

GORDANA S. UŠĆUMLIĆ¹
NEMANJA P. TRIŠOVIĆ¹
IRENA N. ĐORĐEVIĆ¹
NATAŠA V. VALENTIĆ¹
SLOBODAN D. PETROVIĆ^{1,2}

¹Katedra za organsku hemiju,
Tehnološko-metalurški fakultet,
Univerzitet u Beogradu, Beograd
²Hemofarm koncern, Vršac

STRUČNI RAD

UDK 661.842:661.8'074.3:66.091.3:66.011

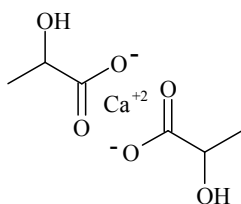
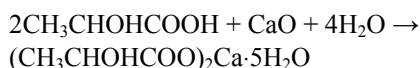
DOI: 10.2298/HEMIND0901011U

OPTIMIZACIJA POSTUPKA SINTEZE KALCIJUM-LAKTAT PENTAHIDRATA U LABORATORIJSKIM I POLUIN- DUSTRIJSKIM USLOVIMA

U radu je prikazan razvoj optimalnog laboratorijskog postupka za sintezu kalcijum-laktat pentahidrata i primena dobijenih rezultata na projektovanje poluindustrijskog postrojenja za proizvodnju ove soli. Kalcijum-laktat se koristi kao aditiv u mnogim prehrambenim i farmaceutskim proizvodima i medicinskim preparatima, pri čemu mora zadovoljavati propisane uslove kvaliteta. Zato je bilo neophodno, pre svega u laboratorijskim uslovima, izvršiti optimizaciju postupka sinteze sa aspekta: izbora reaktanata, njihovog molskog odnosa, neophodne laboratorijske opreme, redosleda dodavanja reaktanata, radne temperature, izdvajanja proizvoda iz reakcione smeše, prinosa i kvaliteta proizvoda. Na osnovu rezultata istraživanja ostvarenih na laboratorijskom nivou projektovano je poluindustrijsko postrojenje za proizvodnju kalcijum-laktat pentahidrata. Značaj ovih istraživanja proizilazi iz činjenice da se u našoj zemlji ova so ne proizvodi i da se kompletna potrebna količina (oko 20 t godišnje) uvozi.

Mlečna kiselina (2-hidroksipropanska kiselina) gradi soli sa većinom metala, amonijakom i velikim brojem organskih baza. Nekoliko metoda se primenjuje za dobijanje laktata. Laktati rastvorljivi u vodi se koncentruju i kristališu kad god je to potrebno. Međutim, pojedini laktati su toliko rastvorljivi u vodi da se veoma retko sreću u kristalnoj formi. Takve su soli natrijuma i kalijuma. Natrijum- i kalijum-laktati nastaju reakcijom mlečne kiseline i odgovarajućeg hidroksida. Laktati koji mogu da kristališu uglavnom se dobijaju kuvanjem mlečne kiseline sa velikom količinom nekog blago rastvorljivog oksida, hidroksida ili karbonata metala. Mnogi laktati se dobijaju reakcijom zamene iz drugih laktata, kao na primer dobijanje aluminijum-laktata u reakciji kalcijum-laktata i aluminijum-sulfata. Najvažniji su natrijum- i kalcijum-laktati [1].

Kalcijum-laktat (slika 1) nastaje reakcijom neutralizacije mlečne kiseline sa kalcijum-oksidiom ili kalcijum-hidroksidiom i kristališe iz vode kao pentahidrat:

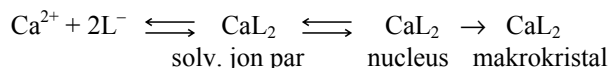


Slika 1. Hemijska struktura kalcijum-laktata.
Figure 1. Chemical structure of calcium lactate.

Kalcijum-laktat nastaje reakcijom neutralizacije slabe kiseline i jake baze u toku koje dolazi do naruša-

vanja ravnoteže jonizacije slabe kiseline. Zbog toga je vrednost pH rastvora koji se dobija mešanjem ekvivalentnih količina slabe kiseline i jake baze veća od 7, jer dolazi do hidrolize odgovarajuće soli slabe kiseline i jake baze. Ove soli u vodenom rastvoru disosuju na hidratizani katjon, koji je slaba katjonska kiselina i anjon, koji je jaka konjugovana baza odgovarajuće slabe kiseline. Zbog prelaska protona sa molekula vode na anjonsku bazu, vodeni rastvori ovakvih soli reaguju bazno [2].

