

## Kozmetička sredstva na tekstilu: kozmetotekstilije

Iva Matijević, mag.ing.techn.text.  
Prof.dr.sc. Sandra Bischof, dipl.ing.  
Prof.dr.sc. Tanja Pušić, dipl.ing.  
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet  
Zavod za tekstilno-kemijsku tehnologiju i ekologiju  
Zagreb, Hrvatska  
e-mail: sbischof@ttf.hr  
Prispjelo 27.7.2015.

UDK 677.07:668.58:677.016  
Pregled

*Zahtjevi današnjice nameću sve veću potražnju za inovativnim i viskouvčinkovitim tekstilijama koje mogu olakšati i poboljšati stil života. Iz razloga što su kozmetički proizvodi široko dostupni te dodatno što njihova primjena ponekad zahtijeva izdvajanje puno vremena, proizašla je ideja o jednostavnoj aplikaciji kozmetičkih proizvoda na tekstil. Način vezanja tekstila i kozmetičkog sredstva omogućava kontrolirano otpuštanje kozmetičkog sredstva s tekstila. Svrha obrade je postići otpuštanje aktivnih tvari u željenom trenutku ili određenom vremenskom razdoblju uz istovremeno postizanje zadovoljavajuće postojanosti na pranje. Pritom je kemizam otpuštanja problematika kojoj treba posvetiti posebnu pažnju. U ovom radu je detaljnije opisan pojam kozmetičkog tekstila ili kozmetotekstilija, prikazana je njihova podjela, namjena, a dodatno je obrađena i problematika otpuštanja aktivnih tvari i postojanosti obrade. Na kraju je dan osvrt na moguće smjerove razvoja ove sve popularnije završne obrade tekstilnih materijala kojima tekstil dobiva dodatna svojstva i postaje proizvod visoke vrijednosti.*

**Ključne riječi:** kozmetotekstilije, kozmetički pripravci, mikrokapsule, visokoučinkovite tekstilije

### 1. Uvod

Tekstil i kozmetika su među najstarijim proizvodima koje je čovjek ikad napravio, ali povezivanje tekstila i kozmetike u obliku kozmetotekstilija je relativno novi koncept primjene i istraživanja koji je veoma značajan za 21. stoljeće [1].

Najzanimljiviji način „pohrane“ kozmetičkog sredstva je onaj u mikrokapsuli zbog mogućnosti kontroliranog otpuštanja aktivnog sredstva. Iako se mikrokapsule spominju i ranije za razne primjene u tekstilnoj industriji, tek se 1990-ih spominje

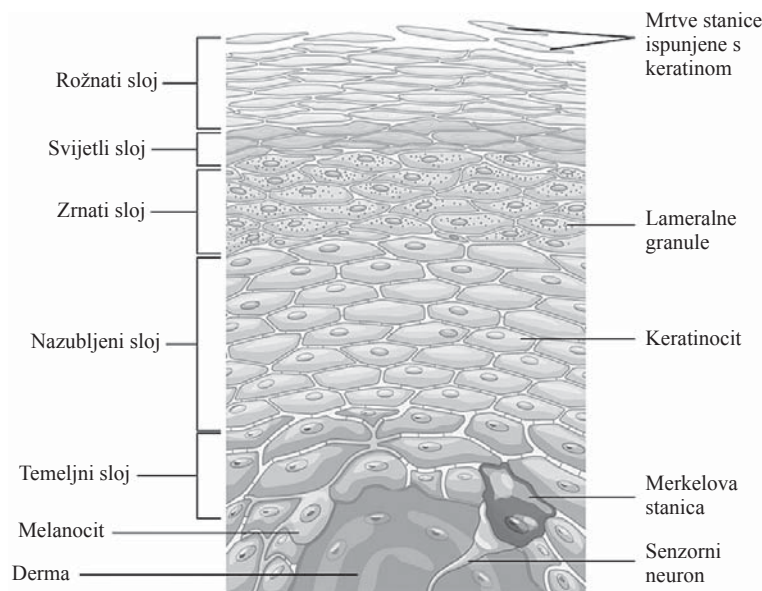
upotreba za kozmetičke svrhe. Jedan od primjera su mikrokapsule koje sadrže eterična ulja. Takve mikrokapsule nanese na tekstiliju tijekom nošenja, uslijed kojeg dolazi do mehaničkih pritisaka i trenja, otpuštaju miris ili daju neki drugi efekt ovisno o vrsti eteričnog ulja [2].

Za kozmetičku primjenu često se koriste ciklodekstrini koji su blagi prema koži, a s kozmetičkim sredstvom mogu stvoriti kompleks koji se raznim tehnikama veže za tekstiliju [3, 4].

Napredak u razvoju kozmetotekstilija je relativno spor iz razloga koji je

još uvijek prisutan - postizanje željene učinkovitosti i postojanosti obrade u isto vrijeme. Jedan od problema je osjetljivost, odnosno nestabilnost mnogih kozmetičkih sastojaka, npr. parfemi su lako hlapljivi, dok je većina vitamina osjetljiva na povišenu temperaturu.

Razvoj i proizvodnja učinkovitih kozmetotekstilija koje pružaju dodatne vrijedne pogodnosti za potrošače tijekom nošenja nije nimalo jednostavan zadatak. Glavni zadatak je zadržati kozmetičko sredstvo na tekstiliju nakon provedenog ciklusa pranja te omogućiti njegovo kontro-



Sl.1 Shematski prikaz epiderme [8]

lirano otpuštanje. Ipak, ne smije se pretjerati sa željom da se kozmetičko sredstvo ne skida sa tekstilije prilikom ciklusa pranja jer u tom slučaju postaje upitno otpuštanje sredstva na kožu. Mikrokapsuliranjem lako hlapljivih sredstava, kao što su eterična ulja, te odabirom materijala, za stijenke mikrokapsula određenih svojstava može se utjecati na kontrolirano otpuštanje kozmetičkog sredstva, npr. nepropusnost, osjetljivost na pritisak ili trenje i sl. [2].

Kod aplikacije mikrokapsula na tekstil preporučuje se korištenje vezivnih sredstava (bindera) radi poboljšanja postojanosti na pranje [2, 5]. Različiti pristupi su poduzeti za rješavanje izazova kontroliranog otpuštanja pri čemu je, povijesno, glavni fokus interesa obično bio na neotpuštanju u pranju, a premalo pažnje se posvetilo mehanizmu prijenosa na kožu [6].

Za razumijevanje važnosti kozmetotekstilija, potrebno je poznavati najveći organ ljudskog tijela, kožu. Prosječna površina kože je 1,8 m<sup>2</sup> i na nju otpada 15 % mase cijelog tijela što ukazuje koliko je važna i briga za nju. Dijeli se na tri glavna dijela: epidermu, dermu i hipodermu. Ciljani sloj kože za kozmetiku je epiderma (sl.1), koji se nalazi iznad ostalih slojeva, i u direktnom je dodiru s

okolinom. Ovaj sloj se sastoji od stanica koje se neprestano mijenjaju sve dok se ne napravi najviši sloj koji se naziva rožnati sloj (*lat. stratum corneum*). Udio vode je različit, naime u temeljnom sloju (*lat. stratum basale*) on iznosi 75 %, a u rožnatom 15% [6-9].

Koža je zdrava i lijepa jedino kada je uravnotežena. Preduvjeti za zdravu kožu su: određen sadržaj vlage, mogućnost samozaštite, elastičnost kože te mogućnost obnavljanja stanica [10]. Ljudska koža je nepropusna barijera koja daje snažnu zaštitu od vanjskih utjecaja i tvari, uključujući bakterije, gljivice, viruse, alergene, prašinu i velike molekule. U gornjem sloju, postoji više od 90 % višeslojnog keratinocita. Rožnati sloj, vanjski sloj epiderme, pruža iznimno učinkovitu barijeru kod kontroliranog ulaska kozmetičkog sredstva, no zbog jedinstvenog sastava i strukture čini i veliku barijeru na koži od utjecaja okoline i sprečava dehidraciju tijela [11].

## 2. Definicija kozmetotekstilija

Prema priručniku [12] koji se temelji na regulativi Europske komisije (EC) No 1223/2009 za kozmetičke proizvode [13], „...*tekstil može biti „pri-*

*jenosno sredstvo“ za isporuku tvari ili mješavina tvari na ljudsku kožu koje se oslobađaju tijekom vremena na različite površinske dijelove ljudskog tijela, osobito na ljudsku kožu, a koje imaju posebne funkcije kao što su čišćenje kože, davanje mirisa, promjenu izgleda kože, zaštitu, korekciju tjelesnih mirisa ili općenito održavanje u dobrom stanju.*

Kozmetički tekstili su spoj kozmetičkog sredstva ili mješavine sredstava i tekstilnog supstrata. Kozmetičko sredstvo ili mješavine sredstava, mogu biti prirodnog ili sintetičkog podrijetla. Da bi neko aktivno sredstvo ili mješavina sredstava, koje se nanosi na tekstil uopće bilo kozmetičko sredstvo mora zadovoljavati uvjet otpuštanja na kožu. Naime, sredstva koja se ne otpuštaju na kožu ne smatraju se kozmetičkim proizvodom, niti se tekstili na koja su nanesena aktivna sredstva koja se ne otpuštaju na kožu smatraju kozmetotekstilijama [12].

