Generiranje i otpuštanje fibrila i funkcionalnih čestica u procesu pranja

Prof. dr. sc. **Tanja Pušić**, dipl. ing.[1]
Prof. dr. sc. **Branka Vojnović**, dipl. ing.[1]
Dr. sc. **Nino Dimitrov**, dipl. ing.[2]
Prof. dr. sc. **Mirjana Čurlin**, dipl. ing.[3]
Ksenija Višić, dipl. ing.[1]
[1]Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet
[2]Hrvatski zavod za javno zdravstvo
[3]Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Zagreb, Hrvatska
e-mail: tanja.pusic@ttf.unizg.hr
Prispjelo 31.5.2021.

UDK 677.016.253
Pregled*

Većina tekstilnih proizvoda pod utjecajem parametara procesa pranja otpušta fibrile, koji su često nosači drugih kemijskih supstanci, npr. mikro/nano čestica bojila, pigmenata, funkcionalnih tvari, tenzida, omekšivača koji utječu na okolišne sustave. Vrsta i količina otpuštenih čestica ovisi o sirovinskom sastavu materijala, stupnju oplemenjivanja i trošnosti te uvjetima pranja. U radu je obrađena problematika generiranja i otpuštanja fibrila, funkcionalnih čestica i čestica mikroplastike. Istaknuta su istraživačka postignuća kao i primjeri dobre prakse u smanjivanju opterećenja okoliša ovim česticama.
Ključne riječi: *proces pranja tekstila, otpuštanje čestica, fibrili, mikroplastika*

1. Uvod

Svojstva tekstilija u proizvodnji, uporabi i njezi sagledavaju se kroz njihove tehnološke i uporabne postojanosti. Tehnološke postojanosti se odnose na otpornost tekstilija u proizvodnim procesima, odnosno procesima oplemenjivanja, a uporabne na njihovu otpornost na svjetlo, pranje, znoj, trenje i druge utjecaje vezane za upotrebu, nošenje i njegu [1]. Uz postizanje temeljnih ciljeva procesa oplemenjivanja važno je sačuvati primarna svojstva tekstilija koja djelomično impliciraju njihove uporabne postojanosti. Utjecaj procesa je neophodno sagledavati kroz sirovinski sastav, konstrukcijske karakteristike i stanje materijala (tehnološke postojanosti) te kombiniran učinak Sinnerovih čimbenika u pranju: mehanike, kemikalija, temperature i vremena.

1.1. Problematika otpuštanja čestica u okoliš

Sredstva za bijeljenje i visoko alkalni medij deterdženata, te mehanika kroz višestruke cikluse procesa pranja utječu na promjene površine, stupanj polimerizacije i vlačna svojstva pamučnih tekstilija.

Na temelju vlastitih istraživanja utjecaja procesa pranja na površinu pamučnih tekstilija na sl.1 je prikazana blaga fibrilacija nakon 3 i 10 ciklusa pranja (sl.1b i 1c), čiji se intenzitet pojačava nakon 50 ciklusa (sl.1d) i 150 ciklusa (sl.1e) u odnosu na neopranu (sl.1a).

Potencijal otpuštanja fibrila ovisi o vrsti plošne tekstilije (tkanina, pletivo ili netkani), teksturi (rahla ili gusta), vrsti pređe (broj niti u pređi, uvojitosti, prstenasta, rotorska i dr.) i vrsti vlakana (prirodna, sintetska, vlasasta ili filamentna), te o tome je li tekstilija jedno ili više komponentna [2]. Fibrili

*Izlaganje na II. međunarodnoj konferenciji "Cjeloviti pristup okolišu", 28. svibnja 2021., Sisak, Hrvatska