Kalcijum-laktat kristališe tako što se najpre nagradi monokristal pentahidrata koji zatim prelazi u makrokristal [3].



Anhidrovani kalcijum-laktat se dobija kada se pentahidrat zagreje do 100–120 °C. Kalcijum-laktat je bela kristalna supstanca, rastvorljiva u vodi (6,6 g/100 ml vode na 23 °C). Rastvorljivost ovog laktata se značajno povećava na povišenoj temperaturi [4,5]. Kalcijum-laktat se koristi u prehrambenoj industriji kao konzervans, regulator kiselosti, antioksidans, stabilizator (testenine, pekarski proizvodi, kolači, džem, žele, bombone, masa za punjenje, bezalkoholna pića, začini, prašak za puding, krem, čips, semenke, itd.) [6–9]. Takođe, kalcijum-laktat se koristi i u farmaciji i u medicini (terapija nedostatka kalcijuma kod ljudi i životinja, dodatak raznim lekovima, pastama za zube itd.) [10–12].

U okviru ovog rada je izvršena optimizacija postupka sinteze kalcijum-laktat pentahidrata u laboratorijskim i poluindustrijskim uslovima.

EKSPERIMENTALNI DEO

Kalcijum-laktat se dobija reakcijom neutralizacije mlečne kiseline i kalcijum-oksida i kristališe iz vode kao pentahidrat. Zbog velike rastvorljivosti u vodi i podložnosti hidrolizi za sintezu ove soli su veoma važni sledeći reakcioni parametri:

Autor za prepisku: G. Ušćumlić, Tehnološko-metalurški fakultet, Karnegijeva 4, 11120 Beograd.
E-pošta: goca@tmf.bg.ac.yu
Rad primljen: 11. novembar 2008.
Rad prihvaćen: 12. januar 2009.

- molski odnos reaktanata;
- radna temperatura;
- zapremina demineralizovane vode;
- temperatura i uslovi kristalizacije proizvoda;
- uslovi izdvajanja proizvoda iz reakcione smeše;
- kvalitet dobijenog proizvoda.

U literaturi nisu navedeni svi podaci koji se odnose na izbor navedenih reakcionih parametara. Iz tog razloga u ovom radu je izvršena optimizacija molskog odnosa reaktanata, reakcione temperature i zapremine demineralizovane vode koja se koristi za sintezu, uz kontrolu pH vrednosti reakcione sredine. Praćen je prinos reakcionog proizvoda u zavisnosti od promene navedenih parametara kao i kvalitet dobijenog proizvoda koji je kontrolisan FT-IR spektroskopijom.

Sinteza kalcijum-laktat pentahidrata pri različitim molskim udelima reaktanata u konstantnoj zapremini demineralizovane vode ($V = 60,0 \text{ cm}^3$) na sobnoj temperaturi ($t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$)

U pet uzorka od po 2,24 g (40,0 mmol) CaO dodate su različite količine mlečne kiseline (tabela 1). U 60,0 cm^3 demineralizovane vode se dodaje CaO uz mešanje. Mešanje se vrši na 25 $^\circ\text{C}$ sve dok se ne formira suspenzija. Zatim se dodaje mlečna kiselina (parcijalno), takođe na 25 $^\circ\text{C}$, uz intenzivno mešanje. Posle dodavanja celokupne količine kiseline reakciona smeša se intenzivno meša 30 min. Nakon toga, reakciona smeša se hladi, uz intenzivno mešanje još 30 min pri čemu dolazi do kristalizacije. Dobijeni talog se dodatno hladi ledom i vodom. Nakon toga, vrši se filtracija i izdvojeni kristali se suše do konstantne mase na 50 $^\circ\text{C}$. Ostvareni prinosi su

navedeni u tabeli 1 (eksperimenti 1–5). Identifikacija proizvoda je izvršena IR spektroskopijom.

