

TECHNOLOGICA ACTA

NAUČNO-STRUČNI ČASOPIS ZA HEMIJU I TEHNOLOGIJU TEHNOLOŠKOG FAKULTETA U TUZLI

Vol. 3 Broj 1, str. 1 – 64, Tuzla, juni 2010. godine

TECHNOLOGICA ACTA

NAUČNO-STRUČNI ČASOPIS ZA HEMIJU I TEHNOLOGIJU TEHNOLOŠKOG FAKULTETA U TUZLI

Vol. 3 Broj 1, str. 1 – 64, Tuzla, juni 2010. godine

Izdavač/Publisher

Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli



Glavni i odgovorni urednik/Editor in chief

Mirjana Radić

Urednik/Editor

Jasminka Sadadinović

Zamjenik urednika/Deputy Editor

Ivan Petric

Sekretar uredništva/Administrative Secretary

Vedran Stuhli

Urednički odbor/Editorial Board

Ranka Kubiček, Jozo Budimir, Sabit Begić, Midhat Suljkanović, Muhamed Bijedić,
Vahida Selimbašić, Midhat Jašić, Meho Bašić, Snježana Marić, Mustafa Burgić

Izdavački Savjet/Advisory Board

Džemo Tufekčić, Sadik Latifagić, Nihada Latifagić, Vjekoslav Selak,
Esma Velagić-Habul, Mirsad Kurtović, Radoslav Grujić

Međunarodni izdavački savjet/International Advisory Board

Vlasta Piližota (Osijek), Tomislav Lovrić (Zagreb), Vesna Rek (Zagreb), Žaneta Ugarčić-Hardi (Osijek),
Jovica Hardi (Osijek), Vladimir Jović (Beograd), Drago Šubarić (Osijek), Tatjana Krička (Zagreb),
Xavier Flotats (Lleida), Mirjana Huković-Metikoš (Zagreb), Marijan Šeruga (Osijek),
Božidar Šantek (Zagreb), Zoltan Zavargo (Novi Sad)

Tehnički urednik/Technical Editor

Mirsad Fejzić

Štampa/Printing

Ars grafika

Časopis izlazi dva puta godišnje

Časopis se referira u sljedećim bazama: CAB Abstracts, COBISS, Index Copernicus Journal Master List

Tiraž/Edition: 300

Uredništvo/Editorial Office

Sekretar/Secretary: Nermina Jahić
Tehnološki fakultet, Univerzitet u Tuzli
Univerzitetska 8, 75000 TUZLA
Tel/fax: +387 35 320 740

TECHNOLOGICA ACTA

NAUČNO-STRUČNI ČASOPIS ZA HEMIJU I TEHNOLOGIJU TEHNOLOŠKOG FAKULTETA U TUZLI

UPUTE AUTORIMA

1. TECHNOLOGICA ACTA objavljuje radove koji podliježu recenziji i svrstavaju se u sljedeće kategorije:

- izvorni naučni radovi (Original scientific papers)
- kratka priopćenja (Short communications)
- prethodna priopćenja (Preliminary communications)
- pregledi (Reviews)
- stručni radovi (Professional papers)
- izlaganja sa naučnih skupova (Conference papers)

Autori predlažu kategoriju svojih radova, ali konačnu odluku o tome donosi redakcija na osnovu zaključaka recenzenata.

2. TECHNOLOGICA ACTA objavljuje tekstove koji se ne recenziraju u sljedećim rubrikama:

- edukacija
- tehnološke zabilješke
- prikazi i priopćenja iz prakse u obliku dopisa ili prijevoda stranih članaka

U posebnim rubrikama koje uređuju urednici, objavljuju se industrijsko – privredni pregledi, prikazi knjiga, društvene vijesti, pregled tehničke literature i dokumentacije itd.

3. **Izvorni naučni radovi** sadrže neobjavljene rezultate izvornih istraživanja. Naučne informacije trebaju biti izložene da se može:

- Ponoviti eksperiment i dobiti rezultat jednake tačnosti ili tačnosti unutar granica eksperimentalne greške, kako navodi autor
- Provjeriti tačnost analiza i dedukcija na kojima se temelje rezultati.

Kratka priopćenja sadrže rezultate kratkih, ali završenih istraživanja ili opise izvornih laboratorijskih tehnika (metoda, aparata itd.)

Prethodna priopćenja sadrže nova naučna saznanja čija narav zahtijeva hitno objavljivanje. Ne moraju omogućavati ponavljanje ni provjeru iznesenih rezultata.

Pregledi su cjelokupni prikazi nekog područja ili problema izrađeni na osnovu već publiciranog materijala koji je u pregledu sakupljen, analiziran i raspravljen.

Izlaganja sa naučnih i stručnih skupova bit će po pravilu objavljena samo ako nisu štampana u dotičnim zbornicima. Iznimno će se štampati bitno prerađeni i dopunjeni članci.

Stručni radovi su korisni prilozi iz struke čija problematika nije vezana za izvorna istraživanja. To znači da materija ne mora značiti novost u svjetskim razmjerama. To se naprimjer, odnosi na reprodukciju u svijetu poznatih istraživanja koja čine vrijedan material u smislu širenja znanja i prilagođavanje izvornih istraživanja potrebama industrije i nauke.

4. Radovi svrstani u te kategorije podliježu ocjenjivanju najmanje dvaju anonimnih recenzenata. Rad će se objaviti jedino na temelju pozitivnih recenzija, o čemu će Uredništvo obavjestiti autora. Recenzenti se biraju među stručnjacima u neposrednom području istraživanja na koja se odnosi rad predložen za objavljivanje. Autori mogu predložiti imena recenzenata, a Uredništvo može, ali ne mora prihvatiti njihov prijedlog. U pravilu recenzent ne može biti autorov saradnik niti pretpostavljeni.

5. Autor je potpuno odgovoran za sadržaj rada. Uredništvo pretpostavlja da su autori prije podnošenja rada regulirali pitanje objavljivanja sadržaja rada saglasno pravilima ustanove ili preduzeća u kojem rade.

6. Brzina kojom će se rad objaviti zavisit će o tome koliko rukopis (tekst) odgovara uputama. Radovi koji zahtijevaju veće prepravke ili dopune bit će vraćeni autoru na doradu prije recenzije.

TECHNOLOGICA ACTA

NAUČNO-STRUČNI ČASOPIS ZA HEMIJU I TEHNOLOGIJU TEHNOLOŠKOG FAKULTETA U TUZLI

Vol. 3 Broj 1, str 1 – 64, Tuzla, juni 2010. godine

SADRŽAJ

Riječ Urednika	1
<i>Vojislav Aleksić, Zoran Petrović, Pero Dugić</i> Ispitivanja adsorpcionih svojstava ugljeničnih materijala	3
<i>Asima Davidović, Aleksandar Savić</i> Mikrobna proizvodnja biorazgradljivih polimera	13
<i>Svjetlana Škrabal, Maja Ergović, Valentina Obradović</i> Senzorska prihvatljivost različitih mliječnih čokolada	21
<i>Ranka Kubiček, Jozo Budimir, Mersiha Suljkanović, Jasmin Suljagić</i> Utjecaj TRITON X-100 i TTAB tenzida na uvjete spektrometrijskog određivanja Cd (II) – ditizonata	29
<i>Slađana Savatović, Jelena Vulić, Aleksandra Tepić, Zdravko Šumić</i> Ispitivanje hemijskog sastava i antioksidativnog djelovanja ekstrakata tropa cvekle...	41
EDUKACIJA	
<i>Meliha Zejnilagić-Hajrić, Stanislava Marjanović</i> Upotreba konceptnih mapa u nastavi hemije	49
TEHNOLOŠKE ZABILJEŠKE	57
OPREMA RUKOPISA	61

Poštovane kolegice i kolege, čitatelji časopisa Technologica Acta,

u ovoj 2010. godini izlazi novi broj naučno-stručnog časopisa za hemiju i tehnologiju Technologica Acta, sa određenim novinama kojima želimo dati doprinos u podizanju kvalitete i daljoj indeksaciji časopisa. Sljedeći broj se može očekivati u drugoj polovini ove godine.

Nakon izlaska prethodnog broja (Vol. 2, broj 1, 2009), časopis je u potpunosti postavljen na web-stranicu Tehnološkog fakulteta (http://www.tf.untz.ba/technologica_acta.htm). Ova praksa će se nastaviti i u sljedećim brojevima.

Recenzenti u našem časopisu su istaknuti stručnjaci iz oblasti radova. Bitno je napomenuti da je čak 90% recenzenata izvan Bosne i Hercegovine. Strogo se vodilo računa o anonimnosti recenzenata i o tome da recenzenti ne budu iz iste države kao autori radova. Svaki rad je recenziran od najmanje dva recenzenta (pojedini radovi imaju čak tri ili četiri recenzenta). Recenzenti su temeljito pregledali sve pristigle radove (na čemu smo im iznimno zahvalni), te smo po nekoliko puta «brusili» pojedine detalje u radovima.

Časopis je nedavno indeksiran u bazi podataka Index Copernicus Journal Master List. Čekamo odgovor i na indeksaciju u novoj bazi podataka.

U narednoj godini planiramo da časopis u cjelosti izlazi na engleskom jeziku, čime želimo da ispunimo uvjete za dalju indeksaciju časopisa.

Budući autori radova, pozivamo Vas da svoje radove objavljujete u našem časopisu. To će nam predstavljati zadovoljstvo, a istovremeno i pomoći da opravdamo Vaše ukazano povjerenje i realiziramo zadatke koje smo pred sebe postavili.



ISO 22000 U PPM TUZLA

Briga o proizvodnji sigurnih i kvalitetnih proizvoda te zadovoljstvo kupaca i potrošača glavna je odrednica politike poslovanja PPM Tuzla. U našoj firmi poslovni uspjeh smatramo odista uspjehom samo ako smo u njegovom postizanju ostali dosljedni proizvodnji sigurnih i kvalitetnih proizvoda uz poštivanje ekoloških normi.

Upravo zbog toga opredjelili smo se da pored već implementiranog HACCP sistema idemo i u implementaciju i certifikaciju sistema upravljanja sigurnošću hrane tj. međunarodne norme ISO 22000. Smatramo da ćemo implementacijom norme ISO 22000 dosegnuti naš strateški cilj tj. sigurnost proizvoda što je i naša zakonska obaveza. Na ovaj način u sklopu standarda ISO 22000 certificirati ćemo HACCP sistem, kao i standard ISO 9001, jer su ta dva standarda njegov sastavni dio.

Nastojat ćemo da naši kupci i konačni potrošači prepoznaju naše kontinuirano nastojanje:

- da proizvedemo i ponudimo im sigurne i visoko kvalitetne proizvode,
- da se odgovorno ponašamo prema zaštiti okoliša,
- da ispunjavamo zakonske obaveze.

Zaposleni i menadžment PPM Tuzla će u periodu koji je pred nama uz asistenciju stručnog tima iz LM pripremiti i realizovati sve što je nužno za uspostavljanje i poštivanje politike sigurnosti hrane što i jeste suština norme ISO 22000. Stručni tim iz LM će nas pripremiti i dovesti do postupka certificiranja od strane certifikacijske kuće Bureau Veritas.

Vođa kontrole i kvaliteta:
Vilušić Ljiljana, dipl. ing.

Ispitivanja adsorpcionih svojstava ugljeničnih materijala

IZVORNI NAUČNI RAD

Vojislav Aleksić¹, Zoran Petrović^{1*}, Pero Dugić²

¹ Tehnološki fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Karakaj bb, 75400 Zvornik, BiH

² Rafinerija ulja Modriča, Vojvode Stepe Stepanovića 49, 74480 Modriča, BiH

SAŽETAK: Cilj rada je pokušaj nalaženja efikasnijeg adsorbenta za ugljendisulfid u odnosu na tradicionalno klasični aktivni ugalj, odnosno optimizacija procesa proizvodnje celuloznih hemijskih vlakana po klasičnom viskoznom postupku. Nalaženjem boljeg adsorbenta za ugljendisulfid povećao bi se stepen njegove regeneracije, a samim tim i ekonomičnost procesa proizvodnje celuloznih hemijskih vlakana po viskoznom procesu. Sa druge strane dao bi se značajan doprinos očuvanju radne i životne sredine. Ukupno posmatrano značajno bi se optimizirala proizvodnja celuloznih hemijskih vlakana koja su po svojim svojstvima najbliža korišćenom prirodnom vlaknu – pamuku. Takođe bi se optimizirala proizvodnja filtera za zaštitne maske koje se koriste u drugim proizvodnjama gdje se koristi ugljendisulfid.

Na osnovu eksperimentalno određenih karakteristika ugljeničnog filca iz uvoza Institut Vinča Beograd i njihovim poređenjem sa istim karakteristikama aktivnog uglja zapaža se slijedeće:

- Eksperimentalno određena specifična površina filca iznosi 1238,88 m²/g što je za oko 22 % više u odnosu na aktivni ugalj.
- Određena zapremina mikropora kod ispitivanog ugljeničnog filca iznosi 0,4685 m³/g što je za oko 29,53 % više u odnosu na ispitivani aktivni ugalj.
- Ugljenični filc ima 1,3 puta veći adsorpcioni kapacitet u poređenju sa aktivnim ugljem i za 2,7 puta veću brzinu adsorpcije do dostizanja ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta.

Na osnovu izloženog može se zaključiti da je ispitivani ugljenični filc mnogo efikasniji adsorbent za ugljendisulfid, ali za praktičnu primjenu pored adsorpcionih karakteristika treba sagledati ekonomičnost i sl.

KLJUČNE RIJEČI: adsorbent, specifična površina, aktivni ugalj, ugljenični filc

UVOD

Nagli rast ljudske populacije i sve strožiji zahtevi za očuvanje životne sredine, nameću potrebu kako za proizvodnjom ekološki prihvatljivih materijala, tako i za korišćenjem čistijih i bezbjednijih tehnoloških procesa. U oblasti tekstila, sredinom prošlog veka, velika pažnja bila je posvećena proizvodnji visoko higijeničnih hemijskih celuloznih vlakana, po klasičnom viskoznom postupku. U okviru

viskozno postupka za proizvodnju vlakana, sa jedne strane se koristi veoma ekonomična, ekološki prihvatljiva, biodegradabilna i biokompatibilna sirovina (celuloza iz drveta), dok se sa druge strane između ostalih hemijskih sirovina nalazi ugljen disulfid, koji u početnoj fazi proizvodnje ima ulogu reagensa, a potom se u daljem procesu izdvaja djelimično u slobodnom obliku, a djelimično u obliku proizvoda hidrolize (vodonik-sulfida). Ugljen disulfid predstavlja veoma otrovnu, zapaljivu i eksplozivnu materiju, čije prisustvo u vazduhu

* Korespondentni autor; E-mail: ozrenzorp@teol.net

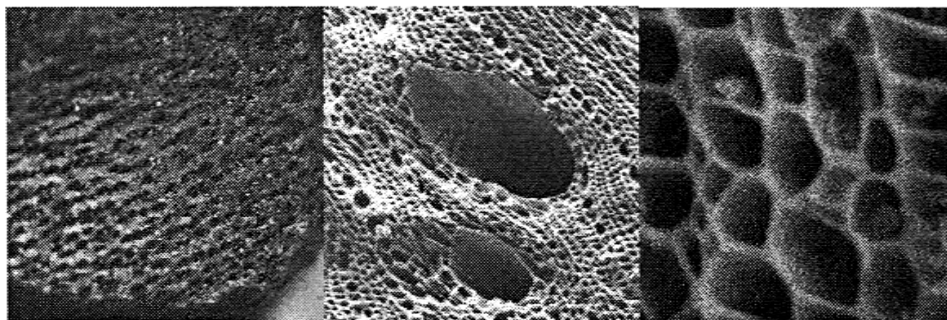
iznad dozvoljene količine prouzrokuje dugoročnu kontaminaciju zemljišta i ima poguban uticaj na ljudsko zdravlje. Obzirom na to, nameće se potreba za iznalaženjem načina za optimizaciju klasičnog viskozno postupka, kako sa aspekta povećanja ekonomičnosti regeneracijom ugljen disulfida i njegovim ponovnim povratkom u proces, tako i sa aspekta potrebe za prečišćavanjem vazduha radne i životne sredine od ove opasne materije. U protivnom dalji opstanak klasičnog viskozno postupka za proizvodnju vlakana, biće u potpunosti ugrožen. Zbog toga je bilo potrebno raditi na nalaženju adekvatnih adsorbentata visokog adsorpcionog kapaciteta u odnosu na ugljen disulfid. Obzirom na to, da adsorpcioni kapacitet zavisi od aktivne površine adsorbentata, očekuje se da ugljenični materijali mogu imati veliki značaj u ovoj oblasti, jer imaju visoko razvijenu mikroporoznu strukturu. Najčešće korišćeni ugljenični materijali, za adsorpciju štetnih materija iz atmosfere, su aktivni ugalj i ugljenični filc. Aktivni ugalj, određenih karakteristika, se koristi kao adsorbens ugljen disulfida u klasičnom-viskoznom postupku proizvodnje celuloznih hemijskih vlakana. Stepenn regeneracije ugljen disulfida, pored ostalih faktora, zavisi od adsorpcionih karakteristika upotrebljenog adsorbentata.

Cilj ovog rada je da se ispituju adsorpciona svojstva ugljeničnog vlaknastog materijala u odnosu na ugljen disulfid, da se pokuša pronaći bolji adsorbens od aktivnog uglja što bi povećalo stepenn regeneracije ugljen disulfida u viskoznom postupku proizvodnje celuloznih hemijskih vlakana, odnosno ekonomičnost postupka i smanjenje zagađenja životne sredine.

TEORIJSKI DIO

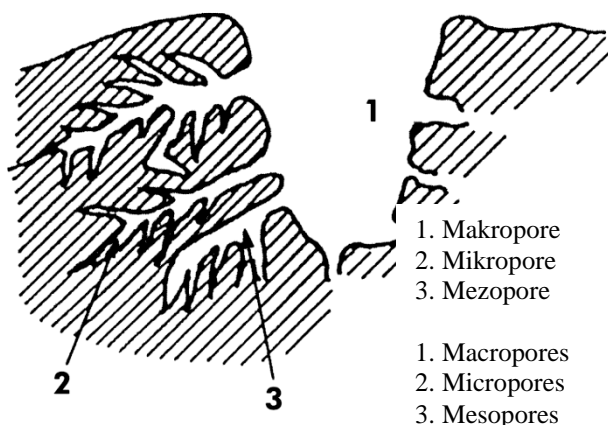
Aktivni ugalj (A)

Aktivni ugalj je karbonski materijal koji zahvaljujući dobrim adsorpcionim karakteristikama nalazi široku primenu. Zbog svoje nepolarnosti aktivni ugljevi imaju veliki afinitet prema nepolarnim supstancama. Aktivni ugalj je čvrsta, porozna, crna ugljenisana materija (slika 1.), sa izvanredno razvijenom aktivnom površinom i velikom zapreminom pora, koja se može proizvesti u više različitih oblika (prah, granule, štapići, vlakna i dr.)¹. Strukturne osobine aktivnog uglja su veoma bitne za njegovu dobru efikasnost kao adsorbentata. Mada struktura aktivnog uglja nije dovoljno poznata i jasna, zna se da osnovu strukture aktivnog uglja čini struktura grafita. U osnovi aktivni ugalj ima defektnu strukturu grafita sa izgužvanom (presavijenom) slojevitom površinom, čije su ravne ploče slomljene i uvijene same od sebe. Ova jedinstvena struktura obezbeđuje aktivnom uglju veoma veliku specifičnu površinu². Najvažnije svojstvo aktivnog uglja, koje direktno utiče na njegovu upotrebu, je struktura pora. Ukupan broj pora, njihov oblik i veličina, određuju adsorpcioni kapacitet aktivnog uglja i brzinu adsorpcije kontaminirajućih supstanci na njegovu površinu. Prema IUPAC – ovoj klasifikaciji pore se u zavisnosti od veličine mogu klasifikovati na: makropore ($d_0 > 50\text{nm}$), mezopore ($2 \leq d_0 \leq 50 \text{ nm}$), mikropore ($d_0 < 2 \text{ nm}$), ultramikropore ($0,7 < d_0 < 2 \text{ nm}$) i supermikropore ($d_0 < 0,7 \text{ nm}$), gde je d_0 širina za pore koje su u obliku proreza ili prečnik za pore koje su cilindričnog oblika^{1,3}.



Slika 1. Aktivni uglj: površina i pore – snimljeno SEM metodom⁵
 Figure 1. Active carbon: surface and pores – photography by SEM method

Na slici 2. dat je prikaz različitih veličina pora prisutnih u strukturi granulisanog aktivnog uglja.



Slika 2. Prikaz različitih veličina pora granulisanog aktivnog uglja⁵
 Figure 2. Description of different pores size in granulated active

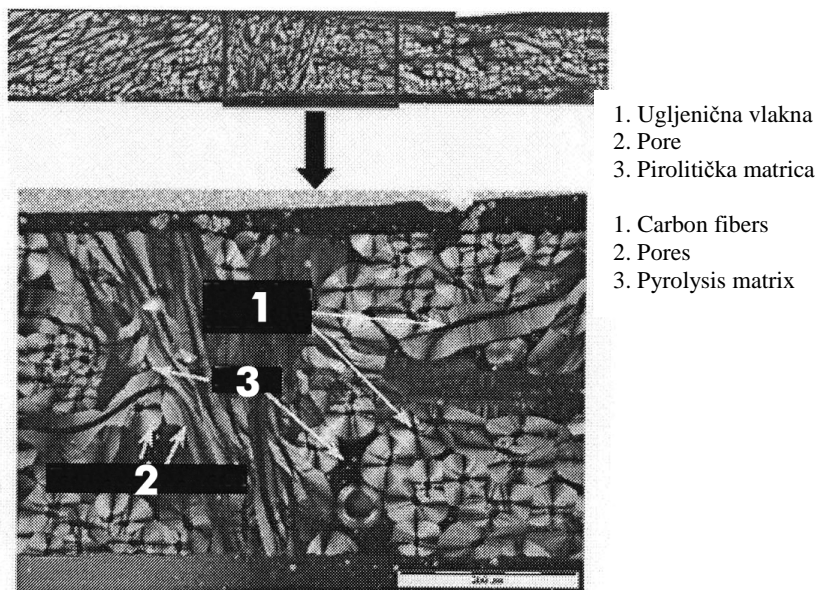
Makropore služe kao transportna putanja kojom molekuli adsorbata dolaze do mezopora iz kojih, na kraju svog puta, prodiru u mikropore. Mikropore zauzimaju najveći dio površine aktivnog uglja, a njihova zapremina čini najveći dio ukupne zapremine svih pora. Velika količina gasovitih supstanci biva adsorbovana unutar mikropora. Ova vrsta pora ispunjava se gasom i pri niskom relativnom pritisku, jer su u njima kapilarne sile najizraženije. Zbog toga se može

zaključiti da ukupna zapremina pora, njihova veličina i raspodela određuju adsorpcioni kapacitet aktivnog uglja^{1,4}.

Vlaknasti ugljenični materijali (B)

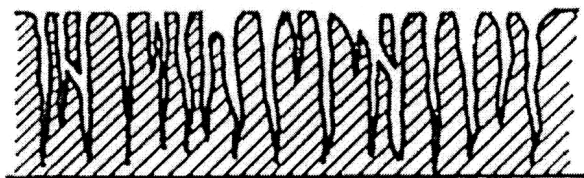
Vlaknasti ugljenični adsorbenti se dobijaju od tekstilnih tkanih i netkanih materijala, najčešće na bazi hemijskih celuloznih i poliakrilonitrilnih vlakana postupkom karbonizacije i aktivacije sa gasovitim aktivatorom na povišenoj temperaturi. Njihova struktura i svojstva zavise od mnogih faktora, kao što su priroda polaznog vlakna, postupci i parametri aktivacije i karbonizacije, te način organizovanja vlakana u okviru proizvoda. Za dobijanje ugljeničnih vlaknastih adsorbenata dobrih karakteristika potrebno je izvršiti pravilan izbor polaznih vlakana, agenasa za impregnaciju polaznih polimera, kao i režima za karbonizovanje i aktiviranje^{5,6}. Takođe, bitno je napomenuti da je struktura aktivnog uglja i ugljeničnih vlaknastih materijala u obliku ugljeničnog filca, potpuno različita, pri čemu se ugljenični vlaknasti adsorbent u obliku filca sastoji iz mnoštva zamršenih ugljeničnih vlakana, koja se dodatno mogu kombinovati sa različitim tkanim površinama načinjenim od istih vlakana. Na slici 3. prikazan je poprečni presek ugljeničnog vlaknastog adsorbenta u

obliku filca sa označenim mestima na kojima se nalaze vlakna, pore i pirolitička matrica⁷.



Slika 3. Prikaz poprečnog preseka ugljeničnog vlaknastog adsorbenta u obliku filca⁷
Figure 3. Description of cross-section for carbon fiber adsorbent in felt form

Kod ugljeničnih vlaknastih materijala takođe, preovladava mikroporozna struktura što znači da su mikropore u odnosu na prelazne mezo i makropore znatno više zastupljene. Zbog toga, kao i zbog malog prečnika ugljeničnih vlakana (6 - 12 nm), ugljenični vlaknasti adsorbenti imaju nekoliko puta veće, brzine adsorpcije i desorpcije u odnosu na zrnaste adsorbente, a pri tome nemaju toksična na-dražujuća i alergijska dejstva na ljudski organizam, što omogućava njihovu široku primenu⁸. Na slici 4. dat je izgled mikropora prisutnih u strukturi ugljeničnih vlakana, koja se koriste za izradu ugljeničnog filca.



Slika 4. Struktura pora ugljeničnih vlakana⁴
Figure 4. Pores structure in carbon fibers

Prema literaturnim izvorima smatra se da prelazne mezopore i makropore nemaju uticaja

na adsorpciju odnosno da su za proces adsorpcije isključivo odgovorne mikropore⁸. Transport supstance odigrava se u mikroporama po difuznom mehanizmu. Polazeći od toga da su ugljenični vlaknasti adsorbenti jednorodna mikroporozna tela, kinetika procesa adsorpcije može se dobro predstaviti razrađenim modelima homogene difuzije.

EKSPERIMENTALNI DIO

Materijal za ispitivanje

U ovom radu korišćeni su sledeći ugljenični materijali za ispitivanje:

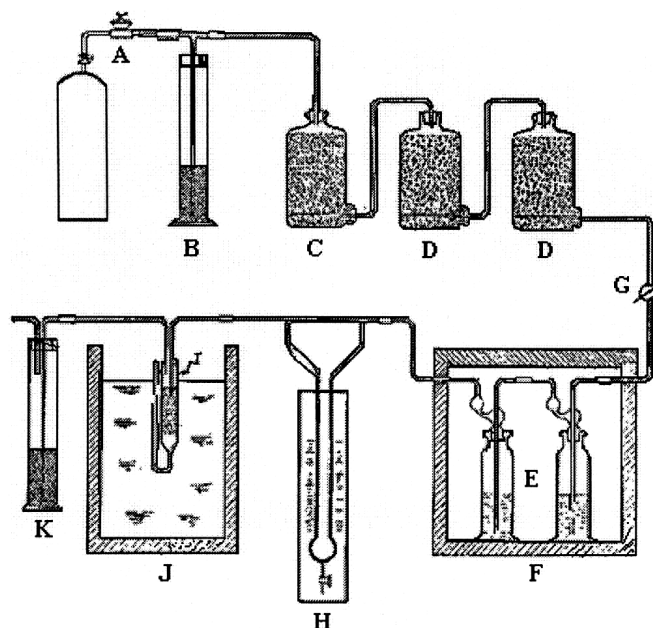
- 1) Ugljenični vlaknasti adsorbent u obliku filca proizvodnje Institut Vinča Beograd.
- 2) Granulisani aktivni ugalj proizvodnje „Miloje Zakić” Kruševac, proizvođačke oznake R-1

Metode ispitivanja

U okviru eksperimentalnog rada određivan je adsorpcioni kapacitet ugljeničnog vlaknastog filca i aktivnog uglja u odnosu na ugljen

disulfid, dinamičkom adsorpcijom preko „vremena probijanja” u struji azota.

Aparatura na kojoj je eksperiment izveden, prikazana je na slici 5.



