الحموض الأمينية الضرورية Essential or Indispensible A.A

وهي الحموض الأمينية التي لا يمكن للكائن الحي أن يصطنعها داخل جسمه أو على الأقل لا يمكنه أن يكونها بالكميات اللازمة لاحتياجات الجسم المختلفة ، ولذلك يجب أن تتوافر في الغذاء ، إما على صورة حموض أمينية حرة أو أن تكون من ضمن مكونات البروتين المستخدم في الغذاء ، ويؤدي النقص في تناولها إلى أضرار بالجسم ، وهذه الحموض تختلف عن الحموض الأمينية الأخرى وهي التي يمكن للجسم أن يصطنعها بالقدر الكافي له من خلال العمليات الحيوية من المركبات الأخرى ولا ينتج عن نقص تناولها أي أضرار بالجسم ، والجدول التالي يبين أهم الحموض الأمينية الضرورية والكمية المطلوبة من كل منها :

الحمض الأميني الضروري	الكمية المفضلة (غ)/يومياً	أقل كمية مطلوبة للرجل البالغ غ/يومياً	أقل كمية مطلوبة للمرأة البالغة غ/يومياً
(L) فينايل آلانين	٢ر٢	١ر١٠	٠ر٢٢
(L) مثيونين	٢ر٢	١ر١٠	٠ر٢٩
(L) ليوسين	٢ر٢	١ر١٠	٠ر٦٢
(L) فالين	١ر٦	١ر٨	٠ر٦٥
(L) ليسين	١ر٦	٠ر٨	٠ر٥٠
(L) ايزوليوسين	١ر٤	٠ر٧	٠ر٧٠
(L) ثريونين	١ر٠	٠ر٥	٠ر٣١
(L) تربتوفان	٠ر٥	٠ر٢٥	٠ر١٦

جدول (٤ ــ ٣) يبين الحموض الأمينية الضرورية والكمية المطلوبة من كل منها في اليوم

ويحتوي البروتين الحيواني على معظم هذه الحموض الأمينية الضرورية ولذلك تعد قيمته الغذائية أعلى من البروتين النباتي وعلى العموم يستحسن دائماً تنويع المصادر البروتينية في الأغذية نظراً لتفاوت نسب الحموض الأمينية الضرورية بها .

تحليل خليط من الحموض الأمينية : تتوقف أهمية البروتين كمادة غذائية على مكوناته من الحموض الأمينية ونسبتها فيه لذا يصبح من الهام تقدير محتوى هذا

من بكتريا حمض تتطلب لنموها الحمض الأميني آلانين فعند غياب الآلانين من البيئة لا يحدث نمو أما عند اضافته فنجد أنه يحدث نمو ويتكون حمض اللبن وعليه تتناسب كمية حمض اللبن المتكونة مع كمية الحمض الأميني آلانين المضافة للبيئة وبذلك يمكن تقدير كمية الحمض الأميني .

٣ ـ طرق أنزيمية :

هناك أنزيمات معينة يمكنها أن تحلل حموضاً أمينية معينة مثل أنزيم الآرجينيز الذي يحلل حمض الآرجنين إلى حمض الأورنيثين ويوريا حيث من السهل تقدير اليوريا بعد ذلك .

٤ ـ طرق كروماتوغرافية مثل :

