



**ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ЛИСТНАТА ПЛОЩ НА ЦЯЛО РАСТЕНИЕ ОТ ФИЗАЛИС  
(*PHYSALIS PERUVIANA* L.)  
(Научно съобщение)  
DETERMINATION OF THE LEAF AREA OF A WHOLE PLANT OF CAPE GOOSEBERRY  
(*PHYSALIS PERUVIANA* L.)  
(Brief report)**

**Николай Панайотов\*, Ирена Иванова, Ани Попова  
Nikolay Panayotov\*, Irena Ivanova, Ani Popova**

Аграрен университет - Пловдив  
Agricultural University - Plovdiv

\*E-mail: nikpan@au-plovdiv.bg

### Резюме

Целта на настоящото проучване е въз основа на намерените при предишни наши изследвания корекционни коефициенти за определяне на площта на единични листа от физалис чрез техния диаметър да се създаде формула за намиране на листната площ на цялото растение. За целта цялото растение предварително се разделя на 4 фракции с листни площи  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  и  $S_4$ , всяка от които сумира площите на всички листа в нея. Измерва се диаметърът (най-широката част) на всяко листо в съответната фракция и по предложените от нас формули (Popova et al., 2010), чрез използване на определения корекционен коефициент, се изчислява площта му. За листната площ  $S_n$  на цялото растение се предлага

формулата:  $S_n = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$ , където  $S_1 = \sum_{i=1}^{n_1} S_{1i}$ ,  $S_2 = \sum_{i=1}^{n_2} S_{2i}$ ,  $S_3 = \sum_{i=1}^{n_3} S_{3i}$ ,  $S_4 = \sum_{i=1}^{n_4} S_{4i}$ , а  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$  и  $n_4$

са броят листа във всяка фракция. Крайната формула има вида:  $S_n = \sum_{i=1}^{n_1} S_{1i} + \sum_{i=1}^{n_2} S_{2i} + \sum_{i=1}^{n_3} S_{3i} + \sum_{i=1}^{n_4} S_{4i}$ .

Точността на предлагания метод е висока, което дава възможност за бързо и евтино определяне на листната площ на физалиса.

### Abstract

The purpose of the study was to create a formula for establishing the leaf area of the whole plant based on the findings of our previous investigation on the correction coefficients for determining the area of a single leaf of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) by its diameter. To this end, the whole plant was divided into 4 fractions with leaf areas  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  and  $S_4$  respectively. Each added up the areas of all the leaves therein. The diameter (the widest part) of each leaf in the fraction was measured by using our proposed formulas and correction coefficients (Popova et al., 2010) its area was calculated. For the  $S_n$  leaf area of the whole plant the

following formula is provided:  $S_n = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$ , where  $S_1 = \sum_{i=1}^{n_1} S_{1i}$ ,  $S_2 = \sum_{i=1}^{n_2} S_{2i}$ ,  $S_3 = \sum_{i=1}^{n_3} S_{3i}$ ,  $S_4 = \sum_{i=1}^{n_4} S_{4i}$ ,

and  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $n_3$  and  $n_4$  are the number of leaves in each fraction. Thus, the final formula is in the form:

$S_n = \sum_{i=1}^{n_1} S_{1i} + \sum_{i=1}^{n_2} S_{2i} + \sum_{i=1}^{n_3} S_{3i} + \sum_{i=1}^{n_4} S_{4i}$ . The accuracy of the proposed method is high, which makes it a fast

and cheap method for determining the leaf area of Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.).

**Ключови думи:** листна площ, метод, физалис, лист, диаметър.

**Key words:** leaf area, method, cape gooseberry, leaf, diameter.

### ВЪВЕДЕНИЕ

Определянето на листната площ при земеделските култури е от особено значение както от физиологична гледна точка във връзка с храненето и развитието на растенията, така и по отношение на тяхната продуктивност.

Изтъква се, че листната площ е изключително надежден показател за растежа, от който зависи натрупването на сухата маса, взема участие във въглеродния метаболизъм и определя добива и качеството на продукцията (Lal and Subbarao, 1991). Авторите посочват, че са раз-

работени различни методи, като те може да се класифицират в следните групи: определяне на площта на отделния лист посредством планиметър; използване на чувствителна фотохартия; чрез фотоелектрични устройства; чрез очертаване на отделните листа върху милиметрова хартия и чрез разработване на математически формули на базата на различни измервания на листата. Подчертава се, че последните методи са за предпочитане поради тяхното лесно приложение и добра точност.