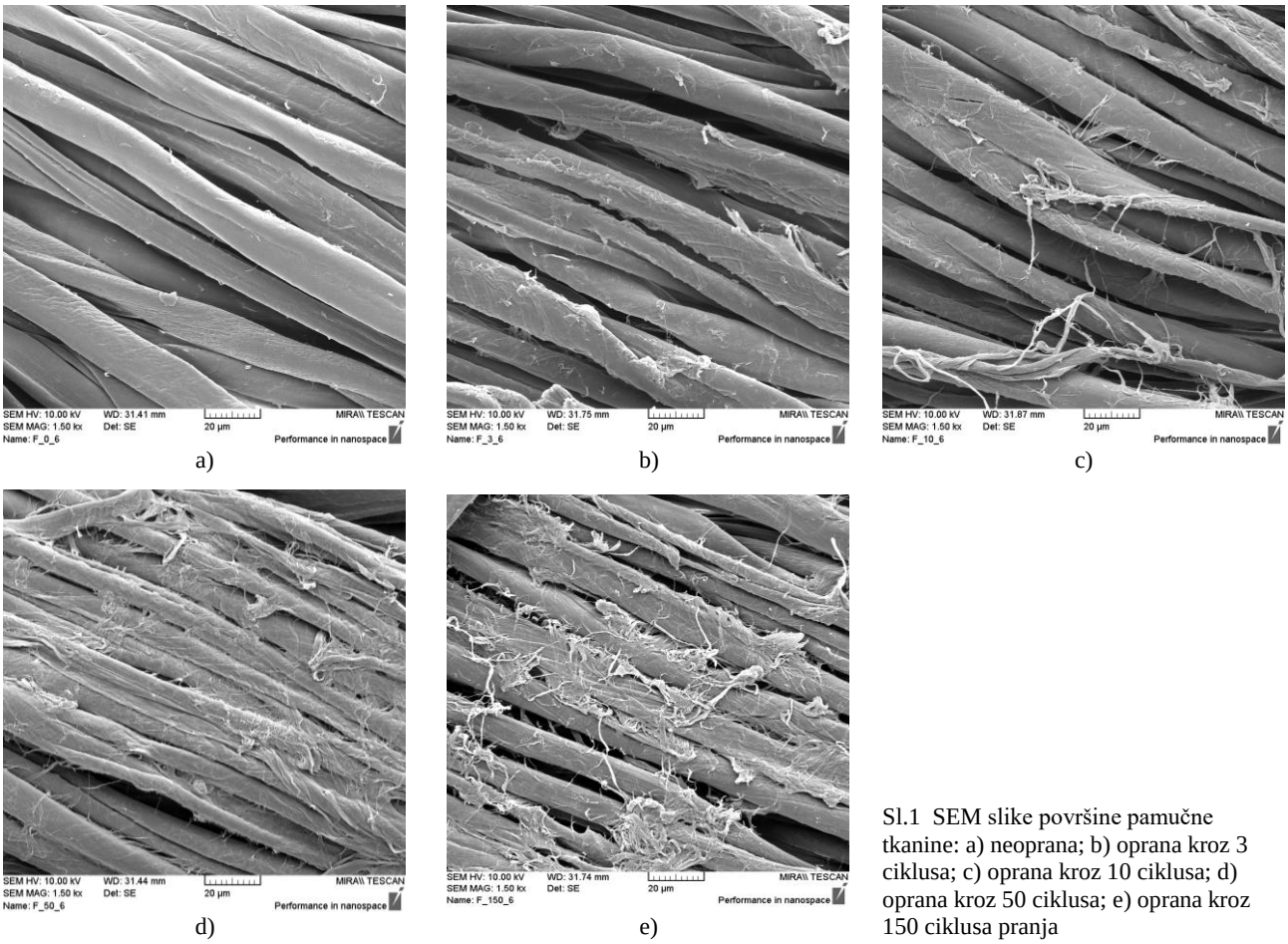
otpušteni iz tekstilija su često nosači drugih kemijskih supstanci, npr. mikro/nano čestica, bojila, pigmenata, tenzida, preparacija, omekšivača koji dodatno utječu na okolišne sustave.

Danas je dostupna široka paleta proizvoda kojima se postižu određena funkcionalna svojstva, pri čemu je prilikom njihovog izbora neophodno sagledati moguće interakcije i ekološku prihvatljivost [3, 4].

