

NOMENKLATURA I TERMINOLOGIJA iz područja polimera i polimernih materijala

NAZIVLJE ZA POVRATIVO-DEAKTIVACIJSKU RADIKALSKU POLIMERIZACIJU PRETHODNO NAZIVANU “KONTROLIRANA” RADIKALSKA ILI “ŽIVUĆA” RADIKALSKA POLIMERIZACIJA

Preporuke IUPAC 2010.
Preporuke HDKI i HKD 2012.

Prevela:
ELVIRA VIDOVIĆ

Recenzenti:
JELENA MACAN
ANTE JUKIĆ
MARKO ROGOŠIĆ

HDKI / Kemija u industriji
Zagreb 2012.

SADRŽAJ

1. Uvod	297
2. Temeljne definicije	298
3. Definicije vrsta polimerizacija	300
4. Definicije povezanih naziva	300
5. Članstvo u pokroviteljskim tijelima	301
Literatura.	301

Međunarodna unija za čistu
i primijenjenu kemiju (IUPAC)
Odjel za polimere
Pododbor za nazivlje polimera*

KUI – 11/2012
Pripjelo 26. travnja 2011.
Prihvaćeno 3. veljače 2012.

Nomenklatura i terminologija iz područja polimera i polimernih materijala

Nazivlje za povrativo- deaktivacijsku radikalnu polimerizaciju prethodno nazivanu “kontrolirana” radikalna ili “živuća” radikalna polimerizacija**

Preporuke IUPAC 2010.
Preporuke HDKI i HKD 2012.

Pripremila radna skupina:

A. D. Jenkins, R. G. Jones[†] i G. Moad[‡]

Prevela

ELVIRA VIDOVIĆ

Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva
i tehnologije, Marulićev trg 19, 10 000 Zagreb

Sažetak: Ovaj dokument definira pojmove vezane uz moderne postupke radikalne polimerizacije, gdje neki aditivi reagiraju povrativo s radikalima, omogućujući reakcijama poprimanje odlika živućih polimerizacija premda je neizbježno u određenoj mjeri zastupljena i terminacija. U novijoj tehničkoj literaturi za ove se reakcije, osim ostalih, upotrebljavaju i neformalni nazivi, “kontrolirane”, “kontrolirane/živuće”, ili “živuće” polimerizacije. Ne preporučuje se uporaba tih naziva. Uporaba naziva “kontrolirana” dopušta se u slučaju kad je definirana vrsta kontrole prilikom njegova prvog spominjanja, ali puno ime koje se preporučuje za ove polimerizacije je “povrativo-deaktivacijska radikalna polimerizacija”.

* Sponzorsko tijelo: IUPAC-ov odjel za polimere, Pododbor za nazivlje polimera: više detalja na str. 7

** Terminology for reversible-deactivation radical polymerization previously called “controlled” radical or “living” radical polymerization (IUPAC Recommendations 2010), *Pure Appl. Chem.* **82** (2) (2010) 483–491; doi:10.1351/PAC-REP-08-04-03; © 2009 IUPAC, datum objave na internetskim stranicama: 18. studeni 2009.

[†] Autori za dopisivanje: e-pošta: kapitimana@googlemail.com (R.G.J.); graeme.moad@csiro.au (G.M.)

Ključne riječi: Ravnoteža aktivna-pritajena; aminoksilom posredovana; AMRP; prijenos atoma; ATRP; lančana polimerizacija; degenerativni prijenos; DTRP; kontrolirana; IUPAC-ov Odjel za polimere; živuća; nitroksidima posredovana; NMRP; radikal; RAFT; povrativo-deaktivacijska; povrativi adicijsko-fragmentacijski prijenos lanca

1. Uvod

Kod konvencionalnih radikalnih polimerizacija sastavni koraci procesa su inicijacija lanca, propagacija lanca, terminacija lanca, i ponekad prijenos lanca. Proces je klasična lančana reakcija, obično kinetički analizirana na temelju pretpostavke o stacionarnom stanju s obzirom na koncentraciju lanaca nosilaca (radikala). Vrijeme života pojedinog radikala vrlo je kratko i jednako je vremenu rasta tog lanca, terminacijski korak uključuje istodobno razaranje dvaju lanaca nosilaca, pri čemu je raspodjela molekulskih masa (molarnih masa) nastalih polimera prilično široka.