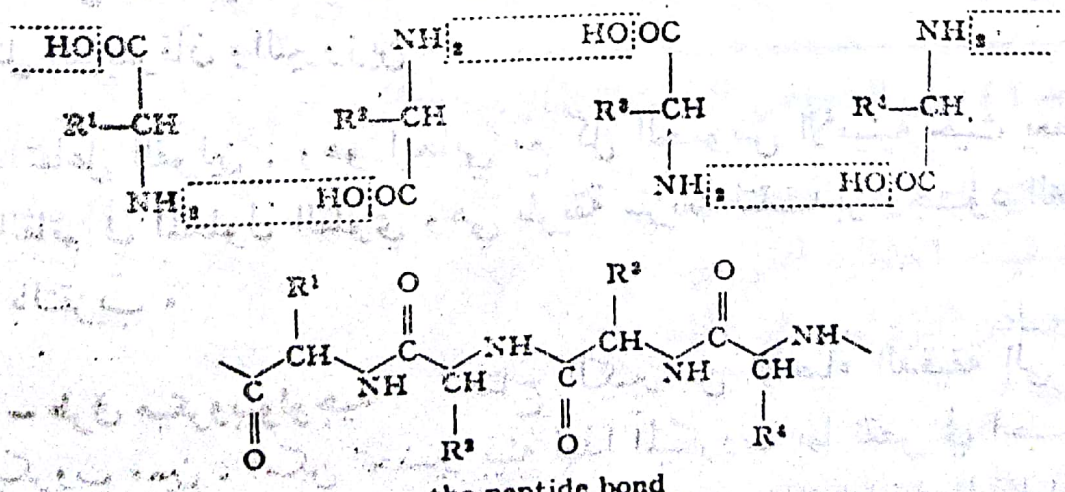
الكروماتوغرافي الورقية ، العمودية ، الطبقة الرقيقة ، التبادل الأويوني .

٥ ـ التفريد الكهربائي : Electrophoretic methods

حيث يتم فصل الحموض الأمينية تبعاً لوزنها الجزيئي وللشحنات الكهربائية التي عليها في مجال كهربائي .

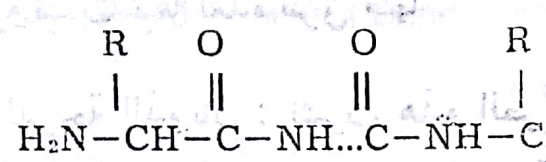
ثانياً : البروتينات Proteins

مقدمة : تتكون البروتينات من ارتباط وحدات عديدة من الحموض الأمينية التي ترتبط مع بعضها عن طريق الرابطة الببتيدية كما يلي :



شكل رقم (٤ ـ ٥) ارتباط الحموض الأمينية عن طريق الرابطة الببتيدية وتشكيل السلسلة الببتيدية

وهكذا تتكون السلاسل الببتيدية (عن طريق الروابط الببتيدية) وهي الأساس في تركيب البروتين وعلى ذلك يكون لكل بروتين نهايتان إحداهما أمينية حيث تقع مجموعة الأمين (NH_2) وأخرى كربوكسيلية حيث تقع مجموعة الكربوكسيل ($COOH$) في الطرف الآخر، أما المجاميع الأخرى فتكون مرتبطة مع بعضها عن طريق الرابطة الببتيدية التي كما ذكرنا تتشكل نتيجة لارتباط مجموعة أمين من أحد الحموض الأمينية مع مجموعة كربوكسيل الحمض الأميني الثاني وفقد جزيء ماء وهكذا ...



وبذلك نجد أن تقدير هذه النهايات له أهمية كبيرة عند دراسة تركيب البروتين ووجود أكثر من مجموعة أمين حرة أو مجموعة كربوكسيل حرة يدل على وجود أكثر من سلسلة ببتيدية واحدة كما في حالة الانسولين الذي يحتوي على مجموعتين وهناك طرق خاصة لتقدير كل من النهايات الأمينية (بطريقة Sanger وطريقة Edman) أما النهاية الكربوكسيلية فتقدر بوساطة الحلمأة الجزئية Partial Hydrolysis . كما أن هناك طرقاً أخرى خاصة لتحديد نوع الحموض الأمينية وتتابعها في البروتين A. A. Sequence .

تقسيم البروتينات : تسمى البروتينات التي تحتوي على حموض أمينية فقط البروتينات البسيطة Simple proteins ، أما البروتينات التي تحتوي على مجاميع أخرى غير الحموض الأمينية فتسمى البروتينات المرتبطة Conjugated proteins وتسمى هذه المجموعات المرتبطة المجموعة الفعالة في البروتين أو (prosthetic group) وقد تكون الرابطة قوية كما في الرابطة الفوسفورية أو ضعيفة كما في حالة الدهون وهذه المجموعات الفعالة الاضافية هي :

المجموعة الفعالة prothetic group	البروتين المرتبط Conjugated protein
دهـــون	البروتينات الدهنية (ليبوبروتين)
كربوهيدرات	البروتينات الكربوهيدرات (الغليكوبروتين)
الفوسفات	البروتينات الفوسفاتية (الفوسفوبروتين)
معـــادن	البروتينات المعدنية (كروموبروتين)
حموض نوويـــة	بروتينات نووية (نيوكلوبروتين)

