Biblid: 0350-2953 (2016) 42(2): 123-128
UDK: 582.711.714

Originalni naučni rad
Original scientific paper

ANALIZA OBLIKA PLODA KRUŠKE SORTE „VILJAMOVKA“ SOFTVEROM „SHAPE“

SHAPE ANALYSIS OF PEAR WILLIAMS WITH SOFTWARE “SHAPE”

Ivanišević M, Matić-Kekić Snežana, Dedović N, Zoranović M, Višacki V.

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Srbija

e-mail: mladen.ivanisevic@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Za analizu oblika biljaka i njihovih delova koristi se analiza glavnih komponenti (eng. *Principal components analysis*) eliptičnih Furieovih deskriptora. Kao rezultat analize dobiju se nezavisne karakteristike oblika – glavne komponente, sa kojima je omogućena njegova kvantitativna analiza.

Za analizu oblika metodom slučajnog uzorka odabrano je pedeset plodova kruške sorte Viljamovka. Plodovi su postavljeni na tamnu podlogu u plegnutom položaju. Tamna podloga na kojoj je obavljeno fotografisanje kreira dobar kontrast na fotografiji između pozadine i ploda, što olakšava detekciju konture kruške.

Varijacije oblika ploda kruške mogu biti obuhvaćene sa glavnom komponentom 1 i 2 (PC1 i PC2). Takođe se vidi da glavne komponente 3, 4 i 5 (PC3, PC4 i PC5) imaju veoma male varijacije oblika tako da mogu biti zanemarene.

Glavne reči: Furierovi deskriptori, kvantitativna analiza, glavne komponente, kruška, oblik, varijacija oblika.

1. UVOD

Sorta kruške Viljamovka veoma je popularna na našim prostorima. Vodi poreklo iz Engleske, a gaji se gotovo na svim kontinentima. Ona je kasna letnja sorta, sazreva krajem avgusta. Plod je srednje krupan do krupan (150 – 250g). Nepravilnog je, izduženog oblika zelene boje, koji pri zrenju prelazi u žutu. Plod karakteriše sočno meso, potpuno topivo slatko-kiselog ukusa sa prilično jako izraženom aromom. Savremene tehnologije skladištenja omogućavaju produženje perioda korišćenja do 5 meseci.

U današnje vreme, posebno u razvijenijim zemljama, izgled namirnice, prvenstveno svežeg voća i povrća, ima veoma bitnu ulogu pri odabiru od strane potrošača. Oblik, boja i veličina osnovni su parametri izgleda na koje potrošač obraća pažnju.

Za analizu oblika biljaka i njihovih delova koristi se analiza glavnih komponenti (eng. *Principal components analysis*) eliptičnih Furieovih deskriptora. Ova metoda matematički opisuje oblik kroz transformaciju informacija o kordinatama konture u Furieove koeficijente (Kuhl and Giardina, 1982). Kao rezultat analize dobiju se nezavisne

karakteristike oblika – glavne komponente, sa kojima je omogućena njegova kvantitativna analiza.

Poboljšanjem karakteristika računara i digitalnih fotoaparata olakšana je analiza fotografija radi opisivanja oblika biljaka i njihovih delova tako da je rastao broj istraživanja na tu temu. Analizirani su paradajz (*Mebatsion et al., 2011*), soja (*Furuta et al., 1995*), koren rotvice (*Iwata et al., 1998, 2000*), zrna žitarica (*Ohsawa et al., 1998, Mebatsion and Paliwal, 2011*) i dr.

2. MATERIAL I METOD RADA

Metodom slučajnog uzorka odabrano je pedeset plodova kruške sorte Viljemovka. Plodovi su postavljeni na tamnu podlogu u polegnutom položaju. Fotografisanje plodova obavljeno je digitalnim fotoaparatom (FUJIFILM – FinePix S9500). Sve fotografije snimljene su kao RGB- slika u boji (BMP format). Svih 50 fotografija objedinjeno je u jednu (slika 1a), radi dalje analize u softveru SHAPE. Tamna podloga na kojoj je obavljeno fotografisanje kreira dobar kontrast na fotografiji između pozadine i ploda, što olakšava detekciju konture kruške.

