

FRI-10.326-1-EEEE-08

DEVELOPMENT OF MODELS TO DETERMINE THE EXCESS OR DEFICIENCY OF CHEMICAL ELEMENTS IN PLANTS⁷

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:** The paper presents development of color models to determine the excess or deficiency of chemical elements in plants. The basic quality parameters of the soil - electrical conductivity and acidity, as well as the available chemical elements - were also measured in parallel. Mathematical models have been developed to indirectly determine the values of the basic chemical elements in plants by measuring their characteristics. The accuracy of the developed mathematical models for indirect measurement of basic chemical elements in plants is yet to be determined.*

***Keywords:** Chemical elements, Soil electrical conductivity, Soil acidity*

ВЪВЕДЕНИЕ

Потребността от визуален контрол на качество, съчетан с увеличаващата се автоматизация във всички сфери на производството води до търсене на автоматична и обективна оценка на визуални параметри както размер, форма, структура, цвят и т.н. Системи изградени от камери, подходящо осветяване, и компютри осигуряват решение на тази задача. Осъществяване контрола на качеството на продукцията чрез визуални изображения се основава на определени методи за окачествяване, които условно могат да се разделят на две групи: механични и визуални. Всички механични методи за разделяне в размерни групи имат общ недостатък - висока степен на травмиране на продукцията в процеса на разделяне, което се дължи на самата природа на метода.

Механичното разделяне използва сили за ориентация - това са центробежни сили, сили на триене, сила на тежестта и т.н. Те могат да се намалят, но не могат да бъдат избегнати, тъй като самите методи за разделяне са основани на тях.

Този проблем се избягва напълно при визуалните методи (Mashud, M., and all, 2014). Те се базират на дистанционно ориентиране и измерване на необходимите параметри, като липсва пряк контакт с обекта на сортиране. Това е валидно за всички визуални методи за контрол и е огромно предимство пред механичните методи за разделяне. Дори степента на разделяне при визуалните методи да е по-ниска от тези на механичните, тя се компенсира от

⁷ Докладът е представен на студентската научна сесия с оригинално заглавие на български език: РАЗРАБОТВАНЕ НА МОДЕЛИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА НАЛИЧИЕ ИЛИ ЛИПСА НА ХИМИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ В РАСТЕНИЯ.

факта, че макар и неправилно разделена продукцията не се уврежда, а това намалява разходите за производство. Това предимство компенсира и по-високата себестойност на системите за визуален контрол. Друго предимство на тези системи е възможността за съхраняване на придобитите изображения с цел изследване на по-късен етап.

Основна част при окачествяване на продукцията с визуални системи е анализа на образа. Представянето на изображението в паметта на компютъра става посредством конкретно описание. Описанието на обектите от дадено изображение се анализира с цел тяхното разпознаване. Основните задачи, които се решават при компютърното разпознаване на образи са:

- представяне на измерените данни за обектите, които подлежат на разпознаване;
- предварителна обработка на данните и отделяне на характерни признаци за обектите.

През последните години системите за оценка на качество чрез анализ на визуални изображения са широко приложими за контрол и класификация на плодове, зеленчуци и други видове продукция (Kumar, V. and all, 2014). За индикатори на качеството на продукцията се използват определени показатели, които могат да бъдат както външни, така и вътрешни (Qian, L. and all, 2017). Към външните показатели на качество спадат: размер, форма, цвят, външни дефекти и други. Към вътрешните показатели на качество спадат: съдържание на захар, киселинност, тегло, твърдост и други.

В статията са представени разработени модели за определяне на наличието или липсата на основни химични елементи в растения на домати чрез анализ на основните качествени параметри на почвата.

