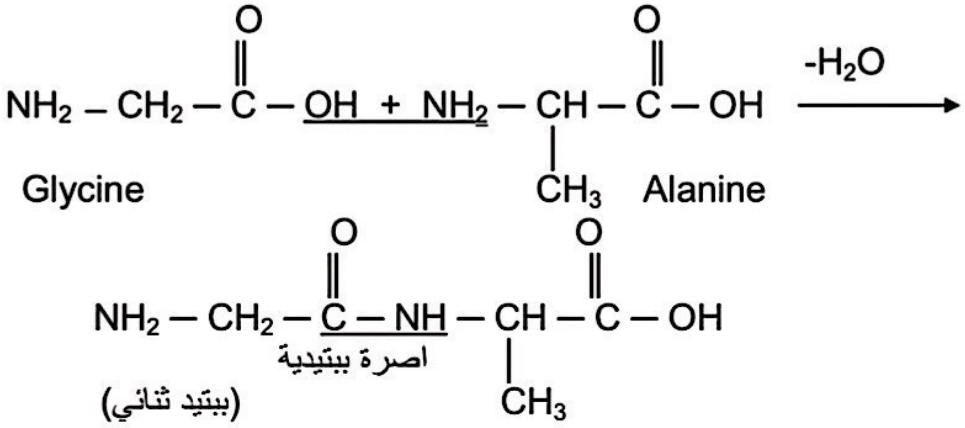
ثالثا : بروتينات الحليب

البروتينات هي عبارة عن مركبات عضوية تتكون من الكاربون والاوكسجين والهيدروجين والنتروجين والكثير منها تحتوي على الكبريت وقليل منها يحتوي على الفسفور, وبصورة عامة تتركب البروتينات من :

الكاربون 50-55%, النايتروجين 15-18%, الاوكسجين 20-23%, الهيدروجين 6-8%, الكبريت 0-4%

تتكون البروتينات من وحدات بنائية أساسية تدعى الأحماض الأمينة Amino acids وكل البروتينات تتكون من نفس الأحماض الأمينة وعددها 20 حامض اميني . ولكن تختلف عن بعضها البعض في مواقع هذه الأحماض أي أن تسلسل الأحماض الأمينة في البروتينات تختلف من بروتين إلى أخر .ترتبط هذه الاحماض مع بعضها البعض باواصر تساهمية تدعى بالاواصر الببتيدية , وعند اتحاد حامضين امينيين باصرة ببتيدية يدعى ببتيد ثنائي عند ارتباط 40 حامض اميني اواكثر يدعى بروتين.



يمكن للنبات ان يخلق (يصنع) هذه الأحماض الأمينية والبروتينات من مصادر غير عضوية للنايتروجين والماء وثاني اوكسيد الكاربون . بالنسبة للإنسان هناك قسم من الأحماض الأمينة ليس له قدرة على تصنيعها وتسمى الأحماض الأمينة الأساسية وهي 8 واعتبرالحامض الاميني الهستدين مهم في تغذية الاطفال ولذلك يجب اخذ هذه الأحماض من الاغذية .البروتينات النباتية ينقصها بعض الاحماض الامينية الاساسية بينما البروتينات الحيوانية غنية بالاحماض الامينية الاساسية مثل بروتينات الحليب.

اهمية البروتينات

1- تقوم بوظيفة تغذوية فهي مصدر للاحماض الامينية الاساسية المهمة للنمو
2- تشكل 18% من الانسجة الطرية وتاتي بالمرتبة الثانية بعد الماء .
3- تدخل في تركيب الانزيمات التي تسيطر على معظم العمليات الحيوية .
4- تعمل بعضها كاجسام مضادة (antibody).
5- تدخل في تركيب الهرمونات مثل الانسولين المهم في تنظيم كلوكوز الدم .
6- تعمل على خزن المواد الغذائية مثل بروتينات بذورالنباتات والبومين البيض .
7- تقوم بوظيفة النقل مثل هيموكلوبين الذي ينقل الاوكسجين .

