

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889



Ministarstvo za
građenje, prostorno
uređenje i zaštitu
okoliša U-S kantona



Univerzitet u Bihaću



Biotehnički fakultet
Bihać



World Environment Day 2015
**Seven Billion Dreams.
One Planet.
Consume with Care.**
June 5

ZBORNİK RADOVA
Bihać, 04. i 05. Juni 2015.

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889

*Univerzitet u Bihaću
Biotehnički fakultet*

Treći naučno - stručni skup "5. juni – Svjetski dan zaštite okoliša"

ZBORNİK RADOVA

Izdavač:

Univerzitet u Bihaću, Biotehnički fakultet

Urednici:

prof. dr. Jasmina Ibrahimpašić

prof. dr. Halid Makić

prof.dr. Azra Bećiraj

mr.sc. Toromanović Merima

mr.sc. Aida Džaferović

Mersija Talić, dipl.ing.

Priprema i kompjuterska obrada:

prof. dr. Jasmina Ibrahimpašić

mr.sc. Toromanović Merima

mr.sc. Aida Džaferović

Štampa:

Grafičar, Bihać

Tiraž:

100 primjeraka

Godina izdavanja i štampanja:

2016.

ISSN 2303-5889

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889



Ministarstvo za
građenje, prostorno
uređenje i zaštitu
okoliša U-S kantona



Univerzitet u Bihaću



Biotehnički fakultet
Bihać

ORGANIZACIONI ODBOR

prof. dr. Jasmina Ibrahimpašić
prof.dr. Halid Makić
prof.dr. Mirsad Veladžić
prof.dr. Refik Šahinović
prof.dr. Ifet Šišić
prof. dr. Osman Perviz
prof.dr.Azra Bećiraj
mr.sc. Aida Džaferović
mr.sc. Merima Toromanović
Mersija Talić, dipl ing
Vildana Zulić, dipl.ecc.
mr.sc. Samira Dedić
mr. Dinko Bećirspahić

prof. dr. Jasmina Ibrahimpašić, predsjednik
mr.sc. Aida Džaferović, sekretar
mr.sc.Merima Toromanović, tehnički sekretar

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889

PROGRAMSKI ODBOR

prof.dr. Halid Makić, predsjednik

Članovi programskog odbora:

Oblast: Zaštita ekosistema

prof.dr. Osman Perviz
prof.dr. Jasmina Ibrahimpašić
prof. dr. Azra Bećiraj
mr.sc. Safeta Redžić
mr.sc. Merima Toromanović
mr.sc. Samira Dedić
.
.

Oblast: Ekološka poljoprivreda

prof.dr. Mirsad Veladžić
prof.dr. Refik Šahinović
prof.dr. Zemira Delalić
prof.dr. Azra Skender
doc.sc. Husein Vilić
doc.dr. Jogić Vildana
mr.sc. Emir Mujić
mr.sc. Mirsad Ičanović
mr. Dinko Bećirspahić
Anita Vuković, dipl.ing.

Oblast: Upravljanje otpadom

prof.dr. Adnan Čehajić
prof.dr. Ekrem Pehlić
doc.dr. Fatima Muhamedagić
mr.sc. Elviza Hodžić
Vildana Zulić, dipl.ecc.

Oblast: Okoliš, hrana i zdravlje

prof.dr. Vildana Alibabić
prof.dr. Suzana Jahić
prof.dr. Nermin Pračić
mr.sc. Aida Džaferović
mr.sc. Mejra Bektašević
mr.sc. Edina Šertović
mr.sc. Enes Selimbegović

Oblast: Energetska efikasnost

prof.dr. Halid Makić
prof.dr. Ifet Šišić
Mersija Talić, dipl.ing.
mr.sc. Samira Hotić

POČASNI ODBOR

Prof.dr. Mithat Jašić, prof.dr. Drago Šubarić
Izudin Saračević, Premijer USK-a
Emdžad Galijašević, gradonačelnik Bihaća
Tahir Nuhić, Ministar za građenje, prostorno uređenje i zaštitu okoliša USK-a
Adis Muharemović, Ministar nauke, kulture, obrazovanja i sporta USK-a
Dragan Polimanac, Ministar poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva USK-a