Europski odbor za standardizaciju (CEN - European Committee for Standardization) je 2005. godine imenovao radnu skupinu (WG) za problematiku kozmetotekstilija, CEN/TC 248/WG 25 [1]. Radna skupina WG 25 je bila odgovorna za razvoj normi za kozmetičke tekstile. WG-25 je identificirao neka područja u kojima je neophodna normizacija i u skladu s time je imenovano pet podskupina za rad na različitim područjima kozmetotekstilija. Tako Europski odbor za standardizaciju donosi i normu za kozmetičke tekstile: CEN/TR 15917:2009: Textiles – Cosmetotextiles (HRI CEN/TR 15917:2010: Tekstil - Kozmetički tekstili) [14]. Normativne reference koje su neophodne, a navode u navedenoj normi su:

- HRN EN ISO 3175-1:2010: Tekstil - Profesionalna njega, kemijsko čišćenje i mokro čišćenje tkanina i odjevnih predmeta - 1. dio: Ocjenjivanje učinka čišćenja i završne obrade (ISO 3175-1: 2010; EN ISO 3175-1:2010),

- HRN EN ISO 3758:2008: Tekstil - Označavanje njege primjenom simbola (ISO 3758:2005; EN ISO 3758:2005),
- HRN EN ISO 6330:2003/A1:2009 enpr: Tekstilije – Postupci pranja i sušenja u kućanstvu u svrhu ispitivanja tekstila (ISO 6330:200/Amd 1:2008; EN ISO 6330:2000/A1:2009),
- HRN EN ISO 22716:2008: Kozmetika - Dobra proizvođačka praksa (DPP) - Smjernice za dobru proizvođačku praksu (ISO 22716:2007; EN ISO 22716:2007).

Poželjno je primjenjivati navedene normativne reference te se usklađivati sa standardima kao što su Oeko-Tex® 100 i Oeko-Tex® 1000. Time se osigurava visoka kvaliteta tekstila prije nego što se kozmetičko sredstvo uopće aplicira na njega i kozmetotekstilije kao gotovog proizvoda. Potrebno je provoditi individualne testove na kozmetičkim sredstvima u kemijskoj industriji, a nakon izrade gotovog proizvoda (kozmetotekstilija) potrebno je testirati cijeli proizvod uz pomoć općih bioloških testova koji su slični antimikrobnim testovima. Kozmetotekstilija mora proći testiranja prema normi HRN EN ISO 10993-10:2013: Biološka procjena medicinskih proizvoda - 10. dio: Ispitivanja za iritaciju i osjetljivost kože (ISO 10993-10:2010; EN ISO 10993-10:2013) te OE CD metode (OECD 405, 406, 407 & 471) [1, 6].

### 2.1. Kozmetička sredstva

Definicija kozmetičkog proizvoda kao aktivnog sredstva prema spomenutoj direktivi čl. 1 u službenom prijevodu glasi: „Kozmetički proizvod” je bilo koja tvar ili pripravak koji je namijenjen dodiru s različitim vanjskim dijelovima ljudskog tijela (koža, kosa, nokti, usnice i vanjski spolni organi) ili sa zubima i sluznicom u usnoj šupljini, isključivo ili prvenstveno da ih se očisti, namiriši ili zaštititi kako bi ih se održalo u dobrom stanju, promijenilo njihov izgled ili popravilo tjelesne mirise.

U Europskoj uniji od 11.7.2013. direktiva za kozmetičke proizvode (EU) Cosmetics Directive 76/768/EEC, zamijenjena je uredbom Regulation (EC) No 1223/2009 “Cosmetic Products Regulation” [13].

Glavni kozmetički sastojci potječu od anorganskih i sintetičkih kemikalija, od tvari životinjskog porijekla (hitozan, skvalen) i biljnih derivata (aloe vere, voća, eteričnih ulja, cvijeća, vitamina itd.) [1, 15].

Ovisno o učinku koji se želi postići na koži, npr. revitalizacija, hidratacija, zaštita kože, smanjenje i sprječavanje nastanka akni, mrlja, ekcema itd., mogu se koristiti različiti biljni pripravci. Oni pružaju željeni efekt za ciljanu kozmetičku namjenu, ili više njih, jer svaki od pripravaka najčešće ima više područja djelovanja. Zeleni čaj djeluje kao hvatač slobodnih radikala, tj. ima antioksidativna svojstva te revitalizira kožu, povećava mikrocirkulaciju kože, a dodatno pruža i zaštitu od UV zračenja [10, 16].

Eterična ulja su hlapljivi, prirodni i kompleksni sastojci koje karakterizira snažan miris a nastaju od aromatskih biljaka kao sekundarni metaboliti. Najčešće se dobivaju isparavanjem ili hidro destilacijom, a prvo su ih razvili Arapi u srednjem vijeku. Znajući za njihova antiseptička (antibakterijska, antivirusna i antifungalna) svojstva koristila su se kod balzamiranja, čuvanja hrane i kao antimikrobna, analgetska sedativna, protuupalna, spazmolitička sredstva te kao sredstva za lokalnu anesteziju. I danas se koriste za slične svrhe, međutim sve se više proučavaju i više se zna o mehanizmima njihovog djelovanja, naročito antimikrobnog [17]. Zbog navedenih svojstava često se primjenjuju za kozmetičke tekstile [18]. Najčešće spominjana eterična ulja koja se koriste za kozmetičke tekstile su ulje lavande, ružmarina, čajevca, grejpa, bergamota itd. [2, 19].

Eterična ulja lavande (*Lavandula angustifolia*), muškatne kadulje (*Salvia sclarea L.*), sandalovine (*Santalum*) i

slatke naranče (*Citrus sinensis*) djelotvorna su i sigurna za ublažavanje anksioznog poremećaja [20]. Ružmarin (*Rosmarinus officinalis L.*) je biljka koja ima veliku medicinsku i aromatsku vrijednost. Eterično ulje ružmarina ima antiproliferativnu, antioksidativnu i antibakterijsku aktivnost [21]. Ulje lavande se koristi samo po sebi kao lijek i kao dodatak nekim lijekovima i u kozmetici [22], dok se mirisnom stimulacijom lavande i ružmarina povećava aktivnost vezivanja slobodnih radikala i smanjuje razinu kortizola u slini [23]. Mirisna stimulacija eteričnog ulja od grejpa utječe na autonomnu neurotransmisiju i na krvni tlak [24]. Bergamot (*Citrus bergamia, Risso*) je voće najpoznatije po svom eteričnom ulju (BEO) koje se koristi u aromaterapiji za smanjenje simptoma stresom uzrokovane anksioznosti i blagih poremećaja raspoloženja, a istražuje se i njegov utjecaj na smanjenje bolova uzrokovanih tumorom [25]. Iako se eterična ulja koriste u tradicionalnoj medicini još od davnih vremena, zbog potencijalno velikog antikancerogenog djelovanja, još uvijek nije u potpunosti objašnjen mehanizam njihovog djelovanja, pa se na tom području provode intenzivna istraživanja [26].

Eterična ulja su poznata i po svojim brojnim biološkim učincima među kojima se ističe antibakterijsko djelovanje [15, 27-29]. Neka od njih djeluju na poboljšanje cirkulacije krvi u mozgu, djeluju umirujuće ili osvježavaju umorni organizam. Stoga se aromaterapija, terapija eteričnim uljima intenzivno razvija posljednjih desetljeća, a bazira se na dobro utvrđenim znanstvenim činjenicama. Provodi se udisanjem para eteričnih ulja iz mirisnih lampi ili direktnim kontaktom s kožom. Razvijanje proizvoda, među kojima su i kozmetički tekstili, koji bi omogućili drugačiji vid kontinuirane aromaterapije predstavlja veliki izazov i napredak u primjeni bioaktivnih tvari prirodnog podrijetla u unapređenju i očuvanju ljudskog zdravlja [27]. Jedan od izazova je odabir naj-



Tab.1 Usporedba primjenjivanih načina nanašanja kozmetičkih sredstava na tekstil [6]

Postupak	Područje primjene	Mogućnost prihvata sredstva	Otpornost na pranje	Prijenos na kožu
Mikroinkapsulacija	Vrlo široko, ali uglavnom na sredstva ne topljiva u vodi	Visoka	Dobra, ovisi o vrsti veziva	Dobar
Kompleksiranje (npr. ciklodekstrin)	Veoma specifično, za mali broj sredstava	Srednje do visoka	Dobra	Ograničen
Naslojavanje	Široko. Nije primjenjivo za osjetljiva ili hlapljiva sredstva	Veoma visoka	Dobra, ovisi o vrsti vlakna i tipu veziva	Dobar
Koekstruzija	Veoma limitirano do ekstremno robustnih sredstava	Niska do srednja	Izvrсна	Neznatan

prikladnijeg tekstilnog supstrata kako bi se postiglo što bolje vezivanje, ali i otpuštanje eteričnog ulja s obzirom na primjenu kozmetotekstilija. Nadalje, pažljiv odabir primijenjenih procesa završnog oplemenjivanja na tkanini ili odjevnom predmetu, npr. izbjeljivanje, bojadisanje itd. jer se na taj način može štetno utjecati na trajnost i učinkovitost apretiranih eteričnih ulja [18].

