



DOI: 10.22620/sciworks.2015.05.038

**ХИМИЧНИ И ИНСТРУМЕНТАЛНИ МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА  
ОРГАНИЧНАТА СЪСТАВНА ЧАСТ НА ПОЧВИТЕ  
CHEMICAL AND INSTRUMENTAL METHODS FOR DETERMINATION OF THE  
ORGANIC MATTER COMPONENT OF THE SOILS**

**Р. Илиева<sup>1\*</sup>, Е. Филчева<sup>2</sup>, И. Илиев<sup>2</sup>, М. Тодорова<sup>3</sup>, Р. Попова<sup>4</sup>,  
В. Вълчева<sup>4</sup>, М. Алмалиев<sup>4</sup>, К. Трендафилов<sup>4</sup>  
R. Ilieva<sup>1\*</sup>, E. Filcheva<sup>2</sup>, I. Iliev<sup>2</sup>, M. Todorova<sup>3</sup>, R. Popova<sup>4</sup>,  
V. Valcheva<sup>4</sup>, M. Almaliev<sup>4</sup>, K. Trendafilov<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Лесотехнически университет – София

<sup>2</sup>ИПАЗР „Никола Пушкаргов“, – София

<sup>3</sup>Тракийски университет – Стара Загора

<sup>4</sup>Аграрен университет – Пловдив

<sup>1</sup>University of Forestry – Sofia

<sup>2</sup>ISSAPP „Nikola Pushkarov“, – Sofia

<sup>3</sup>Trakia University – Stara Zagora

<sup>4</sup>Agricultural University – Plovdiv

**\*E-mail: rossitz@abv.bg**

**Abstract**

The aim of the investigation is to present the possibility to study the humus system by applying chemical, optical and spectral methods.

To get a precise and detailed information about the content, composition, properties and distribution of organic matter along the profile depth, the main soils of Bulgaria are studied by means of chemical, spectral (visible and infrared spectroscopy), and micromorphological methods.

The obtained data extend and enrich the information about the organic matter as an important diagnostic feature of the soil properties and processes, the evaluation of their intensity and the position of the processes in the soil profile.

Depending on the purposes, the scientist could prefer either one or a combination of methods.

Results for Bulgarian soils on the basis of the above mentioned methods are used in soil classification, soil evaluation, etc., which is valuable information for farmers.

**Key words:** chemical, method, optical, organic matter, spectral.

## ВЪВЕДЕНИЕ

Органичното вещество в почвата, неговото съдържание, състав и морфология са важни диагностични характеристики, носещи ценна информация при изучаването на почвите и почвените процеси. Хумусното състояние на почвите е основа при изучаване на техния генезис, класификация, мониторинг и устойчиво управление.

Химичният начин за определяне на съдържанието и състава на органичното вещество в почвите изисква прецизна работа по окисляване на органичната съставна част на почвата при строго определени условия, използване на химични реагенти, апаратура и добре подготвен персонал за извършване на анализите.

Информацията за почвеното органично вещество може да бъде допълнена и обогатена и чрез т.нар. «недеструктивни» инструментални методи, при които не се налага специална предварителна обработка на почвата и третирането ѝ с химични реагенти.

Микроморфологичният метод на изследване под микроскоп във фини почвени шлифове и съчетанието между микроморфологичните и химичните особености на почвеното органично вещество позволява да бъде проследено разпределението по генетичния профил на различните форми органично вещество, което отразява направлението и екологичните особености на хумусонатрупването в различните стадии на почвообразуване.

Микроморфологичното наблюдение дава възможност да бъде отразено моментното състояние, вътрешната организация и разпределението по профила на органичната материя, а това разширява и обогатява индикаторните възможности на този важен показател при диагностиката на процесите, оценката на тяхната интензивност и определяне на мястото им на протичане в почвения профил.

Спектралните характеристики на почвите дават други възможности за получаване на допълнителна информация за техния състав и генезис. Отношението между спектралните характеристики на отражение и процесите на формиране на почвите и почвеното органично вещество е сложен и се демонстрира със специфични изменения на спектралните графики при различните почви.

При спектроскопия във видимата област – 400–750 – nm е установена обратна корелативна връзка между съдържанието на хумус в българските почви и спектралните коефициенти на отражение във видимата област на спектъра ( $\rho_{750}$ ) (Iliev, 1986).

Основни предимства на спектроскопията в близката инфрачервена област – 700-2500 nm – са бързина, ниска себестойност на анализа, едновременно може да се определят няколко компонента в анализираната проба.

