



OBDELAVA BOMBAŽNE TKANINE Z MIKROKAPSULIRANIM ZAVIRALCEM GORENJA TRIFENILFOSFATOM

Petra FORTE-TAVČER¹, Eva MAGOVAC², Boštjan ŠUMIGA^{3,4}, Bojana BOH⁴ & Sandra BISCHOF-VUKUŠIČ²

1 UVOD

Mikrokapsule so majhni delci velikosti od enega do več sto mikrometrov, sestavljene so iz jedra in ovojnice, ki štiti jedri material pred zunanjimi vplivi. Različne funkcionalne snovi lahko apliciramo na tekstilije z mikrokapsulami.

Nanos zaviralcev ognja na tekstilne produkte pogosto povzroči njihovo togost in ima negativne učinke na obarvanost. Da bi se temu izognili, so bile izdelane mikrokapsule z aktivno substanco trifenilfosfatom v jedru (mTPP). S postopoma ploskega filmskega tiskanja in impregniranja so bile nanosene na bombažne tkanine.

Učinke ognjevarnosti in toplotno stabilnost tkanin z mikrokapsulami smo ovrednotili z LOI in TGA analizo. Obliko in porazdelitev na blagu smo ovrednotili s SEM analizo. Učinkovitost obdelave z ognjevarnimi mikrokapsulami smo primerjali z učinkovitostjo komercialnega organofosfonatnega zaviralca gorenja.

2 EKSPERIMENTALNI DEL

Uporabili smo 100% bombažno blago, keper, s ploščinsko maso 300 g/m², izdelano v tekstilni tovarni Tekstina, Slovenija.

Vzorci blaga smo potiskali ali impregnirali s suspenzijo mikrokapsul z melamin-formaldehidno ovojnico in trifenilfosfatom v jedru. Jedro predstavlja 75% mase celotne mikrokapsule. Mikrokapsule so velike 4 - 8 µm.

2.1 Sinteza mikrokapsul

Po postopku in-situ polimerizacije v laboratorijskem 1-L nerjavečem kovinskem reaktorju, opremljenim s turbinskim mešalom in sistemom za greenje/hlajenje. Postopek sinteze je bil zasnovan na osnovi predhodnih patentov AERO [9,10] po naslednjih korakih: (1) priprava vodne raztopine modifikatorja, (2) emulgiranje jedrnega materiala in tvorba emulzije olja v vodi (O/W emulzija) nad temperaturo tališča jedrnega materiala, (3) dodajanje melamin-formaldehidnega predkondenzata za tvorbo stene, (4) segrevanje in polimerizacija pri povišani temperaturi (75-85°C) približno eno uro, (5) hlajenje in zaključek reakcije z dvigom pH, (6) odstranjevanje ostankov formaldehida z amonijakom iz nastale suspenzije mikrokapsul.

2.2 Tiskanje

Tiskarske paste so bile pripravljene na osnovi sintetičnega poliakrilatnega zgostila Tubivis DRL 300 (CHT) in poliakrilatnega veziva Tubifast AS30 (CHT) ter suspenzije mikrokapsul. Tiskali smo na magnetnem tiskarskem stroju MINI MDF R 390, Johannes Zimmer AG (Austria) z magnetnim tiskarskim raklom. Utrjevanje tiskov je potekalo s suhim zrakom 5 minut pri 150 C.

2.3 Impregniranje

Impregirnna kopel je bila pripravljena z akrilatnim vezivom Padding binder FM/N (Minerva, Italija), katalizatorjem amonsulfatom in dispergiranim sredstvom Sinergil T (Mineva, Italija).

2.4 Analize

Morfologijo potiskanih in impregiranih vzorcev smo si ogledali z elektronskim mikroskopom FE-SEM MIRA \ LMU, Tescan. TGA analiza je bila narejena na aparatu Pyris 1 TGA, PerkinElmer, z linearnim naraščanjem temperature 5 °C/min od 25 do 800 °C. Limiting oxygen index (LOI) je bil izmerjen po ASTM standardu D2863-97 na aparatu Dynisco. Vse analize so bile opravljene tudi na vzorcih opranih po standardu ISO 105-C06:1997: pri 40 °C.