ИЗЛОЖЕНИЕ

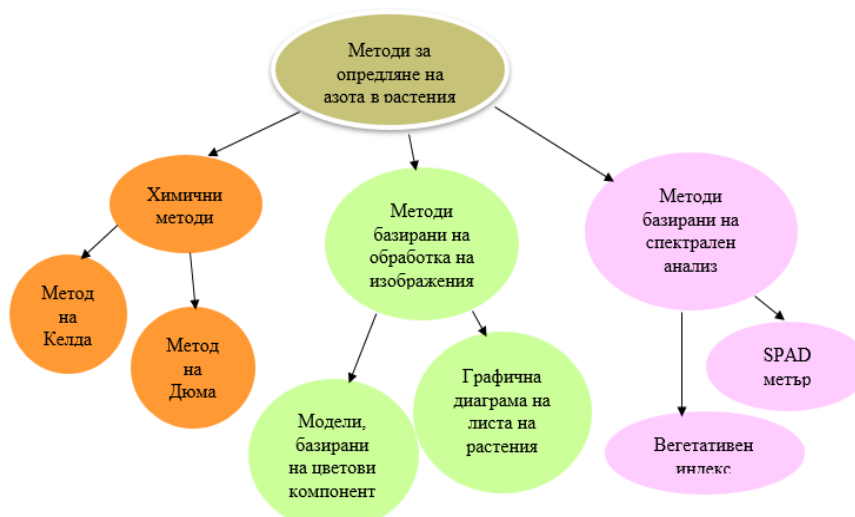
В началните фази на развитието си растенията се нуждаят от много малко азот, но той им е крайно необходим, за да не се получи задържане в растежа на листата и корените, с което да се ограничи усвояването на други хранителни вещества. Най-голяма нужда от азотна храна растенията имат в периода на интензивното нарастване, а също така при залагане на репродуктивните органи.

През време на узряването листата започват да стареят и натрупаните в тях вещества се придвижват към репродуктивните органи. Прекомерното и едностранчиво азотно торене усилва растежа, листата нарастват и придобиват тъмозелен цвят, вегетационният период се удължава и узряването се забавя. Поради натрупването на повече белтъчини в растенията се задържа голямо количество вода и тъканите стават меки и сочни. Такива растения са предразположени към гъбни болести, по-силно се нападат от вредители, а житните зърнени култури полягат.

При недостиг на азот листата изменят цвета си от бледозелен до жълто-зелен и жълт. Пожълтелите листа по-късно придобиват оранжев или кафяв оттенък и преждевременно опахват. Растенията остават дребни, със слаба фотосинтетична дейност и се вдървесняват, в резултат на което не се осигурява висок и качествен добив на зелена маса, плодове и семена.

Количеството азот в растенията може да бъде измерено, чрез няколко метода, а именно измерване на вегетационен индекс, SPAD метър именно химически тест, и диаграма на цветните листа. Всеки метод има своя предимства и недостатъци.

За определяне на количеството азот в растението се използва измерването на вегетационният индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). Това е цифров индикатор, при който се използват вълни бизло до инфрачервеният спектър. Характерно за него, е че светлината която растението поглъща или абсорбира непряко служи за измерване на количеството азот в растението. Този метод (NDVI) може да се получи от сателитно изображение, но не е подходящо за определяне на азот в малка площ.



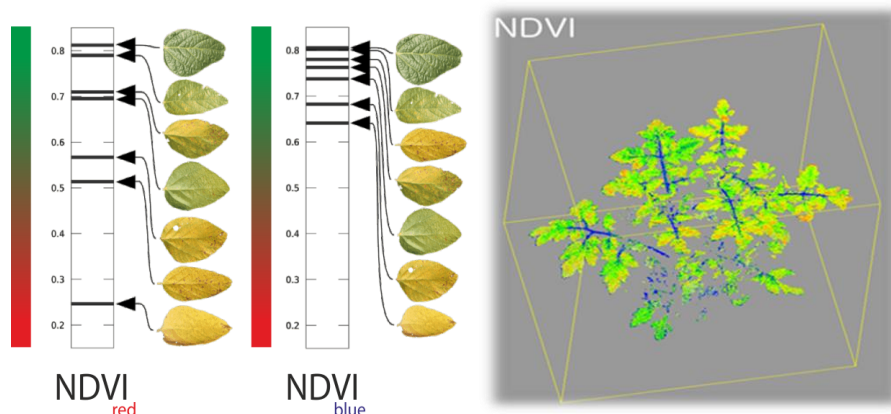
Фиг. 1. Класификация на методите за определяне на азот

Този индекс се основава на наблюдението, че различните повърхности отразяват различно различните видове светлина.

