

A KAOLIN RÉSZECSEFILM HATÁSA AZ ALMA TERMÉSKÁRTEVŐIRE ÉS A GYÜMÖLCS MINŐSÉGÉRE

Mezőfi László¹, Sipos Péter^{2, 3} és Markó Viktor¹

¹Budapesti Corvinus Egyetem, Kertészettudományi Kar, Rovartani Tanszék, 1118 Budapest, Ménesi út 44.

²Eurofins Agroscience Services Kft. 8000, Székesfehérvár, Új Váralja u. 16.

³Pannon Egyetem, Georgikon Kar, Növényvédelmi Intézet, 8360, Keszthely, Deák F. u. 16.

E-mail: mezofilaszlo@gmail.com

Összefoglalás

Kaolin részecsefilm kezelések hatását vizsgáltuk szabadföldi körülmények között az alma (Malus domestica) terméskártevőire és a gyümölcs minőségére. Vizsgálataink célja volt, hogy megállapítsuk, hogy a 2,5%-os koncentrációban és eltérő gyakorisággal végzett kaolin kezelések milyen hatékonysággal alkalmazhatók hazai körülmények között.

Megállapítottuk, hogy a különböző számú kaolin kezelés a vizsgált három almafajta ('Prima', 'Rewena' és 'Florina') esetén (1.) nem befolyásolta a termés mennyiségét (kg/fa), számát (darab/fa), átlagos tömegét (kg/100db) és méretét (65mm+ méretű almák aránya). (2.) Almamoly (Cydia pomonella) esetén a kezelések csak kis mértékben csökkentették a kártételt. (3.) Az almailonca (Adoxophyes orana) ellen összességében hatástalanok voltak a kaolin kezelések, annak ellenére, hogy az első nemzedéknél a nagyobb számban ismételt kezeléseknél 21–80%-os hatékonyság volt megfigyelhető. (4.) A kaolin kezelések a teljes rovarok okozta terméskártételt a korábban érő fajtákon ('Prima' és 'Rewena') 19–51%-os hatékonysággal csökkentették, míg a kései 'Florina' fajtán nem korlátozták a rovarkártételt. (5.) A vizsgált fajták és évek többségében a kaolinos parcellákban a gyümölcsök rosszabbul színeződtek, mint a kontroll parcellákban, illetve a kezelések nem hatottak a fedőszin arányára. Összességében megállapítottuk, hogy almaültetvényekben a kaolin kezelések mellett további hatóanyagok felhasználása szükséges az alma terméskártevőinek hatékony szabályozásához.

Kulcsszavak: alma, kaolin, *Cydia pomonella*, almamoly, *Adoxophyes orana*, almailonca, fizikai repellens

Számos érv szól amellett, hogy olyan növényvédőszereket alkalmazzunk, melyek minimálisan, vagy egyáltalán nem szennyezik a környezetet, ugyanakkor megfelelő védelmet nyújtanak a kártevőkkel szemben. Az ökológiai növényvédelemben egy ilyen alternatíva a hazánkban még nem elterjedt, 1999 óta önálló márkanévvel rendelkező, Surround WP nevű készítmény, mely 95%-ban tiszta, feldolgozott kaolint tartalmaz.

A kaolin vagy kaolinit az alumínium-szilikátok közé tartozó agyagásvány. Lemezes szerkezetű, vízben könnyen diszpergálható és széles pH tartományban inaktív anyag. A finomított kaolin egy teljesen fehér, apró szemcseméretű por, mely a növények felületén egy egységes és porózus ásványi részecskefilmet hoz létre (Glenn et Puterka 2005). A kaolin az emberekre nézve teljesen veszélytelen, az élelmiszeripar például csomósodás gátló adalékanyagként hasznosítja E559-es kóddal (Sipos et al. 2012).

A részecskefilmnek fizikai repellens hatása a legnyilvánvalóbb. A kaolinnal kezelt felületen az ízeltlábúak sokkal nehezebben mozognak, kevésbé tudnak a levelek és a gyümölcsök felületén megkapaszkodni (Puterka et al. 2000). A filmnek tojásrakás gátló hatása is van, illetve a tápnövényekre kifejtett „álcázó” hatása is jelentős, hiszen a fehér bevonat a növények felületén elfedi azok valódi színét, illetve formáját (Glenn et Puterka 2005).

A Surround WP hatásosan korlátozza a közönséges körte-levélbolhát (*Cacopsylla pyricola*), és egyes kabócákat (Puterka et al. 2003; Glenn et Puterka 2005; Markó et al. 2008). Hazánkban eddig a füstösszárnýú körte-levélbolha (*Cacopsylla pyri*) szabályozásában alkalmazták eredményesen (Sipos et al. 2013). A részecskefilm azonban más kártevők szabályozásában is hatékonynak bizonyult. A kaolin többek között csökkentheti a földközi-tengeri gyümölcslégy (*Ceratitis capitata*) (Mazor et Erez 2004), a nyugati cseresznyelég (*Rhagoletis indifferens*) (Yee 2008; Yee 2012), az európai cseresznyelég (*Rhagoletis cerasi*) (Balci et Durmusoglu 2011), az alma gyümölcslégy (*Rhagoletis pomonella*) (Leskey et al. 2010), a szürke alma-levéltetű (*Dysaphis plantaginea*) (Wyss et Daniel 2004; Bürgel et al. 2005), a bimbólikasztó bogár (*Anthonomus pomorum*), a zöld alma-levéltetű (*Aphis*

pomi), a poloskaszagú almadarázs (*Hoplocampa testudinea*), különböző pajzstetvek (*Quadraspidiotus ostreaeformis*, *Lepidosaphes ulmi*) és több sodrómoly-faj (Tortricidae), többek között az almamoly (*Cydia pomonella*) kártételének mértékét is (Markó et al. 2008). A készítmény továbbá mérsékelheti a tűzelhalás (*Erwinia amylovora*) előfordulásának valószínűségét (Glenn et al. 2001b), illetve a körte gyümölcs felületi parásodásának mértékét (Sugar et al. 2005a; Sugar et al. 2005b). Ezen felül a kaolin jelentősen csökkentheti a napégésből adódó károkat például gránátalma (Melgarejo et al. 2004), vagy alma (le Grange et al. 2004; Gindaba et Wand 2005; Glenn et Puterka 2005; Glenn 2009) kultúrákban. Almafákon végzett vizsgálatokban a kaolin kezelések nem csak a hőstresszből adódó károkat enyhítették, hanem kisebb-nagyobb mértékű hozamnövekedést is eredményeztek (Glenn et al. 2001a; Glenn et Puterka 2005; Glenn 2009). Almafajtákon vizsgálva a részecskefilm javíthatja a fedőszínborítottságot, továbbá jelentősen csökkentheti a betakarításkori üvegesedés mértékét (Glenn et al. 2005; Wand et al. 2006).