جدول رقم (٤ ــ ٤) يبين المجموعات الفعالة المرتبطة بالبروتينات

وتقسم البروتينات تبعاً لعدة طرق منها :

١ ــ تبعاً لدرجة الذوبان : نشرت هذه الطريقة لأول مرة عام ١٩٠٧ من قبل الجمعية الفيسيولوجية البريطانية ومن قبل الجمعية الفيسيولوجية الأمريكية ١٩٠٨ والتي بموجبها تم تقسيم البروتينات تبعاً لدرجة ذوبانها إلى :

نـــوع البروتين	المحـــلول
الالبومينات (Albumins)	الماء والمحاليل الملحية
الغلوبيولينات (Globulens)	قليلة الذوبان في الماء ولكنها تذوب بسرعـــة في المحاليل الملحية
البرولامينات (Prolamins)	تـــذوب في محلـــول كحـــولي ٧٠ ــ ٨٠٪ ولا تذوب في الماء أو في المحاليل الملحية
الغلوتينات (Glutenin)	تذوب في المحاليل الملحية والقلوية

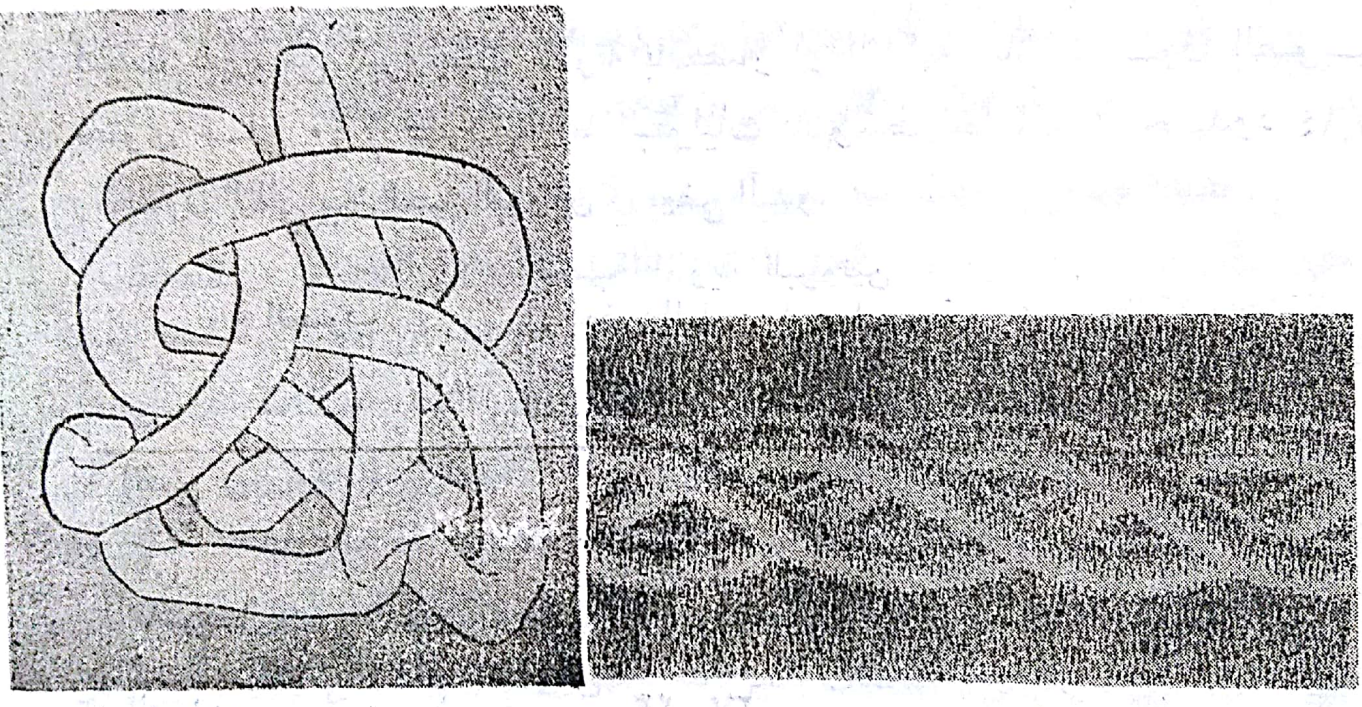
جدول رقم (٤ ــ ٥) يبين أنواع البروتينات وطبيعة ذوبانها