## 2.2. Tekstilni supstrat

Kao podloga za nanašanje kozmetičkih pripravaka mogu se koristiti tkanine, pletiva ili netkane tekstilije. Tekstilni supstrat, ovisno o prirodi vlakna, može biti biorazgradljiv ili nerazgradljiv. Također, pojedinačna vlakna mogu sadržavati biološki aktivna sredstva, lijekove u strukturi te aktivna sredstva koja mogu biti kovalentno vezana na funkcionalne skupine vlakna. U primjeni su i netkani tekstili proizvedeni procesom elektroispredanja koje posljednjih godina nude mogućnost primjene lijekova i kozmetičkih sredstava za različite biomedicinske i medicinske aplikacije [30, 31].

Kada se govori o tekstilnim supstratima koji imaju sposobnost otpuštanja aktivnih tvari uvjet je da su na vlakna/materijal prethodno nanoseni pripravci koji mu daju medicinska ili „wellness“ svojstva. Tekstilni supstrat može biti obrađen s bioaktivnim sredstvima u prisutnosti odgovarajućih fizičkih ili kemijskih modifikatora kako bi se pospješilo kovalentno vezivanje sredstva na tekstil [32, 33]. Općenito se na tekstilni supstrat ak-

tivna sredstva fizički adsorbiraju, apsorbiraju, naslojavaju, vežu u obliku mikrokapsula ili kovalentno kojungiraju [6].

Kod netkanih tekstila od nanovlakana dobivenih elektroispredanjem, aktivno sredstvo se može dodati i u otopinu prije ispredanja. Moguće je podešavanje promjera i orijentiranosti vlakana kako bi se postigla željena mehanička svojstva i željeni način otpuštanja aktivnog sredstva podešavanjem parametara procesa elektroispredanja, npr. električnim potencijalom, protokom polimerne otopine, razmakom između bubnja i sakupljača niti [6].

## 3. Kozmetotekstilije

U raznim literaturama [1, 34-36] autori klasificiraju kozmetotekstilije na osnovi različitih koncepata, najčešće na temelju njegovog utjecaja na ljudsko tijelo i metode nanašanja na tekstilni supstrat.

Prema utjecaju na ljudsko tijelo, mogu biti podijeljene na kozmetotekstilije za:

- mršavljenje [6],
- hidrataciju [15, 36],
- energizaciju [36],
- za miris [34, 37],
- osvježenje i opuštanje [22, 35],
- revitalizaciju [16, 38],
- zaštitu od UV zraka [16, 20],
- poboljšanje čvrstoće i elastičnosti kože [38].

Različita kozmetička sredstva primjenjuju se na tekstil različitim tehnikama u različitim fazama proizvodnje kako bi se postigao kozmetič-

ki učinak. Odabir postupka ili tehnike ovisi o prirodi kozmetičkog sredstva i o prirodi tekstila, kao i o količini kozmetičkog sastojka koja će se dodati. Na temelju postupka, odnosno oblika nanašanja kozmetičkog sredstva na tekstil slijedi ova podjela [6]:

- mikroinkapsuliranje,
- kompleksiranje,
- naslojavanje,
- cijepjenje,
- dodatak kozmetičkih sredstava tijekom proizvodnje (npr. koekstruzija).

Usporedba odabranih postupaka vezivanja kozmetičkih sredstava s tekstilijom s obzirom na područje primjene, mogućnost prihvata sredstva, otpornost na pranje i prijenos na kožu, prikazana je u tab.1.

U dosadašnjem razvoju kozmetotekstilija naglasak je stavljen na pronalazak različitih aktivnih tvari i metoda nanašanja, no najveći problem predstavlja praćenje mehanizma kontroliranog otpuštanja aktivnih tvari. Stoga, razvijanje kozmetotekstilija nameće različite tehničke izazove kao što su npr. odabir prirodnog kozmetičkog sredstva, ravnomjerna raspodjela, neprimjetno uklapanje u tkaninu na takav način da se učinak odvija uz što manje izgubljene aktivne tvari tijekom njege tekstilije - pranja. Najčešće primjenjivana tehnologija koja se koristi za ciljano, tj. kontrolirano otpuštanje aktivne tvari je mikroinkapsuliranje [6].

Nadalje, za razumijevanje vezivanja kozmetičkih pripravaka i tekstila, neovisno o obliku nanašanja (mikro-

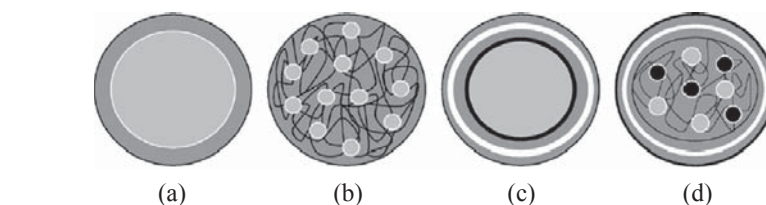
kapsule, kompleksi s ciklodekstri-  
nom itd.), a sa svrhom dobivanja  
tekstila s novim funkcionalnim svoj-  
stvima, potrebno je obratiti pažnju i  
na zeta potencijal tekstila. Poznato je  
da elektrovodljivost i pH otopine  
utječu na elektrokinetički naboj tek-  
stilnog materijala [39]. Dodatno, iz-  
bor sredstava za mokre obrade tako-  
đer utječe na promjene naboja obra-  
đenog materijala, pri čemu on može  
biti viši ili niži od naboja materijala  
u početnoj fazi [40, 41].

## 4. Tehnologije vezivanja kozmetičkih sredstva za tekstilni supstrat

### 4.1. Primjena mikrokapsula – mikroinkapsuliranje

Koncept mikroinkapsulacije smatra  
se da potječe iz 1930-ih godina kada  
se koristila tehnika nanašanja prska-  
njem (*engl. spray-drying*) [42]. Teh-  
nologiju mikroinkapsuliranja koristi-  
la je i NASA u ranim 1980-im radi  
upravljanja toplinskim svojstvom od-  
jeće, naročito za upotrebu kod sve-  
mirskih odijela. Inkapsulirali su se  
materijali s promjenom faza (*engl. phase-change materials - PCMs*), sa  
željom da se smanje ekstremne razli-  
ke u temperaturi kojima su astronau-  
ti izloženi tijekom misija u svemiru  
[43]. Nakon toga dolazi do širenja  
primjene ove tehnologije u gotovo  
sva područja ljudskog djelovanja i  
potreba [44, 45]. U posljednjih 25  
godina intenzivno se istražuje pri-  
mjena mikrokapsula u poljoprivred-  
noj, prehrambenoj, kozmetičkoj i  
tekstilnoj industriji [46, 47].

Mikroinkapsulacija je tehnika kojom  
se izoliraju čestice u (tekućem, kru-  
tom ili plinovitom stanju) unutar ovoj-  
nice (ljuske) te se dobivaju proizvodi  
sfernog oblika, mikro ili nanometar-  
ske veličine. Ovojnica štiti aktivnu  
tvar, tj. jezgru od vanjskog okruže-  
nja. Ova tehnologija se uglavnom  
koristi u zaštitne svrhe [46, 48, 49].  
Mikrokapsule su čestice u rasponu  
veličine 1–1000  $\mu\text{m}$  koje sadrže ak-  
tivnu tvar (u tekućem ili krutom sta-  
nju) okruženu prirodnom, semi-sin-



Sl.2 Različite morfologije mikročestica dobivenih mikroinkapsuliranjem:  
(a) mikrokapsula, (b) mikrosfera, (c) i višeslojna mikrokapsula (d) višeljusna  
i višejezrena mikrosferna

tetičkom ili sintetičkom polimernom  
ovojnicom (membranom). Sastoje se  
od dva dijela, odnosno od jezgre i  
ovojnice [10, 46, 50]. Struktura mi-  
kročestica se općenito može klasifi-  
cirati na više načina: kao mikrokap-  
sula s jednom jezgrom okruženu slo-  
jem - ovojnicom, tj. stijenkom mate-  
rijala; nadalje, kao mikrosfera s ras-  
pršenom jezgrom u kontinuiranoj  
mreži matrice; te kao složenije struk-  
ture, tj. višeslojne mikrokapsule ili  
višeljusne mikrosfere, sl.2 [48].

