

METHODS FOR DETERMINATION OF CHEMICAL ELEMENTS IN PLANTS³

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

Abstract: The paper presents an overview of methods for determining chemical elements in plants. Chemical composition of plant cells as well as the basic chemical elements on which the full development of plants depends are analyzed. The influences of the redundancy or deficit of the main chemical elements on the plants are presented. The methods for determining one of the basic chemical elements of the plant nitrogen are analyzed. Computer vision offers objective and non-destructive determination of nitrogen levels in plants.

Keywords: Plant chemical elements, Nitrogen, Computer vision

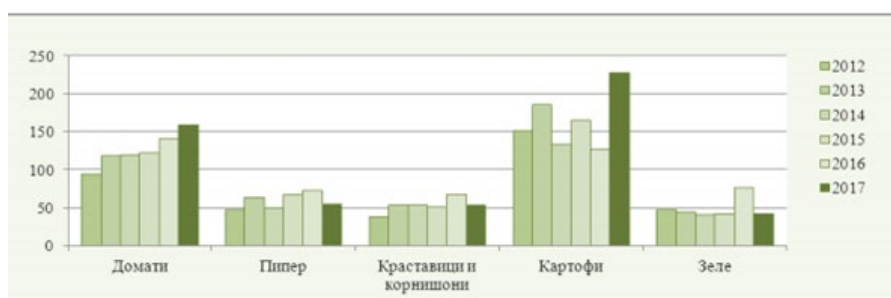
JEL Codes: L10, L11

ВЪВЕДЕНИЕ

Прецизното земеделие е технология, която позволява на земеделските производители да обработват обработваемите площи. Прецизното земеделие има голям потенциал в развиването на икономически и екологични ползи, които се изразяват в намаляване на употребата на вода, торове, препарати, труд и оборудване.

През стопанската 2017 г. площите, използвани за производство на зеленчуци в земеделските стопанства, са 74.8 хил. ха, с 24 % повече от предходната година.

Откритите площи, засадени със зеленчуци, са 73.8 хил. ха, от които са реколтирани 71.4 хил. ха. Оранжерии са с площ 0.966 хил. ха, като са използвани 2.06 пъти за производство на зеленчуци. Продукцията от зеленчуци – реколта’2017, е в размер на 831.1 хил. тона, като от тях 102.2 хил. тона са оранжерийно производство.



Фиг. 1. Сравнение на производства на основни зеленчуци по години (хил. тона) за България

³ Докладът е представен на сесия на секция „Електротехника, електроника и автоматика на 26 октомври 2018 с оригинално заглавие на български език: МЕТОДИ ЗА ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ХИМИЧНИ ЕЛЕМЕНТИ В РАСТЕНИЯ

ИЗЛОЖЕНИЕ

За земеделските производители е важен добивът и качеството на продукцията (Veleva-Donova, P., Atanassova, S., Zhelyazkov, G., 2017).

За правилното развитие и висок добив растенията се нуждаят от различни химични елементи.

Съдържание на химични елементи в растенията

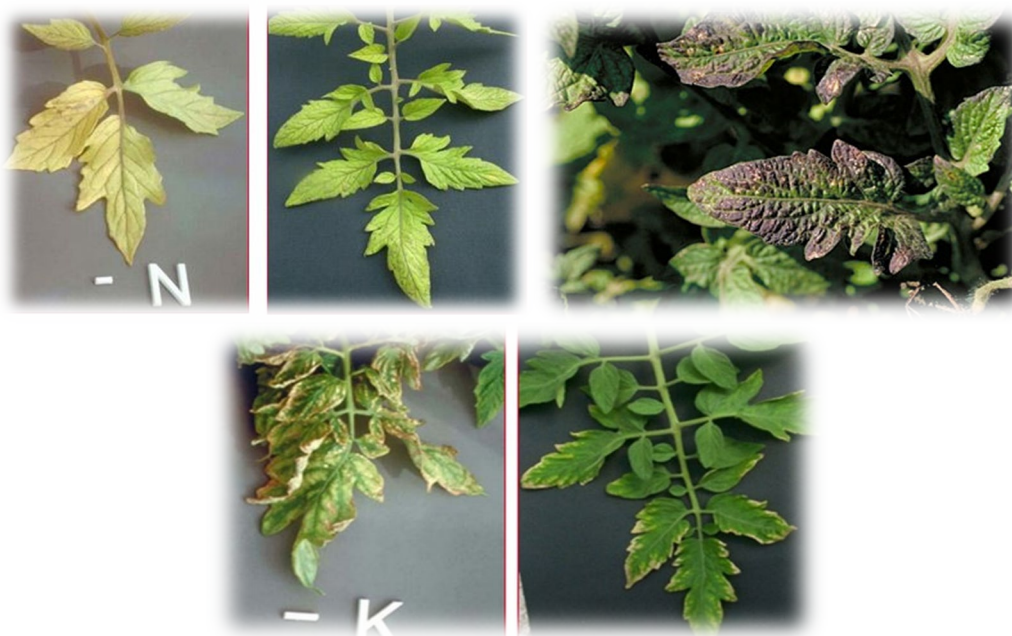
Трите най-важни химични елементи, за пълноценното развитие на растенията са: азот /N/, фосфор /P/ и калий /K/ (Niu, M., Appuhamy, J., Dungan, R., Kebreab, E., Leytem, E., 2017).