Хуминовите и фулвокиселините проявяват абсорбционни свойства в близката инфрачервена област и се получава много добра до отлична точност на определяне, органичният C под 3% се определя с по-ниска

точност (с коефициент на детерминация  $r^2 = 0,80$ ), за разлика от пробите със стойности над 3%, където  $r^2 = 0,97$ .

Развитието на инструментите и особено тяхната миниатюризация позволява анализирането на проби не само в специализирани лаборатории, но и на полето. Не е необходима специална квалификация на персонала.

### МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Изследвани са представителни почвени профили на Chernozems, Vertisols и Luvisols.

Съставът със съдържанието на почвеното органично вещество са определени по метода на Кононова-Белчикова (Kononova, 1966; Filcheva & Tsadilas, 2002). Общото съдържание на хуминови и фулвокиселини (C<sub>extr.</sub>) след екстракция със смесен разтвор на 0.1 M Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> и 0.1 M NaOH; "свободни" и R<sub>2</sub>O<sub>3</sub> свързани хуминови киселини (C<sub>NaOH</sub>) – след екстракция с 0.1 M NaOH и най-динамичната, нискомолекулна фракция на почвеното органично вещество, т.нар. "агресивна" фракция на фулвокиселините (1<sup>a</sup>) – екстрахирана с 0.05 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, отношение почва:разтвор = 1:20 за трите екстракта.

Хуминовите и фулвокиселините в двата екстракта C<sub>extr.</sub> and C<sub>NaOH</sub> се разделят чрез подкисляване на разтвора със сярна киселина (0.5 M).

Микроморфологичното наблюдение е извършено върху фини шлифове, изготвени от почвени проби в ненарушено състояние, с микроскоп "Amplival" с вградена камера "ProgRes". Органичната фаза на почвата се диагностицира по присъствието на няколко основни маркера: растителни остатъци – представени от растителни тъкани, растителни клетки или части от тях; продукти от жизнената дейност на почвената мезо- и микрофауна – най-често екскременти на дъждовни червеи и термити; представители на почвената микрофлора – гъбни хифи, цисти, спори, диатомови водорасли или части от тях; почвен хумус – наблюдава се под формата на аморфен колоиден материал, краен продукт от разпада на органичните остатъци. (Fitzpatrick, 1984; Ilieva and Filcheva, 2012).

Спектралните характеристики във видимата област (400–750 nm) са регистрирани на спектрофотометър SF-18. Почвените проби са изсушени предварително до въздушносухо състояние и пресети през сито 1 mm, за да се избегне влиянието на влажността и големината на механичните фракции. Измерванията са извършени преди и след третиране на образците с водороден перексид, за да се установи влиянието на хумуса върху спектралните характеристики на изследваните почви (Iliev, 1986).

Спектралните характеристики в близката инфрачервена област (NIRS 700–2500 nm) са измерени на InfraAlyzer 450 в диапазона 1445-2348 nm. Получени са осреднени стойности за всяка почвена проба и са съставени калибровъчни уравнения за различните почвени единици. Две трети от почвените проби на всяко почвено различие са използвани като калибровъчни, а останалите – като независим тест набор (Todorova et al., 2009).

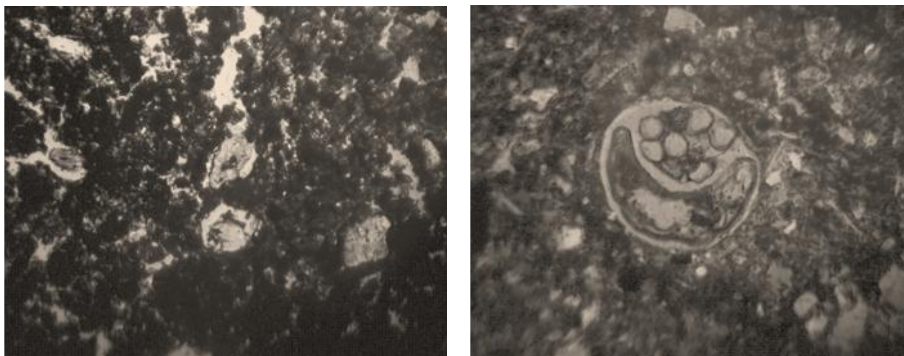
## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Химичните методи за определяне на органичен въглерод показват, че типът хумус в повърхностния хумусно-акумулативен хоризонт на черноземите и вертисолите е фулватно-хуматен и преминава в хуматен в средната част на профила. Степента на хумификация по целия профил е висока. В дълбочина на профила хуминовите киселини са свързани с Са и е характерна висока степен на кондензация на ароматното им ядро. Неекстрахируемият органичен въглерод е между 50 и 60%, незначително е участието на агресивната фракция на фулвокиселините.

