



Аграрен университет – Пловдив, Научни трудове, т. LIX, кн. 2, 2015 г.
Юбилейна научна конференция с международно участие
Традиции и предизвикателства пред аграрното образование, наука и бизнес
Agricultural University – Plovdiv, Scientific Works, vol. LIX, book 2, 2015
Jubilee Scientific Conference with International Participation
Traditions and Challenges of Agricultural Education, Science and Business



**АЗОТЕН ДЕФИЦИТ ПРИ КРАСТАВИЦИ И ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА
ВЪЗСТАНОВЯВАНЕ ЧРЕЗ ЛИСТНО ТОРЕНЕ
NITROGEN DEFICIENCY IN CUCUMBER PLANTS AND POSSIBILITIES
OF RECOVERY WITH FOLIAR NUTRITION**

**Мирослава Каймаканова*, Невена Стоева
Miroslava Kaymakanova*, Nevena Stoeva**

Аграрен университет – Пловдив
Agricultural University – Plovdiv

*E-mail: miroslava.kaymakanova@yahoo.com

Abstract

The aim of the study was to explore the possibilities for recovery of young cucumber plants grown under nitrogen deficiency by treatment with the *N-extra* foliar fertilizer. The experiment was carried out with cucumbers, cultivar *Gergana*. The plants were grown on full-strength Knop nutrient solution and the other on the same solution without nitrogen.

The results demonstrated that the *N-extra* foliar fertilizer improved the growth and development of the cucumber plants under nitrogen deficiency. The leaf-gas exchange increased as well as the photosynthetic pigment content and the nitrate reductase enzyme activity.

Key words: cucumber plants, foliar nutrition, growth, photosynthesis, nitrate reductase.

ВЪВЕДЕНИЕ

Осигуряването на благоприятен и икономически ефективен хранителен режим е важна предпоставка за повишаване на рентабилността на зеленчукопроизводството. В тази връзка регулирането на минералното хранене се явява важен агротехнически фактор в земеделието. През последните три десетилетия, наред с използваното минерално и органично торене, в страните с развито земеделие широко приложение намира и листното подхранване на зеленчукови култури. Чрез листното подхранване се коригира и допълва минералното хранене на растенията. То засилва растежните прояви на растенията, повишава добива и подобрява качеството на продукцията (Найтова, 2013). Поради това е от особен интерес при отглежданите при неблагоприятни почвено-климатични условия, химично замърсени, кисели или алкални почви, след стресово състояние на

растенията (Кюерпер, 2003). Друго приложение на листните торове е използването им за бързо и ефективно коригиране на физиологични смущения, причинени от недостиг на хранителни елементи.

Установено е, че листният тор *Хумустим* повишава фотосинтезата и регулира метаболизма в клетките (Нејков et al., 2010). За нарастване на добива от зеленчукови култури вследствие употребата на *Хумустим* съобщават и Petkova & Poyazov (2007). При двукратно пръскане с *Хумустим* добивът от брюкселско зеле, сорт *Diablo*, е повишен с 15,2%. Подобни резултати, потвърждаващи стимулиращото влияние на листното подхранване, са получени и при други зеленчукови култури като пипер (Panayotov et al., 2003; Panayotov, 2004), домати (Chapagain and Wiesman, 2004); праз (Masheva, Yankova, 2010) и други.

Panayotov et al. (2003) съобщават, че след използване на листните торове *Campofort* при пипер интензивността на фотосинтезата и съдържанието на фотосинтетичните пигменти са се повишили значително.

От научна гледна точка интерес представлява въпросът, свързан с промяната на физиологичните процеси при възстановяване на млади растения краставици в условия на азотен дефицит. Това ни мотивира да проведем настоящото изследване, основната цел на което беше да се проследи възстановителният ефект от приложението на листния тор *N-extra* при млади растения краставици, изпитали азотен дефицит.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Опитите бяха изведени с млади растения краставици, сорт *Гергана*, във фитостатния бокс на катедра „Физиология на растенията и биохимия“ в Аграрния университет в гр. Пловдив. Растенията бяха отглеждани като пясъчни култури (кварцов пясък) при контролирани условия на средата: фотопериод 14/10 часа (светло/тъмно), интензивност на светлината (ФАР) – $250 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, температура на въздуха $25 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (ден)/ $17 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ (нощ) и относителна влажност на въздуха 65–70%.