Таб.1. Химичен състав на растителни клетки и тъкани (в % от свежото тегло).

Химичен елемент	%	Химичен елемент	%
Азот	3,00	Желязо	0,0100
Фосфор	1,00	Йод	0,0001
Калий	2,00	Натрий	0,0300
Магний	0,02	Цинк	0,0003
Калций	0,15	Сяра	0,1200

Азотът участва активно в състава на протеините в растенията и хлорофила (Finn, D., Page, K., Catton, K., Strounina, E., Kienzle, E., Robertson, F., Armstrong, R. & Dalal, R., 2015., Liu, N., Wu, S., Guo, Q., Wang, J., Cao, C. & Wang, J., 2018). При дефицит на азот, признаците се проявяват първо при по-старите зрели листа, които постепенно променят нормалния си характерен зелен цвят към бледо зелено. Когато има голям дефицит на азот старите листа стават равномерно жълти, а в крайния стадий листата придобиват жълтеникаво бял цвят (Fang, X., Li, Y., Nie, J., Wang, C., Huang, K., Zhang, K., Zhang, Y., She, H., Liu, X., Ruan, R., Yuan, X. & Yi, Z., 2018.). При предоставяне на нужния азот, растението се възстановява от дефицитът на този химичен елемент почти незабавно (до дни) (Kant, S., 2018).

Фосфорът е един от слабоподвижните химични елементи и участва в процеса на фотосинтаза (Pokhrel, S.P., Milke, M.W., Bello-Mendoza, R., Buitrón, G. & Thiele, J., 2018). Този химичен елемент е от изключителна важност за цъфтежа и семеобразуването на растенията. Недостигът на фосфор влошава развитието и растежът на растенията и листата се оцветяват във виолетово. Растенията отглеждани в кисели и глинести почви са особено податливи на фосфорен дефицит (Hamilton, H., Brod, E., Hanserud, O., Müller, B., Brattebø, H. & Haraldsen, T., 2017).