Azonban negatív hatását is kimutatták a részecskefilmnek. A fekete cseresznye-levéltetűvel (*Myzus cerasi*) szemben a kaolin egyáltalán nem, vagy csak kis mértékben bizonyul hatásosnak (McLaren et Fraser 2002), továbbá a film növelheti egyes aknázómolyok (például *Phyllonorycter blancardella*), a vértetű (*Eriosoma lanigerum*), vagy akár a szürke alma-levéltetű (*Dysaphis plantaginea*) fertőzöttségének a szintjét (Markó et al. 2008), illetve jelentősen növelheti a gyapoton károsító uborka levéltetű (*Aphis gossypii*) megjelenésének a valószínűségét is (Showler et Armstrong 2007). A kaolin ezen kívül számos pók, hasznos poloska és katicabogár faj, valamint a hangyák egyedszámát is csökkentheti (Sackett et al. 2007; Markó et al. 2010). A Surround WP hatása az alma gyümölcs méretére és színeződésére is vitatott, egyes eredmények nagyobb arányú piros fedőszínborítottságról számolnak be a kezelések hatására, más eredmények viszont pont ennek az ellenkezőjéről (Glenn et Puterka 2005)

Hazánkban az alma optimális ökológiai feltételek mellett termeszthető, az összes megtermelt gyümölcs közel 40%-át teszi ki, így a legjelentősebb gyümölcsfajunk (Ficzek 2012). Egyik legfontosabb károsítója az almamoly (*Cydia pomonella* - Tortricidae), melynek kártétele az almán bizonyos években akár 70–80%-os is lehet, ha elmulasztják az ellene való védekezést (Járfás 1997). Másik fontos gyümölcskártevőként az almailoncát (*Adoxophyes orana (reticulana)* - Tortricidae) kell

megemlítenünk, mely polifág faj, de kártétele almaültetvényekben a legjelentősebb, ahol rendszerint védekezni is kell ellene (Sáringer et Jenser 1998).

Vizsgálataink célja az volt, hogy megállapítsuk, hogy a kaolin részecskefilm technológiát, magyarországi körülmények között milyen sikerrel lehet alkalmazni az alma terméskártevők szabályozásában, illetve a hatóanyag milyen hatást fejt ki magára a növényre és a gyümölcsre. Munkánk során a következő kérdésekre kerestük a választ: A kaolin kezelések hatással vannak-e (1) a termés mennyiségére, méretére, illetve az átlagos gyümölcstömegre, (2) az alma terméskártevőire, illetve a termést ért rovarkártételek nagyságára és (3) a gyümölcs fedőszínnel való borítottságának mértékére?

Anyag és módszer

A vizsgálatok helyszíne

Vizsgálataink helyszínét az Újfehértói Gyümölcstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Nonprofit Közhasznú Kft. biztosította (Újfehértó, Szabolcs-Szatmár-Bereg megye). Itt a megfigyeléseket egy 3,3 ha-os almaültetvényben, három almafajtán végeztük: (1) az augusztus végén érő, varasodás-rezisztens és lisztharmatra toleráns 'Prima', (2) a szeptember közepén érő, varasodásra, lisztharmatra és tűzelhalásra egyaránt rezisztens 'Rewena', (3) és az október elején érő, varasodás-rezisztens ám lisztharmatra közepesen fogékony 'Florina' fajtákon (Soltész et Szabó 1998). Azért esett a választás erre a három fajtára, mert rezisztenciájukból adódóan mindhárom fajta alkalmas ökológiai termesztésre.

Az ültetvényt 2002 őszén telepítették és mindhárom fajta 'M9'-es alanyon, 5m x 1,5m-es sor és tőtávolságban került kiültetésre, nagyjából É–D-i irányú sorvezetéssel. A koronaforma mindhárom fajta esetében karcsú orsó volt. A sorközöket váltva füvesítették. A füvesített sorközöket rendszeresen kaszálták, a fekete ugaros sorközöket évente többször tárcsázták. A facsíkban mechanikailag szabályozták a gyomosság mértékét és a vizsgálatunk alatt a kaolinos kezeléseken kívül semmilyen más növényvédelmi kezelésben nem részesítették az ültetvényt.

A vizsgálatok menete

A vizsgálatokat minden esetben a Surround® WP (Engelhard Corporation) nevű készítménnyel végeztük, ami 95%-ban tartalmaz feldolgozott, tiszta kaolint. A kaolint vízzel kevertük el, és egyéb adalékanyagot nem adtunk a keverékhez. A megfigyeléseket 2010-ben és 2012-ben végeztük. 2011 tavaszán, a jelentős fagykárak miatt nem tudtuk a felméréseket elvégezni.

