



ERAF projekts Nr. 1.1.1.1/20/A/041

“Tehnoloģiju izstrāde notekūdeņu dūņu pārstrādei sekundārās izejvielās”,  
ko realizē Rīgas Tehniskā Universitāte un sadarbības partneris SIA “Bio RE”

### Galvenie zinātniskie rezultāti

Projekta 10. ceturksnī (01.07.2023. – 30.09.2023.)

#### **Darbība 2.1. “Proteīnu izdalīšana no aktīvo dūņu hidrolizāta ar membrānu tehnoloģijām un fizikāli ķīmiskajām metodēm”, Rūpnieciskais pētījums**

Iepriekšējā pētniecības periodā proteīni no iegūtajiem hidrolīzes šķīdumiem tika atdalīti, izmantojot ultrafiltrācijas un nanofiltrācijas metodes un tika secināts, ka proteīnu hidrolīze dūņās ir notikusi tikai daļēji, jo 200 mikrometru membrānas spēj nodrošināt 60% iekonzentrēšanas faktoru, 80 mikrometru membrāna - 62% iekonzentrēšanas faktoru, bet 5 mikrometru membrāna - 70% iekonzentrēšanas faktoru. Tas, ka membrānas iekonzentrēšanas faktora vērtības ir tik līdzīgas, nozīmē, ka hidrolīzes šķīdumā ir vidēji 40 % proteīnu, kas mazāki par 200 mikrometriem, un 30 %, kas mazāki par 5 mikrometriem. Šis fakts daļēji skaidro, kāpēc proteīni pēc to izsāļošanas ir grūti atkal izšķīdināmi - jo lielāka molekula, jo zemāka būs tās šķīdība ūdenī.

Ņemot vērā gūtās atziņas, eksperimentālais process tika virzīts uz atkārtotu ķīmisko proteīnu izdalīšanu – šoreiz uzsvāru liekot nevis uz sāļu, bet gan organisko šķīdinātāju izdalīšanas metodēm, jo literatūras dati norāda, ka augstas molekulu masas organiskos savienojumus ir iespējams efektīvi izdalīt ar šāda veida metodēm.

Pēc vairākiem neveiksmīgiem mēģinājumiem tika atrasta metode, kā izdalīt proteīnus no šķīduma. Metode paredz izmantot aukstu acetonu, kas jāsamaisa ar hidrolīzes masas centrifugātu vismaz 1:1 attiecībā. Šī metode ļāva panākt veiksmīgu proteīnu izsāļošanu. Izmantojot šo metodi, bija iespējams izdalīt 50 - 80% no proteīna, kas bija šķīdumā. Svarīgs arī bija fakts, ka izsāļotie proteīni pēc tam ir šķīstoši ūdenī, kas šo metodi īpaši izceļ starp jau izmantotajām.

Neskatoties uz veiksmīgu proteīna izsāļošanu, ir jāatzīst, ka iegūtā masa satur lielu neorganisko sāļu koncentrāciju un tā rezultātā proteīna koncentrācija nogulsnēs bija tikai 50 - 80%. Tas norāda, ka šis process nav ideāls un ka ir jārisina jautājums par neorganisko sāļu klātbūtni.

