

Upotreba kaolinske gline u uzgoju voća

Sažetak

Proizvodi na bazi kaolinske gline sve više se koriste u proizvodnji voća, a posebice onoj ekološkoj. Posljednjih godina prisutan je trend značajnog smanjenja broja dozvoljenih konvencionalnih sredstava za zaštitu bilja od štetnih organizama, što za posljedicu ima i postupni prijelaz s konvencionalne na ekološku proizvodnju voća. U ovom radu prikazane su mogućnosti korištenja proizvoda na bazi kaolinske gline u voćarstvu. Predstavljene su mogućnosti korištenja kaolinske gline u zaštiti od štetnika i bolesti, smanjenju ekološkog stresa uzrokovano visokim temperaturama, zaštiti od ožegotina, povećanju uroda, poboljšanom obojenju i kvaliteti ploda. Kaolinska glina ima velike mogućnosti za unaprjeđenje voćarske proizvodnje u Republici Hrvatskoj, napose u ekološkoj proizvodnji, gdje zbog svoje široke primjene i učinkovitosti postaje praktički nezaobilazna.

Ključne riječi: kaolinska glina, ekološka proizvodnja, sunčeve ožegotine, održivost

Uvod

Kaolinska glina se sve više koristi kao alternativa kemijskim pripravcima za zaštitu bilja čija se primjena sve više ograničava u voćarskoj proizvodnji. To je bijeli, neporozni, nebubreći, nisko-abrazivni, sitno zrnati alumo-silikatni mineral, koji se lako raspršuje u vodi i kemijski je inertan u širokom rasponu pH vrijednosti (Glenn i Puterka, 2005). Napredak tehnoloških rješenja u preradi kaolina omogućio je da se sirovi kaolin obradi na čistoću višu od 99 %, te da se proizvedu čestice specifičnih oblika, veličina i različitih sposobnosti refleksije svjetlosti. Kaolinska glina prikladna za uporabu u poljoprivredi ima sljedeća svojstva: kemijski je inertna, promjera čestica < 2 µm i formulirana da tvori ujednačeni porozni film na površini tretirane biljke, koji će omogućiti učinkovitu fotosintezu u i izmjenju plinova iz lista, te do neke mjere spriječiti prodor UV i infracrvenog zračenja (Glenn i Puterka, 2005). Važno svojstvo je i mogućnost određenog utjecaja na suzbijanje štetnika i uzročnika bolesti, te mogućnost laganog ispiranja nanesenog sredstva s površine plodova (Slika 1).

Danas su na tržištu prisutne dvije forme kaolinske gline: hidrofilna koja se više koristi i hidrofobna. Prve uporabe čestica zaštitnog filma protiv bolesti temeljene su na kaolinu koji je tretiran hidrofobnim silikonskim premazom. Ovako prerađeni hidrofobni kaolin (M96-018, Engelhard Corp.), primjenjivan je kao prašivo jer se nije mogao miješati i aplicirati sa vodom. Potreba za jednostavnijom primjenom dovela je do razvoja formulacije hidrofilnog kaolina pod nazivom "Surround" (Engelhard Corp., Iselin, New Jersey, USA) koji sadržava isti materijal kao i hidrofobni kaolin, sa česticama promjera približno 1 µm, ali bez silikonskog premaza. Prednosti korištenja ovakve kaolinske formulacije bile su jednostavnost miješanja, ekonomičnost i kompatibilnost s drugim materijalima. Danas tvrtka „Engelhard Iselin“ proizvodi hidrofobni kaolin "M96-018" premazivanjem čestica kaolina sa zaštićenim hidrofobnim sintetičkim ugljikovodikom. Ovaj proizvod se prije primjene tretira sa 98 %-tnim metanolom, kako bi se mogao miješati sa vodom i lakše primijeniti na biljku (Glen i Puterka, 2005).

