

PROCENA PRINOSA GROŽĐA ANALIZOM DIGITALNE FOTOGRAFIJE ČOKOTA VINOVE LOZE

Zoran S. Bešlić^{*}, Slavica R. Todić i Saša M. Matijašević

Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet,
Nemanjina 6, 11080 Beograd-Zemun, Srbija

Rezime: U radu je prikazan metod procene prinosa grožđa po čokotu na osnovu primene analize nekih elemenata digitalne fotografije. Za analizu su korišćene kolor digitalne fotografije čokota vinove loze (*Vitis vinifera* L.) sorte Kaberne sovignon na kojima je obuhvaćen deo sa zonom grozdova. Fotografisanje je izvršeno neposredno pred berbu grožđa, tako što je digitalna kamera montirana na tripod ispred rama koji je označavao zonu od $1 \times 1 \text{ m}^2$ i kojim je obuhvaćena cela zona grozdova jednog čokota. Za obradu snimljene fotografije korišćen je Adobe Photoshop program uz pomoć kojeg je izvršeno prebrojavanje svih tačaka i plavih tačaka (piksela) u označenom kvadratu. Odmah po izvršenom fotografisanju ispitivanog čokota, obrani su svi grozdovi i izmerena je njihova masa. Primenom linearne regresije utvrđena je relativno jaka korelativna zavisnost ($R^2=0,91$) između vrednosti dobijene iz odnosa broja plavih tačaka grozdova / sve tačke fotografije i izmerene mase grožđa. Na osnovu dobijenih rezultata, može se preporučiti ova tehnika za brzu, jednostavnu procenu prinosa grožđa u fazi kada bobice poprime punu sortnu boju pokožice.

Ključne reči: masa grožđa, analiza boje, broj piksela.

Uvod

Procena prinosa grožđa je sastavni deo planiranja i organizacije mnogih mera vinogradarske proizvodnje kojima se reguliše odnos između prinosa grožđa i bujnosti loze kao što su berba grožđa, proređivanje grozdova, rezidba na zeleno i sl. Pored toga, tokom izvođenja eksperimentalnih ogleda, često postoji potreba određivanja odnosa između prinosa i različitih vegetativnih pokazatelja. Tom prilikom je potrebno obrati sve grozdove sa čokota i utvrditi njihovu masu, što uglavnom za istraživače predstavlja dugotrajan i naporan posao. Korektno određivanje prosečnih prinosa grožđa po čokotu je posao koji često i proizvođači grožđa izbegavaju ili nevoljno obavljaju (Dunn i Martin, 2004).

* Autor za kontakt: e-mail: zbeslic@agrif.bg.ac.rs

Primena analize digitalne fotografije, posebno analiza boje je relativno nova tehnika koja se primenjuje u laboratorijskim istraživanjima svojstava i kvaliteta namirnica. Ova tehnika je našla veći značaj u prehrambenoj industriji u procesima kvalitativne inspekcije i sortiranja plodova jer obezbeđuje brzu, ekonomičnu i objektivnu analizu (Sun, 2000; Raji i Alamutu, 2005). Veza između svojstava boje i kvaliteta ploda je bila predmet istraživanja kod grožđa (Watada i Abbott, 1975), paradajza (Arias et al., 2000), bresaka i nektarina (Luchsinger and Walsh, 1993), višnje (Viljevac et al., 2012); citrusa (Olmo et al., 2000).

Analiza boje na digitalnoj fotografiji je primenjena za izračunavanje broja jabuka i procenu njihove veličine (Stajanko et al., 2004). Koeficijent determinacije (R^2) se u ovim istraživanjima kretao od 0,83 do 0,88 između ručno merenih i vrednosti izračunatih pomoću softvera. Kod sorte Kaberne sovinjon, Dunn i Martin (2004) su u cilju procene prinosa primenili softver za brojanje tačaka (piksela) na digitalnoj fotografiji koji su činili grozdove. Odnos (R^2) između mase grožđa koja je ručno izmerena i broja ovih tačaka na fotografijama se kretao od 0,85 do 0,99. Navedeni rezultati nam ukazuju da analiza digitalnih fotografija može biti korisna tehnika za procenu broja plodova i visine prinosa pre berbe.

Cilj ovog istraživanja je ispitivanje mogućnosti korišćenja standardnog kompjuterskog softvera, koji je jednostavan i ima široku primenu, za brzu i relativno tačnu procenu mase grožđa po čokotu na osnovu broja određenih tačaka na digitalnoj fotografiji.