A vizsgálatokban 3 sor 'Rewena', 3 sor 'Florina' és 6 sor 'Prima' almafajta vett részt és egy-egy sor körülbelül 132 darab fát tartalmazott. A kísérleti ültetvényben összesen hat parcellát jelöltünk ki, egy parcella mérete 0,2 hektár volt. Három parcella 'Rewena' és 'Florina' fajtákat, míg a másik három parcella csak 'Prima' fajtát tartalmazott. Mindkét parcella típusból egy parcella az almamoly és az almailonca rajzásához igazítva kapta a kaolinos kezeléseket („Molyos” kezelés, 2010-ben 5, 2012-ben 7 alkalommal). A két kártevő rajzásának alakulását az ültetvényben kihelyezett feromoncsapdákkal követtük nyomon. Mindkét parcella típusból egy-egy további parcella a Molyos parcellákkal egy időben is kapott kezelést, de ezen felül még további kaolin kezeléseket is részesült („Provokációs” kezelés, 2010-ben 9, 2012-ben 10 alkalommal). A kaolin kezeléseket 2010-ben április 13-án (Provokációs) és május 8-án (Molyos), 2012-ben pedig egységesen április 13-án (Provokációs és Molyos) kezdtük. Az utolsó kezelések 2010-ben augusztus 9-én (Molyos) és augusztus 18-án (Provokációs), 2012-ben pedig egységesen augusztus 6-án (Provokációs és Molyos) voltak. Végül mindkét parcella típusból egy-egy parcella kezeletlen kontrollként szolgált. A három különböző kezelésű, 'Rewena' és 'Florina' fajtákat, valamint a három különböző kezelésű, 'Prima' fajtát tartalmazó parcella térbeli elrendezése véletlenszerű volt. Ha csak a két Provokációs parcellát kezeltük, akkor 500 l vízhez 12,5 kg kaolint adtunk. Ha a Molyos parcellákat is permeteztük, akkor 1000 l vízzel 25 kg kaolint juttattunk ki (31 kg/ha). A kaolin kijuttatásához Laser típusú, 1200 literes tartályú permetezőgépet használtunk.

2010-ben három fajta vizsgálatára került sor. Parcellánként az egyes fajtákból, véletlenszerűen 10–10 darab, azonos kondíciójú, átlagos méretű fát választottunk ki. Először leszedtük az összes gyümölcsöt az adott fáról, majd ezek közül véletlenszerűen kiválasztott 100–100 darab almát vizsgáltunk meg. Miután leszedtük a gyümölcsöket, (1) fánként megmértük az összes gyümölcs tömegét, és (2) fánként megszámoltuk az összes almát. Ezután (3) lemértük a fánként kiválasztott 100 darab gyümölcs tömegét, majd a következő paramétereket vizsgáltuk 100 darab gyümölcsre nézve: (4)

almamoly kártételének mértéke, (5) almailonca I. nemzedékének kártétele, (6) almailonca II. nemzedékének kártétele, (7) almailonca I. és II. nemzedékének kártétele, (8) kórokozók fertőzése miatt, vagy egyéb okból betárolásra alkalmatlan gyümölcsök száma (romlási veszteség), (9) az összes kártevő által károsított almák száma (beleértve további kártevők kártételét is, például kaliforniai pajzstetű, poloskaszagú almadarázs), (10) egészséges gyümölcsök száma és végül a (11) 65mm-es mérethatár fölé eső gyümölcsök száma. A színeződésvizsgálatot 'Rewena' és a 'Florina' fajtákon végeztük el. Ehhez mind a két fajta esetében, parcellánként 100–100 darab gyümölcsöt szedtünk le véletlenszerűen. A színeződésvizsgálathoz a mintákat mindig több fáról, a lombkorona alsó és felső részéről vegyesen szedtük. A mintákat pár nappal később a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Karán értékeltük ki.

2012-ben a vizsgálatainkat csak 'Rewena' és 'Florina' fajtákon végeztük. Mind a két fajta esetében színeződést is mértünk. 'Rewena' fajta esetében parcellánként 6–6 darab fa teljes termését leszedtük, majd a fánként véletlenszerűen kiválasztott 100–100 darab almát vizsgáltuk meg tüzetesebben. 'Florina' fajtánál kijelöltünk egy plusz kontroll parcellát is. Mind a négy 'Florina' parcellából 6–6 darab fa termését szedtük le, majd a fánként véletlenszerűen kiválasztott 100–100 darab gyümölcsöt vizsgáltuk a továbbiakban. A vizsgálati módszerek és szempontok ugyanazok voltak, mint 2010-ben. A színeződés vizsgálatához a mintákat ugyanolyan módon szedtük, mint 2010-ben. 'Florina' fajtánál a két Kontroll parcellából szedtünk összesen 100 darab gyümölcsöt, így fajtánként ismét 100–100–100 darab minta állt rendelkezésünkre.

A gyümölcsszíneződés-vizsgálatokat a Budapesti Corvinus Egyetem Élelmiszertudományi Karának a Fizika-Automatika Tanszékén végeztük. A mintákat először megtisztítottuk a szennyeződésektől és a kaolinos bevonattól, hogy ezek ne befolyásolják a vizsgálat eredményét. Ezután a tanszék „látórendszerének” (Baranyai et al. 2011) segítségével, két oldalról felvételeket készítettünk minden egyes gyümölcscről. Az így elkészített felvételeket az „ezImage” nevű program segítségével elemeztük. A program az előre beállított paraméterek alapján három színűre (piros, sárga, szürke) kvantálja a képet (1. ábra), majd megállapítja a szín-klaszterek területét. Ezt követően a piros és sárga színek arányából kiszámolja a gyümölcsök piros fedőszínnel való borítottságának mértékét.

Statisztikai módszerek

A különböző kezelésben részesített alma parcellákban begyűjtött minták esetén vizsgáltuk, hogy az adatok normál eloszlásúak-e. Ha ez a feltétel teljesült, akkor a szóráshomogenitást vizsgáltuk. Amennyiben ez a feltétel is teljesült, egytényezős varianciaanalízist (ANOVA), ha nem teljesült, robusztus Welch-féle d próbát használtunk az átlagok összehasonlítására. Post hoc tesztként Tukey-Kramer, vagy ha a szóráshomogenitás feltétele nem teljesült Games-Howel próbát alkalmaztunk. Ha az alapadatok nem voltak normál eloszlásúak, akkor nem-paraméteres statisztikát használtunk: Kruskal-Wallis tesztet, ha a rangszórások egyeztek, vagy Korrigált rang Welch-próbát, ha a rangszórások különböztek. A páronkénti sztochasztikus egyenlőség tesztelése Brunner-Munzel próbával történt. A táblázatokban a szignifikáns különbséget $p < 0,05$ értéknél határoztuk meg. A kapott eredményeket átlagok, szórások (az átlagok után zárójelben), és százalékszámítás segítségével szemléltettük. A táblázatokban feltüntettük a statisztika számított értékét (F) és a hozzá tartozó szignifikanciaszintet (P). A táblázatok utolsó két oszlopában az Abbott (1925) hatékonyságot adtuk meg %-ban.