Slika 5. Aparatura za određivanje adsorpcionog kapaciteta ispitivanih adsorbenata

Figure 5. Apparatuses for determinatining adsorption capacity in examined

A – čelična boca sa azotom sa regulatorom pritiska;

B – živin kompenzator;

C – boca napunjena sa aktivnim ugljem;

D – boce sa CaCO_3 za sušenje azota;

E – ispiralice koje sadrže adsorbovanu materiju;

F – izolovana kutija sa pokretnim poklopcem;

G – merač protoka gasa nosača;

H – diferencijalni merač protoka napunjen sa obojenom vodom;

I – cevčica sa uzorkom adsorbensa napravljena od tvrdog stakla;

J – termostat ;

K – ispiralica sa rastvorom indikatora;

A – nitrogen steel bottle by pressure regulator

B – Hg compensator

C – full bottle by active carbon

D – bottle by CaCO_3 for nitrogen drying

E – bottles for washing which contain adsorbed substance

F – insulated box with moving lid – thermostat

G – flow gas meter

H – differential flow meter fill by color water

I – pipe with adsorbent sample made of hard glass

J - thermostat

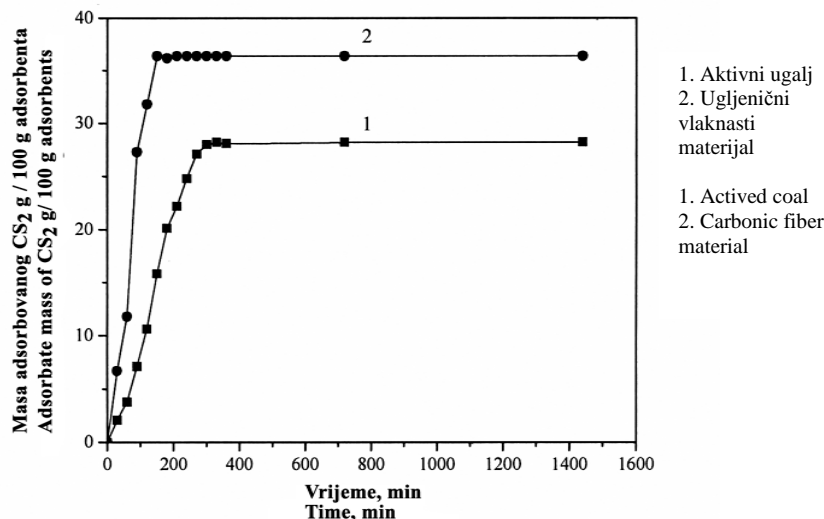
K – bottle for washing by indicator solution.

Postupak

U staklenu cevčicu se odmjeri masa od 100 g svakog od ispitivanih adsorbenata. Uzorak adsorbenta se prethodno suši 6 sati na $150\text{ }^\circ\text{C}$ uz lako stresanje cjevčice. Alkoholni rastvor dietilamina i bakaracetata u ispiralici služi kao indikator prisustva para ugljendisulfida. Ispiralice sa ugljen-disulfidom stavljene su u termostat i kroz iste produbavan azot iz boce

podešenim protokom ($1\text{ dm}^3/\text{min}$). Svakih 30 minuta adsorpcija je prekidana, a staklena cijev sa ispitivanim adsorbensom mjerena na tehničkoj vagi, da bi se odredio prirast mase odnosno masa adsorbovanog ugljen-disulfida. Eksperiment je prekidano kada se na ispiralicama pojavilo braon obojenje, što je znak potpune zasićenosti ispitivanog adsorbensa ugljendisulfidom, odnosno dostizanja njegove maksimalna adsorpcione moći u datim

uslovima. Na ovaj način smo dobili seriju rezultata adsorbovane količine ispitivanih adsorbenata tokom adsorpcije, koji su prikazani na slici 6.



Slika 6. Zavisnost promene odnosa p_r/X od promene relativnog pritiska p_r
Figure 6. p_r/X in the function of pressure p_r

Pored eksperimentalnog određivanja adsorpcionog kapaciteta ispitivanih adsorpcionih materijala, određene su i dve karakteristike adsorbensa, koje u najvećoj meri utiču na njegov adsorpcioni kapacitet, a to su:

- zapremina pora
- specifična površina

Zapremina pora je određena BET-metodom, koja se zasniva na adsorpciji benzena na ispitivanom adsorbensu, pri različitim vrednostima relativnog pritiska. Naime, ona se bazira na merenju količine adsorbovanog gasa (pare) na monomolekulskom sloju adsorbensa.

Zapremina mikropora (V) određivana je po jednačini:

$$V = X_m \rho \quad (1)$$

gde je: V -zapremina mikropora, cm^3
 ρ - gustina benzena ($0,897$) g/cm^3

Matematičkom transformacijom Langmirove izoterme, dobija se oblik prikazan sledećom jednačinom:

$$P_r/X = K + 1/X_m \cdot P_r \quad (2)$$

Specifična površina ispitivanih adsorbenata, izračunata je na osnovu poznavanja mase monomolekularnog sloja (X_m), koja je određena BET-metodom, korišćenjem matematičkog izraza za BET izotermu. Specifična površina ispitivanih adsorbenasa, izražena po jedinici mase [m^2/g], izračunava se po jednačini:

$$S = X_m \cdot N \cdot a / M$$

gde je: S - specifična površina, m^2/g

N - Avogadrova konstanta ($6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

X_m - masa monomolekulskog sloja

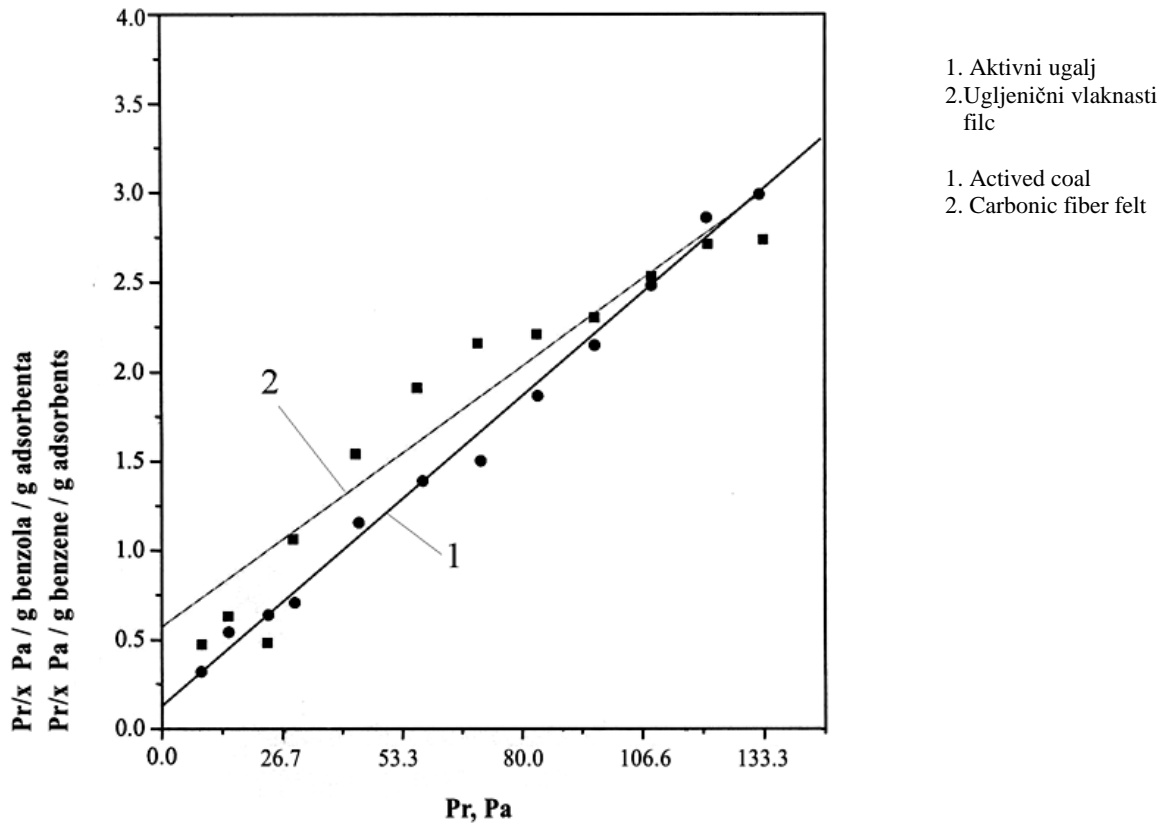
M - molarna masa gasa adsorbata benzola ($78,09 \text{ g}/\text{mol}$)

a - površina koju zauzima jedan molekul benzola ($39 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2$)

Najniža vrednost relativnog pritiska (p_r) koja se može podesiti na protokomernim diferencijalnim manometrima aparature za određivanje para benzena na ugljeničnim materijalima, iznosila je $7,98 \text{ Pa}$.

Adsorbovana masa benzena na ugljeničnom filcu i aktivnom uglju, određene su za interval relativnih pritisaka. Dobijeni rezultati su na

osnovu jednačine (2), prikazani grafički na slici 7.



Slika 7. Kinetika adsorpcije ugljen disulfida na aktivni ugalj i ugljenični filc
Figure 7. CINETIC OF CARBON DISULPHITE ADSORPTION ON ACTIVE CARBON AND CARBONATED FELT

Na osnovu zavisnosti promene odnosa P_R/X i promene relativnog pritiska P_R , dobijene su jednačine za BET adsorpcionu izotermu-Langmirov oblik i to.

-za adsorpciju para benzena na ugljeničnom vlaknastom filcu

$$y = 0,5777 + 2,428 \cdot X$$

-za adsorpciju para benzena na aktivnom uglju

$$y = 0,1510 + 3,1450 \cdot X$$

Poređenjem jednačina prave prikazanih na slici 7, na osnovu jednačine (2), dobijene su vrednosti $1/X_m$, na osnovu kojih vrednosti za masu molekularnog sloja i to:

- za ugljenični filc 0,41186 g benzola / g aktivnog uglja

- za aktivni ugalj 0,3189 g benzola / g aktivnog uglja

Specifična površina, odnosno ukupna površina izražena po jedinici mase izračunava se prema jednačini (3):

- za ugljenični filc iznosi 1 238,88 m²/g

- za aktivni ugalj iznosi 956,55 m²/g

Zapremine mikropora, kod oba ispitivana adsorbensa, izračunate su pomoću jednačine (1);

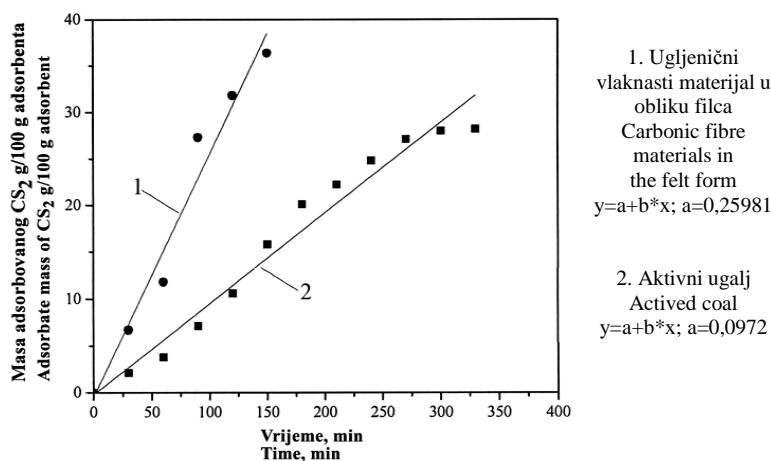
- za ugljenični vlaknasti filc iznosi 0,3694 cm³/g

- za aktivni ugalj iznosi 0,2852 cm³/g

REZULTATI I DISKUSIJA

Kinetika adsorpcije i adsorpcioni kapacitet aktivnog uglja i ugljeničnog filca u velikoj mjeri zavisi od njihove strukture i oblika, veličine i rasporeda pora, obzirom na to da se u ovom slučaju radi uglavnom o fizičkoj adsorpciji gasne faze na čvrstu površinu adsorbenta. Kinetika adsorpcije ugljen disulfida na aktivni ugalj i ugljenični filc, grafički je prikazana na slici 6., iz koje se može primijetiti da ugljenični filc ima 1,3 puta veću vrednost ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta u poređenju sa

aktivnim ugljem, u odnosu na adsorpciju ugljen disulfida, a takođe i da se ravnotežni adsorpcioni kapacitet za ugljenični filc dostiže za kraći vremenski period (150 minuta), u poređenju sa aktivnim ugljem (330 minuta). Uzimanjem u obzir rastućih delova krivih sa slike 6., jasno je da je brzina adsorpcije ugljen disulfida na aktivni ugalj i ugljenični filc različita. Određivanjem nagiba za linearne rastuće delove krivih (slika 8.), dobijaju se i vrednosti za brzinu adsorpcije oba korištena adsorbenta.



Slika 8. Rastući linearni delovi krivih za kinetiku adsorpcije ugljen disulfida na aktivni ugalj i ugljenični filc
Figure 8. Increasing linear parts of curves for carbon disulfite adsorption rate to active coal and carbonic felt

Prema nagibima krivih sa slike 8. vidi se da je brzina adsorpcije za aktivni ugalj 0,0972 g ugljen disulfida na 100 g adsorbenta tokom jednog minuta, a za ugljenični filc 0,25981 g ugljen disulfida na 100 g adsorbenta tokom jednog minuta. Prema tome adsorpcija se na ugljeničnom filcu, do dostizanja ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta, odvija za oko 2,7 puta brže u poređenju sa aktivnim ugljem. Razlike u ravnotežnom adsorpcionom kapacitetu i brzini adsorpcije ugljen disulfida, na aktivnom uglju i ugljeničnom filcu posledica su različite strukturne organizovanosti ovih adsorbentata. Kao što je već prikazano u ovom radu, ugljenični vlaknasti materijali u obliku filca imaju veoma specifičnu strukturu, sa

razvijenijom aktivnom površinom i većim prisustvom mikropora (imaju najveći uticaj na sorpciju gasova) u odnosu na aktivni ugalj, što je prema rezultatima ispitivanja, značajno uticalo na njihove sorpcione karakteristike.

Poređenjem vrednosti za specifičnu površinu i zapreminu mikropora aktivnog uglja i ugljeničnog filca, vidi se da ugljenični filc ima razvijeniju aktivnu površinu, što se može objasniti njegovom poroznijom strukturom. Poroznost strukture ugljeničnog filca može se posmatrati, kako sa aspekta mikroporoznosti ugljeničnih vlakana, tako i sa aspekta strukture samog filca. Obzirom na to da su ugljenična vlakna nastala karbonizacijom prirodnih ili sintetizovanih vlakana, ne sme se izgubiti iz

vida da i sama vlakna, koja ulaze u strukturu ugljeničnog filca, imaju specifičnu nadmolekulsku strukturu, koja takođe utiče na poroznost i sorpcione karakteristike proizvoda. Sa druge strane ugljenični filc se sastoji od zamršenih karbonizovanih vlakana, između kojih je u slojevima često postavljena tkana ili netkana tekstilna površina, čija struktura u smislu poroznosti takođe utiče na kapilarna i sorpciona svojstva samog filca.

ZAKLJUČCI

1. Na osnovu rezultata ispitivanja, može se reći da oba adsorbenta u potpunosti zadovoljavaju potrebe za dekontaminacijom radne i životne sredine od ugljen disulfida, odnosno da imaju dobar adsorpcioni kapacitet i brzinu adsorpcije do dostizanja ravno-težnog kapaciteta.

2. U poređenju prednosti ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta utvrđeno je da ispitivani ugljenični filc ima 1,3 puta veću vrijednost ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta i za 2,7 puta veću brzinu adsorpcije do dostizanja ravnotežnog adsorpcionog kapaciteta što ga kao adsorbens za ugljendisulfid čini dosta efikasnijim u odnosu na aktivni ugalj.

3. Opređenjenje za praktičnu primjenu, pored adsorpcionih karakteristika zavisiće i od ekonomičnosti, kao i sa aspekta njihove upotrebe u odnosu na nivo kontaminacije.

LITERATURA

1. J. Wu, *Modeling adsorption of organic compounds on activated carbon - A multivariate approach*, Analytical Chemistry, Department of Chemistry, Umeå University, Sweden, 2004.
2. J. W. Hassler, *Purification with activated carbon*, Chemical Publishing CO., INC., New York, 1974.
3. M. P. Cal, *Charakterization of Gas Phase Adsorption Capacity of Untreated and Chemically Treated Activated Carbon Cloth*, University of Illinois, 1995.
4. S. Marinković, Z. Laušević, M. Polovina, "Savremeni karbonski materijali", Institut za nuklearne nauke "Vinča", Beograd, 1999.
5. P. Škundrić: *Doktorska disertacija, TMF Beograd*, 1982.
6. J.Q. Liao, T.F. Chen, B.Y. Huang, G. Shi, X. Xiong, *Carbon*, 40, 2002, 617-636.
7. R. Piat, I. Tsukrov, N. Mladenov, M. Guellali, E. Ermel, T. Beck, E. Schnack, M. J. Hoffmann, *Material modeling of the CVI-infiltrated carbon felt II. Statistical study of the microstructure, numerical analysis and experimental validation*, *Composites Science and Technology* 66, 2006, 2769-2775.
8. M. M. Dubinin, *Progress in surface and membrane science*, 9, Academic Press, London, 1975, pp 1-70.
9. C. Brasquet, P. Le Cloirec, *Carbon*, 35, (1997), pp 1307-1313.
10. S. Đorđević, *Fizička hemija*, TMF, Beograd, 1985.

INVESTIGATION OF ADSORBENT CHARACTERISTICS OF CARBONIC MATERIAL

Vojislav Aleksic, Zoran Petrovic, Pero Dugic

SUMMARY: The purpose of this paper is getting more efficient adsorbent for carbon – disulfide in compare with classical activated coal, and cellulose chemical fibers production optimization at classical viscose method. With use of better adsorbent the degree of their regeneration would be increase and also the economy production of cellulose chemical fibers by viscose method. With other side environment protection would be realize. In this case, the production of cellulose chemical fibers would be significantly optimized and their properties are the most similar with natural fiber – cotton. The production of filter for protection masks would be optimized also, which are use in other productions where carbon-disulfide is present. On the experimental data got for carbon felt improved fro Institute Vinca-Belgrade and comparison with same characteristic for activated coal follow next:

- Experimental obtained specific area of felt is 1238,88 m²/g and it is about 22 % higher than for activated coal.
- Volume of micro pore for investigated carbon felt is 0.4685 m³/g and it is about 29.53% higher than for activated coal.
- Carbon felt has 1.3 time adsorption capacity higher than activated coal and 2.7 times adsorption rate is higher to reach adsorption equilibrium capacity.

Now, from above facts we can conclude that investigated carbon felt is more efficient adsorbent for carbon-disulfide, for practical usage we have to analyse economy as important factor.

KEYWORDS: adsorbent, specific area, activated coal, carbonic felt

Mikrobna proizvodnja biorazgradljivih polimera

STRUČNI RAD

Asima Davidović, Aleksandar Savić*

Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Vojvode Stepe Stepanovića 73, 78000 Banja Luka, Bosna i Hercegovina

SAŽETAK: U posljednje dvije decenije pokazuje se značajno interesovanje za razvoj i proizvodnju biorazgradljivih polimera kao ekološki prihvatljive alternative za sintetičke polimere. Prilikom upotrebe za različite namjene, biopolimeri moraju zadržati povoljna fizičko-hemijska svojstva plastičnih materijala, ali isto tako moraju biti biorazgradljivi, što predstavlja rješenje za današnji problem odlaganja plastičnog otpada. Biorazgradljiva plastika se dobija iz obnovljivih izvora kao što su različiti biljni materijali. U novije vrijeme proizveden je veliki broj bioplastičnih materijala kao što su biorazgradljivi poliesteri: polihidroksialkanoati (PHAs), polilaktidi, polisaharidi itd. Među ovim materijalima PHAs su privukli veliku pažnju, a jedini ometajući faktor za širu upotrebu kao zamjene za sintetske plastične mase predstavlja visoka cijena proizvodnje. Poznato je da se PHAs akumuliraju unutar ćelija nekih bakterijskih vrsta. U ovom radu razmatrana je mogućnost mikrobne proizvodnje polihidroksialkanoata na različitim supstratima.

KLJUČNE RIJEČI: biorazgradljivi polimeri, bioplastika, polihidroksialkanoati, PHAs, PHB

UVOD

Da bi se uspješno riješio rastući problem odlaganja otpada od sintetičkih plastičnih masa, koje se dobijaju iz petrohemikalija, u posljednjih 20-tak godina se intenzivno radi na dobijanju tzv. biodegradibilnih polimera odnosno biorazgradljivih plastičnih materijala. Poznato je, naime, da za razgradnju sintetičkog polimernog otpada treba ogroman vremenski period, što predstavlja značajan problem, koji je narastao do alarmantnih razmjera. Primjena dugovječnih plastičnih materijala nije opravdana za proizvode kratkog vijeka upotrebe jer je smanjenje količine plastičnog otpada u interesu svih područja primjene ovih materijala¹. Kao odgovor na to, brojni istraživači su se uključili u pronalaženje rješenja koje bi se sastojalo u zamjeni sintetičkih plastičnih materijala sa materijalima sličnih

svojstava, ali podložnih biorazgradnji u što kraćem vremenskom periodu. Time bi se postigla prihvatljiva alternativa sa ekološkog stanovišta odlaganja otpada. Ovakvi biopolimerni materijali treba da posjeduju fizičko-hemijska svojstva slična konvencionalnoj plastici, ali takođe, moraju biti biodegradabilni. Trebaju se po mogućnosti dobiti iz obnovljivih sirovina, kao što su različiti prirodni materijali (skrob, celuloza, hitin itd). Plastični otpad je, pored ostalih vrsta otpadnog materijala, značajan izvor onečišćenja okoline i potencijalna opasnost za biljni i životinjski svijet. Upravo se iz tih razloga napori brojnih istraživačkih timova usmjeravaju na razvoj biorazgradljivih polimera, prije svega plastike, posebno za izradu biorazgradljive ambalaže, kao i proizvode namjenjene jednokratnoj upotrebi.

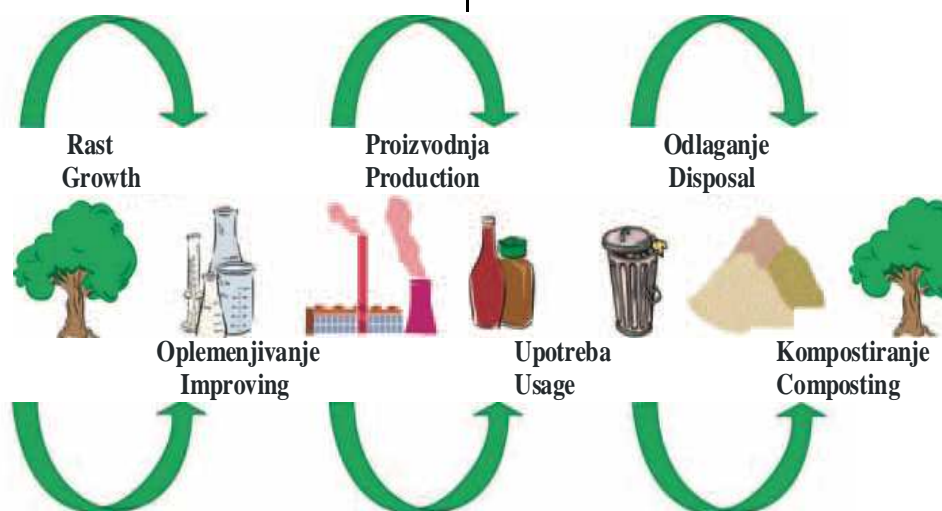
* Korespondentni autor; E-mail: dasima323@yahoo.com

BIORAZGRADLJIVI POLIMERI

Biopolimeri

Definicije biopolimera se međusobno razlikuju, tako da se uz taj pojam vezuje plastika koja se može kompostirati (tzv. kompostabilna plastika), zatim biorazgradljiva, te razgradljiva plastika². Kompostabilna je ona plastika koja se može biološki razgraditi tokom 2-3 mjeseca kompostiranja u odgovarajućim uslovima do CO₂, H₂O, anorganskih sastojaka i biomase, pri čemu ne nastaju otrovne materije.

Biorazgradljiva plastika je ona čija je razgradnja moguća tek djelovanjem prisutnih mikroorganizama tokom određenog vremenskog perioda (2-6 mjeseci)¹. Razgradljiva plastika se proizvede od sirovina na bazi nafte, ali uz dodatke koji doprinose njenoj razgradnji u za to pogodnim uslovima (toplota, vlaga, UV zračenje). Razgradnja ovih materijala je nepotpuna tj. odvija se djelomično. Nastali dijelovi nisu dalje podložni kompostiranju (nisu biorazgradljivi). Na slici 1. prikazan je tok životnog ciklusa biorazgradljivog polimernog materijala².



Slika 1. Tok životnog ciklusa biorazgradljivog polimernog materijala
Figure 1. The life circle of biodegradable polymer material

Osnovna osobina biopolimera je njihova biodegradabilnost. Konvencionalni (bio) polimeri nisu biorazgradjivi obzirom da se sastoje od dugih lančanih molekula, čija se struktura ne može narušiti djelovanjem mikroorganizama. Sa druge strane, polimeri dobijeni na bazi biljnih materijala (skrob, biljni otpad i dr.) imaju molekule koje podliježu razgradnji djelovanjem enzima nekih mikroorganizama. Za mjerenje biodegradibilnosti neke supstance postoje različiti standardi, koji su specifični za svaku državu. Većina standarda

se odnosi na zahtjev da se ispitivana supstanca razgradi 60-90% u periodu od 60 do 180 dana u za to odgovarajućim uslovima³.

Biopolimeri su biomaterijali koji se proizvode iz obnovljivih izvora (u prvom redu biljnih, a u novije vrijeme i životinjskih sirovina), za razliku od konvencionalnih polimera koji se proizvode iz neobnovljivih izvora (ugalj, nafta). Kvalitet proizvoda od bioplastike ne zavisi samo od njegove biorazgradljivosti, već i od funkcionalnih

osobina kao što su mehanička i hemijska otpornost, trajnost itd.

KLASIFIKACIJA BIOPOLIMERNIH MATERIJALA

Biopolimeri se dijele na tri osnovne grupe (kategorije) prema načinu proizvodnje odnosno porijeklu:

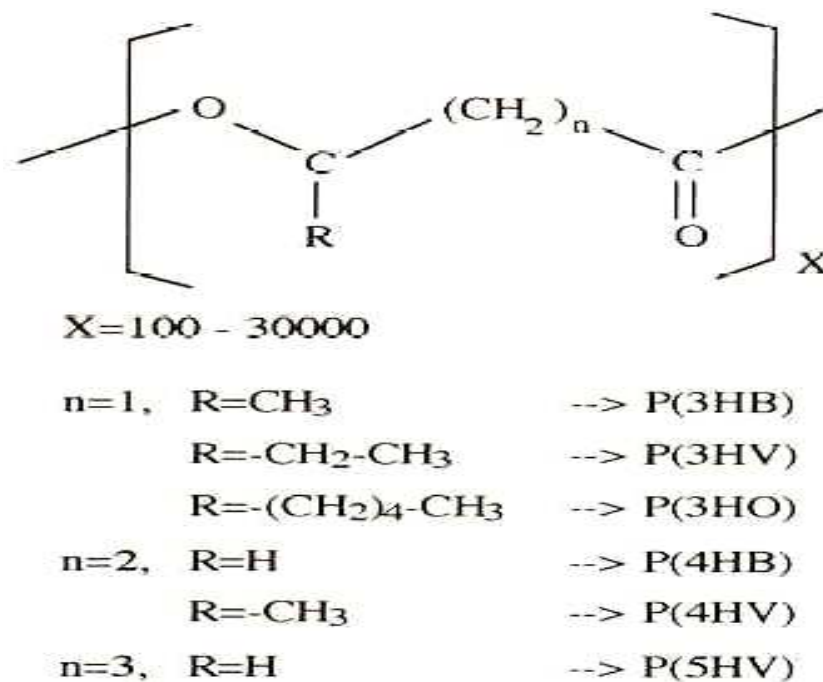
1. Polimeri koji se direktno dobijaju iz biomase: polisaharidi (skrob, celuloza, hitin itd) proteini surutke, kazein, kolagen, proteini soje itd. Ovi materijali predstavljaju dobru barijeru za gasove, ali nedostatak im je što su veoma hidrofilni.
2. Biopolimeri koji se dobijaju hemijskom sintezom iz biomonera. Hemijskom sintezom može se dobiti niz različitih poliestera. Iz ove grupe najpoznatiji je PLA (poli-mliječna kiselina). Ovde je monomer mliječna kiselina, koja se dobija mikrobim putem iz različitih ugljikohidratnih sirovina (kukuruz, pšenica, melasa, surutka). U novije vrijeme aktuelno je i dobijanje poli- γ -glutaminske kiseline (PGA) sa mikroorganizmom *Bacillus subtilis*. Radi se o biopolimeru koji je poput PLA biorazgradljiv i netoksičan prema okolini. Potencijalne primjene PGA i njegovih derivata intenzivno se izučavaju posljednjih nekoliko godina u cilju moguće industrijske

primjene kao npr. u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji, a takođe i u medicini⁴.

3. Biopolimeri dobijeni direktno iz odgovarajućih mikroorganizama bilo prirodnih ili genetski modifikovanih. Mnoge bakterijske vrste akumuliraju biopolimere kao rezervne materijale u svojim ćelijama. Najpoznatiji biopolimeri iz ove grupe su bakterijska celuloza i polihidroksialkanoati (PHAs). Njihove osobine najviše su povezane sa osobinama monomera od kojih su izgrađeni, što omogućava sintezu niza biopolimera putem jednostavne mikrobne fermentacije. Među ovim derivatima najčešće se proizvodi i upotrebljava polihidroksibutirat (PHB).