٢ ــ تبعاً للخواص الفيزيائية : وهو التقسيم الأحدث حيث قسمت البروتينات تبعاً لأشكالها وخواصها الفيزيائية الى :

١ــ بروتينات ليفية Fibrous proteins

٢ــ بروتينات كروية (منطوية) Glubular

فالبروتينات الليفية تتكون من سلاسل طويلة مثل الألياف مرتبطة مع بعضها لتكوين تركيب معقد غير ذائب ، وعادة ليس لهذا النوع من البروتينات أي نشاط أنزيمي وكأمثلة على هذا النوع من البروتينات نذكر الكولاجين Collagein والكيراتين Keratens والميوسين Myosin وقد تمت دراسة هذه البروتينات بوساطة أشعة (X) . أما البروتينات الكروية المنطوية Glubular فهي بيضاوية الشكل وملتفة حول بعضها على طول السلسلة الببتيدية ، وتتميز بنشاطها الحيوي والأنزيمي كما أنها تذوب في الماء أو المحاليل الملحية ، ويمكن بلورتها كما أنه يمكن تخريب تركيبها الفيزيائي (Denaturation) بسهولة ويمكن أن تكون كمجموعة **مرتبطة ببعض المواد مثل الدهون .**



(ب) (آ)

شكل رقم (٤ ــ ٦) آ ــ بروتين ليفي (الكولاجين) ب ــ بروتين منطوي

ــ التركيب الفراغي للبروتين Geometric Structure of Proteins

يراجع بنية البروتينات ومستويات بناء البروتين ، والروابط المسؤولة عن التركيب البنائي للبروتين من كتاب الكيمياء الحيوية / السنة الثانية .

ثالثاً : بروتينات الأغذية Proteins in foods

سندرس في هذا الجزء البروتينات النباتية وبروتينات اللحم وبروتينات السمك وبروتينات البيض وسوف نركز على طريقة عزلها وخواصها وقيمتها الغذائية وأهميتها في الصناعات الغذائية ، ويعد هذا الجزء من أهم ما يجب على المشتغلين في علوم الأغذية معرفته ، نظراً لأن خواص البروتين وكمياته الموجودة في الغذاء وقابلية المستهلك ، تعتمد على صفات هذا البروتين ، فإذا ما عرفنا التركيب الكيميائي والصفات الفيزيائي لهذه البروتينات ، يمكننا أن نتحاشى التغيرات غير المرغوب فيها التي تحدث أثناء التصنيع .

١ – البروتينات النباتية : Plant proteins معظم الأبحاث التي أجريت على بروتينات المصادر النباتية كانت على بروتينات البذور Seeds نظراً لاحتوائها على كميات كبيرة من البروتينات مقارنة بالخضار أو الفاكهة مثلاً : فول الصويا يحتوي على ٤٠٪ بروتيناً أما البقوليات فمتوسط احتوائها في حدود ١٤٪ والجدول التالي يبين نسبة البروتين في بعض البذور :

نوع الحبوب	النسبة المئوية للبروتين في بعض البذور (على أساس النسبة المئوية للنتروجين × ٦ر٢٥)
القمح	١٢ – ١٤٪
الذرة	٧ – ٩
الأرز	٧ر٥ – ٩
الصويا	٣٢ – ٤٢
فستق العبيد المطحون	٢٥ – ٢٨
العدس	٢٣ – ٢٧
البذور الزيتية :	
بذرة القطن	١٧ – ٢١
السمسم	٢٥
عباد الشمس	٢٧
الجوز	١٥ – ٢١

