



Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije



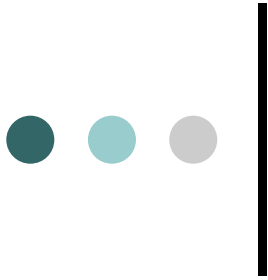
preddiplomski studiji:

*Kemijsko inženjerstvo i Primijenjena
kemija*

Kolegij:

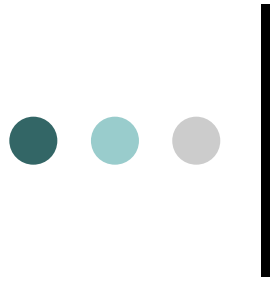
Tenzidi

Izv. prof. dr. sc. Hrvoje Kušić



Detergere, lat. =obrisati, skidati

- Deterdženti imaju funkciju pranja i čišćenja
- Deterdženti su složene mješavine mnogo supstanci od kojih svaka ima određenu funkciju
- U formulaciji deterdženata **različiti dodaci** sudjeluju u znatno većem postotku od samih **tenzida** (i više od 80 %)
- Različite su formulacije deterdženata ovisno o namjeni



Deterdženti su kompleksne formulacije koje se sastoje od više od 25 različitih komponenata koje se mogu svrstati u slijedeće glavne grupe:

TENZIDI

BILDERI

SREDSTVA ZA BIJELJENJE

POMOĆNA SREDSTVA (ADITIVI)

Detergenti

Komponente deterdženata i njihova funkcija



površinski aktivna svojstva /
aktivne komponente u
procesu pranja

- Anionski
- Neionski
- Kationski
- Amfoterni

Ne sudjeluju u pranju;
poboljšavaju svojstva
deterdžentu: tečnost,
ispirljivost, topivost, sipkost



Nisu površinski aktivna
svojstva / sudjeluju u
procesu pranja

- Alkalije
- Kompleksirajuća sredstva
- Ionski izmjenjivači

Sredstva za kemijsko bijeljenje
Sredstva za optičko bijeljenje

- aktivne komponente bijeljenja
- aktivatori, katalizatori, stabilizatori

- Enzimi, Regulatori pjene, Inhibitori korozije
- Fluorescentna izbjeljivačka sredstva
- Inhibitori prijenosa bojila, Mirisi, Bojila
- Antiredepozicijska sredstva („nosioci” nečistoća)

Sastav (glavne komponente) deterdženata



TENZIDI

BILDERI

**IZBJELJIVAČKA
SREDSTVA**

ADITIVI

PUNILA



TENZIDI

- najvažnija grupa komponenata deterdženata i prisutni su u svim tipovima deterdženata.
- aktivne komponente u procesu pranja i pri tom djeluju kao **močila i kao emulgatori**:

A mijenjaju energetske odnose na graničnim površinama između *čvrste podloge, nečistoće i vode* tako da se **nečistoća odvaja od podloge** → **močila**

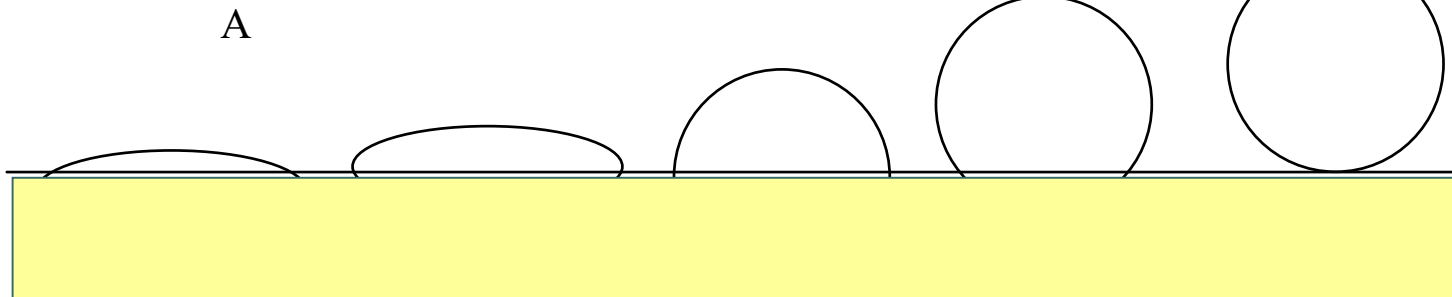
B sprječavaju ponovo taloženje nečistoće na opranu površinu stabilizirajući njezinu disperziju u vodi → **emulgatori**

Djelovanje tenzida u deterdžentima

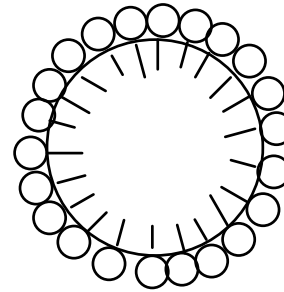


Tenzidi poboljšavaju močenje čvrste površine vodom, a time slabi močenje (masnom) nečistoćom, pa se nečistoća odvaja od površine.

Takvo djelovanje pospješuje se trljanjem ili turbulentnim gibanjem tekućine

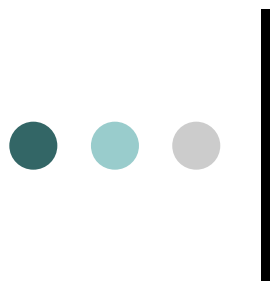


B



Tenzidi se nakupljaju na površini kapljica (masne) nečistoće, pa sprečavaju skupljanje malih kapljica u veće čime stabiliziraju njihovu disperziju u vodi i nečistoće se ne talože na opranu površinu.

Sprečavaju redepoziciju.



Upotreba pojedinih tipova tenzida u industriji deterdženata:

ANIONSKI	66 %
NEIIONSKI	29 %
KATIONSKI	5 %
AMFOTERNI	1 %

Sastav (glavne komponente) deterdženata



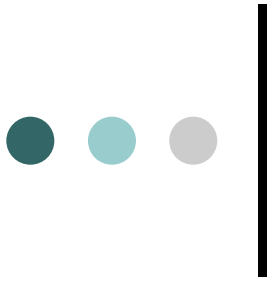
TENZIDI

BILDERI

**IZBJELJIVAČKA
SREDSTVA**

ADITIVI

PUNILA



BILDERI

Imaju primarno značenje za dobar učinak pranja.

Bilderi su pojačivači i regulatori pranja, omekšavaju vodu i određuju pH.

Nemaju površinsko aktivna svojstva, ali imaju određenu sposobnost pranja i sinergistički pojačavaju djelovanje tenzida.

K_2CO_3 (potaša) | *Najstariji bilderi*
 Na_2CO_3 (soda)

Na_3PO_4 trinatrijev fosfat (*ili* ortofosfat)
 $Na_4P_2O_7$ tetranatrijev difosfat (*ili* natrijev pirofosfat)
 $Na_5P_3O_{10}$ pentanatrijev trifosfat (*ili* trifosfat)

Bilderi na bazi zeolita



Moderni bilderi moraju zadovoljiti čitav niz kriterija:

- Omekšavanje vode
- Eliminiranje zemnoalkalijskih iona iz tekstila i nečistoća
- Visok učinak pranja pri uklanjanju pigmenata i masnoća
- Izrazit učinak pranja različitih tekstilnih vlakana
- Poboljšanje djelovanja tenzida
- Dispergiranje nečistoća u kupelji za pranje
- Ne smiju smetati kod reguliranja pjene
- Dobra moć zadržavanja nečistoća u kupelji
- Sprečavanje nastajanja taloga u perilici
- Dobra kompatibilnost s ostalim sastojcima deterdženata
- Ne smiju biti štetni za okoliš
- Ne smiju biti toksični



Kao bilderi mogu se upotrebljavati određeni pojedinačni spojevi ili kombinacija više spojeva.

Od pojedinačnih spojeva najbolja svojstva pokazuje **trifosfat, $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$** (često mu se dodaje i **soda** radi povećanja alkaliteta i niže cijene).

Izvrсна svojstva trifosfata temelje se na jakoj moći kompleksnog vezanja zemnoalkalijskih (kalcijevih i magnezijevih) iona i iona teških metala. Na taj način oni **omekšavaju vodu** i **uklanjaju** eventualno **smeđe mrlje nastale od željeza**. Dobro djelovanje povezano je i s povoljnim **pH** kupelji kojeg **reguliraju**.

Primarna adsorpcija trifosfat iona dovodi do peptizacije* tj. prijelaza hidrofilnih nečistoća u koloidnu otopinu. Zbog toga trifosfat na neki način djeluje kao **nosilac nečistoća**, ali ne u tolikoj mjeri da bi ga mogao u potpunosti zamijeniti.

