

NEDESTRUKTIVNA METODA IZRAČUNAVANJA LISNE POVRŠINE LASTARA VINOVE LOZE

ZORAN BEŠLIĆ, SLAVICA TODIĆ, NEBOJŠA MARKOVIĆ¹

IZVOD: U radu je prikazano ispitivanje validnosti primene statističkog modela kojim bi se izračunavala površina jednog lista vinove loze i površina listova lastara uključujući osnovne listove i listove sa zaperaka. Izračunavanje površine jednog lista se zasniva na obrascu dobijenom linearnom regresionom analizom koja koristi zbir donja dva bočna nerva kao nezavisno promenljivu. Za izračunavanje lisne površine osnovnog lastara i površine listova sa zaperaka primenjen je identičan model do kojeg se dolazi multiplom regresionom analizom koja koristi tri nezavisno promenljive: broj listova, površinu najvećeg i najmanjeg lista. Visoke vrednosti koeficijenta determinacije (R^2) i zadovoljavajuća vrednost srednje apsolutne greške (sag) su potvrdile validnost primene primenjenih modela i dobro poklapanje izmerenih i izračunatih vrednosti površina lastara i zaperaka.

Ključne reči: vinova loza, površna lista, statistički model, validnost.

UVOD

Poznavanje asimilacione površine je važan element u fiziološkim istraživanjima, u ispitivanju fotosintetske aktivnosti biljke, proučavanjima svetlosnih uslova u špaliru, ispitivanju vodnog statusa, a takođe i u procenama uspešnosti primene određenih ampelotehničkih mera.

Zbog toga je veoma važno pronaći načine kojima bi se relativno brzo i tačno u poljskim uslovima izračunali potrebni parametri za izračunavanje lisne površine. Danas se primenjuje više različitih metoda, od kojih neke podrazumevaju uzorkovanje listova i čitavih lastara i merenje njihove površine specifičnim instrumentima u laboratorijskim uslovima. Neke druge metode podrazumevaju primenu skupe sofisticirane opreme kojima se u polju, indirektno preko snimanja asimilacione površine i prodiranja sunčeve svetlosti ili boje listova dolazi do površine listova. Najjednostavnije nedestruktivne metode zasnivaju se na merenjima određenih elemenata liske i lastara i njihovim poređenjem sa lisnom površinom. U cilju izračunavanja površine jednog lista može se koristiti zbir dužina do-

Prethodno saopštenje / Previous announcement

¹ Zoran Bešlić, dr Slavica Todić, dr Nebojša Marković, Poljoprivredni fakultet Zemun

nja dva bočna nerva (Carbonneau, 1976a; Lopes i Pinto, 2000), dužina i/ili maksimalna širina liske (Smith i Kliewer, 1984; Williams i Martinson, 2003) i masa lista (Sepulveda i Kliewer, 1983). Upotreba nekog od nabrojanih načina zavisi od svojstava lista sorte koja se prati kao što su oblik, izdeljenost, forma sinusa itd. i u svakom slučaju podrazumeva uzorkovanje što većeg broja listova kako bi se došlo do što tačnijeg obrasca. Pri izračunavanju površine listova osnovnog lastara i zaperaka takođe se mogu primeniti različita merenja. Lorenzo i sar.2006, navode visoku zavisnos između površine lastara i njegove dužine dok Lopes i Pinto (2005) navode da dužina lastara nije uvek u visokoj korelaciji sa lisnom površinom. Lopes i Pinto (2000) predlažu model za izračunavanje površine listova osnovnog lastara koji jr prvobitno uključivao četiri promenljive: dužinu lastara, broj listova, površinu najvećeg i najmanjeg lista, da bi kasnije dužinu lastara isključili iz proračuna jer nema značajniji uticaj na lisnu površinu. Za površinu listova zaperaka na jednom lastaru predložili su sličan model koji u prvom slučaju uključuje šest promenljivih, a u nešto pojednostavljenom samo dve promenljive: broj listova na zapercima i površinu najrazvijenijeg zaperka.

Cilj našeg rada je bio da se dođe do regresione formule za izračunavanje lisne površine kod sorte Frankovka na osnovu modela koji su predložili Lopes i Pinto (2000).

