

## EFEKT DLOUHODOBÉHO SKLADOVÁNÍ MERUNĚK NA ZMĚNY V OBSAHU REZIDUÍ PESTICIDŮ

### EFFECT LONG-TERM STORAGE OF APRICOTS ON REDUCTION IN PESTICIDE RESIDUES LEVELS

Pavλίna Knapová<sup>1</sup>, Aneta Bílková<sup>1,2</sup>, Jiří Kwiecien<sup>3</sup>

<sup>1</sup> VÝZKUMNÝ A ŠLECHTITELSKÝ ÚSTAV OVOCNÁŘSKÝ HOLOVOUSY s.r.o.,  
Holovousy 129, 508 01 Hořice

<sup>2</sup> UNIVERZITA KARLOVA, Farmaceutická fakulta v Hradci Králové, Akademia  
Heyrovského 1203, 500 05 Hradec Králové, Katedra analytické chemie

<sup>3</sup> Výzkumný ústav organických syntéz a.s., Rybitví 296, 533 54 Rybitví

e-mail: knapova@vsuo.cz

#### ABSTRAKT

Pesticidy a jejich rezidua patří k široké škále látek, které mohou kontaminovat potraviny. Proto jsme studovali vliv dynamiky redukce obsahu vybraných reziduí v plodech meruněk v kombinaci s různými technologiemi dlouhodobého skladování, tedy v atmosféře s nízkou hladinou kyslíku, ve skladovacích sáčcích s modifikovanou atmosférou, jakož i po posklizňovém ošetření účinnou látkou 1-methylcyklopropen či ozonem. Sledovali jsme obsah reziduí kombinovaných účinných látek acetamiprid, thiacloprid, pirimicarb, fenpyrazamine, myclobutanil, boscalid, fenhexamid, pyraclostrobin a trifloxystrobin. V žádné z variant nedošlo k překročení maximálních limitů reziduí pesticidů. Posklizňové ošetření ozonem u meruněk způsobuje účinnější degradaci pesticidů během skladování. Jako další efektivní typy skladování lze doporučit skladování v obalech s modifikovanou atmosférou a použití přípravku s účinnou látkou 1-methylcyklopropen. Obsahy boscalidu a pirimicardu vykazovaly statisticky významné rozdíly mezi testovanými technologiemi skladování. Statisticky významný rozdíl byl pozorován při skladování v podmínkách s nízkou hladinou kyslíku a v obalech s modifikovanou atmosférou, ve kterých byly naměřeny nižší hladiny reziduí pesticidů.

**Klíčová slova:** typ skladování, meruňky, rezidua pesticidů

## ABSTRACT

Pesticides and their residues fell in a wide range of substances that can contaminate food. We studied the effect on dynamics of reduction in content of residues of selected pesticides in apricot fruits related to various long-term storage technologies comprising low oxygen atmosphere, storage in bags with modified atmosphere, post-harvest treatment with 1-methylcyclopropene and ozone. We monitored contents of the combined active substances including acetamiprid, thiacloprid, pirimicarb, fenpyrazamine, myclobutanil, boscalid, fenhexamide, pyraclostrobin and trifloxystrobin. None of the variants exceeded the maximum residue levels. Post-harvest ozone treatment of apricots causes more efficient degradation of pesticides during storage. Other effective types of storage include storage in modified atmosphere bags and the using of the active compound 1-methylcyclopropene. The contents of boscalid and pirimicarb exhibited statistically significant differences among the tested storage technologies. A statistically significant difference was observed after storing under low oxygen conditions and in bags with modified atmosphere where lower levels of pesticide residues were measured.

