

## ЗАВИСИМОСТ МЕЖДУ СЪДЪРЖАНИЕТО НА ЦИНК В ЛИСТАТА И БИОЛОГИЧНИТЕ ПРОЯВИ НА ПАТЛАДЖАНА (*Solanum melongena* L.) ПРИ ЛИСТНО ТОРЕНЕ

КОСТАДИН КОСТАДИНОВ\*, ДЕНКА КОСТОВА  
Аграрен университет, Пловдив  
\*E-mail: kostadinov8@abv.bg

### Influence between the Content of Zinc in Leaves and the Biological Manifestations of Eggplant (*Solanum melongena* L.) in Foliar Spray

K. Kostadinov\*, D. Kostova  
Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria

#### Abstract

In 2004 – 2006 at the experimental field of the department of Horticulture at the Agricultural University – Plovdiv at Molic Fluvisols soil, a trial was carried out to evaluate the efficacy of foliar spray on eggplant cv. "Patladjan 12", grown as mid-early field production. The variants tested were: 1)  $N_0P_0K_0$  – control; 2)  $N_{12}P_6K_6$  – background; 3)  $N_{24}P_{12}K_{12}$  – background; 4) Fitona 1; 5) Hortigrow; 6) Agroleaf; 7) Kristalon; 8)  $N_{12}P_6K_6$  + Fitona; 9)  $N_{12}P_6K_6$  + Hortigrow; 10)  $N_{12}P_6K_6$  + Agroleaf; 11)  $N_{12}P_6K_6$  + Kristalon; 12)  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Fitona; 13)  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Hortigrow; 14)  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Agroleaf; 15)  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Kristalon per da.

More intensive assimilation of Zn was established in variant fertilized with  $N_{12}P_6K_6$  + Fitona. It was established relationship between the zinc content in leaves and the level of productivity, the concentration of photosynthetic pigments, the functional activity of photosynthesis apparatus of eggplant.

**Key words:** eggplant, fertilization, zinc, productivity, chlorophyll, photosynthesis, foliar spray

Фотосинтетичните пигменти, съсредоточени в хлоропластите, участват в поглъщането на светлинната енергия. В литературните източници се посочва, че високото общо съдържание на тази група растителни пигменти е един от основните фактори, стимулиращи биологична продуктивност на организма. Установено е, че приложението на листния тор Masterblend при пипера е свързано с промени в листния газообмен, съдържанието на пластидни пигменти и със силно проявена сортова диференциация (Панайотов, Стоева, 2005).

Чрез много изследвания е доказано благоприятното влияние на цинка върху образуването на пигменти в листата на различните култури. При по-ниско съдържание на кислород в хранителната среда цинкът стимулира образуването на зелените пигменти в листата, особено на хлорофил *b*. Това води до стесняване на съотношението на хлорофил *a* към хлорофил *b* в общата сума на зелените пигменти, до активиране процеса на фотосинтезата и до натрупване на повече органични вещества в растенията. Независимо от това, че при недостиг на цинк намаляват съдържанието на хлорофила и

интензивността на фотосинтезата (Пирибок, 1974), все още, не е доказано специфичното действие на този микроелемент както в биосинтезата на хлорофила, така и в реакциите на фотосинтезата.

Допуска се и неговото участие в биосинтезата на предшествениците на хлорофила (Школьник, 1974).

По-голяма част от съдържащия се в листата цинк е във вид на йони или нискомолекулни съединения. Според сведения на Косицын (1965) около 80% от цинка в листната тъкан на някои растения се намират в клетъчния сок в йонна форма или във вид на нискомолекулни съединения, около 10% – в белтъчините на цитоплазмата и около 10% – в митохондриите.

Биологична ефективност на листното подхранване е установена в редица изследвания относно влиянието му върху водния режим на растенията, активността на кореновата система, физиологичните процеси в растенията и възможността чрез листно третиране да се допълни минералното торене (Franke, 1986; Pavlova et al., 1986; Alexander, Schroeder, 1987; Ботева, Петкова, 2007). Изследван е ефектът от листно подхранване с Agroleaf

върху добива, съдържанието на нитрати и някои физиологични параметри при градински фасул (Stancheva et al., 2004).