Od ranih 1980-ih, nađeno je da neki aditivi mogu reagirati povrativo s lancima nosiocima. Kako je reakcija povrativa, vrijeme rasta pojedinog propagirajućeg lanca može se proširiti na ukupno vrijeme eksperimenta. Međutim većinom su lanci u inertnom (pritajenom/uspavanom) stanju, nesposobni sudjelovati u propagaciji ili terminaciji lanca. Dakle, mogu se odabrati takvi uvjeti polimerizacije u kojima je većina lanaca živuća. Većina od njih su u pritajenom obliku, i samo je mali udjel aktivnih lanaca u svakom trenutku sposoban za rast lanca. Sve dok je pretvorba aktivnih u pritajene oblike brza u usporedbi s propagacijom, svi su lanci sposobni za rast jednakom brzinom. Kao rezultat, uz odgovarajući odabir reagenasa i reakcijskih uvjeta, proces može u mnogome poprimiti karakter živuće polimerizacije, tj. reakcije u kojoj izostaju terminacija lanca i nepovrativi prijenos lanca.¹ Posljedica toga je da je moguće sintetizirati blok-kopolimere slijednim dodavanjem različitih monomera u uvjetima koji pogoduju međusobnoj pretvorbi aktivnih i pritajenih lanaca. Ako su, nadalje, inicirajuće vrste u potpunosti potrošene prije znatnijeg rasta lanca, svi lanci rastu jednakom brzinom i raspodjela molarnih masa proizvoda može biti znatno uža nego u konvencionalnoj radikalnoj polimerizaciji i približava se Poissonovoj raspodjeli.

Ta je vrsta radikalne polimerizacije privukla veliko zanimanje, ali su različiti autori nastojali uvesti vlastito nazivlje, što je imalo za posljedicu zbunjujuće mnoštvo naziva koji se upotrebljavaju, od kojih su neki izravno u nesuglasju s prethodno prihvaćenim nazivljem. Među upotrebljavanim nazivima su: kontrolirana radikalna polimerizacija; živuća radikalna polimerizacija; kontrolirana/živuća polimerizacija; ali ovaj je odabir samo pokazatelj cijelog niza naziva koje treba razmotriti. Drugi su nazivi izvedeni za opis specifičnih vrsta polimerizacije. Oni uključuju radikalnu polimerizaciju prijenosom atoma (ATRP), nitroksidima posre-

dovanu polimerizaciju (NMP) (aminoksilom posredovanu polimerizaciju, AMP), povrativo adicijsko-fragmentacijsku polimerizaciju prijenosom lanca (RAFT), a popis raste iz godine u godinu.

Raniji pokušaj rješavanja problema rezultirao je publikacijom,² koja je temeljem preporuke za revidiranje IUPAC-ova nazivlja više produbila rasprave negoli dovela do rješavanja problema. Proizašla prepiska, prema istraživanju Wiley Intersciencea,³ pokazala je da postoje dva glavna načina razmišljanja, od kojih niti jedan nije spreman prihvatiti argumente druge strane, pa se nastavlja upotrebljavati paralelna terminologija; stanje koje IUPAC ne može zanemariti. Stoga je Pododbor za nazivlje polimera (Subcommittee on Polymer Terminology, SPT) IUPAC-ova Odjela za polimere nastojao razborito razriješiti situaciju preporučujući definicije najvažnijih naziva povezanih s reakcijama ove vrste.

Na samom početku projekta, dok nije bio postignut dogovor oko definicije, a opseg teme bio nejasan, uveden je naziv "radikalska polimerizacija s minimalnom terminacijom – takozvana 'živuća' i/ili 'kontrolirana' polimerizacija". Dakle, najvažniji od brojnih argumenata^{2,3} naglašava potrebu za ovim projektom sa svrhom razumijevanja, koje se može postići dvjema riječima, "živuća" i "kontrolirana". Kao što se razmatra u nastavku, u kemiji, uporaba prve od njih ograničena je uglavnom u sadašnjem značenju, tj. živuće polimerizacije, dok se drugi naziv upotrebljava u brojnim značenjima.

