

SHORT COMMUNICATION

## STUDY CONCERNING THE PRODUCTION OF BIOMASS PROTEIN BY VALORISATION OF BY-PRODUCTS FROM THE DAIRY INDUSTRY

## ETUDE CONCERNANT L'OBTENTION DE BIOMASSE PROTEIQUE PAR VALORISATION DES SOUS-PRODUITS DE L'INDUSTRIE LAITIÈRE

Luminița Grosu<sup>\*</sup>, Irina-Claudia Alexa, Oana-Irina Patriciu

*“Vasile Alecsandri” University of Bacău, Faculty of Engineering,  
Department of Chemical and Food Engineering, 157, Calea Marasesti,  
Bacău, 600115, Romania*

\*Corresponding author: [lumig@ub.ro](mailto:lumig@ub.ro)

Received: May, 29, 2015

Accepted: June, 29, 2015

**Abstract:** The development of the food industry ensures the necessary protein for the population and in this perspective the valorisation of by-products from the dairy industry (whey and buttermilk) can be a solution in this direction. Whey is a very important substrate for the biosynthesis of single cell protein by its lactose content which is the main source of fermentable substrate for yeasts.

As part of our research, the biomass protein was obtained using whey as source of lactose and other sugars and yeast strains of *Candida utilis*. The modelling program used is 2<sup>nd</sup> order system centred with three variables: amount of sugar, amount of nitrogen and quantity of phosphorus. The following parameters have been pursued: biomass content, yield of sugar consumption and protein content. The process conditions are influenced by the addition of different nutrients.

**Keywords:** *biomass protein, Candida utilis, dairy industry, modelling program, whey*

## INTRODUCTION

Le développement de l'industrie alimentaire permet d'assurer le nécessaire de protéines pour la population et dans cette perspective la valorisation des sous-produits issue de l'industrie laitière (petit-lait et babeurre) peut représenter une solution dans cette direction [1 – 3].

Le petit-lait a une valeur nutritive importante car il contient appréciables quantités de lactose, protéines, acides organiques, graisses, vitamines et minéraux. Il représente un substrat très important pour la biosynthèse de la protéine monocellulaire par son contenu en lactose qui constitue la source principale de substrat fermentescible pour les levures. Dans la littérature, différentes espèces de levures ont été testées: *Kluyveromyces fragilis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Candida pseudotropicalis*, *Candida utilis*, *Torulopsis sphaerica*, *Torula lactose* [4 – 6].

*Kluyveromyces marxianus* est la seule souche utilisée pour la production de biomasse protéique à partir de petit-lait à une échelle commerciale [7].

Dans le cadre de notre recherche, des fourrages protéiques ont été obtenus en utilisant le lactose et les autres sucres du petit-lait et des souches de levure de l'espèce *Candida utilis*.

## MATERIAUX ET METHODES

Dans cette étude a été utilisé du petit-lait provenant de l'industrie laitière de la région Târgu-Neamț (Roumanie). Sa composition chimique a été premièrement analysée (le contenu en lactose est compris entre 4,5-5,5 % et les protéines ne dépassant pas 1,12 %). Par la suite, le petit-lait a été soumis à la fermentation en présence des souches de levure de *Candida utilis*.

Comme nutriments inorganiques pour la fermentation des sucres ont été utilisés : KCl ( $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  ( $1 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ),  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ( $1,10 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) et  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$  ( $420 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

La fermentation a été conduite à  $37^\circ\text{C}$  et le pH a été maintenu constant à une valeur de 4,5 à l'aide du  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Le processus a été considéré terminé lorsque la concentration des sucres existants dans le milieu de culture est restée constante, à une valeur de  $2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ .

Le programme de modélisation utilisé a été de type système centré rotateur de 2<sup>ème</sup> ordre avec trois variables: la quantité du sucre ( $18\text{-}26 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), de l'azote ( $900\text{-}1300 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) et du phosphore ( $360\text{-}440 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ).

Les conditions expérimentales de l'étude sont présentées dans le Tableau 1.

**Tableau 1. Conditions expérimentales**

Variables indépendantes	$x_i$	Valeurs codifiées					
		-1	-0,5	0	0,5	1	$\Delta x$
		Valeurs réelles					
Quantité du sucre [ $\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ]	$x_1$	18	20	22	24	26	2
Quantité de l'azote [ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ]	$x_2$	900	1000	1100	1200	1300	100
Quantité du phosphore [ $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ]	$x_3$	360	380	400	420	440	20

## RESULTATS ET DISCUSSION

Pour déterminer l'influence de la levure *Candida utilis*, les caractéristiques suivantes ont été poursuivies :

- $y_1$  - teneur en biomasse (déterminée par centrifugation à 1000 rotations/minute pendant 15 minutes) ;
- $y_2$  - teneur en protéines (par la détermination de l'azote protéique) ;
- $y_3$  - rendement d'utilisation des sucres.