MIKROBNA PROIZVODNJA POLIHIDROKSIALKANOATA

Među kandidatima za mikrobnu proizvodnju biodegradabilnih plastika polihidroksialkanoat (PHA) je privukao najviše pažnje zbog sličnosti svojih osobina sa konvencionalnom plastikom, kao i zbog potpune biorazgradljivosti djelovanjem različitih mikroorganizama (bakterija, plijesni i algi) u prirodnoj sredini. Opšta struktura polihidroksialkanoata prikazana je na slici 2^{5,6}.



Slika 2. Opšta struktura polihidroksialkanoata

Figure 2. The general structure of polyhydroxyalkanoates

Poliesteri hidroksialkanoata otkriveni su prvi put u ćelijama *Bacillus megaterium*⁵. Neke bakterije sintetiziraju i akumuliraju PHA kao ugljenikov i energetski materijal pod određenim uslovima⁷. Hidroksialkanoat se nakuplja u granulama čiji broj i veličina varira kod različite vrste mikroorganizama. Ustanovljeno je da preko 250 različitih bakterija, uključujući i gram-negativne i gram-pozitivne, akumulira PHAs različitih tipova. Među njima se nalaze *Alcaligenes eutrophus*, *Bacillus megaterium*, *Pseudomonas oleovorans*, *Chromobacterium violaceum*, *Pseudomonas putida* itd. Različite PHAs sa različitim C₃ do C₅ monomerima proizvodi *Alcaligenes eutrophus* u zavisnosti od vrste i koncentracije izvora ugljenika u mediju za kultivaciju (odn. hranljivoj podlozi)⁸.

Poli-β-hidroksibuterna kiselina (PHB) je biopolimer koji se može proizvesti u ćelijama *Pseudomonas cepacia* na podlozi od glukoze,

ksiloze ili laktoze⁹. Mogućnost proizvodnje PHB na podlozi od saharoze pomoću *Bacillus megaterium* ispitali su Otari i Ghosh¹⁰. Ispitan je i potencijal nekih *Bacillus sp.* za dobijanje PHB na jeftinim podlogama od otpadnih materijala¹¹. Proizvodnja PHB moguća je i na supstratu od različitih agroindustrijskih i poljoprivrednih otpadaka pomoću rekombinantnog *E.coli* soja¹², kao i na otpadnom krompirovom skrobu¹³ i surutki¹⁴.

Zakomercijalnu proizvodnju biopolimera uz pomoć različitih mikroorganizama potrebno je izvršiti detaljnija istraživanja, kako bi se ustanovili optimalni uslovi njihove proizvodnje. Nekoliko faktora treba ispitati u cilju odabira odgovarajućeg mikroorganizma za industrijsku proizvodnju PHA i PHB, kao što su: mogućnost mikroorganizama da koristi jeftine izvore ugljenika, brzina rasta, brzina biosinteze polimera i njihov prinos. U cilju smanjenja ukupnih troškova proizvodnje biopolimera

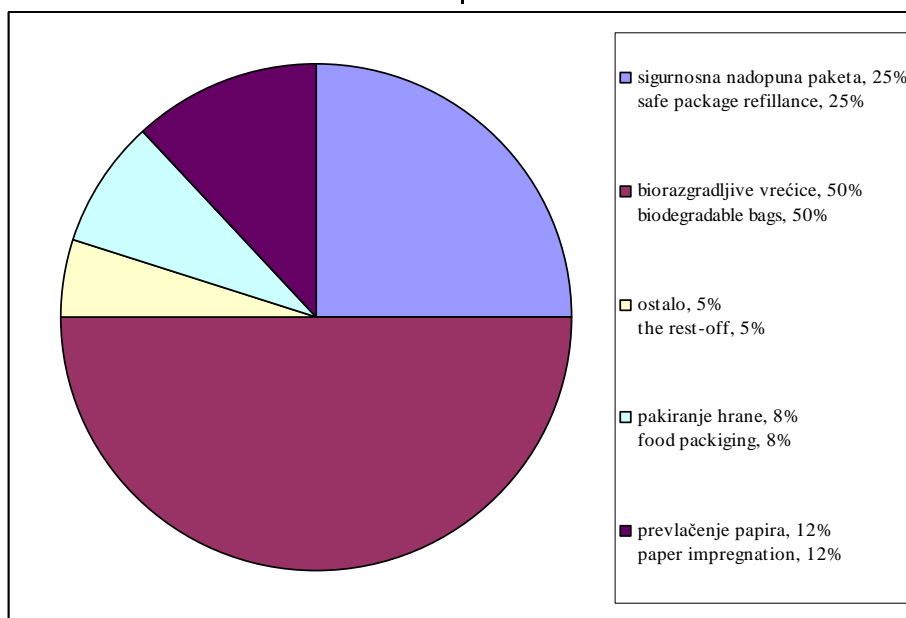
potrebno je postići visoku produktivnost i iskorištenje procesa. Na kraju, potrebno je naći adekvatnu metodu izolacije biopolimera iz ćelija proizvodnog mikroorganizma⁹. Lee¹⁵ je istražio mogućnost izolacije PHA ekstrakcijom organskim rastvaračima i ustanovio je da je takav proces neekonomičan.

Zbog relativno visokih troškova proizvodnje PHA mikrobnim putem, nastavljaju se istraživanja mogućnosti ekonomičnije proizvodnje ovih biopolimera. U tom cilju neka istraživanja su usmjerena na mogućnost proizvodnje PHB u transgenskim biljkama^{16,17}. U novije vrijeme u cilju povećanja ekonomičnosti procesa razmatra se upotreba i mješovitih mikrobnih kultura za dobijanje PHAs na supstratima od različitog industrijskog otpada¹⁸.

PRIMJENA BIORAZGRADLJIVIH POLIMERA

Biorazgradljivi plastični materijali koriste se za proizvode namjenjene kratkom roku upotrebe gdje je poželjna njihova primjena. Na pr. biorazgradljiva ambalaža se već uveliko koristi kao ambalaža za brzu hranu i čaše za jednokratnu upotrebu. Vreće za prikupljanje bio-otpada, koji se obrađuje kompostiranjem, izrađuju se od biorazgradljive plastike. Značajna je i primjena ovih materijala u medicini za izradu hirurških rukavica, implantata, te hirurškog konca, koji se ne mora uklanjati nakon aplikacije². Potencijalna upotreba ovih materijala u poljoprivedi odnosi se na mogućnost inkapsulacije sjemenskog materijala i vještačkog đubriva, kao i za izradu opreme za plastenike¹⁹.

Najveći dio proizvedene bioplastike se prerađuje u biorazgradljive plastične vrećice i ambalažu. Na slici 3 prikazano je područje primjene biorazgradljive plastike za područje Evrope za 2003. godinu².



Slika 3. Područje primjene biorazgradljive plastike u Evropi 2003. godine

Figure 3. Application of biodegradable plastic in Europe for 2003.

Japanski proizvođač automobila Toyota je još od 2002. godine počeo ugrađivati dijelove od bioplastike u neke svoje proizvode, dok japanski Shiseido koristi bioplastičnu ambalažu za kozmetičke proizvode².

Iako je cijena proizvodnje biopolimernog materijala polihidroksialkanoata još uvijek visoka, nekoliko kompanija u svijetu bavi se njihovom proizvodnjom s ciljem da zadovolje zahtjeve tržišta. Trenutno, na svjetskom tržištu se mogu naći slijedeći komercijalni proizvodi: Biopol, Mirel i Nodax (na tržištu USA), Biomer (Njemačka), Biocycle (Brazil), DegraPol (Italija), Tianan PHBV i Tianan PHB (Kina). Većina kompanija proizvodi nekoliko stotina tona ovih materijala godišnje. Samo neke kompanije planiraju ili su počele povećavati kapacitet proizvodnje na nekoliko hiljada tona godišnje²⁰. Sve ovo ukazuje da novo razdoblje industrije PHAs materijala tek dolazi.

ZAKLJUČCI

U opštem nastojanju da se očuva životna sredina posljednjih decenija se vrše intenzivna istraživanja i radi na proizvodnji biodegradabilnih polimernih materijala kao ekološki prihvatljive alternative za sintetičke polimere. Među pomenutim materijalima posebno mjesto zauzimaju polihidroksialkanoati (PHAs), mikrobni poliesteri od kojih je najznačajniji polihidroksibutirat (PHB).

Brojne istraživačke grupe u svijetu bave se iznalaženjem postupaka ekonomične proizvodnje ovih mikrobnih polimera na različitim supstratima i uz korištenje različitih mikrobnih kultura. Obzirom na činjenicu da se za proizvodnju biopolimera mogu koristiti i jeftine obnovljive sirovine (različiti biljni i životinjski materijali), to je ogromna prednost

koja ide u prilog proizvodnji i primjeni ovih materijala.

Na svjetskom tržištu već su prisutni različiti komercijalni proizvodi kao npr. Biopol, Biocycle, DegraPol i dr., koji nalaze sve širu praktičnu primjenu. Jedini značajan nedostatak je još uvijek visoka cijena proizvodnje (čak i do 5 puta veća nego kod proizvodnje konvencionalnih sintetičkih polimera). Međutim, ovaj nedostatak se može kompenzovati smanjenim troškovima kasnijeg odlaganja i razgradnje ovih materijala.

Biorazgradljivi biopolimeri će sasvim sigurno postati ambalažni materijali budućnosti zahvaljujući sve nižoj cijeni proizvodnje, poboljšanim karakteristikama i sve višom svjesnošću potrošača o potrebi očuvanja životne i radne sredine.

LITERATURA

1. <http://www.science.org.au/nova/061/061key.htm>
2. G. Barić, Biorazgradljivi polimerni materijali, Polimeri, 25 (2004) 142-144
3. V. Lazić, J. Gvozdenović, Biopolimeri kao ambalažni materijali, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2007
4. I.B. Bajaj, R.S. Singhal, Production of Poly- γ -Glutamic Acid) from *B.subtilis*, Food Technol. Biotechnol. 47 (2009) 313-322
5. T.V. Ojumu, J. Yu, B.O. Solomon, Production of polyhydroksyalkanoates, a bacterial biodegradable polymer, Afr. Jour. of Biotechnol. 3 (2004) 18-24
6. S.Y. Lee and H.N. Chang, Advances in Biochemical engineering/Biotechnology, Springer-Verlag, Berlin. 52 (1995)
7. J. Yu, Production of PHA from starch wastewater via organic acids, Journal of Biotechnol. 86 (2001) 105-112

8. Y. Doi, Y. Kawaguchi, N. Koyama, S. Nakamura, M. Hiramitsu, Y. Yashuda, U. Kimura Synthesis and degradation of polyhydroxyalkanoates in *Alcaligenes eutrophus*, FEMS Microbiol. Rev. 103 (1992) 103-108
9. F.K. Young, J.R. Kostner and S.W. May, Microbial production of Poly- β -Hydroksybutyric acid from D-Xylose and Lactose by *Pseudomonas cepacia*, Appl. Environ. Microbiol. 60 (1994) 4195-4198
10. S.V.Otari, J.S.Ghosh, Production and Characterization of the Polymer Polyhydroxy Butyrate-co-polyhydroxy valerate by *Bacillus megaterium* NCIM 2475, Current Research Journal of Biological Sciences. 1(2) (2009) 23-26
11. T. Kumar, M. Singh, M.J. Purohit, V.C. Kalia, Potential of *Bacillus sp.* to produce polyhydroxybutyrate from biowaste, J. Appl. Microbiol. 106 (2009) 2017-2023
12. P.I. Nikel, A.de Almeida, E.C. Melillo, A.G. Miguel, M.J. Pettinari, New recombinant *E.coli* strain tailored for the production of poly(3-hydroxybutyrate) from agrindustrial byproducts, Appl. Environ. Microbiol. 72 (2006) 3949-3954
13. R. Haas, B. Jin, F.T. Zepf, Production of poly(3-hydroxybutyrate) from waste potato starch. Biosci. Biotechnol. Biochem. 72 (1) (2008) 253-256
14. M. Koller, R. Bona, E. Chiellini, E.G. Fernandes, P. Horvat, C. Kutschera, P. Hesse, G. Braunegg, Polyhydroxyalkanoate production from whey by *Pseudomonas hydrogenovora*, Bioresour. technol. 99 (11) (2008) 4854-4863
15. S.Y. Lee, Bacterial Polyhydroxyalkanoates, Biotechnol. Bioeng. 49 (1996) 1-14
16. D. Kadouri, E. Jurkevich, Y. Okon, Ecological and agricultural significance of bacterial polyhydroxyalkanoates, Crit. Rev. Microbiol. 31 (2005) 55-67
17. G.M. Bohlman, Polyhydroxyalkanoate production in crops. In feedstocks for the future: renewable for the production of chemicals and materials. ACS Symposium Series. 921 (2006) 253-270
18. Y.P. Lu, Advance on the production of polyhydroxyalkanoates by mixed cultures, Front. Biol. China. 2(1) (2007) 21-25
19. R.A.J. Verlinden, D.J. Hill, M.A. Kenward, C.D. Williams, I. Radecka, Bacterial synthesis of biodegradable polyhydroxyalkanoates, J. Appl. Microbiol. 102 (2007) 1437-1449
20. P.Y. Tian, L. Shang, H. Ren, Y. Mi, D.D. Fan, M. Jiang, Biosynthesis of polyhydroxyalkanoates: Current research and development, Afr. Jour. of Biotechnol. 8(5) (2009) 709-714

MICROBIAL PRODUCTION OF BIODEGRADABLE POLYMERS

Asima Davidović, Aleksandar Savić

SUMMARY: In the past two decades there has been considerable interest in the development and production of biodegradable polymer materials as ecologically useful alternative to synthetic polymers (known as plastics). During their usage, biopolymers have to retain the desired physical and chemical properties of conventional plastics, but need to be biodegradable in environmental conditions, thus offering a solution for the existing disposal problem of plastic waste. Biodegradable plastics are derived from renewable sources like different plant materials. A number of bio-based plastic materials such as biodegradable polyesters, namely polyhydroxyalkanoates (PHAs), polylactides, polysaccharides etc. have been developed in last few years in order to meet specific demands in various fields and industries. Among these materials, PHAs have been attracting much attention and only the high cost of PHAs production has restricted its practical use. Polyhydroxyalkanoates are known to be accumulated as intracellular inclusion in some bacteria. The possibility of microbial production of PHAs with several microbial species on different substrates have been considered in this paper.

KEYWORDS: biodegradable polymers, bioplastics, PHAs, PHB

Senzorska prihvatljivost različitih mliječnih čokolada

IZVORNI NAUČNI RAD

Svjetlana Škrabal¹, Maja Ergović^{2*}, Valentina Obradović²

¹Zvečevo Prehrambena industrija d.d., Kralja Zvonimira 1, 34 000 Požega, Hrvatska

²Veleučilište u Požegi, Vukovarska 17, 34000 Požega, Hrvatska

SAŽETAK: Senzorske analize su danas u širokoj upotrebi naročito u prehrambenoj industriji. Određivanje i vrednovanje senzorskih svojstava proizvoda ima veliku ulogu u razvoju i nadzoru njegove kakvoće. Cilj ovoga istraživanja bio je utvrditi kakva je senzorska prihvatljivost mliječnih čokolada koje su se međusobno razlikovale prema vrsti mliječne komponente. Senzorskim ocjenjivanjem ispitivane su dvije vrste čokolade koje se već nalaze na tržištu, i tri koje su u procesu razvoja. U procesu kreiranja novih čokolada, senzorske analize su važan faktor. Nova čokolada treba prije svega zadovoljiti očekivanja potencijalnih potrošača. U istraživanju je sudjelovalo 65 osoba različitog spola i starosne dobi koji su testom prihvatljivosti ocijenili pojedinu čokoladu ocjenom od 1 do 5. Najprihvatljivijom se pokazala čokolada u kojoj mliječna komponenta potječe od kombinacije karameliziranog mlijeka sušenog raspršivanjem i obranog mlijeka u prahu.

KLJUČNE RIJEČI: čokolada, senzorska analiza, prihvatljivost

UVOD

Mliječna čokolada predstavlja složen sustav koji se sastoji od čestica krute tvari (čvrstih kakao dijelova, šećera i nemasne mliječne tvari) dispergiranih u kontinuiranoj masnoj fazi koja se sastoji od kakao maslaca i mliječne masti (Tscheuschner¹). Prema Pravilniku o kakau i čokoladnim proizvodima² mliječna čokolada je proizvod dobiven od kakaovih proizvoda, šećera i mlijeka ili mliječnih proizvoda, koji sadrži najmanje 25% ukupne suhe tvari kakaovih dijelova; 14% suhe tvari mlijeka; 2,5% bezmasne suhe tvari kakaovih dijelova; 3,5% mliječne masti; 25% ukupne masti. Tip i udio svakog od navedenih sastojaka kao i primijenjeni tehnološki postupci u proizvodnji te uvjeti skladištenja u velikoj mjeri utječu na fizikalno - kemijska i senzorska svojstva gotovih čokolada. Senzorsko ocjenjivanje prehrambenih proizvoda imalo je u

manjoj ili većoj mjeri nezamjenjivu ulogu u povijesti proizvodnje i prometa hrane, te će zasigurno i u budućnost imati važno mjesto u sustavu nadzora namirnica čineći integralnu cjelinu s modernim instrumentalnim metodama (Mandić³). U procesu kreiranja novih proizvoda, senzorske analize su presudne (Piggott⁴). Novi proizvod treba prije svega zadovoljiti očekivanja potencijalnih potrošača kojima nisu važna samo kemijsko – fizikalna te nutritivna svojstva čokolade već veliku važnost posvećuju senzorskim svojstvima. Veoma je bitno kakvu čokolada ima boju, okus te kakva joj je topivost u ustima (Beckett⁵). Ocjena kvalitete čokolade se radi kroz analize fizikalno - kemijskih parametara i senzorsko ocjenjivanje (npr. izgled, boja, okus, tekstura). Opće senzorsko prihvaćanje čokolade od strane potencijalnih kupaca je ključni faktor za uspješan plasman

* Korespondentni autor; E-mail: mergovic@vup.hr

čokolade. Potrošač konzumira čokolade prvenstveno zbog užitka, a manje zbog njihovih nutritivnih vrijednosti (Popov-Raljić⁶). U literaturi se može pronaći više podataka o promjeni senzorskih svojstava čokolade zavisno o korištenim sirovinama (Jovanović⁷, Guinard⁸). Postoji više senzorskih metoda koje se mogu koristiti za analizu, od hedonističkih do analitičkih. Hedonistički testovi se koriste za procjenu prihvaćenosti proizvoda na tržištu i procjenu zahtjeva za svojstvima proizvoda, a analitički za uočavanje razlika i mjerenje specifičnih senzorskih svojstava proizvoda. Test prihvatljivosti daje odgovor na pitanje: Da li se proizvod sviđa kupcima i da li bi ga kupovali? Ocjenjivači trebaju biti odabrani s obzirom na potrošačku grupu, dob, spol, prebivalište itd. (Mandić³, Golub⁹). Testom prihvatljivosti bitno je procijeniti mišljenje potencijalnih potrošača o samom proizvodu te dobiti mišljenje o specifičnim svojstvima proizvoda. Istovremeno takvi testovi daju smjernicu za razvoj proizvoda, jer ukazuju na trendove ukusa potrošača. Pri tome treba obratiti pažnju na to kome je namijenjen proizvod i isključiti mogućnost utjecaja predrasuda. Formuliranjem pitanja ne smije se navoditi na odgovore niti utjecati na dojam o proizvodu putem ambalaže kojom se odvrća pažnja od senzorskih karakteristika proizvoda. U postupku testiranja potrošača, potrošaču treba dati mogućnost izbora putem testa preferencije, tj. rangiranja. Postavljeno pitanje treba dati mogućnost izbora proizvoda koji im se više sviđa. Primjenom hedonističke skale dobivaju se od potrošača povratne informacije o prihvatljivosti proizvoda (Golub^{9,10}). Cilj ovoga rada bio je istražiti kakva je senzorska prihvatljivost mliječnih čokolada koje su se međusobno razlikovale

prema vrsti mliječne komponente te utvrditi kolika je ocjena mliječnih čokolada koje se još ne nalaze na tržištu u odnosu na one koje se već nalaze. Odnosno, odlučiti koju čokoladu staviti na tržište kao najprihvatljiviju.

MATERIJALI I METODE

Poštujući temeljne odredbe Pravilnika o kakau i čokoladnim proizvodima², klasičnim načinom proizvodnje čokolade u Zvečevu, d.d. (Požega, Hrvatska) priređeni su uzorci pet mliječnih čokolada. Uzorcima čokolade date su šifrirane oznake (troznamenkast broj nasumice izabran), te su podvrgnute senzorskom ocjenjivanju (ISO Sensory analysis¹¹). Dvije čokolade (MC – 1 i MC – 2) od ponuđenih pet se nalaze u prodaji već duži vremenski period, dok su ostale tri čokolade (MC - 3, MC - 4 i MC - 5) u sastavu projekta razvoja novih mliječnih čokolada. Jedna od njih bi trebala izaći na tržište ukoliko bude prihvaćena od strane potrošača i prepoznata kao iskorak u kvaliteti u odnosu na već postojeće čokolade. U tablici 1. prikazan je udio šećera, kakaovog maslaca i mliječne masti u svakoj čokoladi te vrsta mliječne komponente kao nosioca aromatskih svojstava mliječne čokolade.

Upravo zbog različitog udjela pojedinih sastojaka novih čokolada u odnosu na već postojeće i različitog porijekla mliječne komponente bilo je potrebno provesti anketu na potencijalnim potrošačima da bi se ustanovilo da li i u kolikoj mjeri nove čokolade konkuriraju postojećima, odnosno, da li predstavljaju poboljšanje u kvaliteti, te da li će ih tržište prihvatiti.

Tablica 1. Sastav uzoraka čokolade
Table 1. Chocolates samples composition

Uzorak Sample	udio pojedinih sastojaka (%) proportion of individual ingredients (%)			Porijeklo mliječne komponente Origin of milk components
	Šećer Sugar	Kakaov maslac Cocoa butter	Mliječna mast Butterfat	
MC - 1	46,00	23,80	6,00	Kondenzirano zaslađeno mlijeko Condensed milk
MC - 2	47,00	24,00	5,90	Punomasno mlijeko u prahu, sušeno raspršivanjem + vrhnje u prahu Whole milk powder, spray dried + cream powder
MC - 3	50,00	30,00	4,40	Punomasno mlijeko u prahu, sušeno na valjcima + obrano mlijeko u prahu Whole milk powder, roller dried + skimmed milk powder, spray dried
MC - 4	50,00	30,00	4,40	Punomasno mlijeko u prahu karamelizirano, sušeno na valjcima (proizvođač Zvečevo) + obrano ml. u prahu skimmed milk powder Whole milk powder caramelised, roller dried (producer Zvečevo) + skimmed milk powder, spray dried
MC - 5	50,00	30,00	4,40	Mlijeko karamelizirano sušeno na valjcima (proizvođač Hochdorf) + obrano mlijeko u prahu Whole milk powder caramelised, roller dried (producer Hochdorf) + skimmed milk powder, spray dried

Provedeno je kvantitativno ispitivanje na uzorku slučajno odabranih ispitanika. Ispitivanje je provedeno u prezentacijskom prostoru triju trgovačkih centara. Ispitanici su bili potencijalni kupci čokolada. Moskowitz¹² tvrdi da je za slučaj ispitivanja senzorske prihvatljivosti nekog proizvoda dovoljan panel od 40-50 ispitanika. U ovom istraživanju ispitano je 65 ispitanika od toga su 34 žene i 31 muškarac. Ispitanici su bili različite starosne dobi u rasponu od 24 do 60 godina. Prilikom kušanja čokolada ispitanici su imali zadatak poredati čokolade na rang ljestvici od jedan do pet. Pri čemu je rang ljestvici na brojkom 1 ocijenjena čokolada koja im se najviše sviđa, dok je na rang ljestvici brojku 5 dobila čokolada koja im

se najmanje sviđela sa svojim senzorskim karakteristikama. Svakoju rang ocjeni je pridružen određeni faktor značaja na način da čokolada koja se ispitivačima najviše sviđa dobije 5 bodova, a ona koja je bila na 5. mjestu tj. koja im se najmanje sviđela dobije 1 bod (Gran. Stand. K.I.J.MKK 005¹³). Dobiveni rezultati za ispitivane mliječne čokolade statistički su obrađeni analizom varijance (ANOVA).

REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati ispitivanja prihvatljivosti pet vrsta mliječnih čokolada na uzorku od 65 ispitivača sažeto su prikazani u tablici 2.

Tablica 2. Rezultati senzorske analize
Table 2. The results of sensory analysis

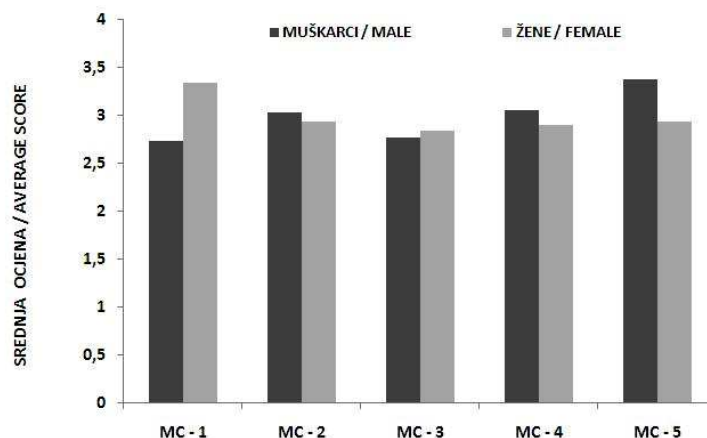
		Uzorci čokolade (ocjena · F) / Sample of chocolate (score · F)				
Ocjena/ Score	Faktor značaja (F) / Importance factor (F)	MC - 1	MC - 2	MC - 3	MC - 4	MC - 5
1	5	105	45	60	40	75
2	4	40	64	48	56	44
3	3	18	39	27	60	51
4	2	16	38	20	30	26
5	1	20	8	20	8	9
Suma ocjena · F / sum of scores · F		199	194	175	194	194

Prema ukupnom broju bodova najboljom se mliječnom čokoladom pokazala čokolada MC - 1 koja se još ne nalazi na tržištu i u kojoj mliječna komponenta potječe od punomasnog karameliziranog mlijeka u prahu sušenog na valjcima (proizvođač Hochdorf) te obranog mlijeka u prahu. Od svih čokolada koje su ocjenjivane

najveći broj najveće ocjene dobila je mliječna čokolada MC - 1 koju je čak 32% ocjenjivača na rang ljestvici smjestilo na prvo mjesto. Mliječna čokolada MC - 1 kao mliječnu komponentu sadrži kondenzirano mlijeko, ali i samo 46% šećera.

Najlošije je ocijenjena čokolada MC - 3 koja prema broju bodova najviše odstupa od svih ostalih. To je čokolada u kojoj mliječna komponenta potječe od punomasnog mlijeka u

prahu sušenog na valjcima i obranog mlijeka u prahu. To je jedina od analiziranih čokolada u kojoj je takva kombinacija mliječne komponente. Full¹⁴ u svom istraživanju ističe važnost mliječne komponente u formiranju cjelokupnih svojstava čokolade (uključujući organoleptička). Lohman¹⁵ ističe da će mliječna mast utjecati na poboljšanje svojstava topivosti u kod tamnih čokolada. Nijedna od ispitivanih čokolada nije ocijenjena neprihvatljivom jedina razlika je u ocjenama. Također postoji znatna razlika preferiranja određenih čokolada kod žena u odnosu na muškarce. Popov – Raljić⁶ navodi da je čokolada koja izaziva osjećaj zadovoljstva pri konzumaciji redovito potrošačima najprihvatljivija.



Slika 1. Srednje ocjene ispitivanih čokolada

Figure 1. Middle grades tested chocolate

Kao što je vidljivo na slici 1., žene su najviše srednju ocjenu dale mliječnoj čokoladi MC - 1, dok se muškarcima više sviđa mliječna čokolada MC - 5. Mliječna čokolada MC - 5 sadrži punomasno mlijeko u prahu proizvedeno sušenjem na valjcima (proizvođač Hochdorf) i obrano mlijeko u prahu, odnosno ukupna mliječna mast joj je za 1,60% niža nego kod čokolade MC - 1 i udio šećera za 4% viši. Topivost u ustima čokolade MC - 1 je bolja i okus po mlijeku izraženiji, dok je lom čokolade MC - 5 bolji s prisutnom notom okusa po karameli koji potječe od karameliziranog mlijeka u prahu (Tablica 1). I u ovom slučaju najmanje srednje ocijene je dobila čokolada MC

3 od strane oba spola. Do sličnih spoznaja došao je i Golob¹⁰. Naime, u svom istraživanju o senzorskoj prihvatljivosti čokolada s inulinom, navodi da je topivost u ustima bitna značajka perfekcije pojedine čokolade, a potom slatkoća. Dobiveni rezultati ocjenjivanja obrađeni su statistički analizom varijance. Nakon statističke analize prihvaća se nulta hipoteza da ocjene prethodno navedenih pet uzoraka različitih mliječnih čokolada pripadaju istom uzorku, tj da se njihove prosječne vrijednosti ne razlikuju značajno budući da je vrijednost F-omjera manja od vrijednosti tabličnog F. Svi uzorci pripadaju istoj distribuciji pa su njihove srednje vrijednosti zanemarivo različite (Vasilj¹⁶).