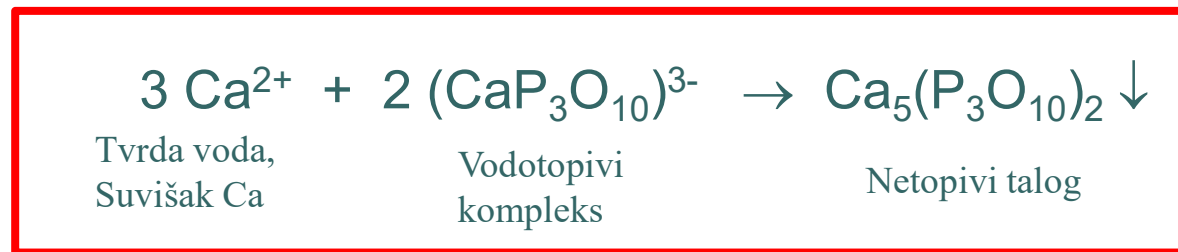
Trifosfat također zbog jake moći vezanja izvlači zemnoalkalijske ione iz nečistoća i na taj način oslabljuje čvrstoću čestica nečistoće (prljavštine) te se one lakše uklanjaju u pranju.

**Peptizacija= suprotan proces koagulaciji*



Dovoljno je da u kupelji bude 1 g/L trifosfata pa da veže 113 mg kalcija u vodotopiv kompleks.

No, potrebno je paziti **da doziranje ne bude premalo** jer u suvišku kalcijevih iona nastaje talog.



To je glavni razlog da trifosfati nisu pogodni za primjenu u kompakt deterdžentima gdje se nastoji količina bildera smanjiti na što manji iznos.

***Kompakt deterdženti** imaju manji volumen i veću koncentraciju aktivnih komponenti.*

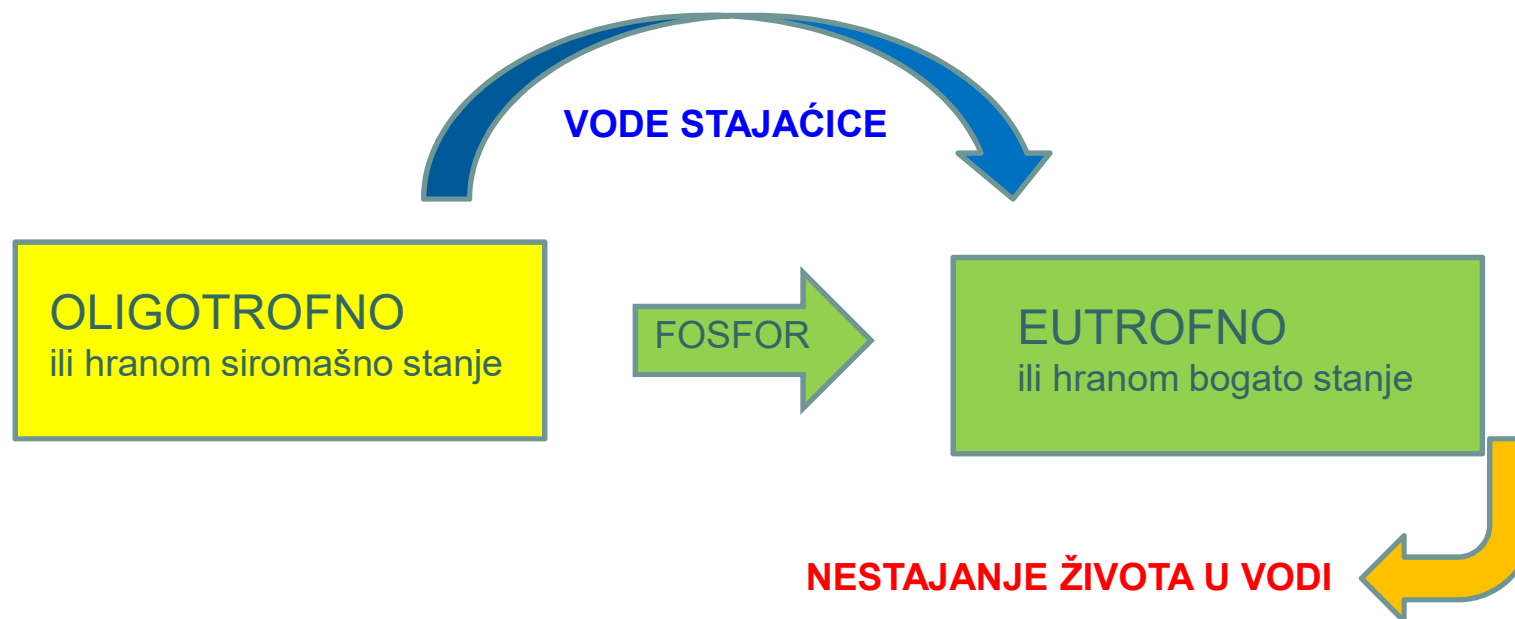
U modernim deterdžentima klasičnog tipa uvijek ima dovoljno trifosfata, pa ako se deterdžent pravilno dozira nema opasnosti od stvaranja taloga u kupelji za pranje.

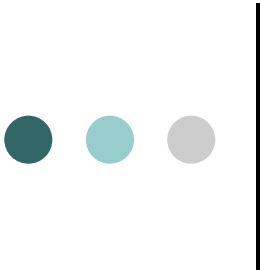


U novije doba pokušalo se trifosfat zamijeniti s drugim bilerima.
U nekim razvijenim zemljama upotreba **trifosfata** u deterdžentima za pranje rublja je **zabranjena**.

Razlog tome je što fosfor uzrokuje eutrofikaciju u vodama stajaćicama tj. uzrokuje prekomjeren rast algi koje troše kisik i prekrivaju površinu vode i sprečavaju dovod kisika. Posljedica toga je **nestajanje života u vodi**.

Fosfor prevodi vode stajaćice iz **oligotrofnog** u **eutrofno** stanje.





No, mora se naglasiti da se potpunom zamjenom fosfata u deterdžentima izbjegava samo trećina fosfata u otpadnim vodama jer ostatak potječe od fosfatnih gnojiva i fekalija viših organizama.

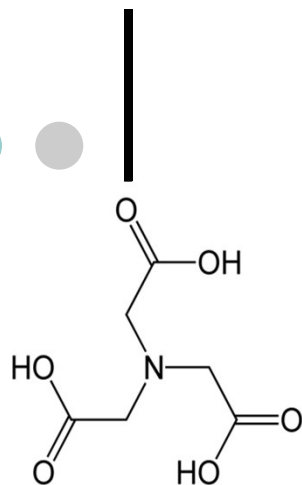
Drugi bilderi koji djeluju na bazi kompleksnog vezanja (sekvestranti) **nisu bili pogodni** da bi s uspjehom u većoj mjeri **zamjenili trifosfat** iako neki od njih imaju i **veću moć kompleksnog vezanja od trifosfata**.

To je zbog toga što je **teško postići masovnu proizvodnju** od nekoliko tisuća tona godišnje, većinom organskih spojeva, koliko je potrebno u svijetu za proizvodnju deterdženata. Osim toga neki spojevi unatoč odličnog kompleksnog vezanja, **ne pokazuju dobru moć pranja**.

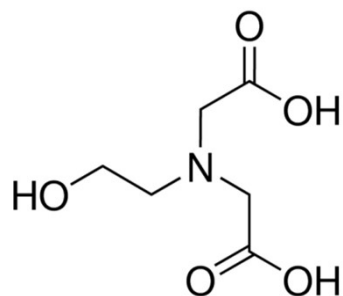
Spojevi koji tvore kemijske komplekse s metalnim ionima nazivaju se:

SEKVESTRANTI

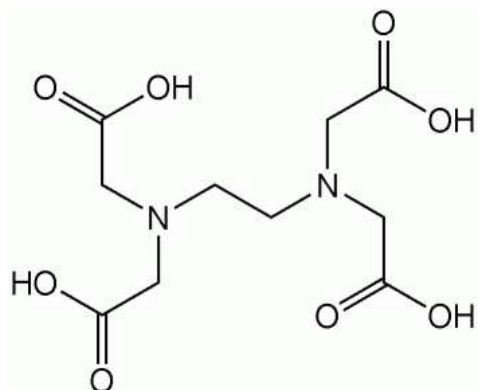
Neki sekvestranti za kompleksno vezanje Ca



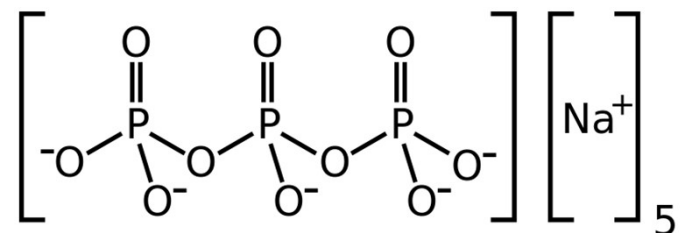
Nitrilotriacetna kiselina (NTA)



N-(-2-hidroksietil)iminodiacetna kiselina
Ili etanol diglicin



Etilendiamintetraoctena kiselina (EDTA)



