١- نمو وتطور مجموعة حويصلات الصوف :

Growth and Development of Wool Follicles Groups

يبدأ نشوء أو تكوّن Initiation الصوف أثناء مرحلة التطور الجنيني في جلد الأغنام على نحو مشابه إلى حد كبير عملية نمو الشعر مع بعض الاختلافات البسيطة في أشكال التكوين . من خلال بدايات توضع حويصلات الصوف Follicles عليه . وهنا تمر عملية تشكل حويصلات الصوف بمرحلتين :

آ – مرحلة تكوين الحويصلات الأولية : Primary Follicles:

تبدأ حويصلات الصوف الأولية بالتطور عندما تبلغ الأجنة (٦٠-٧٥) يوماً من العمر حيث تتكون الحويصلات الأولية المركزية Central Primary Follicles في المجاميع الثلاثة . تسمى هذه الفترة ، فترة ما قبل تكوين المجموعات الثلاثة ، ويتبعها الفترة من (٧٥-٨٥) يوماً من عمر الجنين ، حيث تتكون حويصلتان أوليان جانبيتان على طرفي الحويصلة الأولية المركزية . تعرف بالحويصلات الأولية الجانبية Lateral Primary Follicles ، هذا ولا تتكون حويصلات أولية أخرى بعد هذه المرحلة إلا في حالات نادرة .

ب – مرحلة تكوين الحويصلات الثانوية : Secondary Follicles:

تتكون حويصلات الصوف الثانوية بين الحويصلات الأولية المركزية والجانبية بدءاً من عمر (٨٥) يوماً لحياة الجنين وحتى نهاية الحمل ، وذلك في الجانب المعاكس لمكونات الحويصلات الأولية الإضافية (غدد عرقية ودهنية) .

قد يستمر تكوين حويصلات الصوف الثانوية إلى فترات متفاوتة بعد الولادة حسب عرق الحيوان وتركيبه الوراثي .

ومن خلال عملية التكوين الناتجة خلال مرحلة التطور الجنيني تتشكل لدينا مجموعات من حويصلات الصوف المختلفة Wool Follicles Group المختلفة في أحجامها تبعاً لمواعيد ظهورها . ومن الملاحظ عدم وجود اختلافات محددة في تطور مجموعات حويصلات الصوف بين عروق الأغنام المختلفة ، إلا أن أهم اختلاف يمكن ملاحظته هو قدرة أغنام المرينو (ذات الصوف الناعم) على إنتاج حويصلات الصوف الثانوية بدرجة أكبر بالمقارنة مع العروق الأخرى .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

هذا ومن الجدير ذكره أن نشوء حويصلات الصوف الثانوية يتأثر بالظروف البيئية المختلفة وبخاصة التغذية ، أثناء نقص العلف في الفترات الحرجة لنمو الحويصلات (في الفترة المبكرة من حياة الجنين بعد تكوين المجموعات الثلاثية وبداية مرحلة تكوين الحويصلات الثانوية أو في الفترة المبكرة لحياة الحمل بعد الولادة) قد يؤثر سلبياً في نمو الحويصلات الثانوية .

تشكل مجموعة حويصلات الصوف إذاً الوحدة الأساسية في بناء الفروة عند الأغنام بصفة عامة وفي خصلة الصوف The Staple بشكل خاص .

تتكون كل مجموعة من حويصلات الصوف من ثلاث حويصلات أولية Primary Follicles وعدد متفاوت من الحويصلات الثانوية Secondary Follicles وقد يوجد أحياناً أقل من ثلاث حويصلات أولية إلا أنه لايوجد أبداً أكثر من ثلاث حويصلات في كل مجموعة . يصطحب حويصلة الصوف الأولية عند إتمام تكوينها غدة عرقية ودهنية وعضلة لا إرادية ناصبة ، توجد هذه المكونات في الجانب السفلي من الحويصلة الأولية بالمنطقة نفسها . تختفي هذه المكونات عند الحويصلات الثانوية، قد تصاحب الحويصلات الثانوية غدد دهنية مساوية تلك الموجودة في الحويصلة الأولية أحياناً أو أقل قليلاً وغالباً ماتكون غائبة ، وترى جميعها في الجانب نفسه عند عمل قطاع عرضي في جلد الأغنام (شكل ٧٣) .

تفتح الغدة الدهنية في الثلث الخارجي من الحويصلة وتكون ذات فصين منفصلين في الحويصلة الأولية ، وذات فص واحد إن وجدت في الحويصلات الثانوية.