Sinteza kalcijum-laktat pentahidrata pri različitim molskim odnosima reaktanata u konstantnoj zapremini demineralizovane vode ($V = 40,0 \text{ cm}^3$) na povišenoj temperaturi ($t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$)

Suspenzija 2,24 g (40,0 mmol) CaO u 40,0 cm^3 demineralizovane vode se zagreva na 50 $^\circ\text{C}$, pa se uz mešanje dodaju različite količine mlečne kiseline (tabela 1). Mlečna kiselina se dodaje parcijalno, pri čemu se temperatura povećava za 6–7 $^\circ\text{C}$, pa se polako vraća na 50 $^\circ\text{C}$. Kada se doda celokupna količina mlečne kiseline, reakciona masa se meša na 50 $^\circ\text{C}$ još 30 min, a potom se hladi uz intenzivno mešanje na 25 $^\circ\text{C}$ pri čemu dolazi do kristalizacije kalcijum-laktat pentahidrata. Nakon toga se dobijeni talog hladi, dodatno, pomoću smeše leda i vode. Vršiti se filtracija i izdvojeni kristali se suše do konstantne mase na 50 $^\circ\text{C}$. Ostvareni prinosi su navedeni u tabeli 1 (eksperimenti 6–10). Identifikacija proizvoda je izvršena IR spektroskopijom.

Sinteza kalcijum-laktat pentahidrata u različitim zapreminama demineralizovane vode na sobnoj temperaturi ($t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$)

U različite zapremine demineralizovane vode dodaje se uz mešanje 2,24 g (40,0 mmol) CaO (tabela 1). Mešanje se vrši na 25 $^\circ\text{C}$ sve dok se ne formira suspenzija. Zatim se dodaje 7,49 g (83,1 mmol) mlečne kiseline na 25 $^\circ\text{C}$. Posle dodavanja celokupne količine kiseline smeša se intenzivno meša još 30 min i dolazi do kristalizacije. Dobijeni talog se hladi pomoću smeše leda i vode i, nakon filtracije, izdvojeni kristali se suše do

Tabela 1. Sinteza kalcijum-laktat pentahidrata pri različitim eksperimentalnim uslovima
Table 1. Synthesis of calcium lactate pentahydrate under different experimental conditions

Eksperiment	$n(\text{HL}^a)/(\text{CaO})$	Višak kiseline, %	pH	Radna temperatura, $^\circ\text{C}$	Zapremina demineralizovane vode, cm^3	Prinos ^b , %
1	2,12	6,0	3,81	25	60,0	36,9
2	2,08	4,0	3,83	25	60,0	20,9
3	2,00	0,0	3,94	25	60,0	11,9
4	1,92	-4,0	4,05	25	60,0	32,6
5	1,88	-6,0	4,32	25	60,0	30,7
6	2,12	6,0	–	50	40,0	66,1
7	2,08	4,0	–	50	40,0	62,3
8	2,00	0,0	–	50	40,0	62,1
9	1,92	-4,0	–	50	40,0	62,8
10	1,88	-6,0	–	50	40,0	61,3
11	2,08	4,0	–	25	40,0	68,5
12	2,08	4,0	–	25	30,0	70,4
13	2,08	4,0	–	25	20,0	76,5
14	2,08	4,0	–	50	60,0	51,4
15	2,08	4,0	–	5	40,0	71,8

^aMlečna kiselina; ^bračunato na mlečnu kiselinu

konstantne mase na 50 °C. Ostvareni prinosi su navedeni u tabeli 1 (eksperimenti 11–13). Identifikacija proizvoda je izvršena IR spektroskopijom.

Sinteza kalcijum-laktat pentahidrata u povećanoj zapremini demineralizovane vode ($V = 60,0 \text{ cm}^3$) na povišenoj temperaturi ($t = 50 \text{ °C}$)

Suspenzija 2,24 g (40,0 mmol) CaO u 60,0 cm³ demineralizovane vode se zagreva na 50 °C, pa se uz mešanje parcijalno dodaje 7,49 g (83,1 mmol) mlečne kiseline. Temperatura pri dodavanju kiseline poraste za 6–7 °C, pa polako počinje da opada i održava se na 50 °C. Nakon dodavanja celokupne količine mlečne kiseline reakcione smeše se meša još 30 min, a potom se, uz mešanje, hladi do 25 °C još 30 min. Pošto u toku hlađenja nije došlo do formiranja taloga, reakciona smeša se hladi u frižideru tokom noći. Pritom dolazi do kristalizacije i formirani talog se, posle dekantovanja, suši na 50 °C do konstantne mase. Ostvareni prinos je 51,4% (tabela 1, eksperiment 14). Identifikacija proizvoda je izvršena IR spektroskopijom.