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889

SADRŽAJ:

EKOLOŠKA POLJOPRIVREDA

MORFOLOŠKE I HEMIJSKE KARAKTERISTIKE ARONIJE (*Aronia melanocarpa*) SORTE "NERO" U AGROEKOLOŠKIM USLOVIMA BIHAĆA 1 - 7
Senad Joldić, Dinko Bećirspahić, Azra Skender

OŠTEĆENJA I GUBICI POLJOPRIVREDNOG ZEMLJIŠTA U OPĆINI VELIKA KLADUŠA
8 - 14
Husnija Kudić, Mirsad Ičanović

ČELIČANSKA TROSKA KAO POBOLJŠIVAČ TLA I SREDSTVO ZA POPRAVAK
KISELOSTI POLJOPRIVREDNOG TLA15 - 24
Tahir Sofilić, Milan Poljak, Ivan Brnardić, Boris Lazarević, Ankica Rađenović

UTJECAJ RAZLIČITIH SISTEMA UZGOJA NA PRINOS KRASTAVCA KORNIŠON 25 - 31
Husnija Kudić, Melita Kudić, Ajla Gračanin

OKOLIŠ, HRANA I ZDRAVLJE

STANJE UHRANJENOSTI DJEVOJČICA I DJEČAKA PREDŠKOLSKE DOBI NA
PODRUČJU UNSKO SANSKOG KANTONA, BIH33 - 37
Adila Kazaz, Dinko Pečenković, Denis Ramić, Emina Malkić, Emina Alijagić, Jasmina Mehić,
Ajdin Alagić, Lamija Makić, Armin Šabić, Amra Musić

PUFERSKI KAPACITET PROBIOTIČKIH I OBIČNIH JOGURTA38 - 44
Edina Imširović, Adnana Halilagić, Anela Mešić, Dijana Mustafić, Ines Rekić, Mirela Lipovača,
Nataša Jojić, Samra Porić, Sajra Hrnjica, Suzana Jahić, Edina Šertović

SENZORNA SVOJSTVA GOVEĐE PASTRME PROIZVEDENE TRADICIONALNIM
POSTUPKOM45 - 52
Amela Hadžić, Suzana Jahić, Selma Bećirspahić, Enez Selimbegović, Nermin Pračić, Miloš
Rodić

SENZORNA I MIKROBIOLOŠKA OCJENA KRAVLJEG SIRA PROIZVEDENOG
TRADICIONALNIM POSTUPKOM SA DODATKOM LIOFILIZIRANOG VOĆA 53 - 60
Suzana Jahić, Mirsad Veladžić, Arnela Šehić, Selma Bećirspahić, Nermin Pračić, Enez
Selimbegović, Asmir Budimlić, Tatjana Vuković Salihović

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889

PRILOG ISTRAŽIVANJU UTICAJA PASMINE KRAVA NA FIZIKALNO-HEMIJSKA SVOJSTVA AUTOHTONOG POLUTVRDOG SIRA61 - 70
Nermin Pračić, Suzana Jahić, Husein Vilić, Benjamin Muhamedbegović, Enez Selimbegović, Selma Bećirspahić

UPRAVLJANJE OTPADOM

INFORMATIČKA, MAŠINSKA I BIOTEHNIČKA PODRŠKA PRI OLAGANJU, SORTIRANJU I EVIDENCIJI OTPADA ZA RECIKLAŽU 72 - 79
Mehmed Arnautović, Atif Hodžić, Halid Makić, Zlatko Bundalo

ENERGETSKA EFIKASNOST

UTICAJ TEMPERATURE KALCINACIJE NA PROMENU HEMIJSKIH VRSTA ZELENOG MATERIJALA $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ PRAĆENO FT-IR SPEKTROSKOPIJOM 81 - 87
Dalibor M. Marinković, Milorad D. Cakić, Miroslav V. Stanković, Davor R. Lončarević

POSTAVLJANJE PROJEKTOG ZADATKA ENERGETSKOG PREGLEDA OBJEKATA SA DOKUMENTACIJOM 88 - 100
Ifet Šišić, Halid Makić, Jasmina Ibrahimpašić, Osman Perviz