Definicija živuće polimerizacije koju preporučuje IUPAC prvi se put pojavila u *Glosaru temeljnih pojmova u polimerstvu* 1996.⁴ U osnovi je jednaka onoj danoj u definiciji 2.20, koja je jednaka nedavno objavljenoj u *Glosaru pojmova vezanih uz kinetiku, termodinamiku i mehanizme polimerizacije* (tkz. "Kinetički dokumenti")⁵ i antidatira argumente koji zaokružuju njezinu primjenu na radikalske polimerizacije. Unaprijeđena je u usporedbi s njezinom prethodnom dugotrajnom uporabom u području anionske polimerizacije i dobro objašnjava odlike takvih polimerizacija opravdavajući njihov status živućih. U suštini, premda je reakcije terminacije i prijenosa, definirane u odjeljku 2, teško eliminirati iz bilo koje polimerizacije zbog ostalih nečistoća, barem na pojmovnoj razini može ih se eliminirati iz nekih anionskih polimerizacija. Nadalje, prema iskustvu nekih od najistaknutijih praktičara, eliminacija se može i ostvariti za sve namjene. S druge strane, za radikalske polimerizacije, čak i kad je takve procese teško detektirati primjenom tehnika koje su nam na raspolaganju, one ne mogu biti eliminirane, čak ni pojmovno, jer će se terminacija u reakcijama radikal-radikal uvijek pojavljivati. Slično tome, temeljem mogućnosti propagirajućih radikala da apstrahiraju atome, reakcije prijenosa lanca sasvim su uobičajene. Posljedično, IUPAC ne može prihvatiti slabljenje sadašnje definicije živuće polimerizacije da bi prihvatio njezinu sadašnju uporabu u smislu radikalskih polimerizacija. U skladu s tim argumentima ne može se prihvatiti nastavak i sveprisutna uporaba riječi "živuća" za radikalske polimerizacije, bez obzira kako neznatna bila terminacija u tim sustavima.

Riječ "kontrolirana" nije definirana od strane IUPAC-a, osim u posebnim kontekstima. Unatoč tome, njezina je uporaba česta i najčešće se odnosi na uvjete sinteze ili provedbe mjerenja, tj. u odnosu na postojanje kakvih vanjskih

utjecaja. U polimerstvu, naziv "difuzijom kontrolirana terminacija" upotrebljava se za opisivanje *terminacije lanca u lančanoj polimerizaciji*, kod koje je korak koji određuje brzinu reakcije ograničen samo difuzijom.⁵ Također se odnosi na posljedice koje slijede iz određene metodologije nasuprot drugoj, i to je značenje u kojem se ovdje primjenjuje. Neovisno o tome koja se značajka kontrolira, npr. stalnost prosječnog životnog vijeka radikala tijekom polimerizacije ili kakvoća polimernog proizvoda koji nastaje (vidi definiciju 2.13), reakcije o kojima je ovdje riječ ostvaruju, u skladu s njihovom prirodom, kontrolu koje nema u drugim reakcijama koje daju isti polimer. Može se prigovoriti da sve reakcije polimerizacije pokazuju neku vrstu kontrole, ali ovdje se implicitno mogu očekivati proizvodi nadmoćnih odlika, tipično, kontrola molekulske mase, uža raspodjela molekulske mase, kontrola krajnjih skupina ili sposobnost lanca da nastavi rast i na taj način da se omogući sinteza blok-kopolimera kontrolirane duljine blokova. To je smisao u kojemu se riječ "kontrolirana" uvukla u nazivlje polimerne sinteze posljednjih godina, i teško ju je odbaciti. Nije riječ o krivoj uporabi naziva, *kontroliranu polimerizaciju* definirao je IUPAC.⁵ Nadalje, tkogod radi kao znanstvenik u području polimera razumije i prihvaća ono na što se poziva njezinom širokom uporabom kao složenog pridjeva koji opisuje polimerizaciju. Međutim ostaje neprihvatljiva uporaba naziva "kontrolirana" za naznačivanje posebnog oblika kontrole bez specificiranja što se kontrolira (na što se kontrola odnosi), te se naziv "kontrolirana polimerizacija" ne može upotrebljavati za klasifikaciju polimerizacija u kojima je ono što nastane kontrolirano povrativom deaktivacijom.

Nazivlje koje treba biti prihvaćeno mora biti usklađeno s postojećim u IUPAC-ovim dokumentima. Tako je u odjeljku 2 dan popis definicija uključenih u Kinetički dokument,⁵ koje su od posebne važnosti u ovom kontekstu, a prethode novim preporukama. U većini slučajeva usvojeno je isto nazivlje za ove definicije. Definicija, jednom preuzeta iz definicije u Kinetičkom dokumentu, usklađena je sa svim drugim definicijama, i moguća višeznačnost u napomeni 1 definicije 2.13 je uklonjena. U nekim slučajevima dodatne napomene koje se odnose na nazive nalaze se u Kinetičkom dokumentu.⁵ U čitavom tekstu dokumenta kurzivom su tiskani pojmovi definirani drugdje unutar dokumenta.

2. Temeljne definicije

2.1 aktivni centar (active center) (u polimerizaciji)

aktivno mjesto (active site)

kinetički lanac nosilac (kinetic-chain carrier)

Vidi *kinetički lanac nosilac* na kojemu se događa reakcija.

