

CRACKSENSE: DIGITALNA REŠENJA ZA PREVENCIJU PUCANJA PLODOVA

Mladen Radišić^{ac}, Maja Radišić^{bc}, Marina Arnaut Stefanović^c, Aleksandra Tolmačev^c,
Sandra Kolarić^{ac}

^aFakultet tehničkih nauka, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad 21000

^bPoljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad 21000

^cFoodscale Hub, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad 2100



Projekat: CrackSense cracksense.eu
(Cracking the Data to Mitigate Fruit Cracking)

Razumevanje problema pucanja plodova

Pucanje plodova voća predstavlja sistemski problem za proizvođače voća, sa ograničenim mogućnostima za njegovo izbegavanje. Ova fiziološka pojava se najčešće javlja pre berbe, narušavajući izgled ploda, ubrzavajući procese truljenja, gubitka vode u plodu i prodora patogena, čime se smanjuje tržišna vrednost i životni vek ploda u prodajnoj fazi. Predstavlja **značajan faktor gubitka prinosa širom sveta** zbog delimičnog ili potpunog odbacivanja berbe narušene visokim procentom oštećenih voćki [1]. Takođe, ova pojava dovodi do finansijskih gubitaka za poljoprivrednike, s obzirom da se berbe s velikim procentom zahvaćenih voćki, umesto plasiranja visoko kvalitetnog proizvoda na police prodavnica, preusmeravaju u svrhe koje su od manjeg komercijalnog značaja za proizvođače (kao što je proizvodnja sokova). Porast globalne potražnje za hranom, opredeljenje kupaca ka krupnijim i slađim plodovima, te klimatske promene sa drastičnim izmenama sušnih i izrazito vlažnih perioda, dodatni su faktori koji doprinose povećanoj učestalosti pucanja plodova, pa samim tim, i važnosti rešavanja ovog problema.

Projekat CrackSense, finansiran iz programa Horizont Evropa, razvija **napredne senzorske i digitalne tehnologije** za praćenje pucanja voća i posledičnog gubitka prinosa. CrackSense kombinuje sisteme senzora s visokom protočnošću, baze agro-ekoloških podataka, modele procene rizika i pilot testiranja kako bi u realnom vremenu pratio pucanje plodova, procenjivao rizike i pružao praktične preporuke za upravljanje voćnjacima na različitim nivoima i lokacijama.



Slika 1. Primer pucanja nara

Uloga zemljišta u prevenciji pucanja plodova

Iako klimatske promene i faktori životne sredine, poput temperaturnih fluktuacija, vlažnosti i stresa usled vode, doprinose pucanju plodova, i **zemljište ima važnu ulogu u ublažavanju ovog problema**. Stanje i zdravlje zemljišta direktno utiču na rast plodova i otpornost njihove kože, zbog čega je upravljanje zemljištem ključni faktor u smanjenju pucanja. Kvalitet i nutritivni sastav zemljišta su od suštinskog značaja za razvoj plodova.

Neravnoteža u zemljišnim hranljivim materijama, posebno kalcijumu, magnezijumu, boru, kalijumu, cinku, bakru, molibdenu i manganu, može oslabiti kožu ploda, čineći je podložnijom pucanju.

Neadekvatan nivo ovih esencijalnih hranljivih materija mogu narušiti strukturu ćelija, što dovodi do povećanog rizika od pucanja plodova. Na primer, kalcijum je ključan za čvrstoću ćelijskog zida, elastičnost i integritet ploda. Njegovo prisustvo u dovoljnim količinama osigurava da plod može izdržati stres izazvan apsorpcijom vode i promenama u okruženju bez pucanja. Pored toga, cink reguliše unos vode kroz korenje biljke i pokazano je da smanjuje pucanje plodova kada se primeni kao folijarno prskanje. Cink takođe utiče na aktivnost enzima uključenih u metabolizam proteina, ugljenih hidrata i nukleinskih kiselina, podržavajući sveukupan razvoj plodova.

Održavanje optimalnog nivoa vlage u zemljištu takođe je od suštinskog značaja. Prekomerno upijanje vode kroz korenje, kao i upijanjem dodatne vlage preko opne ili kore ploda, u kombinaciji sa nedostatkom hranljivih materija, može izazvati povećanje ćelija u plodu, što povećava verovatnoću pucanja.