**Keywords:** storage technologies, apricots, pesticide residues

## ÚVOD

Mezi přípravky na ochranu rostlin (neboli pesticidy) se řadí všechny sloučeniny nebo jejich směsi či mikroorganismy, které jsou určené k ochraně rostlin. Ochrana spočívá v prevenci, potlačení, odpuzení, kontrole či ničení škodlivých činitelů (nežádoucích rostlin, živočichů a mikroorganismů), které mohou způsobit škody během zpracování, výroby, skladování, transportu a prodeje potravin a krmiv. Používání přípravků na ochranu rostlin může vést k výskytu zbytků (reziduí) pesticidů v potravinách i v životním prostředí. Těmi mohou být nezměněné účinné látky (nejčastěji), jejich metabolity a reakční či rozkladné produkty (Pepperný 2015). Rezidua pesticidů mohou ohrožovat zdraví konzumentů. Proto je jejich množství v potravinách a krmivech legislativně regulováno Nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 396/2005 ve znění pozdějších předpisů, a to prostřednictvím maximálních limitů reziduí (MLR). Jedná se o horní hladiny koncentrací reziduí pesticidů, které jsou právně přípustné v potravinách nebo krmivech nebo na jejich povrchu (European Commission 2021, Velíšek a Hajšlová 2009).

Koncentrace reziduí pesticidů v potravinách jsou ovlivněny skladováním, manipulací a zpracováním, ke kterému dochází od sklizně čerstvých zemědělských komodit až po spotřebu připravených potravin. Obecně platí, že obsahy reziduí pesticidů se snižují vlivem chemické a fyzikální degradace během skladování (Holland a kol. 1994).

Neustále klesající povolené úrovně koncentrací pesticidů vyžadují citlivé analytické metody. Zatímco v předsklizňovém období dochází k relativně rychlému poklesu

reziduí pesticidů v důsledku vybraných fyzikálních a chemických faktorů, jako je světlo, teplota, pH, vlhkost a růstové faktory rostlin, jejich pokles po sklizňovém období může být pomalejší a závisí na podmínkách skladování. Některé pesticidy pod vlivem těchto faktorů degradují rychle, zatímco jiné zůstávají stabilní. Toxicita produktů degradace je vysoce závislá na chemické struktuře a někdy mohou být toxičtější než původní látka. Některé metabolity či degradační produkty jsou zařazeny jako součást definice rezidua v nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 396/2005. Skladování a následná ochrana po sklizni a technologie pro udržení vysoce kvalitních plodů během dlouhodobého skladování jsou hlavními důvody ke studiu dopadu těchto technologií na degradaci pesticidů (Yigit a Velioglu 2020).

Naše studie byla zaměřena na sledování dynamiky vybraných reziduí pesticidů v plodech meruněk v kombinaci s různými technologiemi dlouhodobého skladování, tedy v atmosféře s nízkou hladinou kyslíku, ve skladovacích sáčcích s modifikovanou atmosférou, jakož i po posklizňovém ošetření účinnou látkou 1-methylcyklopropan či ozonem.

## MATERIÁL A METODY

### Analyzované vzorky

Plody k analýze reziduí pesticidů byly získány z experimentální výsadby Výzkumného a šlechtitelského ústavu ovocnářského v Holovousích. Pro výzkum byla vybrána středně raná odrůda meruňky 'Betinka' (stáří 8 let, vysázena ve sponu 5×2 m), která je vhodná pro dlouhodobé skladování i přímý konzum. V experimentální výsadbě meruněk došlo k rozdělení výsadby na 5 variant a k aplikaci vybraných pesticidů dle vytvořeného modelového plánu: 1. – 4. varianta byla ošetřena na základě konkrétního seznamu pesticidů (MV1 – MV4) zatímco 5. varianta byla neošetřena. Postřikový plán jednotlivých variant je uveden v Tabulce 1. V každé variantě bylo 4–6 stromů. Byly sklizeny všechny plody meruněk v optimální zralosti ze stromů každé varianty ošetření, aby byla zachována homogenita vzorku. Poté došlo k rozdělení vzorků do plastových misek pro jednotlivé testované varianty skladování. Vzorek pro analýzu reziduí pesticidů v čerstvých plodech byl ihned vypeckován a zamražen do doby chemické analýzy. Vzorky pro skladování byly rozděleny do čtyř skupin dle použité technologie skladování. Po vyskladnění byly vzorky též vypeckovány a zamraženy do doby provedení chemické analýzy. Průměrný vzorek pro analýzu reziduí pesticidů byl 1–2 kg.

