

Fosforu saturošu katalizatoru klātbūtnes ietekmes izpēte uz koksnes C-5 un C-6 polisaharīdu konversiju produktos ar augstu potenciālu biorafinērijā

Projekta vienošanās Nr. 1.1.1.2/16/I/001

Pētniecības pieteikuma Nr. 1.1.1.2/VIAA/3/19/457

Darbības programma “Izaugsme un nodarbinātība”

Aktivitāte 1.1.1.2. “Pēcdoktorantūras pētniecības atbalsts”

Projekta progressa pārskats par periodu 01.04.2023. – 30.06.2023. (projekta pagarinājums)

Šajā pārskata periodā atkārtoti devos savā pēdējā mobilitātes braucienā uz Zviedrijas Lauksaimniecības zinātņu universitātes Upsalas BioCentru. Šajā mobilitātes brauciena ietvarā apgūtas zināšanas par eksperimentālo darba specifiku saistībā ar fermentēšanas procesa specifiku. Kā mērķa produkts tika noteikts bioetanol, kas būtu iegūts no iepriekšējā reizē iegūtā glikozi saturošā hidrolizāta enzimatiskās hidrolīzes procesā. Tehnisku iemeslu dēļ nesanāca pārbaudīt šī hidrolizāta piemērotība triglicerīdu ieguvei. Sadarbības partneris solījās pats to pārbaudīt un informēt mani par iegūtajiem rezultātiem.

Atgriežoties no mobilitātes brauciena tika turpināts enzimatiskās hidrolīzes process, kura ietvarā tika meklēti piemērotākie apstākļi un materiāls (dažādi apstrādātai apses un bērza koksnes šķeldai) glikozes saturoša šķīduma ieguvei. Tika pētīti divi dažādi enzīma maisījumi (Cellic® CTec2, Cellic® CTec3 HS) no A/S Novozymes. Visi eksperimenti veikti kolbās, kas kratītas inkubatorā. Iegūstot arvien vairāk datus tika secināts, ka Cellic® CTec3 HS ir daudz efektīvāks katalizators priekš glikozes ieguves no abām pētītajām koksnēm. Otrs novērojums – enzīmu maisījumu efektivitāte samazinās līdz ar fosforskābes daudzuma palielināšanu hidrotermiskās priekšapstrādes laikā. Līdz ar to pie tehnoloģijas mērogošanas būs jāizvērtē gan furfurola tirgus cena, gan sagaidāmais glikozes iznākums priekš pienskābes ieguves.

Attiecīgi no tā arī izrietēs kāds katalizators priekšapstrādes posmā būs jāizmanto. Izvēloties substrātu par labu lielākam furfurola iznākumam, optimālie enzimatiskās hidrolīzes parametri (apstrādes laiks (24-72h), enzīma daudzums (10-20 U/g celulozes) un substrāta daudzums maisījumā(10-20%)) tika meklēti bērza koksnei, kas apstrādāta ar katalizatoru H₃PO₄/NaH₂PO₄ (attiecība 1:1). Pie šiem apstākļiem furfurola iznākums ir 70% no teorētiski iespējamā un celulozes degradācija nepārsniedza 3% no sākotnējā daudzuma. Balstoties uz iegūto matemātisko modeli celulozes konversiju glikozē virs 55% var sasniegt ja process tiek organizēts 72h, enzīmu daudzums 15-20U/g celulozes un substrāta daudzums maisījumā 15%.

Tika izpētīta arī priekšapstrādes procesa ietekme uz celulozes polimerizācijas pakāpes izmaiņām bērza koksnes alfa-celulozei. Iegūtie dati liecina, jo lielāks fosforskābes daudzums izmantotajā katalizatorā, jo zemākā alfa-celulozes polimerizācijas pakāpe iegūtajā lignocelulozes atlikumā. Polimerizācijas pakāpe samazinājās no 697 (neapstrādāta koksne) līdz 405 (apstrādāta H₃PO₄ klātbūtnē).