Целта на настоящото изследване беше да се установи зависимостта между съдържанието на цинк в листата на патладжана и биологичните прояви на растенията при използване на торове за листно подхранване с оглед оптимизиране минералното хранене на тази култура.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

През периода 2004 – 2006 г. в УОП на Катедра „Градинарство“ при АУ – Пловдив е проведен полски опит с патладжан сорт *Патладжан 12*, отгледан като средно ранно полско производство. Опитът е заложен на Алувиално-ливадна почва при следните варианти: 1)  $N_0P_0K_0$  – контрола; 2)  $N_{12}P_6K_6$ ; 3)  $N_{24}P_{12}K_{12}$ ; 4) Фитона 1; 5) Hortigrow универсален; 6) Agroleaf Тотал; 7) Kristalon специален; 8)  $N_{12}P_6K_6$  + Фитона 1; 9)  $N_{12}P_6K_6$  + Hortigrow универсален; 10)  $N_{12}P_6K_6$  + Agroleaf Тотал; 11)  $N_{12}P_6K_6$  + Kristalon специален; 12)  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Фитона 1; 13)  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Hortigrow универсален; 14)  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Agroleaf Тотал; 15)  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Kristalon специален.

Фитона 1 ( $N_{6,6}P_{4,0}K_{5,1}Fe_{0,01}V_{0,15}$ ) е български специализиран течен тор за листно подхранване; Hortigrow универсален ( $N_{20}P_{20}K_{20}$ ) е прахообразен, 100% водоразтворим тор за листно подхранване; Agroleaf Тотал ( $N_{20}P_{20}K_{20}$ ) е листен тор, произведен в Холандия, съдържа чисти висококонцентрирани материали в прахообразна форма; Kristalon специален ( $N_{18}P_{18}K_{18}Mg_3$ ) е прахообразен продукт на химическия концерн „Норск Хидро“ с универсална формула.

Фосфорът и калият са внесени под формата на троен суперфосфат и калиев сулфат при предпосадъчната обработка на площта, азотът като амониев нитрат и листните торове – като двукратно подхранване в началото на цъфтежа и около 20 дни по-късно. Торовете Kristalon и Agroleaf са използвани в доза 300 g/da, Фитона в доза 250 ml/da, а Hortigrow в концентрация 0,3%. Листното подхранване е извършвано привечер с гръбна пръскачка, като на декар е изразходван по 80 литра работен разтвор с добавка на прилепител.

Цинкът е определян спектрофотометрично с Трифенилтетразолов хлорид (ТТС) (Alexandrov, Kamburova, 1985). Йонно-асоциираният комплекс на Zn (II) с ТТС образува добре разтворим в 1,2-дихлороетан асоциат. При концентрация на трифенилтетразоловия хлорид  $1,2 \times 10^{-3}$  mol/l, концентрация на тиоцианатните йони 1,3 mol/l и киселинност на водната фаза pH 2, е определено съдържанието на Zn (II) в разтворите на растителните проби.

Светлинната абсорбция е измерена на спектрофотометър UV-VIS, Carl Zeiss Jena (Germany),  $b = 1$  cm,  $\lambda = 360$  nm.

Добивът е изчислен в kg/da.

Съдържание на пластидни пигменти – анализирани са по 14 добре оформени листа от вариант, от средните етажи на растенията, от четирите повторения във фенофаза начало на плододаване. Хлорофил *a*, *b* и каротиноидите са определяни по метода на Lichtenthaler and Wellburn (Lichtenthaler, 1987). Пигментите са извлечени с ацетон 80% и са филтрирани с филтър Г - 3. Отчетени са със спектрофотометър “Specol 11” Carl Zeiss Jena, Germany (Берова и др., 2004). Измерването е извършено при три дължини на вълната на светлината, отговарящи на максимумите на поглъщане на отделните пигменти: хлорофил *a* = 663 nm; хлорофил *b* = 644 nm; каротеноиди = 440 nm.

Листният газов обмен: скорост на фотосинтезата (A), интензивност на транспирацията (E) и устична проводимост ( $g_s$ ) са определени с фотосинтетична система LCA - 4 (ADC, England) (Берова и др., 2004). Скоростта на нето фотосинтезата е определяна по намаляващата концентрация на  $CO_2$  в камерата, а интензивността на транспирацията – по нарастващата концентрация на водните пари. Устичната проводимост се отчита автоматично от апарата, като се използват данните за E, температурата, енергийния баланс в камерата и концентрацията на водните пари. Измерванията са направени с интактни растения – по четири от всеки вариант. За всеки анализ в листната камера на апарата се поставя по един лист от растение, като условията на средата са: интензивност на светлината 1200 – 1800  $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$ , температурата на въздуха 26 – 30 °C и относителната влажност на въздуха 60 – 65%.