Фиг. 2. Дефицит на азот, фосфор и калий при растения

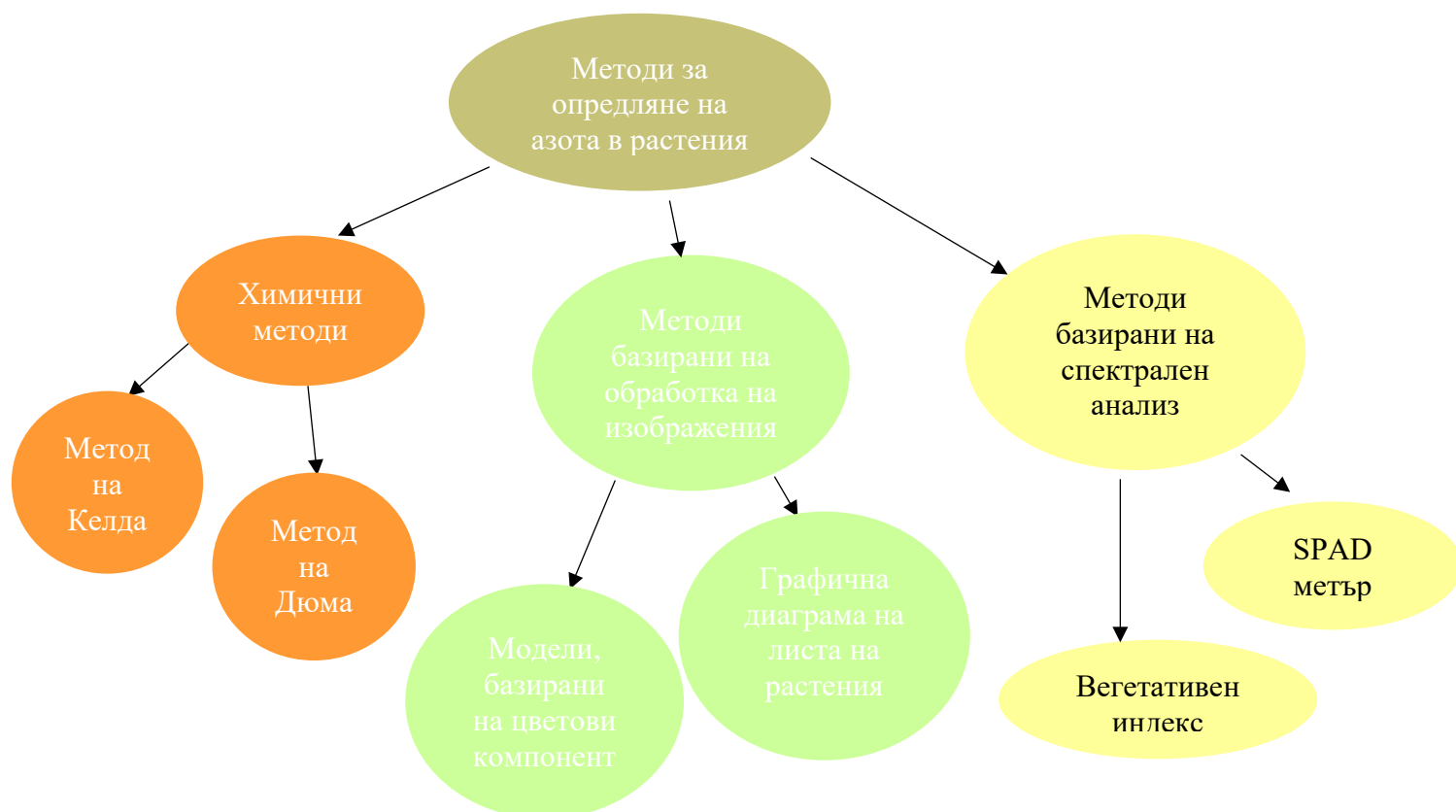
Предпоставка за проявата на фосфорен дефицит са наличието на ниски температури и ограничен достъп до кислород до кореновата система на растенията, тогава листната маса придобива червеникаво-лилав оттенък, ръбовете на листата могат да изглеждат изгорени, а старите листа добиват почти черен цвят. Също така се наблюдава понижаване в количеството на плодове от растенията (Zhu, J., Li, M. & Whelan, M., 2018).

От изключително голяма важност за протичане на процесите в растителните клетки и при фотосинтезата е химичния елемент калий. При наличие на калиев дефицит се наблюдава хлороза некроза върху растителната листна маса. Растенията които страдат от недостиг на калий са по-податливи на болести и замръзване (Rustioni, L., Grossi, D., Brancadoro, L. & Failla, O., 2018).

Методи за откриване наличието или дефицита на азот в растения.

Методите за определяне на излишък или недостиг на азот в растенията могат да се разделят в три основни групи (фиг. 3):

- химични методи - това са методи, които се използват в лабораторна среда и имат висока цена;
- методи базирани на обработка на изображения – характерното при тази група методи е че се използват сложни алгоритми и намират приложение са приложими за определяне наличието или дефицитът на химични елементи в растенията;
- методи базирани на спектрален анализ – при тях определянето на количеството азот в растенията става индиректно, имат сравнително висока точност и висока цена.

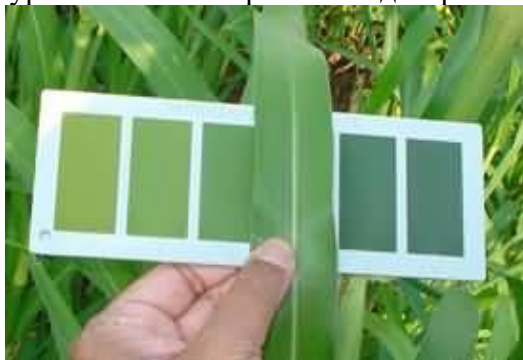


Фиг.3. Класификация на методите за определяне на азот в растения

Методите на Дюма и Калдал се използват в лабораторна среда. Това са лабораторни уреди, за анализ на проби при които може да се определи количеството азот в растенията.