Pēdējā projekta sadaļa kur paredzēta pienskābes ieguve ir veikti priekšmēģinājumi. Ir secināts, ka tās ieguve ir jāpilnveido un tas ir jārealizē precīzi kontrolējamos apstākļos. Līdz šim sasniegtā glikozes-pienskābes konversija ir 50%. Ņemot vērā, ka enzimatiskās hidrolīzes process ir viens no

dārgākajiem, tad šāda konversijas efektivitāte nav pieļaujama. Projekta pēcuzaudzības laikā tiks turpināti pētījumi, lai šo tehnoloģijas sadaļu padarītu daudz efektīvāku.

Nodrošinot projekta publicitāti, esmu piedalījies EUBCE 2023 starptautiskajā konferencē, kas norisinājās Itālijas pilsētā Boloņā. Konferences norises laiks no 5.-9. jūnijam. Konferences laikā prezentēti rezultāti par priekšapstrādē izmantoto katalizatoru ietekmi uz furfurola iznākumu, ķīmiskā sastāva izmaiņām un enzimatiskās hidrolīzes efektivitāti izmantojot divus dažādus enzīmu kompleksus (Cellic® CTec2, Cellic® CTec3 HS) no A/S Novozymes. Sagatavots un iesniegts 5 lpp. garš raksts “Impact of phosphorus-containing catalysed pretreatment on the enzymatic hydrolysis of cellulose” priekš “EUBCE 2023 Conference Proceedings” rakstu krājuma, kas būs indeksēts SCOPUS datu bāzē. Tādējādi sasniedzot rādītāju 2 publikācijas, kas indeksētas SCOPUS datu bāzē zem citēšanas indeksa 50% no nozares vidējā.

Apkopoti dati priekš otrās SCI publikācijas. Manuskripts ir gandrīz pabeigts un plānots to iesniegt tuvāko dienu laikā pirms projekta gala atskaites iesniegšanas. Sagatavotais manuskripts tiks iesniegts MDPI žurnāla Fermentation speciālajā izlaidumā “Integrated Biorefinery for biofuels and biochemicals”. Žurnāls indeksēts SCOPUS datubāzē un tā ietekmes faktors ir 3.7. manuskripts ietvers eksperimentālos datus par priekšapstrādes procesu, kur mainīts katalizators, enzimatiskās hidrolīzes priekšmēģinājumiem un optimālo parametru meklēšanu izmantojot Design Expert V14 programmatūru.

Tiek apkopoti dati un veikti papildus hromatogrāfijas analīzes paraugiem, lai izstrādātu pilnvērtīgu HPLC metodi ar mērķi vienlaicīgi noteikt celobiozi, glikozi, pienskābi, skudrskābi, etiķskābi, levulīnskābi, 5HMF un furfurolu ar Shodex Sugar SH1821 kolonnu. Iegūtie dati tiks apkopoti publikācijā, kuru plānots iesniegt jaunredzē RSC Advances žurnālā pirms projekta gala atskaites iesniegšanas. Ar šīs publikācijas iesniegšanu tiks sasniegts projekta mērķis – 3 SCI publikācijas ar citēšanas indeksu virs 50% no nozares vidējā.

Vadošā zinātniskā institūcija – Latvijas Valsts Koksnes ķīmijas institūts (LVKĶI)

Sadarbības partneri – Viļņas Universitātes Dzīvības zinātņu centrs un Zviedrijas Lauksaimniecības zinātņu universitātes Upsalas BioCentrs

Projekta īstenotājs – Dr.sc.ing. Prans Brazdausks (prans.brazdausks@kki.com)

Zinātniskie konsultanti - Dr.sc.ing. Jānis Rižikovs (janis.rizikovs@kki.lv) un Dr.sc.ing. Juris Vanags (juris_vanags@inbox.lv)

Kopējais projekta īstenošanas ilgums – 36 mēneši (01.04.2020. – 31.03.2023.)

Pārskats sagatavots – 30.06.2023.