Sinteza kalcijum-laktat pentahidrata u smanjenoj zapremini demineralizovane vode ($V = 40,0 \text{ cm}^3$) na niskoj temperaturi ($t = 5 \text{ °C}$)

Suspenzija 2,24 g (40,0 mmol) CaO u 40,0 cm³ demineralizovane vode se hladi pomoću smeše leda i vode na 5 °C. Potom se, uz mešanje, parcijalno dodaje 7,49 g (83,1 mmol) mlečne kiseline. Prilikom dodavanja kiseline temperatura raste za 6–7 °C, pa polako opada i održava se na 5 °C. Nakon dodavanja celokupne količine kiseline reakciona smeša se hladi i intenzivno meša još 30 min, pri čemu dolazi do formiranja taloga. Posle 30 min talog se suši na 50 °C do konstantne mase. Ostvareni prinos je 71,8% (tabela 1, eksperiment 15). Identifikacija proizvoda je izvršena IR spektroskopijom.

IR spektri su snimljeni na FT-IR spektrofotometru Bomem MB, u obliku KBr tableta. IR spektri pokazuju karakteristične trake na 3346,83 cm⁻¹ za OH grupu, na 1589,3 cm⁻¹ za (COO)₂Ca²⁺ grupu i na 2984,52 cm⁻¹ i 1428,75 cm⁻¹ za CH₃ grupu.

Da je dobijen kalcijum-laktat pentahidrat potvrđeno je i određivanjem temperature topljenja koja je u svim slučajevima iznosila 240 °C.

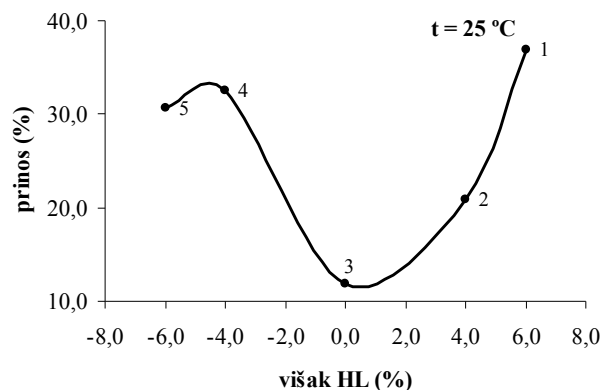
REZULTATI I DISKUSIJA

Optimizacija sinteze izvedene u konstantnoj zapremini demineralizovane vode ($V = 60,0 \text{ cm}^3$) na sobnoj temperaturi ($t = 25 \text{ °C}$) pri različitim odnosima reaktanata

U okviru ove sinteze kalcijum-laktat pentahidrata, pored sinteze pri ekvimolarnom odnosu mlečne kiseline i kalcijum-oksida, izvršene su i sinteze kalcijum-laktat pentahidrata pri različitim molskim odnosima reaktanata (tabela 1). Rezultati pokazuju da prilikom promene koli-

čine mlečne kiseline, odnosno molskog odnosa reaktanata, dolazi do promene prinosa proizvoda pri konstantnoj temperaturi ($t = 25 \text{ °C}$) i konstantnoj zapremini demineralizovane vode ($V = 60,0 \text{ cm}^3$).

