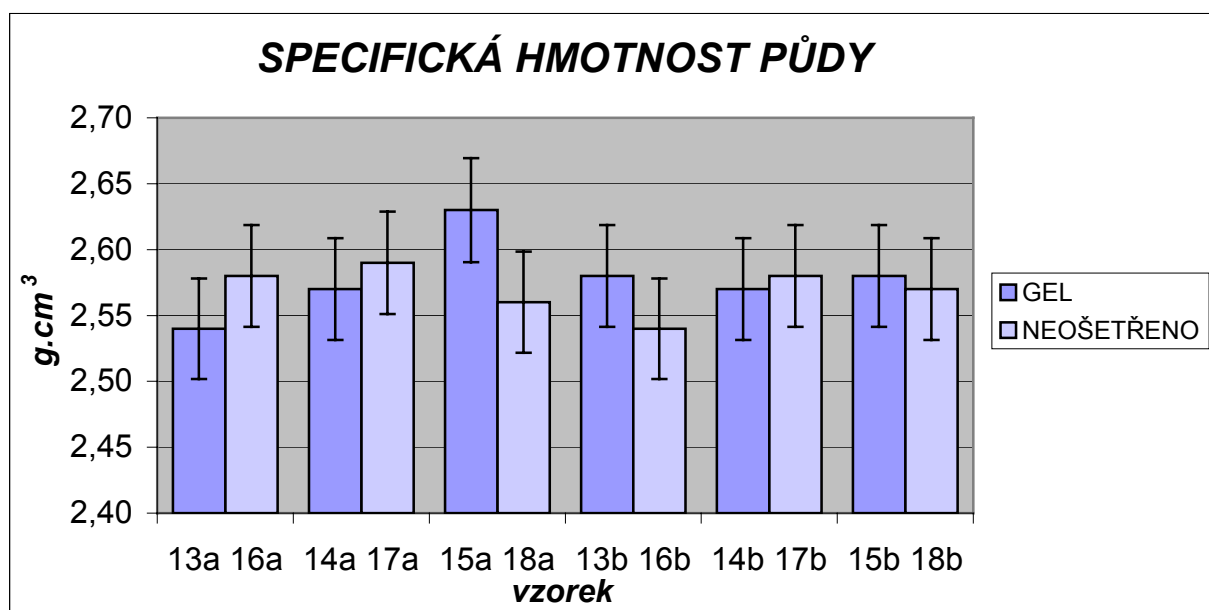
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.17. Specifická hmotnost půdy / g.cm^3 / - MINIMALIZACE

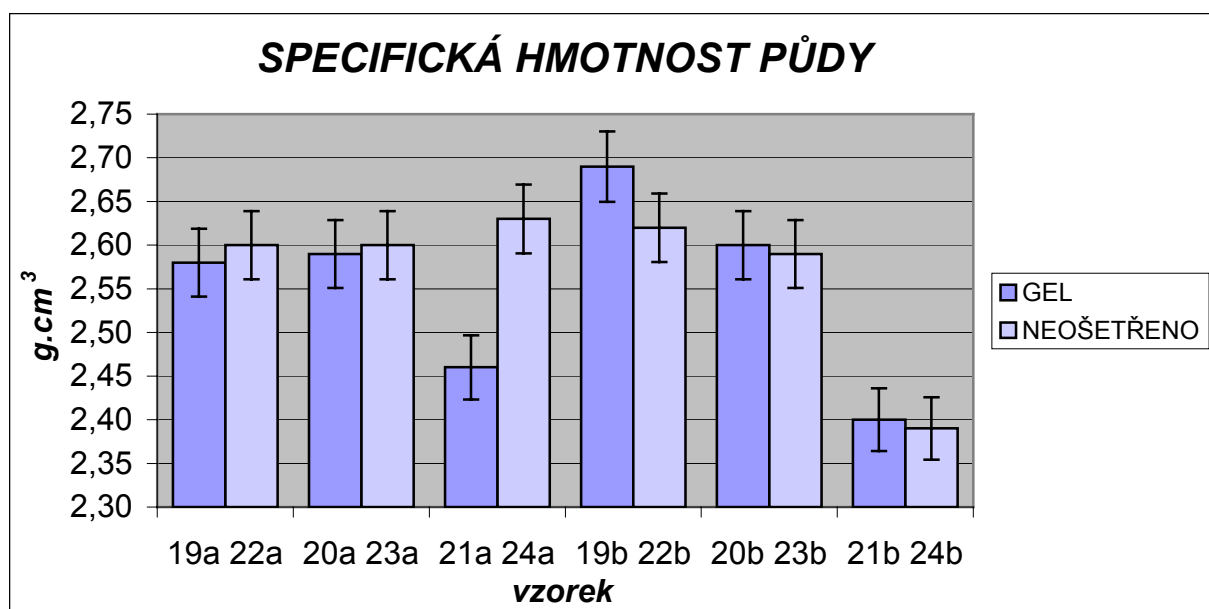
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.18. Specifická hmotnost půdy / g.cm^3 / - ORBA