Изключително перспективен и много надежден инструмент за физиологични и агрономически изследвания според Pandey and Singh (2011) е създаването и прилагането на лесни, евтини и недеструктивни методи за определяне на листната площ на растенията. Листната площ намира приложение в редица области на науката и селскостопанската практика. При физиологични изследвания тя служи като показател за натрупаната биомаса (Bleasdale, 1984). Същевременно, както подчертава Mohsenin (1986), по площта на листата се съди за техния хранителен режим, усвояването на водата и светлината и не на последно място и за здравния им статус. Тя е отражение и за цялостното физиологично състояние на растенията (Williams, 1987), фотосинтетичната им активност и хранителен режим (Blanco and Folegatti, 2005). Тези изследователи също изказват мнението, че съществуват различни по своята същност методи, но с по-голямо значение са тези, които се прилагат бързо, лесно и са с по-малко разходи, а също и не повреждат листата (Pandey and Singh, 2011).

От съществено значение за редица изследвания на специфичните растителни взаимодействия е обективната и бърза оценка на индекса на листната площ. Много често тя се явява и критичен параметър при създаването на базови модели за растителни съвкупности, както и във връзка с установяване на глобални промени в условията на околната среда (Jonckheere et al., 2004). Според тези учени се използват преки и косвени методи за определяне на листната площ, като един от съвременните и перспективни методи, който те предлагат, е извършването на оптични измервания на базата на полусферична фотография.

Разработването на формули за установяване на листната площ на базата на различни предварителни измервания на листата е алтернативен, евтин и бърз метод, посредством който не се унищожават листата. Такива методи, както съобщават Pandey and Singh (2011), се предлагат за редица зеленчукови култури като фасул (Bhatt and Chanda, 2003), бакла (Peksen, 2007), репички (Salerno et al., 2005), тиквички (Rouphael et al., 2006), диня (Rouphael et al., 2010), патладжан (Rivera et al., 2007; Лечов и др., 2013) и др.

Физалисът се характеризира с формирането на значителен брой листа с голяма листна площ (Stock and Evans, 2006). Успешното създаване на подходяща технология за отглеждането на този вид е пряко свързано с морфологичното развитие на растенията и по-специално на листния апарат, като това се явява изключително важно от физиологична и от агротехнологична гледна точка (Guo and Sun, 2001). Силната облистеност на растенията от физалис затрудняват изключително много прилагането на редица културални практики и най-вече на беритбите (Hristov, 2010).

В предишно наше изследване (Popova et al., 2010) установяваме, че листът на физалиса се вписва много точно в окръжност. На тази база са определени корекционни коефициенти за намиране на площта на един лист по формулата за лице на кръг.

Целта на настоящото проучване е на основата на намерените корекционни коефициенти за определяне на площта на единични листа да се изведе формула за намиране на листната площ на цялото растение от физалис.

## МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Проучванията се проведоха в Учебно-опитното поле и в експерименталната лаборатория на катедра "Градинарство" и в катедра "Математика и физика" в Аграрния университет в Пловдив. Обект на изследване бяха растенията от физалис (*Physalis peruviana* L.), сортове Пловдив и Образец 1. Растенията бяха отгледани чрез гъст разсад със засяване на 15.03. в пластмасова оранжерия. Растенията бяха засадени на открито при достигане на фаза 5-6-и лист по схема 70×50 cm. През вегетацията се полагаха всички необходими грижи, за да се осигури нормалното им развитие.

На петнадесет растения от всеки сорт във фаза плододаване бяха изброени всички листа, като за всеки лист беше измерен неговият диаметър (най-широката му част). Според предишно наше проучване (Popova et al., 2010) диаметрите на всички измерени листа на перуанския физалис са в интервала от 4.04 до 11.03 cm за Пловдив и от 4.14 до 11.02 cm за Образец 1. Поради това анализираниите листа според своя най-голям диаметър са разделени със стъпка на изменение от 3.00 cm в четири фракции: диаметър  $d_1$  до 5.00 cm, диаметър  $d_2$  от 5.01 до 8.00 cm, диаметър  $d_3$  от 8.01 до 11.00 cm и диаметър  $d_4$  над 11.01 cm.