¹ Veleučilište u Požezi, Vukovarska 17, 34000 Požega, Hrvatska

² Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetosimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
Autor za korespondenciju: duralija@agr.hr



Slika 1. Kaolinska glina na plodu jabuke

Photo 1. Kaolin clay on apple fruit

Izvor/ Source: Autor

Kaolinska glina kao ekološko sredstvo ima više mogućih uporaba u ekološkoj proizvodnji voća. Upotrebljava se u zaštiti voćaka od štetnika i biljnih patogena, zaštiti plodova voća od ožegotina, pomaže u smanjenju stresa biljke te potiče rast i kvalitetu plodova raznih voćnih vrsta. Uporaba kaolinske gline ispoljava i pozitivno djelovanje na čuvanje i kvalitetu plodova nakon berbe, te pokazuje pozitivan učinak na smanjenje mrežavosti i poticanje bolje obojenosti na nekim voćnim vrstama (jabuka). Sve više se istražuje utjecaj različitih načina uporabe kaolinske gline u unaprjeđenju i podizanju kvalitete voćarske proizvodnje. Bitna prednost koja pridonosi sve većoj uporabi kaolinske gline u proizvodnji voća jest njezina neškodljivost za čovjeka i okoliš, niska cijena, te jednostavna primjena.

Primjena kaolinske gline u zaštiti od štetnika i biljnih patogena

Uporaba kaolinske gline utječe na smanjenje napada mnogih štetnika na različite voćne vrste. Ispoljava repelentno djelovanje na različite kukce na način da se oni otežano kreću po površini tretirane biljke (taktilno odvracanje), te se smanjuje ovipozicija ili čak izaziva uginuće kukaca koji su izravno izloženi česticama gline. Za pojedine štetnike nakon tretiranja vočke ona postaje manje uočljiva zbog bijelog filma od gline. Istraživanje provedeno u sjeverozapadnoj Siriji pokazalo je da se nakon primjene kaolinskog filma pripravka pod oznakom M-99-099 smanjio napad maslinine muhe (*Bactrocera oleae* (Rossi, 1790)) tijekom cijele sezone, u usporedbi sa insekticidom na osnovi aktivne tvari dimetoat, koji nije pokazao tako dugotrajan učinak (Saour i Makee, 2004).

Pascual i sur. (2010) su u trogodišnjem istraživanju primjene kaolinskog pripravka „Surround WP“ zabilježili značajno smanjenje populacije *B. oleae*, ali je utvrđeno i smanjenje populacije prirodnih neprijatelja iz roda *Orius* i porodica Philodromidae, Scelionidae, Pteromalidae, Chrysopidae i Aphelinidae. Provedeno istraživanje je potvrdilo očekivani uspjeh u zaštiti masline od *B. oleae*, ali i ukazalo na problem nepovoljnog djelovanja na prirodne neprijatelje maslinine muhe. Učinkovitost ovog kaolinskog pripravka u suzbijanju šljivine pipe (*Conotrachelus nenuphar* (Herbst, 1797)), štetnika koji je značajan u SAD-u, potvrdili su Thomas i sur. (2004) u istraživanju provedenom na području jugozapadnog Missourija. Više primijenjene doze pokazale su i bolji učinak u suzbijanju štetnika.

Saour i sur. (2009) su istraživanjima provedenim 2005. i 2006. godine zabilježili dobru učin-

kovitost kaolinske gline u zaštiti kruške od kruškine buhe (*Psylla pyri* L.). Tijekom cijele sezone bilježili su smanjivanje broja nimfi uslijed primjene zaštitnog filma od kaolinske gline.

Višestruka primjena prerađenog kaolina u vrijeme početka razdoblja leta *P. pyri* značajno smanjuje broj nimfi u usporedbi s netretiranom kontrolom, a prerađeni kaolin štiti stabla kruške barem jednako učinkovito kao ekološki insekticid na osnovi aktivne tvari rotenon (Daniel i sur., 2005).