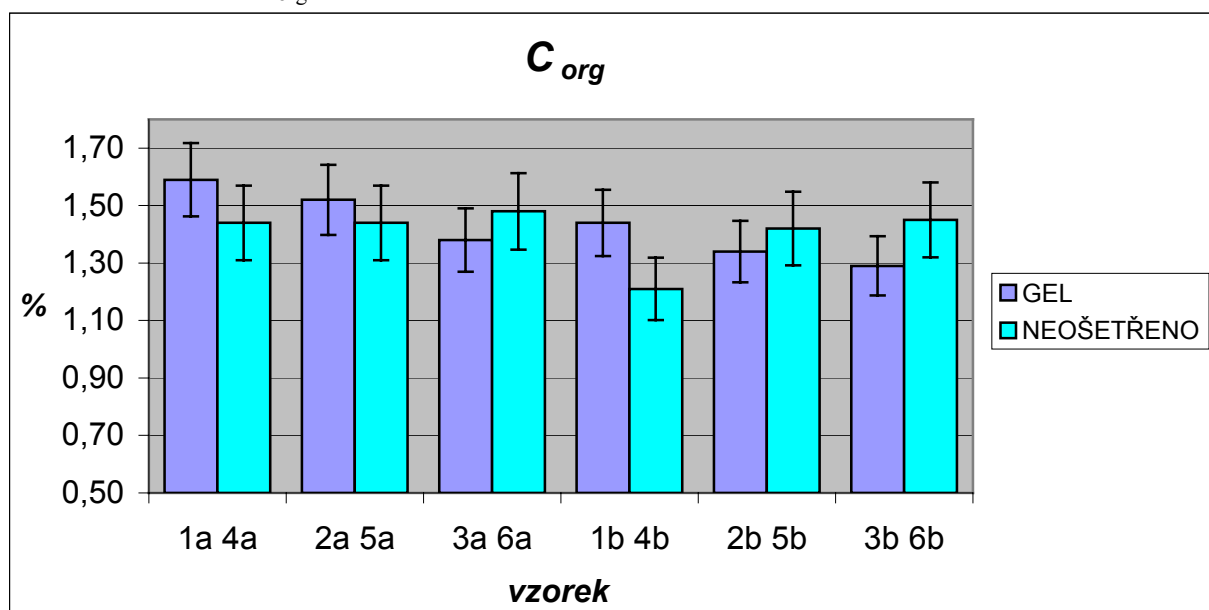
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.19. Specifická hmotnost půdy / g.cm³ / - MINIMALIZACE+SETÍ

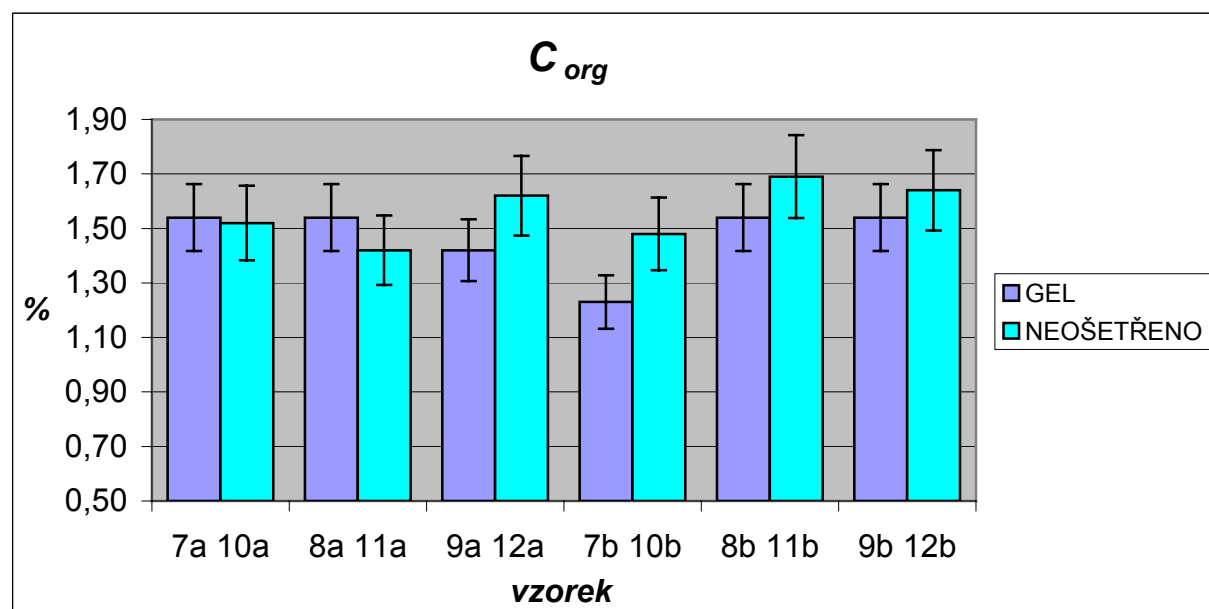
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.20. Specifická hmotnost půdy / g.cm³ / - ORBA+SETÍ