Materijal i metode

Istraživanja su sprovedena tokom 2010. godine na imanju OD „Radmilovac” Poljoprivrednog fakulteta, Univerziteta u Beogradu. Čokoti sorte Kaberne sovinjon su gajeni na rastojanju 3×1 m, formiran je jednogubi Gijo uzgojni oblik sa mešovitom rezidbom. Špalir se održava na takav način da visina „zelenog” vertikalnog dela iznosi 130 cm, a njegova debljina iznosi maksimalno 30 cm. Ovo je optimalna debljina špalira koja obezbeđuje vidljivost svih grozdova posmatrano sa strane postavljenog fotoaparata. Variranje u opterećenju čokota prinosom je dobijeno primenom različitog stepena proređivanja grozdova u fazi zamatanja bobica (fenološka faza 73 – BBCH scale; Lorenz et al., 1994), čime su dobijene tri varijante. Čokoti sa kojih nisu uklanjani grozdovi predstavljaju varijantu 1, uklanjanje 25% grozdova predstavlja varijantu 2 i uklanjanje 50% grozdova predstavlja varijantu 3. Svakom varijantom je obuhvaćeno najmanje 100 čokota, a za fotografisanje je odabrano slučajnim uzorkom deset čokota po varijanti. Na taj način su dobijeni čokoti sa prinosom od 0,2 do 2 kg po čokotu.

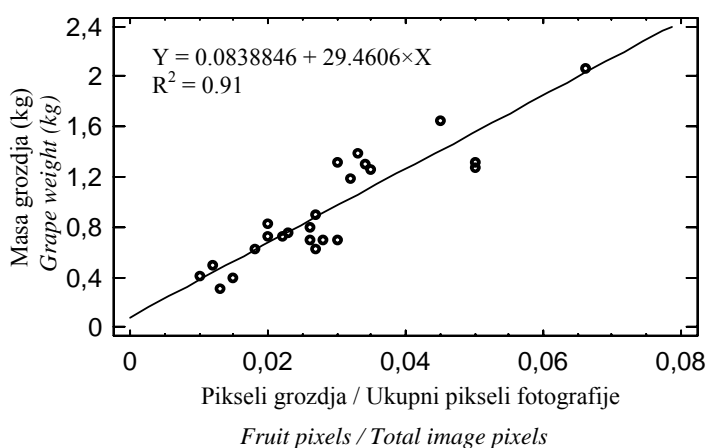
Digitalne fotografije čokota sa grožđem u tehnološkoj zrelosti su snimljene na 30 slučajno odabranih čokota, tokom blago oblačnog jutra uz prirodno difuzno svetlo. Za snimke je korišćen fotoaparat DSLR Canon EOS 1000D (Canon Inc.,

Japan). Foto aparat je montiran na tripod, na udaljenost od 150 cm od špalira i fokusiran je na zonu sa grozdovima. Da bi se odredila uvek identična kvadratna zona koja će se fotografisati, korišćen je drveni ram sa stranicama od $1 \times 1 \text{ m}^2$ koji je postavljan neposredno ispred zone grozdova. Za neutralisanje pozadine, iza čokota koji se fotografiše je postavljano belo platno. Odmah posle fotografisanja jednog čokota, obrani su svi grozdovi koji su bili obuhvaćeni kvadratnom zonom $1 \times 1 \text{ m}^2$ nakon čega im je određena masa.

Za obradu snimljenih fotografija je korišćen program Adobe Photoshop version 7.0 (Adobe Systems, 2002). Ovim programom je na učitanim fotografijama prvo isečena zona od $1 \times 1 \text{ m}^2$, a zatim su izdvojene i izbrojane tačke cele isečene zone i plave tačke koje čine grozdove. Statistička analiza dobijenih podataka je izvršena primenom statističkog programa Statgraphics Plus 5.1 (Statistical Graphics Corporation Inc., Rockville, MD, USA). Primenom linearne regresije, utvrđena je korelativna zavisnost između mase ručno izmerenog grožđa i odnosa plave tačke grozdova / sve tačke fotografije sa značajnošću od $p=0,05$.

Rezultati i diskusija

Prinos po čokotu, koji je određen merenjem mase grozdova se kretao od 0,2 do 2,0 kg. Razlike u prinosu grožđa su nastale usled primene različitog intenziteta proređivanja grozdova koje je izvedeno posle faze zametanja bobica, tj. kada su bobice dostigle prečnik 3–5 mm.



Slika 1. Odnos između prinosa (kg m^{-2}) i odnosa pikseli grozdova/ukupni pikseli sa 30 fotografija sorte Kaberne sovinjon neposredno pred berbu.

Figure 1. Relationship between grape yield (kg m^{-2}) and the ratio of fruit pixels/total pixels on 30 images of 'Cabernet Sauvignon' vines immediately before harvest.

Program Adobe Photoshop, sa svojim alatima za selekciju i analizu boje se pokazao pogodnim za brzu obradu određene boje i brojanje tačaka koje na fotografiji predstavljaju grozdove (Slika 1). Yam i Papadakis (2004) takođe navode da je ovaj program veoma koristan za analizu boje različitih namirnica. Program je bogat funkcijama uređivanja fotografija i brojnim mogućnostima upravljanja sa bojom, za razliku od nekih drugih skupljih programa.

