



ERAF projekts Nr. 1.1.1.1/18/A/075

“Videi draudzīga bezatlikuma tehnoloģija šķidrās biodeģvielas un biogāzes ražošanai no biomasas”,  
ko realizē Rīgas Tehniskā Universitāte un sadarbības partneris SIA “Bio RE”

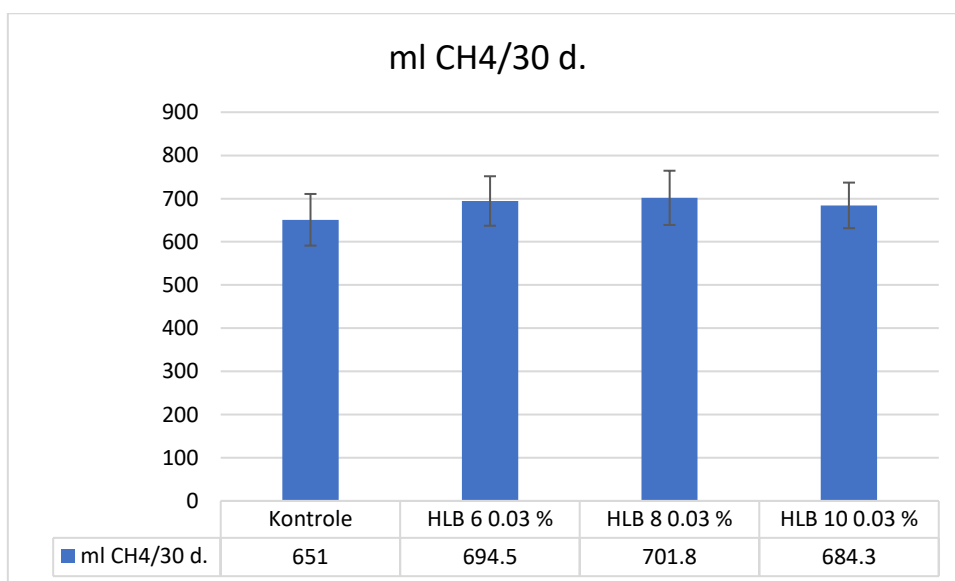
### Galvenie zinātniskie rezultāti

Projekta 11. ceturksnī (01.11.2021. – 31.01.2022.)

#### Darbība 3.1. “Bioloģiskas izcelsmes virsmas aktīvo vielu (BVAV) ietekme AF procesu novērtējums”, Rūpniecisks pētījums

No iepriekšējiem pētījumu rezultātiem tika secināts, ka BVAV un izteikti katjonās BVAV atstāj pozitīvu ietekmi uz lauksaimniecības substrāta AF fermentācijas procesu, taču šī pozitīvā ietekme nav tik liela, lai novērstu substrātu inhibējošus faktorus, piemēram, zāles enzimatiskās hidrolīzes atlikumu fermentēšanā. Jau iepriekšējos pētījuma posmos noskaidrojās, ka viens no iespējamajiem AF inhibēšanās procesa cēloņiem varētu būt saistīts ar fenola tipa un fenola savienojumu koncentrācijas pieaugumu, kas tika konstatēts iepriekš. Visās fermentācijās tika izmantota proteolipīdu bāzes virsmas aktīvā viela ar hirdofilā-lipofilā balansa vērtību 6, kas raksturo ūdens eļļas (W/O) emulsijas aģentu īpašības. Tā kā proteolipīdu bāzes katjonu BVAV iespējams iegūt arī citās HLB vērtībās, tad šajā pētniecības periodā tika veidots eksperiments, lai noskaidrotu, kādu ietekmi uz AF atstāj BVAV hidrofilā-lipofilā balansa (HLB) izmaiņa.

Attēlā 1 attēlotas metāna izdalīšanās summārās vērtības 30 dienu fermentācijā izmantojot dažādas HLB vērtībās 6, 8, 10. Šīs vērtības tiek izvēlētas, jo šajā diapazonā BVAV maina savas īpašības no ūdens/eļļā emulsifikatora uz eļļa/ūdenī emulsifikatoru, aptverot arī slāpinašanas aģenta īpašības.