Tablica 3. Rezultati statističke analize

Table 3. The results of statistical analysis

Izvor varijacije/ Source of Variation	Zbroj kvadrata odstupanja/ SS	df	Sredine kvadrata odstupanja MS	F-omjer/ F	P-vrijednost/ P-value	F-tablično/ F crit
Između grupa/ Between Groups	101,04	4	25,26	0,039156	0,996831	4,43069
Unutar grupa/ Within Groups	12902,4	20	645,12			
Ukupno/ Total	13003,44	24				

ZAKLJUČCI

Gledajući ukupan broj bodova najboljom se mliječnom čokoladom pokazala čokolada MC - 1, koja se još ne nalazi na tržištu.

Od svih čokolada koje su se ocjenjivale najveći broj najveće ocjene dobila je mliječna čokolada MC - 1, kojoj je čak 32% ocjenjivača dalo najbolju ocjenu.

Najlošije je ocijenjena čokolada MC - 3 koja prema broju bodova najviše odstupa od svih ostalih.

Postoji znatna razlika preferencija određenih čokoladi žena u odnosu na muškarce. Žene su najvišu srednju ocjenu dale čokoladi MC - 1, a muškarci čokoladi MC - 5, što navodi na zaključak da žene preferiraju čokoladu s izraženijom topivosti u ustima te manje šećera, dok muškarci preferiraju okus karamela. Najmanje srednje ocijene ponovno je dobila čokolada MC - 3 od strane oba spola, te nije prepoznata po nikakvim izraženim svojstvima. Naime, ona je ocijenjena kao prosječna mliječna čokolada koja se može naći na tržištu. Između ocjenjivanih pet uzoraka mliječnih čokolada ne postoji statistički značajna razlika.

LITERATURA

1. H. D. Tscheuschner, A. Finke: Rheologische Eigenschaften von Kakaobutter und ihren Dispersionen mit Kakaofeststoff und Zucker, Teil III: Kakaobutter – Zucker – Dispersionen. Zucker und Süßwarenwirtschaft (1989), 42 (2), pp. 53 – 59.
2. Pravilnik o kakau i čokoladnim proizvodima NN 73/05
3. M. L. Mandić, A. Perl: Osnove senzorske procjene hrane. Zavod za ispitivanje prehrane i nadzor kakvoće prehrambenih proizvoda, Osijek, 2006, pp. 2 – 5.

4. J. R. Piggott, S. J. Simpson, A. R. Williams: 1998. Sensory analysis. Vol. 33, Int J Food Sci Tech, 1998, Issue 1, p. 7.
5. S. T. Beckett: The science of chocolate. Cambridge: The royal society of chemistry, 2000, p.175.
6. J. V. Popov-Raljić, J. G. Laličić-Petronijević: Sensory Properties and Color Measurements of Dietary Chocolates with Different Compositions During Storage for Up to 360 Days, Sensors 9 (2009) 19996-2016
7. Jovanović, O.: Pajin, B. Sensory and instrumental evaluation of physical characteristics of laboratory-made chocolate. Acta period. Technol. 33, (2002)19-25.
8. Guinard, J.X.; Mazzuchelli, R. Effect of sugar and fat on sensory properties of milk chocolate: descriptive analysis and instrumental measurement. J.Sci.Food.Agr. 79, (1999) 1331-1399.
9. T. Golob, U. Deboršek, J. Bertoncej, M. Jamnik, 2005. Senzorična analiza: metode in Preskuševalci. Acta agriculturae Slovenica, 85 – 1 (2005) 55-66
10. T. Golob, E. Mičović, J. Bertoncej, M. Jamnik: Sensory acceptability of chocolate with inulin, Acta agriculturae Slovenica 83 – 2 (2004) 221-231
11. ISO 5492. Sensory analysis – Vocabulary. 2008.
12. H. R. Moskowitz: Base size in product testing: A psychophysical viewpoint and analysis. Food quality and preference. Moskowitz Jacobs Inc., New York, 1997, pp.247 – 255.
13. Granski standard K.I.J. MKK 0005
14. A.N. Full., Y.S. Reddy, S.P. Dimick, R.G. Ziegler: Physical and Sensory Properties of Milk Chocolate Formulated with Anhydrous Milk Fat Fractions. J.Food Sci. 5, (1996) 1068-1084.

15. M. Lohman, R.W. Hartel: Effect of Milk Fat Fractions on Fat in Dark Chocolate. J. Amer. Oil Chem.Soc. 71(1994) 267-275.

16. Đ.Vasilj: Biometrika i eksperimentiranje u biljnogojstvu. Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb, 2000, pp. 83 – 97.

SENSORY ACCEPTABILITY OF DIFFERENT MILK CHOCOLATE

Svjetlana Škrabal, Maja Ergović, Valentina Obradović

SUMMARY: Sensory analyses are now in wide use especially in the food industry. Evaluating the sensory properties of products has a major role in their development and monitoring their quality. The aim of this research was to determine the sensory acceptability of milk chocolate with a different type of milk components. Sensor evaluation was carried away on two types of chocolates that are already on the market and on three types that are in the development process. In the process of creating a new chocolate sensory analysis is an important part. New chocolate should primarily meet the expectations of potential consumers. The study included 65 people of different gender and age who tested each chocolate with acceptability test and evaluated each chocolate with grades from 1 to 5. Most acceptable milk chocolate was the chocolate in which the milk component came from a combination of spray dried caramelised milk and skimmed milk powder.

KEYWORDS: chocolate, sensory analysis, acceptability



Competent



Anton Paar

**DMA Generacija M mjerača gustoće
pruža slijedeće mogućnosti:**

- ▶ FillingCheckTM automatski prepoznaje pogreške punjenja i upozorava operatora.
- ▶ U-ViewTM prikazuje živu sliku za cijeli uzorak u U-cijevčici i sprema je u memoriju.
- ▶ ThermoBalanceTM eliminira potrebu za multi-temperaturnom kalibracijom i omogućuje brzo i točno mjerenje gustoće u čitavom temperaturnom području.



Anton Paar GmbH
Podružnica Zagreb
Kamenarka 25a
10000 Zagreb
CROATIA
Tel: +385 1 660 9829
www.anton-paar.com

Utjecaj TRITON X-100 i TTAB tenzida na uvjete spektrometrijskog određivanja Cd (II) – ditizonata

IZVORNI NAUČNI RAD

*Ranka Kubiček, Jozo Budimir, Mersiha Suljkanović, Jasmin Suljagić**

Tehnološki fakultet Univerziteta u Tuzli, Univerzitetska 8, 75 000 Tuzla, Bosna i Hercegovina

SAŽETAK: Tenzidi zbog svoje hidrofilno-hidrofobne strukture utječu na ravnotežna stanja u vodenim otopinama. Stvaranje molekulskih agregata-micela u području kritične micelarne koncentracije (CMC) doprinosi pojavi solubilizacije hidrofobnih organskih molekula iz reda organskih liganda. Solubilizacijom organskih liganda moguće je izbjeći uporabu toksičnih organskih otapala i tako isključiti postupak ekstrakcijske separacije iz spektrometrijskog određivanja. U ovim istraživanjima komparirani su rezultati spektrometrijskog određivanja Cd(II) kao kompleksa sa ditizonom, uz korištenje ekstrakcije i uz prisustvo tenzida u vodenoj otopini. Solubilizatorska svojstva tenzida polioksietilenoktil-fenil-etera (TRITON X-100) i tetradeciltrimetilamonij-bromida (TTAB) istražena su u koncentracijskom području većem od njihove kritične micelarne koncentracije. CMC svakog od tenzida je određena tenziometrijski. Dobiveni rezultati pokazuju da je primjenom istraživanih tenzida moguće izbjeći korištenje organskog otapala za otapanje ditizona.

KLJUČNE RIJEČI: *kadmij, spektrometrija, kompleksi, tenzidi*

UVOD

Za određivanje tragova teških metala koriste se različiti metodi kao što su: spektrometrija u ultraljubičastom i vidljivom području (UV/VIS), ionska kromatografija, anodna stripping voltametrij, induktivno spregnuta plazma-masena spektrometrija (ICP-MS) elektrotermalna atomska apsorpciona spektroskopija (ETAAS) i druge. Ove metode se odlikuju niskom granicom detekcije, visokom selektivnošću, reproducibilnošću i točnošću. Međutim, u postupku određivanja često su uključeni postupci separacije i koncentriranja, temeljeni na kationskim kompleksima sa organskim ligandima.

UV/VIS spektrometrija je apsorpcijska metoda određivanja, gdje se koncentracija analita može

odrediti na temelju izmjerene apsorbcije otopine sa obojenim metalnim kompleksima. Prema Lambert-Beer-ovom zakonu, apsorbcija analita je izravno proporcionalna njegovoj koncentraciji: $A = \epsilon dc$ (ϵ -molarni apsorpcijski koeficijent, d -duljina puta zračenja kroz uzorak, c -količinska koncentracija analita).

Za selektivno kompleksiranje metalnih kationa najčešće se koriste organski ligandi, a formirani kompleks je topljiv u organskim otapalima zbog izmjenjenog hidrofilno-lipofilnog balansa. Korištenje spektrometrijskih metoda u tim slučajevima zahtijeva uključanje ekstrakcije tekuće-tekuće. Time se znatno usporava postupak određivanja, a može se smanjiti i točnost rezultata zbog izvjesnih gubitaka analita tokom same ekstrakcije. Dodatna nepogodnost su karakteristike organskih otapala (prečišćavanje, cijena, eko-toksičnost).

* Korespondentni autor; E-mail: jasmin.suljagic@untz.ba

1,5-difeniltiokarbazon (ditizon) se, kao kompleksirajući reagens, vrlo često koristi u spektrofotometriji. Zbog posjedovanja tiolne skupine, može formirati stabilne komplekse sa metalima, kao što su Co, Ni, Zn, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Pt, Au, Hg, Tl, Pb i Bi. Stabilnost kompleksa je uvjetovana kiselošću otopine i faktor je selektivnosti kod separacije i određivanja.

Određivanje kadmija, kao jednog iz skupine toksičnih polutanata, u prehrambenim proizvodima, prirodnim vodama, organskim materijalima, zemljištu i drugim materijalima, najčešće se temelji na primjeni Cd(II)-ditizonskog kompleksa (Cd(HDz)₂), topljivog u CCl₄. Ekstrakcija se vrši iz jako alkalnih medija (20% NaOH), jer se u tom pH području formira kompleks. Ovi uvjeti su neophodni za selektivnu separaciju Cd(II) iona od Pb(II), Zn(II), Tl(I). Ditizonati drugih kationa su u ovom pH području nestabilni. Efikasnost ekstrakcije Cd(II) raste sa porastom pH tako da dostiže svoj maksimum (oko 100 %) kod pH 13¹.

Jedan od načina poboljšanja spektrometrijskog određivanja u vidljivom području je korištenje vodenih otopina koje sadrže micelle²⁻¹⁷. Autori Jankiewicz i Wieczorek⁴, kao i H. Abdollahi i suradnici⁵ su postigli relativno dobre rezultate u primjeni micelarnih otopina kod određivanja nekih kationa. Kadmij je kompleksiran sa ditizonom⁴, a željezo, kobalt i bakar sa 1-nitrozo-2-naftolom⁵. Razvijena je i vrlo selektivna i osjetljiva metoda za određivanje kositra⁷ korištenjem liganda diacetylmonoksima *p*-hidroksilbenzoidhidrazona u prisutnosti cetilpiridinij-klorida (CPC) kao kationskog micelnog medija. Kod određivanja kobalta, nikla i bakra sa ligandom 1-(2-piridilazo)-2-naftolom⁹ kao neionski tenzid korišten je Tween 80 (polioksietilensorbitan-monooleat sa 20 oksietilenskih jedinica). Primjena fluorescentne metode kod određivanja nekih metalnih kationa

u micelarnim otopinama natrij dodecil-sulfata (SDS)¹⁰ pokazala su da se ima sljedeći opadajući slijed fluorescencije naftalena: Fe(III)>Cu(II)>Pb(II)>Cr(III)>Ni(II).

Za određivanje Cu(II) u krvnom serumu, istraživači Winkler i Arenhovel-Pacula¹³ su koristili kompleks sa 9-fenil-2,3,7-trihidroksi-fluoronom u micelarnim otopinama neionskog tenzida Tritona X-100 i kationskog tenzida cetilpiridinij-klorida. Granica detekcije korištene metode bila je 0,028 µg/mL. Kationi alkalnih metala, te anioni Br⁻, Cl⁻, I⁻, F⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, CH₃COO⁻, SO₄²⁻, S₂O₃²⁻, PO₄³⁻ i citrati nemaju utjecaja na određivanje. Predložena je i metoda korištenja Tritona X-100 kod simultanog određivanja Ni(II) i Co(II) uz ligand difenilkarbazon iz uzoraka legura i farmaceutskih proizvoda¹².

Metalni kationi Co(II), Ni(II), Cu(II), Pd(II), Ru(III) i Mo(VI) iz lebdećeg pepela, također su uspješno određivani sa natrij-izoamil-ksantatom u prisutnosti Tritona X-100¹².

H.D. Fiedler i suradnici¹⁵ su istraživali komplekse Cd(II) sa ditizonom u prisutnosti tenzida Tritona X-100 i cetiltrimetilamonij-bromida (CTAB), a Kwon Lee i Choi¹⁶ spektrofotometrijsko određivanje Cd(II) i Cu(II) u otpadnim vodama primjenom liganda amonij-pirolidinditiokarbamata (APDC) sa neionskim tenzidom Tween 80. Utvrdili su da se određivanjem ovih kationa iz micelarnih otopina postiže veća osjetljivost u odnosu na ekstrakcijsko-spektrofotometrijsku metodu, te da granica detekcije za katione opada u nizu: Na(I) > Mn(II) > K(I), Cr(III), Zn(II) od 100 do 30 µg/mL, a za Cu(II), Sn(II) > Fe(III), Pb(II) > Ni(II) od 10 na 1 µg/mL kod određivanja 1,0 µg/mL Cd(II) i Cu(II). Jedan od uspješno korištenih liganda u micelarnim otopinama Tritona X-100 za određivanje Cd(II) je i *p*-nitrobenzendiazoaminobenzen-*p*-azobenzen (NO₂-C₆H₄-N=N-NH-C₆H₄-N=N-C₆H₆), pod imenom Cadion.

Više autora¹⁷⁻²² se usredotočilo na istraživanje modela interakcije micelarne pseudo faze sa ligandima, kationima i kompleksiranim kationima u vodenim otopinama. Razmatrane su interakcije koje rezultiraju solubilizacijskim i adsorpcijskim procesima, te kompetitivnim reakcijama ionske izmjene u adsorbiranom monosloju. Model što su ga predložili Bunton i suradnici^{21,22} se pokazao pogodan za kvalitativnu i kvantitativnu interpretaciju ravnoteža koje se odvijaju u velikom broju micelarnih sustava.

U ovom radu istražen je utjecaj vrste i koncentracije tenzida na određivanje Cd(II) u micelarnim vodenim otopinama. Kao model za istraživanje odabran je kation Cd(II), radi značaja određivanja ovog zagađivala u hrani, tlu, kemijskim proizvodima i vodi. Porast koncentracije kadmija u tlu i vodi uzrokovan primjenom umjetnih gnojiva, te zbog emisije iz industrijskih postrojenja, doprinosi njegovoj povećanoj apsorpciji u poljoprivrednim proizvodima, posebno u povrću kod kojeg se koriste korijen i mahune⁴.

Istraženi su optimalni uvjeti spektrofotometrijskog određivanja bez prethodne ekstrakcije Cd(II)-ditizonata. Micelarne otopine sadržavale su tenzidne micelle Tritona X-100 i tetradeciltrimetilamonij-bromida (TTAB).

Dobiveni rezultati u micelarnim otopinama uspoređivani su sa rezultatima standardne ekstrakcijsko-spektrofotometrijske metode, te se o njima raspravljalo sa stanovišta vjerojatnih interakcija na granici faza micela-otopina.

MATERIJALI I METODE

U eksperimentalnim istraživanjima korišteni su slijedeći materijali:

- Osnovna otopina Cd(II), koncentracije 1 mg/mL u vodi, pripravljena

otapanjem prethodno osušenog CdCl₂ · 2,5 H₂O, (purum; Fluka),

- Standardna otopina Cd(II), koncentracije 1 mg/L pripravljena iz osnovne otopine,
- Radne otopine Cd(II), pripravljene su iz standardne otopine, koncentracije Cd(II) iznosile od 0,05 mg/L do 50 mg/L ($4,4 \cdot 10^{-7}$ do $4,5 \cdot 10^{-6}$ mol/L),
- Otopina HCl koncentracije 1 mol/L pripravljena od 35%-tne HCl (Merck),
- Otopina NH₄OH (1:50 vol.%) pripravljena od 25%-tnog NH₄OH (Merck),
- Tetraklormetan (CCl₄, >99%, gustine 1,59 g/mL, Panreac),
- C₆H₅NHNHCSN=NC₆H₅, ditizon (1,5-difeniltiokarbazon, p.a., Analar) pripravljen je kao 0,01%-tna otopina u tetraklormetanu (osnovna otopina). 25 mL ove otopine pripravljeno je prema slijedećoj proceduri: 0,0390 g ditizona otopljeno je u oko 5 mL CCl₄, a zatim profiltrirano kroz filter papir u lijevak za odjeljivanje. Nus produkti oksidacije ditizona, kao tamno smeđi sloj, zaostaju u CCl₄ nakon dodatka 5 mL NH₄OH (1:50 vol.%). Narančastom amonijačnom sloju je dodano 5-6 mL 1M HCl, a zatim 10 mL otapala CCl₄. Organski zeleni sloj je kvantitativno prenešen u odmjernu tikvicu od 25 mL i konačan volumen dobiven dodatkom CCl₄.

Površinski aktivne supstance (tenzidi):

1. C₁₇H₃₅BrN (tetradeciltrimetilamonij-bromid, TTAB) >99%, (Sigma). Pripravljene su otopine ovog tenzida u koncentracijskom području od $2,5 \cdot 10^{-4}$ do $1,0 \cdot 10^{-2}$ mol/L.
2. C₁₄H₂₂O(C₂H₄O)_n, (n=9-10) (polioksietilenoktil-fenil-eter, TRITON

X-100, u tekstu skraćeno TX-100) >99% , (Sigma). Pripremljene su otopine ovog tenzida u koncentracijskom području od $1,0 \cdot 10^{-5}$ do $1,0 \cdot 10^{-3}$ mol/L.

- Instrumentacija korištena u eksperimentalnom radu je slijedeća:

1. UV/Vis spektrofotometar "CECIL CE 2021", sa kvarcnom kivetom ($b = 1,00$ cm). Kod ekstrakcijsko - spektrofotometrijskog određivanja, kao slijepa proba korišteno je čisto otapalo (CCl_4), a kod ispitivanja u micelarnim otopinama, korištena je destilirana voda.

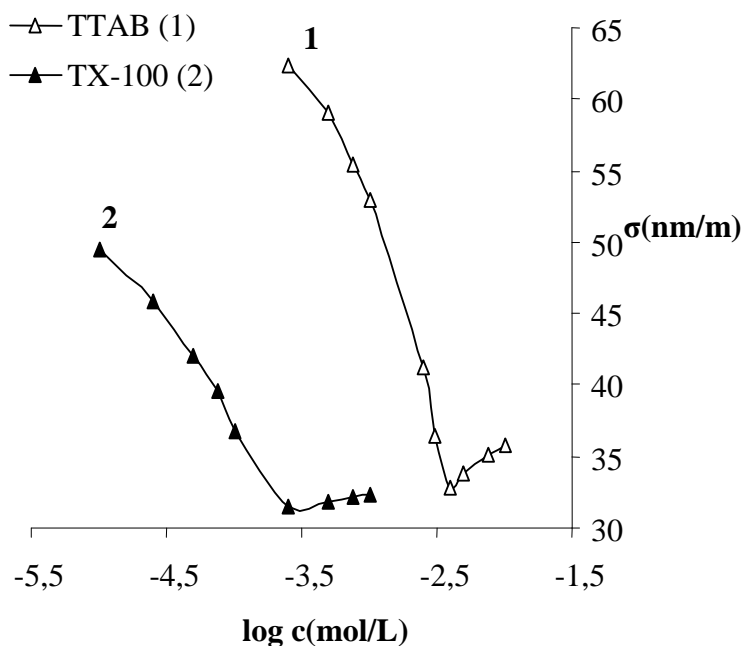
2. Tenziometar "Krüss" K10ST, sa termostatom i sa točnošću mjerenja $\pm 0,1$ mN/m. Mjerenje površinske napetosti izvedeno je metodom prstena, na temperaturi od 30°C .

2. pH-metar "CRISON" sa kombiniranom elektrodom "GLP" 21.

REZULTATI I RASPRAVA

Eksperimentalna određivanja su obuhvatila određivanje Cd(II) standardnom ekstrakcijsko-spektrometrijskom metodom i spektrometrijskom metodom u micelarnim otopinama.

Da bi se odredili uvjeti istraživanja u micelarnim otopinama istražene su ovisnosti površinske napetosti o koncentraciji tenzida, a dobiveni rezultati su prikazani na slici 1.



Slika 1. Ovisnost površinske napetosti kationskog (TTAB) i neionskog (Triton X-100) tenzida o koncentraciji

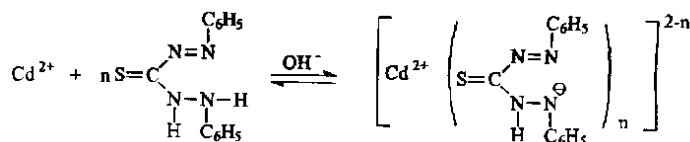
Figure 1. Surface tension of the cationic TTAB and nonionic (Triton X-100) surfactant as a function of concentration

Iz dobivenih krivulja očitane su vrijednosti kritične micelarne koncentracije (CMC), kao koncentracije tenzida kod najnižih vrijednosti površinske napetosti. Za kationski tenzid tetradeciltrimetilamonij-bromid (TTAB)

vrijednost CMC je $4,47 \cdot 10^{-3}$ mol/L, a za neionski tenzid polioksietilenoktil-fenil-eter sa 9-10 oksietilenskih jedinica (Triton X-100) je $2,51 \cdot 10^{-4}$ mol/L. Na temelju dosadašnjih istraživanja utjecaja povećanja koncentracije

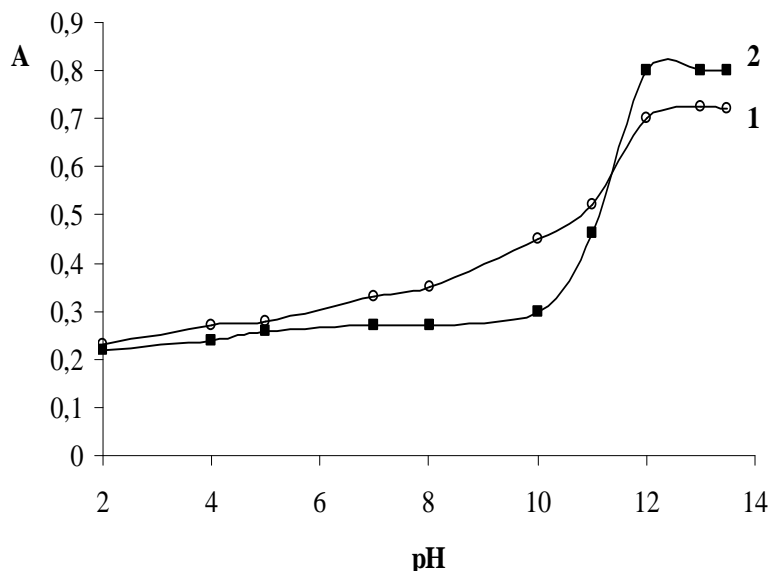
tenzida na strukturu micela kod koncentracije tenzida veće od CMC²³, kao i istraživanja površinskih interakcija i sposobnosti solubilizacije²⁴ odabrane su tenzidne otopine gdje je koncentracija TTAB $5,0 \cdot 10^{-3}$ mol/L i Triton X-100 $1,6 \cdot 10^{-2}$ mol/L.

Cd (II) kation sa ditizonom kao ligandom stvara roza kompleks koji je netopljiv u vodi, a topljiv u kloroformu i tetraklormetanu.



Stabilnost kompleksa raste sa porastom pH, a kod pH 13 postiže se maksimalna separacija i efikasnost ekstrakcije u standardnom ekstrakcijsko-spektrofotometrijskom određivanju¹.

Utjecaj pH na stabilnost kompleksa u micelarnim otopinama je praćen ispitivanjem ovisnosti apsorbancije o pH. Dobiveni rezultati prikazani su na dijagramu na slici 2.



Slika 2. Ovisnost apsorbance Cd(II)-ditizonata o pH vrijednosti sredine u 1: $5,0 \cdot 10^{-3}$ M otopini TTAB, 2: $1,6 \cdot 10^{-2}$ M otopini Triton X-100

($3,3 \cdot 10^{-5}$ M ditizon, $3,50 \cdot 10^{-6}$ M Cd(II), $\lambda_{\text{max}} = 540$ nm)

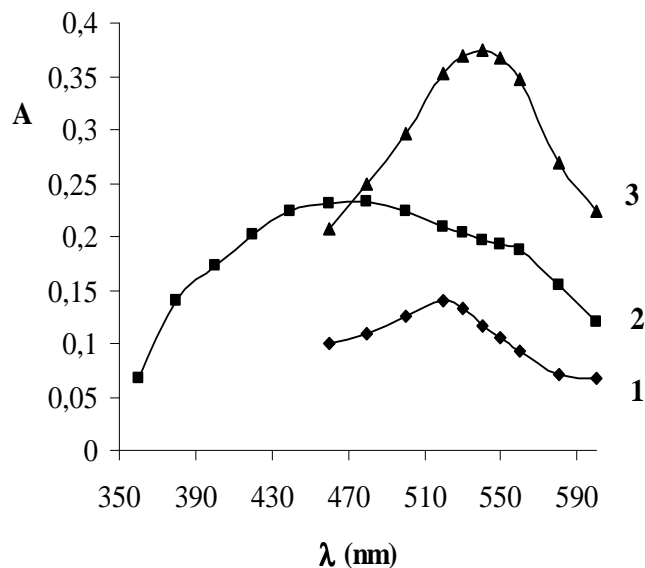
Figure 2. Absorbance of Cd(II)-dithizonate as a function of pH in 1: $5.0 \cdot 10^{-3}$ M TTAB solution, 2: $1.6 \cdot 10^{-2}$ M Triton X-100 solution

($3.3 \cdot 10^{-5}$ M dithizone, $5.0 \cdot 10^{-6}$ M TTAB, $3.50 \cdot 10^{-6}$ M Cd(II), $\lambda_{\text{max}} = 540$ nm)

Dobiveni rezultati u micelarnoj otopini pokazuju porast apsorbancije sa porastom pH. Kako postoji ista zakonitost kao kod korištenja ekstrakcijsko-spektrofotometrijske metode¹, što pokazuju i rezultati drugih autora¹⁵, daljnja istraživanja utjecaja koncentracije Cd(II)

i ditizona kao i vrste tenzida provedena su u jako baznom mediju (pH \approx 13).

Apsorpcijski spektri prikazani su na slici 3.



Slika 3. Apsorpcijski spektri Cd(II)-ditizon kompleksa u baznom mediju ($pH \approx 13$):

(1) ekstrakcijsko-spektrofotometrijska metoda određivanja; (2) u prisustvu $1,6 \cdot 10^{-2} M$ Triton X-100 i (3) u prisustvu $5 \cdot 10^{-3} M$ TTAB; ($2,06 \cdot 10^{-5} M$ ditizon, $8,9 \cdot 10^{-7} M$ Cd(II))

Figure 3. Absorption spectra of Cd(II)-dithizone complexes in very basic media ($pH \approx 13$):

(1) extraction-spectrophotometric method; (2) in presence of $1,6 \cdot 10^{-2} M$ Triton X-100, (3) in presence of $5 \cdot 10^{-3} M$ TTAB; ($2,06 \cdot 10^{-5} M$ dithizone, $8,9 \cdot 10^{-7} M$ Cd(II))

Vrijednosti molarnih apsorptivnosti (ε) Cd(II) ditizonata dobivene u istraživanim sustavima prikazane su u tablici 1, a izračunate su na temelju Beer-ovog zakona:

$$A = \varepsilon (\text{L/molcm}) \cdot d (\text{cm}) \cdot c (\text{mol/L})$$

(gdje je A -apsorbancija, ε - molarna apsorptivnost, d -duljina puta elektromagnetnog zračenja i c -koncentracija).

