



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 11. ceturksnī (01.10.2023. – 30.11.2023.)

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

Iepriekšējā pētniecības posmā tika veikta proteīnu izdalīšana no dūņu hidrolizāta, izmantojot ultrafiltrācijas un nanofiltrācijas metodes proteīnu atdalīšanai. Secinājumi norāda, ka izdalīšana notika tikai daļēji un liela daļa proteīnu joprojām paliek koncentrātā, kas ir piesārņots ar suspendētajām vielām un dūņu atlikumiem.

Tika izcelts, ka hidrolīzes šķīdumā ir relatīvi tikai 40% proteīnu, kas mazāki par 200 mikrometriem, un 30%, kas mazāki par 5 mikrometriem. Tas skaidro grūtības atkārtoti izšķīdināt izsāļotos proteīnus, jo lielākas molekulas ir mazāk šķīstošas ūdenī.

Pēc neveiksmīgiem mēģinājumiem izdalīt proteīnus ar sāļiem, tika atrasta jauna pieeja, izmantojot aukstu acetonu. Šī metode ļāva izsāļot no 50 līdz 80% no proteīniem šķīdumā, un izsāļotie proteīni bija šķīstoši ūdenī, kas izceļas starp citām metodēm. Tomēr, neskatoties uz veiksmīgu proteīna izsāļošanu, tika atzīts, ka iegūtā masa satur lielu neorganisko sāļu koncentrāciju, un tāpēc proteīna koncentrācija nogulsnēs bija tikai no 50 līdz 80%. Tas norāda, ka jārisina jautājums par neorganisko sāļu klātbūtni.

Šajā pētījumu periodā tika vērtēta proteīnu izsāļošanās efektivitāte izmantojot acetonu, kā izsāļošanas aģentu pēc dažāda veida dūņu hidrolīzes hidrodinamiskās kavitācijas iekārtā pie 2500 RPM. Labāko rezultātu apkopojums redzams Tabulā 1. Proteīna izdalīšanai hidrolizāts tika sajaukts ar metanolu attiecībā acetons:hidrolizāts 50:50.

Aplūkojot izdalītās proteīna masas daudzumu un proteīna saturu tajā, iespējams secināt, ka apstrādes laiks un NaOH koncentrācijas samazināšana par 25 % neatstāj ietekmi uz iegūtās masas apjomu un uz proteīna koncentrāciju tajā. Ir redzams, ka NaOH koncentrācijas samazināšana atstāj pamanāmu ietekmi uz pelnu saturu izsāļotajā masā, kas arī ir loģiski, jo NaOH ir neorganiska viela, kas parādās pelnos.

Tabula 1. Iegūtā proteīna masas parametri pēc izsāļošanas ar acetonu atkarībā no izvēlētajā dūņu apstrādes metodikas.

NaOH koncentrācija	Apstrādes laiks, min	Sausna, %	Organiskā sausne, %	Pelni, %	legūtais proteīna apjoms no 1 L šķīduma, g.	Proteīna koncentrācija iegūtajā masā, mg/kg.
NaOH 0.15M	10 min	47.48	29.13	18.4	20.91	235 953
	15 min	47.55	29.27	18.3	21.67	233 040
NaOH 0.20M	10 min	48.12	28.15	20.0	21.78	230 127
	15 min	48.23	28.16	20.1	21.35	233 040

Līdz ar pelnu satura samazināšanos samazinās arī kopējā sausne izsāļotajai masai, kas daļēji atstāj iespaidu uz proteīna koncentrāciju masā, tomēr tā nav tik vērtīga ņemama.

Apstrādājot dūņas hidrodinamiskajā kavitācijas iekārtā NaOH klātbūtnē, ir iespējams degradēt dūņas un no tām izdalīt dažāda lieluma proteīnus. Eksperimentos noskaidrojās, ka efektīvākā NaOH koncentrācija hidrolīzes laikā ir 0.15 M.