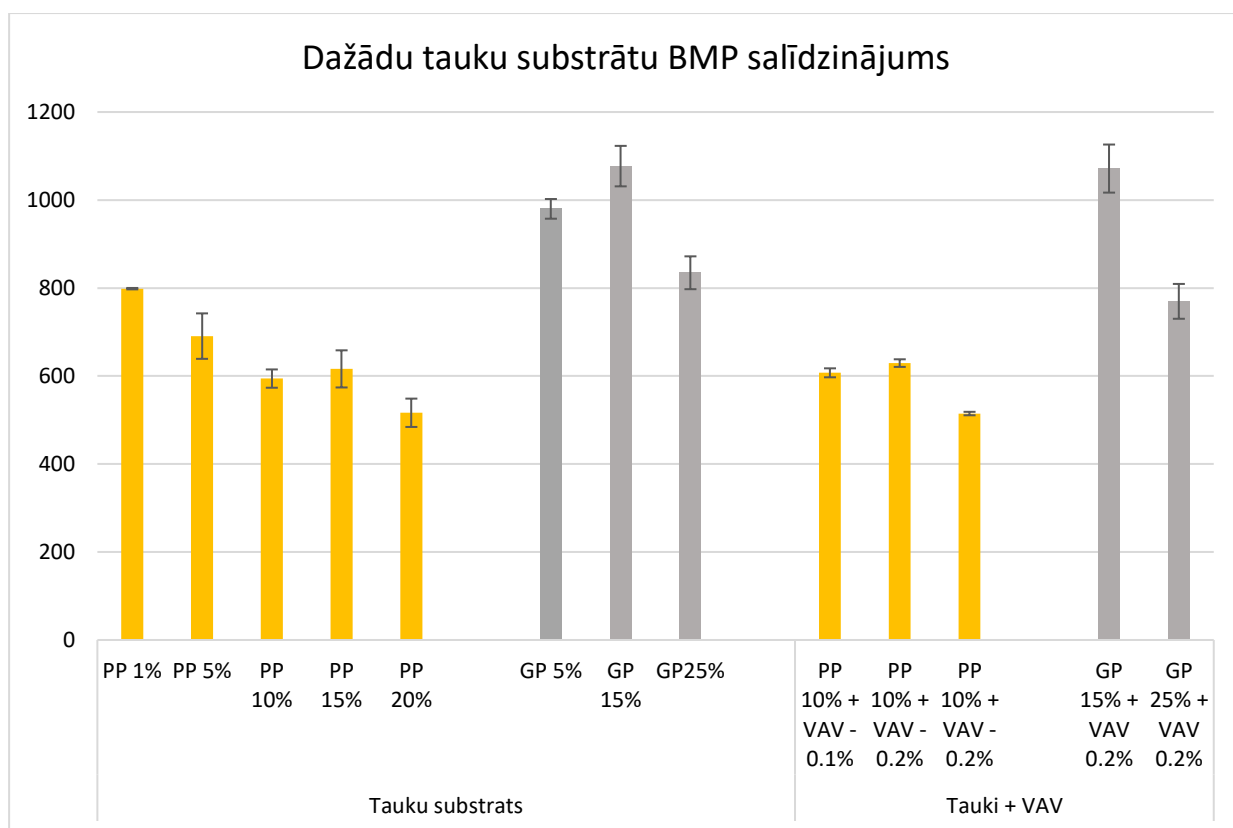
Attēls 1. Biometāna apjoms atkarībā no VAV HLB.

Pēc rezultātiem ir redzams, ka BVAV pievienošana uzlabo AF fermentācijas procesu gan tāpēc, ka BVAV piemīt biogāzes potenciāls, bet ne tikai. Ir redzams, ka kopējais biometāns pieaug par 7, 8 un 5 % attiecīgi HLB 6, 8 un 10 gadījumā. Lai arī ir novērojama biometāna izdalīšanās palielināšanās tendence, tomēr nav pamata teikt, ka BVAV HLB vērtība atstātu ievērojamu ietekmi uz BVAV darbību.

### Darbība 3.2. “Tauku ķērāju tauku AF optimizācijas eksperimenti izmantojot bioloģiski noārdāmas VAV”, Rūpnieciskais pētījums.

Viens no projekta mērķiem ir aptvert un pārbaudīt dažādu tauku ķērāju tauku izmantošanas iespējas AF procesā, tādā veidā veicinot atkritumu samazināšanu, tos pārstrādājot. Iepriekšējos pētīnīcības periodos tika izmantoti restorānu tauku ķērāju tauki un iebiezinātas piena ražošanas notekūdeņu flotācijas dūņas. Ievērojams tauku ķērāju tauku resurss ir gaļas pārstrādes uzņēmumi.