2.2 aktivno mjesto (active site) (u polimerizaciji)

Vidi *aktivni centar*.

2.3 aktivacija lanca (chain activation)

Vidi *reaktivacija lanca*.

2.4 lanac nosilac (chain carrier)

Prijelazna vrsta koja nosi *aktivno mjesto* za propagaciju lančane reakcije.

2.5 deaktivacija lanca (chain deactivation)

Pretvorba *lanca nosioca* u neaktivnu vrstu.

2.6 inicijacija lanca (chain initiation)
(u lančanoj polimerizaciji)
inicijacija (initiation)

Kemijska reakcija u kojoj se *inicirajuće vrste* vežu na molekulu monomera tvoreći lance nosioce.

2.7 lančana polimerizacija (chain polymerization)

Lančana reakcija u kojoj se rast polimernog lanca odvija isključivo reakcijom (reakcijama) između monomera (jednog ili više) i *aktivnog (aktivnih) mjesta* na polimernom lancu uz obnavljanje aktivnog (aktivnih) mjesta nakon svakog pojedinog koraka rasta.

2.8 propagacija lanca (chain propagation)
(u lančanoj polimerizaciji)
propagacija (propagation)

Kemijska reakcija između *lanca nosioca* i molekule monomera koja rezultira porastom polimernog lanca i obnovom barem jednog lanca nosioca.

2.9 ponovna aktivacija lanca (chain reactivation)
aktivacija lanca (chain activation)

Pretvorba neaktivnog lanca u *lanac nosilac*.

2.10 terminacija lanca (chain termination)
(u lančanoj polimerizaciji)
nepovrativa deaktivacija lanca
(irreversible chain deactivation)
terminacija (termination)

Kemijska reakcija u kojoj se *lanac nosilac* nepovratno prevodi u nepropagirajuću vrstu bez stvaranja novog lanca nosioca.

2.11 prijenos lanca (chain transfer)
(u lančanoj polimerizaciji)

Kemijska reakcija tijekom *lančane polimerizacije* u kojoj se *aktivni centar* prenosi s rastuće makromolekule ili molekule oligomera na drugu molekulu ili drugo mjesto na istoj molekuli.

2.12 prijenosnik lanca (chain-transfer agent)

Tvar sposobna reagirati s *lancem nosiocem* reakcijom u kojoj se izvorni lanac nosilac deaktivira uz stvaranje novog lanca nosioca.

2.13 kontrolirana polimerizacija
(controlled polymerization)

Naziv znači kontrolu određene kinetičke značajke polimerizacije ili stuktturnog aspekta nastalih polimernih molekula, ili oboje.

Napomena 1: Naziv "kontrolirana polimerizacija" ponekad se upotrebljava za opisivanje *radikalske* ili *ionske polimerizacije* u kojoj je *povrativa deaktivacija lanca nosilaca* ključni stadij mehanizma, u kojemu se prekida propagacija

radi osiguranja kontrole jedne ili više kinetičkih značajki *polimerizacije* ili jednog ili više struktturnih aspekata nastalih makromolekula, ili oboje.

Napomena 2: Naziv "kontrolirana radikalska polimerizacija" ponekad se upotrebljava za opisivanje radikalske polimerizacije koja se provodi u prisutnosti reagensa koji dovode do npr. *radikalske polimerizacije prijenosom atoma* (ATRP), nitroksidima [aminoksilom] posredovane polimerizacije (NMP) ili *povrativo-adicijsko-fragmentacijske* polimerizacije *prijenosom lanca* (RAFT).

Napomena 3: Općenito, pridjev "kontrolirana" ne bi se trebao upotrebljavati bez objašnjenja pojedine kinetičke ili struktturne značajke koja se kontrolira.

2.14 degenerirani prijenos lanca
(degenerate chain transfer)

Vidi *degenerativni prijenos lanca*.

2.15 degenerativni prijenos lanca
(degenerative chain transfer)
degenerirani prijenos lanca
(degenerate chain transfer)

Reakcija prijenosa lanca koja generira novi *lanac nosilac* i novi *prijenosnik lanca* jednake reaktivnosti kao i originalni lanac nosilac i prijenosnik lanca.

2.16 pritajeni polimerni lanac
(dormant polymer chain) (preuzeto iz definicije⁵)

Privremeno deaktivirani *lanac nosilac*.

2.17 inicirajuća vrsta (initiating species)

Vrsta kojoj se monomer dodaje radi otpočinjanja *lančane polimerizacije*.

Napomena 1: Inicirajuća vrsta može nastati od inicijatora ili biti sâm inicijator.

