

La fermentation du lactosérum par le "Saccharomyces cerevisiae" pour la fabrication d'un produit riche en protéine / C. Hilan, A. el Haiby et R. el Hajj. — Extrait de : Annales de recherche scientifique. — N° 2 (2000), pp. 59-68.

Bibliographie. Tableaux.

I. Produits laitiers. II. Produits du lactose — Liban.

Haiby, A. el. — Hajj, R. el

PER L1049 / FA76633P

LA FERMENTATION DU LACTOSERUM PAR LE "SACCHAROMYCES CEREVISEAE" POUR LA FABRICATION D'UN PRODUIT RICHE EN PROTÉINE

C. HILAN¹, A. EL HAIBY²,
R. EL HAJJ¹

¹Institut de Recherche Agronomique,
Laboratoire de Fanar.

²Université Saint-Esprit de Kaslik. Faculté
des Sciences Agronomiques,
B.P.446, Jounieh, Liban.

RÉSUMÉ

*Le lactosérum est un sous produit rejeté dans la plupart des entreprises de transformation laitière du Liban. Dans le but de l'utiliser comme aliment non-traditionnel pour le bétail, il a été fermenté par le *Saccharomyces cerevisiae*. La croissance de cette levure nécessite l'ajout d'une enzyme, la lactase, qui hydrolyse entièrement le lactose, constituant essentiel du lactosérum. Le produit final obtenu est crémeux, riche en protéine; il peut être déshydraté et utilisé comme supplément d'aliment.*

Cinq taux d'inoculum ont été choisis: 0,5; 1; 2; 4 et 8%, et les variations au niveau de chaque processus de fermentation ont été étudiées de point de vue: nombre de levures, pH, durée de la fermentation et matière sèche.

Plusieurs expériences ont été effectuées pour vérifier et contrôler le processus de la fermentation au niveau de chaque taux d'inoculum choisi; à savoir la quantité, et le nombre de levures produites en fonction de la durée de fermentation. Un contrôle microbiologique a été exécuté auparavant. Les résultats obtenus sont les suivants:

- *le lactose est réduit à l'état de trace grâce à son hydrolyse par la lactase, puis son utilisation par la levure. Ceci a facilité la croissance des levures.*
- *les formules recommandées pour la préparation des protéines à partir du lactosérum sont les suivants:*

Avec 5 g de levures dans un litre de lactosérum, 11,38 g de matière sèche sont produit après 22 heures d'incubation; ou bien avec 10 g de levures dans 1 litre de lactosérum, 17,26 g de matière sèche sont produits après 18 heures d'incubation, le taux de protéine étant 47 et 49,87% respectivement. L'analyse des protéines produites a montré la présence de quinze acides aminés dont la lysine avec un taux supérieur à 8%.

*Ainsi, le produit obtenu par la fermentation du lactosérum par le *Saccharomyces cerevisiae* peut être utilisé comme supplément d'aliment pour le bétail et surtout pour la production laitière.*

INTRODUCTION

Le lactosérum est un sous produit des industries laitières. Il est largement utilisé dans l'alimentation des porcs. Mais, dans les pays où cet élevage n'est pas bien développé, comme le Liban, il est rejeté dans la nature causant une pollution de l'environnement.

La production laitière annuelle au Liban dépasse 180 mille tonnes (FAO, 1996), dont la moitié est utilisée pour la fabrication fromagère. Ainsi, plus de 45 mille tonnes de lactosérum sont produites et rejetées, sans prendre en considération l'intérêt de leur utilisation dans la fabrication des suppléments d'aliments servant à pallier l'alimentation des ruminants souvent déficitaire.

Une des principales contraintes qui s'opposent au développement des ressources animales au Liban est le problème de nutrition du bétail (Sleiman *et al.*, 1984). Les espaces verts de pâturage sont limités. L'alimentation est déséquilibrée et déficitaire en micro-éléments essentiels. L'apport d'aliment importé, complet ou supplémenté est onéreux et augmente trop les coûts de la production.

C'est pourquoi, il serait fort intéressant de faire des recherches sur la préparation des aliments non conventionnels à partir d'un sous produit dont les valeurs nutritionnelles après transformation sont mal connues.

Par ailleurs, la non-utilisation du lactosérum, sous produit laitier, entraîne des problèmes d'ordre économique et environnemental.

- Du point de vue économique, il faut profiter de ce sous produit qui contient du lactose et des protéines résiduelles (Luquet, 1990).
- Du point de vue environnemental, au lieu de le rejeter dans les cours d'eau, causant des problèmes de contamination bactérienne, il peut être stérilisé et réutilisé (Gillies, 1974).