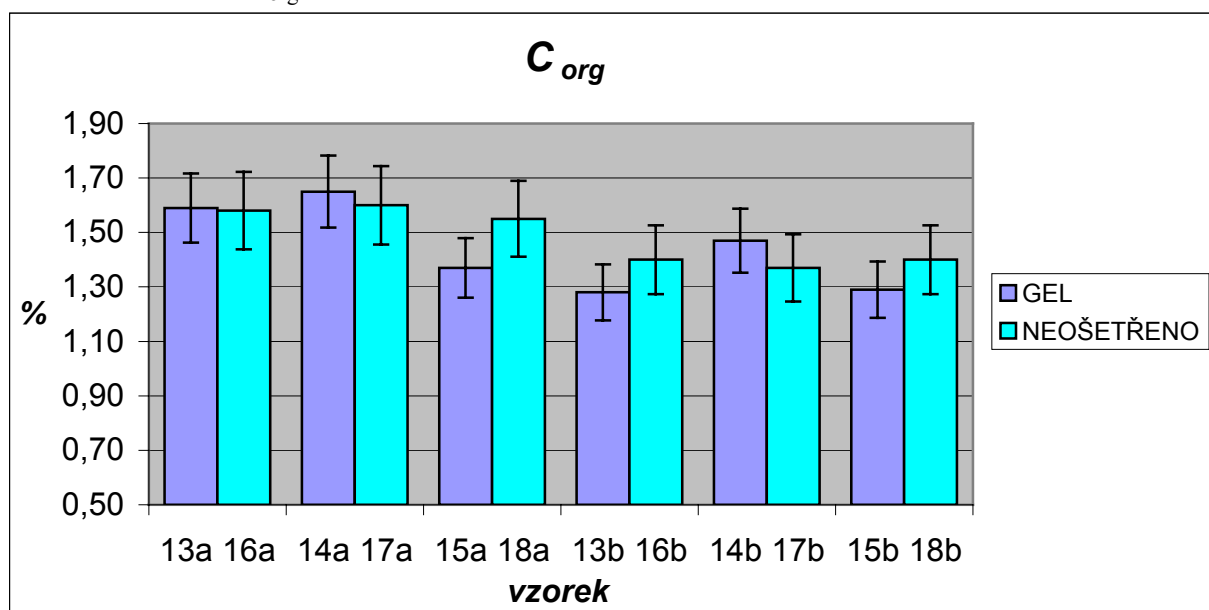
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.21. Obsah C_{org} / % / - MINIMALIZACE

