

A RESEARCH OF THE RELATION BETWEEN MAIN CHEMICAL ELEMENTS AND SOIL PROPERTIES ²

Eng. Nadezhda Paskova, PhD Student

Department of Automatics and Mechatronics,

“Angel Kanchev” University of Ruse

Tel.: +359 82 888 676

E-mail: npaskova@uni-ruse.bg

Assoc. prof. Tsvetelina Georgieva, PhD

Department of Automatics and Mechatronics,

“Angel Kanchev” University of Ruse

Tel.: +359 82 888 668

E-mail: cgeorgieva@uni-ruse.bg

Prof. Plamen Daskalov, PhD

Department of Automatics and Mechatronics,

“Angel Kanchev” University of Ruse

Tel.: +359 82 888 668

E-mail: daskalov@uni-ruse.bg

Abstract: A research of the relation between basic chemical elements and soil properties is present in the paper. An overview of basic chemical elements and soil properties, basic indicators of soil status, soil sampling methods and existing instruments and systems for measuring basic indicators are made. An approach is proposed to conduct the experimental study of the influence of basic chemical elements and soil properties. A system for measuring basic soil indicators is designed and developed. Statistical methods are used to process the results and the dependency of basic chemical elements and soil quality indicators was investigated. The results obtained from the correlation analysis of basic chemical elements and soil properties indicate that nitrogen has a strong dependence on conductivity, phosphorus – significant dependence on acidity indicator, and potassium – moderate dependence on acidity indicator. A model for the indirect determination of the content of basic chemical elements is developed by measuring basic soil indicators.

Keywords: Soil properties, Correlation analysis, Soil indicators, Soil conductivity, Mathematical model

JEL Codes:

ВЪВЕДЕНИЕ

Правилното развитие на растенията зависи от физичните и химични свойства на почвата (почвеният състав). Поради тази причина почвеният баланс е от основно значение за оптималното развитие на растенията. При отглеждането на различните земеделски култури от голямо значение са не само качествените показатели на почвата, като: киселинност, електропроводимост и влажност, но и химичният състав на почвата и най-вече почвеното съдържание на азот, фосфор и калий. Тези три елемента са основни хранителни елементи (макронутриенти) и се добавят към почвата посредством торене. Самото наторяване е необходимо за развитието и растежът на растителните култури, което е предпоставка за висок добив.

Анализът на почвата служи за подпомагане на земеделските производители, правилно да определят агротехническите мероприятия (обработка на почвата, поливане, наторяване и други). Чрез съвременна апаратура, базирана на спектрален анализ (Bargrzan, S., 2018) за

² Докладът е представен на сесия на секция „Електротехника, електроника и автоматика“ на 26 октомври 2018 с оригинално заглавие на български език: ИЗЛСЕДВАНЕ НА ЗАВИСИМОСТТА НА ОСНОВНИ ХИМИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ И СВОЙСТВА НА ПОЧВАТА

анализ на почвата, може да се установи количеството на химичните елементи, които са важни за вегетацията на растенията.

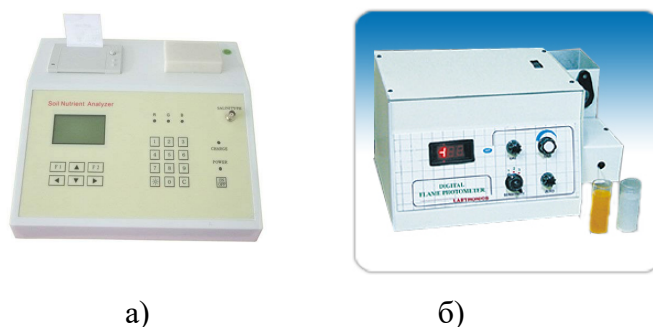
ИЗЛОЖЕНИЕ

За протичането на процеса на фотосинтеза са необходими хранителни елементи (нютриенти), които са жизненоважни за правилното функциониране на растението. При недостиг на хранителни елементи не може просто да бъде избран който и да е вид минерален тор, трябва да бъде избрана според съдържанието на нютриенти. Когато съдържанието на даден елемент падне под критичното ниво, растението започва да страда от недостиг на даденият хранителен елемент, което от своя страна вреди на растението. При различните растения симптомите на дефицит са различни (Mostafaei, H., Montieri, A., Persico, V., Pescarè, A., 2016). За да се избегне дефицитът на хранителни елементи в растенията са необходими периодични анализи на обработваемата почва.