Ainsi, cette recherche vise à fermenter le lactosérum par le “*Saccharomyces cerevisiae*”, qui est un champignon unicellulaire, il a une potentialité fermentaire élevée, et il se caractérise par sa forme ellipsoïdale et disposée en courte chaîne (Walker, 1998)”; en lui ajoutant une enzyme, la lactase, pour hydrolyser le lactose.

L'objectif de l'étude est d'obtenir un produit riche en protéine et de déterminer sa composition en acides aminés qui pourraient influencer la production du bétail en viande ou en lait.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le lactosérum utilisé, a été collecté de trois industries laitières, “Hawa, Alam, et Hajj”, sa composition et sa qualité hygiénique ont été déterminées.

La fermentation s'est déroulée à l'aide d'un fermenteur artisanal préparé à l'Institut de Recherche Agronomique à Fanar par de petits matériels rassemblés tels que: un ballon en verre de capacité 5 l, un compresseur à air, un incubateur réglé entre 30 à 35 °C, un agitateur magnétique avec un barreau aimanté, et un filtre antibactérien.

Après une pasteurisation à 80 °C pendant 15 min des échantillons, le lactosérum est refroidi jusqu'à 35 °C pour éviter un choc thermique des levures. Avant le déroulement de la fermentation, 20 ml de lactase sont ajoutées au lactosérum pour hydrolyser le lactose en glucose et galactose (Duraud *et al.*, 1983).

Différents taux d'inoculum sont utilisés: 0,5; 1; 2; 4 et 8%, pour comparer l'évolution du nombre de levures, le temps de la fermentation et le pourcentage de protéine obtenue. Après, la culture du *Saccharomyces cerevisiae* à 30 °C (Barnett *et al.*, 1983), un contrôle continu du pH, température, aération et agitation est effectué, ainsi qu'un comptage de levures tout au long de la fermentation.

A la fin de la fermentation, l'extrait est centrifugé pendant 20 min à 3000 trs/min, puis une analyse du lactose est effectuée pour vérifier son évolution.

La crème obtenue est séchée à 100 °C pendant 24 heures. Le produit est homogénéisé, et la poudre est analysée pour déterminer sa teneur en protéines et acides aminés.

La méthode adoptée pour l'analyse de protéine est celle de Kjeldahl, qui consiste à libérer l'azote protéique, à le chiffrer et à multiplier sa valeur par un facteur de conversion généralement égal à 6,25 (AFNOR, 1993).

Le principe de la méthode de l'analyse des acides aminés, consiste à hydrolyser les protéines dans le produit et les transformer en acides aminés libres de poids moléculaires connus (Condon, 1986).

RÉSULTATS ET DISCUSSION

La composition du lactosérum des 3 industries ne présente aucune variation significative de point de vue teneur en lactose, protéines et lipides (tableau 1).

Tab. 1: Caractéristiques physico-chimiques du lactosérum pris des 3 industries laitières.

| Composition | Industries | | |
|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | HAWA | ALAM | HAJJ |
| Lactose g/l | 60 | 60 | 62,5 |
| protéines g/l | 10,5 | 10,7 | 11,2 |
| lipides g/l | 2,5 | 2,7 | 2,75 |
| pH | 6,15 | 6,04 | 5,9 |
| Coloration | blanc-crème | blanc clair | blanc clair |

Le tableau 2 résume les résultats de l'analyse microbiologique effectuée avant et après la pasteurisation afin de s'assurer que le lactosérum n'est pas contaminé.

Tab. 2: Comparaison de la qualité microbiologique du lactosérum, avant et après la pasteurisation.

| Bactéries | Industries | | | | | |
|------------------------------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | HAWA | | ALAM | | HAJJ | |
| Pasteurisation | Avant | Après | Avant | Après | Avant | Après |
| Salmonelles | - | - | - | - | - | - |
| <i>Staphylocoques aureus</i> | + | - | + | - | ++ | - |
| Coliformes fécaux | - | - | - | - | - | - |
| Micro-organismes mésophiles | ++ | - | +++ | - | +++ | - |

- : Résultats négatifs

+ : Bactéries peu développées

++ : Bactéries moyennement développées

+++ : Bactéries très développées

L'effet de l'utilisation des différents taux d'inoculum au cours de la fermentation est montré dans le tableau 3.