Статистическият анализ е извършен с MS Excel, като е използван модулът за регресионен анализ.

## РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Фотосинтетичните пигменти са един от важните вътрешни фактори, определящи фотосинтетичната активност, а оттам и добива. В нашето изследване е проследена връзката между количеството на цинка в листата от патладжан и добива, съдържанието на листни пигменти и параметрите на фотосинтезата при използване на различен минерален фон и подхранване с различни листни торове. В досегашните проучвания не е проследена тази зависимост.

От получените резултати за натрупване на цинк в листата се вижда, че неговото съдържание е най-малко в растенията, торени с Agroleaf – 0,06 mg/g

Zn (фиг. 1). Най-високо е съдържанието на цинк в листата на растенията, торени с  $N_{12}P_6K_6$  + Фитона – 0,28 mg/g Zn, следвани от  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Kristalon – 0,20 mg/g Zn поради това, че листните торове Фитона и Kristalon съдържат специфични комбинации от макро- и микроелементи, стимулиращи смукателната способност на корените, което подпомага усвояването на цинк от почвата.

Максималните стойности на пластидните пигменти се наблюдават след внасяне на  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + листни торове. Съдържанието на *хлорофил а*, *хлорофил b* и *каротеноиди* е най-високо при  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Kristalon, съответно 2,51, 1,84 и 0,82 mg/g и при  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Agroleaf, съответно 2,49, 1,83 и 0,81 mg/g.

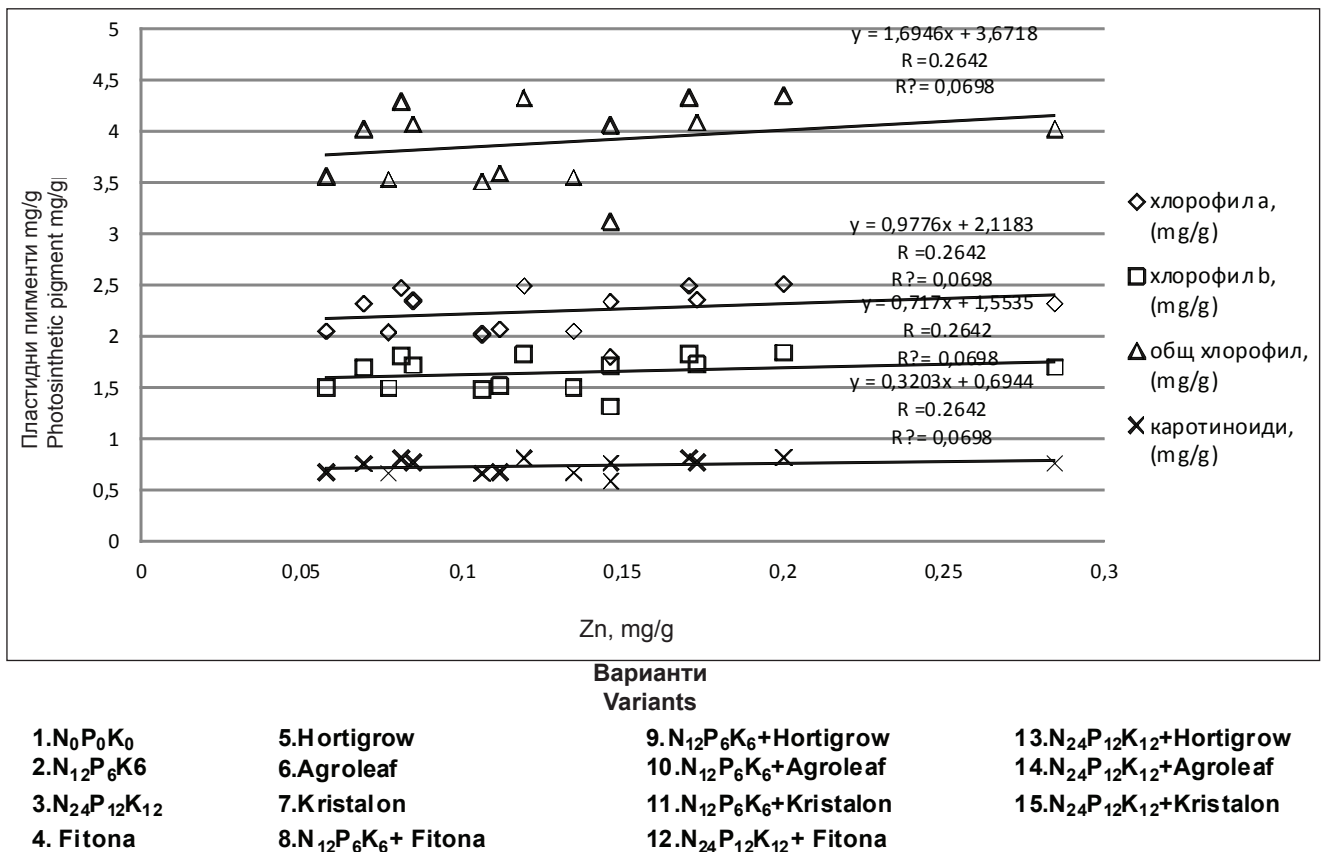
Комбинирането на по-ниския фон  $N_{12}P_6K_6$  с листно подхранване увеличава количеството на *хлорофил b* от 13,20% при  $N_{12}P_6K_6$  + Фитона до 28,90% при  $N_{12}P_6K_6$  + Kristalon.