Съдовете с растенията бяха поставяни в терини с хранителен разтвор на Кноп (pH = 5.5–5.6) или хранителен разтвор на Кноп с изключване на азот, в зависимост от вариантите. Хранителният разтвор беше сменян през седем дни.

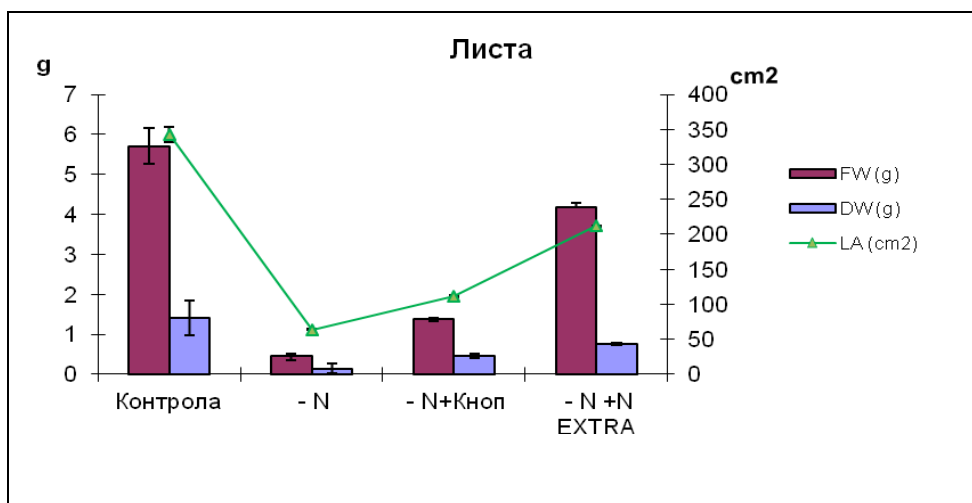
В опита бяха включени следните варианти: вариант 1 – пълен хранителен разтвор на Кноп; вариант 2 – хранителен разтвор на Кноп без азот. След три седмици растенията от този вариант бяха възстановявани, както следва: вариант 3 – с пълен хранителен разтвор на Кноп, и вариант 4 – пълен хранителен разтвор на Кноп + листен тор *N-extra*, изпръскван до пълното омокряне на листата. Листният тор *N-extra* 30-5-5 + TE представлява водоразтворим тор с високо съдържание на урея и микроелементи (произведено от Hortiland – Holland). *N-extra* е продукт, специално създаден за листно подхранване в зеленчукопроизводството, овощарството, при декоративни култури, в концентрация от 2–4 g/l в вода.

След триседмично възстановяване растенията бяха анализирани по отношение на свежа и суха маса на листата, фотосинтетична листна площ (електронен цифров площомер (NEO-2)), листен газообмен (фотосинтетична система LCA-4 (Analytical Development Company Ltd., Hoddesdon, England); съдържание на фотосинтетични пигменти по Lichtenthaler (Berova et al., 2007) и активност на ензима нитратредуктаза по класическия метод на Yaworski (Berova et al., 2007).

Достоверността на разликите е определена по критерия t на Student при следните нива на значимост: * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Резултатите от биометричните измервания на листата на младите краставични растения, сорт Гергана, показват инхибиране на трите измервани величини (свежа маса (FW), суха маса (DW) и листна площ (LA)) (фиг. 1). Отчетен е добър възстановителен ефект на листния тор N-extra по отношение на свежата и сухата биомаса на растенията, въпреки че стойностите остават под контролата – 27% и 46%, съответно за свежата и сухата биомаса. След възстановяване на растенията с листния тор N-extra листната площ значително нараства и остава 36% под контролата.



