

NOTE

ÉTUDE DES MODIFICATIONS DU COMPORTEMENT ÉLECTROPHORÉTIQUE DES PROTÉINES DE L'ALBUMEN AU COURS DE LA CONSERVATION DES ŒUFS DE POULE

G. CROIZIER et B. SAUVEUR

*Station de Recherches avicoles,
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas
Institut national de la Recherche agronomique*

INTRODUCTION

Au cours de la conservation des œufs, l'albumen est le siège de modifications physico-chimiques. Celles-ci se traduisent par sa liquéfaction progressive préjudiciable à la qualité marchande de l'œuf. Plusieurs auteurs ont relié ces changements de structure à des altérations des protéines du blanc (FEENEY et *al.*, 1952, EVANS et *al.*, 1958, etc.).

On peut donc se demander si l'électrophorèse n'est pas une méthode d'appréciation intéressante de la détérioration de l'albumen. Cette technique permet en effet de compléter les résultats les plus souvent rencontrés (mesures de hauteur d'albumen) par une appréciation plus fine des phénomènes au niveau des molécules protéiques.

Nous comparons dans cette note deux techniques d'électrophorèse en gel d'amidon et les utilisons pour tester deux modes de conservation.

Nous montrons en particulier que l'une d'elles, qui possède un haut pouvoir de résolution dans la région des globulines, est bien adaptée à l'étude de la dégradation des protéines de l'albumen au cours de la conservation des œufs.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel animal

Les œufs proviennent de trois poules de race *Leghorn* et de trois poules issues d'un croisement *Rhode Island* × *Wyandotte*. Ils sont répartis en trois catégories : œufs frais, œufs conservés dans des conditions normales et œufs conservés en atmosphère enrichie en gaz carbonique.

a) *Œufs frais* (F). — Ces œufs sont ramassés la veille de l'électrophorèse. Le blanc mince externe de l'œuf est recueilli aussitôt et conservé avant l'électrophorèse à + 4° dans un tube à hémolyse hermétiquement bouché.

b) *Œufs conservés* (T). — Ces œufs sont ramassés 22 jours avant l'électrophorèse et conservés en chambre froide à + 10°C et 100 p. 100 d'humidité relative. L'albumen externe est prélevé juste avant l'électrophorèse.

c) *Œufs conservés sous atmosphère enrichie en CO₂* (CO₂). — Ces œufs sont ramassés le 23^e jour qui précède celui de l'électrophorèse ; ils sont conservés dans les mêmes conditions de température et d'hygrométrie que les œufs témoins (T). L'atmosphère de conservation contient 4 p. 100 de CO₂.

Un œuf de chacune des six poules est présent dans chaque catégorie (T, F et CO₂).

Méthodes

Neuf échantillons d'albumen sont comparés simultanément. Pour chacune des trois poules les albumens externes des œufs conservés dans les conditions F, T et CO₂ sont juxtaposés.

Techniques d'électrophorèse

Nous avons utilisé deux systèmes de tampons discontinus *tris*-citrique. Dans la technique A le système tampon est celui de LUSH (1961) ; dans la technique B nous avons adopté celui de KRISTJANSSON (1963). Dans les deux cas le mode de préparation du gel et la conduite de l'électrophorèse suivent la technique de KRISTJANSSON (1963).

Afin d'obtenir une meilleure séparation de la conalbumine, nous avons ajouté du fer à la solution tampon du gel sous forme de 20 mg de citrate de fer ammoniacal vert pour 100 ml (BUVANENDRAN, 1966).