Eredmények

Termés mennyisége, gyümölcsök tömege és mérete

A termés mennyiségének (kg/fa) vizsgálatakor, öt összehasonlításból egyik sem mutatott különbséget a Kontroll és a Provokációs kezelések között, és négy esetben a Molyos parcellában mért adatok sem különböztek a Kontroll-tól. Csak 2012-ben 'Florina' fajtánál volt szignifikáns eltérés a termés mennyiségében (kg/fa) a Kontroll és a Molyos parcella között (1. táblázat). 2010-ben 'Florina' fajtánál viszont a Provokációs parcellában szignifikánsan kevesebb volt az alma gyümölcsök fánkenti száma (db/fa), mint a Kontroll parcellában (1. táblázat). A Kontroll és a Molyos parcellák nem különböztek a 100 darab gyümölcs átlagos tömege tekintetében. 'Rewena' fajtánál viszont 2012-ben, szignifikánsan ($p < 0,05$), 19,3%-al csökkent a gyümölcsök átlagos tömege a Provokációs kezelés

hatására (1. táblázat). Az almagyümölcsök fán bekövetkezett romlási vesztesége nem különbözött a Kontroll és a két kaolinnal kezelt parcella között (1. táblázat). 'Rewena' fajta esetén a kezelések hatására csökkent az almák átmérője. 'Prima' és 'Florina' fajtáknál nem figyeltünk meg hasonló különbséget, illetve 'Florina' fajtánál, a kezelt parcellákban, tendenciaszerűen nagyobb volt a gyümölcsök átmérője (1. táblázat).

A fenti eredményeket összegezve megállapíthatjuk, hogy a kaolin részecskefilm kezeléseknek nem volt egyértelmű kedvező, vagy kedvezőtlen hatása, sem a termés mennyiségére, sem a gyümölcsök számára, tömegére, vagy méretére.

A károsított gyümölcsök mennyisége

Az almamoly fertőzöttség a vizsgált években viszonylag kicsi volt, és a Kontroll, a Molyos és a Provokációs kezelésekben a kártétel mértéke egyik évben és fajtán sem különbözött (2. táblázat). Általánosságban elmondható, hogy az almailonca I. nemzedékének kártétele kisebb jelentőségű volt, mint a II. nemzedék kártétele (2. táblázat). A kezelt parcellákban az esetek többségében az I. nemzedék kártétele kisebb volt mint a Kontroll parcellákban. 2010-ben 'Prima' fajtánál a Molyos parcellában szignifikánsan, 64,3%-al csökkent az almailonca I. nemzedékének a kártétele. A II. nemzedék esetén a kezelések hasonló kedvező hatását nem figyeltük meg. A kezelések összességében nem hatottak az almailonca kártétel mértékére (2. táblázat).

'Rewena' és 'Prima' fajtákon a kezelt parcellákban minden összehasonlításban csökkent az összes rovarkártétel. Ugyanakkor statisztikai szempontból igazolt különbséget csak 2010-ben, 'Prima' fajtán figyeltünk meg (2. táblázat). A késői érésű 'Florina' fajtán ezzel szemben a kezelések nem befolyásolták a rovarkártétel mértékét (2. táblázat). Az egészséges almák arányát a Kontroll és a kaolinos kezelések között 10-szer hasonlítottuk össze. Ebből csupán egy esetben mutattuk ki a kaolin kezelések pozitív hatását (az egészséges gyümölcsök arányának növekedését). 2010-ben 'Prima' fajtánál szignifikánsan nőtt az egészséges gyümölcsök száma a kezelt parcellákban, és 'Rewena' fajtán is ezt figyeltük meg, bár a növekedés csak kismértékű volt. 'Florina' fajta esetén viszont a kaolin részecskefilm kezelések nem növelték az egészséges almák arányát (2. táblázat).

Gyümölcsök fedőszínnel való borítottságának mértéke

Az esetek többségében a kaolinos parcellákban a gyümölcsök rosszabbul színeződtek, mint a Kontroll parcellában. Ez különösen a Provokációs parcellában volt szembetűnő, ahol a kezelések mindig csökkentették a fedőszín borítását (3. táblázat).

Következtetések

A kisebb számú kaolin kezelések (Molyos) nem befolyásolták szignifikáns módon a vizsgált három almafajta ('Prima', 'Rewena' és 'Florina') esetén a termés mennyiségét (kg/fa), számát (darab/fa), átlagos tömegét (kg/100db) és méretét (65mm+ méretű almák aránya). Hasonló eredményt kaptunk a nagyobb számú kaolin kezelések (Provokációs) esetén is, bár a 'Rewena' fajtán ugyanolyan termésmennyiség (kg/fa) mellett, a kaolinnal kezelt parcellában a gyümölcsök száma növekedett, átlagos tömegük (kg/100db), és átmérőjük (65mm+ méretű almák aránya) pedig csökkent (1. táblázat). Ezek a különbségek ugyanakkor inkább tendencia szerűek voltak, és csak egy évben figyeltünk meg szignifikáns eltérést. Összességében, tehát a kaolin részecskefilm kezelések nem mutattak pozitív hatást a felsorolt termés paraméterekre. Ha a tendenciákat nézzük, akkor megállapíthatjuk, hogy a kaolinnal kezelt parcellákban az esetek többségében csökkent a gyümölcsök átlagos tömege és a termésmennyiség is (1. táblázat). A kaolin részecskefilm terméshozam növelő tulajdonságát (Glenn et al. 2001a; Glenn et al. 2005; Glenn 2009 és további szerzők), az újfehértói, a termőtájra jellemző körülmények között, nem sikerült igazolnunk.