Za izradu jezgre se najčešće koriste  
materijali u obliku otopine, disperzi-  
je ili emulzije. Kompatibilnost mate-  
rijala jezgre s ovojnicom je važan  
kriterij za povećanje učinkovitosti  
mikroinkapsulacije i često se provo-  
di prethodna obrada materijala jezgre  
kako bi se poboljšala kompatibilnost.  
Veličina jezgre ima veliku ulogu kod  
difuzije, propusnosti i/ili kontrolira-  
nog otpuštanja. Inkapsulirani se može  
širok izbor materijala, ovisno o zah-  
tjevima: pigmenti, bojila, monome-  
ri, katalizatori, sredstva za stvrdnja-  
vanje, usporivači gorenja, omekšiva-  
či [46].

Mikrokapsule imaju mnogo predno-  
sti zanimljivih za širu primjenu:

- zaštita nestabilnih, osjetljivih ma-  
terijala od okoline u kojoj se kori-  
ste,
- bolja mogućnost procesiranja (po-  
boljšana topljivost, disperzivnost,  
protočnost),
- samoodržanje sprječavanjem re-  
akcije razgradnje (oksidacija, de-  
hidracija),
- kontrolirano, kontinuirano ili vre-  
mensko oslobađanje,
- maskiranje mirisa ili okusa,
- imobilizacija enzima i mikroorga-  
nizama,

- kontrolirana i ciljana dostava lije-  
kova,
- rukovanje tekućinom kao kruti-  
nom [46].

Kozmetički pripravci često su osjet-  
ljivi na toplinu, skloni su oksidaciji  
ili lako dolazi do njihove promjene.  
Mikroinkapsuliranjem ili vezivanjem  
u komplekse omogućava se njihova  
zaštita, odnosno sprječava se degra-  
dacija oksidacijom ili promjena tije-  
kom sušenja i/ili toplinskih procesa  
te skladištenja. U slučaju primjene  
hlapljivih sastojka sprječava se ispa-  
ravanje i produljuje im se vijek traja-  
nja, što je izuzetno važno kod pri-  
mjene parfema i eteričnih ulja [6].

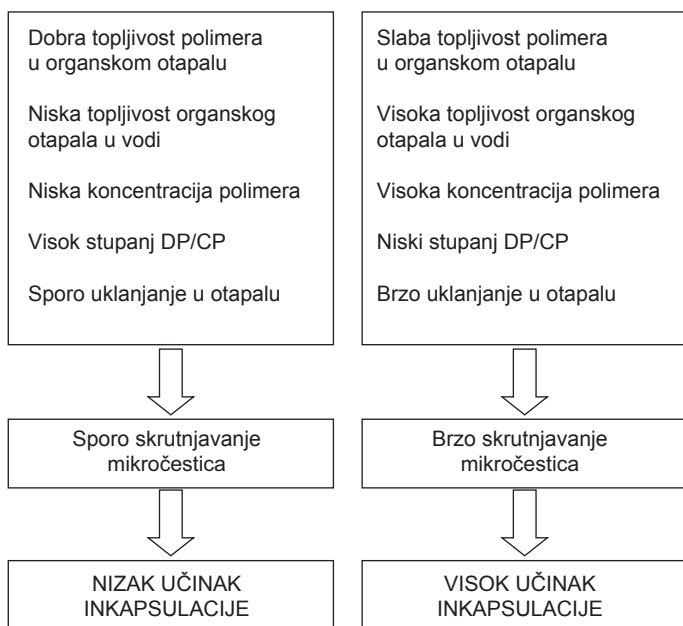
#### 4.1.1. Postupci mikroinkapsuliranja

Različiti se postupci koriste za in-  
kapsuliranje mikročestica pa ih se  
može podijeliti na fizikalne i kemij-  
ske (tab.2) [11, 30, 42, 46, 51, 52].  
Izbor tehnike mikroinkapsuliranja  
ovisi o tvarima koje se primjenjuju,  
o njihovoj veličini, biokompatibilno-  
sti i biorazgradljivosti, fizikalno-ke-  
mijskim svojstvima (tvari u jezgri i  
ovojnici), o predloženom mehaniz-  
mu otpuštanja aktivne tvari iz jezgre  
te o troškovima procesa [48]. Izbor  
tehnike ovisi i o sljedećim parame-  
trima:

- za koju svrhu će se mikrokapsule  
koristiti;
- inertnosti prema sredstvu koje se  
inkapsulira i sredstvu za ovojnicu;
- zatijevanom vremenu otpuštanja  
inkapsuliranog sredstva;
- optimalnoj koncentraciji aktivnog  
sredstva za inkapsulaciju;
- mehanizmu otpuštanja aktivnog  
sredstva iz mikrokapsule (npr. pH,  
pritisak, topljivost, vrijeme i agi-  
tacija (mućkanje);

Tab.2 Metode mikroinkapsuliranja

Fizikalne metode	Kemijske metode
Prskanje-sušenje	Odvajanje faza koacervacijom
Prskanje-hlađenje	Iparavanje otapala
Atomizacija rotirajućim diskom	Ekstrakcija otapala
Premazivanje fluidnim slojem	Polimerizacija na granici faza
Koekstruzija sa stacionarnom mlaznicom	Jednostavna i složena koacervacija
Centrifugalni proces s više otvora	In-situ polimerizacija
Koekstruzija s potopljenim mlaznicama	Tehnologija liposoma
Centrifugalna ekstruzija	Nanokapsulacija
Premaz zračnom suspenzijom	Polimerizacija matrice



Sl.3 Čimbenici koji utječu na učinak inkapsulacije [51]

- načinu otpuštanja aktivnog sredstva (kontinuirano, trenutno ili kontrolirano otpuštanje);
- veličini čestica, gustoći i zahtjevima stabilnosti inkapsuliranog sredstva;
- cijeni mikro kapsula, preparata ili aplikacije s obzirom na krajnji proizvod.

Visoka cijena mikroinkapsulacije još je uvijek najveći problem za tržište iako u mnogo slučajeva cijena krajnjeg proizvoda zadovoljava s obzirom na vrijednost proizvoda [10, 46]. Između tehnika prikazanih u tab.2 dvije se najčešće koriste za mikroinkapsuliranje aktivnog materijala: prskanje i koacervacija. Oba procesa dijele gledište "zelene kemije" pri-

mjenom u prvom redu biljnih proteina te ostalih obnovljivih i biorazgradljivih sirovina. Važno je naglasiti da te dvije tehnike ne zahtijevaju korištenje organskih otapala [48].

#### 4.1.2. Čimbenici koji utječu na učinkovitost mikroinkapsulacije

Učinkovitost inkapsulacije mikročestica, mikro kapsula ili mikrosfera ovisi o utjecaju različitih parametara. Na sl.3 su prikazani čimbenici koji utječu na učinkovitost inkapsulacije. Poželjna je slaba topljivost (netopljivost) polimera u organskim otapalima, dobra topljivost organskih otapala u vodi, visoka koncentracija polimera, niski stupanj omjera disperz-

ne faze i kontinuirane faze (*engl. dispersed phase/continuous phase; DP/CP*) te brz učinak uklanjanja u otapalu. Navedena svojstva su preduvjet brzom skrutnjavanju mikročestica i postizanju visokog učinka inkapsulacije [51].

