

Université Badji Mokhtar- Annaba

Faculté des Sciences

Département de Biochimie

Licence - L3 (S6): **Biochimie**

Cours: **Structures et Fonctions des Complexes formés avec les Protéines**

Hétéroprotéines: **PHOSPHOPROTEINES** et **LIPOPROTEINES**

PLAN

1. Phosphoprotéines

1.1. Description

1.2. Exemples de phosphoprotéines

1.2.1. Les caséines du lait

1.2.1.1. α S1 caséine

1.2.1.2. α S2 caséine

1.2.1.3. β caséine

1. 2.1.4. Kappa caséine

1.2.2. La phosvitine du jaune d'œuf

2 . Lipoprotéines

2.1 Description

2.2. Exemples de lipoprotéines

2.2.1. Les lipoprotéines sériques

2.2.1.1. Lipoprotéines de très basse densité(VLDL: Very Low Density Lipoprotein)

2.2.1.2. Lipoprotéines de basse densité(LDL: Low Density Lipoprotein)

2.2.1.3. Lipoprotéines à haute densité (HDL: High Density Lipoprotein)

2.2.2. Les lipoprotéines du jaune d'œuf

2.2.2.1. Lipovitellénine

2.2.2.2. Lipovitelline

2.2.3. Lipoprotéines cellulaires

Bibliographie

1. Les phosphoprotéines

1.1. Description

Les phosphoprotéines sont des hétéroprotéines. Elles sont constituées d'une partie protidique et d'un groupement de nature non protidique appelé groupement prosthétique. Ce sont des molécules comportant de l'acide phosphorique lié par une liaison ester sur les fonctions alcool libres de la sérine et de la thréonine, la fonction phénol de la tyrosine, ou un azote imidazolique de l'histidine. L'acide phosphorique peut également se trouver sous forme d'ester (unissant deux sérines), sous forme d'ester et d'amide (unissant une sérine et une lysine) et sous forme pyrophosphorique (unissant aussi deux sérines). Les phosphoprotéines sont insolubles dans l'eau et les acides, solubles en milieu alcalin. Les plus connues sont les caséines du lait et la phosvitine du jaune d'œuf.

1. 2. Exemples de phosphoprotéines

1.2.1. Les caséines du lait

Les caséines sont à l'état naturel organisées en micelles. Elles sont précipitées par les sels neutres à pH 4.6 - 4.7 à température ambiante, par la chaleur (thermocoagulation) et par la présure. Dans le lait, Leur précipitation avec un acide minéral comme HCl ou H₂SO₄ produit du lactosérum acide. Leur précipitation par la présure entraîne la formation d'un lactosérum doux .Leur fractionnement par électrophorèse révèle l' α S1 caséine, l' α S2 caséine , la caséine Kappa et la β caséine.

1.2.1.1 α S 1 caséine

Elle représente 34 à 40% des caséines soit 10 à 13g par litre de lait. Elle précipite sous l'action des protéases. Elle se compose de 199 résidus d'acides aminés, du galactose, de la galactosamine et de l'acide N-acétyl-neuraminique. La structure primaire montre des zones hydrophobes (séquences d'acides aminés: de

1 à 41 , de 80 à 113 et de 132 à 199) et une partie hydrophile définie entre les acides aminés 41 à 80 caractérisée par la présence de **7 résidus de sérine phosphorylés** .

1. 2.1.2 α S 2 caséine

Son taux par rapport à la caséine totale est de 12 à 16% soit 4 à 5g par litre de lait. Sa masse moléculaire est de 25 KDa. Elle précipite en présence de calcium 6mM à une température supérieure à 20°C. La structure primaire permet de distinguer une zone hydrophile (séquence en acides aminés : de 1 à 75) marquée par l'existence de **8 résidus de sérine phosphorylés** , une zone hydrophobe (séquence d'acides aminés: de 121 à 165) contenant **3 résidus de phospho-sérine** et une partie hydrophobe (séquence d'acides aminés: de 166 à 207). L' α S2 caséine est la plus hydrophile des caséines.