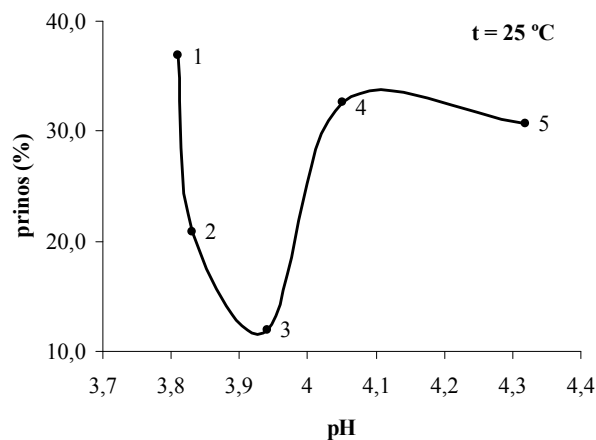
Na sledećim graficima (slika 2 i 3) je prikazana promena prinosa kalcijum-laktat pentahidrata u zavisnosti od viška mlečne kiseline i pH vrednosti reakcione smeše.



Slika 2. Zavisnost prinosa kalcijum-laktat pentahidrata od viška mlečne kiseline na 25 °C.

Figure 2. Yield of calcium lactate pentahydrate as a function of percentage excess of lactic acid at 25 °C.

Slika 2 pokazuje da dodavanje mlečne kiseline bilo u višku ili manjku dovodi do povećanja prinosa kalcijum-laktata pentahidrata u odnosu na sintezu koja je izvršena sa ekvimolarnim količinama reaktanata. Pritom se vidi da je najveći ostvareni prinos od 36,9% dobijen sa viškom kiseline od 6,0%. Prilikom uzimanja mlečne kiseline u manjku od 4,0% došlo je do povećavanja prinosa u odnosu na prinos ostvaren pri ekvimolarnom odnosu reaktanata ali pri daljem smanjenju količine kiseline dolazi do opadanja prinosa. Najmanji prinos ostvaren je pri ekvimolarnom odnosu reaktanata i iznosi 11,9%.

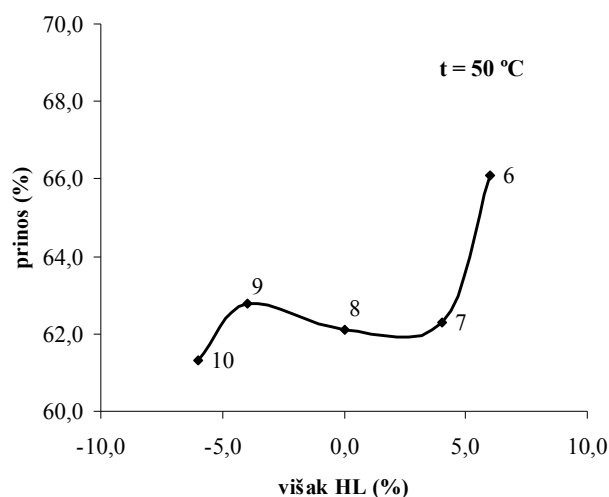


Slika 3. Prinos kalcijum-laktat pentahidrata pri različitim vrednostima pH reakcione smeše.

Figure 3. Yield of calcium lactate pentahydrate at different pH values of the reaction mixture.

Optimizacija sinteze izvedene u konstantnoj zapremini demineralizovane vode ($V = 40,0 \text{ cm}^3$) na povišenoj temperaturi ($t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$) pri različitim odnosima reaktanata

Ovom sintezom se pokušalo utvrditi kako porast temperature utiče na prinos kalcijum-laktat pentahidrata. Pored sinteze koja je urađena sa ekvimolarnim odnosom reaktanata, urađene su i sinteze sa mlečnom kiselinom bilo u višku i manjku. Na slici 4 prikazana je zavisnost prinosa kalcijum-laktat pentahidrata od viška mlečne kiseline na $50 \text{ }^\circ\text{C}$.



Slika 4. Zavisnost prinosa kalcijum-laktat pentahidrata od viška mlečne kiseline na $50 \text{ }^\circ\text{C}$.

Figure 4. Yield of calcium lactate pentahydrate as a function of percentage excess of lactic acid at $50 \text{ }^\circ\text{C}$.