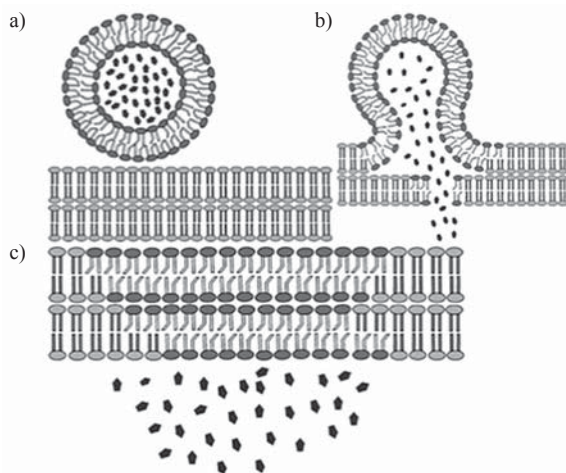
#### 4.1.3. Primjena mikro kapsula u tekstilu

Mikroinkapsulacija može imati značajnu ulogu u postizanju dulje trajnosti i učinkovitosti inkapsuliranog sredstva, kao i eliminaciji loših mirisa, ali i otpuštanju ugodnih mirisa. Može se reći da je primjena mikro kapsula na tekstilnim materijalima uspješna kada mikro kapsule opstanu na materijalu nakon višestrukih ciklusa pranja i sušenja kojima su podvrgnute, što je jedan od većih zahtjeva. Kako bi korisnik bio zadovoljan, mikro kapsule moraju djelovati dovoljno dugo, gotovo koliko je i rok trajanja tekstilnog materijala, npr. mirisne poliuretanske mikro kapsule za muška odijela jedan su od uspješnih primjera [37]. Uz to, primjena mikro kapsula ne smije imati negativni utjecaj na svojstva tekstila, npr. čvrstoću, opip, udobnost i dr. [49, 53].

Mikro kapsule se, osim za poboljšanje mirisa i dezodorirajuće djelovanje, mogu koristiti i kao prijenosnici mirisa za posebne svrhe, npr. aromaterapiju. Mirisi i arome se odavno koriste u narodnoj medicini. Pojam aromaterapija se prvi put spominje u kasnim 1920-im godinama i pripisuje se R.M. Gattefosseu. Učenje o međuodnosu između psihologije i aroma (mirisa) koje izazivaju specifične osjećaje i emocije 1982. je nazvano aromakologijom (*engl. aromachology*). Vjeruje se da je srž aromaterapije u simulaciji mirisnih putova u mozgu, posebno u limbičkom sustavu jer određene arome uzrokuju osjećaje opuštanja, uzbuđenja, senzualnosti, sreće, zadovoljstva i sl. [53].

Izbor materijala za ovojnici mikro kapsule je veoma važan i uglavnom





Sl.4 Fuzija liposoma s barijerom kože i otpuštanje aktivnih tvari u kožu: a) liposom prije doticaja s kožom, b) fuzija liposoma s kožom i prodiranje inkapsuliranog sredstva u kožu, c) sjedinjenje fosfolipidnog dvosloja s kožom [55]

se definira prema fizičkim svojstvima okoline u kojoj se mikrokapsula koristi jer određeni sustavi zahtijevaju čvršću kapsulu da se sprječi preuranjeno otpuštanje aktivne tvari iz jezgre [34, 37, 53, 54].

Česta je upotreba liposoma za ovojnici mikrokapsula jer omogućavaju prodiranje aktivnih tvari kroz barijere kože. Liposomi su umjetni mjehurići koji se sastoje od vodene jezgre okružene jednim ili više dvosloja fosfolipida. Jednostavno se spajaju s prirodnim slojevima kože dopuštajući aktivnim sredstvima da efektivno penetriraju, štiteći aktivno sredstvo od raspada prije samog penetriranja u dvoslojni sustav kože (sl.4) [55, 56].

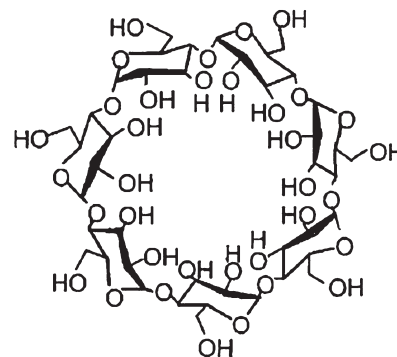
Jedna od područja istraživanja primjene liposoma u tekstilu je i u postupku bojadisanja vune, gdje pospješuju prijenos bojila i njihovo vezivanje u vlaknu, uz smanjenje oštećenja vlakana u odnosu na postupke konvencionalnog bojadisanja vune [53]. Dodatno se njihovom primjenom smanjuje onečišćenje okoliša. Liposomi (kao nekontaminirani biološki materijali) su biorazgradljivi te u odnosu na konvencionalna pomoćna sredstva imaju dodatnu prednost za nove tehnologije [57]. Također su prihvatljivi kao pomoćna sredstva u postupcima pranja i njege te izbjeljivanja tekstila [58].

#### 4.2. Primjena kompleksnih spojeva – kompleksiranje

Kompleksiranje je nastajanje kompleksnih spojeva između dvaju ili više vrsta iona ili molekula [59]. Ukoliko se kompleksiranje koristi u području kozmetotekstilija, tj. za potrebe vezivanja sredstva na tekstil, tada se najčešće odnosi na stvaranje inkluzijskih kompleksnih spojeva, npr. ciklodekstrina s velikim brojem organskih tvari.

Ciklodekstrini su prirodni ciklički oligosaharidi koji nastaju tijekom enzimske razgradnje škroba. Najpoznatiji i industrijski dostupni su oblici  $\alpha$ -,  $\beta$ - i  $\gamma$ - ciklodekstrin s 6, 7 i 8 D- glukozičnih podjedinica, koji čine šuplju strukturu koja ima polarne hidroksilne skupine i hidrofobnu unutrašnjost. D-glukozične jedinice su kovalentno vezane na ugljikove atome C1 i C4 (sl.5). Polumjer šupljina varira od 0,5 do 0,85 nm [10, 60, 61]. U tim šupljinama se mogu smjestiti aktivne tvari. Za stvaranje kompleksa, između aktivne tvari (tzv. gosta) i šupljine, tj. ciklodekstrina (tzv. domaćina), nije važno hoće li cijela aktivna tvar stati u šupljinu, dovoljno je da stane jedan dio [62, 63].

Na tekstilu se najčešće primjenjuje  $\beta$ -CD zbog jednostavne proizvodnje, izraženog promjera šupljine, cijene i



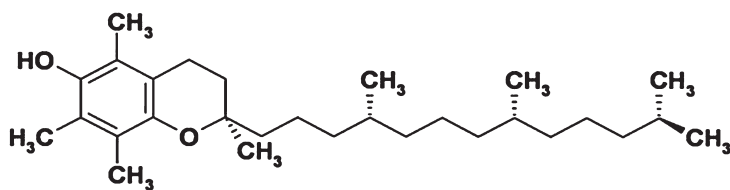
Sl.5 Struktura  $\beta$ -ciklodekstrina sa 7 glukozičnih podjedinica [10]

jednostavnosti vezivanja na tekstilnu površinu. Komercijalno dostupan derivat  $\beta$ -CD je monoklorotriazinil. Ciklodekstrini se smatraju vrlo važnim pomoćnim sredstvima prihvatljivim za okoliš jer su biorazgradljivi i netoksični. Ciklodekstrini mogu tvoriti inkluzijske komplekse s velikim brojem organskih tvari. Zbog toga se mogu dobiti tekstili s novim funkcionalnim svojstvima sa znatno smanjenom brzinom otpuštanja aktivnih tvari [60, 61, 64, 65].

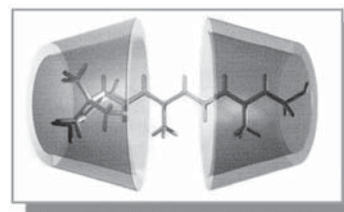
Ovi materijali mogu kompleksirati razne tvari, tako mogu vezati i tvari koje stvaraju neugodan miris tijela ili se mogu koristiti za oslobađanje parfema ili otpuštanje kozmetičkih sastojaka na kožu [61].

Postoji nekoliko načina vezivanja CD-a na tekstilnu površinu. Fizikalne metode sastoje se od otapanja derivata CD-a s hidrofobnim lancima u polimernoj otopini prije formiranja samog vlakana. CD-i imaju tendenciju migriranja na površinu, tvoreći raspoložive šupljine za inkluzije. Kemijske metode uključuju: 1. sinteze derivata CD-a s ionskim bočnim skupinama koje su u međusobnom djelovanju s ionskim skupinama vezanim za vlakna; 2. sinteze reaktivnih derivata CD-a koji se cijepaju na tekstiliju uz pomoć veziva (detaljnije u poglavlju 4.4.) [3, 10, 66].

Trajno učvršćivanje (fiksiranje) ciklodekstrina na vlakana jedan je od atraktivnih mogućnosti kemijske modifikacije tekstilnih materijala [6]. Kompleksi se mogu vezati za tekstiliju uz pomoć vezivnog sredstva



a)



b)

Sl.6 Vitamin E ( $\alpha$ -tokoferol: a) kemijska formula); b) shematski prikaz kompleksa vitamina E i ciklodekstrina

(umreživača). Prema literaturi za ovu su upotrebu najprikladniji reaktivni poliuretani, ali se često koriste i u vodi topljivi polimeri kao što je škrob i modificirani škrob, karboksi metil celuloza, sintetički lateks (polizopreni), stiren-butadien, polivinilacetat i aminoaldehidne smole [3, 6]. CD stvaranju komplekse s raznim molekulama uključujući i one koje imaju kozmetički učinak, npr. mentol, kofein ili  $\alpha$ -tokoferol (vitamin E) (sl.6) [6, 67]. Istraživanja o postojanosti vitamina E, provedena na pamučnim i viskoznim materijalima, su pokazala da je postojanost funkcionalizacije vitamina E direktno ovisna o pH vrijednosti kupelji prilikom njege. Najbolja postojanost je postignuta u slučaju kad je  $\text{pH} < 8$ , dok je u slučaju  $\text{pH} \geq 8$  postojanost nezadovoljavajuća [68].