Istražujući utjecaj kaolinske gline na više štetnika u voćnjacima jabuka Markó i sur. (2008) otkrili su kako uporaba kaolina značajno smanjuje napad jabučnog cvjetara (*Anthonomus pomorum* L., 1758) koji je u ekološkoj proizvodnji jedan od najznačajnijih štetnika. Napad štetnika smanjen je za 51 % u nasadu tretiranom kaolinskom glinom u odnosu na netretiranu kontrolu. Napad smeđe voćne pipe (*Phyllobius oblongus* L., 1758) smanjen je za 45 %. Zabilježeno je i smanjenje šteta od jabučne osice (*Hoplocampa testudinea* Klug, 1816) na sorti 'James Grive'. Istražujući utjecaj hidrofilne i hidrofobne kaolinske gline na suzbijanje štetnika i uzročnika bolesti na breskvama (*Prunus persica* (L.) Batsch) Lalancette i sur. (2005) otkrili su da oba oblika (hidrofilni i hidrofobni) kaolinske gline s uspjehom suzbijaju breskvinog savijača (*Grapholita molesta* (Busck, 1916)), a smanjen je i napad šljivine pipe (*C. nenuphar*) te japanskog pivca (*Poppillia japonica* Newman, 1841). Suzbijanje ova tri štetnika kaolinskom glinom bilo je usporedivo ili bolje od standardnog programa zaštite.

Za razliku od hidrofilne forme, hidrofobni kaolin omogućio je učinkovitu kontrolu uzročnika smeđe truleži kod breskve (*Monilinia fructicola* (G Winter) Honey), što sugerira da hidrofobnost i ispravna aplikacija kaolinskog materijala mogu biti važni čimbenici za učinkovitu zaštitu od bolesti (Lalancette i sur., 2005). Primjena kaolina značajno je odgodila sazrijevanje ploda, povećala veličinu ploda i povećala topive suhe tvari u odnosu na standardne aplikacije (Lalancette i sur., 2005).

Jabučna muha (*Rhagoletis pomonella* (Walsh, 1867)) značajan je štetnik jabuka na sjeveroistoku i srednjem zapadu Sjedinjenih Država i istočnim provincijama Kanade, dok je u EU karantenski štetnik. Leskey i sur. (2010) ispitivali su učinkovitost ekološkog preparata na bazi kaolinske gline „Surround WP“ na vidljivost voćaka od strane odraslih muha, na taktilno odvracanje odraslih oblika, te na smrtnost jabučnih muha u laboratorijskim bio testovima. Rezultati su pokazali da aplicirane čestice kaolina smanjuju vizualnu vidljivost, taktilno odvracaju odrasle oblike, a vrijeme zadržavanja ženki unesenih na tretirane voćke bilo je puno kraće u usporedbi s netretiranim voćem. Odrasli oblici muhe koji su bili izloženi i prisiljeni stajati na površinama tretiranim preparatom „Surround WP“ uginuli su za manje od 2 dana u svim pokusima.

Istraživanja suzbijanja sredozemne voćne muhe (*Ceratitis capitata* (Wiedemann, 1824)) upotrebom preparata „Surround WP“ koja su proveli D'Aquino i sur. (2011) pokazuju značajno smanjenje uboda i slijetanja voćne muhe na plodove tretirane kaolinom. Ukupni gubitak plodova u berbi nektarina i bresaka prskanih s pripravkom „Surround WP“ bio je značajno manji (17 %) u odnosu na netretirane (57 %) ili nasade tretirane s kemijskim insekticidom na osnovi aktivne tvari triklorfon (68 %). U istraživanju provedenom tijekom 2005. godine „Surround WP“ bio je značajno učinkovitiji od insekticida u smanjenju incidencije oštećenih plodova. Prema Mezőfi i sur. (2018) pripravak „Surround WP“ primijenjen u dva navrata u koncentraciji od 4 %, bio je učinkovit u smanjenju šteta na plodovima višanja od trešnjine muhe (*Rhagoletis cerasi* (L., 1758)) sa smanjenjem oštećenja plodova višnje za 62 %. Tretmani kaolinskom glinom učinkoviti su i u smanjenju incidencije zapadne trešnjine voćne muhe (*Rhagoletis indifferens* Curran, 1932), koja je karantenski štetnik u EU, a rasprostranjena u Kanadi i Sjedinjenim Američkim Državama. Yee (2010) je istraživao slijetanje ženki i odlaganje jaja zapadne trešnjine voćne muhe (*R. cerasi*) na stabla trešanja, nakon dvokratne primjene sredstva „Surround WP“ u koncentracijama od 3 % i 6 %, te je utvrdio značajno smanjenje slijetanja štetnika i odlaganja jaja. U poljskom pokusu zabilježena je redukcija stadija kukuljica ovog štetnika od 32,3 % pa do 100 %, ovisno o tretiranim stablima.