Napomena 2: Kod radikalske polimerizacije inicirajuće vrste nastale izravno od inicijatora nazivaju se "primarnim radikalima".²

2.18 inicijacija (initiation) (u lančanoj polimerizaciji)

Vidi *inicijacija lanca*.

2.19 nepovrativa deaktivacija lanca
(irreversible chain deactivation)

Vidi *terminacija lanca*.

2.20 kinetički lanac nosilac (kinetic-chain carrier)

Vidi *aktivni centar*.

2.21 živuća polimerizacija (living polymerization)

Lančana polimerizacija kod koje nema *terminacije* niti ireverzibilnog *prijenosa lanca*.

2.22 propagacija (propagation) (u lančanoj polimerizaciji)

Vidi *propagacija lanca*.

2.23 radikalna polimerizacija (radical polymerization)

Lančana polimerizacija u kojoj su radikali aktivni centri.

2.24 povrativa deaktivacija lanca
(reversible chain deactivation)

Deaktivacija *lanca nosioca* u *lančanoj polimerizaciji*, gdje se povrativo prevodi aktivni centar u neaktivni, a zatim, tijekom prosječnog vremena života rastuće makromolekule, obnavlja aktivni centar originalnog lanca nosioca.

2.25 terminacija (termination)
(u lančanoj polimerizaciji)

Vidi *terminacija lanca*.

3. Definicije vrsta polimerizacija**3.1 povrativo-deaktivacijska radikalna polimerizacija**
(reversible-deactivation radical polymerization), RDRP
kontrolirana povrativo-deaktivacijska radikalna polimerizacija (controlled reversible-deactivation radical polymerization)

Lančana polimerizacija, propagirana radikalima koji su povrativo deaktivirani, što ih dovodi u jednu ili više ravnoteža između aktivnog i pritajenog stanja.

Napomena 1: Skraćeni naziv "kontrolirana radikalna polimerizacija" dopušta se uz uvjet objašnjenja njegova konteksta kod prvog spominjanja (tj. prirode kontrole).

Napomena 2: Nazivi koji uključuju riječ "živuća" ne preporučuju se. Definicija 84 u Kinetičkom dokumentu⁵ uvjetuje izostanak terminacije lanca i nepovrativog prijenosa lanca da bi se polimerizacija smatrala živućom. Primjeri naziva koji se ne preporučuju su "živuća radikalna polimerizacija", "kontrolirana/živuća polimerizacija" i "kvaziživuća polimerizacija".

Napomena 3: Radikalna polimerizacija prijenosom atoma (ATR), povrativo adicijsko-fragmentacijska polimerizacija prijenosom lanca i polimerizacija posredovana aminoksilom (ili drugom tvari sličnog djelovanja) ubrajaju se u ovu skupinu polimerizacija.

Napomena 4: U slučaju brzog uspostavljanja ravnoteža u usporedbi s vremenom života većine polimernih lanaca proces može imati brojne zamjetne odlike povezane sa živućom polimerizacijom. Jedna od posljedica uspostavljanja brze ravnoteže je mogućnost kontrole oblika raspodjele duljine lanaca, pripreve polimera uske raspodjele (tj. polimera vrlo ujednačenog stupnja polimerizacije), produljenja lanaca sekvencijskim dodavanjem monomera uz nastanak blok-kopolimera uskih raspodjela blokova. Premda se, neizbježno, događa djelomična terminacija, zadržava se ravnoteža između preostalih propagirajućih radikala i pritajenih vrsta.

Temeljne odlike povrativo-deaktivacijske radikalne polimerizacije također se pojavljuju i u reakcijama u kojima *lanca nosioca* nisu radikali. Stoga, poopćena definicija glasi:

3.2 povrativo-deaktivacijska polimerizacija
(reversible-deactivation polymerization), RDP
kontrolirana povrativo-deaktivacijska polimerizacija (controlled reversible-deactivation polymerization)

Lančana polimerizacija, propagirana *lančima nosiocima* koji su deaktivirani povrativo, što ih dovodi u jednu ili više ravnoteža između aktivnog i pritajenog stanja.

Napomena: Primjer *povrativo-deaktivacijske polimerizacije* je polimerizacija prijenosom skupine.

4. Definicije povezanih naziva**4.1 polimerizacija posredovana stabilnim radikalom**
(stable-radical-mediated polymerization), SRMP
polimerizacija posredovana stabilnim slobodnim radikalom (stable-free-radical-mediated polymerization), SFRP

Kontrolirana povrativo-deaktivacijska radikalna polimerizacija u kojoj deaktivacija uključuje povrativo uparivanje sa stabilnim (postojanim) slobodnim radikalima.

