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>البروتينات الاخرى</u>

أ) اللاكتوفرين Lactoferrin البروتين الاحمر يكون متحد مع الحديد وهو مهم لاكساب المناعة للحيوانات حديثة الولادة لانه يرتبط مع الحديد الضروري لنمو الاحياء المجهرية .

ب) اللاكتنين Lactenin مهم في اكساب الحليب قابلية حفظ خلال الساعات الاولى من الحلب نتيجة منعه لنموالاحياءالمجهرية .

ج) البروتيوز – ببتون (Proteose - Peptone) .

هي اما ان توجد بصورة طبيعية بالحليب او تنتج من تحلل البروتينات، 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 .
- الكرياتينCREATININE .
- 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 .

خامسا: الأملاح

يمكن فصل الأملاح بأخذ نموذج من الحليب وتجفيفه، بعد انتهاء عملية التجفيف يتم حرق النموذج في أفران خاصة على درجة حرارة تزيد على 500°م بحيث يتحول النموذج إلى مسحوق ابيض يدعى بالرماد هذا الرماد لا يمثل أملاح الحليب بسبب بعض التغيرات الكيمياوية التي تصاحب عملية الاحتراق يكون الرماد حاوي على مواد كاربونية واوكسيدات وفوسفات ليس لها وجود في المادة الاصلية.

- يعتبر الحليب غني بالكثير من المعادن والتي من أبرزها الكالسيوم، كما يحتوي على جميع الأملاح المعدنية الضرورية لسلامة الجسم مثل الفسفور والبوتاسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والكلور والكبريت، وهذه الاملاح توجد بشكل فوسفات وكلوريد وكبريتات وبيكاربونات ونترات البوتاسيوم والصوديوم والمغنسيوم.
- ويحوي الحليب على كميات بسيطة من الحديد والنحاس والمنغنيزوالزنك واليود.
- وهناك اثار من الالمنيوم والباريوم والكوبلت والفضة والرصاص.

تشكل هذه الاملاح نسبة 0.7 % في حليب الابقار وتوجد على شكل محلول حقيقي وبحالة غروية لارتباطها بالبروتينات.

ان الحليب له قدرة على اذابة كميات قليلة من المعادن التي تلامسها، اما النحاس والحديد والنيكل والقصدير فهي قليلة الذوبان في الحليب.

ان ارتفاع حموضة الحليب تساعد في زيادة قدرته لاذابة معادن الزنك .الرصاص . النحاس والالمنيوم لذا لا ينصح استخدام الاواني المصنوعة من الالمنيوم (الفافون) مع الحليب ومنتجاته ويفضل اواني الستيل.

جدول (3) نسب المعادن الاساسية في الحليب

العنصر	% في الحليب	% في رماد الحليب
البوتاسيوم	0.14	20
الكالسيوم	0.125	17.4
الكلوريد	0.103	14.5
الفوسفور	0.046	13.3
الصوديوم	0.056	7.80
المغنسيوم	0.012	1.45
الكبريت	0.025	3.60

املاح الحليب: كل مكونات الحليب التي توجد بحالة ايونية او بحالة توازن مع الايونات.

يوجد البوتاسيوم والصوديوم والكلور بحالة محلول (ذوبان تام) بالحليب، الكالسيوم والفسفور متحد مع البروتين والقسم الباقي منهما مع المغنيسوم فيتوزع بين الحالة المعلقة الغروية وبين حالة الذوبان.

1- **الكالسيوم**: ثلث كميته في الحليب بشكل محلول حقيقي اما البقية على شكل عالق غروي مرتبط مع الكازين والفسفور والسترات. يدخل الكالسيوم في تركيب العظام والاسنان وسوائل الجسم والاعصاب والقلب والعضلات ويساهم في عملية تخثر الدم ونقصه يسبب مرض الكساح. تتراوح احتياجات الفرد منه 1-2 غم ويمد اللتر الواحد من الحليب بغرام واحد منه وهذه الكمية لا توفرها الا 39 بيضة او 28 برتقالة. كمية الكالسيوم ثابتة بالحليب وان نقصه في عليقة الحيوان لا يؤثر على كميته بالحليب بل يتم تعويض النقص من هيكلها العظمي.ان تسخين الحليب لدرجات حرارة عالية يؤدي الى جعل 10-20 % منه لا يمكن للجسم الاستفادة منه،اما الوسط الحامضي يساعد على زيادة امتصاص الكالسيوم من الامعاء. وفيتامين D يعتبر ضروري للاستفادة منه.

2- **الفسفور:** يكون قسم منه متحد مع الكازين بشكل عالق غروي او ذوبان تام، يعتبرمن المكونات المهمة لجميع خلايا الجسم ويكون مرتبط مع الكالسيوم في تكوين العظام، وله دور في التفاعلات الحيوية للدهون والبروتينات والكاربوهيدرات لانه يدخل في تركيب مركب الطاقة ATP، ويكون مهما في مساعدة الدم في حفظ التوازن الحامضي – القاعدي، ويكون الوسط الحامضي للامعاء مشجعا لامتصاص الفسفور. يساعد استفادة الجسم من عنصري الكالسيوم والفسفور تواجد فيتامين B وتواجد سكر اللاكتوز في الجهاز الهضمي

3- **المغنسيوم :**يوجد في الحليب بشكل ذائب او غروي، وهو من المعادن الاساسية للتغذية وله وظائف تربطه بالكالسيوم والفسفور، له دور في تفاعلات تكوين البروتينات من الحوامض الامينية. يدخل في تكوين العظام.