Tablica 1. Molarna apsorptivnost, ε

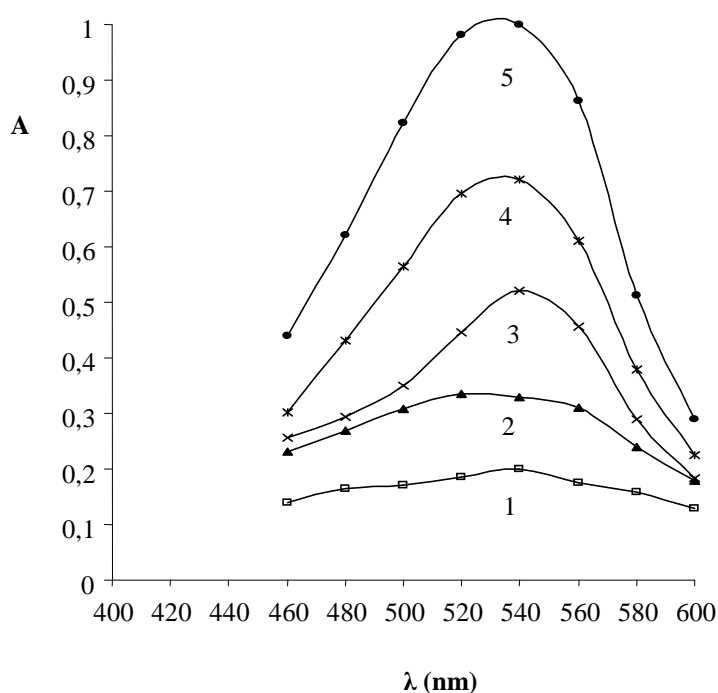
Table 1. Molar absorptivity, ε

Spektrofotometrijski metod sa Cd(II)-ditizonatom Spectrophotometric method with Cd(II)-dithizonate	Molarna apsorptivnost, ε (L/molcm) Molar absorptivity, ε (L/molcm)		
λ_{max} (nm)	520	540	460
kombiniran sa ekstrakcijom combined with extraction	155 056		
u micelarnoj otopini TTAB in micellar TTAB solution	420 224		
u micelarnoj otopini Triton X-100 in micellar Triton X-100 solution	258 426		

Dobiveni rezultati molarne apsorptivnosti i λ_{\max} pokazuju da se u micelarnim otopinama u jako baznoj otopini odvijaju interakcije između formiranog Cd(II)-ditizonata i micela. Uspoređujući vrijednosti molarne apsorptivnosti vidljivo je da one rastu prema slijedu:

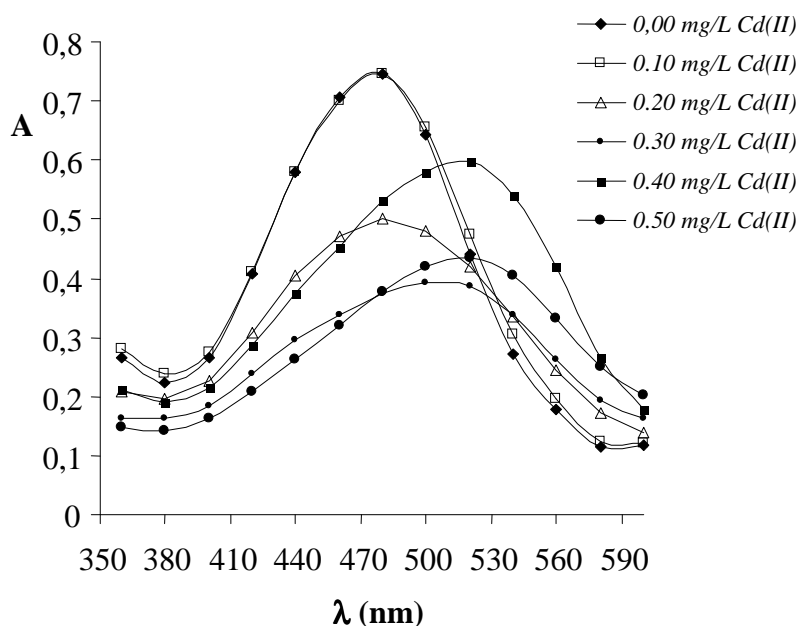
Cd(II)-ditizonat u miceli TTAB > Cd(II)-ditizonat u miceli Triton X-100 > Cd(II)-ditizonat u CCl₄

Utjecaji koncentracije Cd(II) iona na apsorpciju kod konstantne koncentracije ditizona prikazani su na dijagramima na slikama 4 i 5.



Slika 4. Apsorpcijski spektri Cd(II)-ditizonata u baznom mediju ($\text{pH} \approx 13$)
(u $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ otopini TTAB-a, $3,3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ otopini ditizona i
1- $8,9 \cdot 10^{-7} \text{ M Cd(II)}$; **2**- $1,78 \cdot 10^{-6} \text{ M Cd(II)}$; **3**- $2,7 \cdot 10^{-6} \text{ M Cd(II)}$;
4- $3,50 \cdot 10^{-6} \text{ M Cd(II)}$; **5**- $4,5 \cdot 10^{-6} \text{ M Cd(II)}$)

Figure 4. Absorption spectra for Cd(II)-dithizonates in basic media ($\text{pH} \approx 13$)
($5.0 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ TTAB solution, $3.3 \cdot 10^{-5} \text{ M}$ dithizone solution and
1- $8.9 \cdot 10^{-7} \text{ M Cd(II)}$; **2**- $1.78 \cdot 10^{-6} \text{ M Cd(II)}$; **3**- $2.7 \cdot 10^{-6} \text{ M Cd(II)}$;
4- $3.50 \cdot 10^{-6} \text{ M Cd(II)}$; **5**- $4.5 \cdot 10^{-6} \text{ M Cd(II)}$)



Slika 5. Utjecaj koncentracije Cd(II) na intenzitet i položaj apsorpcijskih maksimuma ($4,0 \cdot 10^{-5}$ M otopina ditizona, $1,6 \cdot 10^{-2}$ M Triton X-100)

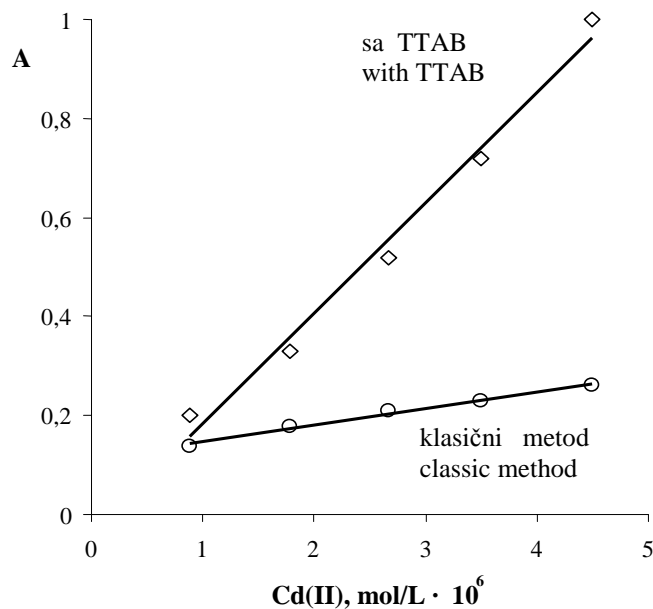
Figure 5. Influence of Cd(II) concentration on intensity and position of absorbances maximums ($4,0 \cdot 10^{-5}$ M dithizone solution, $1,6 \cdot 10^{-2}$ M Triton X-100)

Uspostavljene ravnoteže na granici faza micelotopina i solubilizacija doprinose izmjeni elektronske strukturiranosti, što rezultira povećanjem molarne apsorptivnosti u odnosu na standardne ekstrakcijsko-spektrofotometrijske metode kod iste koncentracije Cd(II)-ditizonata. Istražujući separaciju metalnih kationa iz vodenih otopina tenzida kod točke zamućenja ("cloud point"), autori Pramauro i Prevot³ su potvrdili doprinos interakcija elektrostatskog privlačenja u površinskom adsorbovanom sloju. Istraživanja²⁵ su pokazala da je adsorpcijska aktivnost predmicelarnih nakupina i micela ovisna o strukturi tenzida. Interakcije u palisadnom micelarnom sloju kationskog tenzida u jako baznom mediju temeljene su na elektrostatskoj interakciji pozitivnog micelnog površinskog sloja sa OH⁻ ionima i anionskim

ligandom kompleksa. Povećana solubilizacija i adsorpcija ditizona u micelarnim otopinama Tritona X-100 povećava osjetljivost metoda i doprinosi značajnom batokromnom pomaku u apsorpcijskom spektru u odnosu na otopine koje ne sadrže Cd(II).

Neionski tenzid koji sadrži polieterske skupine može se promatrati kao specija sa slabo izraženim kiselobaznim svojstvima, tako da terminalne ⁻OH skupine u jako baznom mediju reagiraju sa ⁻OH ionima i u adsorpcijskom sloju formiraju mali broj negativno nabijenih reaktivnih središta koji stupaju u interakciju sa Cd(II) kationima. Također, Cd(II) može stvarati koordinativno kovalentne veze sa polieterskim kisikom i vezati se u palisadnom sloju, što je kompetitivna reakcija formiranja Cd(II) ditizonata i ne doprinosi pomjeranju valne

duljine apsorpcijskog maksimuma u odnosu na koncentraciji Cd(II) za micelarnu otopinu otopinu ditizona²⁶. Ovisnost apsorbancije o TTAB-a prikazana je na slici 6.



Slika 6. Linearna ovisnost apsorbancije o koncentraciji Cd(II)
($3,3 \cdot 10^{-5}$ M ditizon, $5,0 \cdot 10^{-3}$ M TTAB, $pH \approx 13$)
Figure 6. Absorbance as a linear function of Cd(II) concentration
($3.3 \cdot 10^{-5}$ M dithizone, $5.0 \cdot 10^{-3}$ M TTAB, $pH \approx 13$)

Utjecaj koncentracije Cd(II) pokazuje linearno povećanje apsorbancije sa koncentracijom, što upućuje na to da kod određivanja Cd(II) kao ditizonskog kompleksa u micelarnoj otopini TTAB-a vrijedi Beer-ov zakon. Dobiveni

rezultati su u suglasnosti sa rezultatima Fieldera i suradnika¹⁵, koji su kao kationski tenzid koristili cetiltrimetilamonij-bromid (CTAB). Karakteristike dobivenih pravaca date su u tablici 2.

Tablica 2. Karakteristike baždarnih pravaca klasičnog ekstrakcijskog i predloženog metoda određivanja Cd(II)

Table 2. Properties of calibration diagrams for classic extractional method and proposed method of Cd(II) determination

	Klasična metoda Classic method	Primjena TTAB-a Application of TTAB
Nagib baždarnog pravca X Variable	33 356	222 978
Odsječak na ordinati Intercept	0,1137	- 0,0409
Standardna greška nagiba Standard Error of X Variable	1 376,34	15 073,97
Standardna greška odsječka Standard Error of Intercept	0,003717	0,0445
Koeficijent korelacije (r) Multiple R	0,9966	0,9932
Koeficijent određivanja (r ²) R Square	0,9932	0,9865
Linearni opseg (mol/L) Limits of detection (mol/L)	$4,4 \cdot 10^{-7} - 4,4 \cdot 10^{-6}$	$8,9 \cdot 10^{-7} - 4,5 \cdot 10^{-6}$
Molarna apsorptivnost, ε (L/molcm) Molar absorptivity, ε (L/molcm)	$3,33 \cdot 10^4$	$2,23 \cdot 10^5$
Relativna standardna devijacija (n = 7) Relative standard deviation (n = 7)	1,1	1,03

ZAKLJUČCI

- Fizikalno-kemijske karakteristike micelarne faze u otopinama tenzida uzrokuju promjenu osjetljivosti i valne duljine za maksimalnu apsorpciju Cd(II)-tenzidnog kompleksa
- Interakcije u micelama su elektrostatske i helatne
- Povećanje molarnog apsorpcijskog koeficijenta je izraženije u micelarnim otopinama kationskog tenzida

- Razlike u valnim duljinama i maksimalnim apsorpcijama u različitim micelarnim otopinama kod istih koncentracija kationa i liganda ukazuju na različitu strukturiranost na razini micela-ligand-kation
- pH otopine također utječe na vrijednost apsorpcije, zbog reakcije stvaranja ditizonskog aniona i stabilnosti kompleksa
- Određivanja u micelarnim otopinama povećavaju osjetljivost metode i omogućavaju izbjegavanje ekstrakcije sa toksičnim organskim otapalima

Popis oznaka i kratica:**List of signs and abbreviations:**

APDC – amonij-pirolidinditiokarbamat
– ammonium pyrolidinedithiocarbamate
CMC – kritična micelarna koncentracija critical micellar concentration
CPC – cetilpiridinijski klorid – cetylpyridinium-chloride
CTAB – cetiltrimetilamonij-bromid– cetyltrimethylammonium-bromide
ETAAS – elektrotermalna atomska apsorpcijska Spektroskopija – electrothermal atomic absorption spectroscopy
HLB – hidrofилно-lipofilni balans – hydrophilic-lipophilic balance
ICP-MS –induktivno spregnuta plazma-masena spektrometrija – inducted coupled plasma-mass spectrometry
SDS – natrij-dodecil-sulfat–sodium-dodecyl-sulphate
TRITON X-100 – polioksietilenoktil-fenil-eter – polyoxyethyleneoctyl-phenyl-ether
TTAB – tetradeciltrimetilamonij-bromid – tetradecyltrimethylammonium-bromide
TWEEN 80 – polioksietilensorbitan-monooleat – polyoxyethylene sorbitan monooleate
UV/VIS – ultraljubičasto/vidljivo – ultraviolet/visible
WHO – Svjetska zdravstvena organizacija – World Health Organization

LITERATURA

- Z. Marzenko, M. Barcerzali, E. Kloczko, Separation, Preconcentration and Spectrophotometry in Inorganic Analysis, Elsevier (2000)
- A. Stoyanova, A. Alexiev, Trakia Journal of Science 3 (2005) 1-9.
- E. Pramauro, A. Bianco Prevot, Pure and Applied Chemistry 67 (1995) 551-559.
- B. Jankiewicz, B. Ptaszynski, M. Wieczorek, Polish Journal of Environmental Studies 9 (2000) 83-86.
- H. Abdollahi, M. S. Panahi, M. R. Khoshayand, Iranian Journal of Pharmaceutical Research (2003) 207-212.
- A. Dominguez, A. Fernandez, N. Iglesias, L. Montenegro, Journal of Chemical Education 74 (1997) 1227-1231.
- L. Barney, J. Bales, Journal of Physical Chemistry B 105 (2001) 6798-6804.
- A. Varghese, A.M.A. Khadar, Acta Chimica Slovenica 53 (2006) 374-380.
- G.A. Shar, G.A. Soomro, The Nucleus 41 (2004) 77-82.
- L. V. Vargas, J. Sand, T. A.S. Brandao, H. D. Fiedler, F.H. Quina, F.Nome, Analyst 130 (2005) 242-246.
- T. Okada, Analytical Chemistry 64 (1992) 2138-2142.
- A.K. Malik, K.N. Kaul, B. S. Lark, W. Faubel, A.J.L. Rao, Turkish Journal of Chemistry 25 (2001) 99-105.
- W. Winkler, A. Arenhovel-Pacula, Talanta 53 (2000) 277-283.
- M. Nekoei, M. Mohammadhosseini, Journal of the Chinese Chemical Society 54 (2007) 383-390.
- H.D. Fiedler, J.L. Westrup, A.J. Souza, A.D. Pavei, C.U. Cheges, F. Nome, Talanta 64 (2004) 190-195.
- S. K. Lee, H. Choi, Bulletin of the Korean Chemical Society 22 (2001) 463-466.
- Ochsenkuhn, Klaus-Michael, e-mail: oxenkuen@chem.demokritos.gr
- I.V. Berezin, S.Rubio, D. Perez-Bendito, Analyst 121 (1990) 33-34.
- D. Perez-Bendito, S. Rubio, Trends in Analytical Chemistry 12 (1993) 9-18.

20. J.L. Burguera, M. Burguera, *Talanta* 64 (2004) 1099-1108.
21. C.A. Bunton, F. Nome, F.H. Quina., L.S. Romsted., *Accounts of Chemical Research* 24 (1991) 357-364.
22. C.A. Bunton, L.S. Romsted, J. Yao, *Current Opinion in Colloid and Interface Science* 2 (1997) 622-628.
23. Z.Zhi-guo, Y. Hong, *Journal of Zhejiang University Science* 6 (2005) 597.
24. M.J. Rosen X.Y. Hua, *Journal of Colloid and Interface Science* 86 (1982) 164.
25. S. Marić, R. Kubiček, J. Budimir, *Kemija u industriji*, 51 (2002) 459-464.
26. J. Budimir, H. Pašalić, R. Kubiček, S. Marić, *Kemija u industriji*, 52 (2003) 319-325.

INFLUENCE OF TRITON X-100 AND TTAB SURFACTANTS ON SPECTROPHOTOMETRIC DETERMINATION OF Cd (II)-DITHIZONATE

Ranka Kubiček, Jozo Budimir, Mersiha Suljkanović, Jasmin Suljagić

SUMMARY: Because of its hydrophilic-hydrophobic structures, tensides are affecting on equilibrium state in aqueous solutions. Creation of molecular micelle aggregates in area of critical micellar concentration (CMC) contribute to increased solubilization of hydrophobic organic molecules of organic ligands. Introducing solubilization of organic ligands it is possible to avoid the use of toxic organic solvent, excluding in that way extractational separation from spectrometric determination. In this research there are compared results of spectrometric Cd(II) determination, as complex with dithizone using extraction and with tensides presence in aqueous solution. The solubilized features of tenside polyoxyethyleneoctyl-phenyl-ether (TRITON X-100) and tetradecyltrimethylammonium-bromide (TTAB) are researched in concentration area greater than their critical micellar concentration. CMC of each tenzides is determined using tensiometric method. Gained results indicate that using researched tensides it is possible to avoid the use of organic solvents for making solution of dithizone.

KEYWORDS: *cadmium, spectrometry, complexes, surfactants*

Ispitivanje hemijskog sastava i antioksidativnog djelovanja ekstrakata tropa cvekle

IZVORNI NAUČNI RAD

Sladana Savatović, Jelena Vulić, Aleksandra Tepić, Zdravko Šumić*

Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu, Bulevar Cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija

SAŽETAK: Cvekla (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*, Chenopodiaceae) je dobro poznato i široko korišćeno povrće, koje sadrži značajnu količinu polifenolnih jedinjenja, karotenoida, betalaina, vitamina i minerala. Trop cvekle predstavlja otpad industrijske proizvodnje soka od cvekle, a potencijalni je izvor polifenolnih i drugih funkcionalno i nutritivno vrednih jedinjenja, koja se mogu upotrebiti u ishrani i proizvodnji hrane obogaćene prirodnim antioksidantima. Cilj ovog istraživanja je bio da se ispita antioksidativna aktivnost ekstrakata tropa cvekle primenom 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) testa i određivanjem redukcionne sposobnosti. Svež trop cvekle (TC₁), trop cvekle tretiran superkritičnim ugljendioksidom (TC₂) i trop cvekle osušen, a zatim tretiran superkritičnim ugljendioksidom (TC₃), su ekstrahovani 80% etanolom uz dodatak 0,5% sirćetne kiseline primenom ultrazvuka. U dobijenim ekstraktima je spektrofotometrijski određen sadržaj polifenolnih jedinjenja, flavonoida, antocijana i betalaina. Najveći sadržaj polifenola (14,48 mg/g), flavonoida (8,11 mg/g), antocijana (0,95 mg/g) i betalaina (2,41 mg/g) prisutan je u TC₁ ekstraktu. Najveća redukciona sposobnost, kao i DPPH radikal „skevindžer“ aktivnost utvrđena je u TC₁ ekstraktu. Dobijeni rezultati pokazuju da trop cvekle može da se koristi kao lako dostupan izvor antioksidanata, polifenola i betalaina.

KLJUČNE RIJEČI: cvekla, trop cvekle, polifenolna jedinjenja, betalaini, antioksidativna aktivnost

UVOD

Brojne epidemiološke studije potvrđuju da ishrana bogata voćem i povrćem smanjuje rizik od kardiovaskularnih bolesti i nekih oblika kancera^{1,2}. Slobodni radikali prisutni u ljudskom organizmu izazivaju oksidativne promene na primarnim biomolekulima, kao što su lipidi, proteini i nukleinske kiseline, što može dovesti do nastanka degenerativnih oboljenja. Polifenolni antioksidanti i druge fitohemikalije prisutne u voću i povrću poseduju sposobnost neutralizacije slobodnih radikala i mogu igrati važnu ulogu u prevenciji određenih bolesti³.

Cvekla (*Beta vulgaris* L. ssp. *vulgaris*) je korenasto povrće iz familije Chenopodiaceae. Ona je nutritivno vrlo bogata hrana, niskokalorična i lako probavljiva. Cvekla sadrži ugljene hidrate, vitamine (posebno folnu kiselinu), minerale, belančevine, aminokiseline, betalaine (betacijane i betaksantine) i polifenole (ferulnu, protokatehinsku, vanililinsku, *p*-kumarinsku, *p*-hidroksibenzoevu i siringinsku kiselinu)^{4,5,6}. Izuzetan antioksidativni kapacitet cvekle pripisuje se visokom sadržaju betalaina i polifenolnih jedinjenja^{7,8}.

Svega 10% prinosa cvekle se prerađuje u sok ili prehrambenu boju, dok se ostatak konzumira u svežem stanju ili u vidu konzervisanog

* Korespondentni autor; E-mail: sumic@uns.ac.rs

proizvoda. Trop cvekle koji ostaje nakon prerade u sok iako sadrži različite fitohemikalije, kod nas se koristi samo kao hrana za životinje⁹. Polifenoli i betalaini prisutni u tropu cvekle mogu se koristiti kao prirodni antioksidanti, koji ne samo da povećavaju stabilnost prehrambenih, farmaceutskih i kozmetičkih proizvoda, već deluju i kao hvatači slobodnih radikala u ćeliji.

Stoga je cilj ovog rada bio definisanje hemijskog sastava i ispitivanje antioksidativne aktivnosti ekstrakata tropa primenom 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) testa i određivanjem redukcione sposobnosti ekstrakata tropa metodom po Oyaiz-u.

EKSPERIMENTALNI DIO

U ovom radu korišćen je trop cvekle koji zaostaje nakon proizvodnje soka od cvekle u fabrici za preradu voća i povrća „Slovan” Selenča. Reagensi i hemikalije korišćeni u ovom radu bili su analitičke čistoće.

Postupak ekstrakcije. Uzorci tropa cvekle za ekstrakciju su pripremljeni na sledeći način:

TC₁ - svež trop cvekle; TC₂ - trop cvekle tretiran superkritičnim ugljendioksidom (p=300 bar, T=40°C, t=4h) i TC₃ - trop cvekle osušen u sušnici na 105°C do konstantne mase, a zatim tretiran superkritičnim ugljendioksidom (p=300 bar, T=40°C, t=4h).

TC₁, TC₂ i TC₃ (20 g) ekstrahovani su sa 200 ml 80% etanolom uz dodatak 0,5% sirćetne kiseline, uz primenu ultrazvuka (ultrazvučno kupatilo Branson & SmithKline company B-220, 50-60Hz, 125 W) u toku 40 min. Dobijeni ekstrakti su koncentrovani na rotacionom vakuum uparivaču do potpunog uklanjanja rastvarača, a zatim su osušeni do konstantne mase.

Određivanje sadržaja polifenolnih jedinjenja.

Sadržaj polifenolnih jedinjenja u TC₁, TC₂ i TC₃ ekstraktu određen je spektrofotometrijski primenom Folin-Ciocalteu reagensa (sadržaj polifenolnih jedinjenja izražen je kao ekvivalent hlorogenske kiseline u mg/g suvog ekstrakta)¹⁰. Ova metoda se zasniva na merenju redukujućeg kapaciteta polifenolnih jedinjenja, čijom disocijacijom nastaje proton i fenoksidni anjon, koji redukuje Folin-Ciocalteu reagens do plavo obojenog jona (Fenol – MoW₁₁O₄₀)⁴⁻.

Određivanje sadržaja flavonoida. Sadržaj flavonoida u TC₁, TC₂ i TC₃ ekstraktu određen je spektrofotometrijskom metodom po Zhishen-u¹¹, koja se zasniva na sposobnosti flavonoida da sa Al³⁺ grade odgovarajuće obojene flavonoid-aluminijum komplekse. Sadržaj flavonoida izražen je kao ekvivalent rutina u mg/g suvog ekstrakta.

Određivanje sadržaja ukupnih antocijana.

Sadržaj antocijana u TC₁, TC₂ i TC₃ ekstraktu određen je spektrofotometrijski primenom singl pH metode¹², pri čemu je razlika izmerenih apsorbanci na 510 i 700 nm proporcionalna sadržaju ukupnih antocijana. Sadržaj antocijana izražen je kao ekvivalent cijanidin-3-glukozida u mg/g suvog ekstrakta.

Određivanje sadržaja ukupnih betalaina.

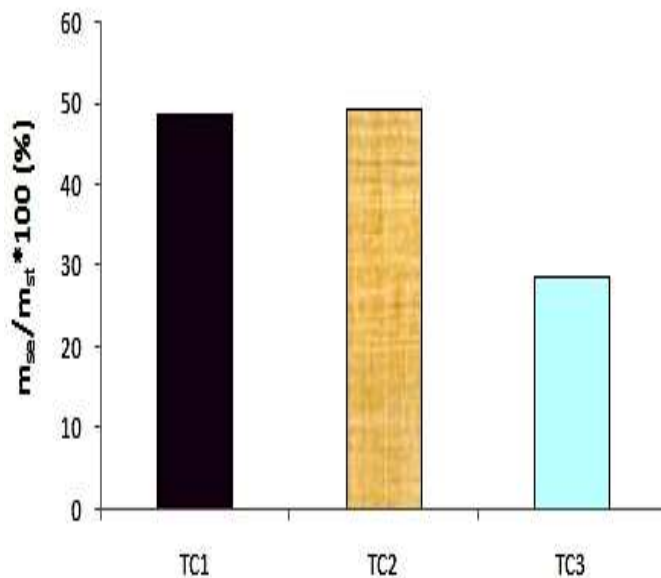
Sadržaj betalaina (betacijana i betaksantina) u TC₁, TC₂ i TC₃ ekstraktu određen je spektrofotometrijski po Nilsson-u¹³. Određivanje sadržaja batacijana zasniva se na merenju apsorbance na 538 nm, a betaksantina na 476 nm. Apsorbanca se meri i na 600 nm zbog korekcije na prisutne nečistoće. Sadržaj betacijana izražen je kao ekvivalent betanina u mg/g suvog ekstrakta, a sadržaj betaksantina kao ekvivalent vulgaksantina-I u mg/g suvog ekstrakta. Ukupni betalaini predstavljaju zbir batacijana i betaksantina.

Antioksidativna aktivnost. "Skevindžer" aktivnost (SA_{DPPH}) TC_1 , TC_2 i TC_3 ekstrakta na DPPH radikale u ovom radu određena je spektrofotometrijski¹⁴. Za određivanje antioksidativne aktivnosti prirodnih antioksidanata primenjuje se DPPH test. Kod ovog testa, ljubičasto obojeni, stabilni DPPH radikal se redukuje u prisustvu antioksidanata u žuto obojenu formu DPPH-H, što se može pratiti spektrofotometrijski na 515 nm. IC_{50} vrednost (koncentracija antioksidanata neophodna za 50% antioksidativne aktivnosti) je parametar koji se često koristi kao pokazatelj antioksidativne sposobnosti, pri čemu niže IC_{50} vrednosti ukazuju na značajniju antioksidativnu aktivnost.

Redukciona sposobnosti. Redukciona sposobnost TC_1 , TC_2 i TC_3 ekstrakta određena je metodom po Oyaiz-u¹⁵, koja se zasniva na praćenju apsorbance na talasnoj dužini od 700 nm u zavisnosti od koncentracije rastvora uzorka. Boje rastvora variraju od žute boje slepe probe, koja potiče od Fe^{3+} jona, do različitih nijansi plave i zelene boje u zavisnosti od redukcione sposobnosti pojedinih ekstrakata i količine Fe^{2+} jona u rastvoru. Prisustvo redukujućih agenasa, odnosno antioksidanata iz cvekle, izaziva redukciju Fe^{3+} u Fe^{2+} jon.

REZULTATI I DISKUSIJA

Ekstrakcija i hemijski sastav ekstrakata tropa cvekle. Svež trop cvekle (TC_1), trop cvekle tretiran superkritičnim ugljendioksidom (TC_2) i trop cvekle osušen, a zatim tretiran superkritičnim ugljendioksidom (TC_3), su ekstrahovani 80% etanolom uz dodatak 0,5% sirćetne kiseline primenom ultrazvuka. Prinosi ekstrakta TC_1 , TC_2 i TC_3 dati na slici 1.



Slika 1. Prinosi ekstrakata
Figure 1. Extracts yields

* m_{se} – masa suvog ekstrakta, m_{st} – masa suvog tropa

Na osnovu dobijenih masa ekstrakata može se zaključiti da su ekstrakcijom uzoraka tropa cvekle 80% etanolom uz dodatak 0,5% sirćetne kiseline ostvareni visoki prinosi (28,68% - 49,33%), pri čemu različita priprema uzorka tropa cvekle nije značajnije uticala na ostvareni prinos ekstrakcije.

Hemijski sastav ekstrakata tropa cvekle, odnosno sadržaj ukupnih polifenola, flavonoida i antocijana, kao i betalaina, određen je odgovarajućim spektrofotometrijskim metodama. U tabeli 1 prikazani su sadržaji polifenolnih jedinjenja, flavanoida i antocijana, kao i udeli flavonoida i antocijana u polifenolnim jedinjenjima.