Фиг. 1. Свежа и суха маса в листата и фотосинтетична листна площ в млади растения краставици, сорт „Гергана“

Fig. 1. Foliar fresh and dry mass and photosynthetic leaf area in young cucumber plants, cultivar "Gergana"

Резултатите от фиг. 1 и сн. 1 са добър показател за възстановителния ефект на листния тор N-extra върху растежа на краставици, отгледани в условия на азотен дефицит.

Ускореният вегетативен растеж на подхранваните растения може да се дължи на голямото количество асимилиран азот, съдържащ се в листния тор. Мощната коренова система от своя страна подобрява растежа и на останалите органи (Atiyeh et al., 2002). Подобни резултати са установени и при домати (Panayotov et al., 2004; Atiyeh et al., 2000). Друга вероятна причина е увеличената концентрация на уреа в листния тор.



Сн. 1. Общ вид на контролните, изпиталите N-дефицит и възстановени растения краставици, сорт „Гергана“

Picture 1. Control plants, plants under nitrogen deficiency and recovered plants with N-Extra, cultivar “Gergana”

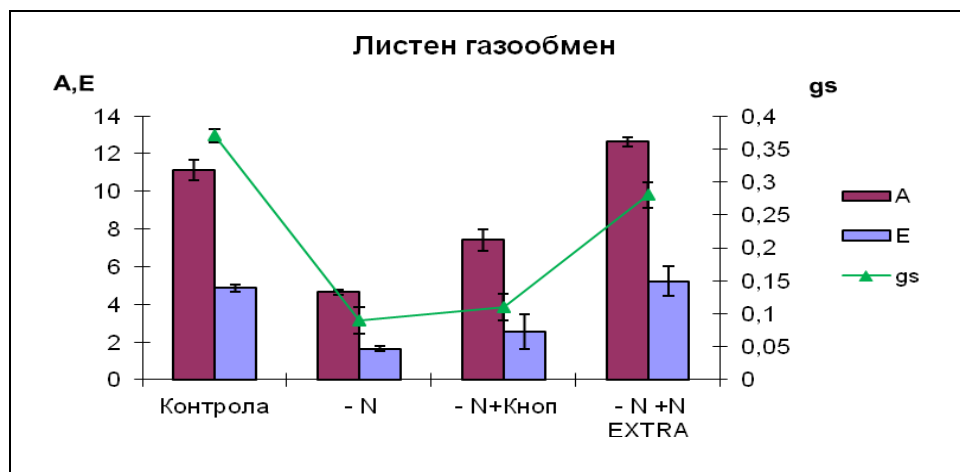
Скоростта на въглеродната асимилация е предпоставка за продуктивността на растенията. Проведените изследвания показват, че растенията, отгледани в условия на азотен дефицит, се характеризират със силно понижена скорост на фотосинтезата (A – 58% под контролата), (фиг. 2). В растенията, третирани с листния тор N-extra, скоростта на фотосинтезата на растенията се повишава с 15% над контролата.

Интензивността на транспирацията (E) при растенията от този вариант също е над контролата – със 7%. Известно е, че ролята на устицата е свързана главно с осигуряването на достъпа на CO_2 до мезофилните клетки. В нашия случай листният тор N-extra повишава устичната проводимост (g_s) и води до по-висока междуклетъчна концентрация на CO_2 , което вероятно е една от основните причини за повишената фотосинтеза.

Независимо от това увеличение на g_s стойностите остават под нивото на контролата (24%), което показва, че освен устично съществува и мезофилно лимитиране в растенията, отгледани в отсъствие на азот.

Съдържанието на фотосинтетичните пигменти в растенията, изпитващи азотен дефицит (табл. 2), е силно намалено (40%–50%). След прекратяване на стресовия период растенията започват постепенно да се възстановяват. Листният тор N-extra освен възстановителен, проявява и стимулиращ ефект.

Така например в растенията от този вариант хлорофил „a” се повишава с 14% над контролата. Представените данни са еднопосочни с тези за интензивността на фотосинтезата (фиг. 2).