4- **الكبريت:** يدخل في تركيب جميع انسجة الجسم، يكون جزء من الاحماض الامينية Methionine وCystine.

5– الصوديوم والبوتاسيوم والكلور: أن الصوديوم والبوتاسيوم مهمان في تنظيم الموازنة المناسبة بين الحوامض والقواعد في الدم وتنظيم العلاقة بين ماء الخلايا والسوائل المحيطة بها، الصوديوم يوجد في الدم وسوائل الجسم أما البوتاسيوم فيوجد في الخلية، انخفاض ضغط الدم وارتفاعه مرتبط بنسبة البوتاسيوم الذي يساعد على خفض ضغط الدم وبين الصوديوم الذي يعمل على رفعه. أما الكلور فيشكل 0.14 % في حليب الأبقار وتصل هذه النسبة إلى 0.3% في حالة الأبقار المصابة بمرض ألتهاب الضرع ويكون طعم الحليب مالح .

6– الحديد: أن كميته في جسم الإنسان قليلة جداً ولكن لا يمكن الحياة بدونه حيث أنه يشكل جزءاً من الهيموكلوبين (الذي يقوم بعمليات نقل O_2 بواسطة الدم) إضافة إلى كونه يدخل في تركيب بعض الأنزيمات المهمة مثل Catalase والـ Peroxidase ويعتبر الحليب مصدراً فقيراً بالنسبة للحديد وأن الموجود منه عادة يكون بشكل ذائب وقد تستعمل بعض املاح الحديد لتدعيم الحليب، يسبب نقصه فقر الدم.

7 – النحاس: أن نقصه يسبب فقر الدم لأن نقصه يؤدي إلى عدم أستطاعة الجسم الأستفادة من أحتياطي الحديد في تكوين الهيموكلوبين. أن محتوى الحليب منه يكون بمعدل 0.09 ملغم/لتر وأن حليب الأم واللبأ يحتوي على نسبة أعلى منه مقارنة مع أنواع الحليب الأخرى. يسبب النحاس النكهة المؤكسدة في الحليب ومنتجاته كذلك يكون سبب في فقد كمية كبيرة من حامض الاسكوربك (فيتامين C).

8 – اليود : أنه أساسي في تكوين هرمون الثايروكسين Thyroxine الذي تفرزه الغدة الدرقية والمهم في تنظيم كثير من الفعاليات الحيوية، ونقصه في الغذاء يسبب تضخم الغدة الدرقية، يحتوي الحليب على كميات قليلة جداً منه تصل 0.06 جزء بالمليون في حين يحتوي اللبأ على ثلاثة أمثال ما يحتويه الحليب الأعتيادي.

توازن املاح الحليب: Milk salts balance

- ❖ يقصد بذلك التوازن بين القسم الفعال من ايونات الفوسفات والسترات السالبة الشحنة من جهة وبين القسم الفعال من ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم الموجبة الشحنة من جهة اخرى. يمكن القول ان ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم تؤدي الى عدم ثبات Destabilize بروتينات الكازين تجاه الحوامض والمعاملات الحرارية، بينما تساعد ايونات الفوسفات والسترات على ثبات Stabilize هذه البروتينات تجاه الحرارة والحامض. نستنتج من ذلك أن توازن الأملاح المختلفة (الموجبة والسالبة الشحنة) يدعم ثبات المنتوج، يمكن معالجة عدم ثبات المنتوج بإضافة قليل من أملاح السترات أو الفوسفات أن هذه الظاهرة مهمة جداً في صناعات الألبان وخاصة صناعة الحليب المكثف .
- ❖ هناك نسبة اخرى يؤدي اختلالها الى اختلاف في طعم الحليب وهي نسبة اللاكتوز / الكلوريد، اذا زادت يصبح طعم الحليب حلوا واذا نقصت يصبح مالح كما في المرحلة الاخيرة من فترة الحلب اواصابة الحيوان بمرض التهاب الضرع .
- ❖ ان رقم Koestler no. يعتمد كدليل على كون الحليب طبيعي او غير طبيعي

$$\text{Koestler No.} = \frac{\text{كلوريد}}{\text{لاكتوز}} \times 100$$

في الحليب الاعتيادي 1.5–3 وهذا الرقم يزيد على 3 في حليب مأخوذ من بقرة مصابة بمرض التهاب الضرع

سادسا: الفيتامينات

تعرف الفيتامينات بانها مواد عضوية معقدة يحتاجها الكائن الحي بكميات قليلة لتنظيم وظائفه الحيوية ولا يتمكن الجسم من تكوينها وتقسم إلى

— فيتامينات ذائبة بالماء وتمثل مجموعة فيتامين B وفيتامين C

— أما الفيتامينات الذائبة بالدهن فتمثل A,D,E,K

1- الفيتامينات ذائبة بالماء (مجموعة فيتامين B)

Thiamine B1

اهم اعراض نقصه في الحيوان اصابة الجهاز العصبي في الحيوان ومرض عصبي في الانسان هو بري بري. وظيفته الحيوية كونه كوانزايم، تؤدي البسترة الى فقد 10-20% منه، التعقيم يتلف النسبة الاكبر منه، ويكون الفقد أكثر في صناعة الحليب المكثف والمجفف وهو غير مقاوم للضوء. يعتبر الحليب من المصادر المعتدلة للفيتامين ويكثر في الحبوب الكاملة واللحوم والبيض.