Tabela 1. Sadržaj polifenolnih jedinjenja (Pf), flavonoida (Fl) i antocijana (Ac) u suvim ekstraktima tropa cvekle
 Table 1. The content of total polyphenolics (Pf), flavonoids (Fl) and anthocyanins (Ac) in dry beetroot pomace extracts

Ekstrakt tropa Pomace extract	Pf (mg/g)	Fl (mg/g)	Fl/Pf (%)	Ac (mg/g)	Ac/Pf (%)
TC ₁	14,48	8,11	56,01	0,95	6,40
TC ₂	11,34	5,21	45,97	0,72	6,39
TC ₃	7,40	4,13	55,83	0,49	6,68

Rezultati prikazani u tabeli 1 pokazuju da je sadržaj polifenolnih jedinjenja najveći u ekstraktu TC₁ (14,48 mg/g), nešto manji u ekstraktu TC₂ (11,34 mg/g) i značajno manji u ekstraktu TC₃ (7,40 mg/g). Ekstrakt TC₁ je najbogatiji flavanoidima (8,11 mg/g), odnosno udeo flavanoida u ukupnim polifenolnim jedinjenjima je 56,01%. Sadržaj ukupnih antocijana najveći je u ekstraktu TC₁ (0,95

mg/g), a udeo antocijana u sadržaju ukupnih polifenola značajno se ne razlikuje u ispitivanim ekstraktima i iznosi oko 6,5%.

Sadržaj betacijana izražen je kao ekvivalent betanina, a sadržaj betaksantina kao ekvivalent vulgaksantina-I (tabela 2).

Tabela 2. Sadržaj betalaina u suvim ekstraktima tropa cvekle
 Table 2. The content of betalains of dry beetroot pomace extracts

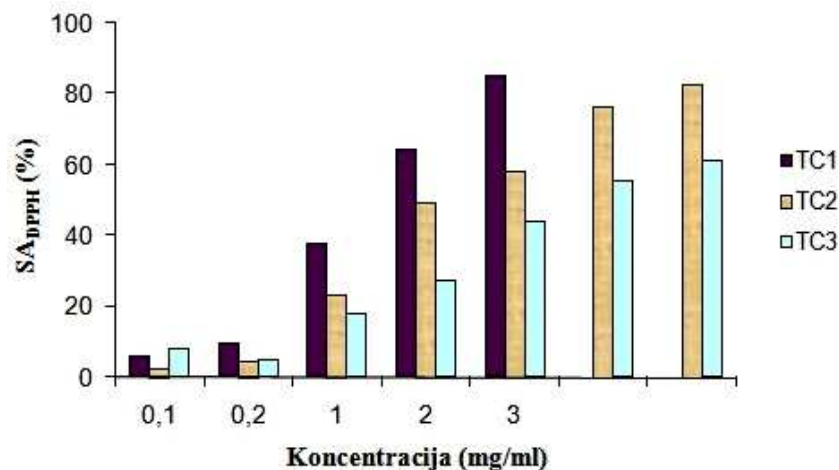
Ekstrakt tropa Pomace extract	Betacijani/ Betacyanins (mg/g)	Betaksantini/ Betaxanthins (mg/g)	Betalaini/ Betalains (mg/g)
TC ₁	1,57	0,85	2,41
TC ₂	0,27	0,49	0,77
TC ₃	0,20	0,35	0,54

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 2 može se zaključiti da je sadržaj ukupnih betalaina (betacijana i betaksantina) najveći u ekstraktu TC₁ i iznosi 2,41 mg/g.

Ispitivanje antioksidativne aktivnosti.

Antioksidativna aktivnost definisana je na osnovu antiradikalne aktivnosti na DPPH• i

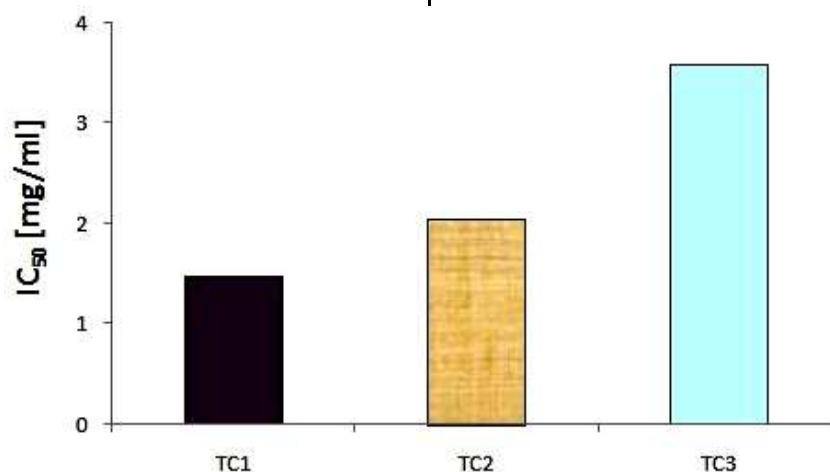
ukupne redukcionne sposobnosti ekstrakata tropa. Na slici 2 data je zavisnost „skevindžer“ aktivnosti (SA_{DPPH}) od koncentracije ispitivanih ekstrakata tropa cvekle, pri čemu se može zaključiti da SA_{DPPH} vrednost, raste sa porastom koncentracije ekstrakata tropa cvekle.



Slika 2. Zavisnost SA_{DPPH} (%) od koncentracije ekstrakata
Figure 2. Comparison of SA_{DPPH} (%) of different concentrations of extracts

Na osnovu dobijenih rezultata određene su IC_{50} vrednosti ispitivanih ekstrakata. S obzirom da ekstrakt uzorka TC₁ dostiže IC_{50} vrednost pri nižoj koncentraciji od ostalih ekstrakata, može

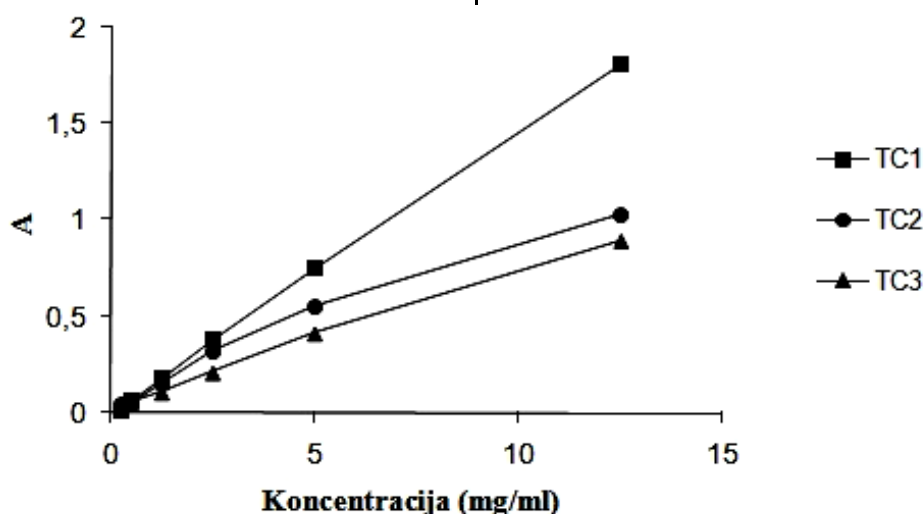
se zaključiti da ovaj ekstrakt pokazuje izraženiju antioksidativnu aktivnost. IC_{50} vrednosti ekstrakata tropa cvekle prikazane su na slici 3.



Slika 3. IC_{50} vrednosti ekstrakata tropa cvekle
Figure 3. IC_{50} values of beetroot pomace extracts

Na slici 4 prikazane su vrednosti apsorbanca različitih koncentracija ekstrakata tropa i može

se zaključiti da ekstrakt TC₁ ima najizraženiju antioksidativnu aktivnost.



Slika 4. Uporedni dijagram zavisnosti apsorbanca od koncentracije ekstrakata tropa cvekle
Figure 4. Comparison of reducing power of different concentrations of extracts of beetroot pomace

Kujala i saradnici¹⁶ su utvrdili da je sadržaj polifenolnih jedinjenja, betanina i izobetanina veći u pokožici u odnosu na meso korena cvekle. Sadržaj polifenolnih jedinjenja i betanina u pokožici korena cvekle iznosi 15,5 mg/g i 38,7 mg/g, a u mesu korena cvekle 4,2 mg/g i 10,2 mg/g suve materije. Sadržaj izobetanina u pokožici korena cvekle iznosi 1,0 mg/g, dok njegovo prisustvo u mesu korena cvekle nije utvrđeno. Studije o antioksidativnoj aktivnosti betalaina su malobrojne. Objavljen je skevindžing efekat betacijanina i betaksantina na 2,2' - azino - bis (3 - etilbenzotiazolin - 6 - sulfonska kiselina) radikale. Betacijani pokazuju veću antiradikalnu aktivnost od betaksantina¹⁷. Cai i saradnici¹⁸ su pokazali da betalaini, posebno gomfrenin (betacijani) i betaksantini prisutni u biljkama porodice Amaranthaceae pokazuju izrazitu antioksidativnu aktivnost na DPPH radikale, u poređenju sa najpoznatijim antioksidantima (askorbinskom kiselinom, rutinom i katehinom). S obzirom da je u

ekstraktima tropa cvekle (TC₁, TC₂ i TC₃) utvrđeno značajno prisustvo polifenolnih jedinjenja i betalaina, antioksidativna aktivnost ekstrakata može se pripisati ovim jedinjenjima.

ZAKLJUČCI

U ovom radu utvrđeno je da svi ispitani ekstrakti sadrže polifenolna jedinjenja i betalaine i pokazuju značajnu antioksidativnu aktivnost. U ekstraktu svežeg tropa cvekle (TC₁) utvrđen je najveći sadržaj polifenola, flavonoida, antocijana i betalaina, kao i najizraženija redukciona sposobnost i DPPH radikal „skevindžer“ aktivnost (IC₅₀=1,47 mg/ml). Na osnovu svih dobijenih rezultata može se zaključiti da trop cvekle predstavlja značajan izvor fitonutrijenata i da antioksidativno delovanje ekstrakata tropa ukazuje na moguću primenu ovog sporednog proizvoda prehrambene industrije u različitim prehrambenim, farmaceutskim i kozmetičkim proizvodima.

ZAHVALNICA

Ovi rezultati su deo projekta No. 23011, koji je finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

LITERATURA

1. E. Riboli, T. Norat, *Am. J. Clin. Nutr.* 78 (2003) 559.
2. Y. F. Chu, J. Sun, X. Wu, R. H. Liu, J. *Agric. Food Chem.* 50 (2002) 6910.
3. C. Kaur, H. C. Kapoor, *J. Food Sci. Tech.* 36 (2001) 703.
4. V. G. Georgiev, J. Weber, E. Kneschke, P. N. Denev, T. Bley, A. I. Pavlov, *Plant Foods Hum. Nutr.* (2010), online <http://www.springerlink.com>
5. T. S. Kujala, J. M. Lojonen, K. D. Kika, K. Pihlaja, *J. Agr. Food Chem.* 48 (2000) 5338.
6. H.M.C. Azeredo, A. N. Santos, A. C. R. Souza, K. C. B. Mendes, M. I. R. Andrade, *Am. J. Food Tech.* 2 (2007) 307.
7. M. P. Kähkönen, A. I. Hopia, H. J. Vuorela, J. P. Rauha, K. Pihlaja, T. S. Kujala, M. Heinonen, *J. Agr. Food Chem.* 47, 10 (1999) 3954.
8. M. A. Pedreño, J. Escribano, *J. Biol. Educ.* 35 (2000) 49.
9. Lj. Vračar, *Industrija prerade voća i povrća*, u: S. Milanović, *Prerađivački potencijali u prehrambenoj industriji AP Vojvodine*, Tehnološki fakultet, Novi Sad, 2006, str. 93-97
10. V. L. Singleton, R. Orthofer, R. M. Lamuela-Raventos, in *Methods in Enzymology, Oxidant and Antioxidants*, L. Packer, Ed., Academic Press, San Diego, 1999, pp. 152-178.
11. J. Zhishen, T. Mengcheng, W. Jianming, *Food Chem.* 64 (1999) 555.
12. T. Fuleki, J. F. Francis, *J. Food Sci.* 33 (1968) 78.
13. J. H. von Elbe, in *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, R. E. Wrolstad, Ed., John Wiley & Sons, New York, 2001 p. F4.1.1-F4.1.9
14. G. Yen, J. Wu, *Food Chem.* 65 (1999) 375.
15. M. Oyaiza, *J. Nutr.* 44 (1986) 307.
16. T. S. Kujala, J. M. Lojonen, K. D. Klika, K. Pihlaja, *J. Agric. Food Chem.* 48 (2000) 5338.
17. F. D. Vargas, O. P. Lopez, *Natural Colorants for Food and Nutraceutical Uses*, Taylor & Francis Inc, London, 2000, pp. 207-208.
18. Y. Cai, M. Sun, H. Corke, *J. Agric. Food Chem.* 51 (2003) 2288.

EXAMINATION OF CHEMICAL COMPOSITION AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BEETROOT POMACE EXTRACTS

Slađana Savatović, Jelena Vulić, Aleksandra Tepić, Zdravko Šumić

SUMMARY: Beetroot are well-known and widespread vegetable, which contain a significant amount of polyphenolic compounds, carotenoids, betalains, vitamins and mineralals. The beetroot pomace, waste product generated primarily during juice processing, as a potential source of natural polyphenolic compounds have gained increasing interest in use as dietary or food antioxidants. The aim of this research was to investigate the antioxidant activity of beetroot pomace extracts using two tests, reducing power and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) free radical scavenging assays. Beetroot pomace (TC₁), beetroot pomace treated with supercritical carbon dioxide (TC₂) and beetroot pomace dried and then treated with supercritical carbon dioxide (TC₃) were extracted with 80% ethanol containing 0.5% acetic acid using ultrasound. The contents of polyphenolic compounds, flavonoids, anthocyanins and betalains in extracts were determined spectrophotometrically. The highest content of polyphenolics (14.48 mg/g), flavonoids (8.11 mg/g), anthocyanins (0.95 mg/g) and betalains (2.41 mg/g) was in TC₁ extract. The highest reduction power, as well as DPPH radical scavenging activity was determined in extract TC₁. The obtained results show that the beetroot pomace can be used as easily accessible source of antioxidant polyphenolic and betalains.

KEYWORDS: beetroot, beetroot pomace, polyphenolic compounds, betalains, antioxidant activity

EDUKACIJA

Upotreba konceptnih mapa u nastavi hemije

Meliha Zejnilagić-Hajrić*, Stanislava Marjanović

Prirodno-matematički fakultet Univerziteta u Sarajevu, Zmaja od Bosne 33-35, 71000 Sarajevo, BiH

SAŽETAK: Cilj rada je predstavljanje i popularizacija korištenja konceptnih mapa u nastavi hemije. Konstruisanje ovih mapa omogućava da đaci/studenti bolje shvate i povežu ključne koncepte u okviru nastavnog predmeta hemije. To vodi prevazilaženju problema na koje đaci i studenti često nailaze: nerazumijevanje pojmova koji im djeluju apstraktno i odnosa među tim pojmovima, zatim neshvatanje suštine koncepata i sl. Izradom i korištenjem konceptnih mapa đaci i studenti pokazuju razumijevanje ili nerazumijevanje koncepata, i u tom smislu treba ih forsirati da ih što više upotrebjavaju u nastavi hemije. Također, izrada konceptnih mapa doprinosi usvajanju trajnijeg znanja, jer su đaci i studenti direktno upućeni na misaone procece koji povezuju teoretska i praktična znanja. Konceptne mape nastavnicima su vrlo korisne, direktno ili indirektno, i mogu ih primjeniti za velik broj nastavnih aktivnosti i za obradu mnogih nastavnih tema. Nastavnik može ocijeniti rezultate rada đaka i studenata upravo kroz aktivnosti izrade konceptnih mapa.

U radu je prikazan primjer konceptne mape iz opšte hemije, koja prikazuje povezanost nastavnih jedinica sa odgovarajućim praktičnim vježbama, što daje bolji uvid nastavnicima i đacima o gradivu koje se obrađuje. Izrada konceptnih mapa se može koristiti u osnovnoj, srednjoj školi i na fakultetima, i zato postoje detaljna uputstva za njihovu izradu (hijerarhija pojmova, njihova međusobna povezanost itd).

KLJUČNE RIJEČI: konceptna mapa, nastava hemije, ocjenjivanje, shvatanje pojmova

ZNAČAJ UPOTREBE KONCEPTNIH MAPA

U nastavi prirodnih nauka, a pogotovo hemije, nastavnik traži najefikasniji i najlakši način na koji đaci i studenti mogu usvojiti nova znanja i vještine. Pri tome će uglavnom svaki nastavnik reći kako nije bitno memoriranje činjenica, nego da je bitno da đaci „uče sa razumijevanjem“. Đacima je također potrebno i da uvide mogućnost praktične primjene onoga što uče. Ovo znači da je bitno razumijevanje ključnih koncepata u datom predmetu i njihovo međusobno povezivanje, a učenje na osnovu te pretpostavke ujedno znači da predmet đacima

prestaje biti težak, neshvatljiv (apstraktan) i dosadan. Tada đaci više i lakše uče, puno više su zainteresovani i angažovani, a to i jeste krajnji cilj nastave. Nadalje, za što potpunije razumijevanje koncepata iz hemije kao eksperimentalne nauke, potrebno je u nastavni proces uključiti što više eksperimentalnog rada đaka, jer se iskustveno najefikasnije uči i pamti. Konceptna mapa jeste šema bitnih koncepata u predmetu, koja naglašava veze među pojedinim pojmovima. Sama primjena konceptnih mapa i tehnika njihove izrade nisu inovacija. Njih je počeo uvoditi Dr. Joseph Novak krajem sedamdesetih i početkom osamdesetih godina prošlog vijeka, kao pomoć đacima i studentima u učenju i eksperimentalnom radu. Od tada se

* Korespondentni autor; E-mail: mzejnilagic@pmf.unsa.ba

ova metoda u svijetu sve više koristi, usavršava i proširuje primjenu i tehnike izrade. Izrada konceptne mape je originalno zamišljena za učenike, đake i studente. Međutim, mogu se uraditi modifikacije te prvobitne namjene, tako da konceptne mape mogu izrađivati i nastavnici, u skladu sa namjenom same mape (ponavljanje gradiva, obrada neke teme itd.). Nažalost, u našem sistemu obrazovanja primjena konceptnih mapa nije dovoljno zastupljena, bez obzira na mnoge njene prednosti.

U savremenom sistemu obrazovanja od đaka i studenata se traži da aktivno učestvuju u nastavnom procesu, a ne da samo memorišu date činjenice. Akcentat jeste na eksperimentalnom radu, ali takvom eksperimentalnom radu u kome đaci/studenti ne ponavljaju stare procedure, koje će samo potvrditi odavno znane činjenice i zakone. Od đaka i studenata se traži da učestvuju u originalnim specifičnim vlastitim istraživanjima. Na taj način se oni upućuju na primjenu znanja (činjenica, zakonitosti itd.) koje su stekli o različitim konceptima. Primjenom znanja, nadalje, koncepti im postaju sve manje apstraktni, i samim tim postaju sve lakši za shvatanje. To vodi dubljem i ispravnom razumijevanju koncepata, a shvatanje i povezivanje koncepata je bitnije od učenja i potvrđivanja činjenica. Upravo konceptne mape pomažu đacima/studentima da bolje shvate i povežu pojmove iz hemije izvodeći eksperimente u nastavi.

Najbolje je pred đake/studente postaviti zadatke u vidu problema, koji su adekvatni njihovom nivou izučavanja hemije, tako da oni imaju priliku samostalno istraživati, opažati i zaključivati (ma koliko u nekim pokušajima oni mogu pogriješiti). Nastavnici đacima/studentima trebaju pružiti priliku da razviju sopstvene ideje. Tek tada oni aktivno učestvuju u nastavnom procesu. Rad nastavnika ima mnogo više efekta kad potiču đake na rješavanje problema, nego kada su im ponuđeni gotovi odgovori.

U svakom slučaju, ono što nastavnik zna, ne prenosi se direktno u um učenika. "Znanje učenika se stvara u svijesti učenika" (Bodner, 1986.). Sticanje znanja je individualan proces, i ono što nastavnik predstavlja đacima/studentima kao znanje ipak jeste nastavnikova individualna koncepcija. Stoga je vrlo bitno u nastavi primjenjivati metode koje će omogućiti đacima/studentima da na pravilan način oblikuju svoje koncepcije i stavove, tj. stiču predodžbe i znanje.

Jedna od vrlo produktivnih metoda jeste upravo izrada konceptnih mapa. One su prvenstveno namijenjene đacima i studentima, koje oni (izvorno) izrađuju prije i poslije eksperimenata. Izrada konceptne mape prije eksperimenta ima za cilj preispitivanje i povezivanje prethodno usvojenih znanja. Na izvjestan način, đaci/studenti su ovako primorani da sami testiraju svoje znanje i svoja shvatanja koncepata. U tom slučaju, đacima/studentima eksperiment koji slijedi zaista postaje istraživanje i služiće svojoj svrsi. Nakon eksperimenta, đaci/studenti izrađuju drugu konceptnu mapu na istoj osnovi (ili doraduju onu ranije izrađenu). Tako mogu unaprijediti svoje znanje i shvatanje koncepata. Na ovaj način, konceptne mape također pobuđuju kreativnost kod đaka. S obzirom da đaci/studenti na različite načine uče, imaju razvijene različite vrste inteligencije, izrada mapa im daje mogućnost upravo da se izraze na sebi svojstven način.

Znači, konceptne mape, osim što su grafički alat za organizaciju i predstavljanje znanja⁽⁴⁾, one su i alat za procjenu (ili ocjenu) znanja. Đacima/studentima će izrada mape pomoći da shvate koncepte zbog kojih se dati eksperiment i radi, i da te koncepte povežu sa onim ranije shvaćenim konceptima. Pomoć zapravo proizilazi iz činjenice da se pri izradi mape đaci/studenti fokusiraju na bitne stvari, shvatanje kojih razvijaju i prilagođavaju svom psihofizičkom uzrastu.

Izrada konceptnih mapa đacima/studentima daje mogućnost da stečeno znanje organizuju na svoj način. Oni to novo znanje mogu povezati sa naučnim konceptima koje su ranije usvojili. Koncepti u nauci ne postoje izdvojeni, već je svaki koncept povezan sa mnogo drugih koncepata po određenoj hijerarhiji. Zato đaci/studenti, kada izrađuju konceptne mape, razmišljaju u više pravaca i povezuju makro, mikro i simbolni nivo u hemiji. Na kraju, konceptne mape pomažu da se izbjegniju miskoncepcije (pogrešna shvatanja koncepata ili njihovog međusobnog odnosa).

NAČINI IZRADE KONCEPTNIH MAPA

Konceptne mape se mogu izraditi u nekoliko formi, ali su njihove osnovne karakteristike da prikazuju ispravne odnose između naučnih koncepata i da su oni postavljeni po ispravnoj hijerarhiji. Ovo je bitno jer đaci/studenti često pogrešno shvataju hemiju kao skup izolovanih i raštrkanih koncepata (koje je teže naučiti tako izolovane, nego kao skup međusobno povezanih koncepata), i često ne prepoznaju važnost pojedinih koncepata (ne mogu odrediti šta je više, a šta manje bitno).

Konceptne mape su obično u formi ograničenih polja (npr. kvadrati, krugovi) povezanih strelicama sa pomoćnim frazama tipa: „rezultira“, „doprinosi“, „potrebno je za“ i sl. Bez obzira na konačnu formu, konceptne mape je najbolje praviti slijedećim redom:

1. Definisati domen mape.
2. Postaviti glavno pitanje (ili odrediti kontekst) unutar odabranog domena.
3. Identifikovati ključne koncepte (obično ih bude 15-25). Praktično je napraviti listu koncepata, pa ih zatim hijerarhijski poslagati. To znači početi sa opštim kontekstima, pa se spuštati prema sve specifičnijim.

4. Konstruisati preliminarnu konceptnu mapu.
5. Potražiti i označiti veze između koncepata unutar odabranog domena.
6. Sređivanje mape (neki koncepti mogu promijeniti mjesto, mogu se dodati novi i sl).

Najsloženiji dio izrade konceptne mape je određivanje veze između različitih koncepata. Upravo se u ovom dijelu vidi koliko đak/student koji izrađuje mapu poznaje i razumije problem. Ujedno je ovo i najkreativniji dio izrade mape.

Konceptna mapa se može praviti ručno, koristeći po jedan papirić za svaki koncept, tj. izraz koji ga definiše, jer tokom izrade mape gotovo uvijek dolazi do izmjene položaja koncepata i njihovog međusobnog odnosa. Može se koristiti i poseban računarski program za izradu konceptnih mapa. Ova vrsta softvera je dostupna na Internetu⁽⁶⁾, a omogućava izradu složenih konceptnih mapa, u koje se mogu ubaciti šeme, slike, video-zapisi i sl. koji se nalaze na Internetu. Na taj način se dobiju vrlo korisne sveobuhvatne šeme, koje se nazivaju „Modeli znanja“. Pomoću spomenutog softvera (uz određene uslove), može se postaviti vlastita konceptna mapa, ili koristiti već postavljene mape.

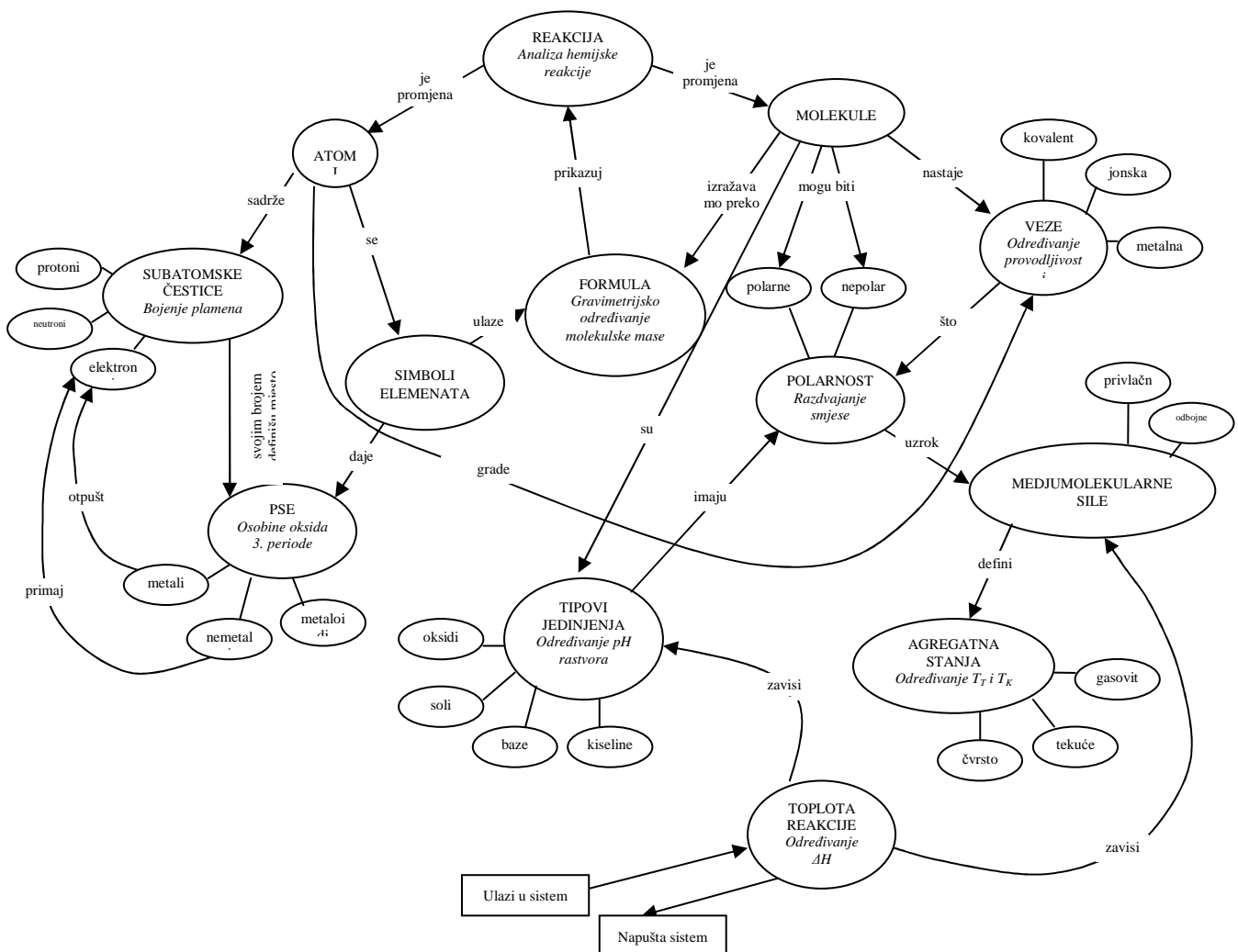
Naravno, prije nego što đaci/studenti dobiju zadatak da izrade konceptnu mapu prije eksperimenta, potrebno im je pokazati (i provježbati) kako se one prave. Na ovom polju postoje neka neslaganja^(1,5). S obzirom da se đacke konceptne mape uglavnom ocjenjuju, neki nastavnici smatraju da visoke ocjene mogu značiti samo „stručnost“ u izradi mapa, a ne i stvarno shvatanje koncepata.