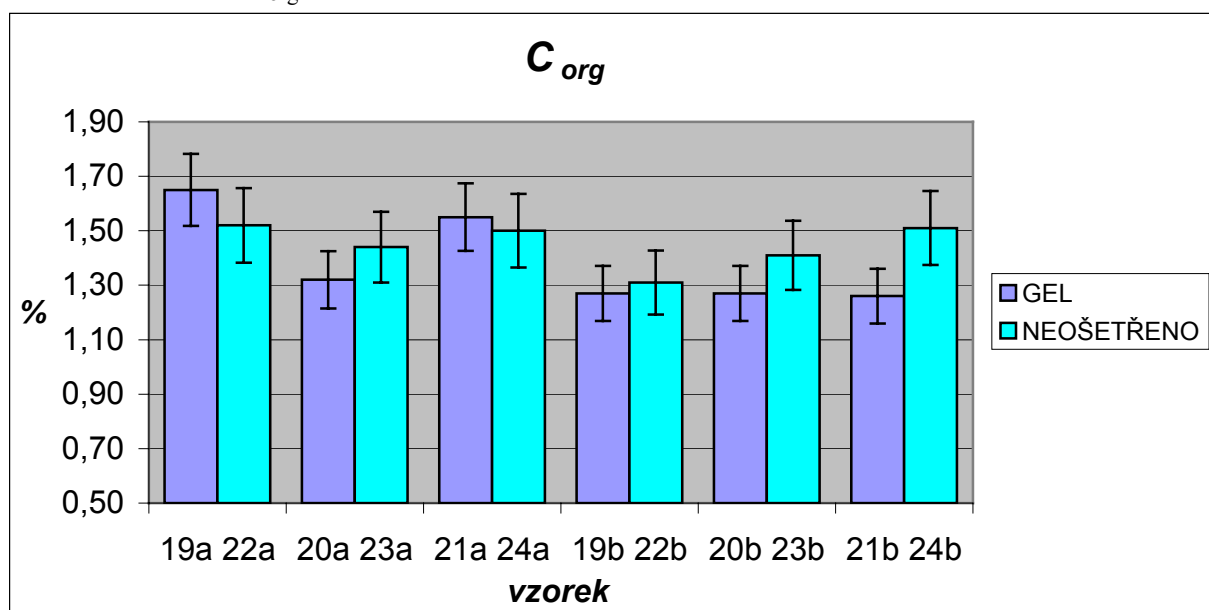
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.22. Obsah C_{org} / % / - ORBA

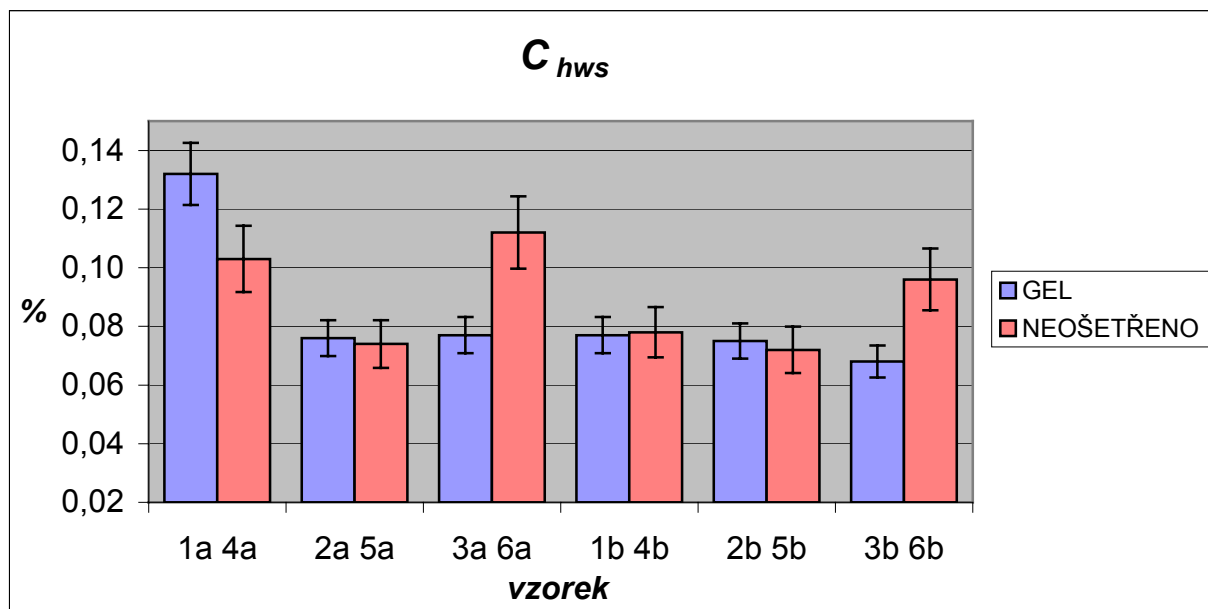
Pozn.: a – vrstva 0-0,125 m, b – vrstva 0,125-0,250 m