يمكن ان يحلل البروتين باستخدام الحوامض او الانزيمات وهي نفس الطريقه التي يتم بها هضم البروتين. يعتبر بروتين حليب من البروتينات الجيدة لقيمتها الغذائية وفي الدول المتقدمة تدخل بروتينات الحليب بشكل اساسي في تغذية الفرد .

بروتينات الحليب

يعتبر بروتين حليب من البروتينات الجيدة لقيمتها الغذائية وفي الدول المتقدمة تدخل بروتينات الحليب بشكل اساسي في تغذية الفرد .

Scanned with CamScanner

المركبات النتروجينية

اولا: مركبات النتروجينية البروتينية (كازينات , بروتينات الشرش , بروتيوز ببتون)

تعتبر بروتينات الحليب من المصادر الجيدة اذ تزود الجسم بالاحماض الامينية الاساسية . يحتوي اللتر الواحد من الحليب (30-35) غرام من المركبات البروتينية والتي تمثل 90% منها بروتينات تتكون داخل الخلايا الافرازية لضرع الحيوان وما تبقى ينتقل من الدم مثل بروتينات البومين المصل Blood serum albumine

الحوامض الأمينية Amino acids .

هي الوحدات الأساسية للبروتينات . إن تحلل البروتينات بواسطة الحوامض المعدنية القوية مثل حامض الكبريتيك أو بمساعدة الأنزيمات المحللة للبروتينات سوف ينتج عنه حوامض أمينية . وفي أدناه أسماء الحوامض الأمينية الأكثر شيوعاً في بروتينات الحليب :-

1 – الكلايسين Glycine $CH_2(NH_2)\ COOH$ حامض غير قطبي .

2 – الأنين Alanine $CH_3\ CH(NH_2)\ COOH$ حامض غير قطبي .

3 – **فالين Valine** $CH(CH_3)_2\ CH\ (NH_2)\ COOH$ حامض غير قطبي

4 – **ليوسين Leucine** $(CH_3)_2\ CH\ CH_2\ CH\ (NH_2)\ COOH$ حامض غير قطبي

5- **أيزوليوسين Isoleucine** $CH_3CH_2CH(CH_3)\ CH\ (NH_2)\ COOH$ حامض غير قطبي

6 – سيرين Serine $HO.CH_2\ CH\ (NH_2)\ COOH$ حامض قطبي

7 – **ثريونين Threonine** $CH_3\ CH_2(OH)CH\ (NH_2)\ COOH$ حامض قطبي

8 – برولين Proline $COOH\ (NH_2)CH - CH_2 - CH_2 - CH_2 - NH$ حامض قطبي

9– سستين Cysteine $HS\ CH_2CH\ (NH_2)COOH$ حامض يحتوي على كمية كبريت

10 – سستاين Cystine $(CH_2)\text{-}S\text{-}S\ (CH_2)CH(NH_2)\ COOH$ حامض يحتوي على كمية كبريت

11– **ميثيونين Methionine** $CH_3S\ CH_2CH_2CH(NH_2)\ COOH$ حامض يحتوي على كمية كبريت

12 – حامض أسبارتك Aspartic acid $HOOC\ CH_2\ CH(NH_2)COOH$ حوامض أمينية حامضية

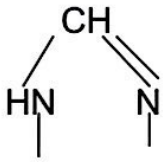
13 – حامض كليوتامك Glutamic acid $HOOC\ CH_2CH_2\ CH(NH_2)\ COOH$ حوامض أمينية حامضية

14 - **لايسين Lysine** $NH_2\ (CH_2)_4\ CH(NH_2)\ COOH$ حامض قاعدي

15 - أرجنين Arginine $C(NH_2)(NH) - NH - CH_2CH_2CH_2CH\ (NH_2)\ COOH$ حامض قاعدي

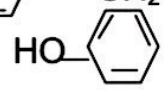
Scanned with CamScanner

16 - **هستدين Histidine**



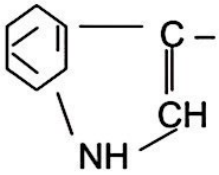
حامض قاعدي $CH{=}C - CH_2\,CH\,(NH_2)\,COOH$