Az alma terméskártevőit illetően szintén nem mutattunk ki pozitív hatást. Almamoly (*C. pomonella*) esetében a kezelések nem csökkentették a kártétel mértékét. Az almailonca (*A. orana*) ellen sem hatott a kezelés, bár a kisebb jelentőségű első nemzedéke szabályozásában, a Provokációs parcellában 21–80%-os hatékonyságot figyeltünk meg (2. táblázat). Ha az összes rovarkártétel mértékét nézzük, akkor a 'Prima' és 'Rewena' fajtákon a kaolin kezelések általában csökkentették a károsított gyümölcsök arányát, bár a különbség többnyire nem volt szignifikáns és a megfigyelt 19–51%-os hatékonyság sem túl jelentős (2. táblázat). A kései érésű 'Florina' fajtán viszont a kaolin kezelések egyértelműen nem csökkentették a rovarkártételt (2. táblázat). Ha csak az egészséges gyümölcsök számát nézzük (a teljes termés a rovarkártétel és a romlási veszteség nélkül), akkor többnyire nem tapasztaltunk szignifikáns különbséget. A korábbi érésű 'Prima' és 'Rewena' fajtákon a

kezelések hatására ugyan nőtt az egészséges gyümölcsök száma, de csak kis mértékben ('Prima' fajtán 11–13%-al, 'Rewena' fajtán 5–6%-al). A kései 'Florina' fajtán viszont 1–6%-os csökkenést figyeltünk meg (2. táblázat).

A fenti eredmények tükrében a kaolin részecskefilm kezelések nem befolyásolják jelentősen a kártételek mértékét, mivel csak kis mértékben voltak hatékonyak az alma gyümölcskártevők szabályozásában. Ennek az oka részben az lehet, hogy a kaolin a vizsgált kártevők egyes természetes ellenségeit jobban riaszthatta, mint magukat a kártevőket (Markó et al. 2008). Fontos tényező lehet, hogy a gyümölcsök „kinőhették” a kaolin borítást, így az nem biztosított megfelelő védelmet a kártevőkkel szemben. Nagyobb dózisban alkalmazott kaolin kezelésekkel valószínűleg növelhető a hatékonyság (Glenn et al. 2005; Markó et al. 2008), de a terméskártétel elfogadható szintre való csökkentéséhez bizonyosan további inszekticid hatóanyagok felhasználása szükséges.

Magyarországi körülmények között, a gyümölcsök fedőszínnel való borítottságának mértékére negatív hatással vannak az ismételt kaolin kezelések. Az esetek többségében rosszabbul színeződtek a kaolinnal kezelt gyümölcsök és több esetben kimutatható szignifikáns különbség volt a kezelések között (3. táblázat). Ezzel azoknak a vizsgálatoknak az eredményeit sikerült megerősítenünk, amelyek a fedőszínnel való borítottság mértékének csökkenéséről számoltak be (Gindaba et al. 2005; Glenn et al. 2005).

Köszönetnyilvánítás

Szeretnénk köszönetet mondani Dr. Baranyai Lászlónak és a Fizika-Autómata Tanszék (Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar) munkatársainak, hogy segítséget nyújtottak és a szükséges eszközöket biztosították a munkánkhoz. A Gyümölcsstermő Növények Tanszék részéről (Budapesti Corvinus Egyetem) szeretnénk megköszönni Dr. Simon Gergely segítségét, és köszönet illeti még az Újfehértói Gyümölcsstermesztési Kutató és Szaktanácsadó Nonprofit Közhasznú Kft. részéről Fekete Zoltánt, aki a vizsgálatok kivitelezésében nyújtott jelentős segítséget. Vizsgálatainkat az OTKA (K75856) támogatta.

IRODALOM

- Abbott, W. S.** (1925): A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economical Entomology*, 18: 265–267.
- Balci, H. and Durmusoglu, E.** (2011): Organik kiraz yetistiriciliğinde *Rhagoletis cerasi* Linnaeus, 1758 (Diptera: Tephritidae)’ye karşı spinosad ve kaolinin etkisi üzerine ön araştırmalar. *Türkiye Entomoloji Bülteni*, 1: 9–18.
- Baranyai L., Dénes L. D., Papucsek G. and Felföldi J.** (2011): Evaluation of Color Development Pattern on Pepper (*Capsicum annuum*) Surface. Chinese-European Cooperation for a Long-Term Sustainability, Budapest, 2011. november 10–11.
- Bürgel, K., Daniel, C. and Wyss, E.** (2005): Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action. *Journal of Applied Entomology*, 129: 311–314.
- Ficzek G.** (2012): Hazai Alma- és Meggyfajták Humán Egészségvédő és Felhasználhatósági Értékei Gyümölcsanalízis Alapján. Doktori értekezés. Budapesti Corvinus Egyetem. Budapest.
- Gindaba, J. and Wand, S. J. E.** (2005): Comparative Effects of Evaporative Cooling, Kaolin Particle Film, and Shade Net on Sunburn and Fruit Quality in Apples. *HortScience*, 40: 592–596.
- Glenn, D. M.** (2009): Particle Film Mechanism of Action That Reduce the Effect of Environmental Stress in 'Empire' Apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 134: 314–321.
- Glenn, D. M., Drake, S., Abbott, J. A., Puterka, G. J. and Gundrum, P.** (2005): Season and Cultivar Influence the Fruit Quality Response of Apple Cultivars to Particle Film Treatments. *HortTechnology*, 15: 249–253.
- Glenn, D. M. and Puterka, G. J.** (2005): Particle film technology: a new technology for agriculture. *Horticultural Reviews*, Vol. 31: 1–44.
- Glenn, D. M., Puterka, G. J., Drake, S. R., Unruh, T. R., Knight, A. L., Baherle, P., Prado, E. and Baugher, T. A.** (2001a): Particle Film Application Influences Apple Leaf Physiology, Fruit Yield, and Fruit Quality. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126: 175–181.
- Glenn, D. M., van der Zwet, T., Puterka, G. J., Gundrum, P. and Brown, E.** (2001b): Efficacy of kaolin-based particle films to control apple diseases. Online. *Plant Health Progress*, doi:10.1094/PHP-2001-0823-01-RS.