Natrijev trifosfat

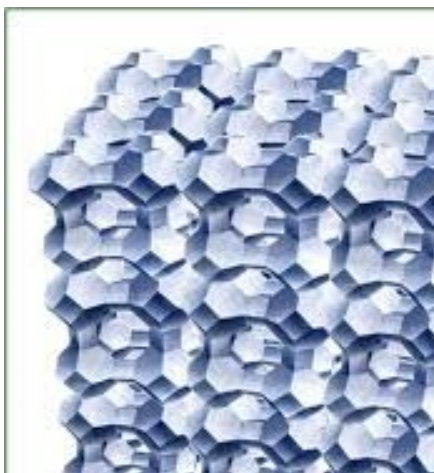
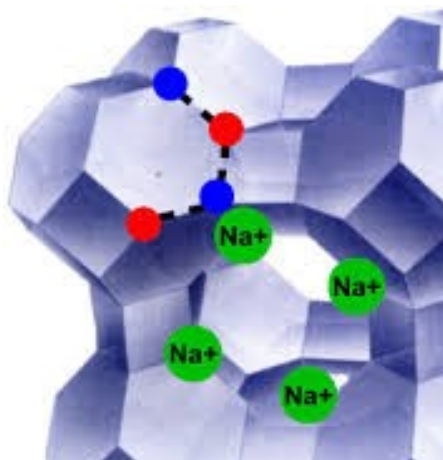


Moć kompleksnog vezanja kalcija nekih sekvestranata

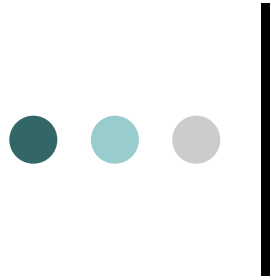
sekvestrant	Sposobnost vezanja kalcija, CaO/g	
	20°C	90°C
Natrijev trifosfat	158	113
Nitilotriocтена kiselina (NTA)	285	202
N-(-2- hidroksietil)iminodioctena kiselina	145	91
Etilendiamintetraoctena kiselina (EDTA)	219	154

Rješenje zamjene trifosfata našlo se je u primjeni bildera **na bazi ionske izmjene**.

Naročito pogodnim pokazao se je netopivi, pravilno kristalinični natrijev alumosilikat i to modifikacija **zeolit 4A**.



Si : Al	mg CaO/
1.00	167-171
1.21	163-164
1.28	161-163
1.46	143-145



ZEOLIT 4A:

- ima veliku unutarnju površinu s finim zrnima prosječnog promjera 4 μm
- prednost mu je u pranju šarenih tekstilija jer apsorbira bojila i time sprečava njihov prijelaz iz obojenih na nebojene dijelove
- prednost mu je za primjenu u kompakt deterdžentima gdje trifosfat nije prikladan



Brzina izmjene iona na zeolitu ovisi o:

- Veličini iona
- Stupnju hidratacije iona

Ionska izmjena natrijevih iona u zeolitu s kalcijevim i magnezijevim ionima iz vode

Zeolit veže kalcijeve i magnezijeve ione , a također i ione bakra, olova, cinka i dr.

Izmjena magnezijevih iona ide polaganije, jer je jače hidratiziran, pa teže ulazi u kristalnu rešetku, no na višoj temperaturi izmjena se ubrza, jer se hidratna ljuska oko magnezijevih iona, zbog pojačanog pokretanja molekula vode, razgrađuje.



Ionska izmjena zeolitima odvija se u heterogenoj fazi, pa je potrebno u deterdžent dodati i specijalni **nosač (kobilder)** koji kompleksno veže kalcijeve i magnezijeve ione i prenosi ih na zeolit.



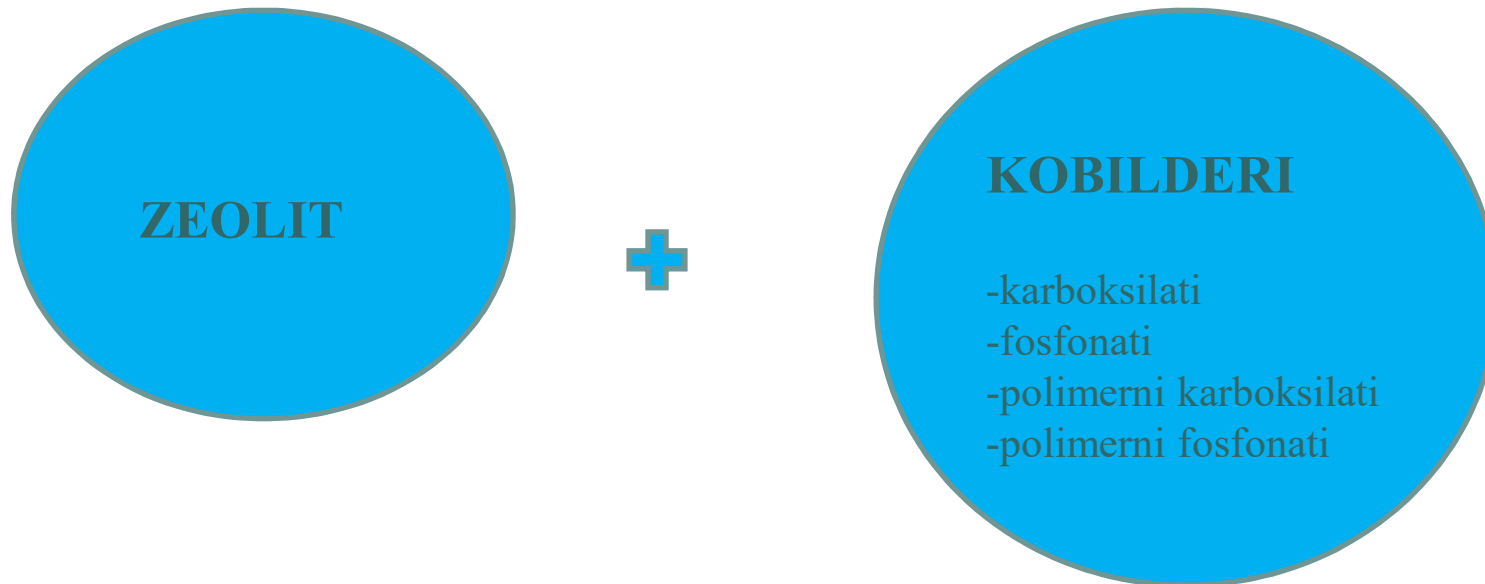
Carrier ili nosač efekt

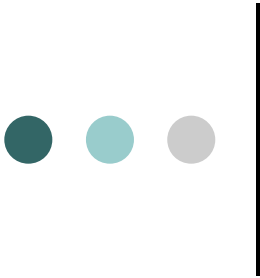
Proces ide kako slijedi:

- Sorpcija nosača (kobildera) na graničnu površinu tekstilno vlakno/nečistoća
- Kompleksno vezanje kalcijevih i magnezijevih iona
- Transport kroz kupelj na površinu zeolita
- Ionska izmjena natrijevih iona u zeolitu s kalcijevim i magnezijevim ionima



Uz zeolit dodaju se i kobilderi. Najčešće su to karboksilati i fosfonati, a dobrim su se pokazali i makromolekulski; polimerni karboksilati i fosfonati .





Danas svjetski kapaciteti proizvodnje **zeolita A** iznose preko 1 milijun tona godišnje. No, u posljednje vrijeme pojavljuju se **prigovori** da se u otpadnim vodama velikih gradova zbog velike potrošnje nagomilavaju talozi netopivih aluminosilikata tj. zeolita.

Soda (Na_2CO_3) je biler koji se najviše primjenjuje u svijetu, a može se koristiti i u kombinaciji sa zeolitom i trifosfatom.

Potrošnja trifosfata je još uvijek veća nego potrošnja zeolita.

Svjetska potrošnja važnijih bilera u praškastim deterdžentima u 2001. god.

Potrošnja bilera, 10^3 t	
Trifosfat	1500
Zeolit	1250
Soda	2700



KEMIJSKA BJELILA

Postoji čitav niz prljavština koje se mogu tek djelomično ukloniti u pranju pod utjecajem **tenzida i bildera**, jer nakon pranja one zaostaju kao više ili manje uočljive mrlje.

Takve se prljavštine mogu uspješno ukloniti **kemijskim oksidacijskim bijeljenjem** pri čemu se razaraju kromofori obojenih spojeva.

Reduktivno bijeljenje ne dolazi u obzir, jer bi se nakon takvog postupka ponovno oksidacijom na zraku vratile obojene mrlje.

KEMIJSKO OKSIDACIJSKO
BJELJENJE

~~REDUKTIVNO BJELJENJE~~

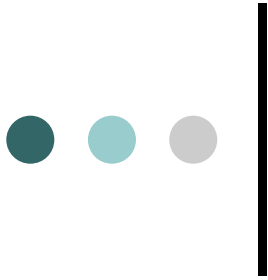


Efekt bijeljenja ovisi o slijedećim faktorima:

- vrsti i koncentraciji bjelila
 - vremenu obrade
 - temperaturi pranja
 - vrsti prljavštine

Primjeri obojenih prljavština

OBOJENE PRLJAVŠTINE		
Bilnog porijekla (polifenolni spojevi)	Kozmetička sredstva	Tjelesne izlučevine
Voće (trešnje, borovnice...)	Ruž za usne	Krv
Povrće (cikla, špinat...)	Boja za kosu	Urin
Kava		Fekalije
Crno vino		



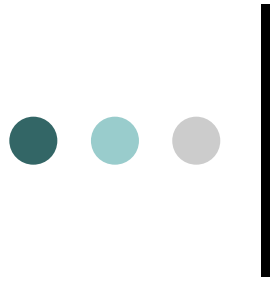
Kao sredstvo za bijeljenje u Europi se u deterdžentima najčešće koristi **natrijev perborat**, $\text{NaBO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, bijeli kristalni prah

Perborat u vodi u alkalnom mediju oslobađa vodikov peroksid, koji prelazi u perhidroksil anion koji izbjeljuje.