### Aplikace pesticidů ve výsadbě meruněk

Modelové aplikace pesticidů byly zahájeny přibližně čtyři týdny před sklizní plodů s ohledem na klimatické podmínky a očekávaný termín dozrání. Postřikový plán v našich variantách zobrazený v Tabulce 1 byl sestavený tak, aby se aplikace konkrétního přípravku v dané variantě neopakovala. Rovněž každý přípravek byl

aplikován v jedné variantě vždy v termínu dle jeho ochranné lhůty. V ostatních variantách pak v termínech vždy postupně o 7 dní dříve a současně i s ohledem na relevantnost aplikace ve vztahu k ochraně proti škodlivým organismům.

**Tabulka 1.** Postřikový plán a termíny aplikací použité pro meruňky odrůdy 'Betinka'

**Table 1.** Spraying plan and application dates applied for apricots variety 'Betinka'

Varianta <sup>1)</sup>	Termín aplikace <sup>2)</sup>					
	28 dní před sklizní	21 dní před sklizní	14 dní před sklizní	7 dní před sklizní	3 dny před sklizní	1 den před sklizní
MV1			Acetamiprid (0,25 kg/ha) Myclobutanil (0,45 l/ha) Thiacloprid (0,2 l/ha)	Boscalid, Pyraclostrobin (0,75 kg/ha) Trifloxystrobin (0,45 kg/ha) Pirimicarb (0,5 kg/ha)		Fenpyrazamine (1,2 kg/ha)
MV2		Acetamiprid (0,25 kg/ha) Myclobutanil (0,45 l/ha) Thiacloprid (0,2 l/ha)	Boscalid, Pyraclostrobin (0,75 kg/ha) Trifloxystrobin (0,45 kg/ha) Pirimicarb (0,5 kg/ha)		Fenpyrazamine (1,2 kg/ha) Fenhexamid (1 l/ha)	
MV3	Acetamiprid (0,25 kg/ha) Myclobutanil (0,45 l/ha) Thiacloprid (0,2 l/ha)	Boscalid, Pyraclostrobin (0,75 kg/ha) Pirimicarb (0,5 kg/ha) Trifloxystrobin (0,45 kg/ha)		Fenpyrazamine (1,2 kg/ha) Fenhexamid (1 l/ha)		
MV4	Boscalid, Pyraclostrobin (0,75 kg/ha) Pirimicarb (0,5 kg/ha) Mancozeb (2 kg/ha) Trifloxystrobin (0,45 kg/ha)		Fenpyrazamine (1,2 kg/ha) Fenhexamid (1 l/ha)			

1) Spraying plan, 2) Dates of application

### Podmínky a technologie skladování

Skladovací experimenty byly rozděleny do čtyř skupin dle použité technologie skladování. První část vzorků byla umístěna do plastových misek zabalená do obalů s modifikovanou atmosférou (MAP), druhá část byla umístěna přímo do boxů s nízkou hladinou kyslíku (ULO), třetí byla před uskladněním ošetřena účinnou látkou 1-methylcyklopropen (1-MCP) a poslední část vzorků byla ošetřena ozonem. Varianty s posklizňovým ošetřením byly poté skladovány v boxech ULO. Kontrolní neošetřená

5. varianta byla naskladněna v plastových miskách do ULO boxů. Po 20 dnech byly vzorky plodů meruněk vyskladněny a byla hodnocena degradace reziduí pesticidů s ohledem na skladovací technologii.

### **Příprava vzorků a LC-MS/MS analýza reziduí pesticidů**

Analýza reziduí pesticidů probíhala ve Výzkumném ústavu organických syntéz a.s. Zamražené vypeckované vzorky meruněk byly homogenizovány mletím se suchým ledem. K analýze bylo odvažováno 10 g homogenizovaného vzorku a extrakce probíhala podle modifikovaného extrakčního postupu QuEChERS („quick, easy, cheap, effective, rugged, and safe“) určeného pro matrice s vysokým obsahem vody. Byly využity komerční kity Agilent 5982-5650 a 5982-5056 (SPE).