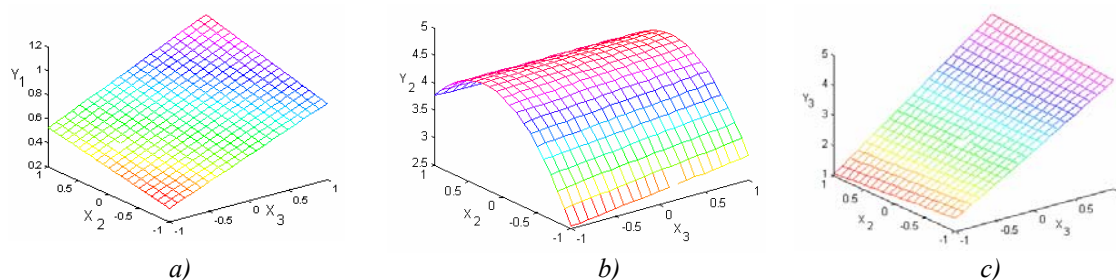
Les équations de régression dérivées à partir de l'équation générale (1) figurent dans le Tableau 2 :

$$y = b_0 + \sum b_i x_i + \sum b_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

**Tableau 2.** Equations de régression pour les variables dépendantes à la fermentation du petit-lait en présence de *Candida utilis*

Variables dépendantes ( $y_i$ )	Equations de régression
Teneur en biomasse ( $y_1$ )	$y_1 = 0,7 + 0,083x_1 + 0,125x_2 + 0,28x_3 + 0,0125x_1x_2 - 0,037x_1x_3 + 0,018x_2x_3$
Teneur en protéines ( $y_2$ )	$y_2 = 4,4 - 1,25x_1 + 0,50x_2 + 0,08x_3 - 0,125x_1x_2 + 0,25x_1x_3 - 0,125x_2x_3$
Rendement d'utilisation des sucres ( $y_3$ )	$y_3 = 3,0 + 0,205x_1 - 1,06x_2 + 2,82x_3 - 0,18x_1x_2 + 0,18x_1x_3 + 0,18x_2x_3$

Pour interpréter les résultats de l'étude, la méthode graphique a été choisie, celle-ci exprimant la corrélation existante entre les variables dépendantes ( $y_1$ ,  $y_2$  et  $y_3$ ) et celles indépendantes ( $x_2$ ,  $x_3$ ) lorsque la teneur en sucre ( $x_1$ ) est maintenue constante à  $22 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ .



**Figure 1.** Influence de la quantité d'azote et du phosphore sur :

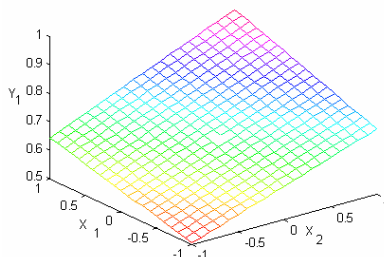
a) la teneur en biomasse; b) la teneur en protéines; c) le rendement d'utilisation des sucres

Comme l'indique le graphique a) de la Figure 1, la teneur en biomasse est réduite si  $x_2$  et  $x_3$  sont à des valeurs minimales.

La teneur en protéines ( $y_2$ ) peut accéder au maximum dans les conditions suivantes: la teneur en azote est de  $900 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$  et la quantité de phosphore est de  $360 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ .

Le rendement d'utilisation des sucres dépend de la teneur en azote et en phosphore (il augmente si la consommation d'azote et de phosphore ne soit pas réduite au dessous de la valeur centrée).

La Figure 2 montre une dépendance entre la teneur en biomasse et la quantité d'azote et de sucres lorsque la quantité de phosphore ( $x_3$ ) est gardée constante ( $400 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Une teneur en biomasse de  $1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  est possible si l'addition de sucres dans le système ne dépasse pas  $20 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ .



**Figure 2.** Influence de la quantité d'azote et de sucres sur la teneur en biomasse

## CONCLUSION

Cette étude permet d'obtenir des fourrages protéiques en utilisant le lactose provenant du petit-lait et des souches de levure de l'espèce *Candida utilis*.

Les analyses préliminaires des fourrages obtenus montrent que la teneur en biomasse, la teneur en protéines et le rendement d'utilisation des sucres sont en étroite corrélation avec la variation des paramètres prévus dans la modélisation du processus : la quantité du sucre, de l'azote et du phosphore.

Les recherches sont en cours pour confirmer les paramètres des expériences menées et pour optimiser le processus d'obtention de biomasse protéique par valorisation du petit-lait.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Florea, D., Vamanu, A., Popa, O.: *Drojdii. Biotehnologii clasice și moderne*, Ed. Ars Docenti, București, **2002**;
2. Banu, C., Butu, N., Sahleanu, V., Rășmeriță, D., Stoicescu, A., Hopulele, T.: *Biotehnologii în industria alimentară*, Ed. Tehnică, București, **2000**;
3. Macoveanu, M.: *Metode și tehnici de evaluare a impactului ecologic*, Ed. Ecozone, Iași, **2003**;
4. De Palma Revillion, J.P., Brandelli, A., Záchia Ayub, M.A.: Production of yeast extract from whey using *Kluyveromyces marxianus*, *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **2003**, 46 (1), 121-128;
5. Anvari, M., Khayati, G.: Submerged Yeast Fermentation of Cheese Whey for Protein Production and Nutritional Profile Analysis, *Advance Journal of Food Science and Technology*, **2011**, 3 (2), 122-126;
6. Bekatorou, A., Psarianos, C., Koutinas, A.A.: Production of Food Grade Yeasts, *Food Technology and Biotechnology*, **2006**, 44 (3), 407-415;
7. Parrondo, J., García, L.A., Díaz, M.: Nutrient balance and metabolic analysis in a *Kluyveromyces marxianus* fermentation with lactose-added whey, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, **2009**, 26 (3), 445-456.