Kada je riječ o upotrebi sredstava na bazi kaolina u suzbijanju štetnika i bolesti u uzgoju jabuka, značajno je spomenuti recentno istraživanje grupe autora iz Indije (Sharma i sur., 2020), koji su proveli istraživački rad na učinku primjene pripravka „Surround WP“ na sorti 'Delicious' tijekom 2016. i 2017. godine. Sredstvo je aplicirano u koncentraciji od 3 %, u pet navrata sa razmacima tretiranja od dva tjedna. „Surround WP“ značajno je smanjio učestalost kalifornijske štitaste uši (*Quadraspidiotus perniciosus* Comstock, 1881) za 64 %, uzročnika krastavosti jabuke (*Venturia inaequalis* G. Winter) za 87 % i uzročnika pepelnice (*Podosphaera leucotricha* E.S. Salmon) za 78 %. Zabilježili su i povećanje učestalosti jabučne krvave uši (*Eriosoma lanigerum* (Hausman, 1802) za 23 % u usporedbi s netretiranom kontrolom.

Navedena istraživanja prikazuju korisnost primjene pripravaka na bazi kaolinske gline u smanjenju napada različitih štetnika i uzročnika bolesti na velikom broju ekonomski značajnih voćnih vrsta.

Kaolinska glina u zaštiti od sunčevih ožegotina

Klimatske promjene uzrokuju niz problema u voćarskoj proizvodnji, među kojima značajno mjesto ima nastanak sunčevih ožegotina na plodovima raznih voćnih vrsta tijekom ekstremno vrućih ljeta, što dovodi do velikih gubitaka u voćarskoj proizvodnji. Jedna od voćnih vrsta na kojoj smo bilježili najveće štete je jabuka. U Republici Hrvatskoj posebno pamtimmo ekstremno sušnu 2011. godinu, kada smo na svim sortama, pogotovo na plantažama bez mreža, bilježili velike štete (> 35 %), a neke sorte poput 'Jonagold', 'Red Delicious' i 'Braeburn' pokazale su se posebno osjetljivima. U toj godini niti zaštitne mreže nisu u potpunosti zaštitile plodove jabuka od ožegotina, a posebno su bili izloženi oni na vrhovima krošnje.

Schrader i sur. (2003) opisuju tri tipa ožegotina plodova. U prvi tip ožegotina (Slika 2) spadaju nekroze uzrokovane odumiranjem subepidermalnih i epidermalnih stanica kože ploda, kada se površina ploda nađe pod utjecajem temperatura viših od 52 °C u trajanju preko 10 minuta. Primarno ih uzrokuje visoka temperatura, koja je obično viša na osunčanoj strani.



Slika 2. Prvi tip sunčevih ožegotina na sorti 'Golden Delicious' (nekroze)

Photo 2. First type of sunburn on 'Golden Delicious' cultivar

Izvor/ Source: Autor

U drugi tip ožegotina spadaju posmeđenja, a za njihov nastanak potrebna je temperatura na površini ploda između 45 °C i 49 °C, u trajanju od najmanje 1 sata, ali i prisustvo UV-B zračenja. Ovo je ujedno i najčešći tip ožegotina. Utvrđeno je da temperatura na površini ploda nikada neće prelaziti 45 °C u danima kada je maksimalna temperatura zraka do 30 °C, što znači da u takvim prilikama nema uvjeta za nastanak ožegotina ovog tipa. Kada maksimalna temperatura zraka prelazi 35 °C, tada gotovo uvijek temperatura na površini ploda prelazi 45 °C, a što su uvjeti za nastanak ožegotina drugog tipa. U slučajevima kada se maksimalna temperatura zraka kreće između 30 i 35 °C, odlučujući čimbenici koji utječu na temperaturu površine ploda jesu spektar i jačina sunčevog zračenja, vjetar te relativna vlaga zraka. Upravo ova saznanja se danas i najviše koriste u predviđanju opasnosti od nastanka sunčevih ožegotina, i danas je u upotrebi nekoliko modela predviđanja vjerojatnosti njihovog nastanka.