Napomena 1: Ovaj naziv obuhvaća *radikalnu polimerizaciju aminoksilom posredovanu* i *radikalnu polimerizaciju posredovanu organometalima*.

Napomena 2: Uporaba naziva "slobodni radikal" ne preporučuje se u IUPAC-ovu nazivlju.⁵

4.2 radikalna polimerizacija posredovana aminoksilom (aminoxyl-mediated radical polymerization), AMRP
(radikalna) polimerizacija posredovana nitroksidom (nitroxide-mediated (radical) polymerization), NMP, NMRP

Polimerizacija posredovana stabilnim slobodnim radikalima u kojoj deaktivacija radikala uključuje povrativo uparivanje s aminoksilnim radikalima.

Napomena: Naziv "nitroksid" se ne preporučuje u IUPAC-ovu nazivlju, gdje se umjesto njega upotrebljava naziv "aminoksil".¹

4.3 radikalna polimerizacija posredovana organometalima (organometallic-mediated radical polymerization), OMRP

Polimerizacija posredovana stabilnim slobodnim radikalima u kojoj deaktivacija radikala uključuje povrativo cijepanje veze metal-ugljik.

Napomena: Najpoznatiji primjer OMRP je radikalna polimerizacija posredovana kobaltom, CMRP.

4.4 radikalna polimerizacija prijenosom atoma
(atom-transfer radical polymerization), ATRP

Kontrolirana povrativo-deaktivacijska radikalna polimerizacija u kojoj deaktivacija radikala uključuje povrativ prijenos atoma ili povrativ prijenos skupine kataliziran obično, ali ne isključivo, kompleksima prijelaznih metala.

4.5 radikalna polimerizacija posredovana prijelaznim metalima (transition-metal-mediated radical polymerization)

Kontrolirana povrativo-deaktivacijska radikalna polimerizacija posredovana kompleksima prijelaznih metala ili organometalnim spojevima.

Napomena: Naziv "radikalna polimerizacija posredovana prijelaznim metalima" ponekad se upotrebljava kao istoznačnica za radikalna polimerizacija prijenosom atoma. Ova se uporaba naziva ne preporučuje, budući da on uključuje i radikalnu polimerizaciju posredovanu organometalima.

4.6 radikalna polimerizacija degeneriranim prijenosom (degenerate-transfer radical polymerization), DTRP

Kontrolirana povrativo-deaktivacijska radikalna polimerizacija u kojoj deaktivacija radikala uključuje degenerativni prijenos (DT) skupine (ili atoma).

Napomena: Primjeri DT-aktivnih skupina uključuju one koje se spominju u nastavku kod povrativo-adicijsko-fragmentacijske polimerizacije prijenosom lanca, polimerizacije prijenosom joda (ITP) i nekih derivata Te, As, Sb ili Bi.

4.7 povrativo-adicijsko-fragmentacijska polimerizacija prijenosom lanca (reversible-addition-fragmentation chain-transfer polymerization), RAFT polimerizacija (RAFT polymerization), RAFT

Radikalna polimerizacija degeneriranim prijenosom u kojoj aktivacija i deaktivacija lanca uključuje degenerativni proces prijenosa lanca koji se javlja dvostupanjskim adicijsko-fragmentacijskim mehanizmom.

Napomena 1: Primjeri RAFT-agenasa uključuju neke od ditioestera, tritiokarbonata, ksantate (ditiokarbonate) i ditiokarbamate.

Napomena 2: RAFT s ksantatima poznat je i kao MAXIX (makromolekulski dizajn međuizmjenom ksantata).

5. Članstvo u pokroviteljskim tijelima

Članovi IUPAC-ova Odbora Odjela za polimere u razdoblju 2008. – 2009.:

predsjednik: K. Ober (SAD); potpredsjednik: M. Buback (Njemačka); tajnik: M. Hess (Njemačka); bivši predsjednik: J.-I. Jin (Koreja); naslovni članovi: T. Chang (Koreja); R. G. Jones (UK); S. Penczek (Poljska); G. T. Russell (Novi Zeland); M. Sawamoto (Japan); R. F. T. Stepto (UK), J.-P. Vairon (Francuska); pridruženi članovi: S. C. Kim (Koreja); T. Kitayama (Japan); P. Kubisa (Poljska); W. Mormann (Njemačka); M. Vert (Francuska); nacionalni predstavnici: D. Berek (Slovačka); D. J. Dijkstra (Njemačka); G. Galli (Italija); J. K. Kallitsis (Grčka); Z.-C. Li (Kina); G. Moad (Australija);