Чрез съотношението на червените и близките инфрачервени ленти от отдалечено изображение, може да се определи индекс на растителност "greenness". Индексът на нормализираната разлика в растителността (NDVI) е може би най-честият от тези индекси на съотношението растителност. NDVI се изчислява на базата на пиксел като нормализирана разлика между червените и близките инфрачервени ленти от изображението:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

където NIR е стойността на близката инфрачервена лента за клетка и RED е стойността на червената лента за клетката. NDVI може да се изчисли за всяко изображение, което има червена и близка инфрачервена лента. Биофизичната интерпретация на NDVI е част от абсорбираната фотосинтетично активна радиация.



Фиг. 2. Индексът на нормализираната разлика в растителността (NDVI)

Най-значимите елементи за растежа на растенията са азот (N), фосфор (P) и калий (K), поради тази причина те се наричат основни хранителни елементи или макронутриенти. Тези елементи обикновено се добавят към почвата чрез торене. За измерването им е предложен подход чрез 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).

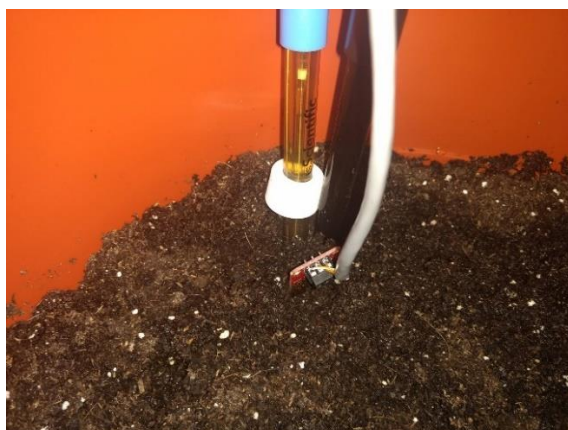
Процедурата по анализ на почвените проби включва следните основни етапи:

- взема се проба от почвата, предназначена за анализ;
- поставя се в епруветка до 7.5 mL, която предварително е запълнена с разтвора за екстракция MT 5015;
- 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.



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

На фиг. 4. а) е показан момент от измерване на основните индикатори на почва в една от използваните саксии, а на фиг. 4. б) – от определяне на един от основните химични елементи.



а)



б)

Фиг. 4. Измерване на рН, електропроводимост, влажност и азот в почва

Средните стойности от измерванията за основните индикатори и химични елементи са представени в табл. 1.

За преобразуване на нивото на цветовете карти за трите основни химични елементи са използвани стойности от литературата, представени в табл. 2.

В табл. 3. 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 1. Средните стойности от измерванията за основните индикатори и химични елементи

Вид тор	Ст-т на рН	Ст-т ЕС, S/cm	Влажност, %	Азот(N)	Фосфор(P)	Калий(K)
PK 16:16	5,07	171,06	50,4	20	100	525
NPK 6:12:12	4,924	233,72	43,6	15	100	200
NPK 5:4,5:8	5,084	174,72	47,8	15	30	112,5
NPK 5:15:10	4,738	214,4	53	15	100	200
NPK 10:10:10	4,758	374,28	51,8	30	70	200

Таблица 2. Нива на цветовете карти за трите основни химични елементи и числовите им стойности

Ниво	Азот (N) ppm	Фосфор (P) ppm	Калий (K) ppm
Trace	<10	<20	<75
Low	10-20	20-40	75-150
Medium	20-30	40-100	150-250
High	>30	>100	250-800

Таблица 3. Коефициенти на корелация при изследване на зависимостта на основните химични елементи и основните индикатори на почвата