Perhidroksil anion

Koncentracija aktivnog perhidroksil aniona raste s pH i temperaturom
Značajniji efekti bijeljenja postižu se tek na temperaturama **iznad 60°C**.



U deterdžentima u zemljama gdje se pere **na nižim temperaturama** koristi se kao izbjeljivač **natrijev hipoklorit, NaOCl**.

Iz hipoklorita se oslobađa **hipoklorasta kiselina, HOCl, koja bijeli**.



U Europi se hipokloriti koriste uglavnom u industrijskim praonicama.

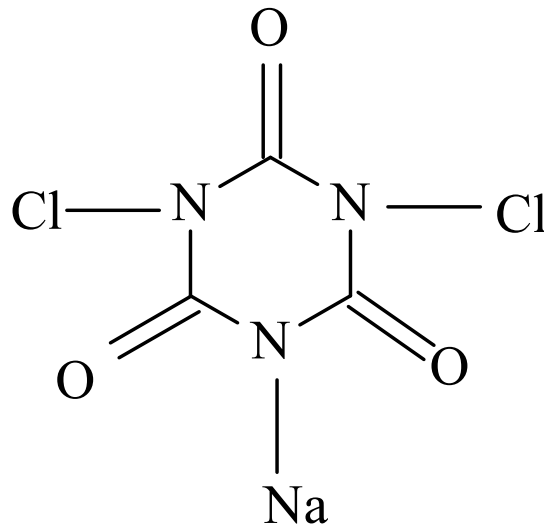


Usporedba perborata i hipoklorita

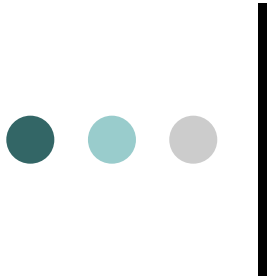
perborat	hipoklorit
<ul style="list-style-type: none">-može se dodavati u praške za pranje-ne oštećuje tekstilije	<ul style="list-style-type: none">-veća moć izbjeljivanja u odnosu na perborat, pa se bolje uklanjaju jako obojene prljavštine-dodaje se odvojeno u kupelj za pranje ili bijeljenje-kod nepravilnog doziranja može jako oštetiti vlakna i izbljediti obojene tkanine-može djelomično razoriti optička bjelila u kupelji za pranje-ekološki nepovoljan i nestabilan

Umjesto hipoklorita mogu se u kupelj dodati i nosači aktivnog klora, koji hidroliziraju u alkalnim kupeljima i oslobađaju **hipoklorastu kiselinu (HClO)**.

Od takvih spojeva najpoznatiji je natrijev diklorizocijanurat:



natrijev diklorizocijanurat



U novije vrijeme u upotrebu se pokušavaju uvesti **perkarbonati**.

Oni su vrlo efikasni i ekološki prihvatljiviji od perborata, jer se **raspadaju na vodik i kisik**.

Osjetljivi su na vlagu, pa granule treba presvući zaštitnim slojem što poskupljuje proizvodnju.

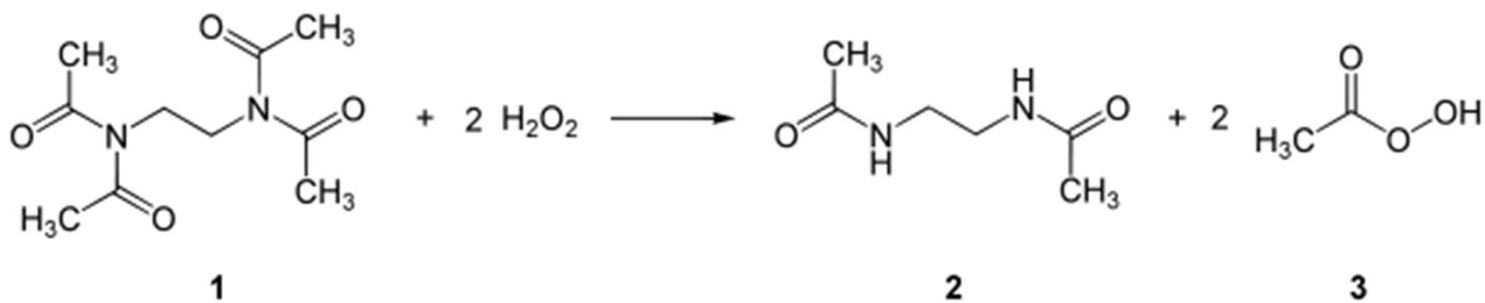


AKTIVATORI BIJELJENJA

- Za postizanje dobre bjeline natrijevim perboratom na temperaturama pranja ispod 60°, primjenjuju se **aktivatori bijeljenja**.
- To su sredstva za aciliranje koja u kupeljima za pranje u pH području između pH 9 i pH 12 u prisutnosti vodikovog peroksida **tvore organske perkiseline**.
- Organske perkiseline u usporedbi s vodikovim peroksidom imaju viši oksidacijski potencijal i na nižim temperaturama daju dobre učinke bijeljenja.
- Perkiseline koje se razvijaju tijekom procesa pranja manje su agresivne prema vlaknima i optičkim bjelilima od natrijevog hipoklorita.
- Direktna primjena perkiselina u deterdžentima za sada još nije moguća zbog njihove slabe postojanosti na odležavanje.



Kao aktivator bijeljenja danas se najčešće upotrebljava
tetraacetiletilendiamin (TAED)



Tetraacetiletilendiamin
TAED

Diacetiletilendiamin
DAED

Peroksi kiselina
(peroctena kiselina)

Izbjeljivačko sredstvo



STABILIZATORI BIJELJENJA

Zbog oslobađanja vodikovog peroksida pri bijeljenju, moguće je da pod **utjecajem tragova teških metala** dođe do neželjenih posljedica.



Oksidi i ioni željeza i bakra mogu uzrokovati katalitički nekontrolirani brzi raspad peroksida i kod pranja na višim temperaturama može doći do **lokalnog oštećenja vlakna, a dio peroksida se gubi bez da bijeli.**

Posljedica toga je **slaba bjelina i pad čvrstoće tekstila.**



Zbog toga se u deterdžente uz perborat dodaje i **stabilizator.**



Stabilizatori koji se koriste i njihovo djelovanje:

Magnezijev silikat

-adsorbira ione i okside teških metala i tako ublažava njihovo djelovanje

Sekvestranti

-imaju svojstvo kompleksnog vezanja metalnih iona

-osobito dobri efekti postižu se kombiniranim djelovanjem s magnezijevim silikatom

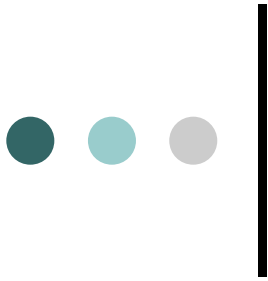


INHIBITORI KOROZIJE

Dodaju se u deterdženete da bi se zaštili dijelovi perilice koji se sastoje od aluminijskih legura, jer je aluminij jako osjetljiv na vruće alkalne kupelji. U modernim perilicama se izbjegava upotreba aluminijskih legura.

Najčešći inhibitor korozije je **vodeno staklo** = natrijev silikat, $3\text{Na}_2\text{O} \times 2\text{SiO}_2$

Vodeno staklo se u koloidalnom obliku za vrijeme pranje raspoređuje na metalnoj površini i tako je štiti od djelovanja hidroksidnih iona; a također pomaže i u stabilizaciji vodikovog peroksida



OPTIČKA BJELILA

Optička bjelila dodaju se u deterdžente sa svrhom **povećanja bjeline u pranju**.

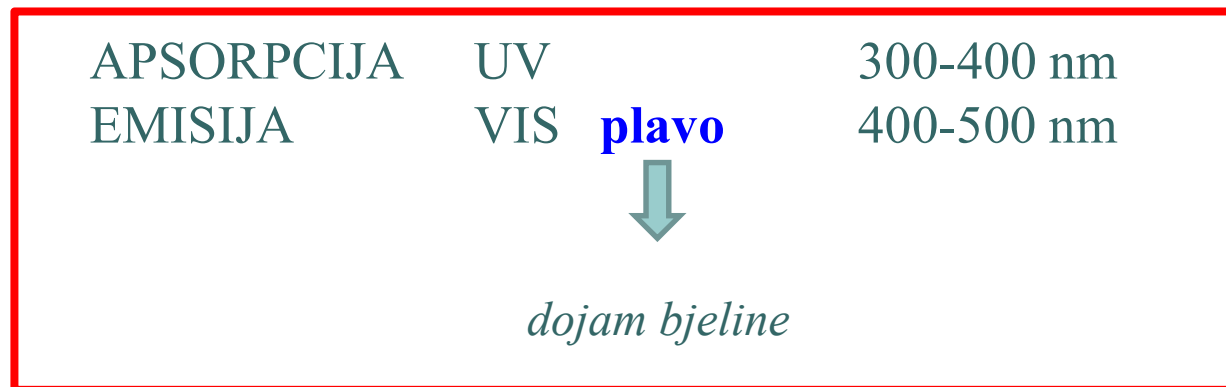
Osim toga optička bjelila dodana u deterdžent moraju **prekriti lagani sivi ton** do kojeg dolazi u pranju zbog prijelaza tragova najfinijih čestica prljavština sa zaprljanih mjesta na čišća mjesta u tekstilijama **unatoč suprotnom djelovanju tenzida, bildera i nosilaca prljavština** (redepozicija prljavština, *soil redeposition*)

Optička bjelila se također nanose na vlakna i u procesu oplemenjivanja tekstila, no gube se tijekom pranja i nošenja, stoga ih nadoknađuju ona u sastavu deterdženata.