UTJECAJ ENERGETSKE EFIKASNOSTI NA KVALITET ZRAKA I KLIMATSKE PROMJENE101 – 112
Džemila Agić, Halid Makić, Sejfudin Agić

ZAŠTITA EKOSISTEMA

ANALIZA KVALITETA VODE POTOKA 114 - 118
Amela Kajtezović, Merima Toromanović, Jasmina Ibrahimpašić

ANALIZA KVALITETA VODE U VODOVODNOM SISTEMU OPĆINE BUŽIM ... 119 - 122
Amela Mulalić, Jasmina Ibrahimpašić, Merima Toromanović, Aida Džaferović

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889

ANALIZA NIZVODNOG PROFILA RIJEKE UNE 123 - 130
Minela Žapčević, Jasmina Zulić, Sandi Demirović, Aida Džaferović, Jasmina Ibrahimpašić, Azra Bećiraj

ANTIOKSIDATIVNA AKTIVNOST VODENIH EKSTRAKTA PET LJEKOVIT BILJAKA SA PODRUČJA HERCEGOVINE 131 - 137
Maja Kazazić, Maida Đapo, Emina Ademović

DETEKCIJA ANIONA U POVRŠINSKOJ I OTPADNOJ VODI PRIMJENOM JONSKE HROMATOGRAFIJE 138 - 146
Samira Dedić, Halid Makić, Aida Džaferović, Jasmina Ibrahimpašić, Azra Bećiraj, Šejla Nezirević

DISTRIBUCIJA VRSTE *Ambrosia artemisiifolia* L. NA ŠIREM PODRUČJU OPĆINE MOSTAR 147 - 152
Emina Ademović, Lejla Pezer

FOTOKATALITIČKI TRETMAN INDUSTRIJSKIH OTPADNIH VODA POMOĆU TITANIJUM DIOKSIDA 153 - 161
Amra Bratovčić, Amra Odošević, Indira Šestan, Alija Nurkić

HIGIJENSKA ISPRAVNOST VODOSNABDIJEVANJA OPĆINE BIHAĆ 162 - 168
Huska Jukić, Haris Kapidžić, Asmir Aldžić

SANITARNO – HIGIJENSKA SITUACIJA NA OPŠTINI BIHAĆ U 2012. GODINI .. 169 - 177
Huska Jukić, Elma Mustafić, Nermin Pračić, Asmir Aldžić

SNABDIJEVANJE GRADA BANJA LUKA VODOM ZA PIĆE 178 – 184
Jelena Slijepčević Babić, Amanda Kadirić, Ljiljana Stojanovic Bjelić

ZAŠTITA I KVALITET RIJEKE VRBAS U PERIODU 2013-2014 185 - 192
Ljiljana Stojanovic Bjelic , Dragana Neškovic Markic, Branislav Mihajlovic, Željka Šobot

NISKOTEMPERATURNI ASFALT I RECIKLIRANI ASFALT (RAP) KAO "ZELENA TEHNOLOGIJA"193 - 199
Mirsada Selmić, Edis Softić

PRESENTATION OF PROJECT: „SURVEILLANCE OF INVASIVE AND NATIVE MOSQUITO VECTORS AND PATHOGENS THEY TRANSMIT IN MONTENEGRO“ - LOVCEN 2014-2017 200 - 207
Pajović Igor, Petrić Dušan, Bellini Romeo, Salasan Cosmin, Dottori Michele, Quarrie Stephen, Petrović Tamaš, Dragičević Snežana, Pajović Ljiljana, Latinović Nedeljko

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889

KRITERIJI ZA ODABIR TEHNOLOGIJE ZA OBRADU KOMUNALNIH OTPADNIH
VODA 208- 211
Kekić Edin, Osman Perviz, Ifet Šišić, Hotić Samira

KOROZIJA I OKOLIŠ 212 - 219
Begić Razija, Imamović Azra

BIOLOŠKA RAZGRADNJA OTPADNE VODE MLJEKARE 220 - 225
Selimović Adna, Spahić Dajra, Skenderović Maida, Čančar Šehzada, Mehanović Elma, Husić
Elvira