Rezidua pesticidů u čerstvých a skladovaných plodů meruněk byla stanovena multireziduální metodou LC-MS/MS. Byla použita kapalinová chromatografie HPLC 1260 Infinity HP Series (Agilent, USA) ve spojení s hmotnostním spektrometrem Triple Q MS 6490 (Agilent, USA). Všechny separace byly prováděny za použití mechanismu reverzní fáze na analytické koloně Zorbax Eclipse XDB-C18 (150 x 2,1 mm, 5  $\mu$ m) temperované na 40 °C. Mobilní fáze A byl 5 mmol/l mravenčan amonný ve vodě a mobilní fází B byl 5 mmol/l mravenčan amonný v methanolu. Byla využita gradientová eluce s následujícími mobilními fázemi: 0–7,5 min 30 % B v A; 7,5–11 min 100 % B; 11–14,5 min 30 % B v A. Injektovaný objem byl 10  $\mu$ l a průtok byl nastaven na 0,65 ml/min. Hmotnostní spektrometr byl nastaven na skenovací režim Multiple Reaction Monitoring (MRM), v pozitivním i negativním módu ionizace s těmito podmínkami: cell accelerator voltage 5 V, ion source voltage 3 000 V, V-charging 1 500 V, gas temperature 200 °C, gas flow 14 l/min, nebulizer 60 psi, sheath gas heater 400 °C a sheath gas flow 11 l/min.

Identifikace analytů byla provedena porovnáním retenčních časů se standardy sledovaných analytů a poměrů iontů, kdy byly sledovány dva MS/MS přechody. Kvantifikace obsahu analytů probíhala metodou s využitím průměrného odezvového faktoru ze série kalibračních standardů připravených do extraktu matrice. Každá varianta vzorku ovoce byla měřena ve čtyřech paralelních stanoveních a byla vypočtena jejich průměrná hodnota.

### **Statistická analýza dat**

Správnost dat byla testována pomocí Shapiro-Wilkova testu a homogenita variací s použitím Leveného testu. Pro párové srovnání mezi variantami skladování nebo pro vyhodnocení vlivu délky doby skladování na obsah reziduí byla použita ANOVA následovaná testem Tukey HSD pro data s odhadem homogenicity a Kruskal-Wallis test pro data. Všechny statistické výpočty byly zpracovány pomocí softwaru Statistica v. 12. Zároveň byla použita hladina významnosti  $p = 0,05$ .



## VÝSLEDKY A DISKUSE

Rezidua pesticidů u plodů meruněk byla stanovována pro 9 účinných látek zahrnujících acetamiprid, thiacloprid, pirimicarb, fenpyrazamine, myclobutanil, boscalid, fenhexamid, pyraclostrobin a trifloxystrobin. Na základě získaných výsledků musíme podotknout, že v žádné z variant nedošlo k překročení povolených limitů reziduí pesticidů.

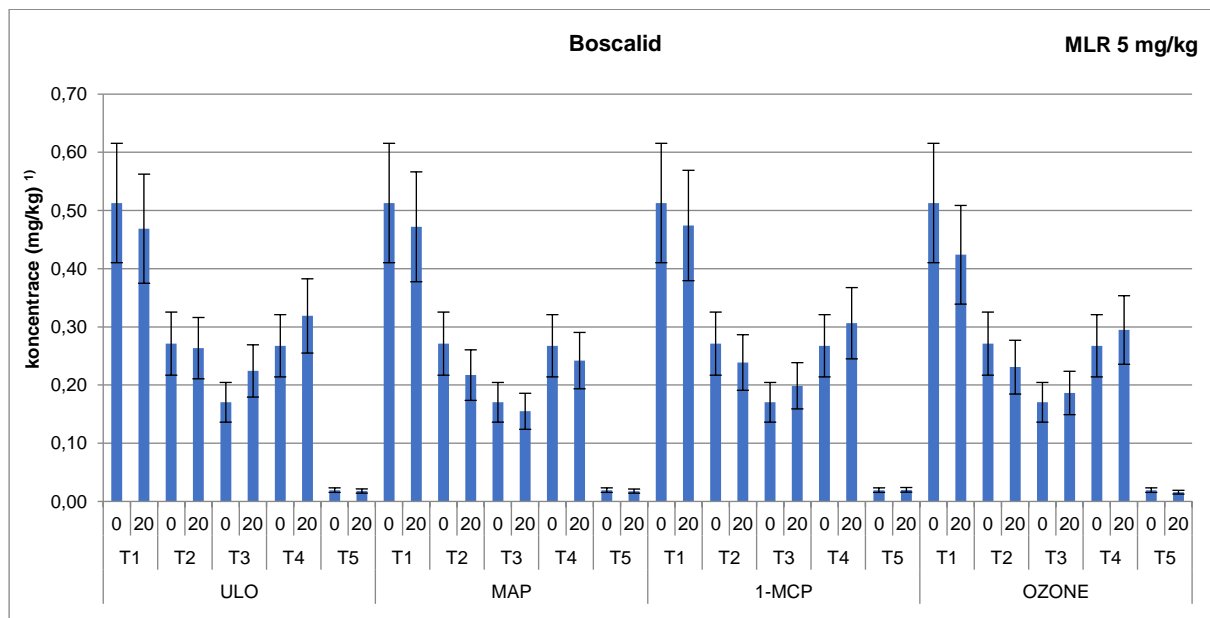
Naše výsledky ukazují, že rezidua pesticidů zůstávají nezměněna nebo se velmi pomalu rozkládají během skladování v chlazeném skladu, což dokazují i studie z odborné literatury. (Holland a kol. 1994, Song a kol. 2020, Souza a kol. 2018, Velioglu a kol. 2010). Hlavním a důležitým faktorem je teplota skladování a chemická struktura pesticidu, protože teplota ovlivňuje kinetiku chemických reakcí. V jedné studii byl poločas rozpadu pesticidů studován u jablek a citronů a nalezen v průměru desetkrát vyšší u skladovaných plodů při nízké teplotě ve srovnání s čerstvými plody skladovanými při pokojové teplotě. Teplota skladování je tedy kritickým faktorem ovlivňujícím stabilitu reziduí pesticidů (Akyildiz a kol. 2014, Alothman a kol. 2010, Pérez a kol. 1999, Ticha a kol. 2008).