M. Raza Shah (Pakistan); R. Prakesh Singh (Indija); J. Stejskal (Češka); M. Žigon (Slovenija).

Članovi Pododbora za nazivlje polimera (do 2005. Pododbor za nazivlje makromolekula) u razdoblju 2008. – 2009.:

predsjednik: R. G. Jones (UK); tajnik: M. Hess (Njemačka); članovi: G. Allegra (Italija); M. Barón (Argentina); T. Chang (Koreja); C. dos Santos (Brazil); A. Fradet (Francuska); J. He (Kina); K.-H. Hellwich (Njemačka); R. C. Hiorns (Francuska); P. Hodge (UK); K. Horie (Japan); A. D. Jenkins (UK); J.-I. Jin (Koreja); J. Kahovec (Češka); T. Kitayama (Japan); P. Kratochvíl (Češka); P. Kubisa (Poljska); S. V. Meille (Italija); I. Mita (Japan); G. Moad (Australija); W. Mormann (Njemačka); N. Nakabayashi (Japan); C. K. Ober (SAD); S. Penczek (Poljska); I. Šopov (Bugarska); F. Schué (Francuska); S. Slomkowski (Poljska); R. F. T. Stepto (UK); D. Tabak (Brazil); J.-P. Vairon (Francuska); M. Vert (Francuska); J. Vohlřídál (Češka); W. J. Work (SAD).

Preporuke su priredili članovi radne skupine:

T. Fukuda (Japan); R. G. Gilbert (Australija); M. Hess (Njemačka); R. G. Jones (UK); A. D. Jenkins (UK); B. Klumperman (Južnoafrička Republika); P. Kratochvíl (Češka); K. Matyjaszewski (SAD); G. Moad (Australija); M. Monteiro (Australija); S. Penczek (Poljska); G. T. Russell (Novi Zeland); R. F. T. Stepto (UK); J.-P. Vairon (Francuska); J. Vohlřídál (Češka).

Literatura

1. A. D. McNaught, A. Wilkinson, *Compendium of Chemical Terminology* (the "Gold Book"), 2. izd., Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1997.
M. Nic, J. Jirat, B. Kosata, A. Jenkins, *IUPAC Compendium of Chemical Terminology – the Gold Book*, <http://goldbook.iupac.org/index.html> (2006. –).
2. T. R. Darling, T. P. Davis, M. Fryd, A. A. Gridnev, D. M. Haddleton, S. D. Ittel, R. R. Matheson, G. Moad, E. Rizzardo, *Living polymerization: Rationale for uniform terminology*, *J. Polym. Sci. A1* **38** (2000) 1706–1708.
3. *J. Polym. Sci. A1* **38** (10) (2000) 1705–1752.
URL: <http://www3.interscience.wiley.com/journal/72000909/issue>
4. A. D. Jenkins, P. Kratochvíl, R. F. T. Stepto, U. W. Suter, *Glossary of based terms in polymer science (IUPAC Recommendations 1996)*, *Pure Appl. Chem.* **68** (1996) 2287–2311.
URL: <http://www.iupac.org/reports/1996/6812jenkins/6812basicterms.pdf>.
Hrvatski prijevod: V. Jarm, *Glosar osnovnih pojmova u znanosti o polimerima*, *Kem. Ind.* **47** (12) (1998) B1–B56.
5. S. Penczek, G. Moad, *Glossary of terms related to kinetics, thermodynamics, and mechanisms of polymerization (IUPAC Recommendations 2008)*, *Pure Appl. Chem.* **80** (2008) 2163–2193.
Hrvatski prijevod: E. Vidović, *Glosar pojmova vezanih uz kinetiku, termodinamiku i mehanizme polimerizacije*, *Kem. Ind.* **61** (4) (2012) 215–236.

