



I E G U L D Ī J U M S T A V Ā N Ā K O T N Ē

## Projekta progress pārskats par periodu 01.01.2018. - 31.03.2018.

<b>Aktivitāte:</b>	Darbības programmas "Izaugsme un nodarbinātība" 1.1.1. specifiskā atbalsta mērķa "Palielināt Latvijas zinātnisko institūciju pētnieciskāo un inovatīvo kapacitāti un spēju piesaistīt ārējo finansējumu, ieguldot cilvēkresursos un infrastruktūrā" 1.1.1.1. pasākums "Praktiskas ievirzes pētījumi".
<b>Projekta numurs:</b>	1.1.1.1/16/A/144
<b>Projekta nosaukums:</b>	Magnētiskā lauka ierosinātas maisīšanas ietekme uz biotehnoloģiskajiem procesiem
<b>Projekta īstenošanas vieta:</b>	Latvijas Valsts koksnes ķīmijas institūts, Fizikālās enerģētikas institūts, Rīgas Tehniskā universitāte
<b>Projekta zinātniskais vadītājs:</b>	Juris Vanags
<b>Sadarbības iestāde:</b>	Centrālā finanšu un līgumu aģentūra

**Projekts tiek īstenots ar Eiropas Reģionālās attīstības fonda finansiālu atbalstu**



## Magnētiskā lauka ierosinātas maisīšanas ietekme uz biotehnoloģiskajiem procesiem

**Projekta vispārīgais mērķis:** izpētīt magnētiskā lauka ierosinātas maisīšanas radītā lauka ietekmi uz mikroorganismu augšanu un biosintēzi.

**Projekta specifiskais mērķis:** pētījumu rezultātā noteikt magnētisko piedziņu pielietojamības robežas dažādiem steriliem biotehnoloģiskajiem procesiem.

Pēc projekta īstenošanas grafika pārskata periodā tiek turpināta sekojošas darbības:

2. Rotoru magnētiskā lauka ietekmes izvērtējums uz baktēriju, raugu un mikroaļģu kultivācijas procesiem laboratorijas bioreaktorā;
3. Magnētiskā lauka mērogošana laboratorijas bioreaktorā un to ietekme uz baktēriju, raugu un mikroaļģu kultivāciju

### 2. darbība. Rotoru magnētiskā lauka ietekmes izvērtējums uz baktēriju, raugu un mikroaļģu kultivācijas procesiem laboratorijas bioreaktorā

**Darbības mērķis:** Izvērtēt rotoru magnētiskā lauka ietekmi mikroorganismu (kā baktērijas, raugi, mikroaļģes vai citu kultūru) kultivācijas procesos.

**Izvirzītie uzdevumi mērķa sasniegšanai:**

- Eksperimentu veikšana ar pilnveidoto eksperimentālo iekārtu plāksņveida mikroreaktorā magnētiskā lauka ietekmes novērtēšanai;
- Eksperimentu veikšana ar jaudīgu motoru, lai noteiktu noraušanās spēkus viskozā vidē divu veidu turbīnām laboratorijas mēroga bioreaktorā;
- Literatūras un metodiskā apskata par zīdītājšūnu kultivēšanu magnētiskajā laukā gatavošana;
- Zīdītājšūnu pavairošana laboratorijas traukos;
- Bioreaktoru mērogošanas pētījumi;
- Ruštona tipa maisīšanas lāpstiņu ģeometrijas izmaiņu analīze uz maisīšanas procesa efektivitāti;
- Modelēšanas pētījumi skābekļa masas pārnese koeficienta novērtēšanai;
- Apskatraksta "Growing and Drying Spirulina/Arthrospira for Producing Food and Nutraceuticals: A Review" publicēšana;
- Zinātniskā raksta "Sunlight potential for microalgae cultivation in temperate-high latitude region" iesniegšana;
- Saņemts apstiprinājums nosūtītam kopsavilkumam konferencē.

### Rezultāti:

Eksperimentu veikšana ar pilnveidoto eksperimentālo iekārtu plāksņveida mikroreaktorā magnētiskā lauka ietekmes novērtēšanai.