BIOLOŠKO UKLANJANJE AMONIJAKA IZ OTPADNE VODE PORIJEKLOM IZ
MLJEKARSKE INDUSTRIJE 226 - 231
Dervišević Šejla, Harbaš Irma, Mustedanagić Jasmina, Semanić Murisa, Ljutić Anela, Smajić
Mirela

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889



World Environment Day 2015
**Seven Billion Dreams.
One Planet.
Consume with Care.**
June 5

UTICAJ TEMPERATURE KALCINACIJE NA PROMENU HEMIJSKIH VRSTA ZELENOG MATERIJALA $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ PRAĆENO FT-IR SPEKTROSKOPIJOM

Dalibor M. Marinković¹, Milorad D. Cakić², Miroslav V. Stanković¹, Davor R. Lončarević¹

¹ Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Naučna ustanova, Centar za katalizu i hemijsko inženjerstvo, Njegoševa 12, Beograd, Srbija

² Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet, Bulevar oslobođenja 124, Leskovac, Srbija

Ključne riječi: heterogena kataliza, biodizel, kalcinacija, kalcijum oksid, ATR FT-IR

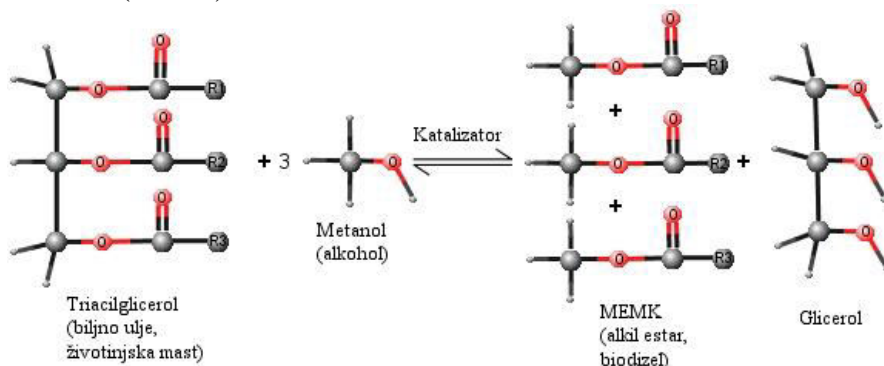
SAŽETAK:

Kalcijum oksid nanešen na $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ sintetisan je kao zeleni heterogeni katalizator za dobijanje biodizela. Principi zelene hemije ogledaju se u korišćenju kalcijum acetata kao soli prekursora aktivnog jedinjenja. Infracrvena spektroskopija sa Furijevom transformacijom i zadržanom ukupnom refleksijom (ATR FT-IR) je korišćena za kvalitativnu hemijsku analizu promena vrsta na površini katalizatora sa promenom temperature termičke aktivacije. Materijali su kalcinirani u inertnoj atmosferi na temperaturama u intervalu od 500 °C do 750 °C. Promene hemijskih vrsta na površini materijala nakon termičke aktivacije na različitim temperaturama diskutovane su detaljno. Na dobijenim FT-IR spektrima uočljive su karakteristične adsorpcione linije za Al_2O_3 (opseg 1.000-500 cm^{-1}), CaCO_3 (1.460 cm^{-1}) i CaO (opseg 560-500 cm^{-1}).

1. UVOD

Ekološka i ekonomska ograničenja upotrebe fosilnih goriva sve više u prvi plan istraživača u celom svetu stavljaju obnovljiva goriva. Među njima biodizel zauzima značajno mesto, jer se može koristiti bez, ili uz male promene trenutnih pogonskih agregata vozila. Za biodizel se može reći da je hemijski smeša metil estara masnih kiselina (MEMK) i najčešće se dobija alkoholizom

biljnih ulja, životinjskih masnoća i otpadnog korišćenog ulja nižim alifatičnim alkoholima u prisustvu katalizatora (slika 1).