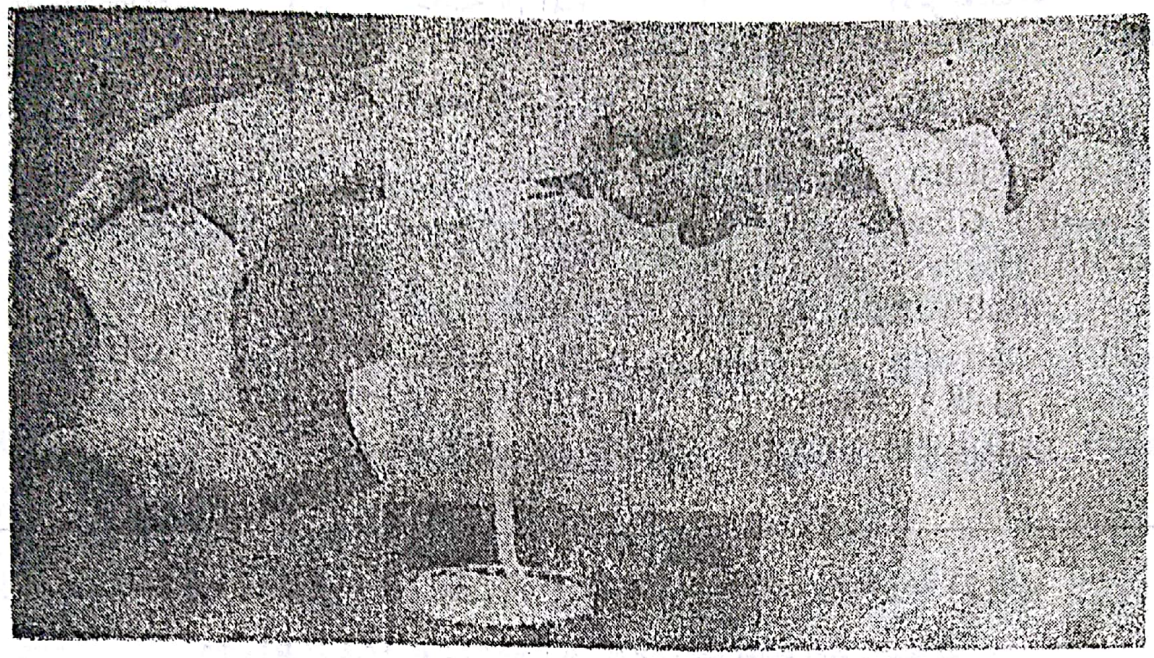
جدول رقم (٤ – ٦) يبين النسب المئوية للبروتين في بعض أنواع الحبوب

وتقسم بروتينات البذور تبعاً لطبيعة ذوبانها حسب طريقة ازبورن Osborne (١٩٢٤) إلى :

النـــوع	الذوبـــان	أمثلة
البيومينات	ذائبة في الماء	الأنزيمـــات
الغلوبيولينات	لا تذوب في الماء ، تذوب في المحاليل الملحية المخففة	Edestin (بذور القنب)، Arachin (فستق العبيد) . Glycinin (فول الصويا) Legumin (البازلاء) .
البرولامينات	تذوب في الكحول	الغلياديـن Gliadin (القمح) ، الهوردينين Hordein (الشعير) الزايين Zein (الذرة).
الغلوتينات Glutelins	لا تـذوب في المحاليـل المتعادلـة او القلويـة تذوب في المحاليل القلوية أو الحمضية المخففة	الغلوتينين Glutenin (القمح) Hardenin (الأرز) . Avenin (الشوفان) Oats

جدول رقم (٤ ـ ٧) يبين أنواع البروتينات حسب طبيعة ذوبانها وأنواع البذور التي يمكن أن توجد بها هذه البروتينات