RÉSULTATS

1° Technique A

La dispersion électrophorétique des échantillons d'albumen des œufs frais (F) et des œufs conservés sous atmosphère enrichie en gaz carbonique (CO₂) est identique pour chaque animal. Les trois fractions de conalbumine numérotées 15, 16 et 17 par

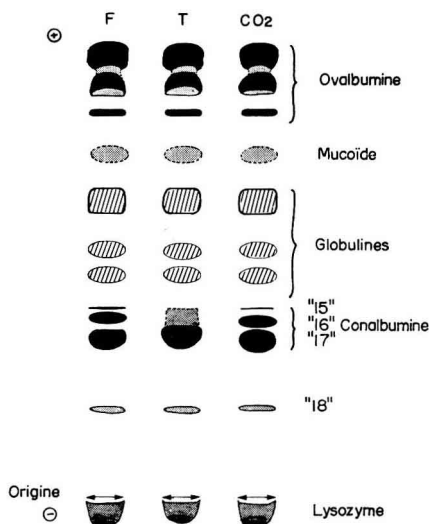


FIG. 1. — Schéma de l'électrophorégramme des échantillons F, T et CO₂ de l'albumen d'une poule dans la technique A.

LUSH (1961) sont bien individualisées. A l'opposé ces trois fractions se confondent en une traînée à contour mal défini sur les électrophorogrammes d'albumen prélevé dans les œufs témoins (T) conservés en atmosphère non enrichie en CO_2 pendant trois semaines.

Ces constatations sont schématisées sur la figure 1 qui représente les dispersions électrophorétiques des échantillons d'albumen d'une même poule (F, T et CO_2).

2° Technique B

Cette technique sépare très bien les protéines situées dans la région délimitée par les fractions 9 et 18 de LUSH.

L'albumen des œufs frais se résout dans cette région en de nombreuses fractions (jusqu'à 16) plus ou moins faciles à identifier que nous décrivons très sommairement pour les besoins de l'exposé.

Les fractions 9, 10, 12 et 14 de LUSH sont reconnues en utilisant les variants génétiques des protéines de l'albumen. Selon les œufs il y a de 0 à 3 fractions entre les bandes 10 et 12 de LUSH. Les fractions 15, 16 et 17 de la conalbumine ne sont plus identifiables. Cette protéine se sépare en quatre fractions. Entre la fraction la plus mobile de la conalbumine et la fraction 14, il y a quatre fractions mineures de nature inconnue que nous appellerons préconalbumines. La plupart de ces fractions figurent sur la figure 2 qui schématise l'électrophorogramme des échantillons (F, T et CO_2) de l'albumen d'une même poule.

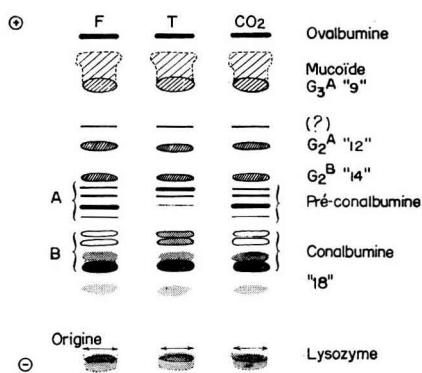


FIG. 2. — Schéma de l'électrophorogramme des échantillons F, T et CO_2 de l'albumen d'une poule dans la technique B.

Les différences imputables à la dénaturation des protéines de l'albumen portent seulement sur les fractions de la conalbumine et sur les préconalbumines. Comme dans la technique précédente, les échantillons F et CO_2 ne sont pas différenciables sur les plaques d'électrophorèse (voir fig. 2). On observe pour les échantillons T un renforcement des deux fractions les plus mobiles de la conalbumine ; la fraction la plus lente des préconalbumines a disparu ; à l'inverse de ce qui se voit pour l'œuf frais les préconalbumines les plus mobiles sont quantitativement les plus importantes (cf. fig. 2).

DISCUSSION

Nous retrouvons avec la technique A des résultats comparables à ceux obtenus par FEENEY *et al.*, (1963). A savoir : plus un albumen est conservé longtemps moins la séparation des fractions de la conalbumine est bien dessinée. Par contre la technique B nous fournit des renseignements supplémentaires nouveaux. Cette technique permet de saisir, en plus de la dénaturation de la conalbumine, des modifications des préconalbumines. Les électrophorogrammes d'albumen conservés sont différents mais tout aussi nets que ceux des albumens d'œufs frais ; des modifications de cette nature n'ont jamais, à notre connaissance, été signalées.