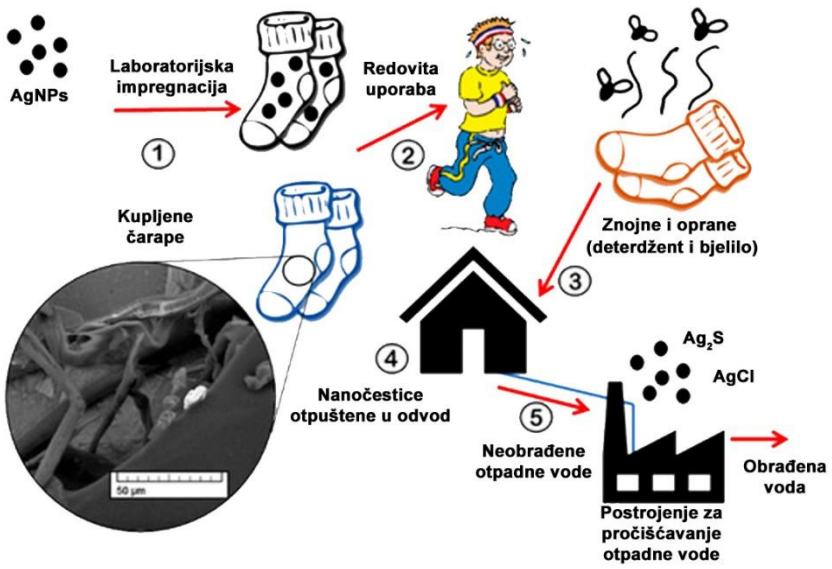
Tekstilije, posebno one od prirodnih vlakana, predstavljaju pogodnu podlogu za razvoj mikroorganizama ako su okolišni uvjeti (vlaga, temperatura i sl.) odgovarajući [5]. Razvoj i rast mikroorganizama utječe na uporabna svojstva tekstilije, sigurnost i/ili udobnost nošenja [4].

Antimikrobna svojstva srebra su dugo poznata, a ugradnja čestica srebra (Ag) u tekstilije s ciljem antimikrobne funkcionalizacije se provodi desetljećima. Svrha antimikrobne obrade je sprečavanje razvoja mikroba, očuvanje čvrstoće, savitljivosti i opipa tekstilija, sprečavanje neugodnih mirisa, ekološka prihvatljivost, trajnost i sl.

Iako je na tržištu prisutan veliki broj učinkovitih antimikrobnih sredstava koji su primjenjivi na tekstilije niti jedan u potpunosti ne osigurava ispunjavanje svih zahtjeva. Posebno se to odnosi na udobnost nošenja te trajnost antimikrobne zaštite u upotrebi tj. tijekom nošenja (mehanička degradacija) i pranja (sinergija mehaničkog, toplinskog, kemijskog i vremenskog djelovanja) [6] čime je važno pratiti migraciju funkcionalnih čestica. Ipak se u posljednje vrijeme uz antimikrobni učinak sve više razmatra problematika otpuštanja Ag s površine tekstilija u okoliš, koja se povezuje s veličinom čestica, sastavom otopine i vrstom tekstilije [7, 8]. Dokazano je da starenje materijala povećava migraciju čestica srebra s tekstilija, koje putem efluenta iz strojeva za pranje [9] dospijevaju u otpadne vode. Prosječno se oslobodi 11 µg/l [10, 11], koji dotokom u postrojenja za pročišćavanje otpadne vode mogu inhibirati rast mikrobne kulture i smanjiti učinkovitost pročišćavanja ili pak dotokom u prirodne recipijente postaju toksične za vodene organizme. Na sl.2 je dat jedan primjer antimikrobne funkcionalizacije pamučnih čarapa nano-česticama srebra (AgNPs), koje se otpuštaju u nošenju i pranju, te dospijevaju u okoliš [12].



Sl.1 SEM slike površine pamučne tkanine: a) neoprana; b) oprana kroz 3 ciklusa; c) oprana kroz 10 ciklusa; d) oprana kroz 50 ciklusa; e) oprana kroz 150 ciklusa pranja



Sl.2 Transformacija otpuštenih nanočestica srebra: sinteza - funkcionalizacija tekstila – okoliš [12]

Poliesterske (PES) tekstilije su uglavnom načinjene od polietilentereftalata, koji imaju dobre tehnološke postojanosti zbog minorne fizikalne i kemijske modifikacije u procesima. PES vlakna su visokokristalna, mehanički čvrsta, hidrofobna i ne bubre u vodi. Njihova termička otpornost u suhom se povezuje uz temperaturu 100 °C, te 85 °C u vlažnom. PES tekstilije se peru na temperaturama do 60 °C ili niže, pri čemu zadržavaju dobru dimenzijsku stabilnost, mehanička svojstva, glatku površinu, a mijenja im se ton boje. Uporabne postojanosti u nošenju poliesterskih tekstilija se vežu uz nastanak pilinga tijekom habanja, koji narušava površinu i skraćuje životni ciklus proizvoda. Generiranje pilinga se može povezati s blagom migracijom vlakanaca koja se oblikuju u kuglicu.

