

Merpan (kaptan), vročinski stres in sončni ožigi na jabolkih – ali obstaja povezava?

Diskusija z dne 1. 9. 2026

Besedilo je pripravljeno za namen pojasniti možne situacije, ki se je zgodila v SC Maribor: povečanje sončnih ožigov na plodovih jablan po uporabi sredstva Merpan. Ali obstaja realna povezava med dogodkoma?

Pri iskanju povezave med uporabo pripravka **Merpan (aktivna snov kaptan)** in intenzivnim pojavom sončnih ožigov na plodovih jablane (poročano SC Maribor Gačnik) se kot prvo ponuja vprašanje žvepla. Kaptan sicer v svoji molekuli vsebuje žveplo, vendar gre za **kemijsko vezano žveplo**, zato njegovega delovanja ne moremo enačiti z delovanjem pripravkov na osnovi elementarnega žvepla. Pripravki na osnovi **elementarnega žvepla** pa **ostajajo realen dejavnik tveganja za povečano pojavnost sončnih ožigov (pazi EKO!)**, saj se ob visokih temperaturah in močnem sončnem sevanju poveča njihova fitotoksičnost in s tem občutljivost površinskih tkiv ploda za nadaljnje poškodbe.

Pri elementarnem žveplu je torej temperaturno pogojena fitotoksičnost dobro poznana. Tveganje poškodb se povečuje pri visokih temperaturah in močnem sončnem obsevanju. Pri kaptanu pa je verjetnejši **drugačen mehanizem – povezan s stanjem kutikule ploda in možnostjo penetracije kaptana v tkivo**.

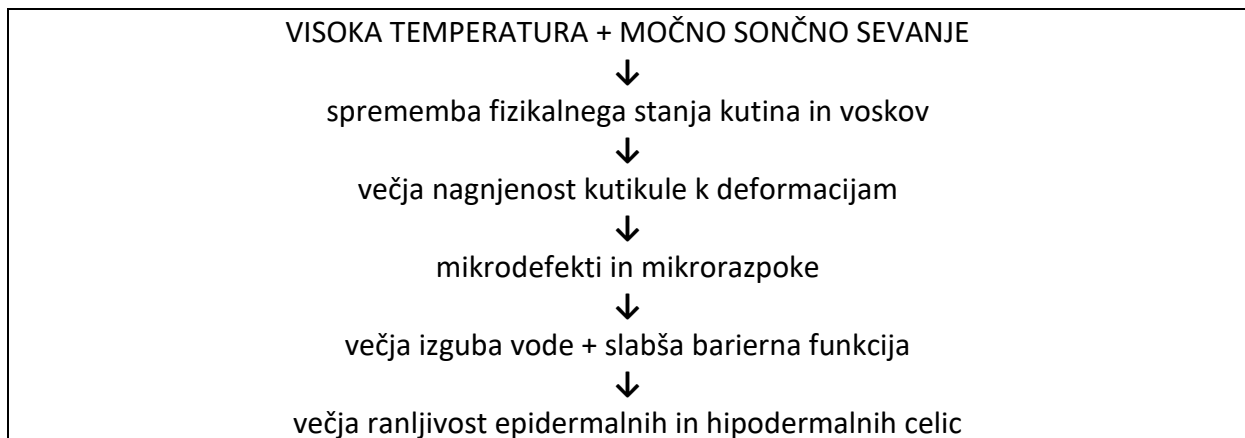
Ključno vprašanje bi moralo biti: kaj se ob vročinskem stresu dogaja s kutikulo?

Kutikula (plodov in listov) ni nespremenljiva, toga prevleka ploda, ampak dinamična zaščitna struktura iz kutina in voskov. Njena osnovna funkcija je zmanjševanje izgube vode ter zaščita epidermalnih celic pred zunanjimi vplivi. Ob močnem sončnem obsevanju lahko temperatura površine jabolka močno preseže temperaturo zraka. Pri razvoju sončnega ožiga se temperature površine ploda pogosto približajo **45–50 °C**, pri približno **52 °C** pa lahko nastopi nekrotična poškodba epidermalnega in subepidermalnega tkiva (Schrader et al., 2001; Racskó & Schrader, 2012). Vendar pa se spremembe kutikule začnejo že pri nižjih temperaturah!