B2 الرايبوفلافين Riboflavin

يعتبر الحليب من المصادر الغنية به (2.5 ملغم/ لتر حليب)، وهو يعطي لون الاصفرالمخضر للشرش، يوجد على غلاف الحبيبة الدهنية كمعقد بروتيني من حامض الفوسفوريك، وظيفته الحيوية كونه كوانزايم، يكون ثابتا تجاه المعاملات الحرارية خصوصا في الاوساط الحامضية لذا لا يفقد الفيتامين اثناء البسترة والتعقيم لكنه يتلف بالضوء، يتطور طعم غير مرغوب بالحليب عند وضعه في الشمس يسمى الطعم المشمس سببه تحلل الحامض الاميني المثايونين (الحاوي على الكبريت) لذا ينصح بعدم وضع الحليب في ضوء الشمش المباشر واستخدام قناني معتمة. نقصه يسبب ألتهاب وتقشر الجلد حول الفم وقاعدة الأذن والأنف، يوجد في صفار البيض والكبد.

Nicotinic acid (niacin) B3

يعتبرضروري لمنع مرض البلاكرا (تشقق في اغشية الجهاز الهضمي، والجلد الخشن) ومهم لصحة الجلد والاداء الوظيفي للقناة الهضمية وهو جزء من كوانزيم، يعتبر الحليب من المصادر الفقيرة للفيتامين، غير ان الحليب مصدر جيد للحامض الاميني تربتوفان الذي يتمكن الجسم من تحويله الى حامض النيكوتينك. يوجد في البيض واللحوم .الفيتامين يقاوم المعاملات الحرارية للحليب.

Pantothenic acid B5

يعتبر الحليب من المصادر الجيدة له، يوجد في الشرش وحليب الفرز والانسجة الحية النباتية والحيوانية،غير مقاوم للقواعد والحوامض والتسخين لفترات طويلة ولكنه يقاوم الضوء والعوامل المؤكسدة والمختزلة وله دور حيوي في الفعاليات الحيوية كونه Coenzyme A يكثر في البيض والكبد.

Pyridoxine B6

مهم في عمليات تمثيل الدهون والحوامض الامينية حيث يكون كوانزايم، لا تؤثر البسترة وعملية التجنيس على فعاليته لكن يفقد عند تعقيم الحليب والتعرض للضوء يتلف فعالية الفيتامين، لا يقاوم المحاليل المتعادلة والقاعدية ولكنه مقاوم في المحيط الحامضي، يعتبر الحليب من المصادر المعتدلة يوجد في البيض واللحوم والبقوليات.

Biotin B7 البايوتين او فيتامين H

يعتبر الحليب والبيض والكبد من المصادر الغنية به كذلك تعمل الأحياء المجهرية الموجودة في القناة الهضمية بتخليق كميات كافية منه لسد حاجة الإنسان، يساعد بتمثيل الاحماض الدهنية والامينية ونقصه يسبب أمراض جلدية وفقدان الشعر.حوالي 10-15% منه يتلف بعمليتي البسترة والتعقيم، الا انه يتاثر بعوامل الاكسدة والقواعد والحوامض .

الكولين

يشكل جزء من الدهون الفسفورية مثل اللسثين، تحتاجه الحيوانات بكميات كبيرة في صنع هذه الدهون . نصف كمية الفيتامين موجود بالحليب بصورة حرة والنصف الاخر متحد مع الفوسفولبيدات . والكولين سائل لزج عديم اللون لا يقاوم المحيط القاعدي لكنه يقاوم المحيط الحامضي . نقصه يسبب تشحم الكبد .

B12 ساينوكوبالمين

هو فيتامين ضد فقر الدم الخبيث وعامل نمو، يوجد كمركب بلوري احمر غامق مقاوم للحرارة والحموضة لكنه يتلف بضوء الشمس، وهو ضروري لتمثيل الكربوهيدرات والدهون والبروتين، يوجد بالحليب واللحوم والبيض

فيتامين Ascorbic acid C

ان جميع الحيوانات اللبونه قادرة على تخليقه عدا الانسان. من وظائفه الحيوية دخوله في عمليات الاكسدة والاختزال ويسرع في امتصاص الحديد من قبل الامعاء، نقص الفيتامين يسبب مرض الاسقربوط من اعراضه الام المفاصل وعظام هشة واسنان ضعيفة ولثة متورمه .ان الحليب الطازج يحتوي كمية منخفضة من فيتامين C وبسبب تعرض الحليب للضوء والاوكسجين تقل فعالية الفيتامين مما يجعل الحليب مصدر فقير بالفيتامين . كميته في حليب المراة اكبرمن حليب الابقار التي تعتبرثابتة، لذا ينصح بالرضاعة الطبيعية لان حليب الام لا يتعرض للضوء والاوكسجين وبالتالي لا تحصل خسارة في فعاليته، أن معدل ما يحتويه الحليب هو 20 ملغم / لتر، وتؤدي عمليات البسترة والتعقيم الى فقد معظم الكمية، يوجد في الحمضيات.