Moderni alati za praćenje i upravljanje zemljištem

Da bi se pribavili precizni podaci o zemljištu, ključni su savremeni alati kao što su satelitsko snimanje, senzori za zemljište i tehnologije koje se koriste za procenu mikrobiološke raznovrsnosti zemljišta, jer omogućavaju praćenje zdravlja zemljišta, nivoa vlage i sadržaja hranljivih materija u realnom vremenu. Kada se kombinuju sa IoT (Internet of Things) sistemima, ove tehnologije prenose podatke na centralne platforme, omogućavajući kontinuirano praćenje i automatske prilagodbe u navodnjavanju, đubrenju i zaštiti biljaka. Ova integracija omogućava poljoprivrednicima da optimizuju resurse, smanje otpad i povećaju prinose, uz očuvanje održivosti [2].

Kako CrackSense pomaže u prevenciji pucanja plodova

U projektima poput CrackSense, ove napredne senzorske tehnologije mogu se konkretno primeniti za praćenje uslova zemljišta koji direktno utiču na razvoj plodova. Praćenjem parametara kao što su tekstura zemljišta, vlažnost i nivo hranljivih materija, prakse navodnjavanja i đubrenja mogu se precizno prilagoditi. Ovaj ciljani pristup pomaže u smanjenju rizika od problema poput pucanja plodova.

U okviru projekta CrackSense koriste se različite napredne tehnologije za praćenje razvoja plodova i procenu rizika od pucanja. Među njima je TOMMY, robotski sistem opremljen termalnim i optičkim kamerama, koji može detaljno da pregleda svaki plod i prepozna rane znakove stresa koji povećavaju verovatnoću pucanja. Pored toga, koriste se i dronovi za prikupljanje hiperspektralnih, multispektralnih i termalnih podataka iz vazduha, čime se precizno mapiraju razlike u temperaturi i vegetacionim obrascima.

U kombinaciji sa 3D point-cloud snimanjem, RGB-D kamerama i termalnim detekcijama na nivou biljke, ove tehnologije omogućavaju sveobuhvatniji uvid u stanje zasada i pomažu u pravovremenom otkrivanju faktora koji povećavaju rizik od pucanja plodova.



Slika 2. 3. i 4. TOMMY, robotski sistem opremljen termalnim i optičkim kamerama



Slika 5. 6. i 7. Dronovi

Prve dve godine projekta bile su fokusirane na eksperimentalnu fazu i prikupljanje podataka, a sledeća faza predstavlja početak razvoja digitalne platforme koja će voćarima davati procenu rizika od pucanja na nivou voćke na nivou ploda, stabla, parcele i regiona.

Prevenција pucanja plodova kroz pravilno voćarsko upravljanje

Da bi se smanjila pojava pucanja plodova, najčešće se primenjuju prakse kao što su:

- *Adekvatno navodnjavanje:* Redovno praćenje nivoa vlage u zemljištu i korišćenje efikasnih metoda navodnjavanja, poput kapanja, pomaže u održavanju stalne ravnoteže vlage i smanjuje rizik od pucanja.
- *Malčiranje:* Primena malča oko voćaka pomaže u održavanju vlage i stabilnosti temperature zemljišta. Malč smanjuje isparavanje vlage i sprečava nagle promene u nivou vlage u zemljištu, čime se štiti plod od pucanja izazvanog neujednačenim nivoom vode.
- *Upravljanje hranljivim materijama:* Redovni testovi zemljišta i ciljano upravljanje hranljivim materijama prema specifičnim potrebama useva mogu podstaći ujednačen rast plodova i sprečiti pucanje.

Za više informacija o CrackSense projektu posetite naš sajt ili društvene mreže!





LinkedIn



Facebook



Instagram



X

2

[1] Tapia-Zapata, N., Winkler, A., & Zude-Sasse, M. (2024). Occurrence of wetness on the fruit surface modeled using spatio-temporal temperature data from sweet cherry tree canopies. *Horticulturae*, 10(7), 757.

<https://doi.org/10.3390/horticulturae10070757>

[2] Sadka, A., Alchanatis, V., Morozov, M., Saville, Y., Kamera, I., & Paz-Kagan, T. (2024). CrackSense: High throughput real-time monitoring and prediction of fruit cracking by utilizing and upscaling sensing and digital data technologies. 15th International Citrus Congress (ICC 2024), Jeju, Korea, p. 169.

<https://cracksense.eu/wp-content/uploads/2024/11/CrackSense-Letterhead-02122022.docx-1.pdf>