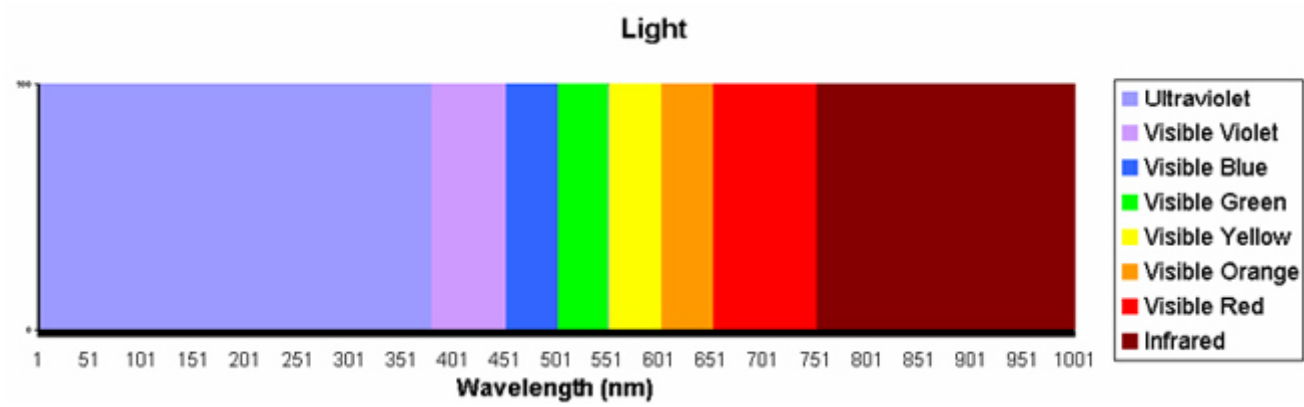
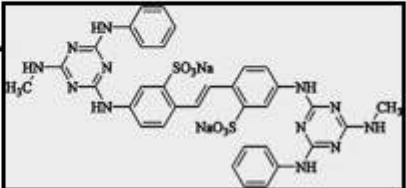
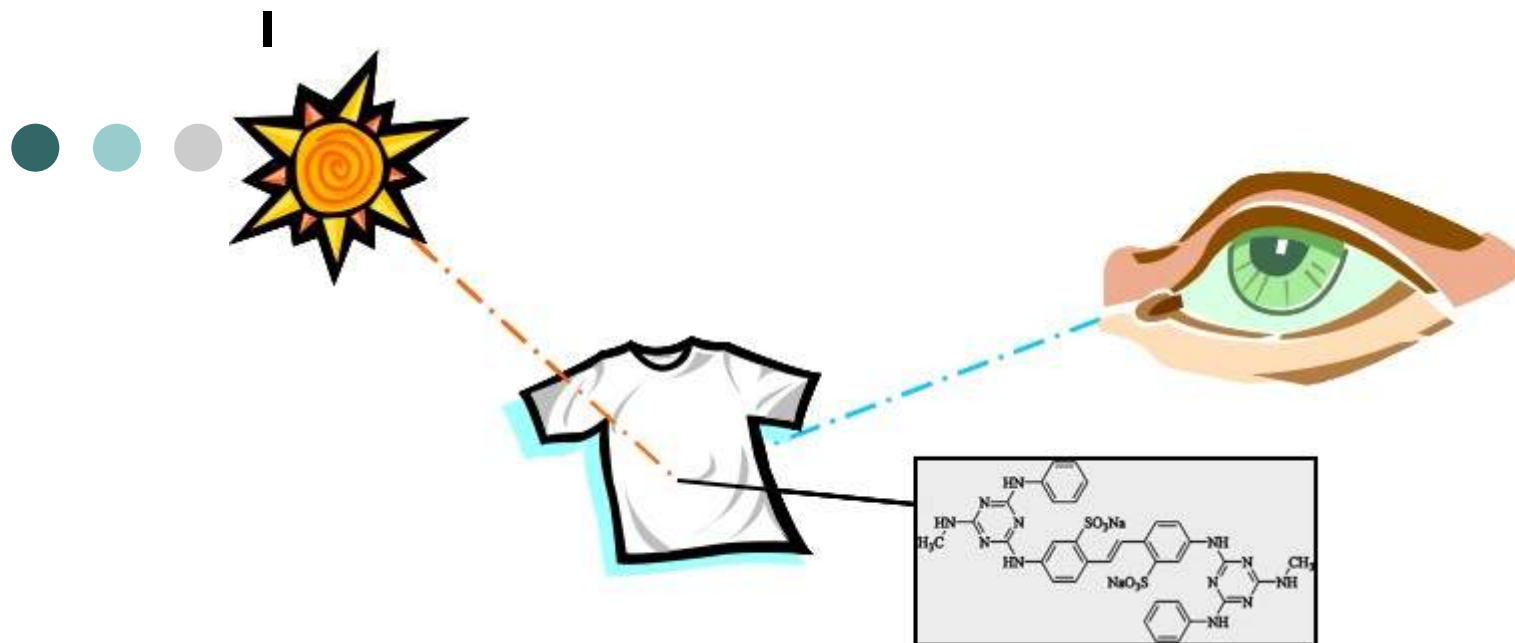
Optička bjelila su specijalna vrsta fluorescentnih bojila.

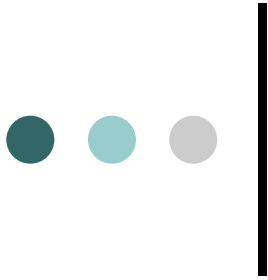
Nanesena na bijeli tekstilni materijal, papir i sl. apsorbiraju za ljudsko oko nevidljivo ultraljubičasto svjetlo valnih duljina 300-400 nm i gotovo istodobno emitiraju vidljivo svjetlo valnih duljina 400-500 nm u plavom dijelu spektra.



Emisijom plavog svijetla stvara se čisto optičkim učinkom dojam idealne bjeline i briljantnosti.

Optička bjelila se u pravilu dodaju u univerzalne deterdžente u količinama od 0,015 do 0,2 %. Dodatak prevelikih količina optičkih bjelila u deterdžent može u kasnijim pranjima, zbog akumulacije, uzrokovati smanjivanje stupnja bjeline.



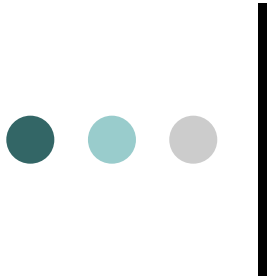


U deterdžentima se najviše primjenjuju optička bjelila za **celulozna vlakna** što je i najvažnije, jer više od **50 %** tekstilija koje se peru je od celuloznih vlakana.

Najčešće su to **derivati stilbena** koji mogu istovremeno optički bijeliti **poliamid, vunu i svilu**.

U kombinaciji sa stilbenskim derivatima vrlo su povoljni **derivati bifenila**, koji se dobro vežu na vlakno već na nižim temperaturama. U kombinaciju se mogu dodati i optička bjelila za **poliamid (pirazolonski derivati)** koja istovremeno imaju efekte na **vuni, svili i acetatnim vlaknima, akrilu**.

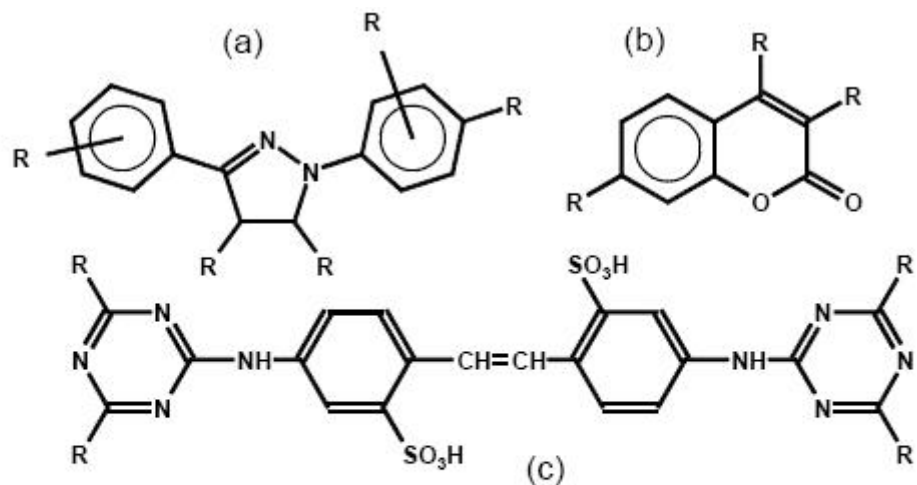
Za **poliesterska i polipropilenska vlakna**, zbog njihove hidrofobnosti i zatvorene strukture, teško je naći odgovarajuća optička bjelila koja bi efektivno prelazila na vlakna na temperaturi pranja. No, srećom su optička bjelila koja se primjenjuju za poliester u procesu oplemenjivanja tekstila, visokih postojanosti na svjetlo i pranje, pa su djelotvorna na vlaknu i nakon dulje upotrebe.