17 - **فينل الأنين Phenyl alanine** $CH_2CH\,(NH_2)\,COOH$ **حوامض طيارة (عطرية)**

18- تايروسين Tyrosine  $CH_2\,CH\,(NH_2)\,COOH$ حوامض طيارة (عطرية)

19 - **تربتوفان Typtophan**

حواض طيارة (عطرية



$C - CH_2\,CH\,(NH_3)\,COOH$

ملاحظة : أن الحوامض الأمنية (3 ، 4 ، 5 ،7 ، 11 ، 14 ، 16 ، 17 ، 19) هي حوامض أمينية أساسية وهي الحوامض التي يجب توفرها في الغذاء الذي يتناوله الانسان لأن الجسم غير قادر على تخليقها .
تقسم بروتينات الحليب إلى مجموعتين هما:

1- الكازينات :

مجموعة البروتينات الفوسفورية تشكل حوالي 80% من بروتينات الحليب وتترسب عند pH مقداره 4.6 بدرجة حرارة مقدارها 20 °م هذه الكازينات موجودة في الحليب بشكل حبيبات منتشرة غرويا تدعى بالجسيمات الكازينية (Casein micelle) وتتكون من وحدات كازينية عديدة مرتبطة بالكالسيوم وفوسفات الكالسيوم تدعى بكازينات الكالسيوم الفسفورية كذلك وجود فوسفات المغنسيوم وايونات السترات التي تلعب دورا في استقرار الجسيمة الكازينية بالحليب , قطر هذه الجسيمة يتراوح من(30-300) ملي مايكرون فهي اصغر من الحبيبات الدهنية . لا تتأثر الكازينات بدرجات الحرارة المستعملة في البسترة الا انها تتأثر بالاملاح , وقد يحدث ان تترسب تحت ظروف البسترة في حالة عدم توازن الاملاح او حموضة الحليب عالية كذلك الانجماد يضعف ثبات الكازينات ويسبب ترسبها.

يمكن فصل الكازين من الحليب بعدة طرق منها :-

1- باستخدام الحامض:يؤدي الى خفض الـ pH إلى 4.6 التي تمثل نقطة التعادل الكهربائي Iso electric point عند درجة 20°م, وهو الاساس في صناعة اللبن حيث تعمل بكتريا حامض اللاكتيك على تخمير سكر اللاكتوز الى حامض اللاكتيك وبالتالي زيادة الحامض مما يؤدي الى خفضpHالحليب الى 4.6

2- باستخدام انزيمات مثل انزيم الرنين (المنفحة) وهو يغير قليلا من تركيب البروتينات المترسبة بسبب تحلل الحاصل في هذه البروتينات , وهو الاساس في صناعة الجبن حيث ان انزيم الرنين (المنفحة) تهاجم الكازين المسمى كابا كازين (K-casein) المحيط بالانواع الاخرى من الكازينات (الفا وبيتا وكاما) كازين الحساسة لايونات الكالسيوم الذائبة بالحليب , ويعمل الانزيم على كسر الاصرة الموجودة بين الحامض الاميني فنل الانين بالموقع 105 والحامض الاميني مثيونين بالموقع 106 يعرض باقي الكازينات للفعل الكيمياوي المرسب من قبل الكالسيوم الذي يربطها مع بعضها وتكوين خثرة الجبن .

3- الاملاح المركزة : بواسطة التشبيع بالملح (أو ما يسمى Salting out).
4- الكحول الاثيلي : يعمل على سحب الطبقة المائية المحيطة بجسيمات الكازين مما يؤدي الى ترسيبها.
5- أستعمال أجهزة الطرد المركزي العالية السرعة.