Treći tip ožegotina nastaje na jabukama koje se nisu stigle aklimatizirati na iznenadne promjene okolinskih uvjeta (tzv. foto oksidacije). Ovo je slučaj kada se jabuka, koja je dugo bila u sjeni, nakon zelene rezidbe i prorijede iznenada dovede u kontakt sa punim sunčevim osvjetljenjem. Ove štete se događaju i pri puno nižim temperaturama zraka, a kako se čini, za njihov nastanak nije potrebno niti UV-B zračenje. Početno oštećenje javlja se već nakon 24 h, u vidu izbljedjelog područja na kožici ploda izloženog svjetlu. Uslijed nastavaka izlaganja suncu bijela područja postaju smeđa.

Proučavana je i mogućnost uporabe kaolinske gline u zaštiti od ožegotina a rezultati istraživanja su obećavajući. U istraživanjima koja su Glenn i sur. (2002) proveli u Santiagu (Čile), Washingtonu i Zapadnoj Virginiji (SAD) utvrđeno je da se temperatura plodova smanjuje primjenom reflektirajućih čestica gline, a smanjenje temperature bilo je proporcionalno količini ostatka čestica na površini voća. Učinkovito sprječavanje sunčevih ožegotina postignuto je prskanjem kaolinskom glinom u koncentracijama od 3 % do 12 %. Kaolinski film iskazao je visoku refleksiju UV-zraka, što značajno doprinosi smanjenju sunčevih ožegotina na plodovima i lišću. Melgarejo i sur. (2004) su utvrdili da kaolinski film primijenjen u koncentraciji od 5 % i 2,5 % smanjuje temperaturu plodova u odnosu na netretiranu kontrolu za 4,9 odnosno 2,5 °C. Oštećenja plodova nara od sunčevih ožegotina smanjena su za 9,4 % na plodovima tretiranim s kaolinskim pripravkom „Surround WP“, te je povećan udio ekstra klase plodova za 12,5 % u odnosu na netretiranu kontrolu. Slične zaključke izveli su Sharma i sur. (2018) koji su plodove nara sorte 'Kandahari' u pet navrata tretirali s 3 %-tnom koncentracijom kaolinske gline, nakon čega su zabilježili smanjene ožegotine i pucanje plodova prije berbe za 47 %, odnosno 46 %.

Utjecaj kaolinske gline na kvalitetu voća

Naslage čestica kaolinske gline aplicirane na razne voćne vrste umanjuju stres izazvan ekstremnom sušom, te povećavaju krupnoću i kvalitetu plodova, kao što omogućuju produženo čuvanje plodova u hladnjačama. Glenn (2016) navodi kako su kalcinirani filmovi od čestica na bazi kaolina učinkoviti u smanjenju stresa uzrokovanog napadom štetnika, visokom temperaturom, fotosintetski aktivnim zračenjem i ultraljubičastim zračenjem biljaka, zbog reflektirajuće prirode toplinski obrađenih čestica. On je u istraživanju na jabukama primijenio umjerene (3 %) i visoke količine (12 %) kaolinske gline te pratio fiziologiju, urod i kvalitetu jabuka u razdoblju od 6 godina. Povećana masa plodova bila je zabilježena u 4 od 6 istraživanih godina u tretmanima koji nisu navodnjavani te u 2 od 6 istraživanih godina u tretmanima sa navodnjavanjem. Crvena boja plodova bila je poboljšana u 5 od 6 istraživanih godina. Primjena 12 %-tne koncentracije kaolinske gline pokazuje bolji učinak na bojanje plodova u odnosu na tretmane sa koncentracijama kaolinske gline od 3%. Temperatura cijele krošnje bila je značajno viša za kontrolu (26 °C), a niža za tretmane s 3 % i 12 % kaolinske gline (24 °C).