Фиг. 2. Ефект на листния тор N-extra върху показателите на листния газообмен в млади растения краставици: A – интензивност на фотосинтезата ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E – интензивност на транспирацията [$\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]; gs – устична проводимост ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Fig. 2. Effect of foliar fertilizer N-extra on parameters of leaf-gas exchange in cucumber plants: A – Net photosynthetic rate ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); E – Transpiration rate [$\text{mmol (H}_2\text{O) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$]; gs – stomata conductance ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)

Листното подхранване не е в състояние да задоволи хранителните потребности на растенията, но е бърз и ефикасен метод за преодоляване на временни стресови състояния. Листният тор N-extra съдържа микроелементи с важно значение за фотосинтезата на растенията.

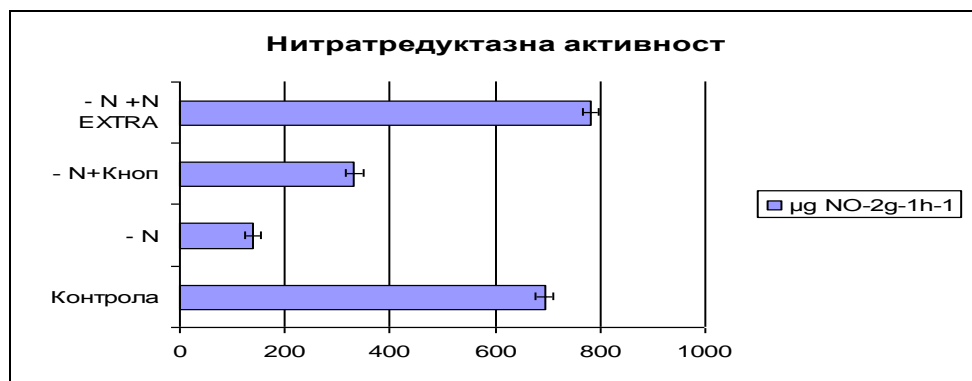
Таблица 2. Ефект на азотния дефицит и листния тор N-extra върху съдържанието на пластидни пигменти в млади растения краставици
Table 2. Effect of nitrogen deficiency and foliar fertilizer N-extra on content of photosynthetic pigments in young cucumber plants

№ вариант	Количество на пластидни пигменти (mg/g)				
	Хл (a)	Хл (b)	Каротиноиди	Хл (a/b)	Хл (a+b)/каротин
Контрола	1,13±0,18	0,35±0,06	0,44±0,06	3,24±0,01	3,39±0,07
- N	0,60±0,06	0,26±0,04	0,28±0,04	2,86±0,11	2,85±0,32
- N + Кноп	0,89±0,40	0,23±0,06	0,30±0,08	3,17±0,27	3,31±0,19
4 - N + N- extra	1,29±1,35	0,31±0,38	0,51±0,54	3,46±0,12	3,26±0,08

Това показва, че повишеното съдържание на пигменти е една от възможните причини за по-високата фотосинтетична скорост при подхранваните с листния тор N-extra растения. Получените резултати кореспондират с данните и на други автори (Panayotov et al., 2003). Съотношението на хлорофил „а“ към хлорофил „b“ и това на общия хлорофил към каротиноидите индикират физиологичния статус на растенията (Petkova & Poryazov, 2007).

Получените стойности варират в тесни граници – 3.26–3.46 (хлорофил **a/b**) и 3.26–3.39 (хлорофил **(a+b)**/каротиноиди). Те са в нормата, което показва добър физиологичен статус както на контролните, така и на подхранваните растения.

Резултатите от фиг. 3 показват, че в листата на подхранваните с листен тор растения активността на ензима нитратредуктаза се повишава средно с 12,9%.



Фиг. 3. Активност на ензима нитратредуктаза в млади растения краставици, сорт „Гергана“

Fig 3. Activity of nitrate reductase enzyme in young cucumber plants, cultivar Gergana

По-високата активност на ензима нитратредуктаза предполага, че тези растения усвояват по-добре нитратните йони.

Нитратредуктазата представлява първия ензим, който лимитира усвояването на азота от растенията (Campbell, 1999). Нейната активност често се използва като индикатор за способността на растенията да използват NO_3^- от почвата (Barford and Lajtha, 1992).