**Таблица 1.** Съдържание и състав на Haplic Chernozem (обобщени профили на необработваеми почви – Filcheva, 2004, 2007)  
**Table 1.** Content and composition of Haplic Chernozems (generalized profiles of uncultivated soil – Filcheva 2004, 2007)

Хоризонт/Horizon	Ct,%	Ch,%	Cf,%	Ch/Cf	Cres.,%
A'	2,01	0,43	0,27	1,59	1,31
A''	1,19	0,26	0,17	1,53	0,75
A'''	1,03	0,28	0,14	2,00	0,62
AB	0,59	0,20	0,05	4,00	0,34
BCk	0,44	0,10	0,05	2,00	0,28
Ck	0,33	0,08	0,05	1,60	0,21

Микроморфологичното изследване разкрива доминирането на силно разложени растителни остатъци, което е сигурен признак за бърза трансформация на органичните остатъци. Хумусната плазма е тъмнооцветена, наблюдават се много хумусни образувания в основната маса, което много добре кореспондира с химичните доказателства за преобладаващите тъмнооцветени хуминови киселини и фулватно-хуматен и хуматен тип хумус по профила на черноземите (табл. 1).



**Снимка 1 и 2.** Хумусна плазма в излужен чернозем  
**Photo 1 and 2.** Humus plasma in Haplic Chernozem

Подобна картина на разлагане, трансформация и формиране на хумусни субстанции се разкрива и при микроморфологичното изследване на хумусно-акумулативните хоризонти на смолници (Vertisols), където преобладаването на хуминови киселини се проявява като тъмна, локално концентрирана изотропна плазма.

Спектралният анализ показва, че степента на отразеност на светлината във видимата област при черноземи и смолници при 750 nm постепенно се увеличава по дълбочината на профила. Това изменение следва разпределението на органичния въглерод от хумусноакумулативния към преходния хоризонт. След окисление  $\Delta R$  има най-голямо значение в хумусноакумулативния хоризонт, доколкото цветът на почвата се определя на първо място от съдържанието на тъмни хуминови киселини и изотропни растителни остатъци.

Съдържанието и съставът на органичното вещество на лювисолите ги определя като почви с хуматно-фулватен тип хумус в повърхностните части на профила и като фулватен – в по-дълбоките хоризонти. Степента на хумификация е висока в АЕ-хоризонта и намалява значително по профила. Хуминовите киселини, свързани с алкалоземните йони, имат висока степен на кондензация на ароматните ядра, а участието на агресивните фулвокиселини е незначително.

**Таблица 2.** Съдържание и състав на почвеното органично вещество на Luvisols (обобщени профили на горски почви – Filcheva, 2004, 2007)  
**Table 2.** Organic matter content and composition of Luvisols (generalized profiles of forest soils – Filcheva, 2004, 2007, Filcheva, 2015)

Хоризонт/Horizon	Ct,%	Ch,%	Cf,%	Ch/Cf	Cres.,%
A'	2,36	0,42	0,51	0,82	1,44
A''	1,01	0,23	0,18	1,28	0,61
AB	0,54	0,11	0,12	0,92	0,33
BC	0,34	0,03	0,09	0,33	0,22
Ck	0,23	0,01	0,04	0,25	0,17

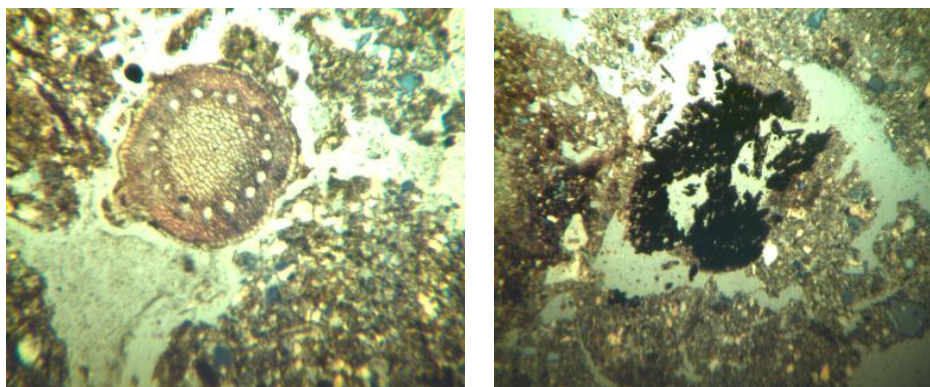
Микроморфологичните изследвания показват, че процесът на трансформация на растителните остатъци в хумусния хоризонт протича по-бавно в сравнение с черноземите.