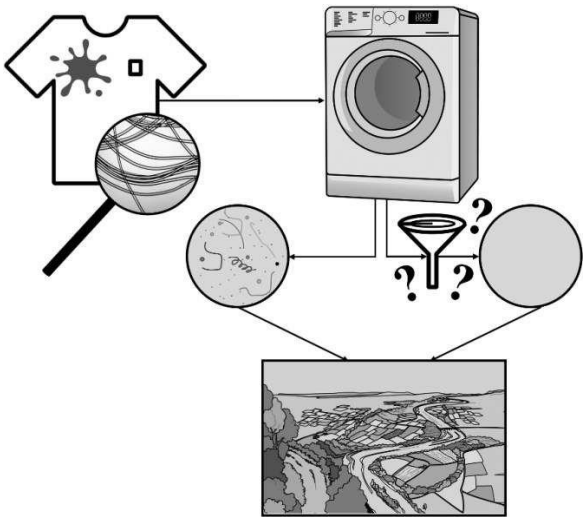
Problematika otpuštanja vlakana se veže za različita područja istraživanja i ispitivanja jer je procjena prijenosa vlakana posebno važna kod istraživanja utjecaja tekstilne industrije na okoliš. Problem zagađenja okoliša velikom količinom mikroplastike (MP) i drugih krhotina/fragmenata otpuštenih iz različitih izvora je poznat gotovo dva desetljeća [13, 14]. Procjenjuje se da 0,19 milijuna tona mikrovlakana na godinu ulazi u morski okoliš iz proizvodnje i upotrebe sintetskih vlakana, pri čemu nepovoljan učinak imaju otpuštene mikročestice iz tekstila i plastični fragmenti manji od 5 mm. MP je naziv za čestice plastike veličina manjih od 5 mm koji se veže uz 2004. godinu, pri čemu donja granica veličine čestica MP nije specificirana [15, 16]. Unatoč toj činjenici, javnost je u posljednje vrijeme senzibilizirana i izražava veliku zabrinutost radi kontaminacije vodenog okoliša česticama MP. Istraživanja pokazuju da obrađene otpadne vode na području Europske Unije sadrže mikroplastiku u koncentraciji od 100 čestica po litri. Procijenjeno je da se dnevno po osobi u prirodu ispušta 2,4 mg MP, najčešće u obliku kuglica, nepravilnih fragmenata ili vlakana iz različitih proizvoda. Općenito izvori MP mogu se podijelili u četiri kategorije: krupni plastični fragmenti, sredstva za čišćenje, odjeća kao izvor vlakana te lijekovi [17].

Plastike koje se generiraju od polimera, ponekad su dopunjene kopolimerima i/ili aditivima, kao nosači toksičnih tvari i općenito imaju slabu topivost u vodi kao i biorazgradljivost. Dodatno, postoji velika vjerojatnost da će trošenjem i lomljenjem plastike nastati još sitnije čestice (nanoplastika) koje onda imaju još veći rizik na okoliš, upravo zbog prirode nanočestica.

1.2. Generiranje MP čestica u procesu pranja

Proces pranja tekstilija u kućanstvu je identificiran kao vodeći uzročnik zagađenja okoliša sekundarnom mikroplastikom u morskim/vodenim ekosustavima. Intenzivna istraživanja posljednjih godina usmjerena su na vrednovanje i kvantifikaciju učinaka otpuštenih mikročestica vlakana (fibrila) tijekom pranja sintetskih tekstilija, sl.3.

Nađeno je da je količina otpuštenih mikročestica PES vlakana u laboratorijskim uvjetima pranja znatno veća nego u realnim uvjetima pranja. Ovakav odnos se može pripisati čimbenicima Sinnerovog kruga procesa pranja, a posebice postupku filtracije i nemogućnosti prikupljanja najmanjih mikročestica vlakana u realnim uvjetima pranja. Istraživanja su pokazala da se filtriranjem otpadne vode količina MP čestica otpuštenih u okoliš može smanjiti za 65-92 % [13, 14, 19, 20].



Sl.3 Grafički prikaz problematike otpuštanja mikročestica vlakana iz kućanske perilice u okoliš [18]

Problem MP je nedovoljno definiran i potencijalno velik, posebno uzimajući u obzir humanoekološki aspekt [13, 14]. Istraživanja utjecaja otpuštenih MP čestica iz sintetskih tkanina su ukazala da polietilen tereftalatna mikročestica vlakana mogu imati smrtonosan učinak na *Daphnia magna* [21]. Dokazan je toksičan učinak drugih MP čestica kao i fizičko oštećenje vodenih organizama [22]. Ove spoznaje idu u prilog činjenici da su otpuštene MP čestice iz različitih izvora postali dionici u hranidbenom lancu, čime preko morskih/vodenih organizama dospijevaju u ljudski organizam.