### 4.3. Naslojavanje

Naslojavanje je jedna od najjednostavnijih metoda direktnog nanašanja aktivnog sredstva na površinu tekstilije. Nanašanje se može provesti uranjanjem tekstilije u kupelj u kojoj se nalazi aktivno sredstvo ili naslojavanjem mikro ili nano čestica ili kapsula. Učinkovitost nanašanja aktivnih tvari će jako ovisiti o vrsti vlakna i o aktivnom sredstvu. Na primjer, aktivna sredstva s većim afinitetom će lako formirati tanki sloj na površini polimera. U mnogim će slučajevima naslojene tkanine otpustiti znatnu količinu aktivnih tvari neposredno nakon *in vivo* implantacije. Ovaj nedostatak je veoma nepopularan kada se želi postići postupno, tj. produljeno, otpuštanje aktivnog sredstva. Kako bi se izbjegao taj pro-

blem, tekstilija se naslojava s apreturom koja se sastoji od mikrokapsula i vezivnog sredstva jer se tako može značajno smanjiti početno naglo otpuštanje i oslobađanje aktivnog sredstva koje isključivo ovisi o prirodi mikro/nanokapsule. Jedna od mogućnosti u slučaju obrade sintetskih vlakana (npr. PA vlakno) je prethodno naslojavanje vlakna otopinom aktivnog sredstva te se ovaj proces ponavlja kako bi se postiglo kontrolirano otpuštanje aktivnog sredstva u produljenom vremenu. Sljedeći primjer je naslojavanje nanočestica srebra u svrhu dobivanja antibakterijske površine. Dodatna učinkovitost se pospješuje primjenom ultrazvuka i ionskog zračenja. Slobodni radikali stvoreni na površini vlakna nakon izlaganja energetskom zračenju tvore stabilne kovalentne veze sa srebrom, što rezultira materijalom s učinkovitim antibakterijskom površinom [6].

### 4.4. Cijepljenje

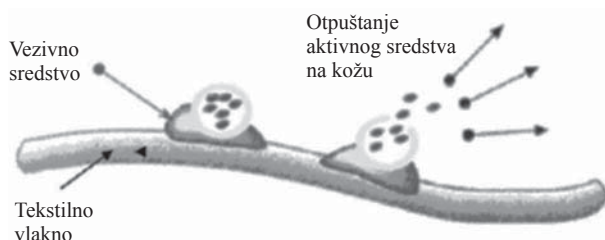
Iako se najčešće opisuje kovalentno cijepljenje (*engl. grafting*) mikrokapsula, posebno na prirodnim vlaknima, najčešća vrsta vezivanja uključuje korištenje veziva (bindera) specifično pogodnih za kozmetičke i tekstilne sustave uz naglasak na dobru kompatibilnost s kožom. Često korištene vrste veziva su umreženi silikoni, poliakrilati, polietilen-vinilacetati i poliuretani. Određena količina veziva, obično 0,25 % do 4,0 % (suhe tvari po masi tkanine), je potrebna za učinkovito vezivanje mikrokapsule, kompleksa ili nanosenih čestica na vlakna kako bi se smanjio njihov gubitak tijekom njege teksti-

lija. Brzina otpuštanja naslojenih kozmetičkih sredstava može biti prilagođena variranjem količine i vrste veziva koje se koristi. Velike količine veziva koja u potpunosti pokrivaju mikrokapsulu daju bolju zaštitu od pucanja tijekom trošenja i usporavaju oslobađanje kozmetičkih sredstava na kožu. Dodatna uloga veziva i mogućih drugih aditiva je dati odjevnom predmetu konvencionalna svojstva kao što su otpornost na prljavštinu i otpornost na vlagu [6, 69].

## 5. Otpuštanje kozmetičkog sredstva

Nakon što se kozmetičko sredstvo na neki od navedenih načina inkorporira u tekstilni materijal, važno je razumjeti i postupak njegovog otpuštanja. Naime, ponekad je primarni cilj da se aktivno sredstvo potpuno otpusti u određenom trenutku, a ponekad je cilj da otpuštanje bude postupno tijekom vremena, kako bi proizvod što dulje zadržao željenu funkcionalnost. Otpuštanje aktivnog sredstva se kontrolirano i postupno može potaknuti mehaničkim djelovanjem (npr. trenjem), otapanjem, biorazgradnjom, difuzijom, toplinom, promjenom pH vrijednostia ili enzimatskom aktivnošću. Kod mikrokapsula kao nosioca aktivnih tvari izbor mehanizma i ovojnice mikrokapsule ovisi o konačnoj primjeni proizvoda s obzirom na fizikalnu i kemijsku stabilnost, koncentraciju, potrebnu veličinu čestica, mehanizam otpuštanja i troškove proizvodnje. Stoga se mikrokapsule koriste u raznim područjima: u prehrambenoj, biomedicinskoj, farmaceutskoj, kozmetičkoj, tekstilnoj industriji i poljoprivredi [48, 50].





Sl.8 Difuzija i kontrolirano otpuštanje aktivne tvari

Aktivna tvar difundira kroz ovojnica mikrokapsule određenom brzinom (sl.8). Oslobođanje aktivnog sredstva se može klasificirati na temelju drugih mehanizama, kao što su erozija (produkt se postupno otapa u membranskim ovojnica), difuzija (npr. ulje difundira izvan sustava), ekstrakcija (mehaničke sile tijekom žvakanja ili obrada povećane površine ulja) i puknućem (spremnik sustava pukne pod utjecajem mehaničkih ili osmotskih sila). Puknuće stijenke može biti inicirano na različite načine: mehanički, otapanjem, taljenjem, toplinskim ili UV/VIS zračenjem, biorazgradnjom, enzimatskom degradacijom, bubrenjem stijenke [50]. Na brzinu difuzije u polimernoj matrici te na otpuštanje nekog aktivnog sredstva ili osmozu utječu pojedina svojstva polimerne mreže, kao što su: duljina i oblik polimernog lanca, fleksibilnost, mobilnost, sorpcijska i desorpcijska svojstva, stupanj plastificiranja ili potencijalne interakcije između polimera i aktivne tvari [11, 30, 31, 50, 70].

## 6. Učinkovitost i ispitivanje kozmetotekstilija

Učinkovitost kozmetičkog proizvoda definira količina aktivne tvari potrebne za ostvarivanje željenog učinka na koži. Npr. djelovanje na vlažnost i mršavljenje zahtijeva veliku količinu aktivnih tvari na koži kako bi se spoznali rezultati, a s druge strane mirisno djelovanje zahtijeva veoma malu količinu kako bi se postigao željeni učinak. Kozmetički tekstili mogu imati produljeni učinak ovisno o konstrukciji mikrokapsula, tekstilije itd. Veoma je teško spriječiti otapa-

nje u vodi topljivih tvari tijekom pranja. To zahtijeva mnogo truda u određivanju receptura, mikroinkapsulaciji i sl. Korištenjem proizvoda za obnovu tekstila, npr. sprejeva, može se produljiti njihovu učinkovitost, npr. kozmetotekstilija s efektom mršavljenja koja prilikom nošenja i pranja gubi učinak može se obnoviti ponovnim nanašanjem. Drugi aspekt koji je potrebno uzeti u obzir je dizajn kozmetotekstilije. Potrebno je uskladiti kompoziciju i konstrukciju tekstilnog supstrata, dizajn odjeće i završnu obradu kako bi se postigla maksimalna učinkovitost. Na tekstilnom supstratu veće plošne mase očuvanje kozmetičke učinkovitosti, npr. vlaženje kože, može se očekivati od 5 do 10 dana nošenja ako se ručno pere ili blago pere u stroju za rublje [6]. Primjeri kozmetičkih tekstila za mršavljenje imaju nansene odgovarajuće kozmetičke preparate na tekstil. Vjerojatnije će takvi tekstili davati dobre rezultate ako su konstruirani kao elastične tajice s određenim stupnjem nemedicinske kompresije ili kao uske traperice. Takav dizajn omogućava dobar kontakt između tekstila i kože s problematičnim područjima čime se postiže i efekt masaže i koja omogućava adekvatan prijenos kozmetičkog preparata s tekstilnog supstrata na kožu [6].