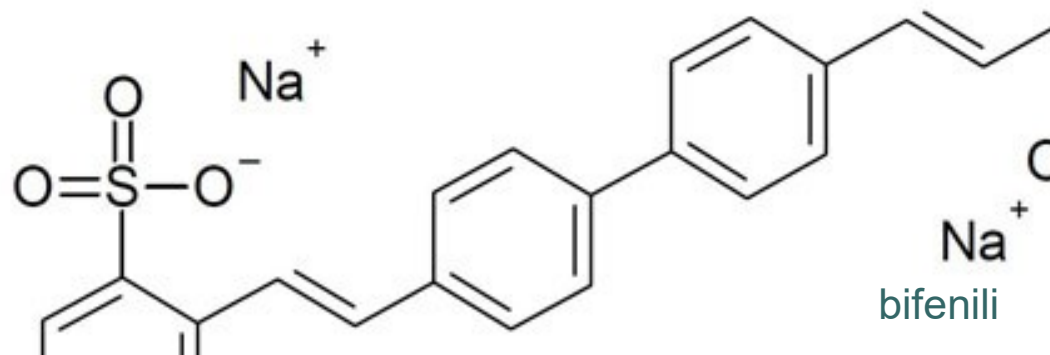
Najčešće upotrebljavana optička bjelila u deterdžentima:

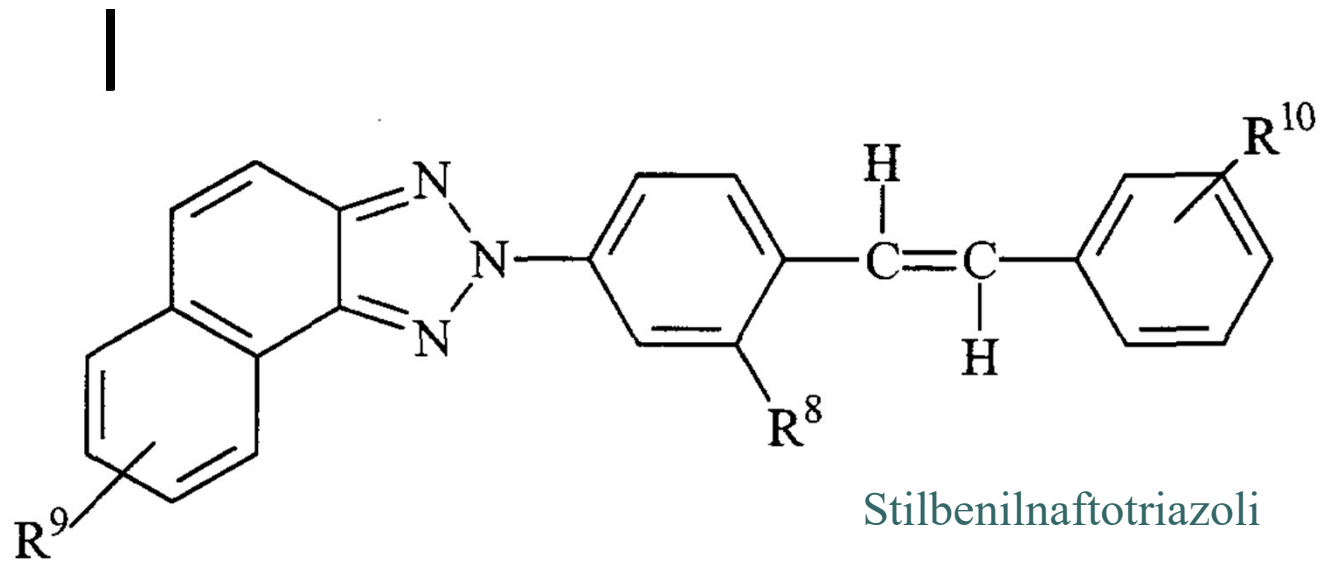
- Natrijeve soli 4,4 bis-triazinil amino stilben 2,2 disulfonske kiseline
- Stilbenilnaftotriazoli
- 4,4 Bis (stiril) bifenili
- Pirazoloni

Primjeri kemijskih struktura nekih optičkih bjelila



(a) Diphenyl pyrazolines (b) Coumarins (c) Stilbenes





Optičko bijeljenje u pranju vrlo je slično bojanju iz kupelji.

Kod tekstilija od celuloznih vlakna optička se bjelila vežu na vlakno poput supstantivnih bojlila preko vodikovih veza.



ENZIMI

Masovna primjena enzima u deterdžentima počinje 1967. god.

Proizvodnja enzima

Enzimi nastaju kao produkt izmjene tvari određenih sojeva bakterija. Dobivaju se složenim postupkom izdvajanja i čišćenja.

Podloge za rast bakterija su škrob i polisaharidi koji su obnovljive sirovine, a otpad iz proizvodnje enzima koristi se kao gnojivo.

Kemijski sastav enzima

Enzimi se sastoje se od velikog broja aminokiselina.

Enzimi su organski, topivi biokatalizatori koje proizvode živi organizmi, a mogu djelovati na za njih specifičnom supstratu. Imaju visoku katalitičku aktivnost već na niskim koncentracijama i na relativno niskim temperaturama.



Primjena enzima u deterdžentima

Prvi prijedlozi za primjenu enzima u deterdžentima proizašli su iz patenta **Otta Röhma 1913. god.**

On je predložio korištenje enzima dobivenih iz klaoničkih ostataka žlijezde pankreasa (gušterače) za uklanjanje **mrlja od bjelančevina** koje se teško mogu oprati tenzidima i bilderima, a ne može ih se kemijski izbjeliti.

To su npr. mrlje od **kakaa, kave, umaka od pečenja, krvi, trave** i sl.

Enzimi dobiveni iz žlijezde pankreasa nisu bili postojani na dulje odležavanje, a niti na uvjete pranja univerzalnim deterdžentima. Zbog toga su našli primjenu u sredstvima za namakanje i predpranje.

Tek pronalaskom postupaka za proizvodnju bakterijskih enzima počela je njihova masovna proizvodnja i primjena.



Svojstva bakterijskih enzima u deterdžentima

Bakterijski enzimi su **postojani na odležavanje**. U deterdžentima njihova puna aktivnost ostaje sačuvana preko godinu dana, a djelotvorni su i nakon **nekoliko godina**.

U pranju su djelotvorni na:

- temperaturama **do 65°C i višim**
- uz optimalni **pH 8 - 11**

Djelovanje im je vrlo **brzo** i maksimum se postiže nakon **20-30 min**.

Prednost im je što su djelotvorni u **malim količinama**.
Ne oštećuju vlakna.

Biorazgradivi su, pa su **ekološki prihvatljivi**.

Djelotvorni su i na **nižim** temperaturama čime se postiže **ušteta energije**.

Uglavnom se koriste u **praškastim deterdžentima**, jer se u tekućim teško mogu stabilizirati.

Vrste enzima u deterdžentima

PROTEAZE	AMILAZE	CELULAZE	LIPAZE
<p>Prvo primjenjivani enzimi; od 1967.</p> <p>Razaraju bjelančevine ili proteine</p> <p>Npr. krv, jaja, mlijeko, trava</p>	<p>Koriste se od 1975.</p> <p>Uklanjaju prljavštine koje sadrže ugljikohidrate</p> <p>Npr. škrob, tjestenina, čokolada, sokovi tj. tipične mrlje od hrane</p>	<p>Koriste se od 1985.; u svim su kompaktnim deterdžentima</p> <p>Uklanjaju prljavštine, osvježavaju boje, uklanjaju površinske dlačice s pamučnih materijala</p> <p>Djeluju kao omekšivač, specifično samo na one dijelove koji strše iz pređe i uzrokuju grubost materijala (na oštećena vlakna)- razaraju celulozne fibrile</p>	<p>Koriste se od 1987.</p> <p>Razgrađuju trigliceride tj. masne mrlje u hidrofилnije koje se lakše uklanjaju</p> <p>Niski sadržaj vode u materijalu pogoduje djelovanju; enzim je aktivniji za vrijeme sušenja nego u samom procesu pranja</p>



Prednosti enzima kao dodataka deterdžentima

- Višestruko se smanjuje potrebna količina drugih aktivnih tvari i postiže bolji učinak pranja
- Smanjuju se ukupni troškovi
- Snižava se temperatura pranja
- Smanjuje se onečišćenje okoliša
- Zamjenjuju agresivne kemikalije
- Sigurni su i jednostavni u primjeni



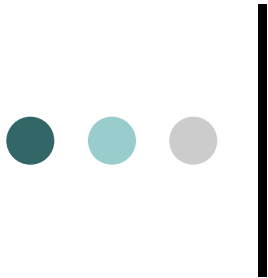
INHIBITORI POSIVLJENJA

Prljavštine skinute s tekstilija ostaju dispergirane i emulgirane u kupelji za pranje. Vrlo je važno da se tijekom pranja **ponovno ne istalože** na materijal koji se pere.