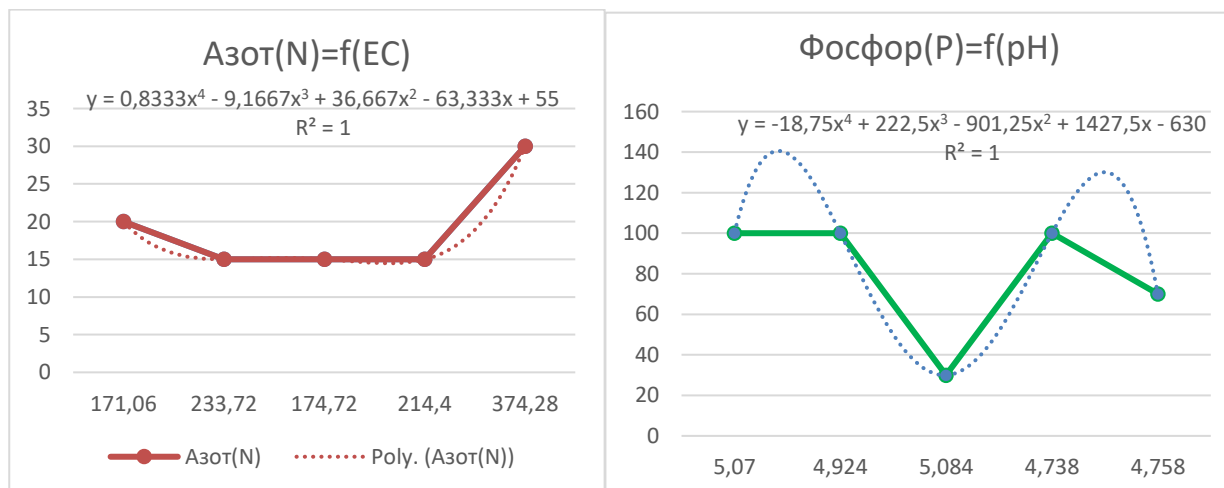
	Ст-т рН	Ст-т ЕС, S/cm	Влажност, %
Азот(N)	-0,366713822	0,830438111	0,4370447
Фосфор(P)	0,56860944	-0,00930641	0,06943827
Калий(K)	0,338510547	-0,28646209	0,20271505

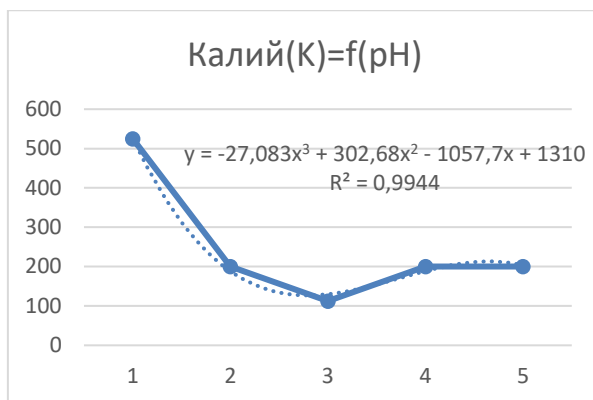
За разработване на модел за косвено определяне на съдържанието на основни химични елементи чрез измерване на основни индикатори на почвата са апроксимирани получените стойности с полином от различни редове.

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.

Получените експерименти показват, че за азота адекватен модел е модел от четвърти ред, за фосфор – от четвърти ред и за калий – от трети ред.

Получените резултати са представени на фиг. 5.





Фиг. 5. Модел (полином от трети ред) за косвено определяне на калий

ИЗВОДИ

Формирана е база от данни със стойности на основните химични елементи за пробите почва и листата на растенията на домати, които ще се използват за създаване на модел и за определянето им чрез киселинността и електропроводимостта.

В доклада е изследвана статистическа зависимостта на основни химични елементи и основни качествени параметри на почвата.

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 с № 2019-ЕЕА-04 „Изследване на влиянието на външни фактори върху точността на измерването на основни параметри на почвата с нискостойностна микропроцесорна система“, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ при Русенски университет „Ангел Кънчев“.

REFERENCES

Kumar, V., Kumar, B., Kumar, R., (2014). Determination of soil pH by using digital image processing techniques, Journal of Applied and Natural Science, Vol. 6, 14-18

Mashud, M., Uddin, M., Islam, S., (2014). Design and implementation of microcontroller based digital soil pH meter. ULAB Journal of Science and Engineering, Vol. 5

Qian, L., Zhou, J., Liu, Y., (2017). Labview-based Study on the Modeling Method of Chlorophyll Content Prediction in Tomato Leaves. AMSE Journals, Vol. 60, 416-428