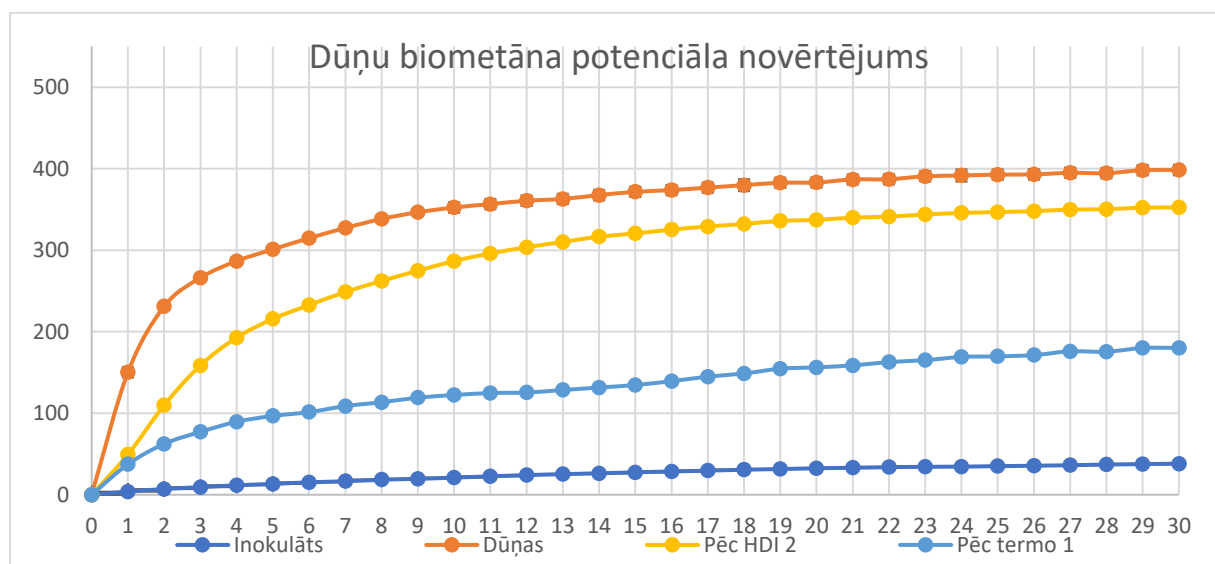
Nākamajos noslēdzošajos eksperimentos tiks veikta tehnoloģijas masas bilance, un tiks pētīts, kā dažādas NaOH koncentrācijas un hidrodinamiskās kavitācijas laiks ietekmēs izsāļošanas efektivitāti, kā arī tiks veidota kopējās tehnoloģijas masas bilance.

### Darbība 3. “Pilota iekārtas izstrāde NAID dezintegrācijas un/vai hidrolīzes un proteīnu izdalīšanai”, Rūpnieciskais pētījums

Pētījumu periodā, sekojot līdzi iekārtas moduļu tapšanas procesam, tika koriģēti atsevišķi montāžas izpildes posmi un novērstas konstruktīvās neatbilstības. Tika veikta pilotiekārtas montāža pēc moduļu piegādes. Tika sagatavota infrastruktūra plānotajiem eksperimentiem ar pilotiekārtu. Veikti pirmie testa eksperimenti, kas uzrādīja nepieciešamību paaugstināt kavitācijas moduļa piedziņas elektromotora jaudu. Iekārtas elektromotora jauda (7,5 kW), kas piedzen kavitācijas moduli, ir par mazu. Pašlaik nav iespējams paaugstināt sistēmā spiedienu, palielināt hidraulisko pretestību kavitācijas modulī, tādā veidā optimizēt kavitācijas procesu. Ir pieņemts lēmums uzstādīt elektromotoru ar jaudu 15 kW. Iespējams, ka pēc visu plānoto eksperimentu izpildes, būs iespēja atgriezties pie elektromotora ar zemāku jaudu. Ir uzsākta pilotiekārtas pārbūve.

### Darbība 4. “Dūņu tālākas apsaimniekošanas iespējas pēc proteīnu un ogļhidrātu izdalīšanas”, Rūpnieciskais pētījums

Šajā pētniecības periodā tika veikti tālāki pētījumi pa to, kā NAID dezintegrācija un hidrolīze ietekmē biometāna potenciālu dūņās. Biometāna potenciāla noteikšanas testi nepārprotami norāda, ka dūņu apstrāde pazemina dūņu biometāna potenciālu (Attēls 1).



Attēls 1. Apstrādātu un neapstrādātu dūņu biometāna potenciāla mlCH4/gVS kumulatīvais grafiks.

Salīdzinot biometāna potenciāla kumulatīvos grafikus, ir redzams, ka paraugi, kas iepriekš ir apstrādāti ar fizikāli-ķīmiskajām metodēm un no šķīduma ir izņemta daļa organikas, uzrāda ievērojami mazāku biometāna potenciālu salīdzinājumā ar neapstrādātām dūņām. Tas nozīmē, ka reakcijas masā izšķīdušo organisko vielu zudumu nekompensē fakts, ka palikušie ķīmiskie savienojumi teorētiski varētu kļūt pieejamāki AF hidrolīzes mikroorganismiem. Šis secinājums, norāda, ka dūņas, no kurām iepriekšējos procesos tiks izdalīti proteīni vai citas biogēnās vielas, būs grūtāk utilizēt un samazināsies to pielietošanas iespējas tautsaimniecībā.

Noslēdzošajā pētniecības periodā tiks likts uzsvars uz atkārtotu literatūras izpēti, lai gūtu papildus idejas par apstrādātu dūņu tālākām izmantošanas iespējām, ņemot vērā faktu, ka dūņas pēc to apstrādes satur ievērojami mazāk patogēnu.