Ošetření plodů meruněk ozonem mělo za následek snížení obsahů reziduí pesticidů. U účinné látky boscalid došlo ke snížení obsahu reziduí oproti hodnotám u čerstvých plodů o 4,0–17,3 %. Nejvyšší pokles byl pozorován u varianty MV1, kde došlo ke snížení reziduí z hodnoty 0,513 mg/kg na hladinu 0,424 mg/kg po ošetření ozonem. Co se týče účinné látky pirimicarb, zde byl též pozorován největší pokles u varianty MV1 a to 13,5 %. V následujícím roce však nedošlo k potvrzení tohoto trendu, pravděpodobně vlivem rozdílných klimatických podmínek během dozrávání plodů (množství slunečního záření, srážek a teploty). I přesto byly hladiny reziduí u všech účinných látek ve všech testovaných variantách pod MLR. Ačkoliv plody ošetřené ozonem nevykazovaly nejnížší obsah reziduí, ve většině případů měl však ozon druhý nejlepší efekt na snížení množství reziduí hned po použití 1-MCP. Skladování v ULO mělo nejmenší vliv na degradaci pesticidů v obou letech. To lze pravděpodobně přičíst odlišnostem v mechanismu degradace při působení různých externích látek (např. ozon) (Yigit a Velioglu 2020).

Pokud jde o hodnocení obsahu reziduí pro boscalid, který je jednou z účinných látek přípravku Signum, lze pozorovat statisticky významný rozdíl mezi režimy skladování MAP a ULO s nižšími hodnotami reziduí při použití technologie MAP (Graf 1 a 3). Pokud jde o pirimicarb, který je účinnou látkou přípravku Pirimor 50 WG, je zřejmý statisticky významný rozdíl v použití posklizňového ošetření 1-MCP ve srovnání s MAP. Zde byla současně zjištěna nejnížší úroveň reziduí ve srovnání se všemi ostatními testovanými podmínkami skladování. Stejně tak byl zjištěn významný statistický rozdíl u této účinné látky mezi skladovacími podmínkami v MAP a ULO (Graf 2 a 4). Rezidua ostatních účinných látek, tedy acetamiprid, myclobutanil, thiacloprid, pyraclostrobin, trifloxystrobin, fenpyrazamine a fenhexamid nevykazovaly statisticky významné rozdíly vzhledem k typu skladování, nicméně, i u nich byl zjištěn také klesající trend reziduí pesticidů daných účinných látek.

**Graf 1.** Změny obsahu reziduí boscalidu u meruněk s časem pro jednotlivé kombinace variant postřiku a skladování. Chybové úsečky představují 20% nejistotu měření.