Glenn i sur. (2001) istražili su učinak tretmana kaolinskom glinom na šumskoj jabuci (*Malus*

silvestris Mill.) na fiziologiju lista, visinu uroda i kvalitetu ploda. Zabilježili su povećanu asimilacija ugljika u listovima, smanjenje temperature krošnje, te povećanje uroda i mase plodova na sedam od osam pokusnih polja nakon tretiranja s kaolinskom glinom. Zaključili su da aplikacija kaolinske gline na stablima jabuka učinkovito smanjuje toplinski stres, što rezultira povećanim potencijalom uroda i kvalitetom ploda. Khaleghi i sur. (2015) istraživali su utjecaj kaolinske gline primijenjene u koncentracijama od 3 % i 6 % na stabla maslina (*Olea europaea* L.) sorte 'Zard'. Zabilježili su veću oksidacijsku stabilnost i rok trajanja ulja ekstrahiranog sa tretiranih u odnosu na ulje ekstrahirano s netretiranih stabala. Zabilježen je i utjecaj primjene kaolinske gline u smanjenju stresa kod lijeske (*Corylus avellana* L.). Luciani i sur. (2020) utvrdili su kako tretmani kaolinskom glinom na sorti lijeske 'Tonda di Giffoni' povećavaju refleksiju viška zračenja i smanjuju temperaturu listova za 2,9–6,9 °C, smanjuju gubitak vode kroz proces transpiracije, povećavaju fotosintetsku aktivnost i učinkovitost korištenja vode i starenja listova, održavaju visoku fotokemijsku učinkovitost, te poboljšavaju urod jezgre i sadržaj ulja.

Zaključak

Dokazano je povoljno djelovanje kaolinske gline u zaštiti voćnih vrsta od nepovoljnih biotičkih (štetnici i biljni patogeni) i abiotičkih čimbenika (prejaka insolacija i ekstremne temperature) čime se utječe na povećanje uroda i kvalitete ploda. Sve veća ograničenja upotrebe kemijskih sredstava za zaštitu bilja otvaraju potrebu za njihovim alternativama među kojima i kaolinska glina može imati važnu ulogu. Stoga je za očekivati povećano korištenje postojećih pripravaka na osnovi kaolinske gline i razvoj novih.

Literatura

- D'Aquino, S.D., Cocco, A., Ortu, S., Schirra, M. (2011) Effects of kaolin-based particle film to control *Ceratitis capitata* (Diptera: Tephritidae) infestations and postharvest decay in citrus and stone fruit. *Crop Protection*, 30 (8), 1079-1086. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.03.019>
- Daniel, C., Pfammatter, W., Wyss, E. (2005) Processed kaolin as an alternative insecticide against the European pear sucker, *Cacopsylla pyri* (L.). *Journal of Applied Entomology*, 129 (7), 363-367. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2005.00981.x>
- Glenn, D.M., Puterka, G. J. (2005) Particle Films: A New Technology for Agriculture. *Horticultural Reviews*, 31 (1), 1-44. DOI: [10.1002/9780470650882.ch1](https://doi.org/10.1002/9780470650882.ch1).
- Glenn, D.M., Prado, E., Erez, A., McFerson, J., Puterka, G.J. (2002) A Reflective, Processed-Kaolin Particle Film Affects Fruit Temperature, Radiation Reflection, and Solar Injury in Apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127 (2), 188-193. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.127.2.188>
- Glenn, D.M. (2016) Effect of highly processed calcined kaolin residues on apple productivity and quality. *Scientia Horticulturae*, 201 (2), 101-108. DOI: [10.1016/j.scienta.2016.01.035](https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.01.035)
- Glenn, D.M., Puterka, G.J., Drake, S.R., Unruh, T.R., Knight, A.L., Baherle, P., Ernesto Prado, E., Baugher, T.A. (2001) Particle Film Application Influences Apple Leaf Physiology, Fruit Yield, and Fruit Quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126 (2), 175-181. DOI: <https://doi.org/10.21273/JASHS.126.2.175>
- Khaleghi, E., Arzani, K., Moallemi, N., Barzegar, M. (2015) The efficacy of kaolin particle film on oil quality indices of olive trees (*Olea europaea* L.) cv 'Zard' grown under warm and semi-arid region of Iran. *Food Chem*, 1 (166), 35-41. DOI: [10.1016/j.foodchem.2014.06.006](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.006)
- Lalancette, N., Belding, R.D., Shearer, P.W., Frecon, J.L., Tietjen, W.H. (2005) Evaluation of hydrophobic and hydrophilic kaolin particle films for peach crop, arthropod and disease management. *Pest Management Science*, 61 (1), 25-39. DOI: [10.1002/ps.943](https://doi.org/10.1002/ps.943)
- Leskey, T.C., Wright, S.E., Glenn, D.M., Puterka, G.J. (2010) Effect of Surround WP on behavior and mortality of apple maggot (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 103 (2), 394-401. DOI: [10.1603/ec09131](https://doi.org/10.1603/ec09131)
- Luciani, E., Palliotti, A., Frioni, T., Tombesi, S., Villa, F., Zadra, C., Farinelli, D. (2020) Kaolin treatments on Tonda Giffoni hazelnut (*Corylus avellana* L.) for the control of heat stress damages. *Scientia Horticulturae*, 263 (109097). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109097>
- Markó, V., Blommers, L. H. M., Bogya, S., Helsen, H. (2008) Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. *The Journal of Applied Entomology*, 132 (1), 26-35. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0418.2007.01233.x>
- Mezőfi, L., Sipos, P., Véték, G., Markó, V. (2018) Evaluation of kaolin and cinnamon essential oil to manage two pests