### **Darbība 5.1. “Jauna produkta sintēze no NAID hidrolizētajiem proteīniem. Sintēzes produkta hidrofilā lipofilā balansa (HLB) vērtību un kritisko micellu koncentrācijas (CMC) analīze un optimizācija”, Eksperimentālā izstrāde**

Iepriekšējos pētniecības periodos VAV tika sintezēts no apstrādātas dūņu masas vai hidrolīzes šķīduma centrifugāta un tādā veidā nebija iespējams iegūt VAV ar augstu aktīvās vielas saturu. Pēc tam, kad izdevās proteīnu izsāļošana izmantojot acetonu, no iegūtās proteīnu masas, izmantojot jau iepriekš lietotās sintēzes metodes, izdevās iegūt VAV ar aktīvās vielas koncentrāciju līdz 28%. Lai arī iegūtā virsmas aktīvā viela ir ar augstāku aktīvās vielas koncentrāciju, tās īpašības salīdzinājumā ar tām, kas tika iegūtas tikai no apstrādātām dūņām nav īpaši atšķirīgas un uzrāda virsmas spraiguma samazināšanas spēju līdz 32mN/cm<sup>2</sup> pie aktīvās vielas koncentrācijas 0.06% un HLB vērtību 3 – 5 .

Noslēdzošajā plānošanas periodā tiks veidotas dažādas VAV sintēzes receptes, lai palielinātu VAV HLB vērtību, kā arī samazinātu kritisko micellu koncentrāciju, vienlaikus pamazinot arī virsmas spraigumu.

### **Darbība 5.2. “Uz proteīnu bāzes sintezēto VAV testi nepārtrauktas darbības biogāzes reaktorā”, Eksperimentālā izstrāde**

Kā viens no galvenajiem secinājumiem ir par to, ka ir sarežģīti nodrošināt efektīvu masas apmaiņu dūņu hidrolīzes procesā, ja tiek lietotas atūdeņotas dūņas ar vidējo sausni līdz 24 % - un ir nepieciešama dūņu atšķaidīšana līdz 10 – 12 %. Rezultātā no 1 tonnas dūņu iegūtais proteīna un arī VAV daudzums ir ļoti neliels – aptuveni 1.8 – 5 kg proteīna masas no kā būtu iespējams sintezēt no 10 – 30 kg VAV. Ir skaidrs, ka šāda veida proteīns būtu ar ļoti augstām izmaksām, tāpēc tā lietošana kā AF piedevu būtu saimnieciski neizdevīga.

Jāņem vērā arī fakts, ka tehnisku iemeslu dēļ pētniecības grupai nav izdevies nodrošināt AF fermentācijas reaktoru stabilu darbību, lai izpildītu kvalitatīvu eksperimentu un pārbaudītu VAV ietekmi uz dažādiem substrātiem un AF procesu kā tādu.

Konstruētā iekārta ir paredzēta primāri nostādinātām dūņām, jo atspiestu dūņu izmantošanas gadījumā tās atkal būtu jāšķaida vismaz attiecībā 1:1. Tika apskatītas šīs tautsaimniecībā aktuālākas problēmas.

1. Viena no mūsdienu bioloģisko attīrīšanas iekārtu problēmām ir tieši nepietiekams “C” avots kā ienākošajos notekūdeņos, tā arī denitrifikācijas procesā. Tāpēc būtu ļoti nozīmīgi, ja daļu no trūkstošā “C” avota būtu iespējams atgriezt no izvadīto dūņu plūsmas, tās iepriekš apstrādājot ar hidrodinamiskās kavitācijas iekārtu. Tas savukārt ļautu samazināt notekūdeņu apsaimniekošanas izmaksas.
2. Kā vēl viens pētījumu objekts tiks izvirzīta arī dūņu saistītā ūdens samazināšana. Esam novērojuši, ka hidrodinamiski apstrādāto dūņu masa ir daudz homogēnāka salīdzinājumā ar neapstrādātu masu. Tas, savukārt, nozīmē, ka, lietojot dažādus flokulantu polimērus, dūņas būtu iespējams atspiest ar daudzu lielāku efektivitāti, samazinot saistītā ūdens apjomu tajās – līdz ar to būtu iespējams samazināt atspiesto dūņu daudzumu.

Sagatavoja:

Ēriks Skripsts (vadošais pētnieks)

Elvis Klaučāns (biotehnologs)

ERAF projekts Nr. 1.1.1.1/20/A/041 “Tehnoloģiju izstrāde notekūdeņu dūņu pārstrādei sekundārās izejvielās.”