Използвани са установените корекционни коефициенти  $k_i$ ,  $i = 1-4$  за четирите фракции. Те са, както следва:  $k_1 = 1.02$  за фракция с диаметър на листа до 5.0 cm;  $k_2$  и  $k_4 = 0.99$  за фракциите в интервала от 5.01-8.00 cm и над 11.01 cm;  $k_3 = 0.97$  за третата фракция в диапазона от 8.01 до 11.0 cm. Тези корекционни коефициенти бяха определени



на базата на съпоставяне на изчислената площ по формулата за лице на кръг с тази, установена чрез планиметрично измерване, като те са много близки до 1.0. Площта на всеки лист се изчисли по формулата за лице на кръг и се коригира с посочените корекционни коефициенти. Тези корекционни коефициенти са използвани при създаването на настоящата формула за изчисляване на листната площ на цяло растение от физалис.

Листната площ на цялото растение беше измерена планиметрично и също така беше изчислена и по предлаганата формула върху листата от 15 растения.

### РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Имайки предвид, че площта на листа на физалиса успешно се определя чрез диаметъра му с помощта на формулата за лице на кръг  $S = \pi d^2/4$  и въз основа на получените корекционни коефициенти за определяне на площта на един лист от съответната фракция за намиране на листната площ (в  $\text{cm}^2$ ) на цялото растение от физалиса се предлага формулата

$$S_n = S_1 + S_2 + S_3 + S_4,$$

където

$$S_1 = \sum_{i=1}^{n_1} S_{1i}, \quad S_2 = \sum_{i=1}^{n_2} S_{2i}, \quad S_3 = \sum_{i=1}^{n_3} S_{3i}, \quad S_4 = \sum_{i=1}^{n_4} S_{4i}$$

Така крайната формула има вида

$$S_n = \sum_{i=1}^{n_1} S_{1i} + \sum_{i=1}^{n_2} S_{2i} + \sum_{i=1}^{n_3} S_{3i} + \sum_{i=1}^{n_4} S_{4i},$$

където:

$n$  е броят на всички листа в едно растение

от физалис:  $n = \sum_{i=1}^4 n_i$ ;

$S_n$  е сумата от площите на всички листа в едно растение в  $\text{cm}^2$ ;

$S_{1i}$  – площта на  $i$ -тото листо на първа фракция,  $i = 1, 2, \dots, n_1$ ;

$$S_{1i} = k_1 \cdot \pi d_{1i}^2/4;$$

$S_{2i}$  – площта на  $i$ -тото листо на втора фракция,  $i = 1, 2, \dots, n_2$ ;

$$S_{2i} = k_2 \cdot \pi d_{2i}^2/4$$

$S_{3i}$  – площта на  $i$ -тото листо на трета фракция,  $i = 1, 2, \dots, n_3$ ;

$$S_{3i} = k_3 \cdot \pi d_{3i}^2/4$$

$S_{4i}$  – площта на  $i$ -тото листо на четвърта фракция,  $i = 1, 2, \dots, n_4$ ;

$$S_{4i} = k_4 \cdot \pi d_{4i}^2/4$$

$n_1$  е броят листа в първата фракция  $S_1$ ;

$n_2$  е броят листа във втората фракция  $S_2$ ;

$n_3$  е броят листа в третата фракция  $S_3$ ;

$n_4$  е броят листа в четвъртата фракция  $S_4$ .

### Пример

За растение от сорта Пловдив

Листата във фракция до 5 cm са 167 бр. Произволно взето листо е с диаметър 4.04 cm. По формулата  $S_{1i} = k_1 \cdot \pi d_{1i}^2/4$ , където  $k_1 = 1.02$  се получава, че площта на този лист е  $12.87 \text{ cm}^2$ . Изчисляват се площите на всички 167 листа. В нашия случай  $n_1 = 167$  и чрез прилагане на формулата

$$S_1 = \sum_{i=1}^{n_1} S_{1i} = \sum_{i=1}^{167} S_{1i}$$

се сумират площите на всички листа от тази фракция.