Graf č.23. Obsah C_{org} / % / - MINIMALIZACE+SETÍ

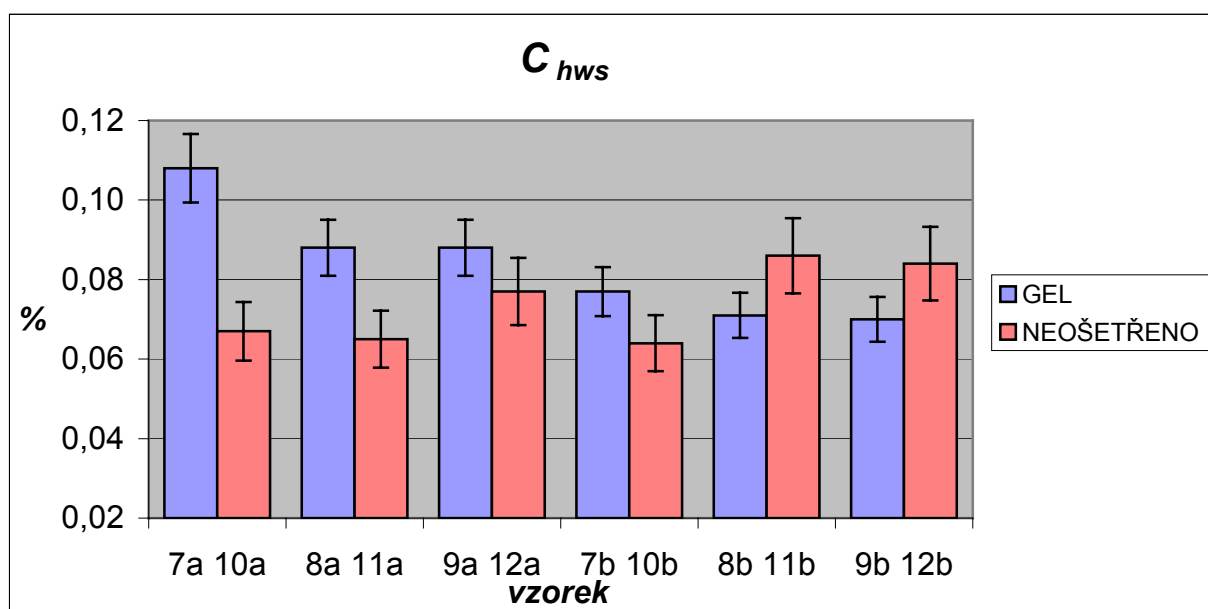
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.24. Obsah C_{org} / % / - ORBA+SETÍ

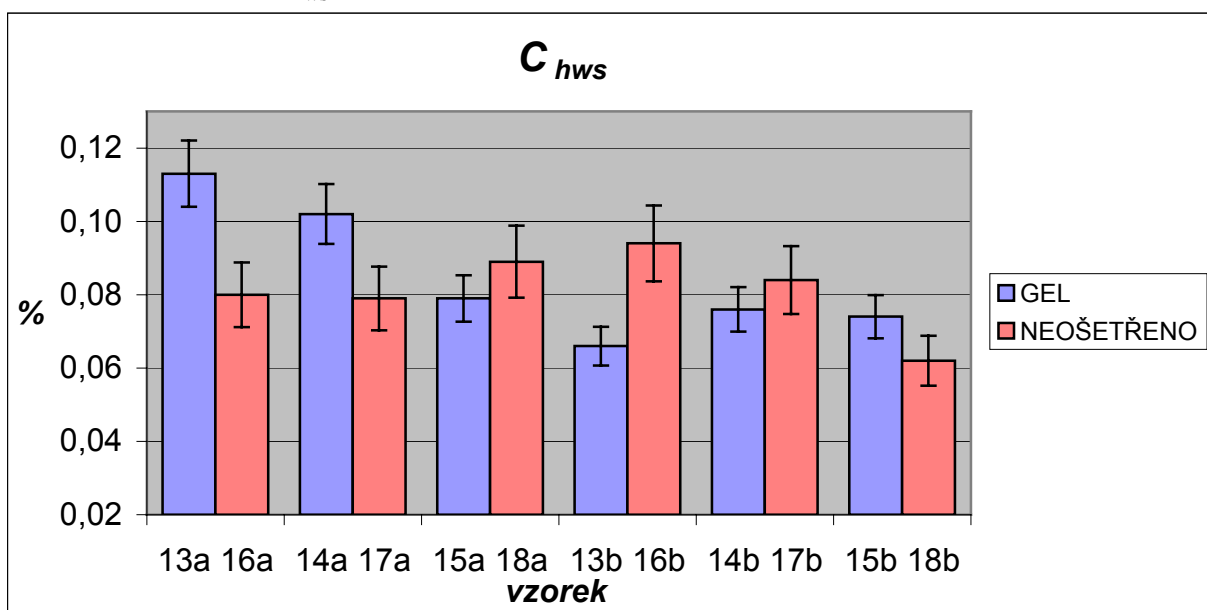
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.25. Obsah C_{hws} / % / - MINIMALIZACE