Много растителни тъкани са в междинен стадий на разпад, наблюдават се въглефицирани растителни тъкани – признак за затруднен процес на преобразуване. В илувиалната част на почвения профил доминира нездравно свързан и мобилен хумус в състава на глинесто-железни или глинести образувания (Ilieva and Filcheva, 2012).

Значенията на спектралните коефициенти на отражение R750 в лювисолите се променят в много тесни граници в пределите на профила, което не е в съответствие със съдържанието на хумус. След окисление на

органичното вещество и повторно измерване графиките на спектрите показват ясно изразен максимум.

Вероятно в случая въздействие оказват несиликатните форми на желязо, съдържанието на които се увеличава в илувиалните хоризонти (Iliev, 1986).



**Снимка 1.** Свежа растителна клетка в пора

**Foto 1.** Fresh plant cell in pore

**Снимка 2.** Въглефицирана тъкан в илувиалната част на профила

**Photo 2.** Carbon tissue in the illuvial part of the profile

Спектралните характеристики в близката инфрачервена област при определяне на органичния С в изследваните почви показват, че спектрите имат три характерни пика на поглъщане – при 1450, 1940 и 2200 nm. Абсорбцията при 1450 nm е свързана с ОН, първи обертон, свързан с водата, при 1940 nm – със съчетанието на комбинации от ОН връзки, а при 2200-2300 nm – с Al-OH и O-H връзките. Вертисолите показват интензивен пик на поглъщане при 1940 nm, свързан с високото съдържание на монтморилонит. Спектралните характеристики зависят твърде много от минералния състав на почвите, а свойствата на органичния въглерод не са пряко видими в спектъра (Todorova et al., 2009).

#### ИЗВОДИ

1. Резултатите от химичните и инструменталните методи за изследване на почвения органичен въглерод показват, че те взаимно се допълват – морфологичните анализи допълват химичните, а спектралните зависят не само от количеството, а и от качеството на органичното вещество.

2. Прилагането на различните методи – химични и инструментални – за изследване на най-важната част на почвата – почвеното органично вещество, дава по-пълна и ясна картина за съдържанието, състава, разпределението, качеството и свойствата на органичния въглерод в почвите.

3. В зависимост от целта и задачите на изследване може да се използват деструктивни или инструментални методи, или съчетание между тях.

## REFERENCES

*Filcheva, E., C. Tsadilas*, 2002. Influence of Clinoptilolite and Compost on Soil Properties. *Commun. of Soil Sci. and Plant Analysis* , v. 33, 3&4, 595-607.

*Filcheva, E.*, 2004. Comparative characteristic of Bulgarian soils related to content, composition and organic carbon pool. Prof. Habilitation Thesis. National Center for Agrarian Sciences, Institute of Soil Science "N. Poushkarov", Sofia, p. 263 (Bul).

*Filcheva, E.*, 2007. Characteristic of Bulgarian soils in content, composition and stocks of organic matter. Grouping of Bulgarian soils. Sustainable Land Management" ISBN: 978-954-8702-11-9, Advertising and Publishing House Minerva, p. 191 (Bul).

*FitzPatrick, E. A.*, 1984. *Micromorphology of Soils*. Chapman and Hall. London-New York. ISBN 0-412-24200-1.433 p.

*Iliev, I.*, 1986. Spectral reflecting ability of Bulgarian soils and its application as a diagnostic feature. PhD thesis, MU, Moscow, p. 185 (Ru).

*Ilieva, R., E. Filcheva.*, 2012. Micromorphology of organic matter in the soils in Bulgaria. In: M. Şahin Dündar, Mustafa Demir, Murat Tuna, Ahmet Tutar, M. Rüştü Karaman, Mümin Dizman (Eds.). *J of Arts and Science*, v. 14, 1, ISSN 1301-3769 Proc. (1<sup>st</sup> Nat. Congress with Int. Participation on Humic Substances). 6-9 June, Sakarya, Turkey, 691-699.

*Kononova, M.*, 1966. *Soil Organic Matter*. 2<sup>nd</sup> Ed. – Pergammon press, Inc., M. V., p. 544.

*Todorova, M., S. Atanassova, R. Ilieva*, 2009. Determination of soil organic carbon using near-infrared spectroscopy. *Agricultural science and technology*, vol. 1, № 2,1-6.