3 REZULTATI Z RAZPRAVO

Sliki 1 in 2 prikazujeta SEM posnetke z mTTP potiskane in impregnirane tkanine pred in po pranju. Z obema postopkoma nanosimo na blago veliko količino mikrokapsul, ki so na blagu enakomerno razporejene. Nekoliko večji nanos je na potiskani tkanini. Mikrokapsule skoraj pravilne krogle in so si po velikosti podobne. Pri pranju se veliko mikrokapsul poškoduje, počti, a ostanejo vezane na vlakna (slika 1b in 2b). Zato ostanejo mehanske lastnosti tkanin po pranju podobne kot pred pranjem, gorljivost pa se poveča oz. učinkovitost zaviranja gorenja se zmanjša.

LOI vrednost po nanosu mikrokapsul se nekoliko poveča glede na neobdelano tkanino, a ne zadosti, da bi lahko govorili o negorljivosti (Preglednica 5). Pri pranju se LOI vrednost zmanjša za eno enoto, kar pomeni, da se po pranju gorljivost še poveča.

Iz TGA krivulj je razvidno, da vsi vzorci izgubijo majhen del mase pri približno 125°C zaradi izhlapevanja vode. Naslednje zmanjševanje mase se začne okrog 240°C, tretje pa na 350°C. Četrta izguba mase brez ostanka je vidna pri 530°C. Pri temperaturah od 240°C do 350°C poteka pri celulozi slučajno cepljenje vezi v amorfem delu ob hkratnem sproščanju CO₂, CO in H₂O. Pri temperaturah od 240°C do 310°C prihaja do dehidracije, dekarboksilacije ali dekarbonilacije, ki vodijo do nastanka anhidroglukoznih lahko hlapljivih komponent. Nad 600°C pride do končne oksidacije preostalega pepela. Na sliki 3 vidimo, da imajo TPP mikrokapsule majhen vpliv na zmanjšanje gorljivosti, saj je izguba mase nad 325 °C nekoliko manjša kot pri neobdelanem vzorcu. Način nanosa pri tem nima nobenega vpliva. TG krivulje vseh vzorcev po pranju izgledajo skoraj identično, gorljivost obdelanih tkanin pa se še poveča oz. se izenači z neobdelanimi tkaninami.