Schreiber (2001) je pokazal, da imajo rastlinske kutikule temperaturno induciran **fazni prehod približno med 30 in 40 °C**. Pri segrevanju se poveča molekularna mobilnost kutina in voskov, spremeni se organizacija kutikule in **povečajo se mikroskopske nepravilnosti** med njenimi posameznimi komponentami. Posledično se lahko poveča njena prepustnost (POZOR: transpiracija plodov v skladišču?).

Hkrati se zaradi rasti in temperaturnih obremenitev površina ploda razteza. V kutikuli nastajajo **mikrorazpoke**, ki jih plod sproti poskuša popravljati z odlaganjem novega voska. Takšna poškodovana območja imajo bistveno slabšo barierno funkcijo; raziskave so pokazale, da so lahko mikrorazpoke približno **12-krat bolj prepustne za vodno paro kot nepoškodovana kutikula**.

Vročinski stres- kaj se zgodi?



To je pomembno tudi zato, ker se lahko soncu izpostavljeni plodovi na takšne razmere do določene mere **aklimatizirajo oz. prilagodijo**. Na osončeni strani ploda se lahko oblikuje več voščenih struktur, spreminjata se sestava kutina in količina zaščitnih pigmentov (barva kot odgovor – zaščitna funkcija!). Zato dolgotrajno osončen plod ni nujno enako občutljiv kot plod, ki je bil predhodno zasenčen in je nenadoma izpostavljen močnemu sevanju (letna rez?). Prav takšna nenadna izpostavljenost je značilna tudi za pojav foto-oksidativnega sončnega ožiga (Racskó & Schrader, 2012).

Kaj pa je sedaj z zgodbo Merpana?

Kaptan je **lipofilna molekula**, ki lahko prehaja skozi voščeno-kutinsko bariero. Pri nepoškodovani kutikuli plodov je prehod razmeroma omejen, kar pojasnjuje, zakaj je kaptan pri običajni uporabi praviloma varen kontaktni fungicid (Solel & Edgington, 1973).

Razmere se spremenijo, kadar je barierna funkcija kutikule prizadeta. Bondada et al. (2007) so pokazali, da so oljne emulzije povečale prehod kaptana skozi kutikulo jablane za **več kot 50 %**. To pomeni, da za pojav fitotoksičnosti ni pomembna samo količina kaptana na površini, ampak predvsem možnost njegovega prehoda skozi zaščitno lipidno pregrado.

Zelo nazorni so tudi terenski poskusi Villani, Breth in Cox (2014). Pri sorti 'Gala' je bila poškodovanost mladih plodov po uporabi **samega kaptana majhna (okoli 3,5 %)**, medtem ko je kombinacija **olja in kaptana povzročila poškodbe pri več kot 80 % plodov**. Poškodovanost se je povečevala tudi pri kombinacijah s penetranti, surfaktanti in kompleksnejšimi škropilnimi mešanici.

Podobno sta Abbott in Beckerman (2018) v triletnem poskusu ugotovila, da kaptan sam praviloma ni povzročal pomembne fitotoksičnosti, medtem ko so nekatere kombinacije z dodatki značilno povečale poškodbe in »russeting« plodov. Ugotovljene so bile tudi pomembne **sortne razlike v občutljivosti**.

Možna povezava s sončnim ožigom:

Obstoječa literatura neposredno še ne dokazuje, da aplikacija kaptana znižuje temperaturni prag za nastanek sončnega ožiga. Zelo dobro pa podpira dva ločena procesa:

