

AZ IMAZALIL ÉS IPKONAZOL PENETRÁCIÓJA A CITRUSFÉLÉKBE A POSZTHARVESZT KEZELÉS SORÁN

Lányi Katalin* - Lini Ákos Benedek - Buzás Anna

Állatorvostudományi Egyetem Élelmiszer-higiéniai Tanszék

*lanyi.katalin@univet.hu

Összefoglalás

A kutatás során a Rancona-I-Mix három különböző koncentrációjú vizes emulziójával (0,10; 0,27 és 0,50 mg/ml koncentráció imazalilra nézve) kezeltünk citromokat 1, 4 és 8 percig bemeztetéses; valamint permetezéssel technikával, majd 1 napos szárítás után megmértük a hatóanyagok (imazalil és ipkonazol) koncentrációját a citromok héján és belsejében. A kutatás másik vonalán a Rancona-I-Mix fungicid hatását vizsgáltuk 3 különböző töménységben *Penicillium expansum* penészgombán. Az eredmények alapján elmondható, hogy az imazalil nagymértékben képes a gyümölcshúsba penetrálni, egyes esetekben még az ADI/ARfD értéket is átlépve. A vizsgálati anyag koncentrációjának emelése sokkal nagyobb mértékben emeli a szer hatékony maradványanyag koncentrációját a héjon, mint a kezelési idő növelése, amely viszont a gyümölcszövetbe való penetrációra hat nagyobb mértékben. A mikrobiológiai kísérleti vonalon a Rancona-I-Mix mind a 3 dózisban hatékonyan meggátolta a *P. expansum* növekedését.

Kulcsszavak: imazalil, ipkonazol, citrom, penetráció, MRL érték, *P. expansum*

Abstract

Lemons were treated with three different concentrations of aqueous emulsion of Rancona-I-Mix for 1, 4 and 8 minutes in immersion and spray form, then after 1 day of drying the concentration of the active agents (imazalil and ipconazole) were measured on the peel and inside the lemons. In another line of the research, we investigated the fungicidal effect of Rancona-I-Mix in three different concentrations on the fungus *Penicillium expansum*. Based on the results, it can be said that imazalil can penetrate to the pulp to a great extent, even exceeding the ADI/ARfD value in some cases. Increasing the concentration of the treating emulsion increases the effective residue concentration of the agents on the skin to a much greater extent than increasing the treatment time, which in turn has a more definitive effect on the penetration into the fruit tissue. In the microbiological experimental line, Rancona-I-Mix effectively inhibited the growth of *P. expansum* in all three doses.

Keywords: imazalil, ipconazole, lemon, penetration, MRL value, *P. expansum*

Bevezetés

A *P. digitatum* és a *P. italicum* gombafajok felelősek a citrusfélék posztharveszt veszteségeinek 90%-áért, ezen felül közegészségügyi veszéllyel is bírnak mikotoxinjaik révén (pl.: citrinin, patulin) (Yang és mtsai., 2019). A citrusfélék gombás fertőződései ellen jelenleg a legelterjedtebb és leghatékonyabbnak tartott módszer a különböző fungicid szerek használata a tárolás és a szállítás során (Khamsaw és mtsai., 2022). Napjainkban a legjelentősebb fungicid hatóanyagok citrusfélékben az imazalil, tiabendazol, prokloráz és az orto-fenil-fenol (Naqvi, 2004; Morales és mtsai., 2010). Ezeket a hatóanyagokat a gyakorlatban nem vegyitizta formában, hanem többféle anyagot tartalmazó keverékben használják, ilyen például az imazalilt (IMZ) és ipkonazolt (ICZ) tartalmazó Rancona-I-Mix. Kutatásunk során arra voltunk kíváncsiak, hogy a különböző módszerekkel, különböző koncentrációkban a gyümölcsre

juttatott imazalil és ipkonazol milyen koncentrációt ér el a héjon, ezek hatékony védelmet jelentenek-e. Célunk volt még, hogy megmérjük a különböző módszerű és koncentrációjú kezelések után a hatóanyagok gyümölcsbőrbe való penetrációját.