تفتح الغدة العرقية الملحقة في عنق الحويصلة الأولية فوق الغدة الدهنية مباشرة، ويختلف ذلك عما في الإنسان حيث تفتح الغدة الأخيرة على سطح الجلد . ويكون شكل الغدد العرقية في معظم عروق الأغنام مشابهاً لكيس رفيع متطاول ، ولو أنها عند أغنام المرينو قد تكون ملفوفة في النهاية السفلية .

تتميز الألياف الصوفية الناتجة عن الحويصلات الأولية بثخانة أقطارها ، تنتج هذه الحويصلات في جلود الأغنام خشنة الصوف كلاً من الألياف الخشنة والشعر الميت التي لها القابلية أحياناً على السقوط والتجدد ، بينما تعطي هذه الحويصلات الألياف الخشنة الشعرية عند الحملان حديثة الولادة في العروق ناعمة الصوف . أما الحويصلات الثانوية فتنتج عموماً الألياف الناعمة ونصف الناعمة من الصوف .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

شكل (٧٣) مقطع عرضي في جلد الأغنام يبين مجموعات حويصلات الصوف

٢- نسبة حويصلات الصوف الثانوية إلى الأولية :S/P Ratio

تدرس عادة هذه النسبة لتقويم الصوف الناتج تجارياً ، وبخاصة أهمية حويصلات الصوف الثانوية ، المنتجة ألياف صوفية ناعمة ونصف ناعمة .

يطلق عادة على الحويصلات الأولية رمز (P) ، وعلى الحويصلات الثانوية رمز (S) ، وعلى مجموع الحويصلات (P+S) في عينة محددة من الجلد . وبناء على ذلك تتكون مجموعة الصوف النموذجية من (٣) حويصلات أولية ، وعدد محدد (x) من الحويصلات الثانوية أي تكتب (3P+xS) . ولما كانت بعض مجموعات حويصلات الصوف قد تحتوي عدداً أقل من ثلاث حويصلات أولية وعدداً متفاوتاً من الحويصلات الثانوية ، فمن المناسب أن تقاس الاختلافات في أعداد الحويصلات الثانوية (S) بالنسبة للأولية (P) بالقيمة :

$$\frac{\text{عدد الحويصلات الثانوية}}{\text{عدد الحويصلات الأولية}}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ويطلق عليها The Secondary - Primary ratio ويرمز لها S/P ratio .

تتراوح هذه النسبة عند الأغنام تامة النمو من العروق الإنكليزية قصيرة الصوف وطويلته بين (٤-٨) ، بينما هي بحدود (١٥-٣٠) في السلالات المختلفة من عرق المرينو .

كما وجدت إختلافات قليلة في مجموعات حويصلات الصوف من الناحية العددية بين العروق الأسيوية والإفريقية خشنة الصوف وبين العروق الإنكليزية .

ويبين الجدول رقم (٢٢) معطيات عن حويصلات ألياف الصوف وأعدادها في (١)مم^{٢} من سطح الجلد ومعدل (S/P) وأقطار الألياف عند حيوانات بعض عروق الأغنام التي بلغت من العمر عاماً كاملاً .

جدول رقم (٢٢)

معطيات رقمية عن حويصلات الصوف ، والألياف عند بعض عروق الأغنام

العـــرق	حويصلة في ١ مم^{٢}	نسبة s/p	قطر الليفة (ميكرون)
المرينو الناعم	٧١,٧	١٩,٣	١٧,٧
المرينو المتوسط	٦٤,٤	٢١,٨	٢١,١
المرينو القوي	٥٧,١	١٧,١	٢٤,١
البولوراث	٥٠,٦	١٣,٠	٣١,٦
الكوريدل	٢٨,٧	١٠,٦	٣٢,٣
السوث دون	٢٧,٨	٦,٣	٢٥,٤
الدورست هورن	١٨,٥	٥,٤	٣٤,٤
الريلاند	١٥,٨	٥,٥	٣١,٥
السوفولك	٢٠,٤	٤,٨	٢٣,٦
الرومني مارش	٢٢,٠	٥,٥	٣٣,٦
البوردر ليستر	١٥,٨	٤,٤	٣٦,٠
الليستر الإنكليزي	١٤,٤	٤,٩	٣٦,٢
اللينكولن	١٤,٦	٥,٤	٤٤,٢
اللانـــدراس الســـويدي (ناعم)	١٤,٥	٧,١	٣٩,٠
اللانـــدراس الســـويدي (سجاد)	١٢,٨	٥,٣	٤٢,٢
الشيفيوت	١٤,٦	٤,٥	٢١,٠
ويلز الجبلي	١٣,٨	٤,٠	٣١,٥
السواليدال	٨,٣	٣,١	٣٨,١
البلاك فيس الاسكتلندي	٧,٠	٣,٢	٤٨,٩
الوايلتشير	١١,٤	٣,٣	٣٦,٠