MATERIJAL I METOD RADA

Ispitivanja su obavljena tokom 2004–2006. godine u delu vinograda sa sortom Frankovka (*Vitis vinifera L.*) koji je u sastavu Oglednog dobra „Radmilovac” Poljoprivrednog fakulteta u Zemunu. Po svojoj lokaciji, zasad pripada šumadijsko-velikomoravskom reonu u kojem je zastupljena umereno-kontinentalna klima sa prosečnom godišnjom temperaturom vazduha za period od 10,8°C i srednjom vegetacionom od 16,6°C. Prosečna godišnja količina padavina je oko 660 mm, od čega u periodu vegetacije padne 410 mm. Zemljište na kojem je podignut vinograd je u tipu lesivirane gajnjače veoma povoljnih fizičkih i mehaničkih svojstava. Vinograd je podignut 2002. godine sa razmakom sadnje 3 × 1 m. Kao uzgojni oblik formiran je Gijov dvogubi oblik sa visinom stabla od 90cm i mešovitom rezidbom.

Površina jednog lista, zatim površina osnovnog lastara i površina zaperaka određena je primenom statističkog modela predloženog od strane Lopes i Pinto, 2000. U cilju dobijanja jedinstvene jednačine za određivanje površine jednog lista, prikupljeno je nasumično 100 listova različitih veličina na kojima je merena dužina donja dva bočna nerva. Zatim je svaki list skeniran (HP scanjet 3670) i primenom programa PhotoShop 7 izračunata je njegova površina. Korelacijom zbira dužina dva donja bočna nerva jednog lista i njegove površine dobijen je obrazac kojim će se izračunavati površina lista na osnovu dužine izmerenih nerava.

Za primenu obrasca kojim će se izračunavati površine listova lastara, u periodu od šarka do sazrevanja grožđa uzeto je 30 prosečnih lastara na kojima su izvršena sledeća merenja: broj listova na glavnom lastaru i zapercima, dužina donja dva bočna nerva svih listova osim listova kraćih od 3cm. Izračunavanjem površine svakog primarnog lista na jednom lastaru preko dužine njegovih nerava dobijena je površina primarnog lastara (*izmerena površina*) koja predstavlja zavisno promenljivu. Primenom multiple regresione analize kojom se vrši korelacija površine listova kao zavisno promenljive i tri nezavisno promenljive

ve: broja primarnih listova, površine najvećeg lista i površine najmanjeg lista dobijena je obrazac kojim se izračunava površina lastara (*izračunata površina*).

Pri merenju površine listova na zapercima osnovnog lastara, u našem radu se delimično odstupilo od originalnog modela koji su dali Lopes i Pinto (2000) u cilju što jednostavnijeg merenja u poljskim uslovima. Primenjen je identičan model kao kod izračunavanja površine osnovnog lastara, tj. prate se promenljive: ukupan broj listova sa zaperaka, površina najvećeg i najmanjeg lista posmatrjući sve listove zaperaka. Određivanje najvećeg i najmanjeg lista na zapercima jednog lastara bi moglo biti otežano kod sorti sa velikim brojem bujnih zaperaka, što kod sorte Frankovka nije slučaj. U tom slučaju bi se mogao primeniti gore naveden originalan metod.

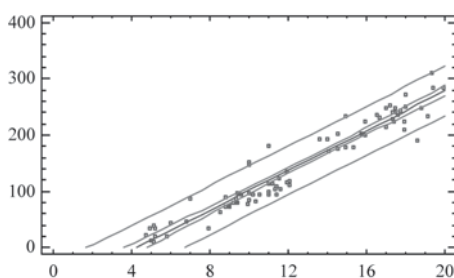
Za statističku obradu podataka korišćen je program Statgraph 5.0.

REZULTATI

Linearnom regresionom analizom na osnovu dužine donjih bočnih nerava i lisne površine dobijena je korelaciona jednačina:

$$P = -74.7687 + 17.6594 \cdot L$$

gde je zavisno promenljiva P – površina lista i nezavisno promenljiva L – zbir dužina donja dva bočna nerva. Linearna zavisnost između ove dve promenljive prikazana je grafikonom 1. Vrednost R^2 za ovu regresiju iznosi 0,93 a standardna greška je 21,5 cm².