1.2.1.3 β caséine

Son taux par rapport à la caséine totale est entre 37 et 42 % soit 9 à 11g par litre de lait. Sa masse moléculaire est 24 KDa. Elle a un comportement variable vis-à-vis des protéases selon qu'elle soit isolée ou intégrée dans la micelle. Sous l'action de la présure, elle donne la gamma caséine. Cette dernière représente 3 à 5% des caséines soit 1 à 2g par litre de lait. Elle est constituée de 209 résidus d'acides aminés. Sa structure primaire permet de différencier le peptide à caractère hydrophile (séquence en acides aminés: de 1 à 56) renfermant **5 résidus de sérine phosphorylés** et le reste de la molécule hydrophobe.

1.2.1.4. Kappa caséine

Son taux par rapport à la caséine totale est 8 à 15% soit 3 à 4 g par litre de lait. Elle précipite si la concentration en calcium dans le milieu est supérieure à 30mM. Sa masse moléculaire est 19 KDa. Elle est constituée de 169 résidus d'acides aminés. La structure primaire se compose de 169 résidus d'acides aminés. la partie C- terminal hydrophile se distingue par la présence d'un **seul résidu de phosphosérine** et de **6 résidus de thréonine**. Ces derniers définissent de nombreux points de glycosylation putatifs.

1. 2.2 La Phosvitine du jaune d'œuf

1. 2.2.1 La Phosvitine

Elle contient 10% du phosphore de l'œuf et 80% du phosphore lié aux protéines. Elle est insoluble dans l'eau. Le fer lui est lié sous forme ferrique. Elle est fractionnée en 2 composés: l' α phosvitine de MM = 160 KDa et la β phosvitine de MM = 190 KDa. L' α phosvitine précipite plus facilement que la β phosvitine en présence de calcium. **30% des résidus d'acides aminés sont de la sérine**

généralement phosphorylée. Cet acide aminé est plus abondant dans l' α phosphovitine que dans la β phosphovitine.

Remarque: Parmi les enzymes, certaines jouent un rôle sous forme de phosphoprotéines: l'acide phosphorique peut être transporté du substrat à l'enzyme et réciproquement. Exemple: L-glucophosphomutase.

2. Les lipoprotéines

2.1. Description

Les lipoprotéines sont formées par l'association de phospholipides, de stérides, de stérols et de glycérides avec les protéines. La liaison est créée par l'attraction des pôles ioniques des phospholipides et des protéines ainsi que par l'union des pôles hydrophobes des chaînes grasses des lipides et des protéines. Elles ont une densité plus faible que les autres protéines. Elles sont séparées par ultracentrifugation.

2.2. Exemples de lipoprotéines

2.2.1. Lipoprotéines sériques:

2.2.1.1. Lipoprotéines de très basse densité (VLDL: Very Low Density Lipoprotein)

Les VLDL sont synthétisées par le foie à partir des triglycérides, d'apolipoprotéines et de cholestérol. Elles sont composées de 90% de lipides et 10% de protéines. Leur diamètre est entre 30 et 80nm. Leur densité (par rapport à l'eau) est comprise entre 0.94 et 1.006. Elles sont l'un des 5 principaux groupes de lipoprotéines qui servent à transporter les lipides dans le sang. Les autres sont les chylomicrons qui transportent le cholestérol alimentaire, les lipoprotéines de basse densité (LDL: Low Density Lipoprotein), les lipoprotéines de densité intermédiaire et les lipoprotéines de haute densité (HDL: High Density Lipoprotein). Elles véhiculent le cholestérol synthétisé par le foie. Dans le sang, elles se transforment progressivement en lipoprotéines de basse densité.

2.2.1.2. Lipoprotéines de basse densité (LDL: Low Density Lipoprotein)

Elles sont synthétisées par le foie à partir des lipoprotéines de très basse densité. Elles sont constituées de 78% de lipides et 22% de protéines. Leur diamètre est de 15 à 25nm. Leur densité (par rapport à l'eau) est de 1.006 et 1.063. Leur fonction est le transport des triglycérides, le cholestérol libre ou estérifié, les vitamines liposolubles A, D et E. Le cholestérol est récupéré par les HDL.