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٣- كثافة حويصلات الصوف : Density of Wool Follicles

يقصد بكثافة حويصلات الصوف أو غزارتها عددها في وحدة المساحة ، تعد هذه الصفة كمية وتتميز بقدرة توارث تقدر بـ (٧٠٪) . وهي تختلف من عرق إلى آخر ، ومن مكان لأخر على سطح جسم الحيوان الواجد . وتكون أعلى ما يمكن حول خط العمود الفقري ثم تقل باتجاه البطن . وتؤدي الزيادة في سطح الحيوان أثناء تقدمه في العمر إلى نقص عدد الحويصلات في وحدة المساحة .

تعد كثافة ألياف الفروة من العوامل الأساسية المؤثرة في إنتاج الصوف من الحيوان . وعلى إفتراض أن مساحة جلد الحيوان تبلغ (١٢) قدماً مربعاً ، وأن الألياف تنمو متجانسة على الأجزاء المختلفة من جلد الحيوان ، فإنه يمكن حساب العدد الكلي للألياف النامية ، والذي يقدر بنحو (٦١-١٠٠) مليون ليفة في أنواع الأغنام المختلفة، وقد تصل إلى (١٢٦) مليون عند الحيوانات تامة النمو من عرق المرينو . وتقل إلى (١٥-٢٠) مليون ليفة عند عروق الأغنام خشنة الصوف . ويظهر الجدول التالي رقم (٢٣) متوسط عدد الألياف الصوفية / سم^{٢} عند أغنام العواس السورية .

جدول رقم (٢٣)

السلالة	عدد الألياف الصوفية في أغنام منطقة حسيا	عدد الألياف الصوفية في أغنام منطقة الساحل
العبا	١٢٨٩	١٢٥٩
الشقرا	١٥٩٩	١١٦٠
البرشا	١٨٢٤	١١٣٨

٤- العوامل المؤثرة في تكوين الصوف :

Factors Affecting Wool Formation

يمكن إجمال أهم الوامل المؤثرة في تكوين الصوف بما يلي :

١- كمية الغذاء المتناولة ونوعيته : تؤدي التغذية الجيدة ، وتوافر الحموض الآمينية ، وبخاصة المحتوية كبريتاً مثل السيستين ، إلى زيادة إنتاج الصوف وتحسين

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

نوعيته ، ولو أن الصوف يتكون رغم سوء التغذية أو في أوقات القحط نظراً لأن حويصلات الصوف لها أولوية في حصولها على الغذاء .

٢- فصل السنة : يزداد إنتاج الصوف عند بعض العروق بدرجة حرارة الجو (١٢م) شتاءً و(٢٧م) صيفاً وتكون الزيادة في إنتاج الصوف هذه نتيجة زيادة طول الألياف الصوفية وسماكتها .

وقد وجد أن نمو الصوف يصل أقصاه في فصل الصيف ، وينخفض في فصل الشتاء في المناطق ذات الجو المعتدل . ويعزى تأثير فصل السنة في نمو الصوف إلى العوامل التالية :

آ - كمية الغذاء ونوعيته

ب - التغير في درجة حرارة الجو

حـ - طول فترة الإضاءة

د - درجة تمدد الأوعية الدموية المنتشرة في النسيج الضام للجلد ، وكمية الدم المغذية للحويصلات ، وتغيراتها أثناء تنظيم درجة حرارة جسم الحيوان .

هـ - نشاط الغدد الصماء :

- تؤدي زيادة إفراز هرمون الغدة الدرقية - الثيروكسين Thyroxine إلى تنبيه نمو الصوف ، وينشط إفراز هذا الهرمون عند ارتفاع درجة حرارة الجو ، وزيادة فترة الإضاءة .
- يقلل هرمون قشرة الكظر الكورتيزون - Cortisone من نمو الصوف ، ويزيد إفراز هذا الهرمون في الجو البارد .
- يضعف هرمون لب الكظر الأدرينالين Adrenaline نمو الصوف أويوقفه ، ويفرز هذا الهرمون تحت تأثير الظروف القاسية كالخوف والمرض والجوع الشديد Starvation أو التغيرات الشديدة في الظروف الجوية.
- يؤدي استئصال الغدة النخامية إلى انخفاض في إنتاج الصوف .