ABECEDNO KAZALO POJMOVA

- aktivacija lanca** (chain activation) 2.3
aktivni centar (active center) 2.1
aktivno mjesto (active site) 2.2
deaktivacija lanca (chain deactivation) 2.5
degenerativni prijenos lanca (degenerative chain transfer) 2.15
degenerirani prijenos lanca (degenerate chain transfer) 2.14
inicijacija (initiation) 2.18
inicijacija lanca (chain initiation) 2.6
inicirajuća vrsta (initiating species) 2.17
kinetički lanac nosilac (kinetic-chain carrier) 2.20
kontrolirana polimerizacija (controlled polymerization) 2.13
lanac nosilac (chain carrier) 2.4
lančana polimerizacija (chain polymerization) 2.7
nepovrativa deaktivacija lanca (irreversible chain deactivation) 2.19
polimerizacija posredovana stabilnim radikalom (stable-radical-mediated polymerization), **SRMP** 4.1
ponovna aktivacija lanca (chain reactivation) 2.9
povrativa deaktivacija lanca (reversible chain deactivation) 2.24
povrativo-adicijsko-fragmentacijska polimerizacija prijenosom lanca (reversible-addition-fragmentation chain-transfer polymerization), **RAFT** 4.7
povrativo-deaktivacijska polimerizacija (reversible-deactivation polymerization), **RDP** 3.2
povrativo-deaktivacijska radikalska polimerizacija (reversible-deactivation radical polymerization), **RDRP** 3.1
prijenos lanca (chain transfer) 2.11
prijenosnik lanca (chain-transfer agent) 2.12
prtajeni polimerni lanac (dormant polymer chain) 2.16
propagacija (propagation) 2.22
propagacija lanca (chain propagation) 2.8
radikalska polimerizacija (radical polymerization) 2.23
radikalska polimerizacija posredovana aminoksilom (aminoxyl-mediated radical polymerization), **AMRP** 4.2
radikalska polimerizacija posredovana organometalima (organometallic-mediated radical polymerization), **OMRP** 4.3
radikalska polimerizacija prijenosom atoma (atom-transfer radical polymerization), **ATRP** 4.4
terminacija (termination) 2.25
terminacija lanca (chain termination) 2.10
živuća polimerizacija (living polymerization) 2.21

INDEKS

- active center (**aktivni centar**)
 active site (**aktivno mjesto**)
 aminoxyl-mediated radical polymerization (**radikalska polimerizacija posredovana aminoksilom**), **AMRP**
 atom-transfer radical polymerization (**radikalska polimerizacija prijenosom atoma**), **ATRP**
 chain activation (**aktivacija lanca**)
 chain carrier (**lanac nosilac**)
 chain deactivation (**deaktivacija lanca**)
 chain initiation (**inicijacija lanca**)
 chain polymerization (**lančana polimerizacija**)
 chain propagation (**propagacija lanca**)
 chain reactivation (**ponovna aktivacija lanca**)
 chain termination (**terminacija lanca**)
 chain transfer (**prijenos lanca**)
 chain-transfer agent (**prijenosnik lanca**)
 controlled polymerization (**kontrolirana polimerizacija**)
 degenerate chain transfer (**degenerirani prijenos lanca**)
 degenerative chain transfer (**degenerativni prijenos lanca**)
 dormant polymer chain (**prtajeni polimerni lanac**)
 initiating species (**inicirajuća vrsta**)
 initiation (**inicijacija**)
 irreversible chain deactivation (**nepovrativa deaktivacija lanca**)
 kinetic-chain carrier (**kinetički lanac nosilac**)
 living polymerization (**živuća polimerizacija**)
 organometallic-mediated radical polymerization (**radikalska polimerizacija posredovana organometalima**), **OMRP**
 reversible-addition-fragmentation chain-transfer polymerization (**povrativo-adicijsko-fragmentacijska polimerizacija prijenosom lanca**), **RAFT**
 propagation (**propagacija**)
 radical polymerization (**radikalska polimerizacija**)
 reversible chain deactivation (**povrativa deaktivacija lanca**)
 reversible-deactivation polymerization (**povrativo-deaktivacijska polimerizacija**), **RDP**
 reversible-deactivation radical polymerization (**povrativo-deaktivacijska radikalska polimerizacija**), **RDRP**
 stable-radical-mediated polymerization (**polimerizacija posredovana stabilnim radikalom**), **SRMP**
 termination (**terminacija**)

SUMMARY**Terminology for Reversible-Deactivation Radical Polymerization Previously Called
“Controlled” Radical or “Living” Radical Polymerization***(IUPAC Terminology 2010)**Translated by E. Vidović*

This document defines terms related to modern methods of radical polymerization, in which certain additives react reversibly with the radicals, thus enabling the reactions to take on much of the character of living polymerizations, even though some termination inevitably takes place. In recent technical literature, these reactions have often been loosely referred to as, *inter alia*, “controlled”, “controlled/living”, or “living” polymerizations. The use of these terms is discouraged. The use of “controlled” is permitted as long as the type of control is defined at its first occurrence, but the full name that is recommended for these polymerizations is “reversible-deactivation radical polymerization”.

*Faculty of Chemical Engineering and Technology
Marulićev trg 19, 10 000 Zagreb, Croatia*

*Received April 26, 2011
Accepted February 3, 2012*