Един от методите е графичната диаграма за определяне на количеството азот в растенията. Представлява цветна диаграма с много оттенъци на цвета на самото листо (от светлозелено до тъмнозелено). При използването на този метод е характерно, това че листната проба трябва да бъде срязана и по този начин да се сравни цвета на листото с цвета

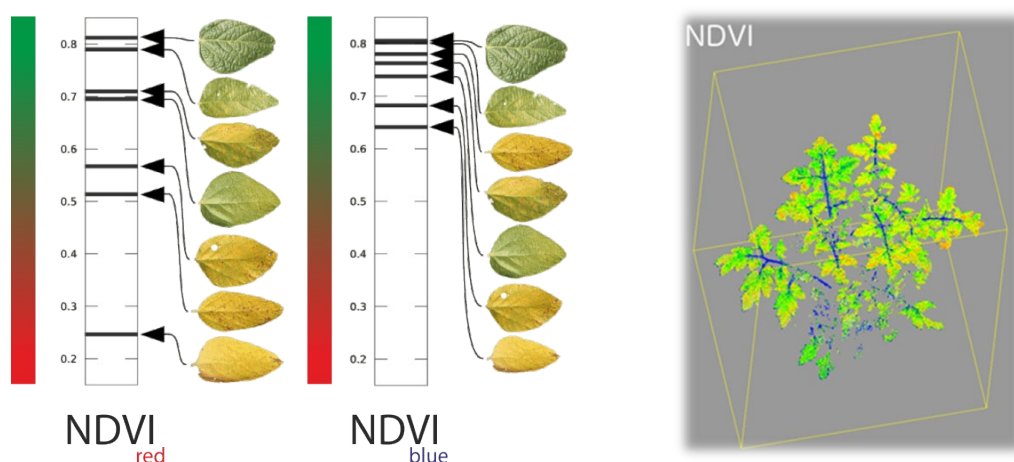
на диаграмата и по този начин се определя количеството азот в листната маса на растението. За различните растителни култури се използват различни диаграми.



Фиг. 4. Цветна диаграма за оценяване на състоянието на листо по цвят

Чрез изчисляване на вегетативният индекс NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) се определя количеството азот в растенията. Това е цифров индикатор, при който се използват лъчения близки до инфрачервената област на спектъра. Светлината която растението поглъща или абсорбира не пряко, служи за измерването на количеството азот в растенията. NDVI може да се определи и от сателитно изображение, но не е подходящо за определяне на азот в малки обработваеми площи.

Вегетативният индекс (NDVI) се изчислява на базата на пиксел, като се пресметне разликата между червените и близките инфрачервени ленти от изображението:



Фиг. 5. NDVI вегетативен индекс за оценяване на растения

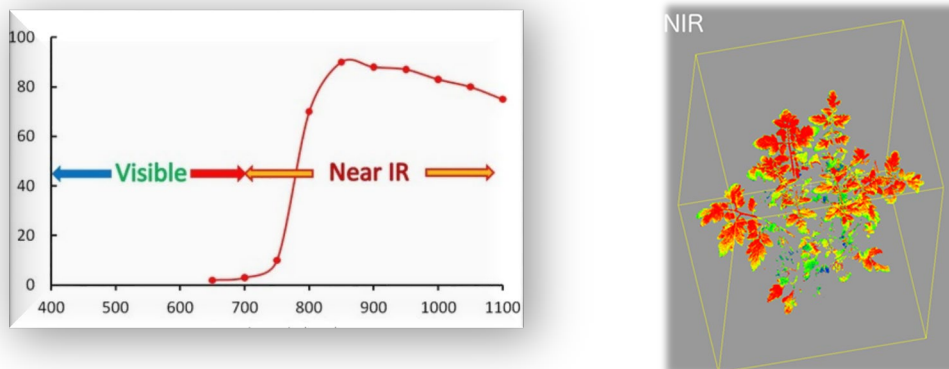
$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (1)$$

Друг метод е устройството SPAD метър, чрез което се измерва количеството хлорофил в растението (Zheng, H., Liu Y., Qin Y., Chen Y. & Fan M., 2015). Сам по себе си хлорофилат е зелен пигмент, чрез който растението фотосинтезира. Химичният елемент азот е една от главните съставки на хлорофилат и чрез този уред може индиректно да бъде измерено количеството азот в растението.

Самият SPAD метър измерва разликата между пропускателната способност в червената (650nm) и инфрачервената област (940nm) през листата, генерирайки цифрова стойност на уреда (Borhan, M.S., Panigrahi, S., Satter, M.A. & Gu, H., 2017).