Най-голямо е увеличението при по-високия фон  $N_{24}P_{12}K_{12}$ , комбиниран с листни торове. То варира от 37,4% след торене с  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Фитона до 39,4% след  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Kristalon. Тази тенденция се наблюдава и по отношение натрупването на *хлорофил а* и *каротеноидите*.

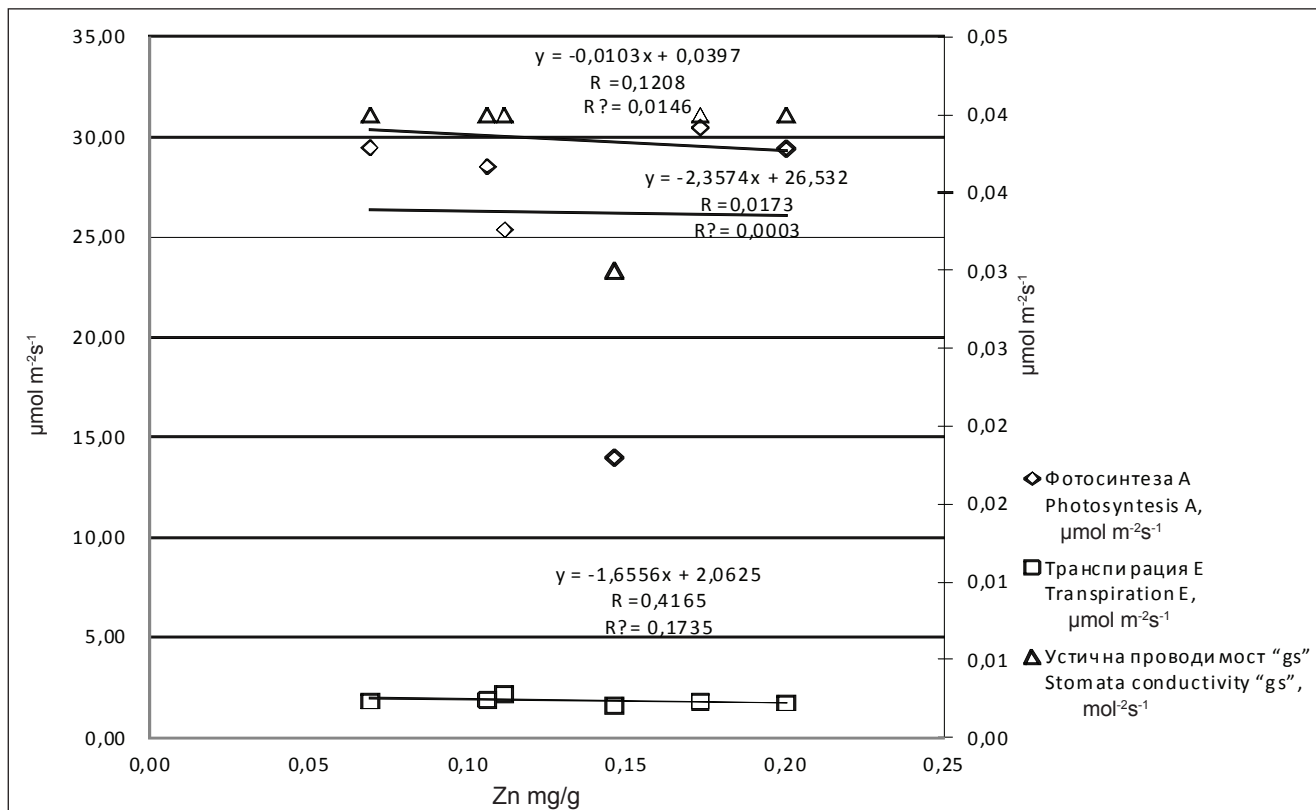
На фиг. 1 са показани регресионните линии, отразяващи измененията на фотосинтетичните пигменти в зависимост от количеството на цинка. Корелационните връзки между цинка и пластидните пигменти са силни. Коефициентите на детерминация са приблизително еднакви (6,98%), което значи, че в 6,98% от случаите промените на цинка ще доведат до промени във фотосинтетичните пигменти. Абсолютните изменения в пластидните пигменти, които ще настъпят с единица изменение на цинка, са измерени с коефициентите на регресия, които са съответно за *хлорофил а*  $B = 0,9776$ , за *хлорофил b*  $B = 0,717$  и за *каротеноидите*  $B = 0,320$ .