Prvi korak, nakon unošenja objedinjene fotografije, bila je njena transformaciju iz digitalne u binarnu crno-belu (slika 1 b). To se postiže razdvajanjem piksela određenog intenziteta po opsezima (*eng. thresholding*). Nakon toga konture na fotografiji bile su lančano kodirane (*eng. chain-coded, Freeman, 1974*). Svaka kontura predstavljena je kao niz x i y koordinata tačaka sa početkom u proizvoljnoj tački. Kodiranje je završeno kada se dodje u početnu tačku, odnosno kada se zatvori kontura.

Sl. 1. Zbirna fotografija 50 plodova kruške sorta Viljemovka; a) digitalna fotografija – BMP format; b) konture plodova nakon razdvajanja piksela u softveru SHAPE

Fig.1. Cumulative photo of 50 fruits pear variety Williams; a) digital photo - BMP format; b) the contours of fruit after the thresholding in software SHAPE

Dužina između početne tačke (piksela) i neke p -te tačke računa se pomoću sledećeg izraza:

$$t_p = \sum_{i=1}^p \Delta t_i \quad (1)$$

A x i y koordinate prema izrazima:

$$x_p = \sum_{i=1}^p \Delta x_i \quad (2)$$

$$y_p = \sum_{i=1}^p \Delta y_i \quad (2)$$

Gde su Δx_i i Δy_i rastojanja duž x i y ose između $(i-1)$ i i -te tačke. Za određivanje koordinata x i y jedne konture, softver koristi eliptične Furieove izraze (*elliptic Fourier series approximation*):

$$X_N(t) = A_0 + \sum_{n=1}^N \left(a_n \cdot \cos \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t}{T} \right) + b_n \cdot \sin \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t}{T} \right) \right) \quad (4)$$

$$Y_N(t) = C_0 + \sum_{n=1}^N \left(c_n \cdot \cos \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t}{T} \right) + d_n \cdot \sin \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t}{T} \right) \right) \quad (5)$$

Gde je T osnovni period lančanog kodiranja, potreban za prolazak cele jedne konture; a A_0 i C_0 koeficijenti koji odgovaraju centralnoj tački (A_0, C_0). Eliptični Furieovi koeficijenti a_n, b_n, c_n i d_n računaju se sledećim izrazima:

$$a_n = \frac{T}{2 \cdot n^2 \cdot \pi^2} \cdot \sum_{p=1}^K \frac{\Delta x_p}{\Delta t_p} \cdot \left(\cos \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t_p}{T} \right) - \cos \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t_{p-1}}{T} \right) \right) \quad (6)$$

$$b_n = \frac{T}{2 \cdot n^2 \cdot \pi^2} \cdot \sum_{p=1}^K \frac{\Delta x_p}{\Delta t_p} \cdot \left(\sin \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t_p}{T} \right) - \sin \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t_{p-1}}{T} \right) \right) \quad (7)$$

$$c_n = \frac{T}{2 \cdot n^2 \cdot \pi^2} \cdot \sum_{p=1}^K \frac{\Delta y_p}{\Delta t_p} \cdot \left(\cos \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t_p}{T} \right) - \cos \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t_{p-1}}{T} \right) \right) \quad (8)$$

$$d_n = \frac{T}{2 \cdot n^2 \cdot \pi^2} \cdot \sum_{p=1}^K \frac{\Delta y_p}{\Delta t_p} \cdot \left(\sin \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t_p}{T} \right) - \sin \left(\frac{2 \cdot n \cdot \pi \cdot t_{p-1}}{T} \right) \right) \quad (9)$$

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

Na sl. 2 prikazani su rezultati analize objedinjene fotografije sl. 1. Prva kolona predstavlja zbirnu sliku ostale tri; druga predstavlja – 2 standardne devijacije u odnosu na srednju vrednost, treća je srednja vrednost i četvrta +2 standardne devijacije. Sa PC (1 - 5) obeležene su glavne komponente.

Sl. 2. Efekti glavnih komponenti na oblik ploda

Fig. 2. Effects of the principal components on the shape of fruit

Sa slike se može zaključiti da gotovo sve varijacije oblika ploda kruške mogu biti ouhvaćene sa glavnom komponentom 1 i 2 (PC1 i PC2). Takođe se vidi da glavne komponente 3, 4 i 5 (PC3, PC4 i PC5) imaju veoma male varijacije oblika tako da mogu biti zanemarene. PC1 predstavlja varijacije gledajući u odnosu na uzdužnu osu simetrije ploda, dok PC2 u odnosu na poprečnu osu.