ويعد الغلياديـن والغلوتينين من أهم بروتينات البذور وهما موجودان في القمح حيث يكون هذان البروتينان لدى اضافة الماء إليهما مادة الغلوتين Glutein وهو المسؤول عن الصفات الفيزيائية لعجينة الخبز ويوجد كل منهما في القمح بنسبة ٤٪ وعند استخلاص البروتين فإنه عادة يتم استخلاص الدهن بوساطة اتير البترول ثم يستخلص المتبقى بوساطة المذيب المطلوب • أما الغلياديـن فيحضر من القمح عن طريق عمل عجينة من الدقيق والماء ثم ازالة النشاء تحـت ماء جارٍ ثم الاستخلاص بوساطة الايثانول ٧٠ـ٨٠٪ الذي سيذيب بروتين البرولامين أما الجزء غير الذائب فهو الغلوتينين ، ولظهور الصفات الفيزيائية للغلوتين ، لا بـد من وجود كل مـن الغلوتينين والغلياديـن • فالغلوتينين يعطي الصلابة للبروتين ، أما الغلياديـن فهو ناعم ومسؤول عن الارتباط بين الاثنين عن طريق رابطة ثنائي الكبريت Dithiol-Bond ويحتوي بروتين البرولامين (الغلياديـن في القمح) ، على نسبة عالية مـن الحمض الأميني برولين (١٣٪)، وحمض الغلوتاميك (٤٣٪)، كما أن الغلوتنينين Glutenin في القمح ويحتوي على (٢٥٪) غلوتاميك ، بالنسبة للبروتين الكلي • وخواص منتجات الخبيز تعتمد الى حد كبير على خواص الغلوتين •



شكل رقم (٤ ــ ٧) : يبين اختلاف الصفات الفيزيائية للغلوتينين الى (اليسار)، الغلياذين (الوسط) والغلوتين (على اليمين)

٢ ــ بروتين البيض EGG Proteins

آ ــ بروتين صفار البيض Egg Yolk Proteins : تركيب بروتين صفار البيض يختلف عن البياض ، فالصفار يحتوي على كمية كبيرة من الدهون الحرة والمرتبطة بالبروتين لدرجة أن نحو ٥٠٪ من المواد الصلبة هي دهن .

الليبوبروتينات Lipoprotiens في صفار البيض هي ليبوفيتيلين وليبوفيتيلينين Lipovitellin و Lipovitellenin وهي مركبات معقدة ولم تدرس بعد الدراسة الكافية ، ويسمى الجزء الذائب في الماء عادة لفيتين Livetin والصفار على العكس من البياض لا يحتوي على أنزيمات أو مضادات أنزيمات ما عدا الفوسفيتين Phosvitin ويتركب بروتين الصفار من التالي :

نوع البروتين	النسبة المئوية للمواد الصلبة الموجودة في صفار البيض
Lipovitellin	ليبوبروتين فوسفوليبيد + Vitellin	١٨ــ١٧
Lipovitellenin	ليبوبروتين + فوسفوليبد + Vitellenin	١٣ــ١٢
Livetins	Psedoglobulin - 3 components	٥ــ٤
Vitellin	Phosphoprotein 1% P	١٥ــ١٤
Vitellenin	« 0.3% P	٩ــ٨
Phosvitin	« 10% P	٦

جدول رقم (٤ ــ ٨) يبين أنواع البروتينات الموجودة في بياض البيض ونسب وجودها

تركيب الليبوبروتينات في صفار البيض :

Fotein		Compined lipid	N	P	S
Lipoitellin	ليبو فتيلين	18%	13%	1.5%	0.8%
Lipoitellenin	ليبو فتلينين	39%	9.5%	1.6%	0.6%

تركيب الصفار والبياض في بيض الدجاج :

العنصر	البياض ٪	الصفار ٪
النتروجين	١ر٧٧	٢ر٧
الفوسفور	٠ر٠٢	٠ر٦
الكبريت	٠ر٢٠	٠ر٠٢
الماء	٨٨ر٠	٤٨ر٧
مواد صلبة	١٢ر١٠	٥١ر٣
البروتين	١٠ر٦٠	١٦ر٦
CHO_3	٠ر٩	١١ر٠
الدهن	٠ر٠٣	٣٢ر٢
الرماد	٠ر٦٠	١ر١
متوسط الوزن للبيضة	٣٢ر٩٠ غ	١٨ر٧

جدول (٤ ــ ٩) يبين تركيب الصفار والبياض في بيض الدجاج

ب – بروتينات بياض البيض Eggs white proteins : يحتوي بروتين بياض البيض على أنواع عديدة من البروتينات مختلفة الخواص والتركيب وهي كما يلي :