Анализ на почвата

Почвените проби се вземат с помощта на ръчни и механизирани сонди или с права лопата на дълбочина 0-30см. От всеки участък се взема по една средна проба, която се формира от 20-40 бода. Бодовете се правят по диагонал или зигзагообразно в даден участък, като се избягват нехарактерните за полето места (Zhanga, Y., Biswasa, A., Adamchuk, V., 2017). Почвата от всички бодове се събира в подходящ по-голям съд и се размесва с цел хомогенизиране. От нея се взема средна проба с тегло 400-500гр. при нормалните почви и 600-800гр. при каменисти почви (Fan, K., Weisenhorn, P., Gilbert, J., Shi, Y., Baif, Y., Chu, H., 2018).

За анализ на почвата има различни видове почвени анализатори, които се използват в лабораторни условия.



Фиг.1. Системи за анализ на почва: а) микропроцесорна система за анализ на почва и б) индустриален колориметър за измерване на химични елементи от състава на почвата

На фигура 1а) е показана микропроцесорна система за анализ на почвата. Този уред намира приложение в земеделието. Точните измервания и това, че е преносим го прави удобен за употреба в лабораторни условия. Основните му предимства са: бързо измерване на N, P, K, органична материя, соленост и pH на почва, торове и растителна маса. Недостатък е невъзможността за определяне на почвената влага и високата му цена.

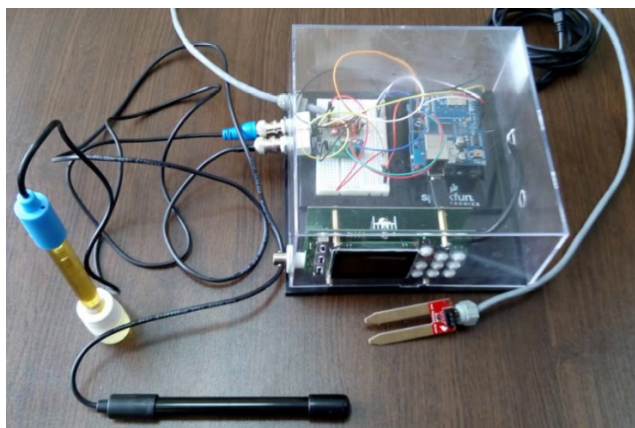
На фигура 1б) е показан индустриален колориметър за измерване на химични елементи от състава на почвата. Този уред е лабораторен инструмент за измерване на основни показатели на почва, който се използва предимно за измерване на основни химични елементи от състава на почвата на база на цвета на измерваната проба, но този уред има висока цена.

За да се установи влиянието между основните химични елементи и свойства на почвата са необходими подходящи технически средства и системи.

Безжична система за измерване на електропроводимост, pH и влажност на почвата

За експерименталното изследване е проектирана и разработена система, чиято схема се състои от следните основни блокове (фиг.2.):

- микроконтролер, който събира необходимата от сензорите информация, обработва я по подходящ начин и я предоставя за визуализация и съхранение в паметта.
- захранващ блок, който служи за захранване на микроконтролера. Останалите блокове са свързани към захранващи изводи от платката на микроконтролера.
- модул за измерване на киселинност на почва.
- модул за измерване на засоленост на почва.
- модул за измерване на влажност на почва.
- графичен потребителски интерфейс, за визуализация и съхранение на стойностите на измерените параметри в персонален компютър.



Фиг. 2. Безжична система за измерване на рН, електропроводимост и влажност на почва

Кит за измерване на основните химични елементи в почвените проби

Най-значимите елементи за растежа на растенията са азот (N), фосфор (P) и калий (K) (Thomaz, E., 2018), поради тази причина те се наричат основни хранителни елементи или макронутриенти. За измерването им се използва почвен кит за анализ на почва МТ 6003, който позволява да се измери концентрацията на трите основни химични елемента азот, фосфор и калий в проба от почва (фиг.3).



Фиг. 3. Почвен кит за измерване на концентрацията на трите основни химични елемента азот, фосфор и калий в проба от почвата