- Járfás J.** (1997): Az alma kártevői. In: **Glits M., Horváth J., Kuroli G. és Petróczi I.** (eds): Növényvédelem. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 487–495.
- le Grange, M., Wand, S. J. E. and Theron, K. I.** (2004): Effect of Kaolin Applications on Apple Fruit Quality and Gas Exchange of Apple Leaves. *Acta Horticulturae*, 636: 545–550.
- Leskey, T. C., Wright, S. E., Glenn, D. M. and Puterka, G. J.** (2010): Effect of Surround WP on Behavior and Mortality of Apple Maggot (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*, 103: 394–401.
- Markó V., Blommers, L. H. M., Bogya S. and Helsen, H.** (2008): Kaolin particle films suppress many apple pests, disrupt natural enemies and promote woolly apple aphid. *Journal of Applied Entomology*, 132: 26–35.
- Markó V., Bogya S., Kondorosy E. and Blommers, L. H.** (2010): Side effects of kaolin particle films on apple orchard bug, beetle and spider communities. *International Journal of Pest Management*, 56: 189–199.
- Mazor, M. and Erez, A.** (2004): Processed kaolin protects fruits from Mediterranean fruit fly infestations. *Crop Protection*, 23: 47–51.
- McLaren, G. F. and Fraser, J. A.** (2002): Autumn and Spring Control of Black Cherry Aphid on Sweet Cherry in Central Otago. *New Zealand Plant Protection*, 55: 347–353.
- Melgarejo, P., Martinez, J. J., Hernandez, F., Martinez-Font, R., Barrows, P. and Erez, A.** (2004): Kaolin treatment to reduce pomegranate sunburn. *Scientia Horticulturae*, 100: 349–353.
- Puterka, G. J., Sekutowski, D. G. and Glenn, D. M.** (2000): Method for protecting surfaces from arthropod infestation. U.S. Patent No. 6,027,740.
- Puterka, G. J., Reinke, M., Luvisi, D., Ciomperik, M. A., Bartels, D., Wendel, L. and Glenn, D. M.** (2003): Particle film, Surround WP, effects on glassy-winged sharpshooter behavior and its utility as a barrier to sharpshooter infestations in grape. Online. *Plant Health Progress*, doi:10.1094/PHP-2003-0321-01-RS.
- Sackett, T. E., Buddle, C. M. and Vincent, C.** (2007): Effects of kaolin on the composition of generalist predator assemblages and parasitism of *Choristoneura rosaceana* (Lep., Tortricidae) in apple orchards. *Journal of Applied Entomology*, 131: 478–485.
- Sáringér Gy. és Jenser G.** (1998): Rend: Kétszárnyúak – Diptera. In: **Jenser G., Mészáros Z. és Sáringér Gy.** (eds): A szántóföldi és kertészeti növények kártevői. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 445–473.
- Showler, A. T. and Armstrong, J. S.** (2007): Kaolin particle film associated with increased cotton aphid infestations in cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 124: 55–60.
- Sipos P., Szabó Á. és Markó V.** (2012): A kaolin kezelések hatása egy ökológiai almaültetvény atka faunájára. 58. Növényvédelmi Tudományos Napok, Budapest, 2012. február 21–22. p: 25.

- Sipos P., Óbert N., Marczali Zs. és Markó V.** (2013): A kaolin részecske filmtechnológia hatékonysága a füstösszárnyú körte-levélbolha (*Cacopsylla pyri*) elleni védekezésben Magyarországon. *Növényvédelem*, 49: 151–160.
- Soltész M. és Szabó T.** (1998): Alma. In: **Soltész M.** (ed): Gyümölcsfajta-ismeret és –használat. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 119–156.
- Sugar, D., Hilton, R. J. and VanBuskirk, P. D.** (2005a): Effects of Kaolin Particle Film and Rootstock on Tree Performance and Fruit Quality in 'Doyenne du Comice' Pear. *HortScience*, 40: 1726–1728.
- Sugar, D., Powers, K. A. and Basile, S. R.** (2005b): Mancozeb and Kaolin Applications Can Reduce Russet of 'Comice' Pear. *HortTechnology*, 15: 272–275.
- Wand, S. J. E., Theron, K. I., Ackerman, J. and Marais, S. J. S.** (2006): Harvest and post-harvest apple fruit quality following applications of kaolin particle film in South African orchards. *Scientia Horticulturae*, 107: 271–276.
- Wyss, E. and Daniel, C.** (2004): Effects of autumn kaolin and pyrethrin treatments on the spring population of *Dysaphis plantaginea* in apple orchards. *Journal of Applied Entomology*, 128: 147–149.
- Yee, W. L.** (2008): Effects of Several Newer Insecticides and Kaolin on Oviposition and Adult Mortality in Western Cherry Fruit Fly (Diptera: Tephritidae). *Journal of Entomological Science*, 43: 177–190.
- Yee, W. L.** (2012): Behavioural responses by *Rhagoletis indifferens* (Dipt., Tephritidae) to sweet cherry treated with kaolin- and limestone-based products. *Journal of Applied Entomology*, 136: 124–132.

THE EFFECT OF KAOLIN PARTICLE FILM APPLICATIONS ON APPLE PESTS AND THE FRUIT QUALITY

L. Mezőfi¹, P. Sipos^{2, 3} and V. Markó¹

¹Corvinus University of Budapest, Department of Entomology, H-1118 Budapest, Ménesi str. 44.

²Eurofins Agrosience Services Kft. H-8000, Székesfehérvár, Új Váralja str. 16.

³University of Pannonia, Georgikon Faculty, Plant Protection Institute, H-8360, Keszthely, Deák F. str. 16.