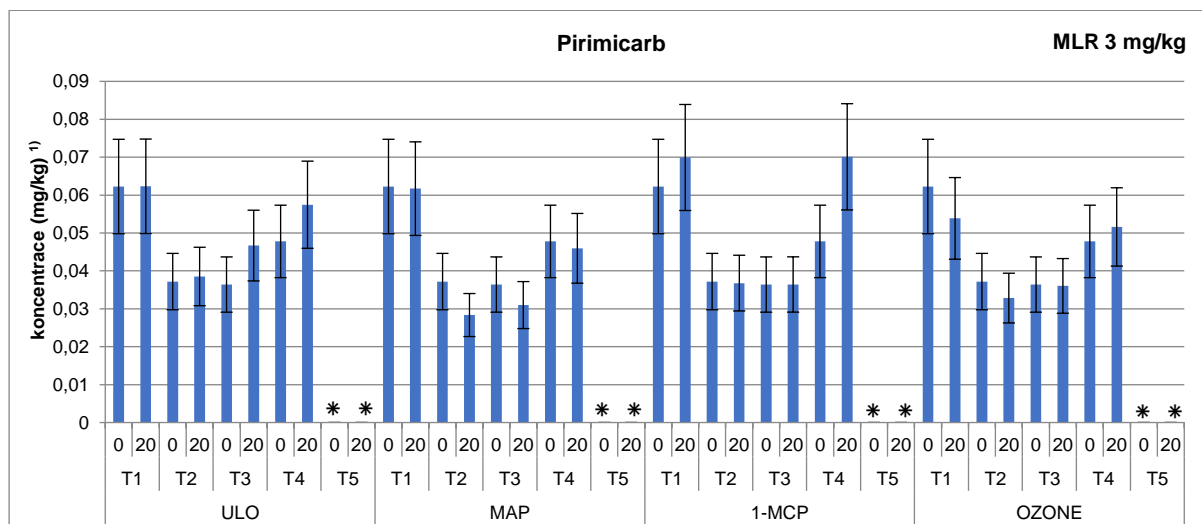
**Graph 1.** Changes in content of residues of boscalid in apricots with time for each combination of spray and storage variants. Error bars mean 20% measurement uncertainty.



1) Concentration in mg/kg

**Graf 2.** Změny obsahu reziduí pirimicarb u meruněk s časem pro jednotlivé kombinace variant postřiku a skladování. Varianty označené symbolem \* mají hodnoty reziduí pesticidů nižší než je hodnota limitu kvantifikace 0,01 mg/kg. Chybové úsečky představují 20% nejistotu měření.

**Graph 2.** Changes in content of residues of pirimicarb in apricots with time for each combination of spray and storage variants. Variants marked with \* have pesticide residue values below the 0.01 mg/kg limit of quantification. Error bars mean 20% measurement uncertainty.

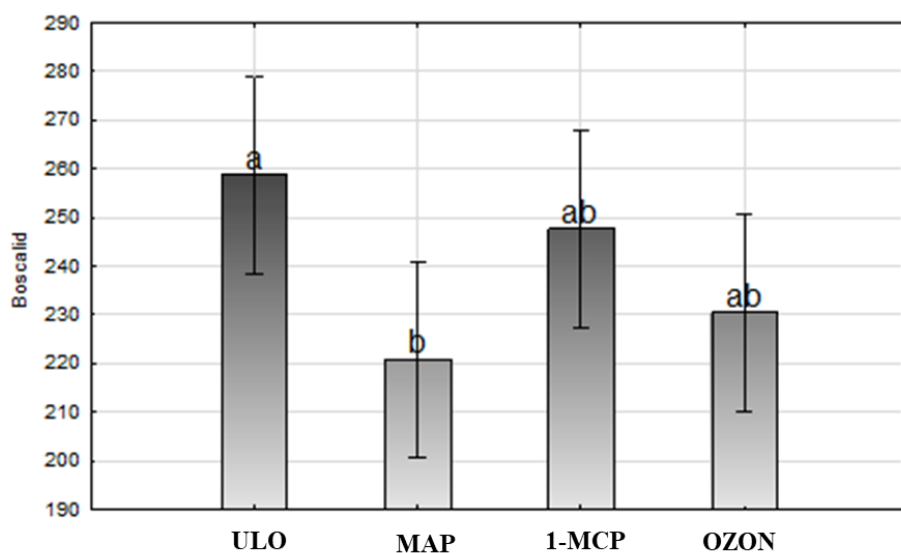


1) Concentration in mg/kg



**Graf 3.** Relativizovaný obsah reziduí látky boscalid 20. den po sklizni pro jednotlivé varianty skladování v % počátečního obsahu při sklizni a pro všechny varianty postřiku společně, p-hodnota = 0,05

