

FRI-ONLINE-1-EEEE-08

---

## EVALUATION OF THE APPLICABILITY OF AN OPTICAL METHOD FOR MEASURING MAIN QUALITY PARAMETERS OF SOILS<sup>9</sup>

---

**Eng. Antonina Mihaylova – PhD Student**

Department of Automatics and Mechatronics,  
University of Ruse  
Tel.: +359 82 888 676  
E-mail: amihaylova@uni-ruse.bg

**Assoc. prof. Tsvetelina Georgieva, PhD**

Department of Automatics and Mechatronics,  
University of Ruse  
Tel.: +359 82 888 668  
E-mail: cgeorgieva@uni-ruse.bg

**Prof. Plamen Daskalov, PhD**

Department of Automatics and Mechatronics,  
University of Ruse  
Tel.: +359 82 888 668  
E-mail: daskalov@uni-ruse.bg

***Abstract:** The paper presents the applicability of an optical method for remote measurement of basic parameters of soil quality in agriculture. a colorimeter was used to obtain visual information on 40 soil samples. The correlations between RGB and HSL color models of the samples and the acidity, electrical conductivity and soil moisture were obtained. The most informative components of the color spaces are determined and regression models are derived.*

***Keywords:** Soil Quality, Remote Measurement, in Situ Measurement, Optical Methods, Color Spaces*

***JEL Codes:** L60*

### **ВЪВЕДЕНИЕ**

Стремежът към повишаване на производителността във всеки етап от селскостопанското производство често води до необходимост от допълнителни действия за подобряване на основните показатели на качеството на почвата. Познаването на физичните и химичните свойства на почвата е жизненоважно за земеделските производители при информирано вземане на управленски решения за отглеждане на културите. По този начин става възможно лесно определяне на най-добрите агрономически практики за подобряване потенциала на почвата, адаптация на климата, устойчивост на околната среда. Липсата на навременна оценка на промяната на различните показатели в полето, безразборното внасяне на торове, варуване, механична обработка може да доведе до неблагоприятни ефекти и последствия за растенията и екологичната среда като цяло. До голяма степен това е основание да се търсят емпирични връзки, съвременни начини и високотехнологични методи за изработване на бързи тестове, измервания, анализи за определяне почвеното плодородие или недостиг на определени вещества в почвата при отглеждане на земеделските култури. (Bünemann E. K. 2018). Това налага разработването и прилагането на иновативни решения, насочени към връзките между състоянието на почвата, растенията и устойчивото развитие за отглеждане на селскостопанската продукция. Чрез бързи анализи, обработване и съхраняване на информация за почвата в бази данни, платформи и дори в електронни облачни системи става възможно да

---

<sup>9</sup> Докладът е представен на 13 ноември 2020 с оригинално заглавие на български език: ОЦЕНКА ПРИЛОЖИМОСТТА НА ОПТИЧЕН МЕТОД ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ОСНОВНИ КАЧЕСТВЕНИ ПАРАМЕТРИ НА ПОЧВИТЕ

се установи динамиката на свойствата, голямата им пространствена хетерогенност и взаимодействието им с околната среда. Последните технологични разработки в тази област, съчетани с текущия напредък в информационните и комуникационните технологии позволяват увеличаване възможностите за проследяване и оценяване на почвените условия директно в полето, заменяйки скъпо струващите и отнемащи време химични анализи, да се използва натурална почва в полеви условия, като се премахва необходимостта от сушене на проби, смилане и използване на реактиви. Улеснява се ефективното наблюдение на органичния въглерод в почвата, измерването на нейните физични и биохимични свойства, хранителни вещества, водна запасеност.

В съвременни условия най-използвани са спектрални методи Aydemir S. (2004) и измерване цвета на почвата (Rossel, V. 2016) за получаване на надеждна информация от RGB цифрови изображения и изготвяне на почвени анализи за описание на качествените характеристики на почвата директно на полето. Множество автори (Tian H., 2020) обосновават своите научни изследвания на корелации между цвета на почвата и нейните химични, физични и механични свойства. Проследяването на цвета на почвата може да осигури надежден алтернативен начин за сравнение на нейните компоненти, свойства, плодородието, еволюцията или деградацията. Възможно е да се определя типа на почвата, съдържание на органични вещества, структура, водно съдържание, съдържание на желязни оксиди и други.