2 – الفيتامينات الذائبة في الدهون: تتميز هذه المجموعة بكونها تذوب بالدهون ومذيباتها، اما في الحليب فتتركز في الحبيبات الدهنية ومن أهمها :-

أ – فيتامين A:

ويطلق عليه الروتينولRotinol يعتبر الحليب مصدرا مهما له ، نقصه يسبب العمى الليلي، يذوب في المذيبات العضوية ولا يذوب بالماء وهو عديم اللون صيغته التركيبيه $C_{20}H_{30}O$ يعتبر عامل استمرار النمو يوجد في انسجة الحيوان بشكل حر ولا يوجد بالنبات بهذه الصيغة انما يتواجد بشكل B-carotene،عادة تكون كمية الكاروتين في الغذاء العامل المحدد لكميته في الحليب، فحليب الابقار خلال اشهر الصيف يكون اغنى بالفيتامين لارتفاع نسبة الكاروتين في العلف الاخضروحليب الجاموس لونه ابيض لقدرته على تحويل كل الكاروتين الى فيتامين A العديم اللون.لا يتاثر الفيتامين بدرجة حرارة البسترة والتعقيم ويتم خسارته عند التعرض للضوء. يوجد في الخضراوات الورقية والجزر واللبأ يحتوي نسبة عالية منه، كميته في الحليب 0.1- 0.5 ملغم /لتر.

ب – فيتامين D:

يقوم بتشجيع أمتصاص أملاح الكالسيوم والفسفور من قبل الأمعاء ومن ثم الإفادة منهما في بناء العظام، نقصه يسبب الكساح عند الاطفال ورخو العظام عند الكبار،لذا يدعم حليب الاطفال بهذا الفيتامين، كميته في الحليب قليلة يعتمد على كميته في العليقة وعلى مدى تعرض الحيوان لاشعة الشمس لذا يكون كمية الفيتامين في الصيف اعلى منه في الشتاء.ثابت تجاه الحرارة والاكسدة لكنه يتلف بالضوء .يوجد في صفار البيض وزيت كبد الحوت.

ج – فيتامين E:

الالفا توكوفيرول يكون ضروري توفره في غذاء الانسان، يساعد في منع تاكسد الاحماض الدهنية الاساسية وفيتامين A, نقصه يسبب ضمور وضعف العضلات والأوعية الدموية. محتوى الحليب منه قليل ولكن حليب الأم يحتوي ضعف كمية ما موجود في الحليب البقري.يوجد في الزيوت النباتية يمكن الاستفادة منه في الكشف عن غش الحليب بهذه الزيوت وكذلك في الخضر الورقية. تزداد نسبته في الحليب اذا تناول الحيوان العلف الاخضر. يقاوم المعاملات الحرارية والضوء.

د – فيتامين K:

يساعد على تأمين كمية من المادة المخثرة للدم Prothrombin وعوامل التخثر الأخرى في البلازما وهو ضد النزف الدموي ويعتبر الحليب مصدرا فقيرا لهذا الفيتامين وهو مقاوم للمعاملات الحرارية والاوكسجين لكنه يتلف عند تعرضه للضوء، يختلف هذا الفيتامين عن بقية الفيتامينات الذائبة بالدهن اذ يمكن تصنيعه من قبل الاحياء المجهرية في كرش حيوانات الحليب ، يوجد في الخضراوات الورقية.

سابعا: الانزيمات

وهي عبارة عن عوامل مساعدة بايولوجية توجد في جميع الخلايا الحية .تمتاز بالأتي :-

1 – ذات طبيعية بروتينية .

2 – لها القدرة على السيطرة على التفاعلات الحيوية في الخلية الحية .

3 – لا تتغير عند دخولها التفاعلات الكيمياوية .

4 – لها صفة التخصص حيث أن لكل أنزيم مادة أساس يعمل عليها تسمى (Substrate) مثلا أنزيم اللايبيزlipase يعمل على الدهون فقط .

5- تفقد فعالتها بالحرارة العالية.

انزيمات الحليب : تقسم الى ثلاث مجاميع هي:

أ- الموجودة بصورة طبيعية في الحليب مصدرها الخلايا الافرازية .

ب- انزيمات تفرزها الاحياء المجهرية .

ت- تضاف للحليب ولها اهمية تصنيعية مثل انزيم الرنين المهم في تصنيع الاجبان .

لانزيمات الحليب اهمية من الناحية التصنيعية والتقنية منها :

1. انزيمات تستخدم كدليل للكشف عن طبيعة ونوع المعاملات الحرارية التي اجريت للحليب ودرجة كفاءتها مثل انزيم الفوسفتيز Phosphatase للكشف عن كفاءة البسترة.
2. انزيمات تستخدم كدليل لمعرفة درجة نظافة الحليب وجودته مثل انزيم ريديكتيزReductase
3. انزيمات تقوم بدورها في التأثير على سكر الحليب ومنتجاته مثل انزيم اللاكتيز Lactase

أن الحليب يحتوي على الكثير من الإنزيمات ومن أهمها :

1 – الأميليزAmylase :
ويعمل على تحلل النشأ إلى سكر الكلوكوز، يفقد فعاليته عند تسخين الحليب لدرجة حرارة 45 – 60 مْ لمدة ½ ساعة.يوجد بكميات قليلة في الحليب لكن كميته تكون أكبر في اللبأ أو الحليب الملوث وكذلك الحليب الناتج من الحيوانات المصابة بمرض ألتهاب الضرع .