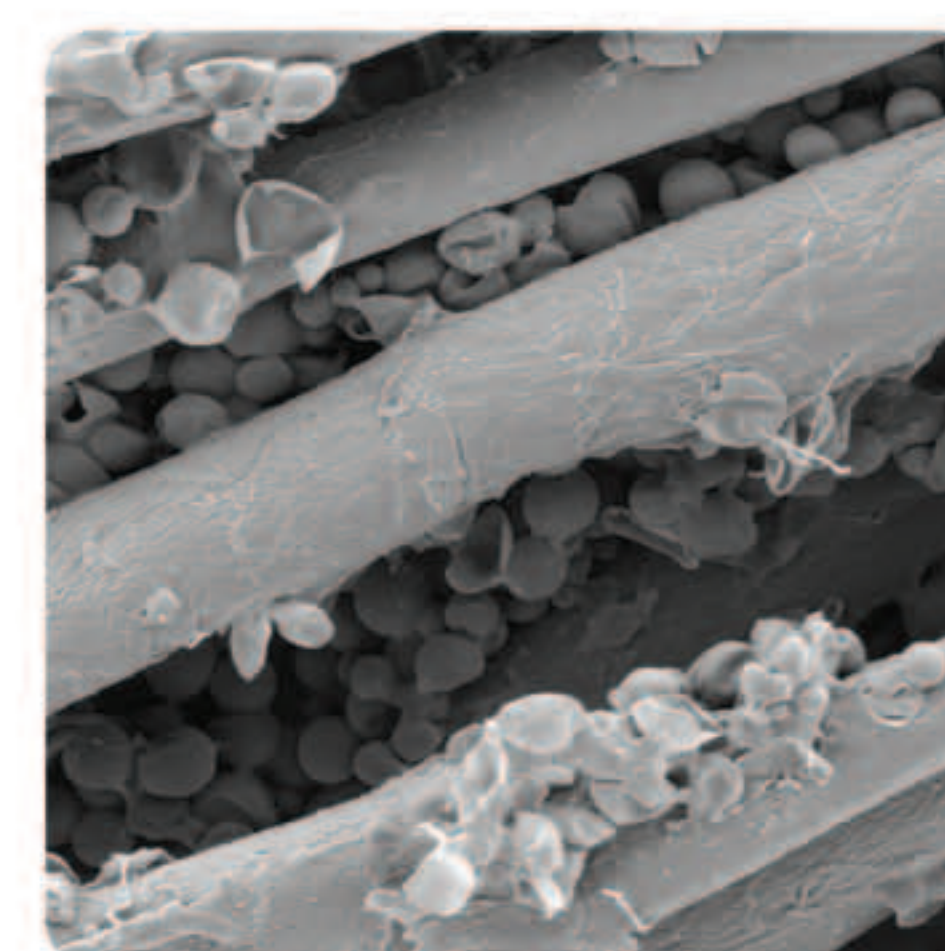
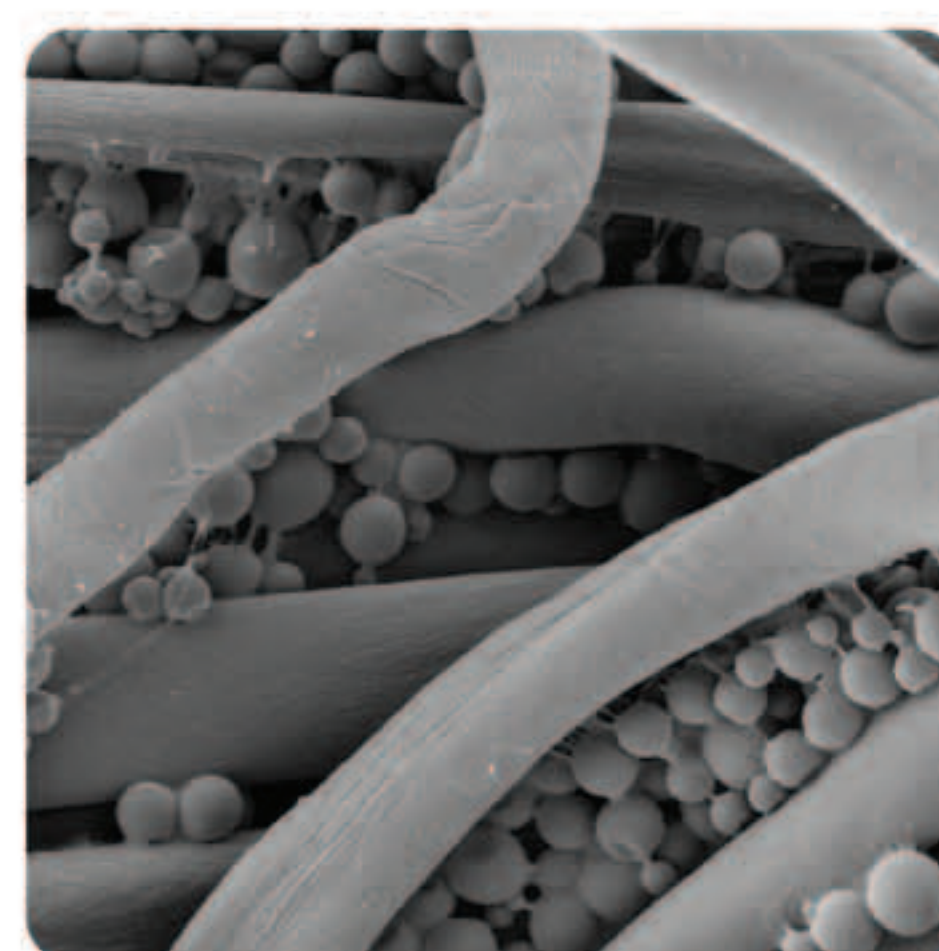
ZAHVALA

Raziskavo je finančno podprla Evropska Komisija v okviru 7. okvirnega programa (FP7/2007-2013) za CSA action FP7-REGPOT-2008-1:T-Pot pogodba št. 229801.