В доклада е представена възможност за измерване на основните параметри на качеството на почвата чрез прилагане на два оптични уреда за получаване на визуална информация: цифров фотоапарат и ръчен спектрален колориметър.

## ИЗЛОЖЕНИЕ

### Получаване на цветовите параметри на пробите почва

За получаването на цветовите параметри на почвите са използвани два уреда: колориметър и цифров фотоапарат. Измерването на стойностите на цветовете компоненти, на два основни цветови модела RGB и HSL е използван ръчен спектрален колориметър, представен на фиг. 1 а). Уредът PCE-RGB2 е ръчен спектрален измервател на цвят /колориметър/, измерващ цвета на обектите в цветовете пространства RGB и HSL чрез спектрален анализ на отразената светлина.



Фиг. 1. Уреди за получаване на цветови параметри на почва: а) ръчен спектрален измервател на цвят PCE-RGB2; б) цифров фотоапарат, модел Olympus SZ-14

Заснети са и цветните цифрови изображения на пробите с цифров фотоапарат, модел Olympus SZ-14, представен на фиг. 1. б). Техническите му характеристики са следните: цветен LCD дисплей 7.6cm/3.0" с 460 000 точки, широкоъгълен обектив (25-600mm\*) и камера модел SZ-14.

### Измерване на основните качествени параметри на почвата

Измерването на електропроводимостта (ЕС), влажността и температурата на почвата се осъществява с помощта на комбиниран уред Bluelab Pulse Meter, представен на фиг. 2 а).

Bluelab Pulse Meter е комбиниран 3 в 1 измервателен уред за влажност, наситеност с хранителни вещества и температура, който след извършване на измерванията изпраща данните към смарт телефон, чрез помощта на приложение - Bluelab Pulse app.



Фиг. 2. Уреди за измерване на основни качествени параметри на почвата:  
а) измервателен уред Bluelab Pulse Meter; б) ръчен уред Bluelab pH

Киселинността на почвата се измерва с ръчен Bluelab pH pen уред (фиг. 2б), със следните технически характеристики:

- измервателен диапазон : 0.0 - 14.0 pH; 0 - 50 °C; 32 - 122 °F;
- резолюция : 0.1 pH; 1°C/°F;
- точност на уреда при 25°C - ±0.1 pH; ±1°C;
- работна температура : 0 - 50 °C.

#### Почвени проби - обработка и експериментални резултати

Проведени са полеви експериментални измервания на 40 почвени проби в земеделски полета около град Русе в района на с. Николово и Образцов Чифлик. Измерванията са реализирани в естествени условия при дневна осветеност, директно в почвата на места с дълбочина 0–20 см, разпределени на 3 точки във всяко поле, като е премахнат най-горния слой на растителността. Измерени са и са получени следните основни качествени параметри и цветови характеристики на почвените проби: електропроводимост, киселинност, влажност, температура, цветните цифрови изображения на пробите, получени с цифровия фотоапарат (фиг. 3) и стойностите на цветовете компоненти RGB и HSL, получени с колориметъра.



Фиг 3. Цифрови изображения на почвените проби, заснети с цифров фотоапарат.

Заснетите изображения са обработени в средата на MATLAB и за всяко изображение са получени средните стойности на цветовете компоненти RGB и HSL. Получените стойности от измерванията на основните качествени параметри на почвените проби за 20 от пробите са показани в табл. 1, а цветовете им характеристики – в табл. 2.

Таблица 1. Измерени стойности на качествени показатели на почвените проби.

N	Ph	EC	Влажност, %	t°C	N	Ph	EC	Влажност, %	t°C
1	4,50	1,94	49,00	27,10	11	5,00	2,55	63,00	25,20
2	4,70	1,97	45,00	25,20	12	5,00	2,49	54,00	25,50
3	4,70	1,68	45,00	28,70	13	5,10	2,01	41,00	25,90
4	4,80	1,80	33,00	25,70	14	5,10	2,36	66,00	25,20
5	4,80	1,90	40,00	25,10	15	5,10	2,34	57,00	25,40
6	4,80	1,40	48,00	28,60	16	5,20	2,18	55,00	25,40
7	4,90	2,34	51,00	25,30	17	5,20	1,84	56,00	25,60
8	4,90	1,60	37,00	25,60	18	5,20	2,60	60,00	25,40
9	4,90	1,73	43,00	26,20	19	5,20	1,47	28,00	26,10
10	5,00	2,30	54,00	24,80	20	5,20	2,18	55,00	25,40

Таблица 2. Измерени стойности на цветови характеристики на почвените проби.