Tab. 3: Variations de la fermentation par rapport aux différents taux d'inoculum utilisés.

| Etapas de la fermentation | Concentration d'inoculum % | | | | |
|---|----------------------------|---------|-------|-------|-------|
| | 0,50 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| Quantité du lactosérum en litre | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Température en °C | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| pH au départ | 6,09 | 6 | 6,1 | 6,04 | 5,9 |
| pH à la fin | 5.02 | 4.65 | 5.06 | 4 | 4 |
| Quantité du lactase utilisée en ml | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Lactose au départ en g/l | 62,5 | 60 | 60 | 60 | 62 |
| Lactose à la fin | trace | - trace | trace | trace | trace |
| Nombre de levure au départ x10 ⁶ | 2 | 4 | 6.5 | 20 | 400 |
| Nombre de levure à la fin x10 ⁹ | 5 | 9 | 10 | 30 | 10 |
| Temps de la fermentation en heure | 22 | 18 | 17 | 16 | 14 |

Le tableau 3 montre la variation du pH, du lactose et du nombre de levures, ainsi que le temps de la fermentation pour chaque taux d'inoculum. Le nombre de levures augmente en fonction du taux d'inoculum utilisé, mais le temps de la fermentation diminue progressivement comme le montre la figure 1.

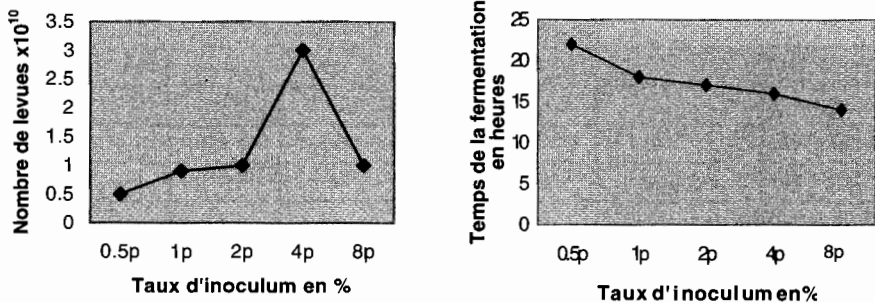


Fig.1: Évolution du temps et du nombre de levures selon le taux d'inoculum utilisé.

La figure 1 montre la variation du nombre de levures et la durée de la fermentation en fonction des taux d'inoculum utilisés, de 0,5 à 8%. La fermentation avec le taux de 8% s'est accompagnée par une diminution du nombre de levures.

- La matière sèche obtenue après la déshydratation est indiquée dans le tableau 4.

Tab. 4: Variation de la matière sèche selon la quantité d'inoculum utilisé.

| matière sèche | Concentration d'inoculum % | | | | |
|---|----------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | 0,50 | 1 | 2 | 4 | 8 |
| Quantité de levure lyophilisée utilisée en g/l | 5 | 10 | 20 | 40 | 80 |
| Quantité de levure lyophilisée utilisée en g/3l | 15 | 30 | 60 | 120 | 240 |
| Poids totale de la crème en g/3l | 116,22 | 174,99 | 287,54 | 536,33 | 907,41 |
| Temps de déshydratation | 16 Heures | | | | |
| Matière sèche après la fermentation en g/3l | 34,14 | 51,77 | 83,58 | 157,54 | 266,55 |
| Matière sèche en g/l de lactosérum | 11,38 | 17,26 | 27,86 | 52,51 | 88,25 |

Le pourcentage de la matière sèche diminue avec l'augmentation du taux d'inoculum comme le montre le graphe ci-dessous.

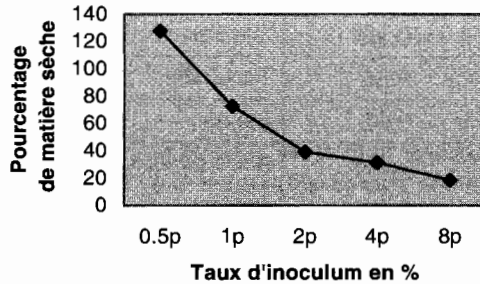


Fig. 2: Evolution de la matière sèche en fonction du taux d'inoculum

- La teneur en protéine du produit final séché et homogénéisé est représenté dans le tableau 5

Tab. 5: Pourcentages des protéines en fonction des taux d'inoculum utilisés.

| Quantité d'inoculum % | % de protéine |
|-----------------------|---------------|
| 0,50 | 47 |
| 1 | 49,77 |
| 2 | 48,70 |
| 4 | 47,67 |
| 8 | 19,8 |

Les pourcentages des protéines obtenues varient très peu, sauf pour le taux de 8% où la fermentation a été insuffisante.