Graf.1. Veza između lisne površine (P) i zbira dužina donja dva bočna nerva (L) kod sorte Frankovka.

Graph.1. Relationship between leaf area (P) and sum of the two lateral leaf vein length (L) for cv. Frankovka.

Do lisne površine jednog lastara došlo se primenom multiple regresione analize gde je izmerena površina lastara (Pl) zavisno promenljiva i tri nezavisno promenljive koje su uvedene određenim redom na osnovu značajnosti uticaja na površinu lastara što je određeno na osnovu vrednosti koeficijenta korelacije (kk). Prva se unosi u obračun promenljiva bl– broj listova (kk=0,79), zatim Plmax – površina najvećeg lista (kk=0,78) i kao poslednija Plmin – površina najmanjeg lista (kk=0,25). Proračunom je dobijena sledeća jednačina:

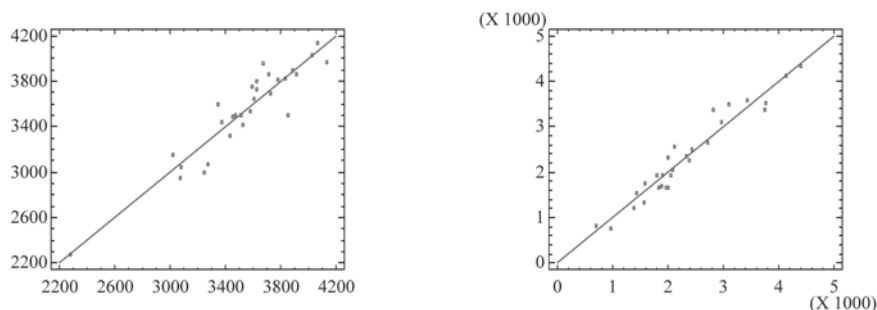
$$Pl = -2504.21 + 172.684 \cdot bl + 9.10372 \cdot Plmax + 5.20723 \cdot Plmin$$

Odnos između izračunatih i izmerenih vrednosti lisne površine osnovnog lastara prikazan je grafikonom 2a. Vrednost R^2 za ovu regresiju iznosi 0,87 a standardna greška je 151,5 cm^2 .

Pri izračunavanju površine listova zaperaka, slično kao kod primarnog lastara, nakon primenjene multiple regresione analize dobijena je jednačina:

$$Pz = -1630.7 + 73.228*blz + 8.27569*Plmax + 22.7142*Plmin$$

gde je Pz – površina zaperka, blz – broj listova na zapercinma, $Plmax$ – površina najvećeg lista na zapercima, a Pl – površina najmanjeg lista na zapercima. Odnos između izračunatih i izmerenih vrednosti lisne površine zaperaka prikazan je grafikonom 2b. Vrednost R^2 za ovu regresiju iznosi 0,94 a standardna greška je 247,3 cm^2 .



Graf.2 (a) Odnos između izračunatih i izmerenih vrednosti površine listova osnovnog lastara i (b) lisne površine zaperaka sorte Frankovka. Sag – srednja apsolutna greška
Graph.2. (a) Relationship between actual and estimated main shoot leaf area, (b) lateral leaf area for cv. Frankovka. Sag – mean absolute error

DISKUSIJA

Rezultati primenjene linearne regresione analize za izračunavanje površine jednog lista su saglasni drugim studijama u kojima se do površine lista dolazi preko merenja dimenzija liske. Stavljanje u korelaciju površine lista sa zbirom donja dva bočna nerva kao nezavisno promenljive u našem radu je dalo veoma visok koeficijent determinacije ($R^2=0,93$) što ukazuje na podesnost ovog modela za izračunavanje površine lista sorte Frankovka. Visoke vrednosti koeficijenta determinacije (R^2) koji se kretao od 0,83 do 0,98 pri korišćenju širine i dužine lista su ustanovili Williams i Martinson (2003). Lopes i Pinto (2000) su kod četiri sorte vinove loze ustanovili veće vrednosti R^2 pri regresionoj analizi između površine lista i zbira donjih bočnih nerava u odnosu na primenu dužine liske kao nezavisno promenljive. Pronalaženje najpodesnije regresione formule za izračunavanje površine lista koja će uključiti jednu ili dve promenljive kao što su dužina i/ili širina lista, zbir dužina bočnih nerava zavisice od oblika i izdeljenosti lista posmatrane sorte.