Moguće je subjektivno i objektivno ocjenjivanje kozmetotekstilija za ispitivanje različitih kozmetičkih učinaka: kemijska svojstva, toksičnost, prisustvo vitamina E, efikasnost, analiza mirisa, trajnost, označavanje [1]. Za određene učinke se mogu primijeniti objektivne, a za neke subjektivne metode vrednovanja kozmetotekstilija. Objektivne metode vrednova-

nja kozmetotekstilija kojima se ispituje koža su: korneometrija (uz Corneometer®), koja se koristi za ispitivanje efekta hidratacije kože; *in vivo* optička tehnika geometrije ljudske kože (uz Dermatop®, FOITS), koja se koristi za ispitivanje efekta hrpaivosti kože i određivanje promjena kod transepidermalnog gubitka vode (uz Tewameter®), koja se koristi za ispitivanje funkcije barijere kože. Za vrednovanje efekata kao što su rashlađivanje i mršavljenje (anticelulitni efekt) koriste se subjektivne metode kao što su testiranja krajnjih potrošača putem upitnika i/ili razgovorom [6].

## 7. Zaključak

Kozmetički sektor se kontinuirano razvija kroz primjenu novih sirovina, prirodnih pripravaka, izradom receptura s raznim aktivnim i pomoćnim tvarima. Primjena kozmetičkih pripravaka na tekstil je otvorila novo područje istraživanja, proizvodnje i primjene, čime kozmetički tekstili znače inovaciju u tehničkom, biotehničkom i medicinskom području. Zanimanje znanstvenika je usmjereno na istraživanje mogućnosti ugradnje kozmetičkih pripravaka u tekstilne proizvode visoke dodane vrijednosti i duljeg životnog ciklusa. U skladu s time razvijaju se postupci obrade, kontroliraju mehanizmi otpuštanja i validiraju metode objektivnog i subjektivnog vrednovanja učinkovitosti kozmetotekstilija. Razvoj, unapređenje i komercijalizacija kozmetotekstilija iziskuje kontinuiranu suradnju istraživača, proizvođača i krajnjeg korisnika.

*Zahvala: Rad doktorandice Ive Matijević je financirala Hrvatska zaklada za znanost unutar projekta 9967ADVANCETEX: Advanced textile materials by targeted surface modification. Mišljenja, nalazi i zaključci ili preporuke navedeni u ovom materijalu odnose se na autore i ne odražavaju nužno stajališta Hrvatske zaklade za znanost.*

**Literatura:**

- [1] Singh M.K. et al.: Cosmetotextiles: State of art, *Fibres & Textiles In Eastern Europe*, 19 (2011) 4, 27-33
- [2] Sciences N.: Microencapsulation of essential oils and phase change materials for applications in textile products, *Indian journal of fibre & textile research*, 31 (2006) 72-82
- [3] Bhaskara-Amrit U. R. et al.: Applications of  $\beta$ -cyclodextrins in textiles, *Autex Research Journal* 11 (2011) 4, 94-101
- [4] Buschmann H.-J. et al.: The Use of Cyclodextrins in Textile Processes — An Overview, *Journal of the Textile Institute* 89 (1998) 3, 554-561
- [5] Li S. et al.: Effect of finishing methods on washing durability of microencapsulated aroma finishing, *Journal of the Textile Institute* 99 (2008) 2, 177-183
- [6] Bartels V. T.: *Handbook of medical textiles*, Woodhead Publishing Limited, Cambridge (2011) 1-582
- [7] Michalun N. et al.: *Milady's skin care and cosmetic ingredients*, Cengage Learning, Inc., New York (2009) 1-328
- [8] <http://philschatz.com/anatomy-book/contents/m46060.html>, pristupljeno 15.7.2015.
- [9] <http://www.exploringnature.org/db/detail.php?dbID=131&detID=3457>, pristupljeno 15.07.2015.
- [10] Persic P., C. Carfagna: Cosmeto-Textiles: State of the art and future perspectives, *Advances in Science and Technology* 80 (2012) 39-46
- [11] Lam P. L., R. Gambari: Advanced progress of microencapsulation technologies: In vivo and in vitro models for studying oral and transdermal drug deliveries, *Journal of Controlled Release: Official Journal of the Controlled Release Society* 178 (2014) 25-45
- [12] [http://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/products/borderline-products/docs/manual\\_borderlines\\_ol\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/growth/sectors/cosmetics/products/borderline-products/docs/manual_borderlines_ol_en.pdf), preuzeto 12.05.2015.
- [13] The European Commission: Regulation (EC) No 1223/2009 of the european parliament and of the council of 30 November 2009 on cosmetic products, *Official Journal of the European Union* (2009) 1223, 342/59-209
- [14] Standard Recommendation S.R. CEN/TR 15917:2009: <http://infostore.saiglobal.com/store/PreviewDoc.aspx?saleItemID=1662219>, preuzeto 04.05.2016.
- [15] Aburjai T., F. M. Natsheh: Plants used in cosmetics, *Phytotherapy research* 17 (2003) 987-1000
- [16] Heinrich U. et al.: Green tea polyphenols provide photoprotection, increase microcirculation and modulate skin properties of women, *The Journal of Nutrition* (2011) 11, 1202-1208
- [17] Bakkali F. et al.: Biological effects of essential oils-A review, *Food and Chemical Toxicology: An International Journal Published for the British Industrial Biological Research Association* 46 (2008) 2, 446-475
- [18] West A. J., K. E. Annett-Hitchcock: A Critical Review of Aroma Therapeutic Applications for Textiles, *JTATM* 9 (2014) 1, 1-13
- [19] Liu C. et al.: Preparation and characteristics of nanocapsules containing essential oil for textile application, *Flavour and Fragrance Journal* 30 (2015) 4, 295-301
- [20] Benson K. F. et al.: Antioxidant, anti-inflammatory, anti-apoptotic, and skin regenerative properties of an Aloe vera-based extract of Nerium oleander leaves (NAE-8®), *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology* 8 (2015), 239-248
- [21] Hussain A. I. et al.: Rosmarinus officinalis essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities, *Brazilian Journal of Microbiology* 41 (2010) 4, 1070-1078
- [22] Cavanagh H.M.A., J.M. Wilkinson: Lavender essential oil: A review, *Healthcare Infection* 10 (2005) 1, 35-37
- [23] Atsumi T., K. Tonosaki: Smelling lavender and rosemary increases free radical scavenging activity and decreases cortisol level in saliva, *Psychiatry Research* 150 (2007) 1, 89-96
- [24] Tanida M. et al.: Olfactory stimulation with scent of essential oil of grapefruit affects autonomic neurotransmission and blood pressure, *Brain Research* 1058 (2005) 44-55
- [25] Bagetta G. et al.: Neuropharmacology of the essential oil of bergamot, *Fitoterapia* 81 (2010) 6, 453-461
- [26] Russo R. et al.: Exploitation of cytotoxicity of some essential oils for translation in cancer therapy, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* (2015) 1-9
- [27] Hammer K.A., C.F. Carson, T.V. Riley: Antimicrobial Activity of Essential Oils and Other Plant Extracts, *Journal of Applied Microbiology* 86 (1999) 6, 985-990
- [28] Carson C. F., K.A. Hammer, T.V. Riley: *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) oil: a Review of Antimicrobial and Other Medicinal Properties, *Clinical Microbiology Reviews* 19 (2006) 1, 50-62
- [29] Reichling J. et al.: Essential oils of aromatic plants with antibacterial, antifungal, antiviral, and cytotoxic properties-an overview, *Forschende Komplementärmedizin* 16 (2009) 2, 79-90
- [30] Nigam H. et al.: Microencapsulation: Process, techniques and applications, *International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences* 2 (2011) 2, 474-481
- [31] Somogyi Škoc M., E. Pezelj, D. Ležaić: Karakterizacija i učinkovitost medicinskih obloga za kronične rane, *Tekstil* 63 (2014.) 9-10, 293-205
- [32] Brückmann R., M. Koch, H. Lutz: Uspješna primjena nanotehnoloških sol-gel postupaka na tekstilu, *Tekstil* 56 (2007.) 3, 174-177
- [33] Somogyi Škoc M., J. Macan, E. Pezelj: Primjena sol-gel procesa za modifikaciju površine i svojstava tekstilija, *Tekstil* 60 (2011.) 1, 18-29
- [34] Rodrigues S. N. et al.: Scentfashion®: Microencapsulated perfumes for textile application, *Chemical Engineering Journal* 149 (2009) 1-3, 463-472
- [35] Kisilak D., D. Golob: Cosmetotextile as innovation in the production of protective clothing, *Sigurnost* 53 (2011) 2, 103-108
- [36] Holme I.: Innovative technologies for high performance textiles, *Coloration Technology* 123 (2007) 2, 59-73