Tiek veikti eksperimenti, mainot aerācijas ātrumu un veidu, siltuma izkliedes nodrošināšanas risinājumus u.c. Balstoties uz veiktajiem secinājumiem, elektromagnēts tika nomainīts pret magnētu sistēmu. Tiek turpināts darbs pie eksperimentu veikšanas.

Eksperimentu veikšana ar jaudīgu motoru, lai noteiktu noraušanās spēkus viskozā vidē divu veidu turbīnām laboratorijas mēroga bioreaktorā.

Tika veikti eksperimenti noraušanās spēku noteikšanas Ruštona un slīpajām turbīnām viskozā vidē. Lai rezultāti būtu neapstrīdami, tiek strādāts pie konceptuālās pieejas šīs problēmas risināšanai.

Literatūras un metodiskā apskata par zīdītājšūnu kultivēšanu magnētiskajā laukā gatavošana.

Literatūras apkopošana par populārākajām zīdītājšūnu kultūrām, kas tiek izmantotas rekombinanto proteīnu ražošanā. Zinātniskā raksta sagatavošana "The Effect of the Magnetic Field on Cell Cultures That are Widely Used for Recombinant Protein Production".

#### Zīdītājšūnu pavairošana laboratorijas traukos.

Īpaši zīdītājšūnām pielāgotā kultivēšanas iekārtā veikta eksperimentu sērija, kuras rezultātā iegūti aptuveni 26.4 miljoni FreeStyle CHO-S, 2.85 miljoni 3T3 fibroplastu un 0.6 miljoni D76 dermas šūnu, kas sasaldētas uzglabāšanai pie ultra-zemas temperatūras.

#### COMSOL Multiphysics® programmatūras pielietojums bioreaktora darbības modeļa izveidei.

Pilnveidota izpratne par modelēšanas precizitāti un iegūti precīzāki jaudas modelēšanas algoritmi. Rezultātā eksperimentālie dati relatīvi tuvu sakrīt ar modelētajiem datiem, t.i., izpildās nulles hipotēze, veicot T-testu.

Veikti mērogošanas pētījumi lielāka izmēra tvertnēm. Iegūts plūsmas, bīdes ātruma, jaudas un difuzivitātes sadalījums 4m<sup>3</sup> un 15m<sup>3</sup> reaktoriem ar 3-pakāpju Ruštona turbīnu.

Analizēta Ruštona tipa maisīšanas lāpstīņu ģeometrijas izmaiņu ietekme uz maisīšanas procesa efektivitāti. Ģeometrijas izmaiņas ietver apļveida caurumu, horizontālu/vertikālu šķēlumu un sietveida modifikācijas Ruštona tipa rotorā. Secināts, ka samazinot turbīnas darba virsmas laukumu, samazināts jaudas patēriņš, bet samaisīšanās laiks palielinās.

Uzsākti modelēšanas pētījumi pie skābekļa masas pārnese koeficienta novērtēšanas, t.i., tiek analizēta fluīda (šķīduma) dispersija pie dažādiem maisīšanas ātrumiem.

#### Metodikas izstrāde mikroaļģu kultivēšanai.

Izstrādāts mikroaļģu «*Arthospira Platensis*» tehniskais kultivēšanas risinājums un metodoloģija mikroaļģu skaitīšanai.

Publicēts zinātniskais raksts SCOPUS datu bāzes žurnālā: A.Stunda-Zujeva and K.Ruģele. "Growing and Drying Spirulina/Arthospira for Producing Food and Nutraceuticals: A Review". Key Engineering Materials, 2018, 762, 134-140.

Iesniegts zinātniskais raksts SCOPUS datu bāzes žurnālā "Agronomy Research", kura citēšanas indekss sasniedz vismaz 50% no nozares vidējā citēšanas indeksa: A.Stunda-Zujeva, Matiss Zuteris, Kristine Ruģele. Sunlight potential for microalgae cultivation in temperate-high latitude region.

#### Saņemts apstiprinājums nosūtītam kopsavilkumam konferencēi.

Līdz 01.06.2018. ir jāiesniedz publikāciju par tēmu: "Design of Magnetic Couplings for Bioreactors: Analytical Treatment and Optimization" daļībai starptautiskajā zinātniskajā konferencē: 20th European Conference on Power Electronics and Applications, 2018. September, Latvia, Riga.