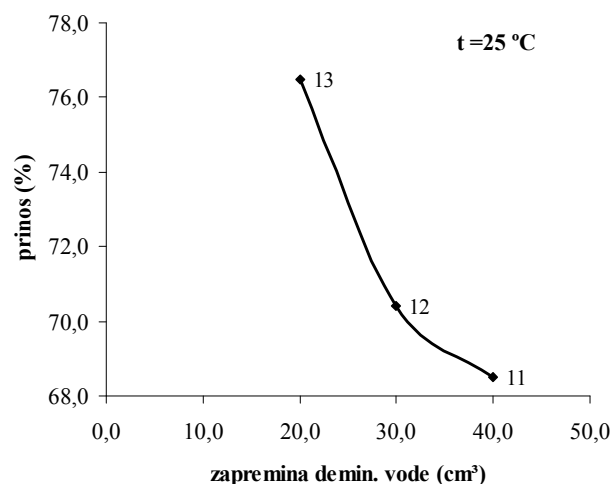
Kao što se vidi sa slike 4, prilikom dodavanja mlečne kiseline u višku u odnosu na ekvimolski odnos reaktanata dolazi do porasta prinosa kalcijum-laktat pentahidrata i najveći prinos od 66,1% se dobija pri dodavanju kiseline u višku od 6,0%.

Optimizacija sinteze izvedene u različitim zapreminama demineralizovane vode na sobnoj temperaturi ($t = 25 \text{ }^\circ\text{C}$)

U okviru ovog postupka izvršene su sinteze kalcijum-laktat pentahidrata u različitim zapreminama demineralizovane vode. Sve sinteze su urađene sa 4,0% viška mlečne kiseline u odnosu na ekvimolarni odnos reaktanata (tabela 1). Na slici 5 prikazana je masa izdvojenog kalcijum-laktat pentahidrata kada je sinteza izvedena u različitim zapreminama demineralizovane vode.

Prilikom smanjivanja zapremine demineralizovane vode dolazi do povećanja prinosa kalcijum-laktat pentahidrata. Najveći prinos se dobio u sintezi 13 i iznosi 76,5% (9,44 g). Takođe se može primetiti da prinos između sinteze 11 i 12 iznosi svega 1,90 g, dok između sinteze 2 i 3 iznosi 6,10 g. Rezultati su tako pokazali da

upotreba veće zapremine demineralizovane vode veoma otežava kristalizaciju kalcijum-laktat pentahidrata i izaziva velike gubitke u prinosu proizvoda.



Slika 5. Prinosi kalcijum-laktat pentahidrata pri različitim zapreminama demineralizovane vode.

Figure 5. Yields of calcium lactate pentahydrate at different volumes of demineralized water.

Optimizacija sinteze izvedene u povećanoj zapremini demineralizovane vode ($V = 60,0 \text{ cm}^3$) na povišenoj temperaturi ($t = 50 \text{ }^\circ\text{C}$)

U okviru ove sinteze želelo se pokazati kako povećanje temperature utiče na prinos kalcijum-laktat pentahidrata. Sinteza kalcijum-laktata pentahidrata je izvršena sa 4,0% viška mlečne kiseline.

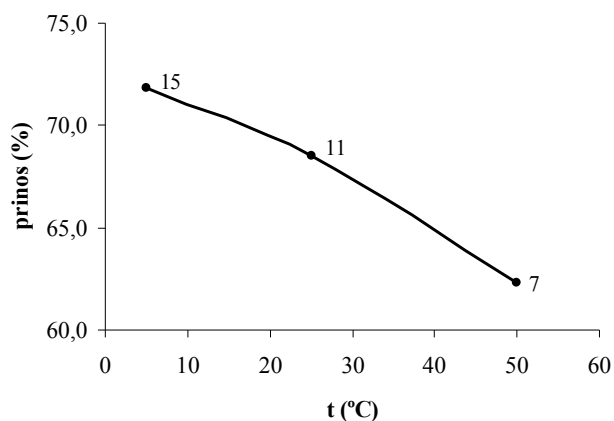
U toku sinteze kristali kalcijum-laktata pentahidrata se ne formiraju, već se to dešava tek pri naglom dodatnom hlađenju reakcione smeše. Ostvareni prinos je 51,4%.

Optimizacija sinteze izvedena u smanjenoj zapremini demineralizovane vode ($V = 40,0 \text{ cm}^3$) na niskoj temperaturi ($t = 5 \text{ }^\circ\text{C}$)

U okviru ove sinteze želelo se pokazati kako sniženje radne temperature utiče na prinos kalcijum-laktat pentahidrata. Sinteza je urađena sa 4,0% viška mlečne kiseline u odnosu na ekvimolarni odnos reaktanata. Ostvareni prinos je 71,8%.