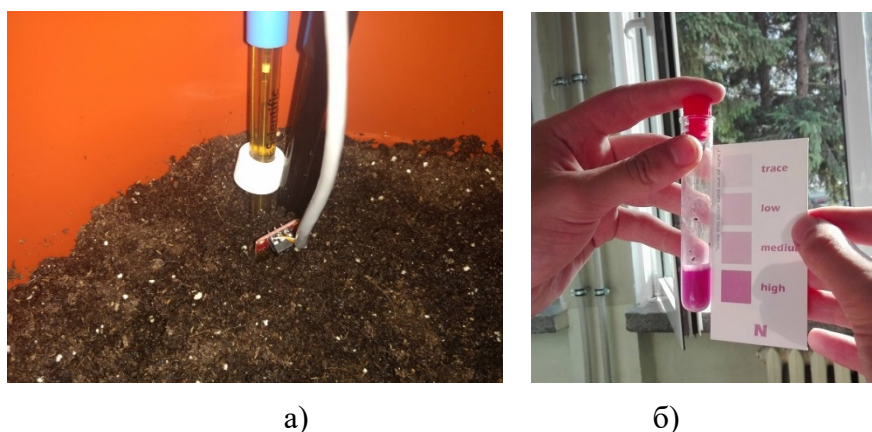
Процедурата по анализ на почвените проби включва следните основни етапи:

- взема се проба от почвата, предназначена за анализ;
- поставя се в епруветка до 7.5 mL, която предварително е запълнена с разтвора за екстракция МТ 5015, който представлява разтворител (екстрагент) за извличане на един или няколко компонента от смес в твърдо или течено състояние;
- почвения разтвор се разбърква за една минута;

- екстракцията престоява 5 минути, утаява се;
- провеждат се индивидуални тестове за азот, фосфор и калий чрез вземане на 2,5 mL течност от екстракцията и поставянето ѝ в чиста епруветка, в която се добавя съответния за химичния елемент реактив, разклаща се за 30 секунди, за да се разтвори реагента и след 5 минути се сравнява цвета на получената течна проба с цветовата карта за съответния химичен елемент.

Експериментални резултати

На фиг. 4. е представено измерването на основни химични елементи и индикатори на почвата с разработената система и почвения кит.



Фиг. 4. Измерване на основни химични елементи и индикатори на почвата: а) измерване на рН, електропроводимост, влажност и б) измерване на азот в почва

За преобразуване на нивото на цветовите карти за трите основни химични елементи са използвани следните стойности, представени в табл. 1.

Таблица 1. Нива на цветовите карти за трите основни химични елементи и числовите им стойности

Ниво	Азот (N), µg/g	Фосфор (P), µg/g	Калий (K), µg/g
Много ниско	<10	<20	<75
Ниско	10-20	20-40	75-150
Средно	20-30	40-100	150-250
Високо	>30	>100	250-800

В табл. 2. са представени коефициентите на корелация при изследване на зависимостта на основните химични елементи и основните индикатори на почвата.

Получените резултати показват, че азота има силна зависимост с електропроводимостта, фосфорът – значителна зависимост от индикатора киселинност, а калият – умерена зависимост от индикатора киселинност.

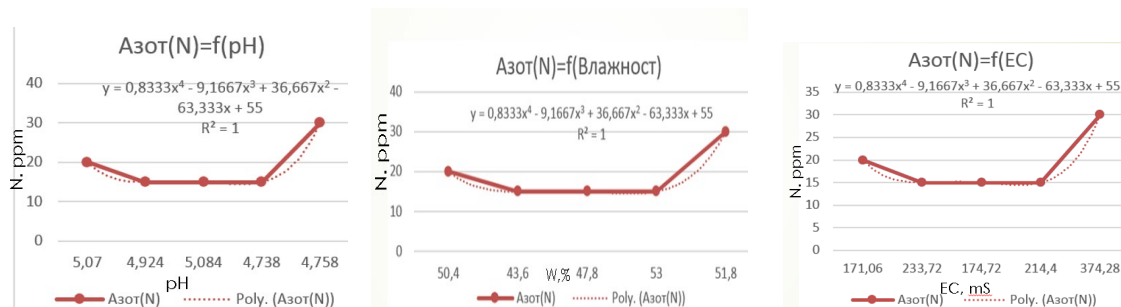
Таблица 2. Коефициенти на корелация при изследване на зависимостта на основните химични елементи и основните индикатори на почвата

Химичен елемент	Ст-т рН	Ст-т ЕС, µS/cm	Влажност, %
Азот(N)	-0,366713822	0,830438111	0,4370447
Фосфор(P)	0,56860944	-0,00930641	0,06943827
Калий(K)	0,338510547	-0,28646209	0,20271505