No iegūtās hidrolizētās dūņu masas ir iespējams izdalīt proteīnus, tomēr, lai nodrošinātu izdalīto proteīnu augstāku tīrības pakāpi, izdalīšanu ir vēlams veikt tikai no reakcijas masas šķīrās fāzes, lai nepieļautu nogulšņu sajaukšanos.

Vis efektīvāk proteīnus no dūņu hidrolīzes masas ir izdalīt, izmantojot ledus aukstu acetonu attiecībā 50:50 ar hidrolīzes masu. Proteīni, kas tika izdalīti ar šīs metodes palīdzību, ir šķīstoši ūdenī un līdz ar to ir viegli tālāk izmantojami kā izejmateriāli augstākas pievienotās vērtības produktu sintēzei, piemēram, industriālu virsmas aktīvo vielu sintēzē.

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

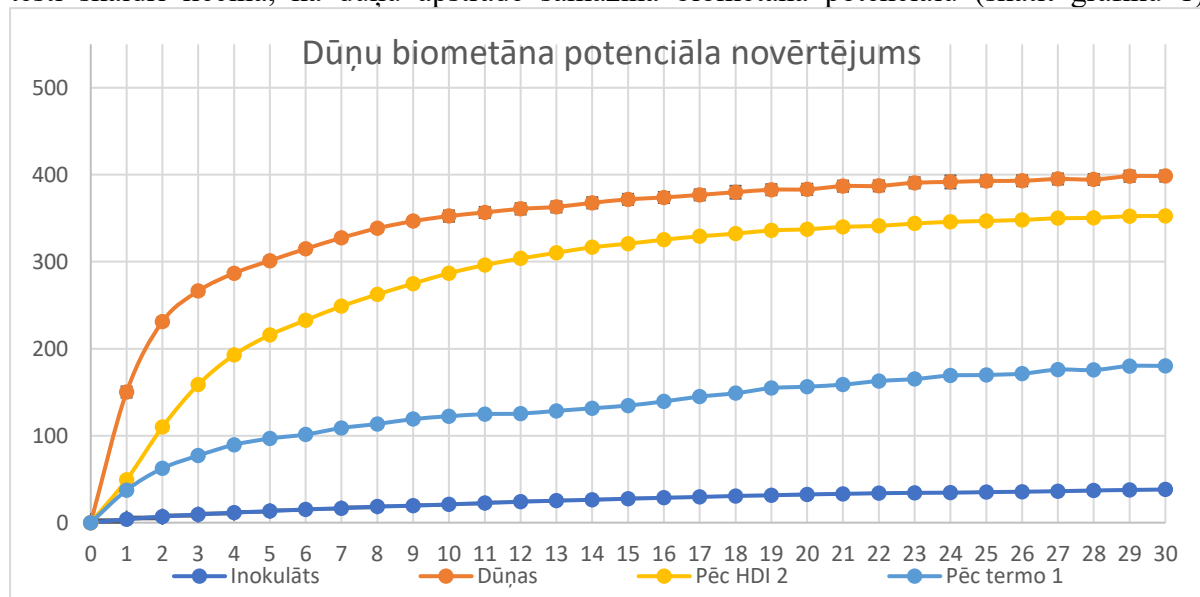
Pēc moduļu piegādes tika veikta pilotiekārtas montāža ierīkotajā vietā. Pirmie testa eksperimenti norādīja nepieciešamību paaugstināt kavitācijas moduļa piedziņas elektromotora jaudu, jo esošā elektromotora jauda (7,5 kW), kas piedzen kavitācijas moduli, bija nepietiekama. Tika uzstādīts elektromotors ar jaudu 15 kW. Pēc visu plānoto eksperimentu izpildes ir iespējams, ka varēs atgriezties pie elektromotora ar zemāku jaudu, lai veiktu nepieciešamos eksperimentus.