Kada je reč o izračunavanju lisne površine osnovnog lastara, primenjeni model koji su predložili Lopes i Pinto (2000) dao je u ovom slučaju zadovoljavajuće rezultate. Dobijeni koeficijent determinacije ($R^2=0,87$) ukazuje da se kod sorte Frankovka broj listova kao

najznačajnija promenljiva, pa zatim površina najvećeg lista i na kraju površina najmanjeg lista mogu uspešno koristiti za izračunavanje površine lastara. Vrednost srednje apsolutne greške – sag koja iznosi 110,8 cm² ukazuje na dobro poklapanje izmerenih i izračunatih vrednosti površine lastara. Ova tri elementa se mogu relativno brzo izmeriti u poljskim uslovima što posebno važi za broj listova na posmatranom lastaru, dok je za određivanje najvećeg i najmanjeg lista potrebno nešto više pažnje.

Pri merenju površine listova zaperaka na osnovnom lastaru primenom identičnog modela kao kod osnovnog lastara dobijena je visoka vrednost koeficijenta determinacije ($R^2=0,94$) što ukazuje na podesnost korišćenja ove tri nezavisno promenljive.

ZAKLJUČAK

Rezultati ovih istraživanja ukazuju da se izračunavanja površine listova lastara mogu izvesti relativno brzo i uz visoku preciznost u poljskim uslovima, a da se lastari pri tom ne skidaju sa čokota. Jedino je potrebno uzorkovati veći broj listova za određivanje korelacione jednačine preko koje će se izračunavati površina jednog lista.

Za izračunavanje površine listova osnovnog lastara i listova zaperaka potrebno je utvrditi broj listova na lastaru, odnosno zapercima i izmeriti dužinu donjih bočnih nerava na najvećem i najmanjem listu osnovnog lastara i na zapercima.

LITERATURA

- CARBONNEAU, A. Principes et methodes de mesure de la surface foliare. Essai de caracterisation des types de feuilles dans le genre *vitis*. Ann. Amelior. Plantes, 26 327–343 (1976a).
- DI LORENCO, R., COSTANCA, P., PISCIOTTA, A., VESCO, G., BARBAGALLO, M.G.: Estimation of leaf area by means of linear regression equation in *Vitis vinifera* L.: Limits and advantages.
- LOPES, M.A., PINTO, P.: Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models. *Vitis*, (2) 55–61 (2005).
- LOPES, M.A., PINTO, P.: Estimation of main and secondary leaf area of grapevine shoot. *Progres Agricole et Viticole*, 117, n°7, 160–166 (2000).
- SEPULVEDA, G., KLEWER, W.M.: Estimation of leaf area of two grapevine cultivars (*vitis vinifera* L.) using laminae linear measurements and fresh weight. *Am.J.Enol.Vitic.* 34 221–226 (1983).
- SMITH, R.J., KLEWER, W.M.: Estimation of Thompson Seedless grapevine leaf area. *Am. J. Enol. Vitic.* 35 16–22 (1984)
- WILLIAMS, L., MARTINSON, T.: Nondestructive leaf area estimation of Niagara and DeChau-nac grapevines. *Scientia Horticulturae* 98 493–498 (2003).

NONDESTRUCTIVE METHOD FOR ESTIMATION OF SHOOT LEAF AREA OF GRAPEVINE

ZORAN BEŠLIĆ, SLAVICA TODIĆ, NEBOJŠA MARKOVIĆ

Summary

In this paper has been shoowed an investigation of validity for using statistical model for estimations of single leaf area, primary and lateral leaf area. Estimation of single leaf area is based on equation gained with linear regression analyses which used sum of two lateral leaf vein lengths as independent variable. For estimation of primary and lateral shot leaf area, a tree variable model is propsed: main leaf number and area of the major and minor leaves on base multiple regression analysis. A very high values of coefficient of determination (R^2) and satisfactory values of main absolute error (MAE) was confirmed validity of using of proposed model and good agreement between observed and estimated values of shoot leaf area.

Key words: grapevine, leaf area, statistcal model, validation.