Броят на листата от фракция 5.01 ÷ 8.0 cm е  $n_2 = 426$  броя. Произволно взето листо е с диаметър 6.5 cm. По формулата  $S_{2i} = k_2 \cdot \pi d_{2i}^2/4$ , където  $k_2 = 0.99$  се получава, че площта на този лист е  $33.16 \text{ cm}^2$ . Изчисляват се площите на всички 426 листа и чрез прилагане на формулата

$$S_2 = \sum_{i=1}^{n_2} S_{2i} = \sum_{i=1}^{426} S_{2i}$$

се сумират площите на всички листа от тази фракция.

Листата от фракция 8.01 ÷ 11.0 cm са  $n_3 = 232$  броя. Произволно взето листо е с диаметър 9.7 cm. По формулата  $S_{3i} = k_3 \cdot \pi d_{3i}^2/4$ , където  $k_3 = 0.97$  се получава, че площта на този лист е  $73.86 \text{ cm}^2$ . Изчисляват се площите на всички 232 листа и чрез прилагане на формулата

$$S_3 = \sum_{i=1}^{n_3} S_{3i} = \sum_{i=1}^{232} S_{3i}$$

се сумират площите на всички листа от тази фракция.

Листата от фракция над 11.1 cm са  $n_4 = 55$  броя. Произволно взето листо е с диаметър 11.02 cm. По формулата  $S_{4i} = k_4 \cdot \pi d_{4i}^2/4$ , където  $k_4 = 0.99$  се получава, че площта на този лист е  $95.33 \text{ cm}^2$ . Изчисляват се площите на всички 55 листа и чрез прилагане на формулата

$$S_4 = \sum_{i=1}^{n_4} S_{4i} = \sum_{i=1}^{55} S_{4i}$$

се сумират площите на всички листа от тази фракция.

Получените листни площи за отделните четири фракции се сумират по посочената формула

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$$

и се получава, че листната площ на това растение от физалис, сорт Пловдив, е  $880 \text{ cm}^2$ .

В таблица 1 са представени данни за броя на листата и за листната площ на едно растение от физалис. Растенията от сорта Пловдив се характеризират с незначително по-голям брой листа в сравнение с тези на сорта Образец 1 - 880

**Таблица 1.** Брой листа и листна площ на цяло растение от физалис

Показатели/Indexes	Пловдив/Plovdiv	Образец 1/Obrazec 1
Брой листа/Number of leaf	880	677
Листна площ планиметрично/ Leaf area by planimeter (cm <sup>2</sup> )	17582.0	16254.1
Листна площ по формулата/ Leaf area by equation (cm <sup>2</sup> )	17933.6	16140.2
Съотношение/Ratio	1.02	0.992

броя, при 677 броя за Образец 1. Същевременно листната площ, определена и по двата метода, е същата, макар и малко по-голяма при Пловдив. Важността на тези показатели изтъква и Черенок (1997), който подчертава, че голямата листна маса затруднява нормалното провеждане на всички агротехнически практики и най-вече на беритбите.

Измерените с планиметър стойности са 17 582.0 cm<sup>2</sup> за Пловдив и 16 254.1 cm<sup>2</sup> за другия сорт, а изчислените по предлаганата формула са съответно 17 933.6 cm<sup>2</sup> и 16 140.2 cm<sup>2</sup>. Както се вижда, разликите са съвсем малки и несъществени и съотношението между тези две площи е 1.02 и 0.992, т.е. съвсем близко до единица. Това показва, че точността на предлагания метод за определяне на площта на едно растение от физалис е висока.

### ИЗВОДИ

1. Листната площ на едно растение от физалис може успешно да се определи посредством предложената формула за сумиране на площите на отделните фракции.

2. Предлаганият метод е с много високо ниво на съвпадение с традиционно прилаганото планиметрично измерване с тези, изчислени по формулата.

3. Този метод, в сравнение с широко разпространеното планиметрично измерване, теловен метод или посредством очертаване на милиметрова хартия, позволява много по-бързо и евтино да се определи листната площ на цялото растение от физалис.