1.3. Istraživačka postignuća

Podatak da je u 2018. godini objavljeno preko 400 znanstvenih publikacija na temu generiranja i otpuštanja MP ukazuje na aktualnost i ekološku važnost ove teme [23]. Unatoč intenzivnim istraživanjima ove problematike, metode analize nisu sveobuhvatne, što se može obrazložiti kompleksnošću materijala kao potencijalnih donora i fizikalno-kemijskim parametrima procesa. Osim velikog broja znanstvenih radova istraživanja su provedena i u okviru projekata. Jedan od značajnijih projekata je LIFE - MERMAIDS - Mitigation of microplastics impact caused by textile washing processes, LIFE13 ENV/IT/001069 [24], čiji je glavni cilj bio istražiti načine smanjenja otpuštanja MP čestica u procesu pranja rublja, a posredno ublažiti utjecaj na europske morske ekosustave. Specifični cilj projekta je bio primijeniti inovativne tehnologije, poput dodataka deterdžentima i postupke obrade tekstila, kako bi se spriječilo otpuštanje MP sa sintetske odjeće tijekom procesa pranja. Projekt je također imao cilj izraditi smjernice dobre prakse za sve bitne dionike: proizvođače sintetskih vlakana, tekstilnu industriju, proizvođače deterdženata, kućanstva i korisnike. U svrhu konsolidacije novih znanja o tehnologijama zadržavanja MP vlakana su izrađene preporuke u cilju postizanja kategorizacije „dobar ekološki status“ do 2020. godine u skladu s Direktivom 2008/56/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavljanju okvira za djelovanje Zajednice u području politike morskog okoliša (Okvirna direktiva o pomorskoj strategiji). Rezultati istraživanja pokazali su da utjecaj čestica MP iz tkanina ovisi o vrsti materijala odnosno odjeće koja se pere, deterdžentu, kao i postavkama perilice. Praškasti deterdženti i povišene temperature pranja uzrokuju otpuštanje visokih koncentracija MP čestica, dok ih omekšivači smanjuju, prvenstveno radi smanjenja trenja među vlaknima [25]. Također je u sklopu navedenoga projekta uspostavljen analitički protokol koji se temelji na filtraciji vode od pranja sintetskih tkanina i analizi filtara metodom skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM). Količina otpuštenih čestica MP tijekom pranja tkanina od poliestera i polipropilena, te pletiva od poliestera u uvjetima simuliranog kućanskog pranja je kvantificirana i statistički obrađena. Najveća količina MP je otpuštena u pranju PES tkanine, a broj mikročestica vlakana otpuštenih od 5 kg rublja je procijenjen na preko 6 mil. ovisno o vrsti deterdženta. Dodatkom omekšivača količina otpuštenih mikročestica vlakana smanjena je za 35 %.

Postrojenja za pročišćavanje vode ih ne mogu zadržati stoga predstavljaju prijetnju za vodeni okoliš. Parametri koji uključuju količinu otpuštenih vlakana u pranju različite odjeće od sintetskih vlakana i stupnja trošnosti pri različitim temperaturama (30 i 40 °C), prisutnost/odsutnost deterdženta i omekšivača, tvrdoća vode, vrsta stroja za pranje (horizontano ili vertikalno punjenje) su kvantifici-

rani obradom rezultata dobivenih gravimetrijskom analizom. Rezultati istraživanja procesa pranja odjeće bez deterdženta u stroju za pranje s horizontalnim i vertikalnim punjenjem pokazali su da je masa mikrovlakana generirana u stroju s vertikalnim punjenjem približno sedam puta veća od horizontalno punjenog stroja. Odjeća koja je mehanički tretirana (trošenje) kroz 24 satno kontinuirano pranje po istom protokolu koji je primijenjen za novu odjeću je povećala količinu otpuštenih mikročestica vlakana, iako rezultati statističke analize, ANOVA, nisu pokazali signifikantnost između starenja i veličine filtra, te vrste punjenja perilice [26].

Članovi američkog udruženja AATCC (*American Asociation of Textile Chemists and Colorists*) *Committee* RA 100, *Global Sustainability*, rade na razvoju metode pranja za kontrolu otpuštanja mikrovlakana u kućanskom pranju na način da taj postupak simulira kućansko pranje [27].