2 – اللايبيزlipase .
وهي عبارة عن مجموعة من الأنزيمات تشترك في قابليتها على تحلل المواد الدهنية ، حيث تعمل على تحرير الحوامض الدهنية من دهن الحليب وقد تسبب في أحداث الطعم المتزنخ في الحليب ومنتجاته، نسبته في حليب الانسان اكبر من حليب الابقار، يتلف الانزيم بدرجة حرارة البسترة. ويكون الانزيم فعال عند توفر العوامل التي تساعد على تماس الانزيم مع الدهن من هذه العوامل :
a) التحريك والتجنيس والتسخين والتبريد المفاجئ، ولتجنب ذلك يبستر الحليب قبل او بعد التجنيس
b) مزج حليب مجنس مع غير مجنس
c) مزج حليب خام مع حليب مبستر
d) الرج وتكوين الرغوة
e) التذبذب في درجات الحرارة تنشط عمل الانزيم .

3 – الفوسفاتيزPhosphatase .
وهي عبارة عن مجموعة من الأنزيمات التي لها القدرة على تحليل رابطة الأستر في بعض مركبات الفسفور العضوية. وأهم هذه الإنزيمات :
1 – الفوسفاتيز القاعدي .
2– الفوسفاتيزالحامضي .
حيث لكل منها خصائص معينة ومنها مدى مقاومته للحرارة ، فالقاعدي يتوقف نشاطه بظروف البسترة (تسخين الحليب) وقد أستعملت هذه الصفة في فحص كفاءة عملية البسترة بأستخدام اختبار يسمى فحص الفوسفاتير .

4 – الأنزيمات الأخرى ، مثل . Xanthine Oxidase , Proteinase ,Aldolase

ثامنا : <u>الصبغات</u>: توجد في نوعين:
1 . صبغات ذائبة في الدهون: وهي صبغات ذات لون اصفر مائل للاحمرار مثل الكاروتين والزانثوفيل
2. صبغات ذائبة في الماء: وهذه تُلون الشرش باللون الاصفر المائل للاخضرار مثل صبغة الرايبوفلافين

<u>الخواص الطبيعية للحليب</u>

تعتبر الخواص الكيمياوية والفيزياوية للحليب هي محصلة نفس الخواص لمكوناته
إن دراسة مثل هذه الخواص تعتبر أساسية في المجالات المختلفة لصناعة الألبان فمثلاً :-
1 – معرفة لزوجة وحموضة الحليب مثلا تساعد كثيراً في تصميم مكائن التصنيع الملائمة .
2 – تساعد دراسة الكثافة ومعامل الأنكسار في تقدير نسبة المواد الصلبة .
3 – يعتبر فحص درجة الأنجماد من أفضل الطرق لمعرفة غش الحليب بالماء .

<u>الحالة الفيزياوية للحليب</u> :-
إن الطبيعة الفيزياوية للحليب معقدة جداً نظراً لتعدد مكونات الحليب وتباين خواصها فالماء المكون الرئيسي يعتبر وسطاً لأنتشار بقية المكونات حيث يشار له بالطور المستمر (Continuous phase) .
الدهن يوجد في الماء بحالة تسمى الأستحلاب Emulsion (وهو نوع من الإنتشار) وطبيعية هذا الأستحلاب هو مستحلب دهن في الماء (Fat in Water emulsion) .
أما بروتينات الحليب وبعض الأملاح والمعادن فتوجد على شكل أنتشار غروي ، أما سكر الحليب وبقية الأملاح والمعادن فتوجد بحالة ذوبان ويكون بشكل محلول حقيقي (True solution) .

1- <u>لون الحليب</u> :-
يتراوح بين الأبيض المزرق إلى الأصفر الذهبي وذلك أعتماداًعلى :-

1 – سلالة الحيوان .2 **–** نوع العلف وفصول السنه .3 **–** محتوى الحليب من الدهن والمواد الصلبة فيه .

أن اللون الأبيض للحليب هو نتيجة انتشارالضوء المنعكس بواسطة المواد العالقة في الحليب (الدهن،البروتينات ،الأملاح الغروية) أما اللون الأصفر فهو بسبب وجود صبغة الكاروتين (Carotene) وصبغة الزانثوفيل بدرجة اقل. لذا يكون لون حليب الابقار مائل للاصفرار وذلك لاحتواء الدهن على هذه الصبغات،على عكس حليب الجاموس يكون ابيض لقدرة الحيوان على تحويل الكاروتين الى فيتامين A.

أن الأعلاف الخضراء تكون غنية بمادة الكاروتين مقارنة بأعلاف أخرى مثل الذرة البيضاء والشوفان. في الربيع والصيف حيث يكثر العلف الأخضر يكون لون الزبد أصفر ذهبي غامق بينما في الشتاء يكون لونه أصفر فاتح أو أبيض تقريباً بسبب أعتماد الحيوان على الأعلاف الجافة .
اللون الاصفر المخضر للرايبوفلافين والذي يوجد في الشرش الناتج العرضي لصناعة الجبن .

2- طعم ورائحة الحليب Taste and odour of milk :-

للحليب طعم قليل الحلاوة وملوحة اخف، ورائحة خاصة مميزة ، أن الطعم المميز للحليب يرتبط أرتباطاً وثيقاً بنسبة اللاكتوز وكلوريد الصوديوم ، وتتأثر هذه النسبة في مرحلة الحلب وكذلك عند إصابة الحيوان بمرض ألتهاب الضرع.