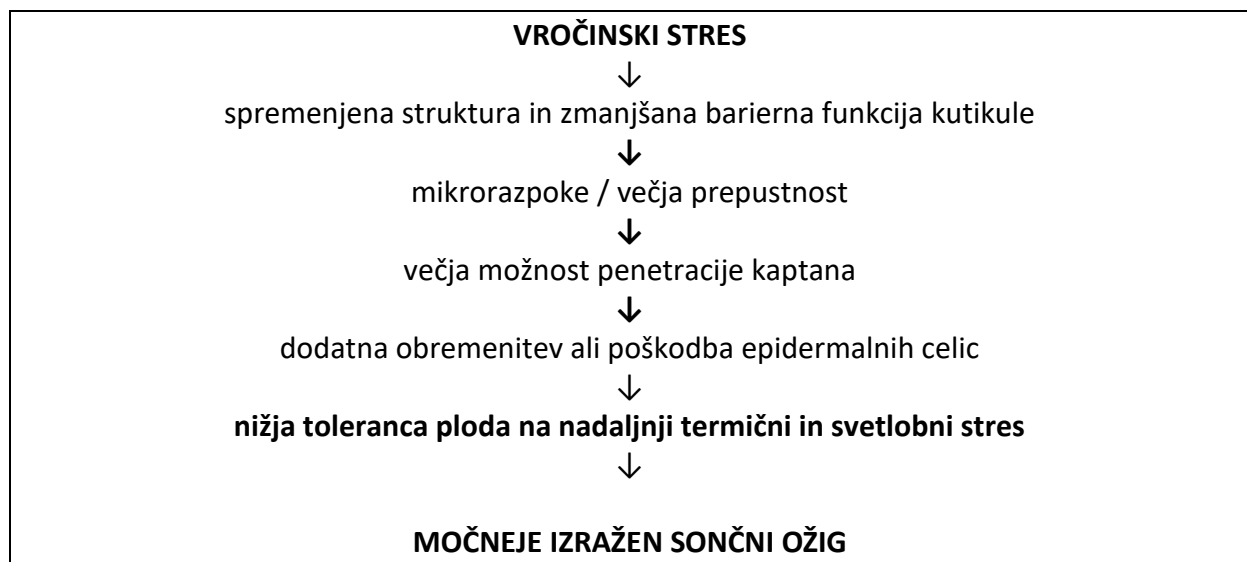
1. KAPTAN + SPREMENJENA/POŠKODOVANA KUTIKULA

- večja penetracija kaptana
- možnost fitotoksične poškodbe epidermisa

2. VISOKA TEMPERATURA + MOČNO SONČNO SEVANJE

- fototermični stres
- poškodba epidermalnih in subepidermalnih celic
- sončni ožig

In če procesa združimo (realna situacija):



Odgovor za prakso:

Merpana ne gre obravnavati kot neposrednega povzročitelja sončnega ožiga, temveč kot **možnega ojačevalca poškodbe v razmerah, ko je kutikula zaradi vročinskega stresa, mikrorazpok, predhodnih poškodb ali drugih komponent škropilne brozge že funkcionalno oslabljena.**

Za presojo posameznega primera so zato poleg temperature in sončnega sevanja pomembni tudi **čas aplikacije, stanje plodov in kutikule, sorta, koncentracija pripravka ter predvsem sestava celotne škropilne brozge.**

Uporabljena literatura

Abbott, C. P., & Beckerman, J. L. (2018). Incorporating adjuvants with captan to manage common apple diseases. *Plant Disease*, 102(1), 231–236.

Bondada, B. R., Sams, C. E., Deyton, D. E., & Cummins, J. C. (2007). Oil emulsions enhance transcuticular movement of captan in apple leaves. *Crop Protection*, 26(4), 691–696.

Racskó, J., & Schrader, L. E. (2012). Sunburn of apple fruit: Historical background, recent advances and future perspectives. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 31(6), 455–504.

Schrader, L. E., Zhang, J., & Duplaga, W. K. (2001). Two types of sunburn in apple caused by high fruit surface (peel) temperature. *Plant Health Progress*, 2(1).

Schreiber, L. (2001). Effect of temperature on cuticular transpiration of isolated cuticular membranes and leaf discs. *Journal of Experimental Botany*, 52, 1893–1900.

Solel, Z., & Edgington, L. V. (1973). Transcuticular movement of fungicides. *Phytopathology*, 63, 505–510.

Villani, S. M., Breth, D. I., & Cox, K. D. (2014). Feeling the burn! Chemical injury on apples following tank mixtures of captan, single-site fungicides, and adjuvants. *New York Fruit Quarterly*, 22(4).

Pripravila: dr. Tatjana Unuk, FKBP UM