2.1.1.3 Lipoprotéines à haute densité (HDL: High Density Lipoprotein):

Elles sont composées de 48% de lipides et 52% de protéines. Leur diamètre se situe entre 6 et 10nm . Leur densité(par rapport à l'eau) est de 1.063 et 1.210. L'ultracentrifugation permet de distinguer des sous types (HDL 2b, 2a, 3a, 3b, 3c) avec un contenu protéique différent. Les lipoprotéines à haute densité sont responsables du transport du cholestérol vers le foie où il est éliminé. Cette fonction empêche l'accumulation du cholestérol dans les vaisseaux sanguins et donc d'éviter les risques d'athérosclérose; c'est pour cela que les HDL sont qualifiées de bon cholestérol par rapport aux LDL appelées mauvais cholestérol.

2.2. Lipoprotéines du jaune d'œuf:

Les lipovitellines et les lipovitellenines sont de cénapses(associations moléculaires) de phosphoprotéines et de lipides(phospholipides et de cholestérol).

2.2.1 La lipovitellénine

C'est une protéines de type LDL. Elle est constituée de 86 à 88% de lipides dont 2/3 sont neutres avec 4% de cholestérol et 1/3 sont des phospholipides. Il existe au moins deux variétés différent par le degré de polymérisation, avec des masses moléculaires de 3 à 10 millions de daltons. Elle est liée à des glucides par la liaison N-glucosamine-asparagine. La partie prosthétique contient en plus des hexoses et de l'acide neuraminique. Elle a un noyau de lipides non polaires ou hydrophobes (triacylglycérols et cholestérol estérifié) et une monocouche formée par les apoprotéines et les lipides polaires (cholestérol libre et phospholipides).

2.2.2 La lipovitelline

C'est une protéine de type LDL. 2 se distinguent par leur teneur en phosphore mais elles sont peu phosphorylées. Leur taux en lipides est de 20%. La masse moléculaire est 400KDa . Les lipides sont constitués pour 2/3 par des phosphoprotéines et pour 1/3 par des lipides neutres, cholestérol et triacylglycérols. La liaison entre les lipides et les protéines est le résultat des interactions hydrophobes. Elle est riche en cystéines. Les chaînes latérales acides (Asp et Glu) sont considérables.

2.3 Lipoprotéines cellulaires

Elles se trouvent dans les membranes cellulaires, les mitochondries et le réticulum endoplasmique. Au niveau des doubles membranes, il est distingué une couche biomoléculaire de lipides encadrée par deux couches de protéines. Elles représentent les protéines de soutien de la cellule . Elles se solubilisent difficilement.

BIBLIOGRAPHIE

1. Alais, C; Linden, G; Miclo, L; (2008): Biochimie Alimentaire. DUNOD; 260p.
2. Chang N.W; Huang, P.C; (1990): Effects of dietary monounsaturated fatty acids on plasma lipids in humans. Journal of lipid, 31, 2141-2147.
3. Cheftel, J.C; Cuq, J.L; Lorient , D; (1985): Protéines alimentaires. Lavoisier, 416p.
4. Fredot,E; (2009): Connaissances des aliments - Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Techniques et Documentation, Lavoisier, 530 p.
5. Le maréchal, P; Foucault,G; Hulen, Ch; Vénard, R; Vesin, M.F;(1984): Biochimie. Masson, p 132.
6. Marcelo F; Pardo and Claudia L. Natalucci; (2002): Electrophoretic Analysis (SDS-PAGE) of Bovine Caseins. Acta Farm. Bonaerense 21(1): 57-60
7. Mattson, F.H; Grundy, S.M; (1985): Comparaison of effects of dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in men. Journal of Lipid Research, 26, 194-202.
8. Mensink, R.P; Zock P.L; Kester, A.D; Katan, M.B;(2003): Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. American journal of Clinical Nutrition.77, 1146-1155.
9. Mensink, R.P; Katan, M.B; (1992): Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: A meta-analysis on 27 trials. Arteriosclerosis and thrombosis. 12, 911-919.
- 10.Salem Samir A; El-Agamy Elsayed, I; Salama Fatma A; Abo-Soliman, Nagwa, H; Marcelo, F;(2009): Isolation, molecular and biochemical characterization of goat milk casein and its fractions. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 11, 29-35.
11. Weil, Jacques-Henry,(2009): Biochimie Générale. DUNOD, 760p. Lavoisier, 416p.