В зависимост от количеството на цинка в листата се променят и параметрите на листния газообмен. От изпитваните варианти с най-висока скорост на фотосинтезата са тези, при които е приложено листно подхранване с Kristalon – самостоятелно или на фон от минерални торове, като най-висока стойност се установи при варианта, торен с  $N_{12}P_6K_6$  + Kristalon –  $30,49 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Това се дължи на съдържащия се в този листен тор магнезий, участващ в молекулата на хлорофила.

При вариантите без листно подхранване най-ви-



Фиг. 1. Зависимост между съдържанието на цинк и пластидни пигменти в листа от патладжан  
 Fig. 1. Subordination between the content of Zn and photosynthetic pigments in leaves of eggplant



Варианти

1.  $N_0P_0K_0$ -контрола  
2.  $N_{12}P_6K_6$

3.  $N_{24}P_{12}K_{12}$   
7. Kristalon

11.  $N_{12}P_6$ +Kristalon  
15.  $N_{24}P_{12}K_{12}$ +Kristalon

Фиг. 2. Зависимост между съдържанието на цинк в листата и листния газообмен на растения от патладжан във фенофаза масово плододане (средно за периода)

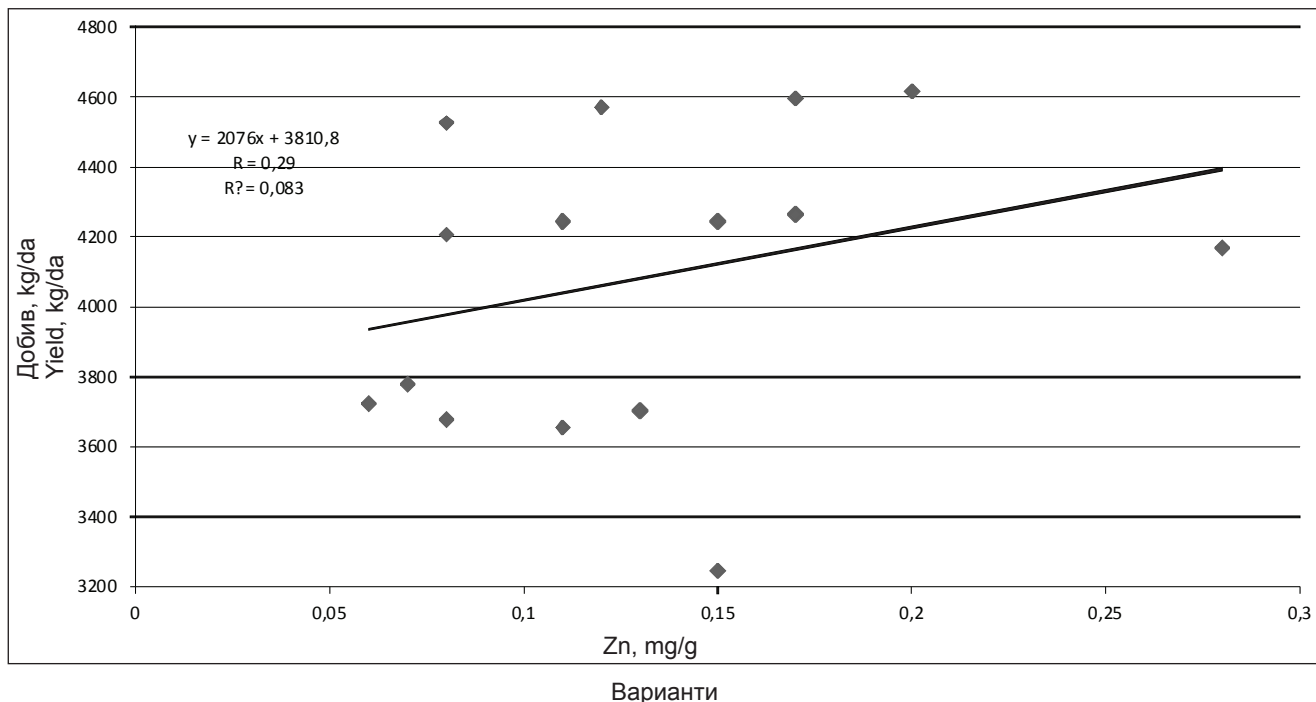
Fig. 2. Subordination between the content of Zn in leaves and leaf-interchange of gases in eggplant (a mean value for the period)

сока е скоростта на фотосинтезата при тези, които са с по-ниско съдържание на цинк, като най-висока скорост се установи при варианта, торен с  $N_{24}P_{12}K_{12}$  ( $28,54 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ). Стойностите на транспирацията също са в обратна зависимост със съдържанието на цинк. Най-висока стойност се установи при варианта, торен с  $N_{12}P_6K_6$  –  $2,18 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Устичната проводимост е с по-висока стойност при всички варианти на торене в сравнение с контролата –  $0,04 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , като разлики между изпитваните варианти не се установиха.