PRIMJER KONCEPTNE MAPE ZA OPŠTU HEMIJU

Slijedeći upute za izradu konceptnih mapa, može se dati primjer konceptne mape za opštu hemiju:

1. Domen: Opšta hemija.
2. Kontekst: Hemijska reakcija

3. Koncepti (nabrojani bez hijerarhijskog reda): atom, subatomske čestice, molekula, formula, toplota hemijske reakcije, veze, Periodni sistem elemenata, međumolekularne veze, agregatna stanja materije, vrste hemijskih jedinjenja, polarnost, molarne veličine.



Slika 1. : Primjer konceptne mape za nastavu opšte hemije u gimnazijama i srednjim školama
Figure 1. An example of concept map for general chemistry in high schools

Data mapa, kao primjer, sastavljena je na osnovu Plana i programa za nastavu hemije u gimnazijama i srednjim školama Kantona Sarajevo (od 2003. godine nadalje).

U mapi su velikim slovima unutar krugova predstavljeni pojedinačni koncepti, a neki od tih koncepata su povezani sa subkonceptima (također u krugovima, ali malim slovima). Koncepti su povezani linijama, na kojima su

napisane riječi koje opisuju pojedinačne odnose između koncepata koje povezuju. *Italik* slovima unutar krugova su predstavljeni eksperimenti koji se mogu izvesti u svrhu boljeg shvatanja pripadajućeg koncepta.

MOGUĆI NAČINI PRIMJENE KONCEPTNIH MAPA

Originalno je ideja konceptnih mapa nastala za neke srednjoškolske programe u SAD (Joseph D. Novak) koji predviđaju ukupno sedam časova hemije sedmično, a od toga četiri časa eksperimentalnog rada. Zamišljeno je da đaci/studenti sastave konceptnu mapu nakon teorije, a prije seta eksperimenata. Na taj način bi đaci/studenti bolje razumjeli i povezali ranije obrađivane koncepte, i njihovi eksperimenti bi bili mali istraživački projekti, i pomogli bi im u daljem unapređivanju njihovih znanja, shvatanja i vještina. Naravno, ako su eksperimenti koncipirani na takav način da đacima/studentima omoguće samostalan rad, razvijanje ideja i zaključivanje, što bi u idealnom slučaju svaka zadata eksperimentalna procedura trebala ispunjavati. Eksperimenti u suštini služe za provjeru postavki u preliminarnoj konceptnoj mapi, i zato su konceptne mape u hemiji vrlo korisne i za đake/studente, i za nastavnike. Za nastavnike su konceptne mape vrijedne jer služe kao evaluacija vlastitog rada, a ne samo za ocjenjivanje đaka/studenta. Nakon eksperimenta (ili seta eksperimenata), đaci/studenti bi doradivali svoje prethodne konceptne mape, koje bi sada bile poboljšane u smislu povezanosti i odnosa (ili čak broja) koncepata. Ovakve konačne konceptne mape su vrlo pogodne za ocjenjivanje, iako to ne mora biti slučaj.

Srednjoškolski/gimnazijski planovi i programi nastave hemije u Bosni i Hercegovini se međusobno razlikuju, ali su i vrlo različiti od

gore spomenutog programa u SAD, bez obzira da li se radi o stručnoj ili opštoj srednjoj školi. Međutim, mogućnosti upotrebe konceptnih mapa svakako nisu ograničene vrstom škole, planom i programom, niti predmetom. Tako, uz određene prilagodbe, konceptne mape se mogu vrlo efikasno koristiti praktično u bilo kom nastavnom programu i za bilo koji predmet. Slijedi nekoliko prijedloga kako đacima/studentima na različite načine mogu biti zadani zadaci vezani za izradu konceptnih mapa:

- Konstruirati konceptnu mapu bez zadanih koncepata. (Dat je okvirni domen.)
- Konstruirati konceptnu mapu sa zadatim konceptima.
- Upotpuniti konceptnu mapu konceptima...

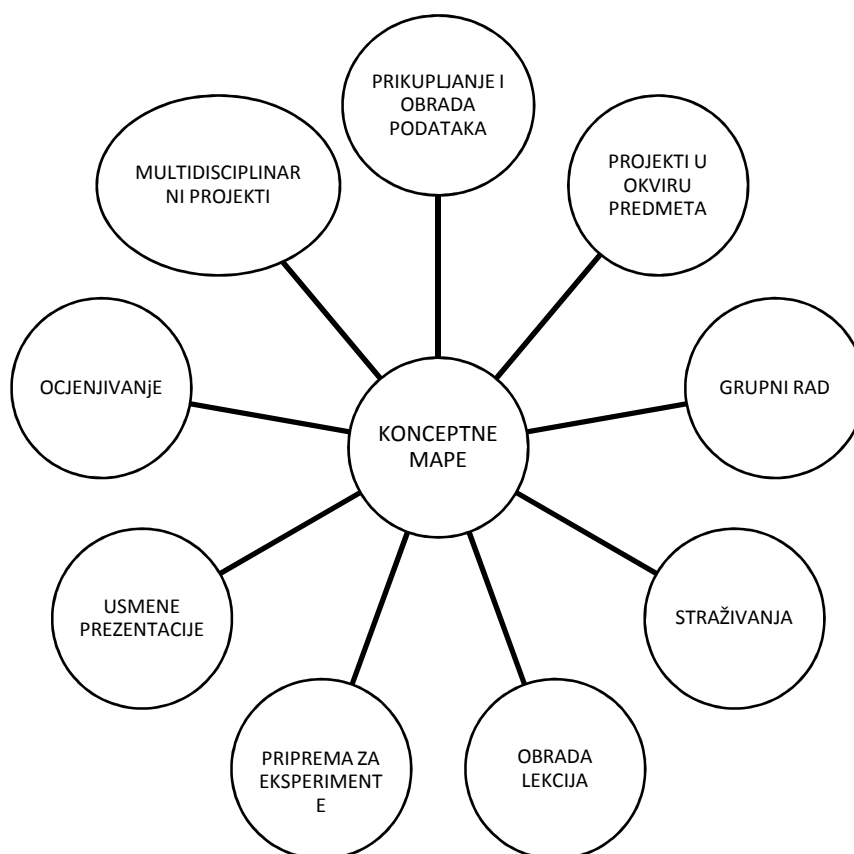
Konceptna mapa može lako postati zadatak za zadaću, prezentaciju, kviz itd.

Na primjer, đaci/studenti mogu izraditi konceptnu mapu nakon završene oblasti u predmetu, prije eksperimenata ili se konceptna mapa može raditi na kraju polugodišta, iako je to tada za đake prilično zahtjevan posao. Konceptnu mapu ne moraju raditi đaci/studenti individualno - mogu je raditi u grupama. Također, mape mogu raditi đaci/studenti tokom časa, zajedno sa nastavnicima. Od jednostavnih konceptnih mapa može se nakon određenog vremena napraviti ranije spomenuti modeli znanja, što je naročito praktično za interdisciplinarnu obradu tema. U krajnjoj liniji, dobro urađene konceptne mape mogu služiti kao materijal za nastavu – u formi panoa, power point prezentacije i sl. Tako mogu služiti za obradu novih nastavnih sadržaja, ali i za ponavljanje. Konceptne mape mogu biti vrlo vrijedan alat naročito za multidisciplinarnu obradu neke teme. Ipak, treba imati u vidu da su najkorisnije ako ih đaci/studenti sami prave. Ni tada nema uvijek potrebe da se sve konceptne

mape koriste za ocjenjivanje znanja i sposobnosti učenika.

Nastavnici mogu konceptne mape iskoristiti za planiranje nastave. Uobičajeno je ovakve planove nazivati „makro-mapa“, ako se pomoću

mape izražava planirani tok nastave za cijelu školsku godinu, ili „mikro-mape“, ako su urađene specifično za pojedine dijelove plana i programa.



Slika 2: Različite nastavne aktivnosti u kojima se mogu iskoristiti konceptne mape
Figure 2. Different class activities which involve concept maps

LITERATURA

1. P.G. Markov i R.A. Lonning, *Journal of Research in Science Teaching*, Vol 35 (1998)1015.
2. M. Sikirica, *Metodika nastave kemije, Priručnik za nastavnike kemije*, Školska knjiga, Zagreb 2003.
3. International Baccalaureate Organisation, *Guide*, Cardif 2007.
4. Wikipedia *Concept Maps*, http://www.en.wikipedia.org/wiki/Concept_map, pristup 15 Aug 2009.)
5. *Encyclopedia of Educational Technology*, <http://coe.sdsu.edu/eet/admin>
6. J.D. Novak, A.J. Canas, *Journal of Chemical Education, The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*, <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryCmaps/htm>, (pristup 15. Aug 2009.)
7. R.V. Floves, *Concept Maps*, <http://www.Smartdraw.com> (pristup 17. Aug 2009.)

THE USE OF CONCEPT MAPS IN TEACHING CHEMISTRY

Meliha Zejnilagić - Hajrić, Stanislava Marjanović

SUMMARY: The aim of the article is to present and popularize the use of concept maps in chemistry classes. The construction of those maps allows students to better understand and connect key concepts in chemistry as a teaching subject. This would solve problems that students often encounter (abstract concepts and relations between concepts, missing point of concepts etc.). By constructing and using concept maps, chemistry students show if they understand concepts or not, and in this sense the application of concept maps should be supported. Also, construction of concept maps enables students to gain long-term knowledge and skills, because they are strongly directed to connect theoretical and practical knowledge. Concept maps can be of a great use to teachers in many different class activities, directly or indirectly. Concept maps can be applied for marking student's work or for various teaching techniques.

A concept map example is presented in the work. It shows how different topics are related, what practical exercises can be performed related to each topic, and it gives a better insight to both teachers and students into the subject area. Concept maps can be used in primary and secondary schools, as well as in university. Also, detailed instructions for the construction of concept maps are given (hierarchy of concepts, relations between concepts etc.).

KEYWORDS: concept map, chemistry lectures, marking, understanding of concepts

Choices
Analysis



REACH FOR MORE
CHOICES
IN LC ANALYSIS.



FLEXAR™ Liquid Chromatography
Conventional LC / Ultra High Performance LC
Flexar / Flexar FX-10 / Flexar FX-15



PerkinElmer®
For the Better

EUTECH
INSTRUMENTS
Technology Made Easy™

Cole-Parmer
Delivering Solutions You Trust™

RESTEK

For the Better



analitika d.o.o.

Sarajevo, Ferde Hauptmana 7,
tel: 033 712 060, fax: 033 712 061
analitika_sa@bih.net.ba

TEHNOLOŠKE ZABILJEŠKE

Bayer gradi fabriku za proizvodnju ugljičnih nanocjevčica (carbon nanotubes)

Bayer Material Science AG započeo je izgradnju fabrike za proizvodnju ugljičnih nanocjevčica (CNTs) u Chempark Leverkusen (Njemačka). Fabrika će imati kapacitet od 200 t/god. Planiranje, razvoj i izgradnja ove nove fabrike koštat će Bayer oko 22 miliona eura. Bayer-ove Baytubes ugljične nanocjevčice sa više zidova su uglavnom u polimernoj matrici ili u metalima da bi se dobili žilavi, jaki i lagani kompozitni materijali. Dobiveni kompoziti imaju veoma široku primjenu, kao na primjer za lopatice rotora kod vjetrenjača, za kontejnere za transport, kao i za sportsku opremu.

Proizvodnja se sastoji od katalitičkog procesa u kome se ugljične nanocjevčice dobivaju u reaktoru na povišenoj temperaturi iz plina koji sadrži ugljik.

Termoplastični PTFE

Politetrafluoreten (PTFE) je postojan pri visokim temperaturama, otporan na dejstvo hemikalija, svjetlosti i na starenje, ima glatku i antiadhezivnu površinu, ne gori i fiziološki je neškodljiv. PTFE ima vrlo veliku molarnu masu, pa samim tim i vrlo veliku viskoznost rastopa, pa ne može da se prerađuje tehnikama razvijenim za termoplastične polimere. Dijelovi od PTFE su se do sada izrađivali tehnikom presovanja i sinterovanja, kao i mehaničkim postupcima.

Nedavno se na tržištu pojavio modificiran PTFE koji je moguće obrađivati kao termoplastični polimer. Standardni PTFE ima kristalnu strukturu koja se sastoji od kristalita sa laminarnom strukturom i amorfim

zonama između kristalita. Da bi takav material imao imao dobra mehanička svojstva neophodno je da kristali kroz amorfnu zonu budu međusobno povezani takozvanim vezivnim makromolekulama. Termoplastični PTFE je dobiven tako što su novim postupkom sinteze dimenzije kristalita smanjene za oko deset puta u odnosu na standardni PTFE. Ovim metodama je moguće proizvoditi različito oblikovane predmete od PTFE jeftinije, sigurnije i brže nego klasičnim metodama obrade. Pored toga, moguće je i otpad nastao pri preradi ponovo koristiti, tj. reciklirati. Jedino loše svojstvo je što pri temperaturi obrade djeluje korozivno na dijelove mašine s kojima dolazi u kontakt.

Kraton polimeri LLC

Kraton je vjerovatno, najveći svjetski proizvođač stirenskih blok polimera (SBC). Kratonovi polimeri se koriste kao adhezivi, za izradu prevlaka, zaptivača i lubrikanata, zatim u proizvodima za medicinu, pakovanje, u automobilskoj industriji, za izradu krovova, cipela itd. Na Međunarodnoj izložbi polimera su predstavljena dva polimera G1643 i G1645.

Kraton G1643 je komercionalno dostupan i izdrživ materijal koji je veoma kompatibilan sa polipropilenom, ima odličnu transparentnost i poboljšanu otpornost na stvaranje pukotina. Pogodan je za upotrebu tamo gdje su potrebno velika prozirnost i odlična jačina na udar, na primjer za izradu izdržljivih dijelova kućanskih aparata, medicinskih sredstava, i potrošačkih dobara.

Kraton G1645 je odobren za primjenu i u situacijama kada dolazi u direktan kontakt sa hranom. Nalazi primjenu kao zamjena polivinilhlorida u proizvodima koji se koriste u medicini ili drugim oblastima. Prednosti

ovog polimera su jednostavan proces dobivanja folija, zatim jednostavna prerada u standardnim postupcima ekstruzije te velika otpornost na ubod, što se često zahtjeva u medicini. Veoma je pogodan za izradu vrećica i cjevčica za intravenoznu infuziju i terapiju respiratornih organa.

Kraton je predstavio još jednu seriju polimera, nazvanu Kraton A (Advantage-napredna) serija. Ovi polimeri su napravljeni tako da zadovolje zahtjev tržišta za “zelenom” alternativom fleksibilnom polivinilhloridu koji se koristi za izradu žica i kablova, cijevi i sportskih rekvizita. Ovi polimeri imaju odlična svojstva i ne zagađuju okolinu.

Funkcionalna hrana: novi trendovi u industriji hrane

Potrošači stalno zahtijevaju da hrana pruži ne samo organoleptički kvalitet, nego da je i korisna za zdravlje. Proizvodi označeni kao “funkcionalna hrana” predstavljaju proizvode sa poboljšanim osobinama koje pozitivno utiču na zdravlje, a pri tome imaju i dalje esencijalna nutritivna svojstva. Funkcionalna hrana može biti konvencionalna hrana sa bioaktivnim komponentama ili može biti “ojačana” tako da smanjuje rizik pojave neke bolesti za određene grupe ljudi. Istraživanja koja se trenutno izvode, pokazuju kako brojni konstituenti mogu da služe kao funkcionalni sastojci u matrici hrane ili kao dodaci u hrani. Sastojci iz konvencionalnih i netradicionalnih biljnih i životinjskih izvora, nude neograničene mogućnosti za kreiranje prihvatljive i marketinški opravdane funkcionalne proizvode. Budućnost funkcionalne hrane će strogo zavisiti od daljeg unapređenja našeg saznanja. O strukturi i funkcionalnim odnosima hrane i bioaktiva, od inovativnih tehnologija za efektivnim formulacijama i mogućnostima bioaktivnih materija da se “dostave” do određenih dijelova digestivnog

sistema, od povećanja senzorskih osobina i dužine vremena skladištenja, od ustanovljavanja zakonske regulative koja treba da obezbjedi odgovarajuće označavanje takve hrane i od obavještavanja potrošača o korisnosti primjene funkcionalne hrane.

Utjecaj enzima xylanaze na kvalitet pekarskih proizvoda

Kvalitet brašna je stalni problem za pekarstvo, te se ulažu znatna sredstva da bi se osiguralo brašno konstantnog kvaliteta. U brašno se dodaju poboljšivači koji djeluju u raznim fazama proizvodnje pekarskih proizvoda. Poboljšivači mijenjaju one parametre brašna koji odstupaju od predviđenog standarda. Na primjer dodatkom suhog glutena mogao bi se povećati nivo glutena u brašnu do standardne vrijednosti ili ako je brašnu potrebno povećati otpor mogao bi se dodati C-vitamin. Dodatkom enzima xylanaze mogu se očekivati sljedeći efekti: veće upijanje vode, povećana stabilnost tijesta, veći volumen gotovih proizvoda, povećane mekoće sredine proizvoda

Ekstrudirani proizvodi-Teksturirani biljni proteini

Primarna primjena ekstruzije u teksturiranju proteina jeste dobivanje proteina biljnog porijekla koji su analogni proteinima iz mesa. Ekstruzijskim kuhanjem sojinog brašna dobiva se teksturirani protein soje (TSP) ili teksturirani biljni protein (TVP). TVP koji se dobiva iz sojinog brašna (44 – 50% proteina) zadržava neke karakteristike sirovine iz koje se proizvodi (miris, okus). Bolji proizvod se dobiva ekstruzijski, kuhanjem koncentrata proteina soje (70%). Koncentrat proteina soje se dobiva iz sojinog brašna ekstrakcijom nepoželjnih šećera i drugih komponenti manje molekulske mase sa vodenom otopinom

alkohola. Prije ekstruzije, polazni materijal (sojino brašno ili koncentrat) kondicionira se vodenom parom. Teksturirani proteini soje najzastupljeniji su na tržištu, iako se ekstruzijom mogu dobiti i teksturirani proteini iz drugih vrsta brašna (brašno od kestena).

Teksturirani proteini soje, za razliku od proteina mesa nemaju fibrilarnu strukturu. U novije vrijeme, uvođenjem nove tehnologije u ekstruziji, dobivaju se biljni proteini fibrilarne strukture. Ovi proteini pokazuju veću probavljivost u ljudskom organizmu. Ekstruzijsko kuhanje se primjenjuje i za dobivanje proteina iz mliječnih proizvoda, obično uz dodatak masti.

Nove spoznaje o vitaminu A

Suprotno uvriježenom mišljenju, mnogo vitamina A ipak nije dobro za organizam. Novo istraživanje objavljeno u časopisu *FASEB Journal* otkriva da vitamin A ima ključnu ulogu u proizvodnji energije u stanicama i pojašnjava zašto previše ili premalo ovog vitamina ima kompleksan i negativan učinak na organizam. Ova je činjenica iznimno važna zbog toga što kombinacija hrane, pića, kozmetičkih proizvoda i dodataka prehrani koji sadrže dodatak vitamina A, čine predoziranje mogućim više no ikada prije. "Naš rad otkriva vrijednost i potencijalnu štetnost upotrebe vitamina A u kozmetičkim proizvodima i dodacima prehrani", izjavio je Ulrich Hammerling, koautor studije iz njujorškog instituta Sloan-Kettering Institute for Cancer Research. "Iako manjak vitamina A u našem društvu nije veoma čest, njegova pretjerana upotreba jeste i mogla bi uzrokovati značajne nepravilnosti u procesu stvaranja energije, što može utjecati na rast i smrt stanica."

Iako je važnost vitamina A u prehrani i fetalnom razvoju dobro poznata, dosad je bilo nejasno zašto nedostatak i predoziranje

vitaminom A uzrokuju širokorašprostranjene i snažne negativne učinke na naše organe. U nedavno objavljenom radu, znanstvenici su koristili kulture stanica miševa i ljudi koje sadrže specifične genske modifikacije molekularnih putova uključenih u stvaranje energije u mitohondrijima. Te su stanice uzgajane u uvjetima sa i bez dodanog vitamina A te je ispitivan utjecaj vitamina na različite korake u proizvodnji energije. Rezultati su pokazali da je retinol, ključna sastavnica vitamina A, esencijalan za metaboličko zdravlje mitohondrija te da se ponaša kao nutritivni senzor za stvaranje energije u stanicama. Kad se organizam nalazi u stanju sa previše ili premalo vitamina A, mitohondriji ne funkcioniraju pravilno, što može imati ozbiljne posljedice za organizam. "Korištenje previše proizvoda koji u sebi sadrže dodatke vitamina A moglo bi dovesti do negativnih, pa čak i fatalnih posljedica", izjavio je Gerald Weissmann, urednik časopisa u kojem je studija objavljena.

Koji je šećer "lošiji": glukoza ili fruktoza?

Prema novoj studiji Petera Havela sa Sveučilišta California, Davis iz SAD-a, pretjerana konzumacija pića zaslađenih fruktozom može imati štetan utjecaj na osjetljivost organizma na inzulin i na metabolizam masti u tijelu, stvarajući uvjete koji povećavaju podložnost srčanom udaru.

Tokom desetonedjeljne studije, dvije su skupine pretilih osoba konzumirale pića zaslađena glukozom ili fruktozom koja su osiguravala 25 % njihovih potreba za energijom tokom tih nedjelja. Za vrijeme ovoga razdoblja, pojedinci iz obje skupine dobili su otprilike jednako na težini, no samo su oni koji su konzumirali pića zaslađena fruktozom imali i povećanje masnoće u području trbuha.

Također, ovi su pojedinci postali manje osjetljivi na hormon inzulin (koji kontrolira razinu glukoze u krvi) te pokazali znakove povećanja količine lipida u krvi.

Susanna Hofmann i Matthias Tschöp, znanstvenici koji su radili na studiji, izjavili su da, iako postoje znakovi metaboličkog sindroma koji povećavaju rizik za srčanim udarom, dugoročni učinci pretjerane konzumacije fruktoze na podložnost srčanom udaru ostaju nepoznati.

Kopernicijum novi hemijski element

Naučnici su odabrali ime kopernicijum za novi hemijski element u čast poljskog astronoma Nikole Kopernika. Simbol novog, 112 hemijskog elementa biće "Cn", umjesto prvobitno predloženog "Cr" koji ima i druga naučna značenja, da bi se time izbjegla konfuzija. Element je otkriven prije 13 godina, a nedavno je uvršten u periodni sistem elemenata

Međunarodna unija za čistu i primijenjenu hemiju dala je naziv kopernicijum ovom elementu umjesto prvobitno korištenog ununbijum. Novi hemijski element je 227 puta teži od vodika i najteži element koji je zvanično priznala Međunarodna unija za čistu i primijenjenu hemiju. Unija je zvanično objavila prihvatanje imena ovog elementa 19. februara na dan rođenja Nikole Kopernika, tvorca modernog heliocentričnog sistema, koji je rođen 1473. godine u Torunu u Poljskoj. Kopernik je utvrdio da planete kruže oko Sunca i definitivno opovrgnuo učenje da se Zemlja nalazi u centru svemira. Međunarodni tim naučnika, koje je predvodio Zigmund Hofman, uspio je proizvesti element kopernicium prvi put još 9. februara 1996. godine.

OPREMA RUKOPISA

1. Rukopis članka koji se podnosi Uredništvu treba biti pisan s dvostrukim proredom na jednoj stranici formata A4, sa svim marginama od 2,54 cm (1"), fontom Times New Roman veličine 12 pt. Rad se šalje u elektronskom obliku, pripremljenom isključivo s pomoću programa za obradu teksta Microsoft Word, zaključno sa verzijom 2003. Datoteku imenovati na slijedeći način: TA_prezime prvog autora _prva riječ naslova.doc. Slike ne uklapati u tekst, nego ih u elektronskom obliku, pohraniti svaku u zasebnu datoteku. Datoteke sa slikama imenovati na slijedeći način: TA_prezime prvog autora_slika_broj slike.odgovarajuća ekstenzija. Ekstenzija mora odgovarati formatu slike (tif, pcx, jpg, png...). Slike trebaju biti rezolucije min. 300 dpi i biti pripremljene na taj način da se mogu kvalitetno odštampati u C/B tehnici. Svaka pojedinačna slika ne smije biti veća od A4 formata Oznake slika napisati ispod slike.
2. Naslove i potpise ispod crteža i dijagrama treba priložiti u posebnoj datoteci (na jeziku članka i engleskom jeziku), koja će biti imenovana na slijedeći način: TA_prezime prvog autora_naslovi.doc.
3. Članci se objavljuju latinicom, na engleskom jeziku ili na jednom od BHS (bosanski – hrvatski – srpski) jezika. Iznimno, prema autorovoj želji, a u dogovoru s Uredništvom, rad se može objaviti i na nekom drugom jeziku.
4. Obim članka (tekst članka, zajedno sa sažetcima, slikama i crtežima i popisom literaturnih navoda, ne računajući naslove i potpise, kao ni podatke o autorima) treba ograničiti na 15 stranica (dvije ilustracije odgovaraju otprilike jednoj stranici). Iznimno će se, po dogovoru sa Uredništvom, primati i radovi većeg obima ako njihov sadržaj i kvalitet to opravdavaju.
5. Radi uspješnog uključivanja članaka objavljenih na BHS jezicima u međunarodne informacijske tokove, dijelove rukopisa treba pisati kako na jeziku članka, tako i na engleskom jeziku, i to: tekst u tablicama, slikama, dijagramima i crtežima, njihove naslove i potpise, te popis kratica i oznaka.
6. Rukopisu treba priložiti sažetke:
 - sažetak (sinopsis) na jeziku članka maksimalnog obima od jedne štampane stranice. U njemu se mora objasniti namjena rada, a mora sadržavati važnije podatke i zaključke, te ključne riječi. Taj sažetak treba unijeti u rukopis odmah nakon zaglavlja članka
 - isti takav sažetak na engleskom jeziku (summary) s ključnim riječima (descriptors – keywords).
7. Ako je rad pisan na engleskom jeziku, dijelovi rukopisa pod 5 i 6 trebaju biti napisani i na jednom od BHS jezika.
8. Rad mora sadržavati punu službenu adresu, telefon i e-mail adresu svih autora (na posebnom listu). Naglasiti korespondentnog autora, s kojim će se Uredništvo konsultirati.
9. Naslov rada treba biti specifičan i informativan, da što bolje odredi sadržaj rada. Poželjno je da bude što kraći. Naslov navesti na jednom od BHS jezika i na engleskom jeziku.
10. Rad treba biti napisan u najkraćem obliku što ga jasnoća izlaganja dopušta. Tekst treba biti jasan, sažet, gramatički ispravan, bez tipografskih grešaka, pisan u trećem licu (impersonalno).
11. Radove treba pisati uz pretpostavku da čitatelji poznaju područje o kojemu se govori. Stoga u (što kraćem) uvodu treba ukratko iznijeti samo ono što je prijeko potrebno za razumijevanje teksta.

12. Eksperimentalna tehnika i uređaj opisuju se detaljno samo onda ako znatno odstupaju od opisa već objavljenih u literaturi; za poznate tehnike i uređaje navodi se samo izvor potrebnih obavijesti.
 13. Tablice i dijagrami moraju biti sastavljeni i opisani tako da budu razumljivi i bez čitanja teksta. Iste podatke ne treba iznositi u tablicama i dijagramima, osim u iznimnim slučajevima. Autor će tada navesti svoje razloge, a njihova opravdanost podliježe konačnoj ocjeni Uredništva i recenzenata.
 14. Tablice koje sadrže mnogo podataka, a svi nisu prijeko potrebni za razumijevanje teksta valja skratiti na potreban minimum. Prema želji autora, urednik će potpune tablice pohraniti u arhivi i zainteresiranim čitateljima omogućiti uvid u arhivu. To će se navesti kao napomena uz skraćenu tablicu.
 15. Simbole fizičkih veličina treba napisati kurzivnim, a mjerne jedinice uspravnim slovima, npr. *V*, *m*, *p*, *t*, *T*, ali: m³, kg, Pa, °C, K.
 16. Formule i jednadžbe treba pisati, ako je moguće, u jednom retku (koristiti kosu razlomačku crtu umjesto horizontalne). Indekse, gornje i donje, treba pisati jasno. Valja izbjegavati gornje indekse da se ne bi zamijenili s numeričkim eksponentima. Sve posebne znakove (grčka slova i sl.) koji mogu uzrokovati zabunu autori trebaju posebno objasniti.
 17. U radu treba upotrebljavati veličine i mjerne jedinice u skladu s Međunarodnim sistemom jedinica (SI). Za specifične nomenklature treba dodati popis upotrijebljenih oznaka i definicija na jeziku članka i na engleskom jeziku.
 18. Navedena literatura treba biti selektivna, a ne ekstenzivna, osim kad je riječ o preglednom članku. Literaturne citate valja priložiti na posebnom listu papira i numerirati ih onim redoslijedom kojim se pojavljuju u tekstu. Brojevi citata pišu se u tekstu kao eksponent, npr.: Kepplinger³ navodi... Ako autorima nije bila dostupna originalna literatura koju citiraju treba navesti izvor odakle je citat preuzet. Kratice za časopise moraju biti strogo u skladu s kraticama kako ih navodi Chemical Abstract.
- Primjer citiranja časopisa:
1. J. J. Sangiovanni, A. S. Kesten, Chem. Eng. Sci. 26 (1971) 533.
- Primjer citiranja patenata:
2. J. Ehrenfreund (Ciba Geigy A. -G.), Eur. Pat. Appl. 22748, 21 Jan 1981; C. A. 95 (1981) 7078b.
- Primjer citiranja knjige:
3. W. Mehl, J. M. Hale, Insulator Reactions, in: P. Delahay and C. W. Tobias (ed.), Advances in Electrochemistry and Electrochemical Engineering. Vol. 6, Interscience Publ., New York, 1967, pp. 399-458.
19. U korekturnim otiscima autor može ispravljati samo tekstualne pogreške. Za eventualne promjene teksta (dopune i sl.) autor snosi troškove.