### **3.darbība. Magnētiskā lauka mērogošana laboratorijas bioreaktorā un to ietekme uz baktēriju, raugu un mikroaļģu kultivāciju**

**Darbības mērķis:** Mērogot eksperimentus no standarta laboratorijas eksperimentiem uz laboratorijas bioreaktora izmēriem dažādām mikroorganismu kultūrām.

#### **Izvirzītie uzdevumi mērķa sasniegšanai:**

- Eksperimentu veikšana bioreaktoros ar diviem dažādiem maisītāju veidiem;
- Laboratorijas mēroga bioreaktora izveide ar standarta un magnētiskās piedziņas maisītāju;
- Eksperimentu sērijas uzsākšana divu veidu bioreaktoros;
- Magnētiski levitējošo gultņu konstruktīvo risinājumu izpēte.

### **Rezultāti**

#### Eksperimentu veikšana bioreaktoros ar diviem dažādiem maisītāju veidiem.

Tiek veikti eksperimenti laboratorijas mēroga bioreaktorā ar magnētiskās piedziņas maisītāju un standarta konfigurācijas maisītāju. Tiek veiktas šūnu dzīvotspējas noteikšanas analīzes. Tiek validēts šūnu dzīvotspējas noteikšanas sensors, kas spēj veikt rādījumus automātiski reālajā laikā, kā arī salīdzināti iegūtie dati ar manuāli paņemtajiem paraugiem un manuāli veiktajiem optiskā blīvuma mērījumiem.

### Elektromagnētiskās eksperimentālās iekārtas pilnveidošana

Lai noteiktu magnētiskā lauka ietekmi uz baktērijām, raugu un mikroaļģu kultivācijas procesiem biorektoros ar magnētiskajiem sajūgiem, tika izveidots elektromagnētiskais jūgs ar gaisa spraugu 6 mm, kurā tika ievietots laboratoriskais plāksņveida mikroreaktors. Ņemot vērā to, ka elektromagnēta spolēs pievadītais līdzstrāvas blīvums ir  $3,3 \text{ A/mm}^2$ , tad eksperimenta laikā elektromagnēta spole sāka silt, vienlaicīgi sildot arī magnētisko jūgu un plāksņveida mikroreaktoru. Lai izvairītos no mikroreaktora papildus silšanas, elektromagnētiskais jūgs tika aizstāts ar magnētisko jūgu, izmantojot četrus augsti enerģētiskos NdFeB magnētus, tips N52, izmēri  $1 \times 1/2 \times 1/4$  collas.

### 2D un 3D modeļu izstrāde $1 \text{ m}^3$ bioreaktorām.

Tika izstrādāti un salīdzināti 2D un 3D sajūgu matemātiskie modeļi  $1 \text{ L}^3$  bioreaktorām. Tiek veikta iegūto rezultātu salīdzināšana (kritiskais moments, magnētiskā lauka intensitāte un indukcija).

### Magnētiski levitējošo gultņu 2D modeļu pētījumi.

Tiek pētīti, sagatavoti un kombinēti magnētiski levitējošo gultņu 2D modeļi ar dažādiem pastāvīgajiem magnētiem, ar mērķi noteikt to radītos spēkus, lai izvērtētu iespējamību izveidot magnētisko sajūgu bez cirkonija buksēm, kas būtiski uzlabotu biorektora sterilizācijas procesu un samazinātu mehāniskās berzes radītos momentus, vienlaicīgi paaugstinot magnētiskā sajūga īpatnējo momentu.

## **Sapulces par projekta darba uzdevumiem un progresu**

Projekta progress uzraudzībai un informācijas apmaiņai starp visiem projekta partneriem, pārskata periodā tika noturētas divas sapulces, kurās piedalījās pārstāvji no katra sadarbības partnera. Sapulces tika noturētas sekojošos datumos:

- 2018.gada 15.janvārī;
- 2018.gada 14.martā.

Pārskats sagatavots un ievietots mājas lapā 2018.gada 29.martā.