E-mail: mezofilaszlo@gmail.com

We studied the effects of kaolin particle film applications on apple (*Malus domestica*) pests, yield and fruit quality. The study was conducted in organic apple orchard plots of three apple cultivars ('Prima', 'Rewena' and 'Florina') in Újfehértó, Hungary in 2010 and 2012. Efficacy of kaolin particle films (Surround WP, Engelhard Corporation; applied at a rate of 31 kg/ha) was compared at two application frequencies (low-intensity treatments 'Molyos', 5–7 applications per growing season; high-intensity treatments 'Provokációs', 9–10 applications per growing season).

The kaolin applications (1) did not affect the yield (kg/tree), the number of fruits (number of apples/tree), the average fruit weight (kg/100 apples) and the fruit size (proportion of 65mm+ size fruits) (*Table 1*). (2) The kaolin treatments showed low efficacy against codling moth (*Cydia pomonella*) and (3) summer fruit tortrix moth (*Adoxophyes orana*), although in the high-intensity ('Provokációs') plots the fruit injury caused by the first generation of *A. orana* was reduced by 21–80% (*Table 2*). (4) Kaolin applications reduced the fruit injury caused by pests by 41–51% ('Prima') and 19–30% ('Rewena'), however, the treatments had no effect on the fruit injury in case of the latest cultivar 'Florina' (Abbott efficacy between -1 and +23%) (*Table 2*). (5) In most of the examined years and cultivars, the kaolin treatments reduced the red color of the apples in the kaolin treated plots compared to control plots, or the applications did not affect the fruit color (*Table 3*). Overall, our results suggest that kaolin particle films alone do not provide adequate control of codling moth and summer fruit tortrix moth and additional applications of other insecticidal compounds are necessary to control these pests.

Keywords: apple, kaolin, *Cydia pomonella*, codling moth, *Adoxophyes orana*, summer fruit tortrix, physical repellent

Ábrák

1. ábra. A kvantálás menete (ábra: Mezőfi László, 2012)

Táblázatok

1. táblázat

Termés mennyisége, gyümölcsök tömege és mérete

		Kontroll	Molyos	Provokációs	F	P	M/K %	P/K %
Alma termés mennyiség (Termés kg/fa)								
2010	Prima	26,1 (9,8) a	27,6 (12,9) a	25,8 (9,3) a	0,039	0,962	5,7	-1,1
	Rewena	20,1 (10,0) a	18,9 (4,3) a	19,9 (5,7) a	0,095	0,910	-6,0	-1,1
	Florina	22,3 (4,5) a	21,4 (4,1) a	19,2 (2,5) a	1,759	0,191	-4,2	-13,9
2012	Rewena	14,0 (4,0) a	10,3 (2,6) a	12,4 (2,5) a	H 3,275	0,194	-26,4	-11,2
	Florina	20,0 (9,3) a	34,3 (5,4) b	20,1 (3,0) a	4,983	0,013	71,5	0,5
Alma gyümölcsök száma (Termés db/fa)								
2010	Prima	303 (105,9) a	326 (147,0) a	272 (109,0) a	0,243	0,788	7,3	-10,4
	Rewena	190 (77,0) a	227 (75,8) a	251 (91,8) a	1,333	0,281	19,5	32,2
	Florina	142 (27,6) b	146 (42,4) ab	118 (16,3) a	W 3,704	0,048	3,1	-16,5
2012	Rewena	105 (24,4) a	85 (25,4) a	116 (17,0) a	2,851	0,089	-18,9	10,3
	Florina	203 (86,8) ab	319 (31,9) b	188 (25,3) a	W 15,421	0,001	57,2	-7,3
100 darab alma gyümölcs átlagos tömege (kg/100 db)								
2010	Prima	8,6 (1,2) a	8,1 (1,2) a	7,9 (1,3) a	0,875	0,428	-5,4	-8,2
	Rewena	10,0 (1,9) a	8,8 (2,1) a	8,9 (1,8) a	1,155	0,330	-12,2	-10,3
	Florina	15,5 (1,3) a	15,0 (1,7) a	16,1 (1,5) a	H 3,144	0,208	-3,6	3,3
2012	Rewena	13,2 (1,2) b	12,2 (1,4) ab	10,7 (1,1) a	6,35	0,010	-8,1	-19,3
	Florina	10,2 (1,3) a	11,1 (0,9) a	10,9 (1,8) a	H 6,744	0,081	9,1	7,5
Az almagyümölcsök fán bekövetkezett romlási vesztesége (%)								
2010	Prima	0,3 (0,7) a	0,1 (0,3) a	0,6 (1,0) a	H 1,631	0,443	-66,7	100,0
	Rewena	1,3 (1,8) a	1,2 (1,8) a	0,3 (0,5) a	H 3,282	0,194	-7,7	-76,9
	Florina	0,6 (0,7) a	0,3 (0,7) a	0,8 (1,1) a	0,851	0,438	-50,0	33,3
2012	Rewena	4,3 (2,1) a	2,7 (1,6) a	2,0 (1,7) a	2,671	0,102	-38,3	-53,8
	Florina	0,2 (0,4) a	0,2 (0,4) a	0,5 (0,8) a	H 0,826	0,843	0,0	194,1
65 mm-es mérethatár fölé eső almagyümölcsök aránya (%)								
2010	Prima	25,1 (17,0) a	21,7 (14,2) a	22,1 (12,2) a	0,162	0,851	-13,6	-12,0
	Rewena	25,5 (24,2) a	12,2 (14,3) a	15,4 (18,4) a	1,285	0,293	-52,2	-39,6
	Florina	88,8 (7,0) a	91,8 (8,4) a	93,5 (6,9) a	H 3,832	0,147	3,4	5,3
2012	Rewena	72,0 (8,5) b	56,1 (14,1) ab	37,9 (18,1) a	H 6,919	0,031	-18,7	-44,1
	Florina	33,3 (15,7) a	50,4 (16,6) a	42,3 (26,4) a	2,071	0,136	50,3	24,6