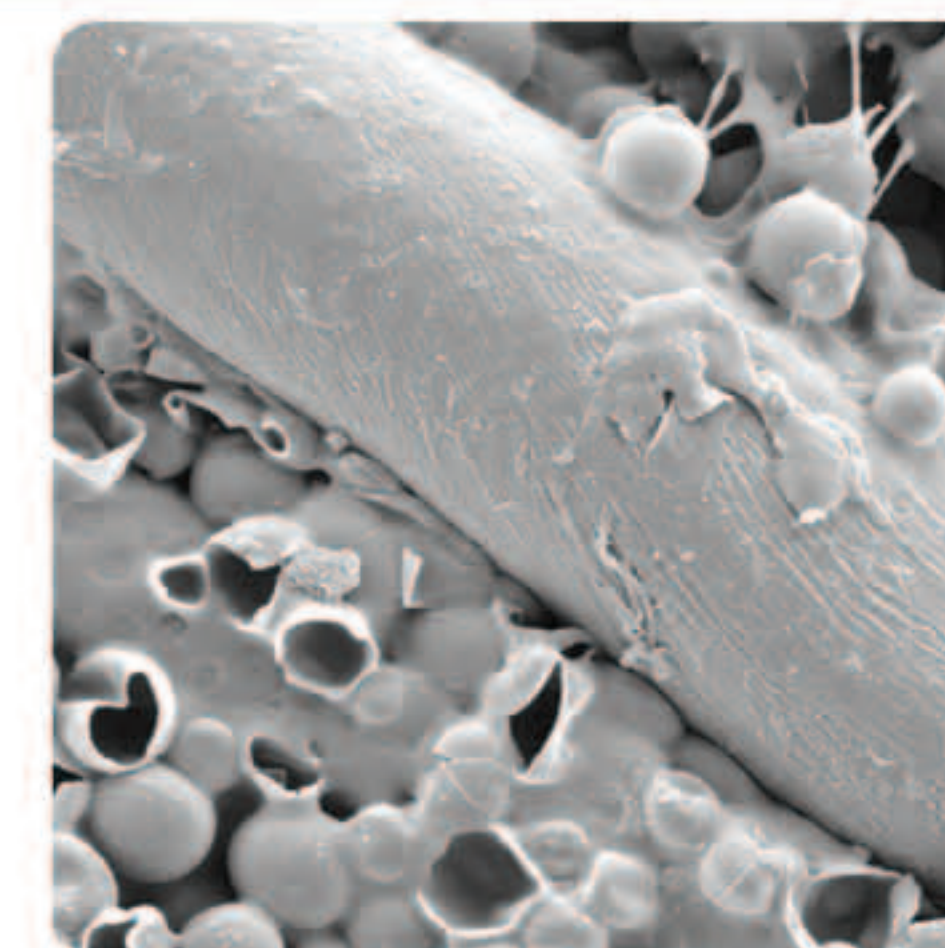
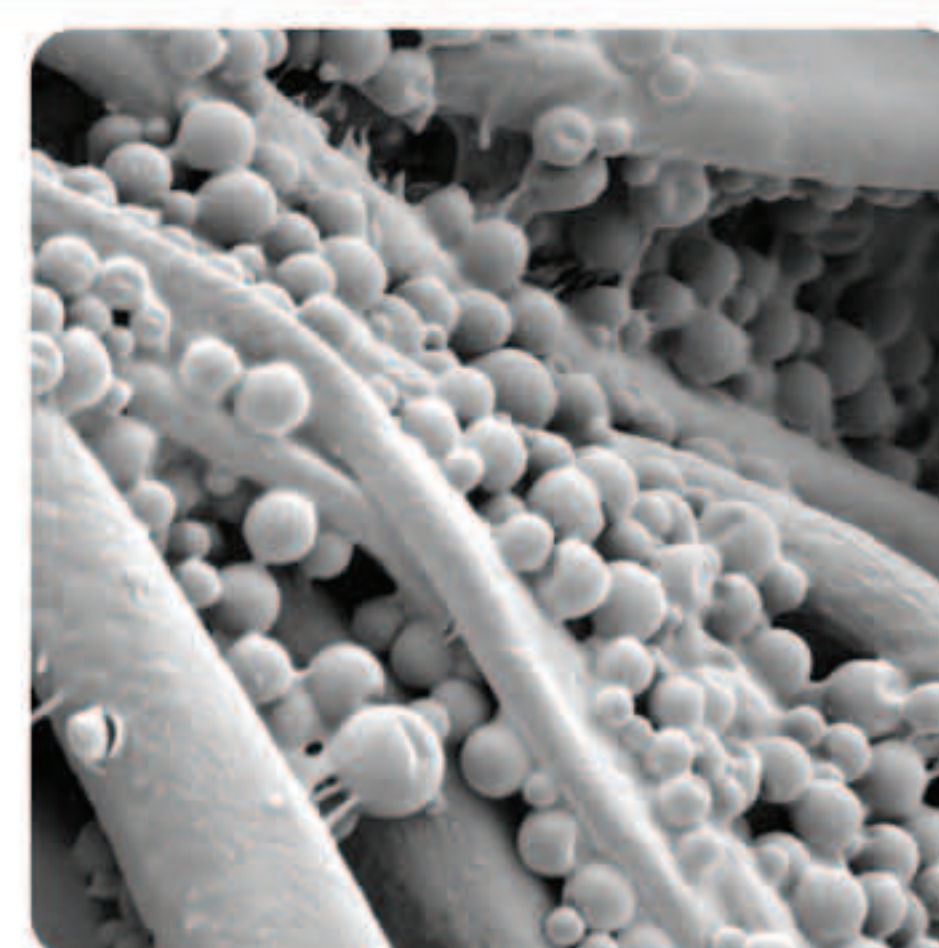
Raziskavo je finančno podprla tudi Agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije v okviru programa P2-0213 Tekstilije in ekologija.