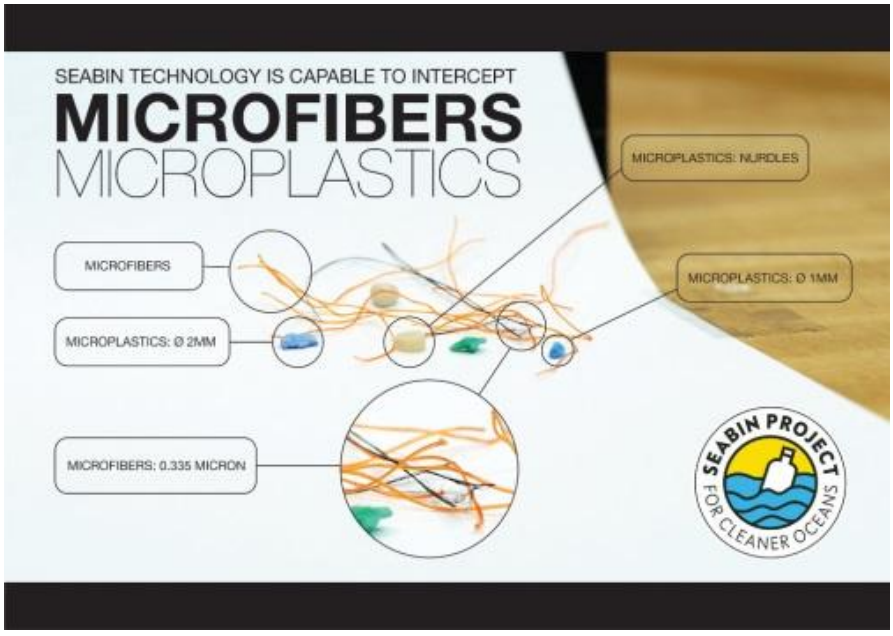
Početna ideja projekta *Seabin* (sl.4) bila je izgraditi održivi plutajući spremnik za smeće koji bi mogao sakupljati plastiku i smeće u vodi 24 sata dnevno. S vremenom se ukazala potreba pročišćavanja vode od MP čestica i mikrovlakana. Kroz istraživanja i inovacije se došlo do prikladnih rješenja za hvatanje čestica mikro plastike, odnosno čestica vlakana, te jastučići koji adsorbiraju površinska ulja na bazi nafte i deterdženta i sve predmete koji prevladavaju u većini marina širom svijeta. Putem *Seabin* tehnologije se rješavaju tekući ekološki problemi s ciljem poboljšanja stanja planeta [28]. Istaknuti njemački Fraunhofer Institute od 2014. godine provodi intenzivna istraživanja MP čestica kroz projekte i projektne studije [23]:

- Projektna studija *Plastics in the Evironment: Micro- and Macroplastics*, objavljeno u 2018.,
- Projektna studija *Microplastics in Cosmetics and Detergents*, objavljeno u 2018.,
- projekt *TyreWearMapping* (2017.-2020.),
- projekt *PlastikBudget* (2018.-2021.),
- projekt *FibrEX* (2018.-2020.),
- projekt *iMulch* (2019.-2022.).

1.4. Primjeri dobre prakse

Rješavanje problema otpuštanja MP čestica iz odjeće u okoliš zahtijevat će promjene i aktivnosti na mnogim mjestima opskrbnog lanca. Primjer dobre prakse u razvoju materijala koji imaju nizak potencijal otpuštanja MP je suradnja između talijanskog proizvođača tekstila, tvrtke *Eurojersey* i istraživačke institucije *National Research Center* iz Italije. Ohrabrujući rezultat ove suradnje je kompaktna tekstilna struktura dobivena kontinuiranim ispredanjem, koja ima ograničeno otpuštanje MP u odnosu na druge tkanine slične kategorije [29].

Tvrtka Xeros je licencirala XFiltra™, filtar za kućanske perilice, namijenjen smanjenju zagađenja mikrovlaknima otpuštenim od pranja odjeće, sl.5 [30].



a) b)

Sl.4 *Seabin* projekt: a) logo; b) *Seabin* tehnologija [28]



Sl.5 XFiltra™ - filtar za perilicu rublja [30]

Filter je namijenjen „hvatanju“ 99 % različitih vrsta čestica MP koje se otpuštaju iz odjeće tijekom ciklusa kućanskog pranja. Ovo inovativno patentirano rješenje je predstavljeno proizvođačima perilica rublja, trgovcima na malo i robnim markama u cilju smanjenja onečišćenja mikroplastikom – najvećeg primarnog izvora u oceanu. U strukovnoj literaturi inovativni filtar se navodi kao nisko troškovno rješenje za danas aktualni okolišni problem zagađenja plastikom [30].