3- الكثافة والوزن النوعي Density& specific gravity :-

الكثافة = وزن المادة / حجمها فان الوزن النوعي = كثافة المادة / كثافة الماء

تحت نفس الظروف ويكون مجرد من الوحدات. يتغير الوزن النوعي بتغير درجة الحرارة لذا يتطلب ذكر درجة الحرارة مع اي قيمة .
الوزن النوعي للحليب 1.029-1.034 وكمعدل 1.032 على درجة حرارة 15.5˚م ، الوزن النوعي للحليب هو حصيلة الاوزان النوعية لمكوناته المختلفة ، يحتوي الحليب على مواد تزيد في وزنه النوعي ولهذا فان وزن الحليب النوعي اكبر من الوزن النوعي للماء، ان زيادة المواد الصلبة اللادهنية يؤدي الى زيادة في الوزن النوعي،على ذلك يكون الوزن النوعي لحليب الجاموس والاغنام اعلى من حليب الابقار .
كما ان الدهن يقلل من الوزن النوعي فكلما ازدادت كمية الدهن ادى ذلك الى انخفاض الوزن النوعي للحليب .

الوزن النوعي أحد الصفات الفيزيائية المهمة حيث يستفاد من تقديرها في :-
1 **–** معرفة غش الحليب بالماء أو المواد الصلبة .
2 ـ تقدير نسبة المواد الصلبة الكلية أو نسبة المواد الصلبة اللادهنية

4- التفاعل الكيميائي للحليب Milk chemical reaction:-

أن تفاعل الحليب الطبيعي الطازج هو تفاعل حامضي حيث أن الرقم الهيدروجيني (pH) للحليب الطازج يتراوح بين 6.4 – 6.8 أو تقدر بـ 0.16% محسوبة كحامض اللاكتيك (بطريقة التسحيح) .

ان الاختلاف الكبير في حموضة الحليب يعود الى عدة عوامل منها :

1- مرحلة الحلب فاللبأ ذو حموضة عالية لارتفاع نسبة البروتينات والاملاح
2- تركيب الحليب بعض السلالات تنتج حليب يحوي نسبة مواد صلبة غير دهنية عالية
3- حالة مرضية مثل التهاب الضرع يكون الحليب قاعدي

هناك نوعان من الحموضة في الحليب :-

1 – الحموضة الطبيعية :- هي بسبب وجود بعض مكونات الحليب مثل البروتينات ، أملاح الفسفور الحامضية أملاح السترات و CO_2 المذاب .

2 – الحموضة المتطورة : - وهي الحموضة التي تتكون في الحليب بعد تركه لفترة من الزمن حيث يدخل عامل أخر إضافة إلى مكونات الحليب وهو تكون حامض اللاكتيك (الناتج من تحلل سكر اللاكتوز بفعل بكتريا حامض اللاكتيك) .

5- درجة انجماد الحليب Milk freezing point.

أن معدل درجة أنجماد الحليب هو – 0.55˚ م مقارنة مع صفر مئوي للماء وهي الدرجة القياسية لانجماد الحليب.

أن مكونات الحليب المؤثرة على درجة إنجماد الحليب هي فقط تلك المكونات الموجودة بحالة ذائبة (وهي سكر اللاكتوز وبعض المعادن) ونظراً لقلة تذبذب نسبة اللاكتوز والأملاح في الحليب فنجد أن درجة الإنجماد تكاد تكون ثابتة، أما المواد الدهنية والبروتينية فليس لها تأثير يذكر، ان المواد الذائبة تكون بحالة متوازنه فعند زيادة اللاكتوز يكون مصحوبا بقلة كلوريد الصوديوم .عند اصابة البقرة بمرض التهاب الضرع فان زيادة ايون الكلور مصحوب بانخفاض نسبة اللاكتوز وهذا سبب اخر لثبات خاصية درجة الانجماد.
وقد أستخدمت هذه الصفة في التعرف على غش الحليب بإضافة الماء
(إن إضافة الماء بنسبة 1% حجما إلى الحليب يؤدي إلى أرتفاع درجة الإنجماد إلى 0.006 درجة مئوية)

6- درجة غليان الحليب Milk boiling point :-

يغلي الحليب بدرجة حرارة 100.17°م مقارنة مع 100 °م للماء، أن العوامل المسؤولة عن أرتفاع درجة غليان الحليب هي نفسها المسؤولة عن إنخفاض درجة إنجماده وهي مقدار الماء والمواد الذائبة فيه اضافة الى الضغط الذي يتعرض له الحليب. لا يمكن الافادة من درجة غليان الحليب للكشف عن غش الحليب بالماء بسبب تبخر الماء من الحليب اثناء غليانه والفرق بين درجة غليان الماء والحليب ضئيل جدا يصعب قياسه.