Vzorec	LOI (%)	t (s)
Neobdelan	20	123
Tiskan	22	138
Tiskan - opran	21	158
Impregirani	22	134
Impregirani - opran	21	140
Komercialno sredstvo	35	100
Komercialno sredstvo - opran	34	105

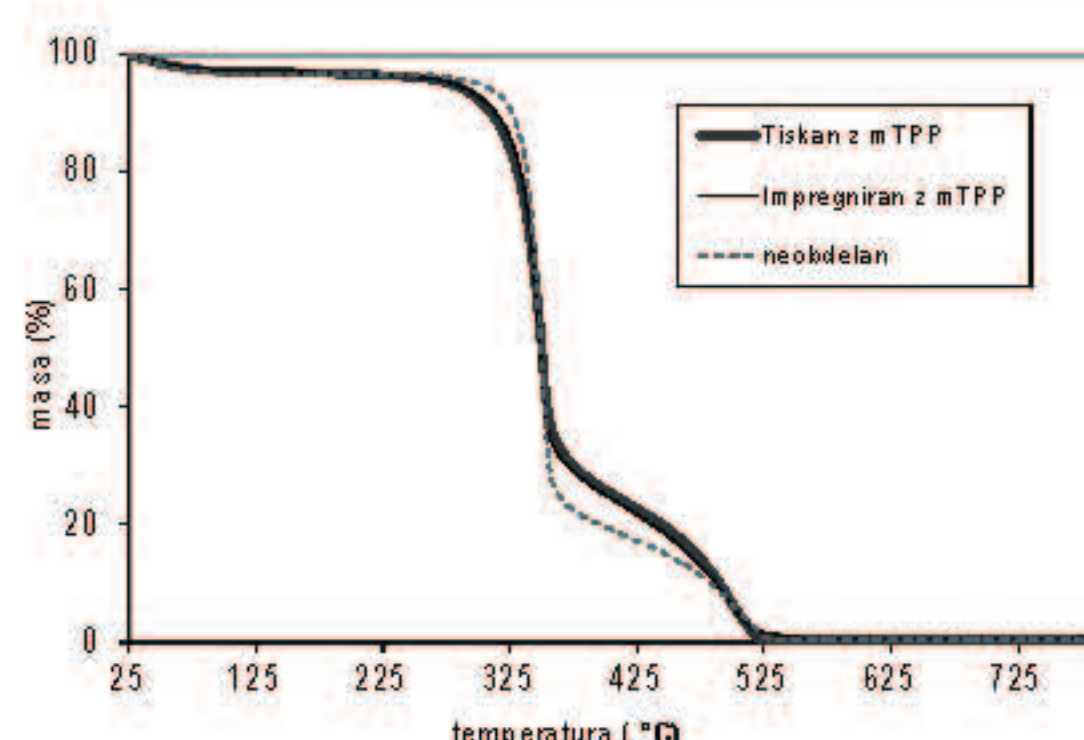
Preglednica 1: LOI vrednosti tkanin potiskanih ali impregiranih s protigorljivimi mikrokapsulami pred in po pranju ter LOI vrednost tkanine impregnirane s komercialnim sredstvom