2. Zaključak

Opsežna analiza do sada objavljene literature o problematici otpuštenih mikročestica vlakana, odnosno fibrila, u strojevima za pranje je ukazala na velike napore za traženje rješenja za globalni problem. Studije i rezultati istraživanja na projektima su dali uvid o ponašanju različitih vrsta tekstilija za vrijeme životnog ciklusa (vijeka trajanja), pri čemu na različite načine dolazi do njihovog parcijalnog otpuštanja u okoliš, gdje se akumuliraju zbog slabe biorazgradljivosti, što nakon nekog vremena dovodi do ozbiljnog ekološkog problema [31]. Unatoč tome često se ističu stavovi da je potrebno intenzivirati studije o otpuštanju mikročestica vlakana u okoliš. Uvođenjem inovativnih i ekološki prihvatljivih obrada sintetskih materijala i njihovog odgovarajućeg održavanja, moguće je značajno utjecati na smanjivanje otpuštanja čestica MP u okoliš. Međutim, do sada nije potvrđen sustav koji preventivno djeluje na otpuštanje mikrovlakana u vodeni okoliš, a koji nema štetan utjecaj na proces pranja i/ili rezultate pranja [32].

Zahvala:
Ovaj rad je financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom Procjena otpuštanja čestica mikroplastike iz poliesterskih tekstilija u procesu pranja, IP-2020-02-7575.

L i t e r a t u r a :

[1] Golob V.: Vrednotenje lastnosti barvil in obarvanih tekstilij, u knjizi Interdisciplinarnost barve, Društvo koloristov Slovenije, Maribor, 2003, 395-396
[2] Coxon A.: A method of assessing the fibre shedding potential of fabrics, Journal of Forencis Science Society, 32 (1992) 2, 151-158
[3] Miraftab M., A.R. Horrocks: Ecotextiles - The way forward for sustainable development in textiles, Woodhead Publishing in association with the Textile Institute, Cambridge, 2007
[4] Roshan P.: Functional Finishes for Textiles, Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, Cambridge, 2015
[5] Sun G.: Antimicrobial Textiles, Woodhead Publishing in association with The Textile Institute, Cambridge, 2016
[6] Laitala K., C. Boks *et al*: Potential for environmental improvements in laundering, International Journal of Consumer Studies, **35** (2011) 2, 254-264
[7] Geranio L., M. Heuberger *et al*: The Behavior of Silver Nanotextiles during Washing, Environmental Science & Technology, **43** (2009) 21, 8113-8118
[8] Yan Y., H. Yang *et al*: Release behavior of nano-silver textiles in simulated perspiration fluids, Textile Research Journal, 82 (2012) 14, 1422-1429
[9] Ding D., L. Chen *et al*: Natural ageing process accelerates the release of Ag from functional textile in various exposure scenarios, Scientific Reports, 6 (2016) 6, 37314
[10] Farkas J. *et al*: Characterization of the effluent from a nano silver producing washing machine, Environment International, 37 (2011) 6, 1057-1062
[11] Lorenz C. *et al*.: Characterization of silver release from commercially available functional (nano)textiles, Chemosphere, 89 (2012) 7, 817-824
[12] Mohan S., J. Princ *et al*: Morphological Transformation of Silver Nanoparticles from Commercial Products: Modeling from Product Incor-

poration, Weathering through Use Scenarios and Leaching into Wastewater, Nanomaterials (2019) 9, 1258, doi:10.3390/nano9091258

[13] Beverly, H.: Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment, Science of the Total environment, 652 (2019) 483-494;

[14] Beverly, H.: Microplastic pollution from textiles: A literature review, SIFO, 2018

[15] De Falco, F., G. Gentile *et al*: Pectin based finishing to mitigate the impact of microplastics released by polyamide fabrics, Carbohydrate polymers, 198 (2018), 175-180

[16] Thompson, R.C., C.J. Moore *et al*: Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends, Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 364 (2009), 2153-2166

[17] Browne, M.A.A., S.J.J. Niven *et al*: Microplastic Moves Pollutants and Additives to Worms, Reducing Functions Linked to Health and Biodiversity. Current Biology, 23 (2013), 2388–2392