Šajā pētīnīcības periodā pētījums fokusējās uz gaļas pārstrādes uzņēmumu tauku ķērāju tauku AF procesu un šī procesa gaitu.



Attēls 3. Piena notekūdeņu flotācijas dūņu BMP un gaļas ražošanas tauku BMP salīdzinājums. BVAV ietekmes uz AF procesu novērošana. Apzīmējumi - PP tauku substrāts no piena notekūdeņu pārstrādes; GP – tauku substrāts no gaļas pārstrādes tauku ķērāju taukiem; VAV – pievienotā BVAV koncentrācija pēc kopējās masas.

Attēlā 2 ir redzams piena ražošanas notekūdeņu flotācijas dūņu BMP, gaļas pārstrādes tauku ķērāju tauku substrātu BMP un BVAV ietekme uz šo substrātu fermentāciju. Ir redzams, ka abos gadījumos pierādās jau iepriekš gūtās atziņas. Ir redzams, ka tauku īpatsvars fermentācijas masā, ja tiek izmantots lauksaimniecības inokulāts, nedrīkst pārsniegt 15 % gaļas pārstrādes uzņēmuma tauku ķērāju tauku substrāta gadījumā un 5 – 10 % piena pārstrādes notekūdeņu flotācijas dūņu gadījumā.

Gaļas pārstrādes tauku ķērāju taukos ir līdz 20 reizēm vairāk n-heksānā ekstrahējamo vielu, salīdzinājumā ar piena pārstrādes notekūdeņu flotācijas dūņu taukiem, tomēr BMP vērtības nav tik izteikti lielākas - gaļas pārstrādes tauku ķērāju tauki uzrāda vidēji par 40 % liekāku BMP pie līdzīgām līdzfermentācijas uzkrāšanas vērtībām.

Pēc iepriekšējiem rezultātiem tika sagaidīts, ka BVAV ietekme uz AF būs ievērojami izteiktāka, jo piena pārstrādes notekūdeņu flotācijas dūņu gadījumā BVAV pievienošana priekš eksperimentos uzrādīja līdz pat 30 % BMP pieaugumu, taču šī ceturkšņa testos atklājās rezultāti uzrāda kompromitējošus rādītājus, kas norāda, ka BVAV ietekme uz tauku substrāta BMP pieaugumu nav novērojama.

Nākamajos pētījumu soļos tiks atkārtoti pārbaudīti šie rezultāti citās fermentācijas sistēmās, lai gūtu pilnīgu pārlicību tālāku secinājumiem.

### **Darbība 3.3. “Biomases enzimatiskās hidrolīzes atkritumu anaerobās fermentācijas robežnosacījumu izpēte ieskaitot VAV pielietojumu”, Rūpnieciskais pētījums**

Apstrādājot iegūtos lauksaimniecības digestāta inokulāta AF datus, radās virkne jautājumu par iekārtas darbību un inokulāta AF fermentācijas gaitu, tāpēc AF zāles enzimatiskās hidrolīzes atlikumu līdzfermentācijas nosacījumu izpētei nepārtrauktas ielādes AF reaktorā aizkavējās. Lai iegūtu kvalitatīvus datus, ir nepieciešama skaidra informācija par digestāta, kas šajā gadījumā tiek izmantots kā pamata substrāts un inokulāts, AF gaitu. Tikai pēc korektas bāzes iegūšanas ir iespējams veidot turpmākos eksperimentus. Pētniecības komanda par šo pārlicinājās, jo tika uzsākta zāles enzimatiskās hidrolīzes atlikumu dozācija reaktorā vēl pirms substrāta nostabilizēšanās. Iegūtie rezultāti ir ar ļoti augstu mainību, un uz tiem vēl nav iespējams balstīt secinājumus.