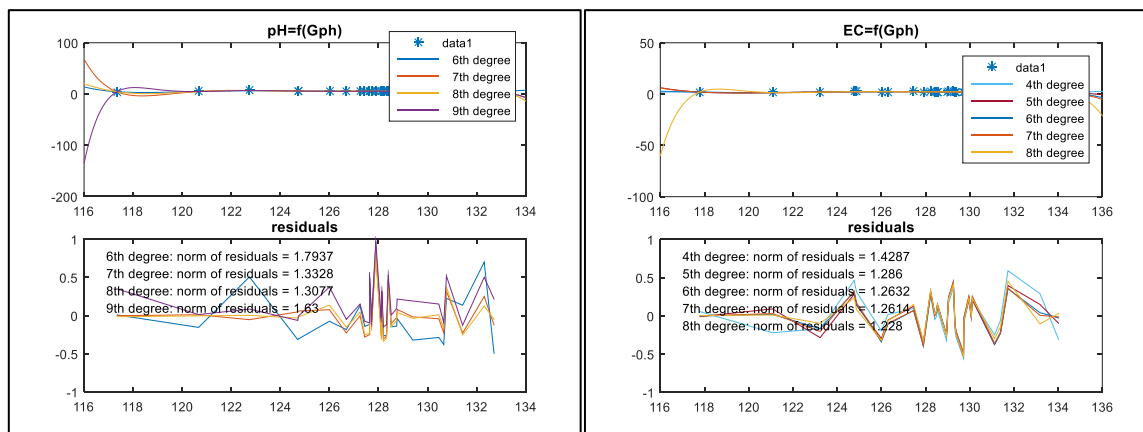
N	Измерване с колориметър						Обработка на цифрови изображения, получени с цифров фотоапарат					
	R	G	B	H	S	I	R	G	B	H	S	L
1	87,00	123,00	59,00	15,00	2,80	36,00	116,85	117,33	117,78	146,68	0,05	0,47
2	41,00	29,00	30,00	12,00	5,81	19,00	129,76	130,66	131,39	157,17	0,03	0,52
3	215,00	24,00	12,00	300,00	9,99	95,00	128,52	129,12	129,84	155,77	0,04	0,51
4	169,00	76,00	48,00	37,00	5,33	94,00	129,60	130,46	131,12	151,11	0,03	0,52
5	149,00	44,00	38,00	15,00	6,04	88,00	128,55	129,40	129,38	137,48	0,03	0,51
6	78,00	95,00	123,00	71,00	2,91	23,00	120,36	120,67	121,08	141,65	0,04	0,48
7	133,00	40,00	40,00	20,00	2,75	28,00	127,94	128,33	129,96	175,50	0,04	0,51
8	155,00	49,00	43,00	50,00	5,12	60,00	127,51	128,20	129,72	170,75	0,03	0,51
9	122,00	40,00	35,00	41,00	6,05	38,00	131,91	132,71	134,02	164,64	0,03	0,53
10	13,00	12,00	8,00	66,00	3,33	14,00	127,46	128,11	128,54	150,58	0,04	0,51
11	11,00	9,00	7,00	100,00	2,63	9,00	127,88	128,74	129,26	150,44	0,04	0,51
12	20,00	16,00	12,00	75,00	3,33	16,00	127,11	128,52	128,23	138,94	0,04	0,51
13	178,00	61,00	55,00	13,00	7,31	80,00	127,02	127,64	129,33	178,42	0,04	0,51
14	12,00	10,00	7,00	66,00	2,38	10,00	127,96	128,76	129,04	146,47	0,04	0,51
15	10,00	8,00	6,00	28,00	0,58	65,00	125,89	127,44	127,46	144,01	0,05	0,51
16	195,00	61,00	41,00	11,00	6,18	135,00	127,24	127,72	128,42	157,43	0,04	0,51
17	214,00	40,00	22,00	14,00	5,38	63,00	125,63	126,69	127,90	164,38	0,04	0,51
18	11,00	9,00	7,00	100,00	2,63	9,00	130,56	131,43	131,73	148,88	0,04	0,52
19	28,00	122,00	23,00	514,00	8,88	420,00	112,42	113,00	112,50	114,12	0,05	0,45
20	195,00	61,00	41,00	11,00	6,18	135,00	127,24	127,72	128,42	157,43	0,04	0,51