Anyag és módszer

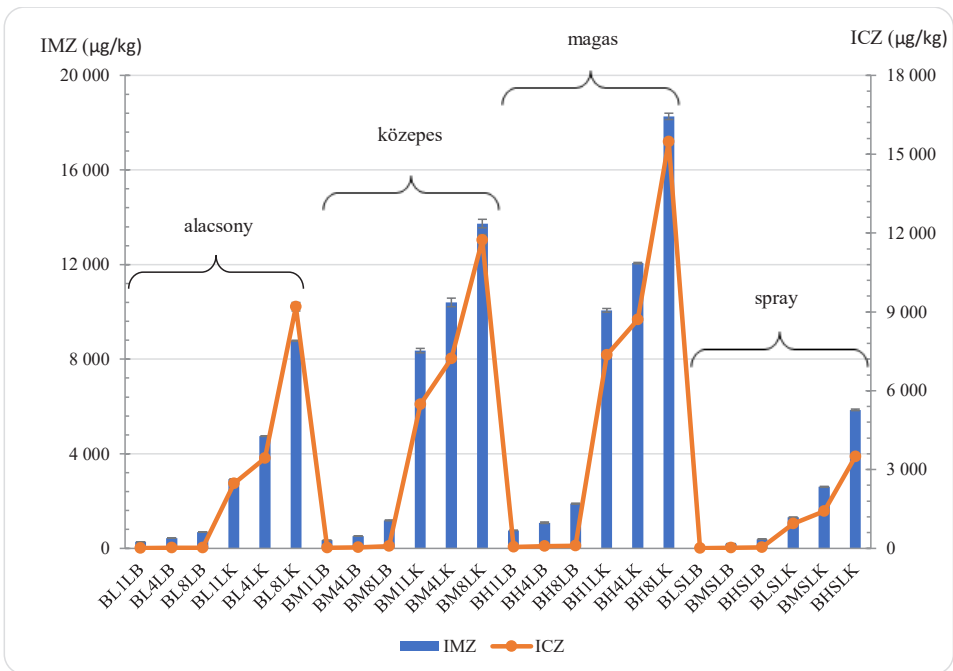
Szupermarketből származó „bio” jelzésű citromokat használtunk, amik peszticid-mentességét előzetes LCMS vizsgálatokkal ellenőriztük. A kutatás során bemelegítéssel és permetezéssel applikáltuk a Rancona-I-Mix különböző hígítású vizes emulzióit (3-3 különböző koncentrációban: 0,10-0,27-0,50 mg/ml imazalilnak megfelelő hígításokban). A bemelegítéssel való kezelésnél továbbá minden egyes koncentrációban három különböző behatási időt vizsgáltunk, 1, 4 és 8 perces kezelésnek vetettük alá a gyümölcsöket. A citromok megszáritása után egy QuEChERS mintaelőkészítést végeztünk, majd UHPLC-MS módszerrel mértük a mintáink peszticid tartalmát.

A maradványanyag mérésekkel párhuzamosan egy mikrobiológiai vizsgálatot is elvégeztünk, ahol a *P. expansum* növekedését vizsgáltuk az alacsony, közepes és magas dózisú Rancona-I-Mix hozzáadása után. A kísérlethez redoxpotenciál mérést alkalmaztunk, melynek lényege, hogy a mikroorganizmusok metabolikus tevékenysége során képződő szén-dioxidot képes detektálni ORP elektróda segítségével.

Eredmények

Mindkét fungicid hatóanyag esetén a kezelés idejével és a kezelőoldat koncentrációjával párhuzamosan nőtt a gyümölcs héján és húzában mérhető maradékanyag mennyisége (1. ábra). A héjon mind a két hatóanyag jóval magasabb értéket ért el, mint a citromok belsejében, a permetezéssel kivitelezett peszticid kezelés után viszont a hatóanyagok gyümölcsön mérhető koncentrációja elmaradt a bemelegítéshez képest. Az alacsony (L) koncentrációban alkalmazott imazalilal kezelt citromok esetében az ajánlott hatékony koncentrációt a héjon

csak a 4 és 8 perces merítéses kezelés után sikerült elérni, az utóbbi viszont meghaladta a teljes gyümölcsre vonatkoztatott az 5000 µg/kg-os MRL értéket. A második csoportban (M) mind a 3 időtávnyi kezelés elegendő volt a héjra elérendő ajánlott gátló koncentráció eléréséhez, azonban mind a három eredmény meg is haladta a citromra érvényes MRL értéket.