Les résultats de l'analyse des acides aminés sont montrés dans le tableau 6. Le pourcentage de lysine est supérieur à 8%, ce qui confirme la conclusion faite par (Veisseyer, 1975). Alors, le produit obtenu est recommandé pour l'alimentation des ruminants, surtout pour les animaux destinés à la production laitière. La lysine est un acide aminé essentiel pour les ruminants, mais il est souvent déficitaire dans leur nutrition. Les deux analyses du produit indiquent qu'il n'y a pas des variations significatives entre les acides aminés obtenus.

Tab. 6: Détermination des acides aminés

| Analyse 1 | | Analyse 2 | |
|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| Acides aminés | Pourcentage | Acides aminés | Pourcentage |
| Cystine | 0,22 | Cystine | 0,22 |
| Thréonine | 0,86 | Thréonine | 0,81 |
| Sérine | 0,92 | Sérine | 0,98 |
| Acide glutanique | traces | Acide glutanique | traces |
| Proline | 0,11 | Proline | 0,12 |
| Méthionine | traces | Méthionine | traces |
| Glycine | 0,82 | Glycine | 0,82 |
| Alanine | 1,3 | Alanine | 1,32 |
| Valine | 1,32 | Valine | 1,32 |
| Isoleucine | 1,14 | Isoleucine | 1,18 |
| leucine | 1,8 | leucine | 1,85 |
| Tyrosine | 1,06 | Tyrosine | 1 |
| Phénylalanine | 1,44 | Phénylalanine | 1,4 |
| Lysine | 2,28 | Lysine | 2,2 |
| Histidine | 0,84 | Histidine | 0,84 |
| Arginine | 1,64 | Arginine | 1,58 |

CONCLUSION

L'alimentation animale au Liban est toujours déficitaire en protéines et surtout en acides aminés de haute valeur. Il serait alors fort intéressant de transformer un sous produit rejeté des usines laitières, le lactosérum, en aliment bien digestible pour le bétail.

Les résultats ont montré que les taux d'inoculum utilisés sont en corrélation positive avec la durée de la fermentation, le nombre de levures, et la quantité de matière sèche produite. Mais, pour les mêmes taux, il y a une corrélation négative, entre la quantité et le pourcentage de la production de matière sèche.

Les deux formules obtenues économiques et intéressantes du point de vue production de protéines brutes et durée d'incubation, sont celles de 0,5 et 1% de taux d'inoculum, dont la production en matière sèche est de 11,38 g/l et 17,26 g/l, et le pourcentage en protéine est de 47 et 49,77% respectivement.

Par ailleurs, la présence des acides aminés dans les protéines produites, justifie son utilisation comme aliment pour les animaux à production laitière, et ceci grâce à la présence d'un taux supérieur à 8% de lysine.

Enfin, la préparation d'un tel produit de grande digestibilité est efficace pour l'alimentation des ruminants, il assure une source d'alimentation animale de grande valeur, sans tenir compte de la matière première utilisée qui est le lactosérum rejeté et le *Saccharomyces cereviseae* de très bon marché.

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR (Association Française des Normes), 1993. Recueil des normes Françaises, Contrôle de la qualité des produits alimentaires, lait et produit - laitier, 4^{ème} édition, 300 p.
- BARNETT J.A., PAYNE R.W., YARROW D., 1983. Yeasts, characteristics and identification, Cambridge University Press, 811 p.
- CONDON G.D., 1986. Amino Acid Analysis, Theory and laboratory techniques, Hand book, LKB Biochrom, Cambridge Science Park England, 168 p.
- DURAUD G., MORSAN P., AVIRON-VIOLET P.E., 1982. Les enzymes, production et utilisation industrielles, Gauthier Villans, Bordas, Paris, 352 p.
- FAO, 1996. Annuaire de production, vol.50, Rome-Italy, 235 p.
- GILLIES M.T., 1974. Whey processing and utilization, economic and technical aspects, Park-Ridge, London, 210 p.
- LUQUET F.M., 1990. Lait et produit laitier, vache – brebis – chèvre, Les produits laitiers transformation et technologie, Tome 2, 2^{ème} édition, Tec et Doc, Lavoisier, Apria, Paris, 637 p.
- SLEIMAN F.T., DAGHER N.J., & SAOUD, 1984. Encyclopedia of animal production in Lebanon, Arab center for studies in Arid and dry lands and the arab organization for agriculture development, 156 p.
- VEISSEYER R., 1975. Technologie du lait, constitution, récolte, traitement et transformation du lait, 3^{ème} édition, La maison rustique, Paris, 714 p.
- WALKER, GRAEME M., 1998. Yeast physiology and biotechnology, John Willey & Sons LTD, 350 p.