[18] Schöpel, B., R. Stamminger: A Comprehensive Literature Study on Microfibres from Washing Machine, Tenside Surfactants Detergents 56 (2019), 94-101

[19] Jönsson, C., O. Levenstam Arturin *et al*: Microplastics Shedding from textiles – Developing analytical Method for Measurement of Shed Material Representing Release during Domestic Washing, Sustainability, 10 (2018) 2457

[20] De Falco, F.: Quantification of microfibers released during washing of synthetic clothes in real conditions and at lab scale, European Physical Journal Plus, 133 (2018, 257-260

[21] Jemec, A., P. Horvat *et al*: Uptake and effects of microplastic textile fibers on freshwater crustacean *Daphnia magna*, Environmental Pollution, 219 (2016), 201-209

[22] Ma, Y., A. Huang *et al*: Effects of nanoplastics and microplastics on toxicity, bioaccumulation, and environmental fate of phenanthrene in fresh water, Environmental Pollution 219 (2016), 166-173

[23] Hamann, L.: A Biomimetic Approach to Reduce Microplastic Emissions from Washing Machines, Book of Proceedings, International Detergency Conference, Dűsseldorf, 09.04.2019, ppt (USB)

[24] LIFE - MERMAIDS - Mitigation of microplastics impact caused by textile washing processes, LIFE13 ENV/IT/001069, http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=4973, Accessed: May 2019.

[25] Vojvodić, V.: Zaštita okoliša, Kemija u industriji 67 (2018) 3-4, 158-159

[26] Hartline, N. L.: Microfiber Masses Recovered from Conventional Machine Washing of New or Aged garments, Environmental Science & Technology, 50 (2016) 11532-11538

[27] Lee, K.: Microfiber Shedding Hidden Environmental Impact, AATCC Review 17 (2017) 5, 30-37

[28] *Seabin* project, https://seabinproject.com, Accessed: Oct 2019.

[29] Stefano, F.: Eurojersey, a textile business partner of CNR against microplastics pollution, Detergo 67 (2019), 3, 38-41

[30] CINET News: Filtration Patent to Reduce Microfibre Pollution, published 2019

[31] Kolbe, S.: Mikroplastika ili mikro-vlakna? – koncepcijska zabuna, Tekstil 67 (2018) 7-8, 236-237 (Original: Melliand International 24 (2018) 4, 165)

[32] Schöpel, B., R. Stamminger: A Comprehensive Literature Study on Microfibres from Washing Machines, Tenside Surfactants Detergents 56 (2019) 2, 94-104

SUMMARY

Formation and release of fibrils and functional particles in washing process

T. Pušić[1], B. Vojnović[1], N. Dimitrov[2], M. Čurlin[3], K. Višić[1]

Most textile products under the conditions of the washing process release fibrils, which are often carriers of other chemical substances, such as micro/ nanoparticles of dyes, pigments, functional substances, surfactants and softeners that affect on environmental systems. The type and amount of released particles depends on material composition, degree of finishing, wearabilitye and washing conditions. The paper addresses the problem of the formation and release of fibrils, functional and microplastic particles (MP). Research results and examples of best practices to reduce the environmental impact of these particles are highlighted.

Keywords: textile washing process, release of micro particles, fibrils

[1]*University of Zagreb Faculty of Textile Technology*
[2]*Croatian Institute of Public Health*
[3]*University of Zagreb Faculty of Food Technology and Biotechnology*
Zagreb, Croatia
e-mail: tanja.pusic@ttf.unizg.hr

Received May 31, 2021

Bildung und Freisetzung von Fibrillen und funktionellen Partikeln im Waschprozess

Die meisten Textilerzeugnisse setzen unter den Bedingungen des Waschprozesses Fibrillen frei, die häufig Träger anderer chemischer Substanzen sind, wie Mikro-/Nanopartikel von Farbstoffen, Pigmenten, funktionellen Substanzen, Tensiden und Weichmachern, die sich auf Umweltsysteme auswirken. Die Art und Menge der freigesetzten Partikel hängt von der Materialzusammensetzung, dem Grad der Veredelung, der Verschleißfestigkeit und den Waschbedingungen ab. Der vorliegende Artikel befasst sich mit dem Problem der Bildung und Freisetzung von Fibrillen, funktionellen und mikroplastischen Partikeln (MP). Es werden Forschungsergebnisse und Beispiele für bewährte Verfahren zur Verringerung der Umweltauswirkungen dieser Partikel vorgestellt.