7- الحرارة النوعية للحليب Milk specific heat :-

تعرف بعدد السعرات اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من المادة درجة مئوية واحدة ، الحرارة النوعية في الحليب تعتمد على الحرارة النوعية لمكوناته وتتأثر بالوزن النوعي ,أن لهذه الصفة أهمية من الناحية العملية حيث أنها تستخدم لحساب كلفة التبريد والتسخين خاصة في حالة انتاج الحليب المكثف والمجفف.
يعبرعنها بالوحدة الحرارية البريطانية British thermal units (BTUs)
وتختلف الحرارة النوعية باختلاف درجات الحرارة والمحتوى الدهني فمثلاً

	درجة الحرارة	الحرارة النوعية للحليب
الحليب الكامل	15	0.938
	الصفر	0.920

8 - لزوجة الحليب Milk viscosity :-

لزوجة السائل عبارة عن درجة مقاومته للجريان او السكب او التحريك، وهي من الصفات المهمة لجميع السوائل وتتأثر هذه الصفة بعوامل مثل درجة الحرارة ونسبة المواد الصلبة في السائل ، يعتبر الحليب أكثر لزوجة من الماء، لزوجة الماء 1.005 Centipoise على درجة 20 °م اما لزوجة الحليب تزيد 1.5-2 مرة عن لزوجة الماء وتكون بين 1.5- 1.7Centipoise سببها مكونات الحليب خصوصا الكازين والدهن، أن صفة اللزوجة مهمة جداً عند تسويق بعض منتجات الحليب وخاصة القشطة والمثلجات

أن لزوجة الحليب تتأثر بالعوامل التالية :-

1 – زيادة الدهن والبروتين في الحليب تزيد لزوجته.
2 – تقل عند بسترة الحليب وتزداد بانخفاض درجة الحرارة.
3 – تقل عند الخلط لفترة طويلة .
4 – تزداد عند زيادة التعتيق والتحميض والتجنيس .

9- معامل الإنكسارالضوء Refractive index .

يمثل تغير مسار الضوء عند مروره بزاوية حادة من وسط قليل الكثافة كالهواء الى وسط اكثر كثافة كالماء. ويعتبر معامل الأنكسار لأي سائل نقي بأنه من الثوابت المميزة له تحت ظروف معينة من درجة حرارة وطول الموجه للضوئية، أن معامل الأنكسار للحليب البقري هو 1.3440 مقارنة مع 1.3329 للماء. يستخدم هذا المؤشركوسيلة لتقدير مجموع المواد الصلبة الذائبة،ويقاس معامل الانكسار بجهاز الرفراكتوميتر.

10 - الضغط الازموزي

الضغط الازموزي للحليب يقارب الضغط الازموزي للدم. ويرجع اساس الضغط في الحليب الى المواد الذائبة فيه كالسكر والاملاح. فالعلاقة بين كمية الاملاح وكمية اللاكتوز في الحليب علاقة عكسية .

11 - الالتصاق:

للحليب مقدرة على اللصق وذلك بسبب وجود الكازين الذي أمكن انتاج غراء منه يستخدم في الاغراض الصناعية وصناعة اللدائن.

علم الاحياء المجهرية

يُعتبر علم الأحياء المجهرية فرعاً من فروع البيولوجيا والذي يتناول موضوع الكائنات الحية المجهرية .
الكائنات الحية المجهرية هي كائنات حية صغيرة ويمكن رؤيتها بواسطة المجهر فقط .
"نشأ" علم الأحياء الدقيقة بعد اكتشاف المجهر .

الكائنات الحية المجهرية

معظم الكائنات الحية المجهرية هي مخلوقات وحيدة الخلية , لكنها تختلف عن بعضها البعض في المبنى الخلوي بعضها (البكتيريا) غير حقيقية النواة وبعضها حقيقي النواة .
هنالك مجموعات مختلفة من الكائنات الحية تشملها الكائنات الحية المجهرية , ومنها :
رواشح (فيروسات) لا يوجد للفيروسات مبنى خلوي، لذا فهي لا تعتبر غير حقيقية النواة أو حقيقية النواة
بكتيريا وحيدة الخلية غير حقيقية النواة
الاوليات أحياء وحيدة الخلية أمثلة: براميسوم
طحالب وحيدة الخليةمثل :اوجيلينا
فطريات يتناول علم الأحياء المجهرية الفطريات الصغيرة مثل الخميرة (فهي وحيدة الخلية)

خميرة اوجلينا براميسوم بكتريا فايروس

تُقسم الكائنات الحية التي تعيش على سطح الكرة الأرضية الى قسمين من حيث التركيب الخلوي :

1. غير حقيقية النواة (بكتيريا) – مكونة من خلية ذات تركيب بسيط ، مادة وراثية في السيتوبلازم .
2. حقيقية النواة – (حيوانات ، نباتات ، فطريات ومخلوقات وحيدة الخلية كالبراميسوم) – مكونة من خلايا ذات تركيب معقد ويضم نواة تتواجد فيها المادة الوراثية ،وعضيات اخرى .

الأحياء المجهرية في الحليب

يعتبر الحليب وسطاً ملائما لنمو وتكاثر الأحياء المجهرية عند توفر درجات الحرارة الملائمة وذلك :-

1 – لكونه غذاء متكامل تقريباً من حيث النسبة العالية من الرطوبة ووجود المادة السكرية القابلة للتخمر إضافة إلى وجود البروتينات والدهون والأملاح والفيتامينات .
2 – لكونه يمتاز بحموضته الواطئة (مقدار الـ pH هو 6.6) .
3- درجة حرارة الحليب عند الحلب ملائمة لاغلب الاحياء .

لذلك فهو عرضة للتلف بالبكتيريا والاعفان والخمائر و بصورة سريعة ومن جهة اخرى قد يصبح الحليب وسطا ناقلا لكثير من الامراض للانسان مثل Q-fever و Malta fever و التسمم الغذائي بالسموم المعوية لبكتيريا Streptococcus pyogens في حال لم يبستر بالصورة الصحيحة.