Pēc plānoto eksperimentu veikšanas vizuāli tika novērtēta rotora un hidrodinamiskā kavitācijas reaktora virsmas korozija, un tika secināts, ka tā nav pārāk izteikta, lai nevarētu turpināt eksperimentālo procesu. Tomēr, vadoties pēc izmantoto materiālu īpašībām, nākas secināt, ka ražošanas iekārtas kavitācijas ģenerators būtu jākonstruē ar kavitāciju labāk panesošiem materiāliem.

Tā kā pilota iekārta ir pilnībā nokomplektēta, tad arī tika pilnveidota iekārtas tehniskā specifikācija, kura iekļauta noslēdzošajā atkairē.

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

Iepriekšējā pētniecības posmā tika veikti papildu izpētes darbi, lai noskaidrotu, kā sastāvdaļu atdalīšana un hidrolīze ietekmē biometāna potenciālu dūņās. Biometāna potenciāla noteikšanas testi skaidri liecina, ka dūņu apstrāde samazina biometāna potenciālu (skatīt grafiku 1).



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

Salīdzinot kumulatīvos biometāna potenciāla grafikus, ir redzams, ka paraugi, kuriem iepriekšēji veikta fizikāli-ķīmiskā apstrāde, un no tiem izņemta daļa organisko vielu, parāda zemāku biometāna potenciālu salīdzinājumā ar neapstrādātām dūņām. Tas norāda, ka, neraugoties uz teorētisko iespēju, ka palikušie ķīmiskie savienojumi varētu kļūt pieejamāki AF hidrolīzes mikroorganismiem, reakcijas masā izšķīdušo organisko vielu zudums netiek kompensēts. Šis secinājums liecina, ka dūņas, no kurām iepriekšējos procesos izdalīti proteīni vai citi biogēnās vielas, ir grūtāk izmantojamas, un samazināsies to izmantošanas iespējas tautsaimniecībā.

Saprotot dūņu hidrolīzes atlikumu ķīmiskos rādītājus un zemo biometāna potenciālu, tika izskatīta literatūra, lai rosinātu idejas par šī materiāla tālāku apsaimniekošanu. Tika izskatīta gan literatūrā pieejamā informācija, pasaules prakse, kā arī Latvijas likumdošana.

Dūņu hidrolīzes atlikumu tālāka izmantošana ir lielā mērā atkarīga no ienākošo dūņu kvalitātes rādītājiem. Jāņem vērā, ka apstrādes procesā tiek samazināta organiskās masas daļa dūņās līdz ar to palielinās arī smago metālu koncentrācija dūņu sausnē. Ņemot vērā šo faktu, ir kritiski jāvērtē šī materiāla pielietojamība lauksaimniecībā, kā arī materiāla tālāka izmantošana, piemēram, komposta ražošanā.

Ņemot vērā citu valstu pieredzi, kur dažāda veida industriālo attīrīšanas iekārtu dūņas tiek izmantotas kā ieraugs komposta ražošanai no dažādiem makulatūras un dārza atkritumiem vai citiem organiskajiem, bioloģiskajiem atkritumiem vai zemas kvalitātes produktiem, var tikt pieļauta šo dūņu tālāka izmantošana lauksaimniecībā kā komposta sastāvdaļa. Tas iespējams, jo dažādu organisko materiālu pievienošanas rezultātā smago metālu koncentrācija samazināsies un izpildīs noteiktās vides prasības.

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

Šajā atskaites periodā no izdalītās proteīniem bagātīgās masas tika veidotas un finalizētas virsmas aktīvās vielas sintēzes aktivitātes. Tika secināts, ka visefektīvāko virsmas aktīvo vielu iespējams sintezēšanas veids ir izmantot brīvās NH_2 grupas un pie tām piesaistīt rapšu eļļas taukskābju metilesterus.

Sagatavoja:

Ēriks Skripsts (vadošais pētnieks)