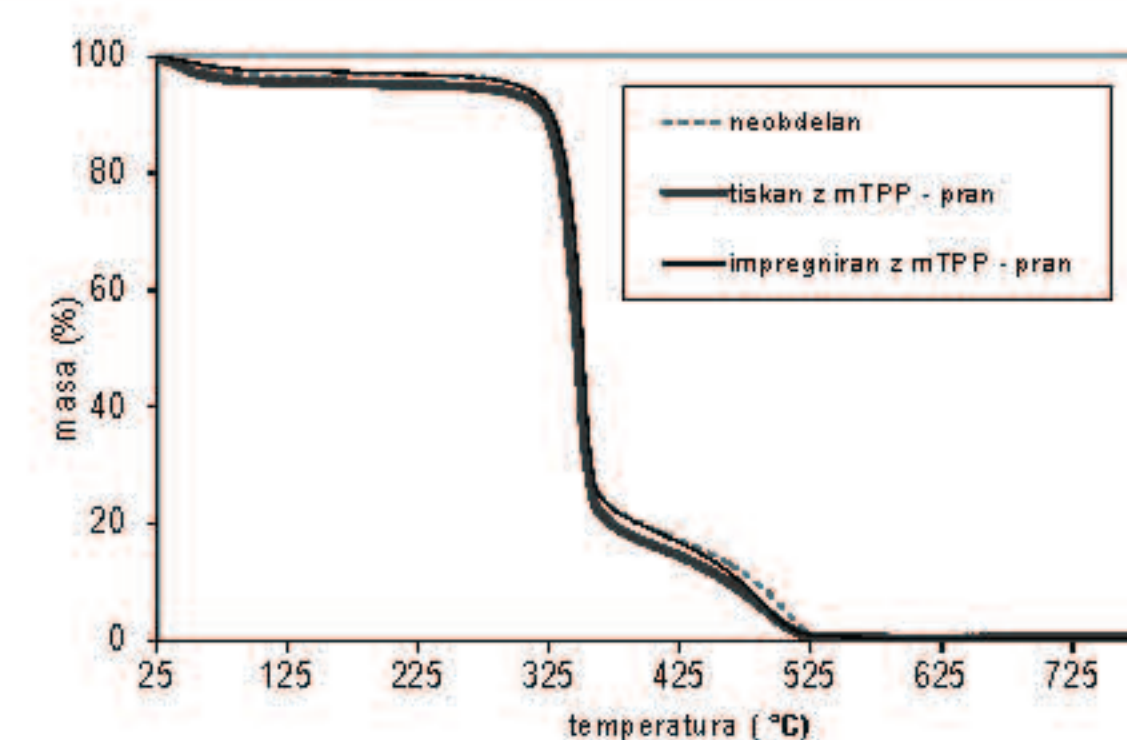
Slika 1: SEM posnetki tkanin z mikrokapsulami, povečava 3000x: a – impregnirana, b – impregnirana oprana



Slika 2: SEM posnetki tkanin z mikrokapsulami, povečava 3000x: a – tiskana, b – tiskana oprana



Slika 3: TGA vzorcev tkanin potiskanih ali impregiranih z mikrokapsulami s trifenilfosfatom (mTPP) in TGA neobdelanega vzorca



Slika 4: TGA enkrat pranih vzorcev tkanin potiskanih ali impregiranih z mikrokapsulami s trifenilfosfatom (mTPP) in TGA pranelega neobdelanega vzorca

4 ZAKLJUČEK

Trifenilfosfat lahko uspešno mikrokapsuliramo v melamin formaldehidno ovojnico. Pripravljene mikrokapsule lahko uspešno apliciramo na bombažne tkanine s tiskanjem ali z impregniranjem. S tiskanjem se na blago nanese nekoliko večja količina mikrokapsul, tudi obstojnost na pranje so nekoliko boljše.

LOI vrednost se pri obeh načinih nanosa poveča z 20, pri neobdelani tkanini, na 22 pri tkaninah z mikrokapsulami. V primerjavi s komercialnim sredstvom, ki ima LOI vrednost 34, je zmanjšanje gorljivosti zelo majhno. Piroliza je sicer upočasnjena, vendar blago kljub temu gori in ne nudi zadostne zaščite pred gorenjem.

Ker je trifenilfosfat sam po sebi odlično protigorljivo sredstvo, je razlog za slabo učinkovitost verjetno premajhen nanos sredstva in dejstvo, da se sprosti z zakasnitvijo, šele ko ogenj razgradi ovojnico. Nanos TPP neposredno na celulozo bi verjetno imel boljši učinek zaviranja gorenja, kar nameravamo preizkusiti v nadaljnjih raziskavah.

¹ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za tekstilstvo, Ljubljana, Slovenija, petra.forte@a.ntf.uni-lj.si

² Univerza v Zagrebu, Tekstilno-tehnološka fakulteta, Textile Science Research Centre, Zagreb, Hrvaška, info@ts-rc.eu

³ AERO, kemična, grafična in papirna industrija, d.d. Celje, Slovenija, bsumiga@aero.si

⁴ Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za kemijsko izobraževanje in informatiko, Ljubljana, Slovenija, bojana.boh@ntf.uni-lj.si