**Graph 3.** Relativized content of boscalid residues on the 20th day after harvest for each storage variant expressed in % of initial content at harvest and for all spraying variants together, p-value = 0.05

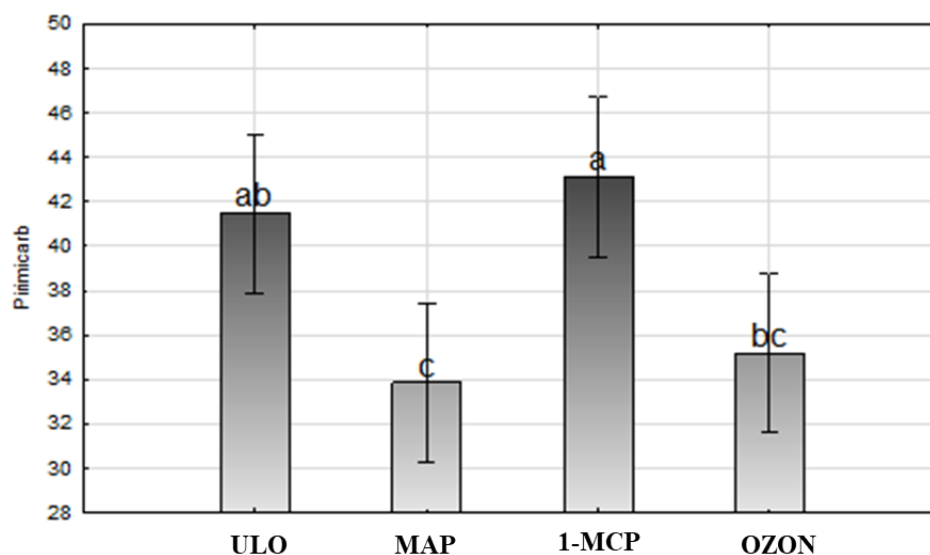


Pozn.: Písmena u jednotlivých sloupců vyjadřují významnost rozdílu. Stejná písmena znamenají statisticky nevýznamný rozdíl, naopak písmena odlišná vyjadřují statisticky průkazné rozdíly.

Note: The letters for each column indicate the significance of the difference. The same letters mean a statistically insignificant difference on the other hand the different letters express statistically significant differences.

**Graph 4.** Relativizovaný obsah reziduí látky pirimicarb 20. den po sklizni pro jednotlivé varianty skladování v % počátečního obsahu při sklizni a pro všechny varianty postřiku společně. p-hodnota = 0,05

**Graph 4.** Relativized content of pirimicarb residues on the 20th day after harvest for each storage variant expressed in % of initial content at harvest and for all spraying variants together. p-value = 0.05



Pozn.: Písmena u jednotlivých sloupců vyjadřují významnost rozdílu. Stejná písmena znamenají statisticky nevýznamný rozdíl, naopak písmena odlišná vyjadřují statisticky průkazné rozdíly.

Note: The letters for each column indicate the significance of the difference. The same letters mean a statistically insignificant difference on the other hand the different letters express statistically significant differences.

## ZÁVĚR

Aplikace pesticidů v meruňkách byla provedena dle doporučení a daných ochranných lhůt pro vybrané pesticidy. Technologie skladování s modifikovanou atmosférou má dopad na degradaci pesticidů. Jsou-li plody skladovány za normálních chlazených skladovacích podmínek, mají obsah reziduí pesticidů vyšší, než plody skladované v modifikovaných nebo dynamicky řízených atmosférách ULO a MAP. Testované vzorky ovoce měly obsah reziduí pesticidů hluboko pod hladinou MLR. Navíc, obsahy některých reziduí u skladovaných vzorků byly dokonce pod limitem kvantifikace. Posklizňové ošetření ozonem u meruněk způsobuje účinnější degradaci pesticidů během skladování ve srovnání se skladováním plodů v ULO. Jako další efektivní typy skladování lze doporučit MAP a přípravek s účinnou látkou 1-MCP.