Optimizacija postupaka promenom radne temperature pri konstantnoj zapremini demineralizovane vode ($V = 40,0 \text{ cm}^3$)

Na osnovu dobijenih rezultata za prinos kalcijum-laktat pentahidrata pri 4,0% viška mlečne kiseline u odnosu na ekvimolarni odnos reaktanata i $V(\text{H}_2\text{O}) = 40,0 \text{ cm}^3$ pokazalo se da porast temperature utiče na prinos proizvoda. Kao što se vidi iz tabele 1 i na slici 6, pri porastu radne temperature od 5 do $50 \text{ }^\circ\text{C}$ prinos kalcijum-laktat pentahidrata opada i do 10%. Najveći prinos je ostvaren na temperaturi od $5 \text{ }^\circ\text{C}$ i iznosi 71,8% (tabela 1).



Slika 6. Zavisnost prinosa kalcijum-laktat pentahidrata od radne temperature.

Figure 6. Yield of calcium lactate pentahydrate as a function of working temperature.

Predložen postupak za sintezu kalcijum-laktat pentahidrata u poluindustrijskim uslovima

Na osnovu izvršene optimizacije postupka sinteze kalcijum-laktata pentahidrata u laboratorijskim uslovima, došlo se do zaključka da je sinteza koja se izvodi sa 4,0% viška mlečne kiseline u 20,0 cm³ demineralizovane vode na sobnoj temperaturi najekonomičnija (eksperiment 13, tabela 1).

U okviru optimizacije ovog postupka, koji je izvođen pri različitim zapreminama demineralizovane vode, došlo se do zaključka da ova sinteza daje najveći prinos i da prinos proizvoda raste sa smanjenjem zapremine demineralizovane vode.

Iako su još neke sinteze dale zadovoljavajuće rezultate i prinose čak i do 70%, ova sinteza se pokazala kao najbolja za primenu u poluindustrijskim uslovima, jer se izvodi na temperaturi od 25 °C i u smanjenoj zapremini demineralizovane vode čime se znatno smanjuju troškovi proizvodnje.

Na osnovu rezultata ostvarenih u laboratorijskim uslovima predložen je postupak za poluindustrijsku sintezu, pri čemu su korišćene količine reaktanata i ostvareni rezultati dati u tabeli 2.

Na osnovu rezultata ostvarenih u ovom radu izvršena je probna sinteza kalcijum-laktat pentahidrata u kompaniji Prva Iskra Namenska proizvodnja a.d., Barič, u poluindustrijskim uslovima pri čemu su dobijeni rezultati potvrđeni.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije na finansijskoj pomoći u toku izrade ovog rada (inovacioni projekat: 451-01-02960/2006-36). Zahvaljujemo se Kompaniji Prva Iskra, Namenska proizvodnja a. d., Barič na pomoći i saradnji tokom realizacije ovog rada.

ZAKLJUČAK

U ovom radu izvršena je optimizacija postupka sinteze kalcijum-laktat pentahidrata u laboratorijskim uslovima i predložen je optimalan postupak sinteze ove soli u poluindustrijskim uslovima.

Za sintezu kalcijum-laktat pentahidrata izvršena je optimizacija sledećih reakcionih parametara:

- molski odnos reaktanata;
- radna temperatura;
- zapremina demineralizovane vode;
- temperatura i uslovi kristalizacije proizvoda;
- uslovi izdvajanja proizvoda iz reakcione smeše.

Na osnovu ostvarenih rezultata došlo se do sledećih zaključaka:

- najbolji rezultati su dobijeni pri povećanoj količini mlečne kiseline od 6,0%;
- sa povišenjem temperature dolazi do smanjenja prinosa proizvoda;
- treba koristiti što manju količinu demineralizovane vode, jer su tad ostvareni najbolji prinosi;
- treba obezbediti što bolje hlađenje reakcione smeše, jer dolazi do povećanja prinosa;
- kalcijum-laktat pentahidrat je veoma higroskopan i treba ga skladištiti van domašaja vlage.