- [37] Rodrigues Teixeira C.S.N.: Microencapsulation of Perfumes For Application in Textile Industry, Dissertation, Universidade do Porto (2010)
- [38] Ghimeray A. K. et al.: In vitro antioxidant, collagenase inhibition, and in vivo anti-wrinkle effects of combined formulation containing *Punica granatum*, *Ginkgo biloba*, *Ficus carica* and *Morus alba* fruits extract, *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology* 8 (2015) 389-396
- [39] Luxbacher T., H. Bukšek, I. Petrinić, T. Pušić: Mjerenje zeta potencijala ravnih čvrstih površina pomoću elektrokinetičkog analizatora SurPASS, *Tekstil* 58 (2009) 8, 401-409
- [40] Ripoll L. et al.: Electrokinetic properties of bare or nanoparticle-functionalized textile fabrics, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* 397 (2012), 24-32
- [41] Tarbuk A., A.M. Grancarić, M. Leskovac: Novel cotton cellulose by cationization during mercerization - part 2: the interface phenomena, *Cellulose* 21 (2014) 3, 2089-2099
- [42] Cheng S.Y., C.W. Kan: Development of cosmetic textiles using microencapsulation technology, *Research Journal of Textile and Apparel* 12 (2008) 4, 41-51
- [43] Magovac E., D. Katović, S. Bischof Vukušić: Primjena materijala s promjenom faza (PCM) u tekstilstvu, *Tekstil* 60 (2011) 2-3, 102-108
- [44] Nelson G.: Application of microencapsulation in textiles, *International Journal of Pharmaceutics* 242 (2002) 1-2, 55-62
- [45] Microencapsulation: Methods and Industrial Applications, (ed. Simon B), Taylor & Francis (2006) 1-756
- [46] Ghosh S. K.: Functional Coatings: By Polymer Microencapsulation, John Wiley and Sons (2006) 1-28
- [47] Magovac E., B. Šumiga, P. Forte Tavčer, S. Bischof Vukušić: Microencapsulation for protective purposes, in Young scientists in the protective textiles research, University of Zagreb, Faculty of Textile Technology & FP7-REGPOT-2008-1229801:T-Pot, Zagreb (2011), Chapter 12, 215-237
- [48] Nesterenko A. et al.: Vegetable proteins in microencapsulation: A review of recent interventions and their effectiveness, *Industrial Crops and Products* 42 (2013) 1, 469-479
- [49] Siler-Marinkovic S. et al.: Microencapsulation in the textile industry, *Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly* 12 (2006) 1, 58-62
- [50] Martins I. M. et al.: Microencapsulation of essential oils with biodegradable polymeric carriers for cosmetic applications, *Chemical Engineering Journal* 245 (2014) 191-200
- [51] Jyothi N.V.N. et al.: Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency, *Journal of Microencapsulation* 27 (2010) 3, 187-97
- [52] Adamowicz E., K. Śmigielski, M. Frydrysiak: Mikroinkapsuliranje aktivnih tvari i mirisa za primjenu u tekstilnim materijalima, *Tekstil* 64 (2015) 3-4, 122-132
- [53] Smith W. C.: Smart Textile Coatings and Laminates, Elsevier Ltd. (2010) 1-304
- [54] Azizi N. et al.: Isosorbide-based microcapsules for cosmeo-textiles, *Industrial Crops and Products*, 52 (2014) 150-157
- [55] <http://www.dermaviduals.com.au/why-dermaviduals/delivery-system/>, preuzeto 19.06.2015.
- [56] Martí M. et al.: Monitoring of the microcapsule/liposome application on textile fabrics, *Journal of the Textile Institute* 103 (2012) 1, 19-27
- [57] El-Zawahry M. M. et al.: Optimizing a wool dyeing process with reactive dye by liposome microencapsulation, *Dyes and Pigments* 74 (2007) 3, 684-691
- [58] Barani H., M. Montazer: A review on applications of liposomes in textile processing, *Journal of Liposome Research* 18 (2008) 3, 249-262
- [59] <http://www.merriam-webster.com/dictionary/complex>, preuzeto 22.07.2015.
- [60] Issazadeh-Baltorki H., A. Khodami: Cyclodextrin-coated denim fabrics as novel carriers for ingredient deliveries to the skin, *Carbohydrate Polymers* 110 (2014) 513-517
- [61] Hebeish A., Z.H. El-Hilw: Chemical finishing of cotton using reactive cyclodextrin, *Coloration Technology* 117 (2001) 2, 104-110
- [62] Schollmeyer E.: Application of cyclodextrins in cosmetic products: A review, *Journal of Cosmetic Science* 53 (2002), 185-191
- [63] Rodrigues A., M. Emeje: Recent applications of starch derivatives in nanodrug delivery, *Carbohydrate Polymers* 87 (2-012) 2, 987-994
- [64] Flinčec Grgac S. i sur.: Wellness: novi trend i u tekstilnoj industriji, *Tekstil* 54 (2005) 1, 12-19
- [65] Vončina B., N. Majcen: Upotreba ciklodekstrina za medicinske i higijenske tekstilne materijale, *Tekstil* 53 (2004.) 1, 1-9
- [66] Cabrales L. et al.: Cotton fabric functionalization with cyclodextrins, *Journal of Materials and Environmental Science* 3 (2012) 3, 561-574
- [67] Son K. et al.: Fixation of vitamin E microcapsules on dyed cotton fabrics, *Chemical Engineering Journal*, 239 (2014) 284-289
- [68] Pušić T., S. Bischof, I. Matijević, E. Vujanović: Cellulose fabrics – carriers of Vitamin E?, *Proceedings of 2nd ICNF – From Nature to Market, Azores, Portugal* (2015) 1-6
- [69] Badulescu R. et al.: Grafting of ethylcellulose microcapsules onto cotton fibers, *Carbohydrate Polymers* 71 (2008) 1, 85-91
- [70] Ghosh S. K.: Functional Coatings by Polymer Microencapsulation, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim (2006) 1-357



**SUMMARY****Cosmetic preparations on textiles: Cosmetotextiles***I. Matijević, S. Bischof, T. Pušić*

Current requirements ask for innovative and high-performance textiles which could improve our life style and make it more comfortable. The facts that cosmetic products are widely available and their application and use are sometimes time-consuming, have given rise to idea of applying them to textiles in a simpler but efficient manner. Proper manner of attaching a cosmetic preparation on a textile substrate would enable its controlled release through a period of time. This treatment is aimed at simultaneous release of active substance at desirable moment or in a given time frame, and at achievement of satisfactory durability in washing. The chemistry of the release is a problem that should be particularly dealt with in this context. This paper offers a definition of cosmetotextiles; division and their purpose are defined, while the problems of active substance release and fastness of the treatment have been also explained. Finally, a review of the possible development trends has been given for these increasingly popular finishing treatments of textiles, which offer additional properties to textiles and give textile products high added value.

**Key words:** cosmetotextiles, cosmetic preparations, microcapsules, high-performance textiles

*University of Zagreb, Faculty of Textile Technology*

*Department of Textile Chemistry and Ecology*

*Zagreb, Croatia*

*e-mail: sbischof@ttf.hr*

*Received July 27, 2015*

**Kosmetische Mittel auf Textilien - Kosmetotextilien**

Alltagsanforderungen drängen eine wachsende Nachfrage nach innovativeren und hochleistungsfähigen Textilien auf, die den Lebensstil erleichtern und verbessern. Da kosmetische Produkte weit und breit verfügbar sind und deren Verwendung manchmal sehr viel Zeit in Anspruch nimmt, hat sich die Idee entwickelt, kosmetische Produkte auf Textilwaren aufzubringen. Textilware in Kombination mit kosmetischen Produkten ermöglicht deren kontrollierte Freisetzung. Das Ziel dieses Verfahrens ist die Freisetzung von aktiven Substanzen im gewünschten Moment oder in einer bestimmten Zeitspanne, wobei eine zufriedenstellende Waschbeständigkeit erzielt wird. Dabei spielt der Chemismus der Freisetzung eine bedeutende Rolle, der besondere Aufmerksamkeit gewidmet werden sollte. Der Begriff der Kosmetotextilien ist in diesem Artikel ausführlich beschrieben, deren Aufgliederung und Verwendung sind dargestellt, und zusätzlich sind auch die Problematik der Freisetzung von aktiven Substanzen und die Verarbeitungsstabilität dargelegt. Schliesslich wird ein Rückblick auf mögliche Entwicklungstendenzen dieser immer beliebteren Endausrüstung von Textilwaren gegeben, wodurch Textilien zusätzliche Eigenschaften erhalten und zu einem hochwertigen Erzeugnis werden.