Slika 1: Generalna šema reakcije dobijanja biodizela (R_1 , R_2 i R_3 predstavljaju lance masnih kiselina)

Prisustvo katalizatora (homogeni ili heterogeni – bazni ili kiseli, enzimi) u reakciji transesterifikacije je najčešće neophodno. Heterogeno katalizovana metanoliza katalizatorima nanešenim na nosač, pogotovu uz upotrebu lako dostupnih i jeftinih sirovina (npr. CaO), zaokuplja veliku pažnju istraživača u poslednje vreme [1]. Imajući to u vidu sintetisan je materijal nanošenjem CaO na γ - Al_2O_3 vodeći se principima „zelene“ hemije. Kao što se zna, jedan od ključnih koraka pri sintezi heterogenih katalizatora koji utiče na njegovu katalitičku aktivnost je termička aktivacija [1]. Zbog toga, cilj ovog rada je bio praćenje promena hemijskih vrsta na površini katalizatora prilikom kalcinacije na različitim temperaturama korišćenjem metode FT-IR spektroskopije. Aktivnost dobijenih katalizatora analizirana je na drugom mestu [2].

2. EKSPERIMENTALNI DEO

2.1. Materijali

Kalcijum acetat monohidrat *p. a. (pro analysi)* čistoće nabavljen je od Centrohema, Srbija. Pri sintezi katalizatora korišćena je ultra-čista dejonizovana voda ($0.056 \mu S/cm$). Kao nosač katalizatora upotrebljena je komercijalna sferna anhidrovana γ - Al_2O_3 (*Rhone-Poulenc*, Francuska).

2.2. Priprema katalizatora

Materijal je pripremljen iz vodenog rastvora kalcijum acetata i γ - Al_2O_3 modifikovanom metodom mokre impregnacije. Metoda se sastojala u dodavanju γ - Al_2O_3 u 25 % vodeni rastvor kalcijum acetata i mešanjem dobijene suspenzija tokom 2 h na sobnoj temperaturi. Nakon adsorpcije soli prekursora na nosač u toku 2 h višak vode je dekantiran, a čvsti ostatak je sušen u toku noći na temperaturi $120 \text{ }^\circ C$. Suvi prekursor katalizatora je kalcinisan upotrebom pogodnog

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889

temperaturnog režima sa završnom temperaturom u opsegu od 500 °C do 750 °C za 4 h u atmosferi N₂. Kalcinacija uzoraka je izvršena u vertikalnom kvarcnom reaktoru maksimalne radne temperature od 1.200 °C (*Carbolite* peč CTF 12/75, i kontroler temperature *Eurotherm* 818P). Nakon termičke aktivacije uzorci su čuvani u eksikatoru (punjen sa KOH) do upotrebe.

2.3. Analitičke metode

ATR-FTIR analitička tehnika je jednostavna, nedestruktivna metoda karakterizacije površine gde se dobijaju strukturne informacije sa površine analiziranih uzoraka, bez prethodne pripreme uzoraka (ili sa veoma jednostavnom pripremom). Ova tehnika koristi infracrveno zračenje (IR) u njegovom srednjetalasnom području.

Hemijske veze u jedinjenjima u stanju su da apsorbuju samo svetlosno zračenje talasne dužine od 2.500 nm do 20.000 nm (4.000 cm⁻¹ do 500 cm⁻¹), to jest infracrveno područje. Pri tome ta apsorbovana energija nije dovoljna za ekscitaciju elektrona, već samo za promenu energije vibracije, usled čega dolazi do istezanja ili savijanja te veze. Frekvencija (talasni broj) IR svetlosti, koju uzorak apsorbuje, karakteristična je za određene hemijske veze u molekulima uzorka. Trake i pikovi koji se javljaju kao posledica analize dobijenih adsorpcionih spektara javljaju se na određenom talasnom broju (frekvenci) i karakteristični su samo za određene hemijske veze. Osnovni princip rada uređaja je propuštanje IR svetlosti kroz odgovarajući medijum (dijamant, germanijum, talijum bromid, talijum jodid, ili neki drugi material sa velikim indeksom refrakcije), takozvani unutrašnji reflektujući kristal, koji je u bliskom kontaktu sa tankim slojem analiziranog uzorka. IR zrak prolazeći kroz unutrašnji reflektujući kristal interaguje sa uzorkom nakon čega se izmenjen odvodi do detektora. Analizom dobijene absorbancije utvrđuje se koliko je energije apsorbovano od strane uzorka i na kojoj talasnoj dužini. Snimanje se vrši na svim talasnim dužinama iz opsega, pri čemu se dobija kompletan IR spektar [3].