### LITERATURE

Lechov, G., K. Kostadinov, S. Filipov, 2013. Modeli za nedestruktivno izmervane na listnata plosht na Eggplant (*Solanum melongena* L.). Nauchni trudove tom IX Hranitelna nauka, tehnika i tehnologii – 2013 18-19 oktombri 2013, Plovdiv. Biotehnologii, nanotehnologii i ekologia, Nauchno napravlenie Biotehnologii i nanotehnologii, Sektsia Biotehnologia i nanotehnologiya, 977-982.

Popova, A., N. Panayotov, I. Ivanova, 2010. Ekspresen metod za izchislyavane na listna plosht na fizalis (*Physalis peruviana* L.). Rastenievadni nauki, № 6, 580-583.

Hristov, Hr., 2010. Peruanski fizalis - *Physalis peruviana* L. V: Semena ot redki i nepoznati plodove i zelenchutsi. www.hobi-semena.com (dostapna mart, 2010).

Cherenok, L. G., 1997. Pomidory, perets, baklazhany, fizalis. Mn.: Săr-Vit, s. 288.

Bhatt, M. and S. V. Chanda, 2003. Prediction of leaf area in *Phaseolus vulgaris* by non-destructive method. Bulgarian Journal of Plant Physiology, Vol. 29, 2, 96-100.

Blanco, F. F. and M. V. Folegatti, 2005. Estimation of leaf area for greenhouse cucumber by linear measurements under salinity and grafting. Agricultural Science, Vol. 62, no. 4, 305-309.

Bleasdale, J. K. A., 1984. Plant Physiology in Relation to Horticulture. Macmillan Press, London, UK. p. 223.

Guo, D. P. and Y. Z. Sun, 2001. Estimation of leaf area of stem lettuce (*Lactuca sativa* var. *angustana* L.) from linear measurements. Indian J. Agric. Sci. 1, 483-486.

Jonckheere, I., S. Fleck, K. Nackaerts, B. Muys, P. Coppin, M. Weiss, F. Baret, 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination: Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. Agricultural and Forest Meteorology, Vol. 121 (1-2), 19-35.

Lal, K. N. and M. S. Subbarao, 1991. A Rapid Method of Leaf Area Determination. Nature 167, 72, 103-108.

Mohsenin, N. N., 1986. Physical Properties of Plant and Animal Materials, Gordon and Breach Science Publishers, New York, New York.

Pandey, S. K. and H. Singh, 2011. A Simple, Cost-Effective Method for Leaf Area Estimation. Journal of Botany, Vol. 2011, 65-71.

Peksen, E., 2007. Non-destructive leaf area estimation model for faba bean (*Vicia faba* L.). Scientia Horticulturae, Vol. 113 (4), 322-328.



- Rouphael, Y. C. M. Rivera, M. Cardarelli, S. Fanasca, and G. Colla, 2006. Leaf area estimation from linear measurements in zucchini plants of different ages. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, Vol. 81 (2), 238–241.
- Rouphael, Y., A. H. Mouneimne, C. M. Rivera, M. Cardarelli, A. Marucci, and G. Colla, 2010. Allometric models for non-destructive leaf area estimation in grafted and ungrafted watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.). *Journal of Food, Agriculture and Environment*, Vol. 8 (1), 161–165.
- Rivera, C. M., Y. Rouphael, M. Cardarelli, and G. Colla, 2007. A simple and accurate equation for estimating individual leaf area of eggplant from linear measurements. *European Journal of Horticultural Science*, Vol. 72 (5), 228–230.
- Salerno, A., C. M. Rivera, Y. Rouphael., 2005. Leaf area estimation of radish from simple linear measurements. *Advances in Horticultural Science*, Vol. 19 (4), 213–215.
- Stock, W. D. and J. R. Evans, (2006). Effects of water availability, nitrogen supply and atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations on plant nitrogen natural abundance values. *Functional Plant Biology*, 33 (3), 219-227.
- Williams, L. E., 1987. Growth of Thompson Seedless Grapevines: Leaf area development and dry weight distribution. *Journal of American Society and Horticultural Science*, Vol. 112 (2), 325–330.

Статията е приета на 15.02.2014 г.  
Рецензент – проф. д-р Дочка Димова  
E-mail: dimova511@yahoo.com