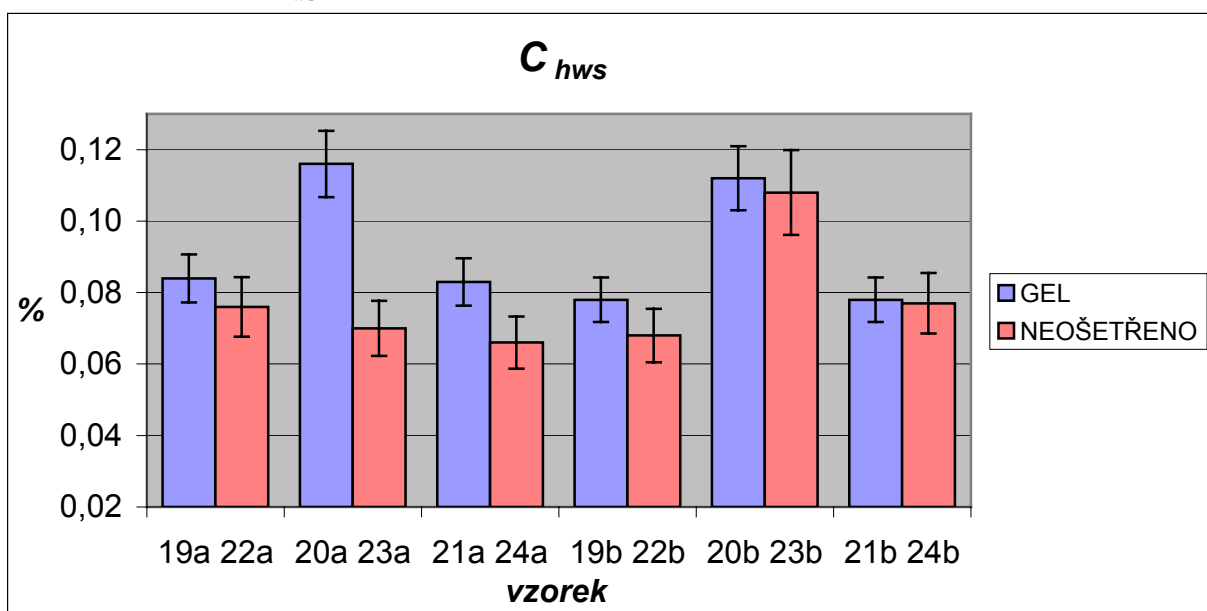
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.26. Obsah C_{hws} / % / - ORBA

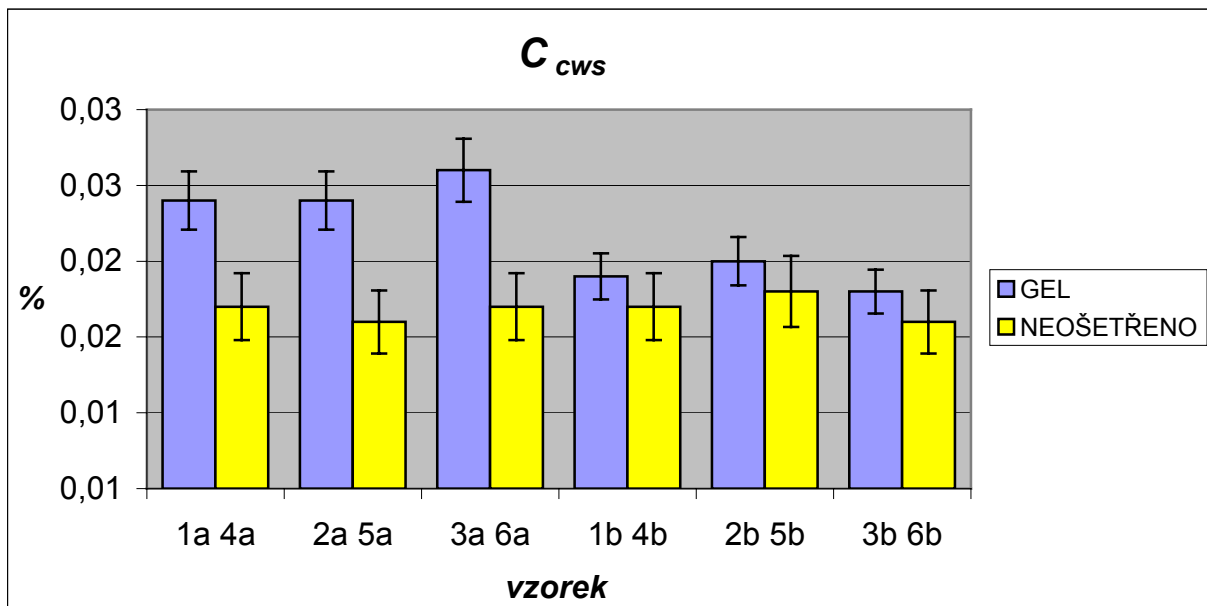
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.27. Obsah C_{hws} / % / - MINIMALIZACE+SETÍ