Получени са корелациите между стойностите на цветовите компоненти на пробите и основните качествени параметри киселинност и електропроводимост на почвата, представени в табл. 3.

Таблица 3. Корелационни коефициенти за определяне на връзката между основните качествени параметри и цветовете характеристики.

	Измерване с колориметър						Обработка на цифрови изображения, получени с цифров фотоапарат					
	R	G	B	H	S	I	R	G	B	H	S	L
pH	0.4519	0.4082	0.1875	0.1400	0.1351	0.2874	-0.1080	0.4075	-0.1008	-0.0150	-0.0008	-0.1044
EC	-0.4635	-0.3538	-0.1151	0.2111	-0.3852	-0.3497	0.4044	0.4075	0.3872	0.1666	0.0005	0.4278

Коефициентът на корелация показва, че има умерена зависимост между киселинност и следните цветови компоненти R, G – за колориметъра; G – за фотоапарат, а за електропроводимост – R – за колориметъра и R,G, L – за фотоапарата. Най-информативните компоненти на цветовете пространства за киселинността са R и G, а електропроводимостта – R, G и L. За тези, определени като най-информативни компоненти, са изведени регресионни модели с цел да се прогнозира стойността на киселинността и електропроводимостта, косвено като се заснемат само изображенията на пробите. На фиг. 4 са представени модели на следните зависимости с цветови компоненти от обработката на изображенията  $pH=f(G)$  и  $EC=f(G)$ , както и графиката на остатъците. Получените резултати показват, че полином от 7-ма или 8-ма степен би могъл да се използва за предсказване на основните качествени параметри на почвата.



Фиг. 4. Регресионни модели за киделинност и електропроводимост в зависимост от цветовете компонента G.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Формирана е база от данни с цифрови изображения на почва и масив с цветовете характеристики на почвените проби, получени от колориметъра. Основните параметри на качеството на почвата – киселинност и електропроводимост, са измерени с референтни уреди.

Направен е сравнителен статистически анализ на цветовете характеристики, получени чрез използване на два оптични метода – цифрово заснемане на пробите с цифров фотоапарат и със спектрален измерител на цвят.

Коефициентът на корелация показва, че има умерена зависимост между киселинност и следните цветови компоненти R, G – за колориметъра; G – за фотоапарат, а за електропроводимост – R – за колориметъра и R,G, L – за фотоапарата.

Получените резултати от моделирането с регресионни модели показва, че полином от 7-ма или 8-ма степен би могъл да се използва за предсказване на основните качествени параметри на почвата.

Експерименталните резултати показват, че използването на фотоапарат и обработката на цифрови изображения позволяват моделирането и прогнозирането на основните качествени параметри на почвата чрез използване на цветовете им характеристики.

## **БЛАГОДАРНОСТ**

Изследванията са подкрепени по договор с № 2020-ЕЕА-05 „Изследване на възможностите за определяне на някои основни съставки на почвата посредством визуални методи“, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

## **REFERENCES**

Bünemann E. K. (2018). Soil quality – A critical review, Bongiorno G., Bai, Z., Creamer R. E., De Deyn G., Soil Biology and Biochemistry 120, 105–125

Rossel, V. (2016). Soil sensing: A new paradigm for agriculture, Bouma, J., Agricultural Systems 148, 71–74,

Tian H., (2020). Computer vision technology in agricultural automation —a review Wang, T., Liu, Y., Qiao X., Li Y., Information processing in agriculture 7, 1– 19

Aydemir S. (2004), Quantification of soil features using digital image processing (DIP) techniques, Geoderma 119 1 –8.