البروتين	النسبة ٪	ملاحظات
Ovalbumin	٦٥	يحتوي على مجموعات SH كثيرة
Conolbumin	١٣	يرتبط بالمعادن بخاصة الحديد
Ovomucoid	١٠	يثبط من نشاط انزيم التربسين
Lysozyme g_1	٣	مضاد ميكروبي
Globulin g_2	٤ر٦ ٨ر٧	
Globulin g_3	٤ر٣	
Ovomucin (mucin)		لزج وذو محتوى عال من حمض السياليك
Avidin		مضاد ميكروبي يرتبط بالبيوتين

جدول رقم (٤ – ١٠) يبين أنواع بروتينات بياض البيض ونسب وجودها

١ – Ovalbumin أوفالبيومين : وزنه الجزيئي ٤٥ر٠٠٠ يحتوي على ٣٩٠ حمضاً أمينياً – سهل التحضير – يحتوي على ٤–٥ مجموعات SH – معظم هذه المجاميع غير نشطة ولا تتفاعل مع المواد المؤكسدة ولكن لدى تغير التركيب الفيزيائي للبروتين فإنه يصبح فعالاً – يحتوي على نحو ٢٪ كربوهيدرات – ويعد بروتيناً غير ثابت لأنه يتأثر بالحرارة واليوريا والضوء ، يحتوي على معظم الحموض الأمينية بخاصة الضرورية .

٢ – Conalbumin كونالبيومين : وزنه الجزيئي ٨٠ر٠٠٠ – يرتبط بذرتين حديد لكل مول ، تم فصله إلى مركبين الأول نسبته ٨٠٪ والثاني نسبته ٢٠٪ بوساطة الجل الالكتروفوريسز – ويحتوي على نحو ٨٠٪ من الحديد

الموجود في البيض يوجد به ٧٦٠ حمضاً أمينياً ـ لا يحتوي على الفوسفور ـ لا يحتوي على SH ـ يمكن أن يرتبط بالريبوفلافين وهذا يعطيه لوناً أصفر ـ يتأثر بالحرارة .

٣ ـ Ovomucoid : يثبط نشاط أنزيم التربسين ـ لايتأثر بالحرارة (لايتخرب) ـ وزنه الجزيئي ٢٨٫٥٠٠ ـ يحتوي على ١٨٠ حمضاً أمينياً ـ لا يحتوي على تريبتوفان ـ لا يحتوي على SH ـ يمكن فصله بالالكتروفوريسز إلى مجموعتين ـ ثابت ضد الحموض ـ غير ثابت ضد القلويات ـ يحتوي على ٢٠ ـ ٢٢٪ كربوهيدرات .

٤ ـ Lysozyme : الوزن الجزيئي ١٤٫٠٠٠ ـ يحتوي على شحنة موجبة (٢٢ مجموعة قاعدية ٥ ـ ٦ حامضية) بعكس البروتينات الأخرى وذلك عند رقم الحموضة الطبيعي للبيض (٧٫٢ ـ ٧٫٥) يحلل البكتريا ويعود ذلك إلى أنه يكسر بعض معقدات السكر الموجودة في جدر الخلايا الميكروبية ـ يحتوي على برولين وميثونين ـ يتكون من ١٢٤ حامضاً أمينياً ـ ثابت في الحرارة ـ ثابت ضد التأثير بالأنزيمات المحللة للبروتينات .

٥ ـ Ovomucin : وهو المسؤول عن الخواص الفيزيائية الخاصة بالقوام السميك للبياض ويحتوي على نحو ١٠٪ كربوهيدرات ـ لزج ـ فيه نسبة عالية من حمض السياليك .

٦ ـ Glubulin : غير معروف عنه الكثير لصعوبة فصله .

٧ ـ Avidin : يرتبط بفيتامين البيوتين ـ يتأثر بالحرارة ـ ثابت على أرقام الحموضة ١ ـ ١٠ وزنه الجزيئي ٧٠٫٠٠٠ .

٨ ـ Flavobrotein : يرتبط بالفلافين ـ نسبته ٠٫٨٪ من بياض البيض ـ وزنه الجزيئي ٣٥٫٠٠٠ ـ ويمكن فصل البروتينات المختلفة لبياض البيض، باستخدام تركيزات مختلفة من الايثانول ، وضبط الـ pH واستعمال الطرد المركزي فوق العالي .