1. ábra A mért imazalil és ipkonazol koncentrációk³

A magas (L) koncentrációjú imazalilos kezelések esetében, mindhárom bemeztéses próba után az eredmény az MRL érték többszöröse lett. A permetezési vizsgálatot tekintve itt találtunk olyan koncentrációt, ahol sikerült elérni az ajánlott inhibitor imazalil koncentrációt a héjra, ez

³ A 4x6 adatpárból az első három hatos csoport esetében a kódban található szám a bemeztés idejét (perc), a kód utolsó karaktere pedig azt jelzi, hogy a gyümölcs belsejéről (B), vagy a héjáról (K) van-e szó. Az utolsó hatos csoport esetében a kód második karaktere jelzi, hogy az alacsony (L), közepes (M), vagy a magas (H) koncentrációjú oldattal történt-e a kezelés, az utolsó karakter pedig az előbb említett módon arról árulkodik, hogy a gyümölcs belsejében, vagy a héjra mért értékekről van-e szó.

azonban szintén meghaladta a citromra meghatározott MRL mértéket. A gyümölcshúsba is a 4 és 8 perces kezelés után penetrált leginkább a hatóanyag mindhárom koncentráció esetén.

Mikrobiológiai eredmény: A műszeres mérés során meglepő módon a vizsgált minták egyikén sem jelent meg penészedés és a redox szoftver sem jelzett mikrobiológiai aktivitást. Ebből arra lehet következtetni, hogy a Rancona-I-Mix már a vizsgált legalacsonyabb dózisban is gátolta a gomba növekedését.

Eredmények értékelése

Megfigyeléseink szerint esetenként a magasabb koncentrációjú hatóanyaggal rövidebb ideig történő bemeztéses kezelés azonos hatékony koncentrációt érhet el a héjon, mint az alacsonyabb koncentrációval hosszabb ideig végzett. Például a 8 perces, 0,1 mg/ml koncentrációban alkalmazott és az 1 perces, 0,27 mg/ml koncentrációban alkalmazott imazalilos kezelés után a citromhéjakon kialakuló hatóanyag koncentrációk között nem volt szignifikáns különbség ($p < 0,05$). A gyümölcshúsba a hosszabb ideig tartó kezeléseket után penetrált leginkább az imazalil. A gyümölcshúsban mért koncentrációk a felnőttekre vonatkozó ADI és ARfD értékeket nem érték el, de a 20 kg testsúlyú gyermekekre vonatkozót a magas koncentráció 8 perces kezelés eredménye meghaladta. Statisztikai számításaink azt igazolták, hogy egyértelműen a kezelőoldatok koncentrációja bír nagyobb jelentőséggel a héjon, vagy a gyümölcshúsban kialakuló maradékanyag-koncentráció tekintetében, mint a kezelés időtartama.

Irodalom

- Yang, Q., Qian, X., Dhanasekaran, S., Boateng, N. A. S., Yan, X., Zhu, H., He, F. and Zhang, H. 2019. Study on the Infection Mechanism of *Penicillium Digitatum* on Postharvest Citrus (*Citrus Reticulata* Blanco) Based on Transcriptomics. *Microorganisms* 7. 672.
- Khamsaw, P., Sangta, J., Chaiwan, P., Rachtanapun, P., Sirilun, S., Sringarm, K., Thanakkasaranee, S. and Sommano, S. R. 2022. Bio-Circular Perspective of Citrus Fruit Loss

Caused by Pathogens: Occurrences, Active Ingredient Recovery and Applications. *Horticulturae* 8. 748.

Naqvi, S. A. M. H. 2004. Diseases of Fruits and Vegetables Volume I. Springer Netherlands, Dordrecht, 191-227.

Morales, H., Marín, S., Ramos, A. J. and Sanchis, V. 2010. Influence of post-harvest technologies applied during cold storage of apples in *Penicillium expansum* growth and patulin accumulation: A review. *Food Control* 21. 953-962.