Spektroskopsko merenje u infracrvenom delu spektra u cilju identifikacije grupa jedinjenja, ili veza na površini katalizatora, u ovom radu izvršeno je korišćenjem Termoovog ATR-FTIR uređaja (*Thermo Scientific Nicolet 6700 FT-IR Smart iTR, Thermo Fisher Scientific*). Kao ATR Kristal korišćen je dijamant sa DTGS KBr detektorom i spliterom od kalijum bromida. Merni opseg uređaja bio je od 525 cm⁻¹ do 4.000 cm⁻¹ sa rezolucijom snimanja od 2 cm⁻¹ i 64 tačke skeniranja.

3. REZULTATI I DISKUSUJA

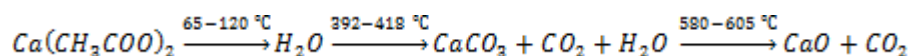
Jedna od najvažnijih karakteristika uspešnog katalizatora u baznoj heterogenoj transesterifikaciji biljnih ulja je što veća baznost [1]. Shodno tome, cilj kalcinacije ovog materijala je da transformiše so prekursor nanešen na nosač u katalitički aktivno jedinjenje. U ovom slučaju katalitički aktivno jedinjenje je visoko bazni oksid CaO. Za nosač katalitički aktivnog jedinjenja je odabrana γ -Al₂O₃ jer poseduje visoko razvijenu površinu i pogodan oblik i veličinu pora [2]. Alumina je poznata da menja kristalnu strukturu sa promenom temperature [4]. Kristalna transformacija γ -Al₂O₃ ne bi trebalo da se događa na temperaturama manjim od 900 °C [1].

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889

Transformacija u katalitički nepovoljne θ - i α - Al_2O_3 dešava se na temperaturama iznad $1.000\text{ }^\circ\text{C}$ [4], međutim pojava tih kristalnih oblika Al_2O_3 primećena je i na nižim temperaturama [5]. Termička dekompozicija soli prekursora u inertnoj atmosferi dešava se u dva stupnja prema sledećim jednačinama [6]:



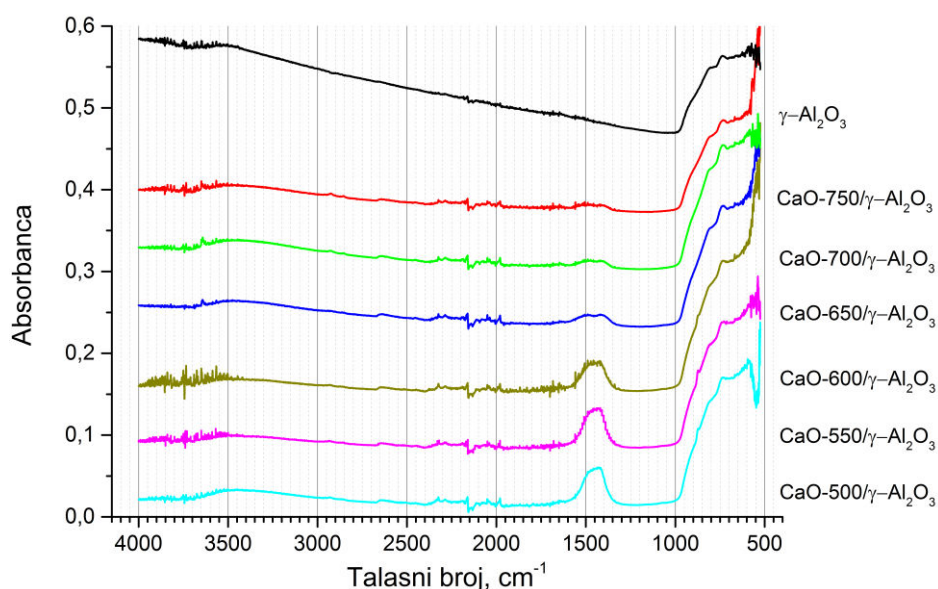
Kako je kalcinacija izvođena u temperaturnom opsegu od $500\text{-}750\text{ }^\circ\text{C}$ sa korakom od $50\text{ }^\circ\text{C}$ očekivano je bilo da se detektuju sledeća jedinjenja: CaO , $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, CaCO_3 , a možda i $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, ali i H_2O kao posledica absorpcije u toku izvođenja merenja. Karakteristične IR spektralne linije ovih jedinjenja prikazane su u tabeli 1. Brojčana oznaka u imenu katalizatora označava temperaturu kalcinacije (slika 2).