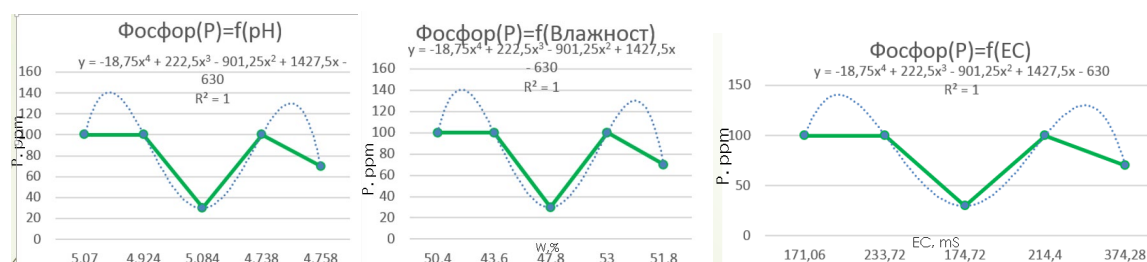
Разработване на модел за косвено определяне на съдържанието на основни химични елементи чрез измерване на основни индикатори на почвата

За разработване на модел за косвено определяне на съдържанието на основни химични елементи чрез измерване на основни индикатори на почвата са апроксимирани получените експериментални стойности.

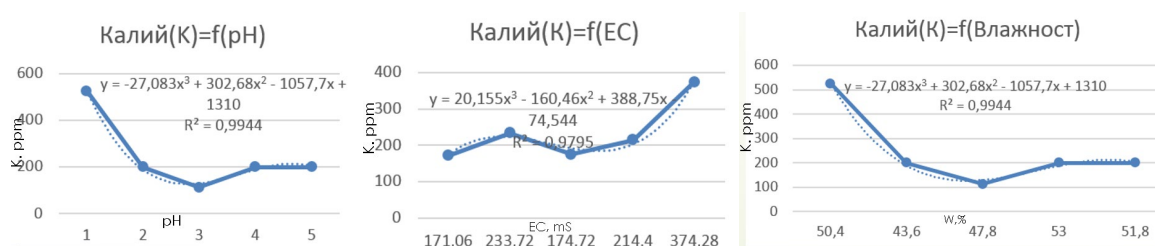
За адекватен модел е приет модел от съответния ред, чиито коефициент на детерминация е близък до единица. Този коефициент показва какъв процент от разсейването на съответната резултативна променлива се обяснява с действието на факторната променлива.



Фиг. 5. Модел за косвено определяне на азот



Фиг. 6. Модел за косвено определяне на фосфор



Фиг. 7. Модел за косвено определяне на калий

ИЗВОДИ

Получените резултати от корелционния анализ на основни химични елементи и свойства на почвата показват, че азота има силна зависимост с електропроводимостта, фосфорът – значителна зависимост от индикатора киселинност, а калият – умерена зависимост от индикатора киселинност.

Разработени са модели за косвено определяне на съдържанието на основни химични елементи чрез измерване на основни индикатори на почвата. Моделите са полиноми от четвърти ред за азот и калий, и от трети ред за фосфор.

Благодарност

Изследванията са подкрепени по договор на Русенски университет "Ангел Кънчев" с № BG05M2OP001-2.009-0011-C01, „Подкрепа за развитието на човешките ресурси в областта на научните изследвания и иновации в Русенски университет "Ангел Кънчев", финансиран по Оперативна програма „Наука и образование за интелигентен растеж“ 2014-2020”, съфинансирана от Европейския социален фонд на Европейския съюз“.

Изследванията са подкрепени по договор с Русенски университет "Ангел Кънчев" с № ФНИ – ЕЕА – 03, „Изследване и моделиране на процесите отглеждане, преработване и окачествяване на хранителни продукти“.

REFERENCES

Bargrizan, S., Smernik, R., Fitzpatrick, R., Mosley, L., (2018). The application of a spectrophotometric method to determine pH in acidic (pH<5) soils, *Talanta*, 186, 421-426

Fan, K., Weisenhorn, P., Gilbert, J., Shi, Y., Baif, Y., Chu, H., (2018). Soil pH correlates with the co-occurrence and assemblage process of diazotrophic communities in rhizosphere and bulk soils of wheat fields, *Soil Biology and Biochemistry*, 121, 185-192

Mostafaei, H., Montieri, A., Persico, V., Pescapé, A., (2016). An efficient partial coverage algorithm for wireless sensor networks. In: *2016 IEEE Symposium on Computers and Communication (ISCC) (ISCC2016)*, Messina, Italy, 501–506.

Thomaz, E., (2018). Interaction between ash and soil microaggregates reduces runoff and soil loss, *Science of The Total Environment*, 625, 1257-1263

Zhanga, Y., Biswasa, A., Adamchuk, V., (2017). Implementation of a sigmoid depth function to describe change of soil pH with depth, *Geoderma*, 289 (1), 1–10