H= Kruskal-Wallis test, W= Welch-ANOVA

M/K % = Molyos/Kontroll, P/K % = Provokációs/Kontroll

A különböző betűk $p < 0,05$ szinten szignifikáns különbséget jeleznek

2. táblázat

A terméskártétel mértéke

		Kontroll	Molyos	Provokációs	F	P	M/K %	P/K %
Almamoly (<i>Cydia pomonella</i>) kártételének mértéke (%)								
2010	Prima	0,9 (1,2) a	1,9 (1,7) a	1,2 (1,6) a	1,197	0,318	111,1	33,3
	Rewena	3,5 (2,5) a	2,0 (2,1) a	2,6 (2,2) a	H 3,142	0,208	-42,9	-25,7
	Florina	6,8 (3,1) a	3,8 (2,7) a	7,4 (4,7) a	H 5,235	0,073	-44,1	8,8
2012	Rewena	2,2 (2,6) a	1,8 (2,6) a	1,7 (1,5) a	0,074	0,929	-15,7	-23,0
	Florina	2,2 (1,9) a	1,8 (1,9) a	2,2 (2,6) a	0,154	0,926	-15,7	0,0
Almailonca (<i>Adoxophyes orana</i>) I. nemzedékének kártétele (%)								
2010	Prima	4,2 (2,2) b	1,5 (1,2) a	3,3 (2,4) ab	4,897	0,015	-64,3	-21,4
	Rewena	3,3 (1,6) a	4,1 (3,5) a	2,5 (1,4) a	H 1,845	0,398	24,2	-24,2
	Florina	2,6 (2,6) a	1,5 (1,1) a	1,9 (1,7) a	H 0,662	0,718	-42,3	-26,9
2012	Rewena	1,7 (2,0) a	1,0 (1,3) a	0,3 (0,5) a	1,395	0,278	-40,1	-80,2
	Florina	1,2 (1,0) a	1,8 (2,2) a	0,7 (0,5) a	1,432	0,263	56,4	-42,7
Almailonca (<i>Adoxophyes orana</i>) II. nemzedékének kártétele (%)								
2010	Prima	7,3 (3,8) a	7,5 (4,0) a	4,9 (2,1) a	1,814	0,182	2,7	-32,9
	Rewena	8,1 (4,0) a	4,7 (3,0) a	7,1 (3,8) a	2,303	0,119	-42,0	-12,4
	Florina	9,8 (4,1) a	13,9 (7,0) a	14,8 (5,4) a	2,267	0,123	41,8	51,0
2012	Rewena	0,7 (0,8) a	1,2 (1,2) a	2,0 (2,3) a	1,129	0,349	74,6	198,5
	Florina	0,0 (0,0) a	0,3 (0,5) a	0,2 (0,4) a	H 2,300	0,513	100,0	100,0
Almailonca (<i>Adoxophyes orana</i>) I. és II. nemzedékének kártétele (%)								
2010	Prima	11,5 (3,5) a	9,0 (3,6) a	8,2 (3,7) a	2,272	0,122	-21,7	-28,7
	Rewena	11,4 (3,2) a	8,8 (3,3) a	9,6 (4,3) a	H 3,211	0,201	-22,8	-15,8
	Florina	12,4 (4,4) a	15,4 (7,3) a	16,7 (5,2) a	1,471	0,248	24,2	34,7
2012	Rewena	2,3 (2,4) a	2,2 (1,7) a	2,3 (2,2) a	0,012	0,988	-6,9	0,0
	Florina	1,2 (1,0) a	2,2 (2,5) a	0,8 (0,8) a	1,126	0,350	85,5	-29,1
Összes rovarkártétel (%)								
2010	Prima	21,0 (5,1) b	12,3 (3,5) a	10,4 (4,3) a	17,028	<0,001	-41,4	-50,5
	Rewena	15,5 (4,1) a	11,5 (2,8) a	12,5 (5,6) a	W 3,085	0,072	-25,8	-19,4
	Florina	19,8 (9,9) a	19,6 (14,4) a	24,4 (11,8) a	1,408	0,262	-1,0	23,2
2012	Rewena	10,0 (5,9) a	7,8 (4,0) a	7,0 (3,2) a	0,708	0,508	-21,7	-30,0
	Florina	10,2 (7,8) a	10,8 (4,4) a	11,7 (4,0) a	0,094	0,963	6,5	14,8
Egészséges gyümölcsök aránya (%)								
2010	Prima	78,7 (5,1) a	87,6 (3,5) b	89,0 (4,3) b	17,028	<0,001	11,3	13,1
	Rewena	83,2 (4,1) a	87,3 (2,8) a	87,2 (5,6) a	W 3,085	0,072	4,9	4,8
	Florina	79,6 (10,3) a	80,1 (14,6) a	74,8 (12,1) a	1,429	0,257	0,6	-6,0
2012	Rewena	85,7 (7,0) a	89,5 (4,7) a	91,0 (4,3) a	1,51	0,253	4,5	6,2
	Florina	89,7 (7,7) a	89,0 (4,5) a	87,8 (4,6) a	0,134	0,939	-0,8	-2,1

H= Kruskal-Wallis test, W= Welch-ANOVA

M/K % = Molyos/Kontroll, P/K % = Provokációs/Kontroll

A különböző betűk $p < 0,05$ szinten szignifikáns különbséget jeleznek

3. táblázat

Gyümölcsök fedőszínnel való borítottságának mértéke

		Kontroll	Molyos	Provokációs	F	P	M/K %	P/K %
Fedőszín-borítottság mértéke (%)								
2010	Rewena	70,8 (14,0) a	72,5 (14,2) a	68,5 (15,8) a	H 3,398	0,183	2,8	-2,8
	Florina	82,0 (11,3) b	82,7 (14,9) b	69,3 (19,6) a	rW 21,852	<0,001	1,2	-15,9
2012	Rewena	64,9 (18,2) a	58,9 (18,1) a	61,4 (18,3) a	2,799	0,063	-9,2	-6,2
	Florina	76,2 (19,0) b	61,4 (21,3) a	73,9 (18,7) b	H 30,977	<0,001	-19,7	-2,6

H= Kruskal-Wallis test, rW= rank-Welch test

M/K % = Molyos/Kontroll, P/K % = Provokációs/Kontroll

A különböző betűk $p < 0,05$ szinten szignifikáns különbséget jeleznek