To se može dogoditi ako je sastav deterdženta neadekvatan, jer tenzidi i bilderi ne mogu sve vrijeme pranja zadržati prljavštine u kupelji.

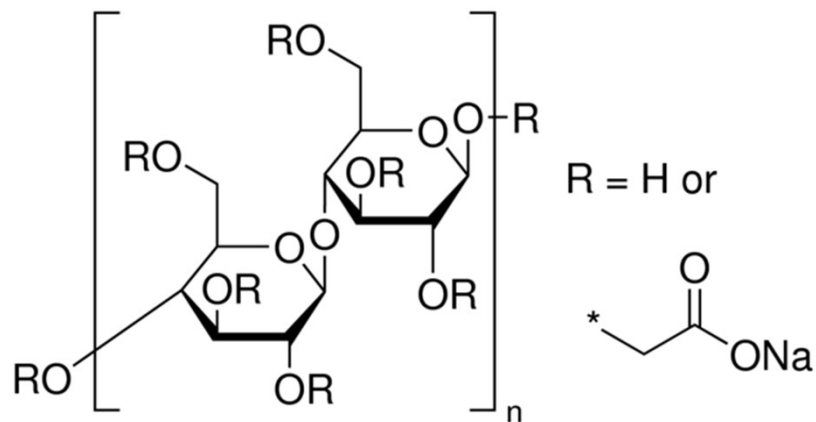
Zbog toga postoji opasnost da se kroz više pranja nataloži prljavština po cijeloj površini prane tekstilije što uzrokuje **posivljenje**, koje se naknadno vrlo teško uklanja.

Da bi se spriječilo ponovno taloženje prljavštine tj. posivljenje u deterdžente se dodaju **nosači prljavštine**.



Kao nosač prljavštine najčešće se koriste derivati celuloze od kojih je najpoznatiji **karboksimetilceluloza (CMC)**.

CMC vrlo je djelotvorna za sprečavanje posivljenja **celuloznih tkanina**.



Natrijeva karboksimetilceluloza



Mehanizam djelovanja CMC

Prljavštine skinute s vlakna ne mogu se ponovno vezati na vlakno zbog adsorpcije CMC na površinu vlakna



U prvoj fazi ispiranja prvo se uklanjaju prljavštine

U drugoj fazi ispiranja kida se veza CMC-vlakno



Da bi nosilac prljavštine bio efikasan mora biti kemijski srodan vlaknu koje se pere, kako bi se privremeno vezao na vlakno.

CMC se slabo veže na sintetska vlakna i zbog toga je slabo djelotvorna za sprečavanje posivljenja sintetskih vlakana, pa se uz nju dodaju u deterdžente hidrofilni oligomeri poliestera.

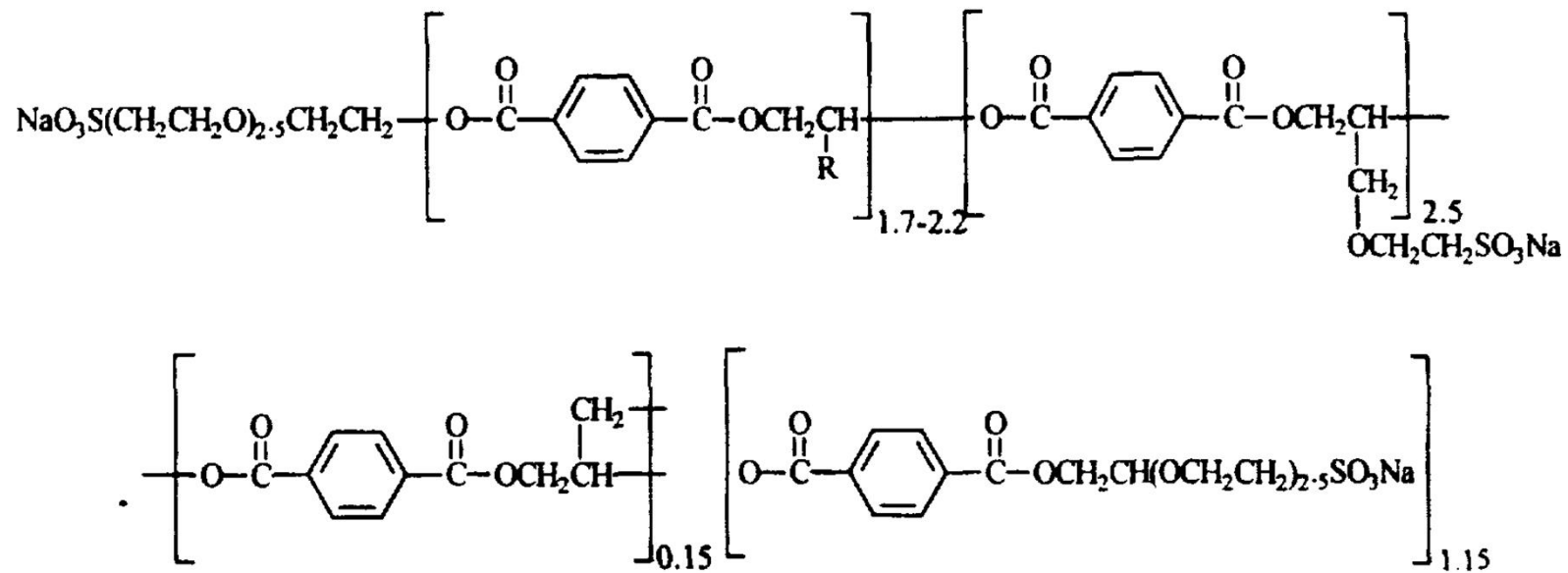
Ova vrsta specijalnih polimera (**SRP = *Soil Release Polymers***) osobito je djelotvorna kod uklanjanja masnih mrlja s poliesterskih vlakana.

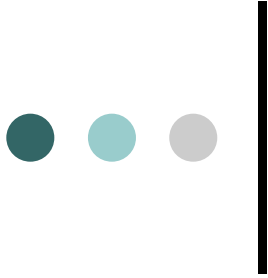
Mehanizam djelovanja SRP

SRP se za vrijeme procesa pranja adsorbiraju na površinu vlakna stvarajući hidrofilni film i na taj način se ne dopušta preseljavanje prljavština skinutih sa prljavih na čista mjesta tj. sprečava se redepozicija prljavštine (*soil redeposition*)

Nakon pranja ovi polimeri **ostaju na vlaknu** i ne dopuštaju masnim prljavštinama čvrsto vezanje na vlakno i pa se one lakše uklanjaju u pranju.

Primjer kemijske strukture jednog od polimera, SRP, koji se koristi kao nosilac prljavštine u deterdžentima





REGULATORI PJENE

Nekada je pjena u kupelji bila znak da se u kupelji može dobro prati.

To je vrijedilo stoljećima kada se je pralo **sapunom i alkalijama**.

Pjena je bila siguran znak da u kupelji ima aktivnog sapuna kojim se mogu prati tekstilije. Naime, sapun koji je reagirao s kalcijem ili magnezijem iz vode prešao je u neaktivni spoj koji se nije pjenio i gubio je moć pranja.

Prvi deterdženti koji su bili za ručno pranje ili pranje u loncu su također davali jaku pjenu.

No, pojavom perilica pjenjenje deterdženata uzrokovalo je probleme iz čega je proizašla potreba za proizvodnjom deterdženata koji se tijekom pranja ne pjene.

Dokazano je i da pjena nema nikakav učinak na efekte pranja deterdžentima.



Zbog toga se prišlo proizvodnji deterdženata sa **slabom pjenom** koja se prigušivala uz pomoć posebnih dodataka.

Prvi deterdžent s minimalnom pjenom bio je „Dixan” proizveden 1957. god.

Premda su prvi deterdženti s jako prigušenom pjenom imali dobru moć pranja, ipak se je uvidjelo da je poželjno da deterdženti razvijaju **umjerenu pjenu**. To su **deterdženti s reguliranom pjenom**.

Zašto? Zna se da pjena nema utjecaj na učinak pranja.



U stroju djeluje kao neki ublaživač mehanike miješanja kupelji; to je naročito važno kod pranja osjetljivih tkanina, jer se time smanjuje gužvanje i oštećenja tkanine

Pri ručnom pranju pjena ima psihološki povoljan učinak



Reguliranje pjene

Problem je pri primjeni tenzida koji imaju svojstvo jakog pjenjenja i tvore stabilnu pjenu.

Regulatori pjene moraju biti slabo topivi u vodi.

Mehanizam njihova djelovanja može se tumačiti time da potiskuje molekule tenzida s granične površine i tko oslabljuju čvrstoću lamela pjene i razbijaju ih.