Metoda eliptičnih Furieovih transformacija i analize glavnih komponenti ima dve osnovne prednosti pri analizi oblika. Prva je da može precizno da detektuje male varijacije oblika. Druga je da određuje oblik objekta nezavisno od veličine.

4. ZAKLJUČAK

Metoda eliptičnih Furieovih transformacija i analize glavnih komponenti je veoma efektivna metoda za kvantitativno određivanje oblika ploda kruške. Gotovo sve varijacije oblika ploda kruške mogu biti obuhvaćene sa glavnim komponentama 1 i 2 (PC1 i PC2). Ostale glavne komponente (PC3, PC4 i PC5) obuhvaćene u analizi, nemaju značajne varijacije oblika pa mogu biti zanemarene.

5. LITERATURA

- [1] Freeman H. (1974) Computer processing of line drawing images. *Comput Surv* 6 : 57-97
- [2] Furuta N, Ninomiya S, Takahashi S, Ohmori H, Ukai Y. (1995): Qualitative evaluation of soybean (*Glycine max. L. Merr.*) leaflet shape by principal component scores based on elliptic Fourier descriptor. *Breeding Sci.* 45, 315–320.
- [3] Iwata H, Niikura S, Matsuura S, Takano Y, Ukai Y. (1998): Evaluation of variation of root shape of Japanese radish (*Raphanus sativus L.*) based on image analysis using elliptic Fourier descriptors. *Euphytica* 102, 143–149.
- [4] Iwata H, Niikura S, Takano Y, Ukai Y. (2000): Diallel analysis of root shape off Japanese radish (*Raphanus sativus L.*) based on elliptic Fourier descriptor. *Breeding Sci* 50, 73–80.
- [5] Kuhl FP and CR Giardina (1982): Elliptic Fourier features of a closed contour. *Comput Graphics Image Process* 18: 236-258.
- [6] Mebatsion H.K, Boudon F, Godin C, Pradal C, Génard C, Goz-Bac C, Bertin N. (2011): A novel profile based virtual model for virtual representation of quasisymmetric plant organs. *Comput. Electron. Agr.* 75, 113–124.
- [7] Mebatsion H.K, Paliwal J. (2011): A Fourier analysis based algorithm to separate touching kernels in digital images. *Biosys.Eng.* 108, 66–74.
- [8] Mebatsion H.K, Paliwal J. (2012): Evaluation of variaion in the shape of grain types using principal components analysis of the elliptic Fourier descriptors. *Comput. Electron. Agr.* 80, 63-70.
- [9] Ohsawa R, Tsutsumi T, Uehara H, Namai H, Ninomiya S. (1998). Quantitative evaluation of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum Moench*) kernel shape by elliptic Fourier descriptor. *Euphytica* 101, 175–183.
- [10] Yoshioka Y, Iwata H, Ohsawa R, Ninomiya S. (2004a): Analysis of petal shape variation of *Primula sieboldii* E.Morren by elliptic Fourier descriptors and principal component analysis. *Ann. Bot.* 94:657-664.

Napomena: Ovaj rad je deo istraživanja na projektu TR 31046: Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine, koji finansira Ministarstvo za nauku i prosvetu Republike Srbije.

SHAPE ANALYSIS OF PEAR WILLIAMS WITH SOFTWARE “SHAPE”

Ivanišević M, Matić-Kekić Snežana, Dedović N, Zoranović M, Višacki V.

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg D. Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Serbia

e-mail: mladen.ivanisevic@polj.uns.ac.rs

SUMMARY

For shape analysis of plants and their parts is used principal components analysis of elliptical Fourier descriptors. As a result of the analysis are obtained independent features of shape - the principal component which enabled quantified analysis of shape.

For the shape analysis it was randomly selected fifty varieties of pear fruits Williams. The fruits are placed on a dark background in a reclined position. Dark background creates a good contrast between the background and fruit, making it easier to detect the contours of pears.

Variations shape of a pear can be covered with the principal component 1 and 2 (PC1 and PC2). It also shows that the principal components 3, 4 and 5 (PC3, PC4 and PC5) have very little shape variation so that they can be ignored.

Keywords: Fourier descriptors, quantitative analysis, main components, pear, shape, variations in shape.

Primljeno: 06. 05. 2016. god.

Prihvaćeno: 09. 05. 2016. god.