Serijski širokih i oštih intenzivnih pikova koje pripadaju različitim vibracijama, savijanjima, ili istežanjima veza ili molekula $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ dominiraju u oblasti IR vibracionog spektra od 1.000 cm^{-1} do 500 cm^{-1} (slika 2) [7]. Dve spektralne linije karakteristične za Al-O vezu na $\sim 750\text{ cm}^{-1}$ i $\sim 550\text{ cm}^{-1}$ naročiti su diferencirane u ovoj spektralnoj oblasti [11] [12]. Spektralne linije veoma slabog intenziteta sa veoma razvučenim pikom između 3.600 cm^{-1} i 3.100 cm^{-1} , prisutne kod svih uzoraka katalizatora, rezultat su prisustva male količine vlage fizisorbovane tokom samog merenja [11].

Tabela 1: Karakteristične IR spektralne linije ispitivanih jedinjenja [6-11]

Jedinjenje	Položaj trake (cm^{-1})	Asignacija
$\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$	1.540	$\nu_{\text{as}}(\text{CO})$
	945	$\nu(\text{C-C})$
	659, ~ 672 dublet	$\delta(\text{OCO})$ i $\delta_{\text{s}}(\text{OCO})$
CaCO_3	1.460/1420 dublet	$\nu_{\text{as}}(\text{CO}_3)^{2-}$
	875	$\nu_{\text{s}}(\text{CO}_3)^{2-}$
CaO	525	$\nu(\text{Ca=O}_3)$
	424/290	Izvan područja (daleki IR region)
$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	821	$\nu(\text{Al-O})$
	722	
	569	
$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	996, 556, 463	$\nu(\text{Al-O})$
H_2O	3.600-3.100 široka, malog intenziteta	$\nu(\text{O-H})$

Karakteristične IR spektralne linije koje potiču od CaO smeštene su u dalekom IR opsegu (~ 400 cm^{-1} i 290 cm^{-1}) [10], s tim što postoji i jedna spektralna linija slabijeg intenziteta između 560 cm^{-1} i 500 cm^{-1} [10]. Merni opseg korišćenog ATR FTIR uređaja ne pokriva daleki IR region, dok spektralne linije većeg talasnog broja od 500 cm^{-1} mogu biti zaklonjene dominantnim apsorpcijama povezanim sa $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$. Ipak, na početku merenog apsorpcionog opsega, oko 525 cm^{-1} , primećena je intenzivna linija kojoj se povećava intenzitet kako se smanjuje talasni broj i to kod svih uzoraka katalizatora. Ova spektralna linija može se povezati sa CaO prisutnim u svim uzorcima katalizatora. Veoma intenzivan spektralni dublet centriran oko 1450 cm^{-1} karakterističan je za prisustvo CaCO_3 , koji se javlja usled glavne asimetrične vibracije CO_3 grupe (1460 cm^{-1}) [8]. Intenzitet ove spektralne linije smanjuje se sa povećanjem temperature kalcinacije, pa



Slika 1: Vibracioni spektar (ATR FTIR) katalizatora u zavisnosti od temperature termičke aktivacije (500-750 °C)

se iznad 600 °C više ne može detektovati. Smanjenje intenziteta spektralne linije je u saglasnosti sa smanjenjem količine CaCO_3 prisutnog u uzorcima sa povećanjem temperature. Prisustvo soli prekursora ($\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) na vibracionim spektrima uzoraka nije moguće detektovati ni na najnižoj temperaturi kalcinacije (500 °C). Napred izneseno raymatranje potvrđuje predloženi mehanizam termičke dekompozicije soli prekursora u inertnoj atmosferi.