La conalbumine est identifiée sans difficulté grâce à l'emploi des variants génétiques. La nature des préconalbumines est inconnue. Le fait que le vieillissement de l'œuf induise une modification de l'importance quantitative des quatre fractions électrophorétiques en cause, sans affecter leur mobilité, fait penser qu'il existe entre elles une parenté biochimique. Puisque l'importance relative des quatre préconalbumines présente une variation continue, (résultat à paraître) son observation peut être un indice de l'état de fraîcheur de l'œuf. L'examen de la coloration des fractions les plus mobiles de la conalbumine est un indice complémentaire du vieillissement de l'albumen. Rappelons en effet que l'intensité de cette coloration augmente avec le temps pour des œufs conservés dans les conditions habituelles.

Il reste à vérifier à partir d'échantillons plus importants et sur des œufs appartenant à des poules de génotypes différents si la technique que nous proposons conserve toute sa valeur. Cette étude fera l'objet d'une communication prochaine.

CONCLUSIONS

L'albumen des œufs conservés en coquille évolue en dépit des précautions usuelles de conservation, température basse, hygrométrie suffisante. L'électrophorèse en gel d'amidon est une technique qui peut déceler certains aspects de cette évolution.

La technique de KRISTJANSSON (1963) après de légères modifications donne de bons résultats. Elle permet, en particulier, de contrôler l'efficacité des méthodes de conservation. Nous montrons ainsi que la conservation de l'œuf en coquille pendant trois semaines dans une atmosphère enrichie en gaz carbonique, 4 p. 100 de CO₂, semble garder aux protéines de l'albumen la structure de celles de l'œuf frais.

Reçu pour publication en mars 1967.

SUMMARY

ALTERATIONS IN THE ELECTROPHORETIC CHARACTERISTICS
OF ALBUMEN PROTEINS INDUCED BY THE STORAGE OF EGGS

The deterioration of stored shell egg proteins was studied by means of two starch-gel electrophoretic methods : one (A technique) is a modified LUSH's method (1961) ; the other (B technique) is a modified KRISTJANSSON's method (1963).

Figure 1 shows the comparative A-electrophoresis of 3 eggs from the same hen : one was fresh (F), one was stored for 21 days at 10°C (T), one was stored for 22 days at 10°C under a 4 per cent CO₂ atmosphere (CO₂). Figure 2 corresponds to the B-electrophoresis under the same experimental pattern.

Both diagrams show out the alterations of proteins induced by egg storage. Moreover, B-electrophoresis entitles to point out a part from the deterioration of conalbumin, alterations in pre-conalbumins.

It can also be inferred that the storage in CO₂ atmosphere slows down the alterative processes of albumen proteins.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BUVANENDRAN V., 1966. Studies on the relationship between protein polymorphisms and production characters in the fowl. *Ph. D. Thesis*, Edinburgh.
- EVANS R. J., DAVIDSON J. A., BAUER D. H., BANDEMER S. L., 1958. Distribution of proteins in fresh and stored shell eggs. *Poultry Sci.*, **37**, 81-89.
- FEENEY R. E., DUCAY E. D., SILVA R. B., McDONNELL L. R., 1952. Chemistry of shell egg deterioration : the egg white proteins. *Poultry Sci.*, **31**, 639-646.
- FEENEY R. E., ABPLANALP H., CLARY J. J., EDWARDS D. L., CLARK J. R., 1963. A genetically varying minor protein constituent of chicken egg white. *J. Biol. Chem.*, **238**, 1732-1736.
- KRISTJANSSON F., 1963. Genetic control of two-prealbumins in pigs. *Genetics*, **48**, 1059-1063.
- LUSH I. E., 1961. Genetic polymorphisms in the egg albumen proteins of the domestic fowl. *Nature*, **189**, 981-984.
-