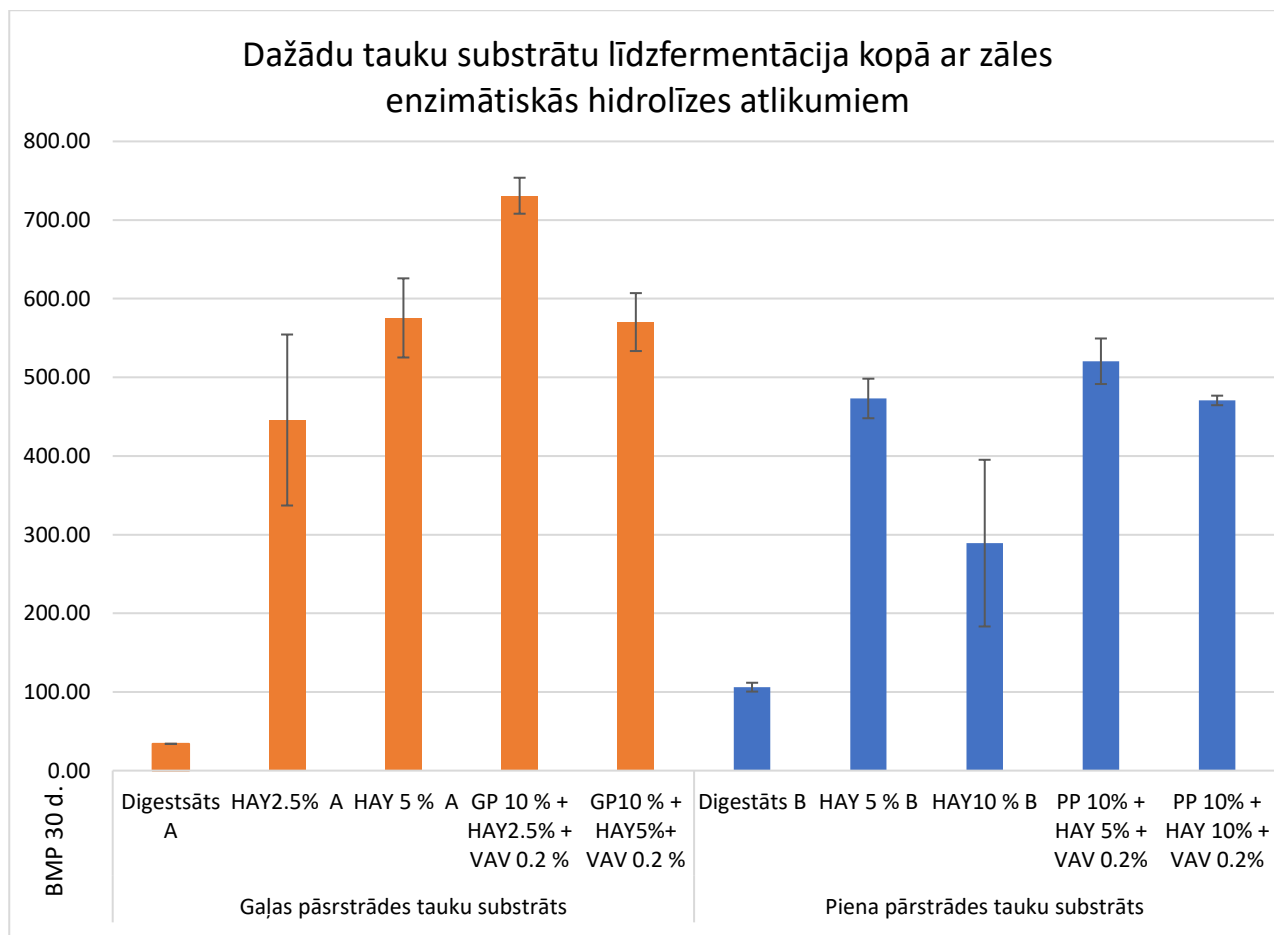
### **Darbība 3.4. “Zāles biomasas enzimatiskās hidrolīzes ražošanas atlikumu un tauku ķērāju tauku līdzfermentācijas nosacījumu izstrāde”, Rūpnieciskais pētījums**

Turpinot jau iepriekš aizsāktās eksperimentu tēmas, tika veidotas vairākas līdzfermentācijas sistēmas, izmantojot zāles enzimatiskās hidrolīzes atlikumus un gaļas pārstrādes uzņēmuma tauku ķērāju tauku substrāta līdzfermentācijas nosacījumu sistēmas.

Attēlā 3 ir atspoguļotas BMP vērtības piena notekūdeņu flotācijas tauku substrātam un gaļas pārstrādes tauku substrāta līdz-fermentācijai ar zāles enzimatiskās hidrolīzes atlikumu līdzfermentācijas receptēm.