По-ниските стойности на фотосинтезата и транспирацията във вариантите с по-високо съдържание на цинк се дължи на задържащото действие на цинка по отношение на растежа. От задържането на растежа се повишава концентрацията на фотосинтетичните пигменти, увеличава се броя на клетките и намалява техният размер. По-дребните клетки са с по-малки устица и поемат по-малко

количество  $\text{CO}_2$ , което забавя и интензивността на фотосинтезата.

На фиг. 2 са показани регресионните линии, отразяващи измененията на параметрите на листния газообмен в зависимост от количеството на цинка. Корелационната връзка (0,42) между цинка и параметрите на листния газообмен е умерена по отношение на транспирацията, много слаба (0,017) по отношение на скоростта на фотосинтезата и устичната проводимост (0,12). Коефициентите на детерминация показват, че в 42% от случаите промените на цинка ще доведат до промени в транспирацията, в 12% – в устичната проводимост и в 1,73% – в скоростта на фотосинтезата. Абсолютните изменения в параметрите на листния газообмен, които ще настъпят с единица изменение на цинка, са измерени с коефициентите на регресия, които са съответно за скорост на фотосинтезата  $B = -2,3574$ , за транспирацията  $B = -1,6556$  и за устичната проводимост



- |                         |                           |                                  |                                     |
|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. $N_0P_0K_0$ - контр. | 5. Hortigrow              | 9. $N_{12}P_6K_6$ +Hortigrow     | 13. $N_{24}P_{12}K_{12}$ +Hortigrow |
| 2. $N_{12}P_6K_6$       | 6. Agroleaf               | 10. $N_{12}P_6K_6$ +Adroleaf     | 14. $N_{24}P_{12}K_{12}$ +Agroleaf  |
| 3. $N_{24}P_{12}K_{12}$ | 7. Kristalon              | 11. $N_{12}P_6K_6$ +Kristalon    | 15. $N_{24}P_{12}K_{12}$ +Kristalon |
| 4. Фитона               | 8. $N_{12}P_6K_6$ +Фитона | 12. $N_{24}P_{12}K_{12}$ +Фитона |                                     |

Фиг. 3. Зависимост между съдържанието на цинк в листата и добива на патладжан (средно за периода)  
 Fig. 3. Subordination between the content of Zn in leaves and yield of eggplant (a mean value for the period)

$B = -0,0103$ . Те показват, че с единица изменение на цинка параметрите на листния газообмен намаляват.

