

## RAPORT DE ACTIVITATE

### - Sintează -

#### **Etapa I / 2014**

#### **Analiza și dezvoltarea de modele de bioprocese pentru industria alimentară și tratarea apelor uzate. Validarea și testarea modelelor prin simulare**

Proiectul ADCOSBIO urmărește aplicarea unor rezultate ale cercetării la bioprocese din industria alimentară, în special din panificație, dar și la procesele de tratare a apelor reziduale provenite din această industrie. Modelarea și conducerea bioprocесelor pot fi realizate cu succes prin abordări inter-disciplinare din domeniile automatizării, biochimiei și tehnologiei informației. Bioprocесele sunt sisteme neliniare complexe, caracterizate prin incertitudini de modelare, interconexiuni, întârzieri și absența unor senzori ieftini și fiabili. În cadrul proiectului sunt exploatate aceste abordări interdisciplinare în scopul dezvoltării unor sisteme de identificare și conducere avansată.

Obiectivele de cercetare principale ale proiectului ADCOSBIO pe toată perioada de derulare sunt următoarele:

1. Analiza și modelarea unor procese din industria alimentară;
2. Dezvoltarea de noi tehnici de identificare și estimare a bioprocесelor;
3. Proiectarea de tehnici avansate de conducere pentru trei clase de bioprocесe;
4. Implementarea de sisteme avansate de conducere pentru procese din industria alimentară.

**În prima etapă a proiectului, derulată în anul 2014**, au fost realizate cercetări care vizează în special primele două obiective, prin activități de cercetare specifice, conform planului de realizare a proiectului.

#### **Activitatea I.1**

Modelarea proceselor de fermentație a drojdiilor prin metode clasice, bond graph și abordări calitative. Modelarea altor tipuri de procese de fermentație din industria alimentară.

##### *Rezultate obținute:*

- Modele ale procesului de fermentație a drojdiei;
- Modele ale procesului de fermentație alcoolică;
- Modelul unui proces de sinteză a enzimelor;
- Metodologie de modelare a bioprocесelor din industria alimentară (Raport științific).

### **Activitatea I.2**

Analiza proceselor de tratare a apelor reziduale (nămol activ). Dezvoltarea de noi modele pentru bioprocese cu propagare și cu recirculare.

*Rezultate obținute:*

- Modele simplificate ale procesului aerob de tratare a resturilor organice cu nămol activ;
- Modele aproximative pentru bioprocese desfășurate în bioreactoare cu propagare;
- Modelul unui proces de depoluare bio-electrochimic, cu recirculare;
- Modele ale proceselor de tratare a apelor reziduale (Raport științific).

### **Activitatea I.3**

Analiză și comparații ale modelelor de bioprocese prin simulare, utilizând mediile de programare disponibile: Matlab / Simulink, 20sim.

*Rezultate obținute:*

- Instrumente software pentru modelarea și simularea bioprocесelor (în mediile Matlab, 20sim, SIMBA).

### **Activitatea I.4**

Colectarea și analiza datelor de la procesele din industria alimentară. Metode de analiză. Preprocesarea datelor în vederea efectuării de teste și comparații.

*Rezultate obținute:*

- Documentație tehnică privind analiza de proces – fluxuri tehnologice la procesele industriale de la Partenerul P1 (Raport științific).

### **Activitatea I.5**

Tehnici de identificare inovative pentru bioprocese. Analiza metodelor existente. Comparații și studii de caz.

*Rezultate obținute:*

- Tehnici de identificare pentru bioprocese (Raport științific).

### **Activitatea I.6**

Diseminarea rezultatelor cercetării.