Недостатък на този уред е, че измерването може да бъде силно повлияно от специфичната част на листата, където се извършва измерването, тъй като хлорофилът е неравномерно разпределен по листото.

Близкият инфрачервен спектър се намира непосредствено след червената дължина на вълната и съдържа дължини на вълните (Titova, T., Nachev, V., Damyanov, S., 2015), които варират от 700 до 1100 нанометра показан на фиг.6. Този диапазон на спектъра е подходящ за определяне на химичните елементи в растението.



Фиг. 6. Оценяване на растенията чрез спектрален анализ

ИЗВОДИ

Направен е обзор на методите за определяне наличие или липса на химични елементи в растения.

Химичните методи са точни, но използват консумативи със сравнително високи цени, изискват време за обработка на данните, използват се предимно в лабораторни условия и то за определени химични елементи.

Методите базирани на спектрален анализ са съвременни, със сравнително висока точност, но уредите за спектрален анализ имат сравнително висока цена и индиректно се определя количеството на азот в растенията.

Методите базирани на обработка на цветни изображения позволява използването на много по-сложни алгоритми и следователно могат да се приложат за определяне на наличие или дефицит на няколко химични елемента едновременно. Тази група методи са широко приложими през последните години за оценяване на различни качествени показатели.

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

Borhan, M.S., Panigrahi, S., Satter, M.A., Gu, H., (2017). *Evaluation of computer imaging technique for predicting the SPAD readings in potato leaves*, Information processing in a agriculture, 275–282

- Finn, D., Page, K., Catton, K., Strounina, E., Kienzle, E., Robertson, F., Armstrong, R., Dalal, R., (2015). *Effect of added nitrogen on plant litter decomposition depends on initial soil carbon and nitrogen stoichiometry*, Soil Biology & Biochemistry, 160-168
- Fang, X., Li, Y., Nie, J., Wang, C., Huang, K., Zhang, K., Zhang, Y., She, H., Liu, X., Ruan, R., Yuan, X., Yi, Z., (2018). *Effects of nitrogen fertilizer and planting density on the leaf photosynthetic characteristics, agronomic traits and grain yield in common buckwheat*, Field Crops Research, 160-168
- Hamilton, H., Brod, E., Hanserud, O., Müller, B., Brattebø, H., Haraldsen, T., (2017). *Recycling potential of secondary phosphorus resources as assessed by integrating substance flow analysis and plant-availability*, Science of the Total Environment, 575, 1546-1555
- Kant, S., (2018). *Understanding nitrate uptake, signaling and remobilisation for improving plant nitrogen use efficiency*, Seminars in Cell & Developmental Biology, 74, 89-96
- Liu, N., Wu, S., Guo, Q., Wang, J., Cao, C., Wang, J., (2018). *Leaf nitrogen assimilation and partitioning differ among subtropical forest plants in response to canopy addition of nitrogen treatments*, Science of the Total Environment, 1026-1034
- Niu, M., Appuhamy, J., Dungan, R., Kebeab, E., Leytem, E., (2017). *Effects of diet and manure storage method on carbon and nitrogen dynamics during storage and plant nitrogen uptake*, Agriculture, Ecosystems and Environment, 250, 51-58
- Pokhrel, S.P., Milke, M.W., Bello-Mendoza, R., Buitrón, G., Thiele, J., (2018). *Use of solid phosphorus fractionation data to evaluate phosphorus release from waste activated sludge*, Waste Management, 76, 90-97
- Rustioni, L., Grossi, D., Brancadoro, L., Failla, O., (2018). *Iron, magnesium, nitrogen and potassium deficiency symptom discrimination by reflectance spectroscopy in grapevine leaves*, Scientia Horticulturae, 241, 152-159
- Titova, T., Nachev, V., Damyanov, C., (2015). *Food quality evaluation according to their color characteristics*, Automatic control and robotics, Vol 14
- Veleva-Doneva, P., Atanassova, S., Zhelyazkov, G., (2017). *Innovative engineering methods for quality evaluation and food safety*, The Małopolska School of Economics in Tarnów Research Papers Collection, vol. 36, iss. 4
- Zhu, J., Li, M., Whelan, M., (2018). *Phosphorus activators contribute to legacy phosphorus availability in agricultural soils: A review*, Science of the Total Environment, 612, 522-537
- Zheng, H., Liu Y., Qin Y., Chen Y., Fan M., (2015). *Establishing dynamic thresholds for potato nitrogen status diagnosis with the SPAD chlorophyll meter*, Journal of Integrative Agriculture, 14(1), 190-195