and a fungal disease of sour cherry at different tree canopy level. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125 (5), 483-490.

DOI: 10.1007/s41348-018-0168-2

Melgarejo, P., Martínez, J.J., Hernández, F., Martínez-Font, R., Barrows, P., Erez, A. (2004) Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Scientia Horticulturae*, 100 (1-4), 349-353. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2003.09.006>

Pascual, S., Cobos, G., Seris, E., González-Núñez, M. (2010) Effects of processed kaolin on pests and non-target arthropods in a Spanish olive grove. *Journal of Pest Science*, 83 (2), 121-133. DOI: 10.1007/s10340-009-0278-5

Saour, G., Makee, H. (2004) A kaolin-base particle film for suppression of the olive fruit fly *Bactrocera oleae* Gmelin (Dip., Tephritidae) in olive groves. *The Journal of Applied Entomology*, 128 (1), 28-31. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.2003.00803.x>.

Saour G., Ismail H., Hashem A. (2009) Impact of kaolin particle film, spiroadiclofen acaricide, harpin protein, and an organic biostimulant on pear psylla *Cacopsylla pyri* (Hemiptera: Psyllidae). *International Journal of Pest Management*, Volume 56 (1), 75-79.

DOI: <https://doi.org/10.1080/09670870903156632>.

Schrader, L.E., Sun, J., Felicetti, D., Zhang, J. (2003) Stress induced disorders: effect on apple fruit quality. *Conference: Washington State Horticulture Association*

URL: <https://www.researchgate.net/publication/275410344> (8.2.2022.)

Sharma, R.R., Datta, S.C., Varghese, E. (2018) Effect of Surround WP®, a kaolin-based particle film on sunburn, fruit cracking and postharvest quality of 'Kandhari' pomegranates. *Crop Protection*, 114, 18-22.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.08.009>

Thomas, A.L., Muller, M.E., Dodson, B.R., Ellersieck, M.R., Kaps, M. (2004) A Kaolin-based Particle Film Suppresses Certain Insect and Fungal Pests while Reducing Heat Stress in Apples. *Journal of the American Pomological Society*, 58 (1), 42-51.

URL: <https://www.researchgate.net/publication/283403287>

Yee, W. L. (2010) Behavioural responses by *Rhagoletis indifferens* (Dipt., Tephritidae) to sweet cherry treated with kaolin- and limestone-based products. *Journal of Applied Entomology*, 136 (1-2), 124-132. DOI: 10.1111/j.1439-0418.2010.01603.x

Prispjelo/Received: 1.4.2022.

Prihvaćeno/Accepted: 11.4.2022.

Review paper

The use of kaolin clay in organic fruit growing

Abstract

Kaolin clay-based products are increasingly used in fruit growing, especially in organic farming. In recent years, the emphasis has been on a significant reduction in the number of conventional protective measures against diseases and pests. The gradual transition from conventional to organic fruit production is also noticeable. This paper presents the possibilities of using kaolin-clay based products in fruit growing. The possibilities of using kaolin clay to protect against pests and diseases, reduce environmental stress from high temperatures, protect against burns, increase yield, improve color and fruit quality are presented. Kaolin clay has great potential for improving fruit production in the Republic of Croatia, especially in organic farming, where its wide application and efficiency make it practically unavoidable.

Keywords: kaolin clay, organic production, sunburn, sustainability