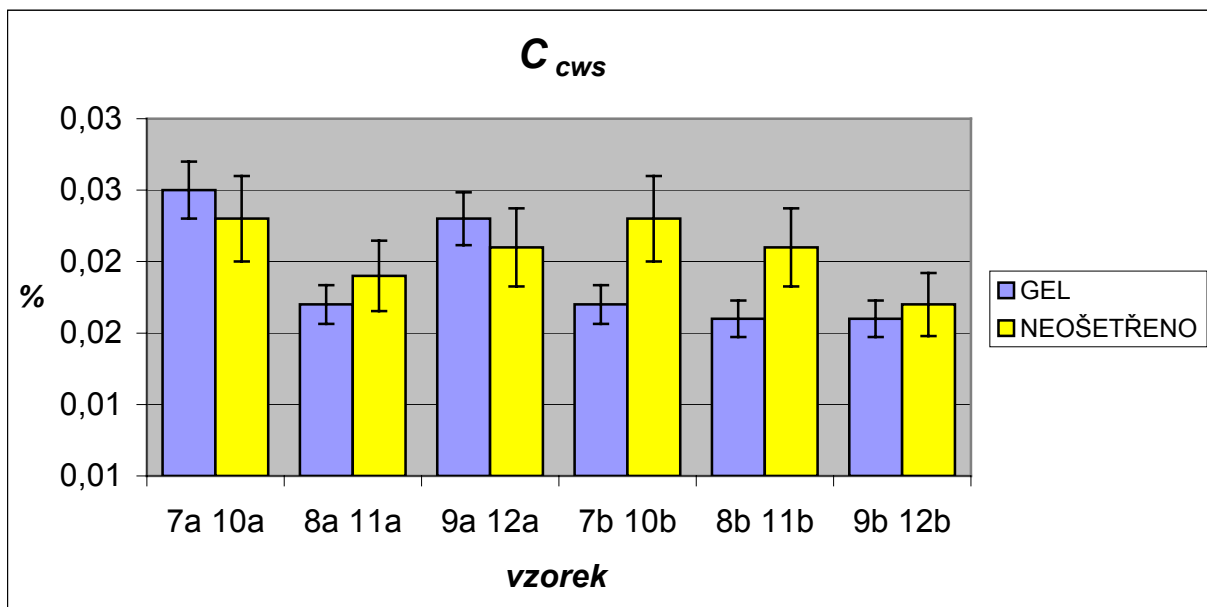
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.28. Obsah C_{hws} / % / - ORBA+SETÍ