**PODĚKOVÁNÍ**

Článek vznikl za finanční podpory Technologické agentury ČR, je výstupem řešení projektu TH02030223 „Inovace integrované ochrany peckovin ve vztahu ke způsobu skladování a obsahu reziduí pesticidů“. Při zpracování této studie byla rovněž využita infrastruktura projektu RO1521.

**POUŽITÁ LITERATURA**

- ALOTHMAN, M., B. KAUR, A. FAZILAH, R. BHAT and A.A. KARIM. Ozone-induced changes of antioxidant capacity of fresh-cut tropical fruits. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2010, 11(4): 666–671. ISSN 14668564. DOI: 10.1016/j.ifset.2010.08.008.
- AKYILDIZ, A., E. AĞÇAM, S. GÜRKAN, B. ÇETİNKAYA, E. KARACA and H. BENLİ. Effects of rinsing on residue level of chlorpyrifos ethyl, acetamiprid and penconazole in grapes. *Tarım Bilimleri Dergisi*. 2014, 20(2): 112–119. ISSN 1300-7580. DOI: 10.1501/Tarimbil\_0000001271.
- EUROPEAN COMMISSION. *Pesticide* [ONLINE]. ©2021 [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: [https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides\\_en](https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides_en).
- HOLLAND P.R., D. HAMILTON, B. OHLIN and M.W. SKIDMORE. Effects of storage and processing on pesticide residues in plant products. *Pure and Applied Chemistry*. 1994, 66(2): 335–356. ISSN 1365-3075. DOI: 10.1351/pac199466020335.
- PEPPERŇY, K. *Rezidua pesticidů v potravinách – zdravotní rizika a aktuální stav* [online]. SZÚ. ©2015 [cit. 2021-03-05]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/rezidua-pesticidu-v-potravinach-zdravotni-rizika-a-aktualni>.
- PÉREZ, A.G., C. SANZ, J.J. RÍOS, R. OLÍAS and J.M. OLÍAS. Effects of Ozone Treatment on Postharvest Strawberry Quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1999, 47(4): 1652–1656. ISSN 0021-8561. DOI: 10.1021/jf980829I.
- SONG, J., L. FAN, C.F. FORNEY, M.A. JORDAN, P.D. HILDEBRAND, W. KALT and D.A.J. RYAN. Effect of ozone treatment and controlled atmosphere storage on quality and phytochemicals in highbush blueberries. *Acta Horticulturae*. 2003, (600): 417–423. ISSN 2406-6168. DOI: 10.17660/ActaHortic.2003.600.62.
- SOUZA, L.P., L.R.D. FARONI, F.F. HELENO, F.G. PINTO, M.E.L.R. QUEIROZ and L. H.Fi. PRATES. Ozone treatment for pesticide removal from carrots: Optimization by response surface methodology. *Food Chemistry*. 2018, 243: 435–441. ISSN 03088146. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.09.134.
- TICHA, J., J. HAJŠLOVA, M. JECH, et al. Changes of pesticide residues in apples during cold storage. *Food Control*. 2008, 19(3): 247–256. ISSN 09567135. DOI: 10.1016/j.foodcont.2007.03.011.
- VELIOGLU, Y. S., Ş. FİKİRDEŞİCİ ERGEN, P. AKSU and A. ALTINDAĞ. Effects of Ozone Treatment on the Degradation and Toxicity of Several Pesticides in Different Grou. *The Journal of Agricultural Science*. 2018, 24(2): 245–255. ISSN 1300-7580. DOI: 10.15832/ankutbd.446448.

VELÍŠEK, J. a J. HAJŠLOVÁ. *Chemie potravin II*. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-16-9.

YIGIT, N. and Y. S. VELIOGLU. Effects of processing and storage on pesticide residues in foods. *Food Science and Nutrition*. 2020, 60(21): 3622–3641. ISSN 1040-8398. DOI: 10.1080/10408398.2019.1702501.