Scanned with CamScanner

انواع الكازينات

إن الكازينات هي عبارة عن معقد من البروتينات غير المتجانسة وقد أستخدمت طرق بحثية لدراسة هذه البروتينات ومنها طريقة تحليل الهجرة في المجال الكهربائي Electrophoresis حيث تبين أن الكازين يتكون من البروتينات التالية :-

أ – الألفا كازين

يقسم الى 1-الالفا اس كازين (الحساس لايونات الكالسيوم) α s – casein :-

يشكل حوالي 45 – 55% من الكازينات الكلية ويمتاز بكونه حساس جداً لايونات الكالسيوم وليس لأنزيم الرنين تأثير محسوس عليه ويعمل الكابا كازين (K - casein) على حماية الألفا اس كازين α s –casein من الترسيب بفعل أيونات الكالسيوم .

2 - الكابا كازين K – casein .

تتراوح نسبته 8 – 15 % من مجموع الكازينات أن هذا البروتين غيرحساس لايونات الكالسيوم لكنه الهدف الأساسي لعمل أنزيم الرنين (الموجود في المنفحة) حيث يعمل الأنزيم المذكور على كسر الأصرة الموجودة بين الحامض الأميني رقم 105 (Phenylalanine) والحامض الأميني رقم 106 (methionine) وينتج عن كسر هذه الأصرة مركبين هما :-

1) البارا كابا كازين Para – K – casein غيرذائب بوجود او عدم وجود ايونات الكالسيوم

2) سلسلة ببتايد Glycomacropeptide ويكون ذائب

$$\text{K – casein} \xrightarrow[\text{Enzyme}]{\text{Rennin}} \text{Para – K – casein + Glycomacropeptide}$$

ب – البيتا كازين β – casein :-

وهو الثاني بعد α – casein من حيث الكمية حيث أنه يشكل 25 – 35 % من مجموع الكازينات ومن الصفات المميزة له أنه حساس لأيونات الكالسيوم على درجات حرارة أعلى من 15 مْ ولكنه غير حساس لدرجات الحرارة الواطئة .

ج – ألكاما كازين γ – casein .

تشكل حوالي3 – 7% من مجموع بروتينات ألكازين تتميز هذه البروتينات بكونها تحتوي على كميات قليلة من الفوسفور .

2. بروتينات الشرش

الشرش هو ذلك السائل الاصفر المخضر المتبقي بعد ازالة الدهن والكازين من الحليب ينتج بعد تصنيع الجبن . وبروتينات الشرش تبقى في الشرش تمثل 20% من البروتينات الكلية الموجودة في الحليب نسبتها 0.7% في حليب الابقار وعادة تبقى في المحلول عند ترسيب الكازينات باستخدام الحامض او الانزيم . ممكن ترسيب بروتينات الشرش باستخدام درجة الحرارة العالية حيث يمكن ترسيبها من المحلول تمتاز بما يلي :

أ – لا تترسب بالحوامض أو الأنزيم .

ب – حساسة جداً للمعاملات الحرارية حيث تحصل فيها عملية دنترة (denaturation) .

يمكن فصل هذه البروتينات إلى الأنواع الأتية عن بعضها البعض بواسطة طريقة الهجرة الكهربائية :-

وتشمل بروتينات الشرش.

أ) البيتا لاكتو كلوبيولين β – lactoglobulin .

يشكل أعلى نسبة من بروتينات الشرش7-12% ، يوجد هذا البروتين في حليب الأبقار والماعز والأغنام ولا يوجد في حليب الإنسان .يعتبر مصدر لمجاميع الكبريتية (SH, S-S) الاحماض الامينية السستين والسستاين. يترسب بالحرارة العالية على الجسيمات الكازينية ويمنع فعالية انزيم الرنين مما يسبب تاخير عملية التخثر.

ب) الألفا لاكتو ألبومين α – lactalbumin .

وهو من البروتينات الغير المتجانسة حيث هناك أنواع مختلفة منه وحسب نوع الحليب يشكل 5% . كما أنه يختلف عن باقي بروتينات الشرش في محتواه من الحوامض الأمينية الكبريتية وله دور اساسي في عملية تخليق اللاكتوز.