На фиг. 3 е показана регресионната линия, отразяваща изменението на добива в зависимост от изменението на количеството на цинка. Корелационната връзка между двата показателя е слаба (0,29). Коефициентът на детерминация е 8,3%, което значи, че в 8,3% от случаите промените на цинка ще доведат до промени в добива. Абсолютните изменения в добива, които ще настъпят с единица изменение на цинка, са измерени с коефициента на регресия, който е  $B = 2076$ .

### ИЗВОДИ

Добивът е най-висок при варианта на торене с  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Kristalon – 4616,44 kg/da, при който съдържанието на цинк в листата е 0,20 mg/g.

Получените данни показват, че увеличеното съдържание на цинк в листата повишава концентрацията на листните пигменти при патладжана. Най-голямо количество цинк се натрупва в листата на патладжана след торене с  $N_{12}P_6K_6$  + Фитона и  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Kristalon – съответно 0,28 mg/g Zn и

0,20 mg/g Zn. Най-много *хлорофил а*, *хлорофил b* и *каротиноиди* се съдържат в листата на растенията, торени с  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Kristalon, съответно – 2,50, 1,84 и 0,82 mg/g, следвани тези, торени с  $N_{24}P_{12}K_{12}$  + Agroleaf, съответно – 2,49, 1,83 и 0,81 mg/g.

Нивото на почвения фон влияе различно върху количеството на цинка и фотосинтетичните пигменти в зависимост от вида на използваните листни торове. При вариантите, третирани с листния тор Фитона, съдържащ желязо и бор, количеството на цинка е по-високо, когато листното подхранване е извършено след внасяне на по-ниския почвен фон –  $N_{12}P_6K_6$  – 0,28 mg/g Zn, а при вариантите, третирани с листния тор Kristalon, съдържащ магнезий, количеството на цинка е по-високо, когато листното подхранване е извършено след внасяне на по-високия фон –  $N_{24}P_{12}K_{12}$  – 0,20 mg/g Zn.

При повечето варианти торени с комбинация от минерален фон и листно подхранване се увеличава усвоеното количество цинк от почвата и се повишава концентрацията на фотосинтетичните пигменти в листата вследствие на благоприятното отражение на цинка върху образуването на пигменти в листата, което от своя страна създава

предпоставка за повишаване интензивността на фотосинтезата.

Повишеното съдържание на цинк в листата намалява параметрите на листния газообмен при листно подхранване на патладжана с Kristalon.

#### ЛИТЕРАТУРА

**Берова, М., В. Керин, Н. Стоева, А. Василев, Зл. Златев.** 2004. Ръководство за упражнения по физиология на растенията. АУ – Пловдив.

**Косицын, А. В.** 1965. Распределение цинка между клеточным соком и остальным содержанием клетки в листьях томатов. Докл. АН СССР, 160, 5.

**Школьник, М. Я.** 1974. Микроэлементы в жизни растений. Ленинград.

**Alexander, A., M. Schroeder.** 1987. *Journal Plant Nutrition*, 10, 1391.

**Alexandrov, A., Kamburova, M.** 1985. *Mikrochimica Acta*, III, 159-166

**Lichtenthaler, H.** 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods of Enzymology*, 148: 350-382

**Pavlova, A., P. Buchvarov, G. Georgiev, T. Kudrev.** 1986. Foliar fertilization. Berlin, ISBA, 316.

**Planchon, C.** 1976. Essais de détermination de critères physiologiques en vue de l'amélioration du blé tendre: les facteurs de la photosynthèse de la dernière feuille. *Ann. Amélior. Plantes*, 26, 4: 717-744

**Shafshak, N. S.** 1987. The productivity of eggplant as affected by foliar application of some microelements. *Annals of Agricultural Science*. Moshtonor, Egypt.