Līdz-fermentācijas kopā ar gaļas pārstrādes izcelsmes taukiem uzrāda vidēji par 17% augstāku BMP, nekā piena notekūdeņu dūņu tauku substrāti.

Pēc rezultātiem redzams, ka vēlamajā līdzfermentācijas receptē taukus saturoša substrāta īpatsvars drīkst sastādīt līdz 10 % no masas, un optimāls zāles enzimatiskās hidrolīzes atlikumu īpatsvars masā nevarētu pārsniegt 2.5 %.



Attēls 2. Zāles enzimatiskās hidrolīzes atlikumu un piena pārstrādes notekūdeņu flotācijas dūņu kā arī Gaļas pārstrādes tauku ķerāju tauku substrātu līdzfermentācijās iegūtie BMP.

### **Darbība 5. “Digestāta bezatlikumu pārstrādes tehnoloģijas izstrāde”, Eksperimentālā izstrādne**

Tā kā iepriekšējā pētījumu ceturksnī jau tika prezentēta digestāta bez atlikumu tehnoloģija, tad turpmākajos pētījuma posmos tiek padziļināti optimizēti katrs atsevišķs tehnoloģijas posms. Šajā ceturksnī tika pētīta Ultrafiltrācijas iekārtas ražības optimizēšana un pārbaudītas dažādas membrānu mazgāšanas metode, lai nodrošinātu membrānu ilgmūžību un efektivitāti.

Viena no galvenajām keramisko membrānu pozitīvajām iezīmēm ir to augstā ķīmiskā noturība pret dažādām virsmas aktīvajām vielām skābēm un bāzēm. Membrānas “Flux” ar viendabīgu digestāta filtrātu tika testētas pēc katras mazgāšanas cikla, kas tika izpildīts pēc katra filtrācijas perioda beigām. Filtrācijas perioda beigās tika noteiktas, balsoties uz iepriekšējo eksperimentu pieredzes.

Tabulā 1 ir aprakstītas mazgāšanas metodes un membrānas “Flux” jauna filtrācijas cikla sākumā. Pēc “Flux” izmaiņām var secināt, ka membrāna optimāli saglabā savu caurlaidības kapacitāti un to ir iespējams mazgāt gan ar skābi, gan ar virsmas aktīvajām vielām.

Tabula 1. Membrānas FLUX filtrācijas sākumā pēc dažādām mazgāšanas metodēm.

Nr.	Membrānas mazgāšanas procedūra/metode	Membrānas FLUX (l/h/m <sup>2</sup> )
1	Mehāniski tīru membrānu 1 h mērcē 10 % HCl šķ. un skalo ar tehnisko ūdeni	5.43
2	Skalo ar ūdeni no laboratorijas krāna	5.02
3	Mehāniski mazgā ar tehnisko ūdeni un sūkli + nejono VAV	5.28
4	Mērcē membrānu nejona VAV 1 % šķ un skalo ar lielu ūdens daudzumu.	5.11
5	Mehāniski tīru membrānu 1 h mērcē 10 % HCl šķ. un skalo ar tehnisko ūdeni.	5.46
6	Tikai mehāniski ar salveti notīra membrānas virsmu	4.40

Ne mazāk svarīgi ir tas, ka pēc dažādās membrānu mazgāšanas netika novērotas būtiskas izmaiņas UF permeāta kvalitātē, skatoties pēc  $\text{KSP}$  vērtības, un tā saglabājās robežās no 2120 – 2340  $\text{mgO}_2/\text{L}$ .

**Darbība 6.1 “Biogāzes ražošanas pilna cikla tehnoloģijas testēšana, kas ietver zāles biomasas, enzimatiskās hidrolīzes ražošanas atlikumu, tauku ķērāju tauku līdzfermentāciju un digestāta pilnīgu pārstrādi”, Eksperimentālā izstrādne.**

Aktivitātes ietvaros tika analizēta 50 l AF reaktora darbība. Ir gūtas atziņas par masas apmaiņas (maisīšanas) optimālo reglamentu, substrāta padeves mezgla maināmo parametru iestatījumiem, biogāzes sastāva mērījumu biežumu. Reaktors tika sagatavots nepieciešamajiem papildus eksperimentiem.

Sagatavoja:

Elvis Klaučāns (biotehnologs)

Ēriks Skripsts (vadošais pētnieks)