Primenom linearne regresije, ustanovljeno je da je vrednost koja se dobija iz odnosa plave tačke grozdova / sve tačke fotografije u visokoj zavisnosti u odnosu na masu grožđa po čokotu ($R^2=0.91$). Primenom sličnog metoda i različitog programa, Dunn i Martin (2004) su ustanovili da je odnos između tačaka grozdova i svih tačaka fotografije potvrđuje 85% varijacija u prinosu sorte Kaberne sovijnjon.



Slika 2. Fotografija kvadratne zone grozdova od 1 x 1 m neposredno pred berbu (levo) i ista fotografija nakon izdvajanja plavih tačaka koje predstavljaju grozdove (desno).

Figure 2. Digital images from 1 x 1 quadrant region of the fruiting zone before harvesting (left) and after selection of blue 'fruit' pixels (right).

Zaključak

Ovim istraživanjem je prikazana mogućnost primene standardnog i jednostavnog programa koji se već uveliko koristi na kućnim računarima, za brzo i precizno prognoziranje prinosa na osnovu analize i obrade boje digitalne fotografije. Rezultati potvrđuju visoku korelativnu zavisnost između mase grožđa po čokotu i broja tačaka (piksela) na fotografiji koji predstavljaju grožđe tog istog čokota.

Zahvalnica

Ovaj rad je realizovan kao deo istraživanja na projektu TP31063 koji je finansiran od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije za period 2011–2015.

Literatura

- Adobe Systems (2002): Adobe Photoshop 7.0 user guide. Adobe System Inc., San Jose, CA, USA.
- Arias, R., Lee, T.C., Logendra, L., Janes, H. (2000): Correlation of lycopene measured by HPLC with the L, a, b color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48:1697-1702.
- Dunn, G.M., Martin, S.R. (2004): Yield prediction from digital image analysis: A technique with potential for vineyard assessments prior to harvest. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 10:196-198.
- Lorenz, D.K., Eichhorn, K.W., Bleiholder, H., Klose, R., Meier, U., Weber, E. (1994): Growth stages of the grapevine: Phenological growth stages of the grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*) - Codes and descriptions according to the extended BBCH scale. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 1:100-103.
- Luchsinger, L.E., Walsh, C.S. (1993): Changes in ethylene rate and ground color in peaches (cv. Red Haven and Marqueen) and nectarines (cv. Fantasia) during maturation and ripening. *Acta Horticulturae* 343:70-72.
- Stajanko, D., Lakota, M., Hočevár, M. (2004): Estimation of number and diameter of apple fruits in an orchard during the growing season by thermal imaging. *Computers and Electronics in Agriculture* 42:31-42.
- Sun, D.W. (2000): Inspecting pizza topping percentage and distribution by a computer vision method. *Journal of Food Engineering* 44:245-249.
- Raji, A., Alamutu, A. (2005): Prospects of computer vision automated sorting systems in agricultural process operations in Nigeria. *Journal of Scientific Research and Development* 7:1-12.
- Olmo, M., Nadas, A., Garcia, J.M. (2000): Nondestructive methods to evaluate maturity level of oranges. *Journal of Food Sciences* 65:365-369.
- Viljevac, M., Dugalić, K., Jurković, V., Mihaljević, I., Tomaš, V., Puškar, B., Lepeduš, H., Sudar, R., Jurković, Z. (2012): Relation between polyphenols content and skin colour in sour cherry fruits. *Journal of Agricultural Science (Belgrade)* 57(2):57-67.
- Yam, K.L., Papadakis, S. (2004): A simple digital imaging method for measuring and analyzing color of food surfaces. *Journal of Food Engineering* 61:137-142.
- Watada, A., Abbott, J. (1975): Objective method of estimating anthocyanins content for determining color grade of grapes. *Journal of Food Sciences* 40:1278-1279.

Primljeno: 12. februara 2014.

Odobreno: 19. marta 2014.

PREDICTION OF YIELD BY DIGITAL IMAGE ANALYSIS OF VINE

Zoran S. Bešlić*, Slavica R. Todić and Saša M. MatijaševićUniversity of Belgrade, Faculty of Agriculture,
Nemanjina 6, 11080 Belgrade-Zemun, Serbia

A b s t r a c t

The grape yield per vine of cv. Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) was evaluated on the basis of digital image processing of vine part. Digital camera was mounted on tripod and used for taking photos of 1 x 1 m portions of canopy. The Adobe Photoshop software was used to analyse image for the colour counting of the blue pixels of grape in the quadrant region. The actual yield was obtained from the photographed vines by hand harvesting of sampled portions. Linear regression was used for calculation of the correlation between blue pixels and grape weight. The relatively strong relationship between blue pixels and grape weight ($R^2=0.91$) was obtained. Based on these results, we can recommend this simple technique for yield forecasting.

Key words: grape weight, colour analysis, number of pixels.

Received: February 12, 2014

Accepted: March 19, 2014

*Corresponding author: e-mail: zbeslic@agrif.bg.ac.rs