4. ZAKLJUČAK

- Prisustvo katalitički nepovoljne $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ nije pronađeno ni pri najvišoj temperaturi kalcinacije od 750 °C.

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem

"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889

- Potpuna termička dekompozicija soli prekursora ($\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) dogodila se na temperaturi nižoj od $500\text{ }^\circ\text{C}$.
- Potpuna dekompozicija CaCO_3 (II stupanj u termičkoj dekompoziciji kalcijum acetata u inertnoj sredini) desila se na temperaturama preko $600\text{ }^\circ\text{C}$.
- Katalitički aktivno jedinjenje (CaO) prisutno je u svim uzorcima.
- Prisustvo male količine vode u svim uzorcima posledica je izlaganja vazduhu u toku izvođenja merenja.

ZAHVALNOST

Rad predstavlja deo rezultata rada na projektu Ministarstva prosvete i nauke Republike Srbije koji se vodi pod brojem 45001.

5. LITERATURA

- [1]Marinković, D. M., Stanković, M. V., Veličković, A. V., Avramović, J. M., Miladinović, M.R., Stamenković, O.S., et al. (2016), Calcium oxide as a promising heterogeneous catalyst for biodiesel production: Current state and perspectives, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, p. 1387-1408.
- [2]Marinković, D., Stanković, M., Nedić Vasiljević, B., Veličković, A. B., Avramović, J. (2014), Preparation of $\text{CaO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ catalyst for biodiesel fuels, The catalytic activity in reaction to thermal treatment, *PHYSICAL CHEMISTRY 2014 - 12th International Conference on Fundamental and Applied Aspects of Physical Chemistry*, Beograd, p. 288-291.
- [3]Mišović, J., Ast, T. (1989), *Instrumentalne metode hemijske analize*, TMF, Beograd.
- [4]Sauza Santos, P., Souza Santos, H., Toledo, S. P. (2000), Standard transition aluminas. Electron microscopy studies, *Materials Research*, 3 (4), p. 104-114.
- [5]Rozita, Y., Brydson, R., Scott, A. (2010), An investigation of commercial gamma- Al_2O_3 nanoparticles, *Journal of Physics: Conference Series*, IOP Publishing, p. 012096.
- [6]Masumeci, A.W., Frost, R.L., Waclawik, E.R. (2007), A spectroscopic study of the mineral pectite (calcium acetate), *Spectrochimica Acta Part A*, 67 p. 649-661.
- [7]Shek, C. H., Lai, J. K. L. (1997), Transformation evolution and infrared absorption spectra of amorphous and crystalline nano- Al_2O_3 powders, *Nanostructured Materials*, 8 (5), p. 605-610.
- [8]Rodriguez-Blanco, J. D., Shaw, S., Benning, L. G. (2011), The kinetics and mechanisms of amorphous calcium carbonate (ACC) crystallization to calcite, via vaterite, *Nanoscale*, 3, p. 265-271.
- [9]Hofmeister, A. M., Keppel, E., Speck, A. K. (2003), Absorption and reflection infrared spectra of MgO and other diatomic compounds, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 345, p. 16-38.

Treći naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem
"5. juni - Svjetski dan zaštite okoliša"

ISSN 2303-5889

- [10]Zaki, M. I., Knozinger, H., Tesche, B., Makhemer, G. A. H. (2006), Influence of phosphonation and phosphation on surface acid–base and morphological properties of CaO as investigated by in situ FTIR spectroscopy and electron microscopy, *Journal of Colloid and Interface Science*, 303, p. 9-17.
- [11]Hamalatha, J., Prabhakaran, T., Pratibha Nalini, R. (2011), A comparative study on particle–fluid interactions in micro and nanofluids of aluminium oxide, *Microfluid Nanofluid*, 10, p. 263-270.
- [12]Morterra, C., Magnacca, G. (1996), A case study: surface chemistry and surface structure of catalytic aluminas, as studied by vibrational spectroscopy of adsorbed species, *Catalysis Today*, 27, p. 497-532.