Scanned with CamScanner

ج) ألبومين البلازما Serum albumin .

يشكل حوالي 1% من مجموع بروتينات الحليب و 6% من مجموع بروتينات الشرش . أن الدراسات أوضحت أن هذا البروتين هو من البروتينات المماثلة لبروتين ألبومين مصل الدم (blood serum albumin) ويعتقد أنه يأخذ طريقه بشكل جاهز من الدم إلى الحليب .

د) بروتينات المناعة Immunoglobulins .

تتميز هذه البروتينات بنشاط الأجسام المضادة (antibodys) والتي تساهم في حماية الوليد الرضيع من الإصابة بالأمراض عند تناوله لأفراز اللبأ في الايام الاولى بعد الولادة .يلاحظ وجود هذه البروتينات بالدم وفي سوائل الجسم الأخرى ويشكل هذا البروتين حوالي 75% من مجموع بروتينات اللبأ في الأبقار. لقد وجد أن حليب الأبقار يحتوي على أربعة أنواع من بروتينات المناعة هي (IgG_2 , IgA , IgM , IgG) .

3. <u>البروتيوز – ببتون</u> (Proteose - Peptone) .

تشكل حوالي 2 – 6% من مجموع بروتينات الحليب .تتصف بكونها ثابتة تجاه الحرارة وتذوب في الحوامض عند pH 4.6.

ثانيا. <u>المركبات النتروجينية غير البروتينية (NPN)</u> من أهمها :-

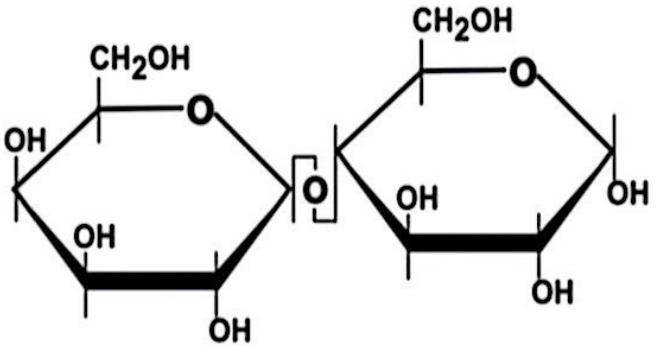
- بعض الفيتامينات .
- الحوامض الأمينية الحرة .
- حامض اليورك URIC .
- الكرياتين CREATIN .
- الكرياتنين CREATININE .
- اليوريا و الأمونيا

أن هذه المركبات تشكل حوالي 5% من مجموع المواد النتروجينية الكلية وتزداد نسبتها في الحالات المرضية وتأثير الأنزيمات المحللة للبروتينات . وليس لمعاملات البسترة تأثير محسوس عليها .

رابعا: <u>سكر الحليب</u> :- وهو سكر اللاكتوز LACTOSE .

هو السكر الوحيد في الحليب ولا يوجد في اية مادة غذائية اخرى . هو سكر ثنائي يتكون من جزيئتين من السكرين الأحاديين الكلوكوز Glucose والكالاكتوز Galactose وهو المركب الكاربوهيدراتي الرئيسي بالحليب ، نسبته في الحليب تتراوح بين (4.5 – 7%) يوجد في الحليب بشكل ذائب بالماء (محلول حقيقي) .يساعد في اعطاء الحليب طعمه المميز ويسهم بحوالي 30% من الطاقة التي يجهزها الحليب ويدخل في تركيب المخ والانسجة العصبية, لهذا السبب نسبته اعلى في حليب الانسان قوله تعالى بسم الله الرحمن الرحيم (لقد خلقنا الانسان في احسن تقويم).

أن خاصية تخمر اللاكتوز في الحليب مهمة جداً في بعض صناعات الألبان مثل صناعة الزبد والجبن واللبن المتخمر ، إضافة إلى ذلك يعتبر عاملاً مهماً في تلف الحليب ومنتجاته.



Galactose **Glucose**

α- Lactose

Scanned with CamScanner