Na osnovu rezultata optimizacije postupka za sintezu kalcijum-laktat pentahidrata u laboratorijskim i poluindustrijskim uslovima izvršena je probna sinteza u industrijskim uslovima u kompaniji Prva Iskra Namenska proizvodnja a. d., Barič, pri čemu su rezultati ostvareni u ovom radu potpuno potvrđeni u praksi.

LITERATURA

- [1] S.P. Chahal, U.B. Elvers, S. Hawkins, G. Schalt, (ed.), Ullman's Encyclopedia of Industrial Chemistry, vol. A 15, VCH, Federal Republic of Germany, 1990, 103-105.
- [2] M. Dragojević, M. Popović, V. Šćepanović, Opšta hemija, prvi deo, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd, 1994, 316-321.

Tabela 2. Predloženi postupak za poluindustrijsku sintezu kalcijum-laktat pentahidrata

Table 2. Proposed procedure for the semi-industrial synthesis of calcium lactate pentahydrate

CaO		HL ^a		V _{H₂O} l	Prinos ^b	
m / kg	n / mol	m / kg	n / mol		kg	%
2,24	40,0	7,49	83,1	20	9,44	76,5

^aMlečna kiselina; ^bračunato na mlečnu kiselinu

- [3] N. Kubantseva, R.W. Hartel, P.A. Swearingen, *J. Dairy Sci.* **87** (2004) 863-867.
- [4] Z. Chemaly, H. Muhr, M. Fick, *Ind. Eng. Chem. Res.* **38** (1999) 2803-2808.
- [5] N. Kubantseva, R.W. Hartel, *Food Rev. Int.* **18** (2002) 135-139.
- [6] A.L. Shelef, V. Potluri, *Food Microbiol.* **12** (1995) 221-227.
- [7] T.S. Dybing, A.J. Wiegand, A.S. Brudvig, A.E. Huang, C.R. Chandan, *J. Dairy Sci.* **71** (1984) 1701-1710.
- [8] E.M. Johnson, A.B. Reisterer, C. Chen, B. Tricomi, F.N. Olson, *J. Dairy Sci.* **73** (1989) 3303-3041.
- [9] H.A. Roth-Bassell, F.M. Clydesdale, *J. Food Prot.* **55** (1992) 1003-1005.
- [10] N. Tsugawa, T. Okano, R. Higashino, T. Kimura, Y. Oshio, Y. Teraoka, C. Igarashi, I. Ezawa, T. Kobayashi, *Biol. Pharm. Bull.* **5** (1995) 677-682.
- [11] C.A. Hill, T.T. Cocking, *Yearb. Pharm.* (1912) 481-486.
- [12] F. Bronner, D. Pansu, *J. Nutr.* **129** (1999) 9-12.

SUMMARY

OPTIMIZATION OF THE PROCEDURE FOR THE SYNTHESIS OF CALCIUM LACTATE PENTAHYDRATE IN LABORATORY AND SEMI-INDUSTRIAL CONDITIONS

Gordana S. Ušćumlić¹, Nemanja P. Trišović¹, Irena N. Đorđević¹, Nataša V. Valentić¹, Slobodan D. Petrović^{1,2}

¹Faculty of Technology and Metallurgy, Belgrade

²Hemofarm Group, Vršac

(Professional paper)

This paper is concerned on the development of the optimal laboratory procedure for the synthesis of calcium lactate pentahydrate and the application of obtained results in a project for a semi-industrial installation for its production. Calcium lactate is used as an additive in numerous food and pharmaceutical products. Basically, it has to satisfy quality requirements. That was the reason why the procedure for its synthesis had to be optimized in aspects of selection of reactants, their molar ratio, necessary laboratory equipment, reactant addition order, working temperature, isolation of final product from the reaction mixture, yield and product quality. A semi-industrial installation for the production of calcium lactate pentahydrate is projected on the basis of the results of this investigation. The importance of this investigation arises from the fact that this salt is not produced in Serbia and the complete quantity (about 20 t per year) is imported.

Key words: Calcium lactate pentahydrate • Synthesis • Yield • Reactant molar ratio • Working temperature • Volume of demineralized water • Semi-industrial installation
Ključne reči: Kalcijum-laktat pentahidrat • Sinteza • Prinos • Molski odnos reaktanata • Radna temperatura • Zapremina demineralizovane vode • Poluindustrijsko postrojenje