*Rezultate obținute:*

- Publicarea a trei articole în reviste de specialitate cotate ISI: *Asian Journal of Control* (Wiley) [Pet14a], *Biochemical Engineering Journal* (Elsevier) [Sel14a], *BioMed Research International* [Sel14b];

- Participarea cu 5 lucrări la manifestări științifice de prestigiu: *ICSTCC 2014 - International Conference on System Theory, Control and Computing*, indexată IEEE Xplore și în curs de indexare ISI Proc. [Luc14], [Pet14b], [Pre14b]; *IEEE Multi-Conference on Systems and Control*, conferință de prim rang IEEE Control Systems Society, indexată IEEE Xplore, ISI Proc. [Pre14a], și *Workshop-ul Optimization based Control and Estimation* (ale cărui lucrări se vor constitui într-un volum Springer) [Șen14].

## Publicații

- [Luc14] Luca L., Barbu M., Caraman S., „Modelling and performance analysis of an urban wastewater treatment plant”, *Proc. of 18th Int. Conf. on System Theory, Control & Computing ICSTCC*, 2014, Romania, pp. 285-290.
- [Pet14a] Petre E., Tebbani S., Selișteanu D., „Robust-Adaptive Control Strategies for a Time Delay Bioelectrochemical Process Using Interval Observers”, *Asian Journal of Control*, Wiley, 17, (6), pp. 1-12, Nov. 2015, Publ. online Sept. 2014, [Impact factor IF = 1.411].
- [Pet14b] Petre E., Selișteanu D., „A Robust-Adaptive Control Strategy for a Continuous Alcoholic Fermentation Process”, *Proc. of 18th Int. Conf. System Theory, Control & Computing ICSTCC*, 2014, Romania, pp. 430-435.
- [Pre14a] Precup R.E., Petriu E.M., Fedorovici L.O., Rădac M.B., Drăgan F., „Multi-Robot Charged System Search-Based Optimal Path Planning in Static Environments”, *Proc. of IEEE Multi-Conf. on Systems & Control, Int. Symp. on Intelligent Control (ISIC)*, 2014, France, pp. 1912-1917.
- [Pre14b] Precup R.E., Bota D.C., Dragoș C.A., Stînean A.I., Preitl Ș., Rădac M.B., „Frequency Domain Design of Fractional Order PI Controllers for Lambda Control”, *Proc. of 18th Int. Conf. on System Theory, Control & Computing ICSTCC*, 2014, Sinaia, Romania, pp. 658-653.
- [Sel14a] Selișteanu D., Tebbani S., Roman M., Petre E., Georgeanu V., „Microbial production of enzymes: Nonlinear state and kinetic reaction rates estimation”, *Biochemical Engineering Journal*, Elsevier, 91, pp. 23-36, 2014, [Impact factor IF = 2.368].
- [Sel14b] Selișteanu D., Șendrescu D., Georgeanu V., Roman M., „Mammalian cell culture process for monoclonal antibody production: nonlinear modelling and parameter estimation”, *BioMed Research International*, 2014, accepted, [Impact factor IF = 2.706].
- [Șen14] Șendrescu D., Tebbani S., Selișteanu D., Bioprocesses parameter estimation by heuristic optimization techniques, *2<sup>nd</sup> Workshop on Optimization based Control and Estimation*, November 2014, SUPELEC, France.

## Concluzii

Obiectivele de cercetare din prima etapă de derulare a proiectului au fost realizate. Rezultatele cercetării constau în: obținerea de modele ale proceselor de fermentație din industria alimentară și ale proceselor de tratare a apelor reziduale, realizarea unei metodologii de modelare a bioprocесelor, proiectarea și utilizarea unor instrumente software pentru modelare și simulare, analiză de proces, analiza tehnicilor de identificare a bioprocесelor. Au fost elaborate rapoarte științifice, iar rezultatele cercetării au fost diseminate prin publicarea de lucrări științifice (3 în reviste indexate ISI și 5 prezentate la conferințe). Pe baza rezultatelor privind modelarea și identificarea din prima etapă, în anii următori vor fi dezvoltate tehnici de conducere avansată pentru procese, în diverse structuri de sisteme de conducere. Sunt vizate în principal trei procese: procesul de producere a pâinii, măcinarea grâului / procesarea făinii și respectiv bioprocесul de tratare a apelor reziduale provenite din industria alimentară.