أن دراسة الأحياء المجهرية في الحليب تعتبر مهمة وذلك للأسباب التالية :-

1) لتحديد الحالة الصحية والنوعية للحليب وظروف إنتاجه .
2) أن نمو ونشاط الأحياء المجهرية في الحليب يؤدي إلى حصول تغيرات بايوكيميائية عديدة مما يؤثر على نوعية الحليب وجعله غير صالح للأستهلاك .
3) أن تلوث الأحياء المجهرية للحليب قد يعني أحتمال تلوثه بالأحياء المجهرية المسببة للأمراض .
4) هناك العديد من الأحياء المجهرية المهمة في العديد من صناعات الألبان مثل (الأجبان ، الزبد ، الألبان المختمرة) حيث تسبب تغيرات مرغوبة .

يمكن تصنيف الاحياء المجهرية حسب اهميتها العلمية الى مجموعتين :

أ) احياء مجهرية نافعة

تشمل بكتريا حامض اللاكتيك تستعمل في تصنيع الالبان المتخمرة مثل

Streptococcus thermophillus Lactobacillus bulgaricus

وبكتريا حامض الستريك التي في بادئ الزبد مثل Leuconostoc citrovorum

وتستعمل بعض انواع الخمائر في التخمرات الكحولية والتي تحول سكر اللاكتوز الى كحول اثيلي مثل Saccharomyces cerevisiae

اضافة الى ان هناك بعض الاعفان مهمة في تصنيع وانضاج بعض انواع الاجبان مثل Penicillium camemberti في جبن Camembert

ب) احياء مجهرية ضارة

وتشمل المسببة للامراضpathogenic ومنها التي تسبب تسمم الاغذية Food poisoning ، كما توجد انواع ممرضة مختلفة باختلاف مصدر التلوث وتشمل:

الحيوان :*Brucella*, Staph. aureus, Mycobacterium bovis.

الانسان: *Salmonella، Shegella*.

البيئة: *Clostridium ، Bacillus*

مصادر الأحياء المجهرية في الحليب :-

1 – الحليب الماخوذ من ابقار سليمة يحتوي الأحياء المجهرية التي تدخل ضرع الحيوان عن طريق فتحات الحلمات وقنوات الحليب تمتازبكون أعدادها قليلة كما أنها غير ضارة ومعضمها من النوع الكروي *Micrococci* أما الحيوانات المريضة فهي أكثر خطورة فقد تتواجد بكتريا السل *Mycobacterium Tuberculosis* أو بكتريا الأجهاض *Brucillu sabortus* .

2 – جلد الحيوان .

3 – مكان الحلب (المحلب) .

4 – أواني الحليب .

5 – الأشخاص المسؤولين عن الحلب وتداول الحليب .

ميكانيكية تلف الحليب بالاحياء المجهرية

يحوي الحليب الخام عددا قليلا من البكتيريا الشائعة التواجد والمذكورة اعلاه، وعادة لا تنمو هذه البكتيريا بصورة ملحوظة اذا تم معالجة الحليب بصورة صحيحة، عند ترك الحليب الخام لعدة ساعات في حقل الانتاج فسرعان ما تبدأ فيه التغيرات التالية:

1- **المرحلة الاولى** تبدأ الاعداد البكتيرية بالانخفاض لفترة قصيرة تسمى (Bactericidal phase) بسبب إحتواء الحليب على مواد مضادة للبكتيريا مثل :Lactenine، Lysozyme، Leucocytes ، Lactoferrines.

ويعد Lactenine اشد هذه المواد تأثيرا على البكتيريا اذ وجد إنها لا تنمو بشكل جيد في الحليب حديث الحلب ويبقى تأثيره لعدة ساعات تصل الى 24 ساعة ، ويتكون Lactenine من ثلاث مواد تعمل سوية ضد البكتيريا هي: Lactoperoxidase, Thiocyanatase, Hydrogen peroxidase .

2- **المرحلة الثانية** بعد انتهاء المرحلة 1 تنشط مسبحيات الحليب Streptococcus lactis في درجات الحرارة الدافئة كون هذه البكتيريا تمتاز بسرعة استهلاكها لسكر الحليب (اللاكتوز) وتكوين حامض اللاكتيك فتصل نسبة الحموضة الى (1%) وينخفض ال pH الى (4.6) وهذا يسبب توقف نمو مسبحيات الحليب.

3- **المرحلة الثالثة** هي نشاط عصيات الحليب *Lactobacillus* الاكثر مقاومة للحموضة اذ ترفع نسبة الحموضة الى (2%) وبذلك يتوقف نمو بقية فلورا الحليب.

4- عند انتهاء مرحلة تحول سكر اللاكتوز الى حامض اللاكتيك تبدأ مرحلة اكسدة الحامض من قبل الاعفان والخمائر حيث يتحول الى ماء وCO_2 لاسيما عفن *Geotrichum* وتبعا لذلك تنخفض الحموضة.

5- تنشط البكتيريا المعفنة مثل *Bacillus* و*Proteus, Pseudomonas* و *Achromobacter* والعديد من الاعفان حيث تحلل ما تبقى من بروتين ودهون فيتحول الحليب الى سائل عفن متزنخ.