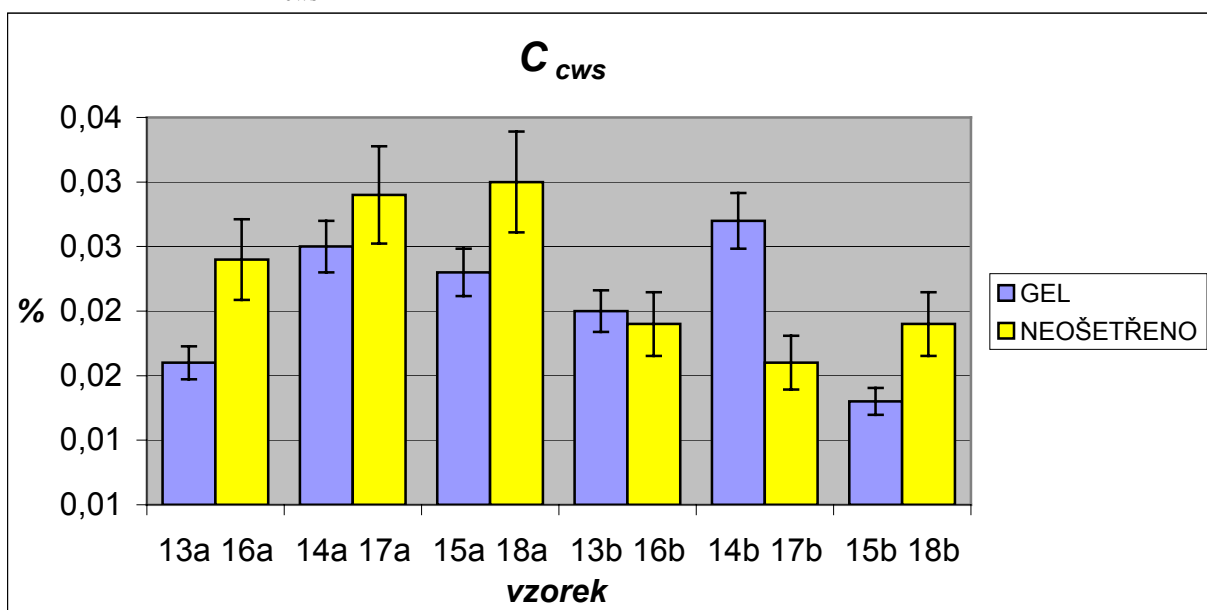
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.29. Obsah C_{cws} / % / - MINIMALIZACE

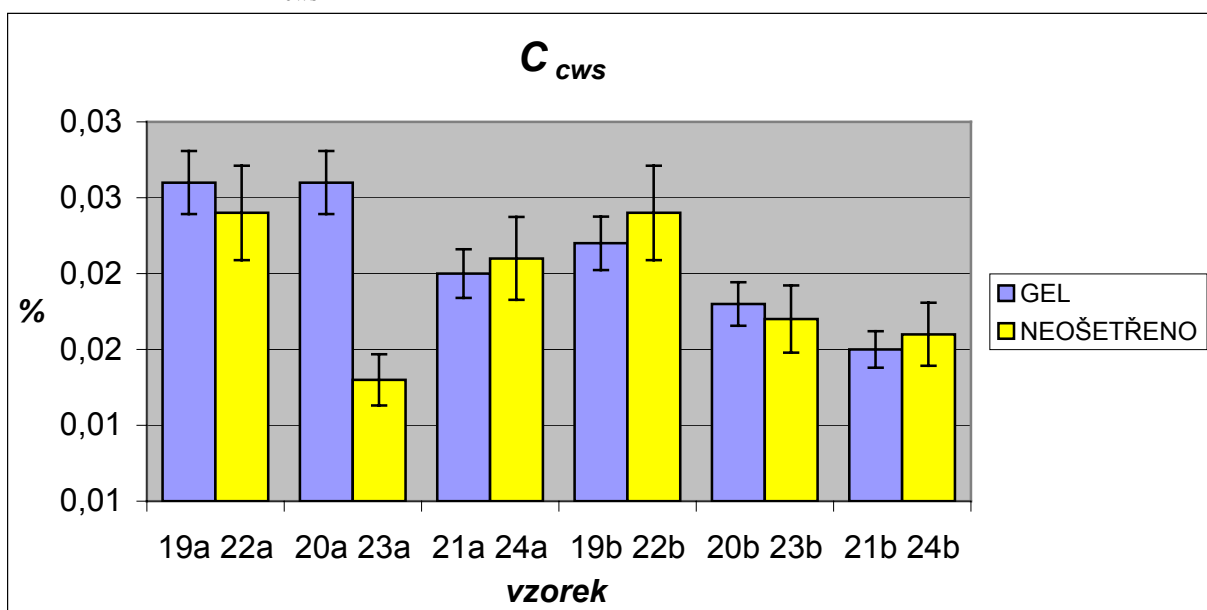
Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.30. Obsah C_{cws} / % / - ORBA

Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.31. Obsah C_{cws} / % / - MINIMALIZACE+SETÍ

Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

Graf č.32. Obsah C_{cws} / % / - ORBA+SETÍ

Pozn.: a – hloubka půdy 0-0,125 m, b – hloubka půdy 0,125-0,250 m