Kao regulatori pjene koriste se:

- **sapuni**
- **silikonska ulja modificirana silicijevom kiselinom**



1) Sapuni kao regulatori pjene

Koriste se sapuni sa širokom raspodjelom ugljikovodičnih lanaca; C_{12} - C_{22}
Najčešće natrijev behemat.

Njihova djelotvornost ovisi o više čimbenika:

➤ O vrsti tenzida

- djelotvorni su za alkilbenzensulfonate i masni alkohol poliglikol etere, a manje djelotvorni za druge anionske tenzide

➤ O tvrdoći vode tj. o koncentraciji kalcijevih i magnezijevih iona

- reguliranje pjene sapunima temelji na nastajanju netopivih kalcijevih i magnezijevih sapuna tijekom pranja pri čemu se kalcij dobiva iz tvrde vode i nečistoća iz tekstilija. Ako voda nije dosta tvrda ili ako se peru slabo zaprljane tekstilije mogu nastati poteškoće s pjenom



➤ O vrsti bildera

- bilderi ne smiju imati jako visoku moć vezanja kalcija. Trifosfat i zeolit A imaju npr. umjereno visoku moć vezanja kalcija, pa može nastati dovoljna količina netopivih kalcijevih sapuna za prigušivanje pjene;

nasuprot tome neki organski sekvestranti kao npr. nitrilotriocetna kiselina, NTA, imaju visoku moć vezanja kalcija, pa je potrebno primjeniti druge regulatore pjene

2) Silikonska ulja modificirana silicijevom kiselinom kao regulatori pjene

Vrlo su djelotvorni, jer imaju univerzalnu primjenu, neovisno o tvrdoći vode i o vrsti tenzida i bildera.



ANTIMIKROBNE TVARI

U novije vrijeme se nastoji, zbog uštete energije prati tekstilije na što nižoj temperaturi.

Neke tekstilije se ne mogu prati iznad određene temperature, jer bi se oštetile ili izgužvale.

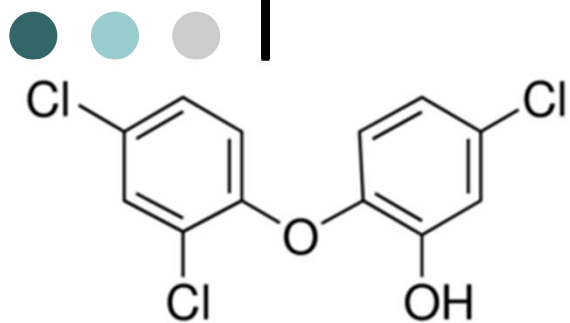
U takvim uvjetima nema **termodezinfekcije**, kao pri pranju na temperaturi kuhanja ili temperaturama iznad 70°C.

Zbog toga postoji potreba da se u deterdžente dodaju antimikrobne tvari.

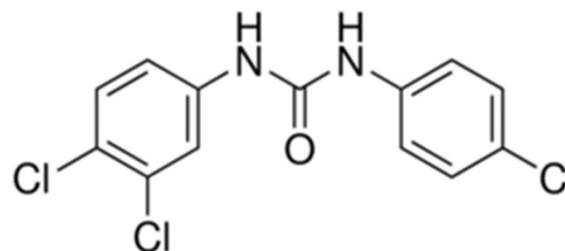
Antimikrobne tvari

- sprečavaju mogućnost inficiranja rublja pri pranju na nižim temperaturama
- to su **kvaterne amonijeve baze, spojevi koji otpuštaju klor, derivati fenola i sl.**

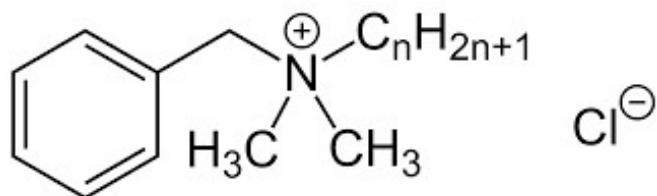
Neki spojevi s antimikrobnim djelovanjem



Irgasan



Triklorkarbanilid



$n = 8, 10, 12, 14, 16, 18$ *Zephirol*

Kao antimikrobne tvari tj. dezinfekcijska sredstva djeluju i aktivatori bijeljenja, koji u prisutnosti peroksida razvijaju perkiseline; npr. TAED



OMEKŠIVAČI

Omekšivači se **ne dodaju** (ili rijetko) **u deterdžente**.

Kationski tenzidi sa svrhom omekšivača, osim nekih iznimaka, se ne smiju dodati u deterdžente jer bi se s anionskim tenzidima vezali u elektroneutralne soli koje bi se taložile u kupelji za pranje.

Određeni efekti omekšivanja mogu se dobiti korištenjem derivata viših masnih kiselina i voskova.

Neki deterdženti za pranje vune ne sadrže anionske tenzide, a uz neionske tenzide sadrže i manje količine kationskih tenzida koji se djelomično vežu za vlakno i djeluju kao omekšivači.

Efekat omekšavanja tekstila postiže se dodatkom kationskih tenzida u zadnju kupelj za ispiranja.



MIRISI

Mirisi su važni sastojci deterdženata.

Dodaju se u deterdžente u malim količinama; ispod 1 %

Skupe su komponente deterdženata i često kombinirani od više različitih spojeva **prirodnih ili sintetskih**.

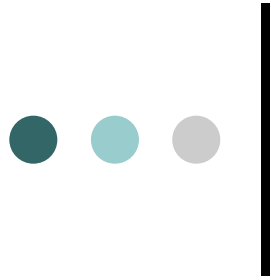
Zahtjevi koje moraju zadovoljiti:

- postojanost na odležavanje
- postojanost na ostale sastojke deterdženata s kojima ne smiju reagirati
- ne smiju biti suviše hlapivi
- ne smiju mijenjati boju deterdženta



Uloga mirisa

- Dodaju se iz marketinških razloga, jer miris sugestivno privlači kupca
- Tijekom pranja prekrivaju neugodan zadah lužine i masnoće
- Dodaju se da oprano rublje ima miris svježine, što je naročito važno ukoliko se naknadno ne omekšava



BOJILA

U novije vrijeme se prašcima daje lijepši izgled i posebnost tako da im se dodaju **obojena zrnca**.

Zrnca su karakteristična za pojedine deterdžente, a obično su **plava, zelena ili ružičasta**.

Često ta bojila povećavaju bjelinu rublja u pranju, jer **djeluju kao plavila**, pa ih nazivamo i **zrncima bjeline**.

Na tržištu ima i **praškastih deterdženata** bez obojenih zrnaca. **Tekući deterdženti** su svi obojeni.

Za izbor bojila važni su slijedeći kriteriji:

- Stabilnost na odležavanje i svjetlo
- Podnošljivost sa svim sastojcima deterdženata
- Nikakav izrazit supstantivitet na vlakno



PUNILA I POMOĆNA SREDSTVA

Kao **punila u praškaste deterdžente** se dodaju anorganske soli; najčešće natrijev sulfat ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$)

Punila nemaju nikakvu ulogu u pranju.

Punila daju **bolju sipkost deterdžentu**, da se lakše dozira.

Moraju imati dobru topivost i ne smiju se grudvati ni kod različitih vlažnosti zraka; ne smiju stvarati prašinu.

Predstavljaju određeno opterećenje za okoliš, pa se njihova količina u deterdžentima nastoji što više smanjiti.

U posljednje vrijeme proizvode se **kompakt deterdženti koji ne sadrže punila**, nego više aktivnih tvari.



Za konfekcioniranje **tekućih deterdženata** dodaju se **pomoćna sredstva**.

Najvažnije su **hidrotropne tvari** koje omogućuju otapanje i miješanje raznih sastojaka deterdženta u vodenom mediju.

Također, sprečavaju da kod temperaturnih razlika ne dođe do taloženja pojedinih komponenata.

Kao pomoćna sredstva u tekućim deterdžentima koriste se:

- Kratkolančani alkilbenzeni (toluen sulfonat)
- Urea
- Niži alkoholi (etanol, izopropanol)
- Polietilen glikol



SASTAV DETERDŽENATA

Deterdženti za pranje tekstilija mogu se podijeliti u tri glavne grupe:

- Deterdženti za univerzalno pranje
- Deterdženti sa specijalnom namjenom
- Pomoćna sredstva za pranje

Proizvode se u praškastom i tekućem obliku, a pomoćna sredstva često kao paste.

Sastav tipičnog univerzalnog deterdženta za pranje

Sastojak	Maseni udio, %
Anionski tenzid (LAS)	5-10
Neionski tenzid (alkilpoliglikol eter)	0-6
Sapun	0-8
Bilder (natrijev trifosfat ili kombinacija zeolit i polikarboksilat), soda	30-50
Kemijsko bjelilo (natrijev perborat)	10-25
Aktivator bijeljenja (TAED, NOBS)	0-3
Stabilizator bijeljenja (magnezijev silikat)	0-5
Inhibitor korozije (vodeno staklo)	5-10
Optičko bjelilo	0,1-0,5
Nosilac prljavštine (CMC)	1-3
Enzimi	0-2
Punila ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$)	5-25
Ostali dodaci: regulator pjene, miris, bojilo	3-12