Periodni sistem elemenata



Bihacka 21-23, BH - 71000 Sarajevo
tel.: +387 33 713 900, 713 300
fax: +387 33 651 963
E-mail: semikem@bih.net.ba
www.semikem.com.ba

1/a	H 1,00794 Vodik	2	He 4,002602 Helij
3	Li 6,941 Litij	4	Be 9,012182 Berilij
5	B 10,811 Bor	6	C 12,0107 Uglik
7	N 14,0067 Azot	8	O 15,9994 Kisik
9	F 18,9984032 Fluor	10	Ne 20,1797 Neon
11	Na 22,989770 Natrij	12	Mg 24,3050 Magnezij
13	Al 26,981538 Aluminij	14	Si 28,0855 Silicij
15	P 30,973761 Fosfor	16	S 32,065 Sumpor
17	Cl 35,453 Hlor	18	Ar 39,948 Argon
19	K 39,0983 Kalij	20	Ca 40,078 Kalcij
21	Sc 44,955910 Skandij	22	Ti 47,867 Titan
23	V 50,9415 Vanadij	24	Cr 51,9961 Hrom
25	Mn 54,938049 Mangan	26	Fe 55,845 Željezo
27	Co 58,933200 Kobalt	28	Ni 58,6934 Nikel
29	Cu 63,546 Bakar	30	Zn 65,409 Cink
31	Ga 69,723 Galij	32	Ge 72,64 Germanij
33	As 74,92160 Arsen	34	Se 78,96 Selen
35	Br 79,904 Brom	36	Kr 83,798 Kripton
37	Rb 85,4678 Rubidij	38	Sr 87,62 Stroncij
39	Y 88,90585 Itrij	40	Zr 91,224 Cirkonij
41	Nb 92,90638 Niobilij	42	Mo 95,94 Molibden
43	Tc 98 Tehnelcij	44	Ru 101,07 Rutenij
45	Rh 102,90550 Rodij	46	Pd 106,42 Palađij
47	Ag 107,8682 Srebro	48	Cd 112,411 Kadmij
49	In 114,818 Indij	50	Sn 118,710 Kalomj
51	Sb 121,760 Antimon	52	Te 127,60 Telurij
53	I 126,90447 Jod	54	Xe 131,293 Ksenon
55	Cs 132,90545 Cezij	56	Ba 137,327 Barij
57	La 138,9055 Lantan	58	Ce 140,116 Cerij
59	Pr 140,90765 Praseodimij	60	Nd 144,24 Neodimij
61	Pm [145] Prometij	62	Sm 150,36 Samarij
63	Eu 151,964 Europij	64	Gd 157,25 Gadolimij
65	Tb 158,92534 Terbij	66	Dy 162,500 Disprozij
67	Ho 164,93032 Holmij	68	Er 167,259 Erbij
69	Tm 168,93421 Tulimij	70	Yb 173,04 Iterbij
71	Lu 174,967 Lutecij	72	Hf 178,49 Hafnij
73	Ta 180,9479 Tantalij	74	W 183,84 Tungsten
75	Re 186,207 Renij	76	Os 190,23 Osmij
77	Ir 192,217 Iridij	78	Pt 195,078 Platina
79	Au 196,96655 Zlato	80	Hg 200,59 Živa
81	Tl 204,3833 Talij	82	Pb 207,2 Olovo
83	Bi 208,98038 Bismut	84	Po 209 Polonij
85	At [210] Astatin	86	Rn [222] Radon
87	Fr [223] Francij	88	Ra [226] Razon
89	Ac [227] Aktinij	90	Th 232,0381 Torij
91	Pa 231,03688 Protaktinij	92	U 238,02891 Uran
93	Np [237] Neptunij	94	Pu [244] Plutonij
95	Am [243] Americij	96	Cm [247] Kifij
97	Bk [247] Berkelij	98	Cf [251] Kalifornij
99	Es [252] Einsteinij	100	Fm [257] Fermij
101	Md [261] Mendelevij	102	No [259] Nobelij
103	Lr [262] Lawrencij	104	Rf [261] Raderfordij
105	Db [262] Dubnij	106	Sg [266] Seborđij
107	Bh [264] Bohmij	108	Hs [277] Hasij
109	Mt [268] Majtnerij	110	Uun [281] Ununilij
111	Uuu [272] Unununij	112	Uub [285] Ununbilij
113	Uut [289] Ununtrij	114	Uuq [289] Ununkvadrilij
115	Uup [289] Ununpentilij	116	Uuh [289] Ununheksilij
117	Uus [289] Ununseptilij	118	Uuo [289] Ununoktilij

Atomski broj: 1

Naziv: Vodik

Oksidacioni status: -1,1

Gustina (g/ml) na 300K, gasa u g/l: 0,0899

Tačka topljenja (K): 13,81

Tačka ključanja (K): 20,28

Elektronska konfiguracija: 1s

Atomski volumen: 14,10

Specifična toplota (J/g°C): 14,30

Elektronegativnost (Pauling): 2,2

Prva ionizaciona energija (KJ/mol): 1313

Atomaska masa: 1,00794

Simbol: H

1/a	H 1,00794 Vodik	2	He 4,002602 Helij
3	Li 6,941 Litij	4	Be 9,012182 Berilij
5	B 10,811 Bor	6	C 12,0107 Uglik
7	N 14,0067 Azot	8	O 15,9994 Kisik
9	F 18,9984032 Fluor	10	Ne 20,1797 Neon
11	Na 22,989770 Natrij	12	Mg 24,3050 Magnezij
13	Al 26,981538 Aluminij	14	Si 28,0855 Silicij
15	P 30,973761 Fosfor	16	S 32,065 Sumpor
17	Cl 35,453 Hlor	18	Ar 39,948 Argon
19	K 39,0983 Kalij	20	Ca 40,078 Kalcij
21	Sc 44,955910 Skandij	22	Ti 47,867 Titan
23	V 50,9415 Vanadij	24	Cr 51,9961 Hrom
25	Mn 54,938049 Mangan	26	Fe 55,845 Željezo
27	Co 58,933200 Kobalt	28	Ni 58,6934 Nikel
29	Cu 63,546 Bakar	30	Zn 65,409 Cink
31	Ga 69,723 Galij	32	Ge 72,64 Germanij
33	As 74,92160 Arsen	34	Se 78,96 Selen
35	Br 79,904 Brom	36	Kr 83,798 Kripton
37	Rb 85,4678 Rubidij	38	Sr 87,62 Stroncij
39	Y 88,90585 Itrij	40	Zr 91,224 Cirkonij
41	Nb 92,90638 Niobilij	42	Mo 95,94 Molibden
43	Tc 98 Tehnelcij	44	Ru 101,07 Rutenij
45	Rh 102,90550 Rodij	46	Pd 106,42 Palađij
47	Ag 107,8682 Srebro	48	Cd 112,411 Kadmij
49	In 114,818 Indij	50	Sn 118,710 Kalomj
51	Sb 121,760 Antimon	52	Te 127,60 Telurij
53	I 126,90447 Jod	54	Xe 131,293 Ksenon
55	Cs 132,90545 Cezij	56	Ba 137,327 Barij
57	La 138,9055 Lantan	58	Ce 140,116 Cerij
59	Pr 140,90765 Praseodimij	60	Nd 144,24 Neodimij
61	Pm [145] Prometij	62	Sm 150,36 Samarij
63	Eu 151,964 Europij	64	Gd 157,25 Gadolimij
65	Tb 158,92534 Terbij	66	Dy 162,500 Disprozij
67	Ho 164,93032 Holmij	68	Er 167,259 Erbij
69	Tm 168,93421 Tulimij	70	Yb 173,04 Iterbij
71	Lu 174,967 Lutecij	72	Hf 178,49 Hafnij
73	Ta 180,9479 Tantalij	74	W 183,84 Tungsten
75	Re 186,207 Renij	76	Os 190,23 Osmij
77	Ir 192,217 Iridij	78	Pt 195,078 Platina
79	Au 196,96655 Zlato	80	Hg 200,59 Živa
81	Tl 204,3833 Talij	82	Pb 207,2 Olovo
83	Bi 208,98038 Bismut	84	Po 209 Polonij
85	At [210] Astatin	86	Rn [222] Radon
87	Fr [223] Francij	88	Ra [226] Razon
89	Ac [227] Aktinij	90	Th 232,0381 Torij
91	Pa 231,03688 Protaktinij	92	U 238,02891 Uran
93	Np [237] Neptunij	94	Pu [244] Plutonij
95	Am [243] Americij	96	Cm [247] Kifij
97	Bk [247] Berkelij	98	Cf [251] Kalifornij
99	Es [252] Einsteinij	100	Fm [257] Fermij
101	Md [261] Mendelevij	102	No [259] Nobelij
103	Lr [262] Lawrencij	104	Rf [261] Raderfordij
105	Db [262] Dubnij	106	Sg [266] Seborđij
107	Bh [264] Bohmij	108	Hs [277] Hasij
109	Mt [268] Majtnerij	110	Uun [281] Ununilij
111	Uuu [272] Unununij	112	Uub [285] Ununbilij
113	Uut [289] Ununtrij	114	Uuq [289] Ununkvadrilij
115	Uup [289] Ununpentilij	116	Uuh [289] Ununheksilij
117	Uus [289] Ununseptilij	118	Uuo [289] Ununoktilij

1	H 1,00794 Vodik	2	He 4,002602 Helij
3	Li 6,941 Litij	4	Be 9,012182 Berilij
5	B 10,811 Bor	6	C 12,0107 Uglik
7	N 14,0067 Azot	8	O 15,9994 Kisik
9	F 18,9984032 Fluor	10	Ne 20,1797 Neon
11	Na 22,989770 Natrij	12	Mg 24,3050 Magnezij
13	Al 26,981538 Aluminij	14	Si 28,0855 Silicij
15	P 30,973761 Fosfor	16	S 32,065 Sumpor
17	Cl 35,453 Hlor	18	Ar 39,948 Argon
19	K 39,0983 Kalij	20	Ca 40,078 Kalcij
21	Sc 44,955910 Skandij	22	Ti 47,867 Titan
23	V 50,9415 Vanadij	24	Cr 51,9961 Hrom
25	Mn 54,938049 Mangan	26	Fe 55,845 Željezo
27	Co 58,933200 Kobalt	28	Ni 58,6934 Nikel
29	Cu 63,546 Bakar	30	Zn 65,409 Cink
31	Ga 69,723 Galij	32	Ge 72,64 Germanij
33	As 74,92160 Arsen	34	Se 78,96 Selen
35	Br 79,904 Brom	36	Kr 83,798 Kripton
37	Rb 85,4678 Rubidij	38	Sr 87,62 Stroncij
39	Y 88,90585 Itrij	40	Zr 91,224 Cirkonij
41	Nb 92,90638 Niobilij	42	Mo 95,94 Molibden
43	Tc 98 Tehnelcij	44	Ru 101,07 Rutenij
45	Rh 102,90550 Rodij	46	Pd 106,42 Palađij
47	Ag 107,8682 Srebro	48	Cd 112,411 Kadmij
49	In 114,818 Indij	50	Sn 118,710 Kalomj
51	Sb 121,760 Antimon	52	Te 127,60 Telurij
53	I 126,90447 Jod	54	Xe 131,293 Ksenon
55	Cs 132,90545 Cezij	56	Ba 137,327 Barij
57	La 138,9055 Lantan	58	Ce 140,116 Cerij
59	Pr 140,90765 Praseodimij	60	Nd 144,24 Neodimij
61	Pm [145] Prometij	62	Sm 150,36 Samarij
63	Eu 151,964 Europij	64	Gd 157,25 Gadolimij
65	Tb 158,92534 Terbij	66	Dy 162,500 Disprozij
67	Ho 164,93032 Holmij	68	Er 167,259 Erbij
69	Tm 168,93421 Tulimij	70	Yb 173,04 Iterbij
71	Lu 174,967 Lutecij	72	Hf 178,49 Hafnij
73	Ta 180,9479 Tantalij	74	W 183,84 Tungsten
75	Re 186,207 Renij	76	Os 190,23 Osmij
77	Ir 192,217 Iridij	78	Pt 195,078 Platina
79	Au 196,96655 Zlato	80	Hg 200,59 Živa
81	Tl 204,3833 Talij	82	Pb 207,2 Olovo
83	Bi 208,98038 Bismut	84	Po 209 Polonij
85	At [210] Astatin	86	Rn [222] Radon
87	Fr [223] Francij	88	Ra [226] Razon
89	Ac [227] Aktinij	90	Th 232,0381 Torij
91	Pa 231,03688 Protaktinij	92	U 238,02891 Uran
93	Np [237] Neptunij	94	Pu [244] Plutonij
95	Am [243] Americij	96	Cm [247] Kifij
97	Bk [247] Berkelij	98	Cf [251] Kalifornij
99	Es [252] Einsteinij	100	Fm [257] Fermij
101	Md [261] Mendelevij	102	No [259] Nobelij
103	Lr [262] Lawrencij	104	Rf [261] Raderfordij
105	Db [262] Dubnij	106	Sg [266] Seborđij
107	Bh [264] Bohmij	108	Hs [277] Hasij
109	Mt [268] Majtnerij	110	Uun [281] Ununilij
111	Uuu [272] Unununij	112	Uub [285] Ununbilij
113	Uut [289] Ununtrij	114	Uuq [289] Ununkvadrilij
115	Uup [289] Ununpentilij	116	Uuh [289] Ununheksilij
117	Uus [289] Ununseptilij	118	Uuo [

SEMIKEM: najmanje troškova, najmanja greška, maksimalna sigurnost, maksimalna fleksibilnost!

KLINIČKA HEMIJA

- ✓ koagulacija, hemostaza
- ◆ brza dijagnostika
- ✓ reumatologija
- ◆ test trake za analizu urina
- ✓ infektivne bolesti
- ◆ tumor markeri
- ✓ polni i hormoni štitne žlijezde
- ◆ imunohematologija
- ✓ testovi za trudnoću...

HEMATOLOGIJA

- ✓ otopine za brojače krvnih stanica
- ◆ boje i reagensi za hematologiju
- ✓ boje i reagensi za **histopatologiju, citologiju, mikologiju, parazitologiju, bakteriologiju i mikobakteriologiju**
- ◆ otopine za **fiksiranje** u mikroskopiji
- ✓ otopine za **utemeljenje** uzoraka u mikroskopiji...

LABORATORIJSKI REAGENSI

- ✓ kvalitativna i kvantitativna određivanja
- ◆ pomoćni proizvodi za mljekarstvo,
- ✓ vinogradarstvo i industriju hrane
- ◆ tvrdoća vode
- ✓ pomoćni proizvodi za medicinu
- ◆ acidometrijski indikatori, puferi
- ✓ volumetrijske otopine - titralovi
- ◆ pomoćni proizvodi za industriju i zanatstvo...

SREDSTVA ZA PRANJE I DEZINFEKCIJU

- ✓ sredstva za pranje laboratorijskog posuđa
- ◆ dezinfekciona sredstva...

OPREMA I PRIBOR

- ✓ laboratorijska stakla
- ◆ termometri, sterilizatori
- ✓ inkubatori, autoklavi
- ◆ termostati, vodena kupatila, destilatori
- ✓ peći, centrifuge, spektrofotometri, mikroskopi
- ◆ filtracija, hromatografija
- ✓ filter papiri, membran filteri
- ◆ pH indikator papiri
- ✓ guma, keramika, plastika
- ◆ oprema i pomoćna sredstva u ginekologiji
- ✓ anatomski modeli, botanički modeli
- ✓ biološki i histološki gotovi
- ✓ preparati na slajdovima...
- ✓ ambalaža u farmaciji i ostalim oblastima...

VAGE

- ✓ za laboratorij
- ◆ za farmaciju, za bebe
- ✓ za industriju i zanatstvo...

KEMIKALIJE

- ✓ P.A. ACS i ISO kemikalije
- ◆ CODEX (Ph.Eur.) po farmakopeji
- ✓ PAI za pesticide i kromatografiju
- ◆ SUPRAPUR
- ✓ CG standardi za gasnu kromatografiju
- ◆ F.C.C. aditivi za prehrambenu industriju
- ✓ PB za biohemiju
- ◆ DC za kliničku dijagnostiku
- ✓ PS za sintezu
- ◆ PRS purum
- ✓ AA standardi za AAS...

MIKROBIOLOŠKE PODLOGE I BIO-DISKVI

API IDENTIFIKACIJA U BAKTERIOLOGIJI

- ✓ API - identifikacija...
- ✓ brza dijagnostika u serologiji i imunologiji
- ◆ testovi za hemokulturu

DERMATOKOZMETIKA I KOZMETIKA

- ✓ medicinski preparati na prirodnoj osnovi
- ◆ galenski preparati
- ✓ prirodna kozmetika za njegu i zaštitu normalne, osjetljive i oštećene kože
- ◆ ostala prirodna ljekovita i kozmetička sredstva...

DIJAGNOSTIČKI LABORATORIJ

- ✓ biohemijsko - hematološki...

KONSALTING

- ✓ pri projektovanju laboratorija
- ◆ za primjenu proizvoda...

...i mnogo,
mnogo više...

M. Perić
OQS
SYSTEM CERTIFIED
ISO 9001 REG. NO. 1815/1



Svaki posao se mora dobro uraditi prvi put, jer naknadne ispravke, izmjene i dorade povećavaju troškove i unose nered u Društvu!

OPREMA RUKOPISA

1. Rukopis članka koji se podnosi Uredništvu treba biti pisan s dvostrukim proredom na jednoj stranici formata A4, sa svim marginama od 2,54 cm (1"), fontom Times New Roman veličine 12 pt. Rad se šalje u elektronskom obliku, pripremljenom isključivo s pomoću programa za obradu teksta Microsoft Word, zaključno sa verzijom 2003. Datoteku imenovati na slijedeći način: TA_prezime prvog autora _prva riječ naslova.doc. Slike ne uklapati u tekst, nego ih u elektronskom obliku, pohraniti svaku u zasebnu datoteku. Datoteke sa slikama imenovati na slijedeći način: TA_prezime prvog autora_slika_broj slike.odgovarajuća ekstenzija. Ekstenzija mora odgovarati formatu slike (tif, pcx, jpg, png...). Slike trebaju biti rezolucije min. 300 dpi i biti pripremljene na taj način da se mogu kvalitetno odštampati u C/B tehnici. Svaka pojedinačna slika ne smije biti veća od A4 formata Oznake slika napisati ispod slike.
2. Naslove i potpise ispod crteža i dijagrama treba priložiti u posebnoj datoteci (na jeziku članka i engleskom jeziku), koja će biti imenovana na slijedeći način: TA_prezime prvog autora_naslovi.doc.
3. Članci se objavljuju latinicom, na engleskom jeziku ili na jednom od BHS (bosanski – hrvatski – srpski) jezika. Iznimno, prema autorovoj želji, a u dogovoru s Uredništvom, rad se može objaviti i na nekom drugom jeziku.
4. Obim članka (tekst članka, zajedno sa sažetcima, slikama i crtežima i popisom literaturnih navoda, ne računajući naslove i potpise, kao ni podatke o autorima) treba ograničiti na 15 stranica (dvije ilustracije odgovaraju otprilike jednoj stranici). Iznimno će se, po dogovoru sa Uredništvom, primati i radovi većeg obima ako njihov sadržaj i kvalitet to opravdavaju.
5. Radi uspješnog uključivanja članaka objavljenih na BHS jezicima u međunarodne informacijske tokove, dijelove rukopisa treba pisati kako na jeziku članka, tako i na engleskom jeziku, i to: tekst u tablicama, slikama, dijagramima i crtežima, njihove naslove i potpise, te popis kratica i oznaka.
6. Rukopisu treba priložiti sažetke:
 - sažetak (sinopsis) na jeziku članka maksimalnog obima od jedne štampane stranice. U njemu se mora objasniti namjena rada, a mora sadržavati važnije podatke i zaključke, te ključne riječi. Taj sažetak treba unijeti u rukopis odmah nakon zaglavlja članka
 - isti takav sažetak na engleskom jeziku (summary) s ključnim riječima (descriptors – keywords).
7. Ako je rad pisan na engleskom jeziku, dijelovi rukopisa pod 5 i 6 trebaju biti napisani i na jednom od BHS jezika.
8. Rad mora sadržavati punu službenu adresu, telefon i e-mail adresu svih autora (na posebnom listu). Naglasiti korespondentnog autora, s kojim će se Uredništvo konsultirati.
9. Naslov rada treba biti specifičan i informativan, da što bolje odredi sadržaj rada. Poželjno je da bude što kraći. Naslov navesti na jednom od BHS jezika i na engleskom jeziku.
10. Rad treba biti napisan u najkraćem obliku što ga jasnoća izlaganja dopušta. Tekst treba biti jasan, sažet, gramatički ispravan, bez tipografskih grešaka, pisan u trećem licu (impersonalno).
11. Radove treba pisati uz pretpostavku da čitatelji poznaju područje o kojemu se govori. Stoga u (što kraćem) uvodu treba ukratko iznijeti samo ono što je prijeko potrebno za razumijevanje teksta.

12. Eksperimentalna tehnika i uređaj opisuju se detaljno samo onda ako znatno odstupaju od opisa već objavljenih u literaturi; za poznate tehnike i uređaje navodi se samo izvor potrebnih obavijesti.
 13. Tablice i dijagrami moraju biti sastavljeni i opisani tako da budu razumljivi i bez čitanja teksta. Iste podatke ne treba iznositi u tablicama i dijagramima, osim u iznimnim slučajevima. Autor će tada navesti svoje razloge, a njihova opravdanost podliježe konačnoj ocjeni Uredništva i recenzenata.
 14. Tablice koje sadrže mnogo podataka, a svi nisu prijeko potrebni za razumijevanje teksta valja skratiti na potreban minimum. Prema želji autora, urednik će potpune tablice pohraniti u arhivi i zainteresiranim čitateljima omogućiti uvid u arhivu. To će se navesti kao napomena uz skraćenu tablicu.
 15. Simbole fizičkih veličina treba napisati kurzivnim, a mjerne jedinice uspravnim slovima, npr. *V*, *m*, *p*, *t*, *T*, ali: m³, kg, Pa, °C, K.
 16. Formule i jednadžbe treba pisati, ako je moguće, u jednom retku (koristiti kosu razlomačku crtu umjesto horizontalne). Indekse, gornje i donje, treba pisati jasno. Valja izbjegavati gornje indekse da se ne bi zamijenili s numeričkim eksponentima. Sve posebne znakove (grčka slova i sl.) koji mogu uzrokovati zabunu autori trebaju posebno objasniti.
 17. U radu treba upotrebljavati veličine i mjerne jedinice u skladu s Međunarodnim sistemom jedinica (SI). Za specifične nomenklature treba dodati popis upotrijebljenih oznaka i definicija na jeziku članka i na engleskom jeziku.
 18. Navedena literatura treba biti selektivna, a ne ekstenzivna, osim kad je riječ o preglednom članku. Literaturne citate valja priložiti na posebnom listu papira i numerirati ih onim redoslijedom kojim se pojavljuju u tekstu. Brojevi citata pišu se u tekstu kao eksponent, npr.: Kepplinger³ navodi... Ako autorima nije bila dostupna originalna literatura koju citiraju treba navesti izvor odakle je citat preuzet. Kratice za časopise moraju biti strogo u skladu s kraticama kako ih navodi Chemical Abstract.
- Primjer citiranja časopisa:
1. J. J. Sangiovanni, A. S. Kesten, *Chem. Eng. Sci.* 26 (1971) 533.
- Primjer citiranja patenata:
2. J. Ehrenfreund (Ciba Geigy A. -G.), *Eur. Pat. Appl.* 22748, 21 Jan 1981; *C. A.* 95 (1981) 7078b.
- Primjer citiranja knjige:
3. W. Mehl, J. M. Hale, *Insulator Reactions*, in: P. Delahay and C. W. Tobias (ed.), *Advances in Electrochemistry and Electrochemical Engineering*. Vol. 6, Interscience Publ., New York, 1967, pp. 399-458.
19. U korekturnim otiscima autor može ispravljati samo tekstualne pogreške. Za eventualne promjene teksta (dopune i sl.) autor snosi troškove.

SEMIKEM: najmanje troškova, najmanja greška, maksimalna sigurnost, maksimalna fleksibilnost!

KLINIČKA HEMIJA

- ✓ koagulacija, hemostaza
- ◆ brza dijagnostika
- ✓ reumatologija
- ◆ test trake za analizu urina
- ✓ infektivne bolesti
- ◆ tumor markeri
- ✓ polni i hormoni štitne žlijezde
- ◆ imunohematologija
- ✓ testovi za trudnoću...

HEMATOLOGIJA

- ✓ otopine za brojače krvnih stanica
- ◆ boje i reagensi za hematologiju
- ✓ boje i reagensi za **histopatologiju, citologiju, mikologiju, parazitologiju, bakteriologiju i mikobakteriologiju**
- ◆ otopine za **fiksiranje** u mikroskopiji
- ✓ otopine za **utemeljenje** uzoraka u mikroskopiji...

LABORATORIJSKI REAGENSI

- ✓ kvalitativna i kvantitativna određivanja
- ◆ pomoćni proizvodi za mljekarstvo,
- ✓ vinogradarstvo i industriju hrane
- ◆ tvrdoća vode
- ✓ pomoćni proizvodi za medicinu
- ◆ acidometrijski indikatori, puferi
- ✓ volumetrijske otopine - titralovi
- ◆ pomoćni proizvodi za industriju i zanatstvo...

SREDSTVA ZA PRANJE I DEZINFEKCIJU

- ✓ sredstva za pranje laboratorijskog posuđa
- ◆ dezinfekciona sredstva...

OPREMA I PRIBOR

- ✓ laboratorijska stakla
- ◆ termometri, sterilizatori
- ✓ inkubatori, autoklavi
- ◆ termostati, vodena kupatila, destilatori
- ✓ peći, centrifuge, spektrofotometri, mikroskopi
- ◆ filtracija, hromatografija
- ✓ filter papiri, membran filteri
- ◆ pH indikator papiri
- ✓ guma, keramika, plastika
- ◆ oprema i pomoćna sredstva u ginekologiji
- ✓ anatomski modeli, botanički modeli
- ✓ biološki i histološki gotovi
- ✓ preparati na slajdovima...
- ✓ ambalaža u farmaciji i ostalim oblastima...

VAGE

- ✓ za laboratorij
- ◆ za farmaciju, za bebe
- ✓ za industriju i zanatstvo...

KEMIKALIJE

- ✓ P.A. ACS i ISO kemikalije
- ◆ CODEX (Ph.Eur.) po farmakopeji
- ✓ PAI za pesticide i kromatografiju
- ◆ SUPRAPUR
- ✓ CG standardi za gasnu kromatografiju
- ◆ F.C.C. aditivi za prehrambenu industriju
- ✓ PB za biohemiju
- ◆ DC za kliničku dijagnostiku
- ✓ PS za sintezu
- ◆ PRS purum
- ✓ AA standardi za AAS...

MIKROBIOLOŠKE PODLOGE I BIO-DISKOVI

API IDENTIFIKACIJA U BAKTERIOLOGIJI

- ✓ API - identifikacija...
- ✓ brza dijagnostika u serologiji i imunologiji
- ◆ testovi za hemokulturu

DERMATOKOZMETIKA I KOZMETIKA

- ✓ medicinski preparati na prirodnoj osnovi
- ◆ galenski preparati
- ✓ prirodna kozmetika za njegu i zaštitu normalne, osjetljive i oštećene kože
- ◆ ostala prirodna ljekovita i kozmetička sredstva...

DIJAGNOSTIČKI LABORATORIJ

- ✓ biohemijsko - hematološki...

KONSALTING

- ✓ pri projektovanju laboratorija
- ◆ za primjenu proizvoda...

...i mnogo,
mnogo više...

M. Perić
OQS
SYSTEM CERTIFIED
ISO 9001 REG. NO. 1815/1



Svaki posao se mora dobro uraditi prvi put, jer naknadne ispravke, izmjene i dorade povećavaju troškove i unose nered u Društvu!