ИЗВОДИ

1. Младите растения краставици, сорт „Гергана“, отгледани в хранителна среда без азот, се характеризират със значителни нарушения в растежа, фотосинтетичната активност и активността на ензима нитратредуктаза.

2. След прекратяване на азотния дефицит и третиране с листния тор *N-extra* се ускоряват растежът и развитието на растенията. Увеличават се сухата и свежата фитомаса и листната площ на растенията.

3. Повишава се скоростта на листния газообмен, съдържанието на пластидните пигменти и активността на ензима нитратредуктаза, като тези стойности са най-високи при растенията, третирани с листния тор *N-extra*.

REFERENCES

Berova, M., N. Stoeva, A. Vasilev, Z. Zlatev, 2007. Rakovodstvo za uprazhneniya po Fiziologiya na rasteniyata. Akademichno izdatelstvo na AU – Plovdiv, 142.

Kostadinov, K., S. Filipov, 2010. Vliyanie na listnoto podhranvane varhu vegetativnite proyavi na piper. Nauchni trudove, LV, № 1, 341–346.

Masheva, St., V. Yankova, 2010. Aveykan stimulira rastezhniete i reproduktivni proyavi na praz i morkovi. Institut po zelenchukovi kulturi „Maritsa”, Plovdiv. Rastitelna zashtita, t. XLIX, № 2, 35.

Neykov, St., P. Chavdarov, K. Uzundzhaliyeva, N. Velcheva, 2010. Listno podhranvane s Humustim na salata. AI na AU, Plovdiv. Zemedelie plyus, № 3, 43–44.

Panayotov, N., K. Sapundzhieva, Y. Kartalska, 2004. Vliyanie na biotor – kompost ot chervei varhu razvitiето na razsad ot domati i na rizosfernata mikroflora. Sbornik na dokladite ot petata nauchno-tehnicheska konferentsiya s mezhdunarodno uchastie, ekologiya i zdrave, AI na AU, Plovdiv, 193–198.

Panayotov, N., 2004. Morfologichno razvitiye i produktivnost na rasteniyata ot piper sled prilozhenie na listniya tor Hortigrow. Nauchni trudove. AU, Plovdiv, Seriya V, t. III, 97–104.

Panayotov, N., N. Stoeva, T. Babrikov, 2003. Vliyanie na listnite torove CAMPOFORT varhu fiziologichnoto sastoyanie na rasteniyata ot piper. Nauchni trudove AU, tom XLVIII, 239–245.

Petkova, V., I. Poryazov, 2007. Biologichna efektivnost na kompleksniya tor Humustim pri gradinski fasul i bryukselsko zele. Institut po zelenchukovi kulturi „Maritsa”, Plovdiv. Rastenievadni nauki, XLIV, № 2, 154–158.

Haytova, D., 2013. Vliyanie na listnoto torene varhu produktivnostta na gotvarski tikvichki (Cucurbita pepo L. var giromontis). AU, Plovdiv. Rastenievadni nauki, L, № 1, 83–87.

Atiyeh, R., S. Lee, C. Edwards, Q. Arancon, J. Metzger, 2002. The influence of humic acids derived from earthworm processed organic wastes on plant growth. Bioresour. Technol. 84 (1): 7–14.

Atiyeh, R., Edwards, C., Subler, S. and Metzger, J. 2000a. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. Biores. Technol. 78 (1): 11–20.

Barford, C., K. Lajtha, 1992. Nitrification and nitrate reductase activity along a secondary successional gradient. Plant and soil, 186, 205–211.

Campbell, W., 1999. Nitrate reductase structure, function and regulation: bridging the gap between biochemistry and physiology, *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 50, 277–303.

Chapagain, P., Z. Wiesman, 2004. Effect of Nutri – Vant – PeaK foliar, spray on plant development, yield and fruit quality in green house tomatoes. *Scientia Horticulturae* 102, 177–188.

Kuepper, G., 2003. Foliar Fertilization Current Topic, ATTRA – National sustainable, Agriculture Information service, NCAT Agriculture specialist, March.