٣- الحالة الفيزيولوجية : ينخفض معدل نمو الصوف أثناء الحمل وإدرار الحليب عند الإناث .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٤- منطقة تواجد الألياف الصوفية على جلد الحيوان : يتأثر معدل نمو الصوف بمنطقة تواجده على جلد الحيوان ، بوجود الثنيات الجلدية ، وبمقدارها وبكثافة الحويصلات وطبيعتها ومدى إمداد هذه المنطقة بالأوعية الدموية .

٥- حجم الحيوان ومساحة جلده : كلما زادت مساحة جلد الحيوان ازدادت كمية الصوف التي تنتج منه ، وترجع الاختلافات في حجم الجسم ومساحة الجلد إلى الخواص الوراثية والعرقية والفردية داخل العرق الواحد ، وإلى الجنس ، حيث تكون مساحة الجلد عند الذكور أكثر منها عند الإناث .

٦- جز الصوف : يؤدي جز الصوف إلى تنشيط نموه بعد الجز ، ويعزى ذلك إلى عدة أسباب منها : زيادة شهية الأغنام لتناول العلف بعد الجز مما يؤدي إلى زيادة نمو الصوف ، بالإضافة إلى تحسن ظروف التهوية الجيدة للجلد بعد عملية الجز ، وتزايد التبادل الاستقلابي لأنسجة أعضاء جسم الحيوان .

٧- الأمراض والطفيليات : تؤدي إصابة الحيوانات بالأمراض والطفيليات إلى إنخفاض معدل نمو الصوف وتردي نوعيته وعدم تجانسه .

٨- تأثير نسبة الحويصلات الثانوية إلى الحويصلات الأولية S/P ratio : فكلما قلت هذه النسبة في جلد الأغنام قل إنتاج الصوف .

٥- الخواص الكيماوية للصوف : Chemical Properties of Wool

يتكون الصوف النقي من بروتين الكيراتين Keratin الذي ينتمي إلى صف البروينات غير الذائبة المحتوية الكبريت والمتميزة بطولها ومرونتها ، وتتركب منه كل التراكيب والأنسجة البشرية المشتقة من الجلد كالشعر والقرون والأظلاف ، وكما هو الحال بالنسبة للبروتينات الليفية الأخرى ترتبط أطراف الحموض الأمينية المكونة له على شكل سلاسل ببتيدية لتكون جزيئات طويلة السلاسل ومعادلة هذا البروتين هي :

$$(C_{72}\ H_{112}\ N_{18}\ O_{12}\ S)$$

وعند حلمأة الصوف تنتج أحماض أمينية فقط معادلتها العامة :

$$NH_2 - CH(R) - CO_2H$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وتمثل (R) أحد نحو (٢٠) حمضاً أمينياً ، وترتبط هذه الأحماض الأمينية ببعضها بعضاً بتكوين روابط ببتيدية بين مجموعة الأمينو لأحد الأحماض ، ومجموعة الكربوكسيل لحمض أخر وفقد جزيء ماء .ومن المعتقد أن يوجد نحو (٦٠٠) جزيء حمض أميني في سلسلة عديد الببتيد الواحدة ، ويصل الوزن الجزيئي للسلسلة أو جزيء الكيراتين إلى نحو (٦٨٠٠٠) . وترتبط سلاسل عديد الببتيد المتجاورة ببعضها بوساطة نوعين من الروابط .

آ – روابط كبريتية : Disulphide Bonds

وتتكون هذه الروابط من جزيئات حمض السيستين Cystine. وتتميز الرابطة بثباتها وتأثيرها على خواص الصوف الميكانيكية .

ب – روابط ملحية : Salt Linkage

وتحدث نتيجة تجاذب بين مجموعة جانبية حمضية على جزيء كيراتين ومجموعة أخرى قاعدية على جزيء مجاور .

ويتأثر التركيب الكيميائي للصوف بالعوامل التالية مثل الماء أو الأحماض ، والقلويات ، والمواد المؤكسدة ، والمواد المختلفة ، والهالوجينات ، والغورمالدهيد ، والأملاح ، والتخزين ، والحرارة ، وضوء الشمس .

٦– الخواص الطبيعية (الفيزيائية) للصوف : Physical Properites of Wool

يتركز استعمال الصوف في غزل الخيطان منه ، ونسج الأقمشة المتنوعة ، وحياكة الألبسة وذلك نظراً للمواصفات الطبيعية العالية التي تتمتع بها الألياف الصوفية، فإن الخواص الفيزيائية تحدد بشكل عام خواصه التصنيعية ، وعلى أساسها يتم تقييم الصوف وتصنيعه . وفيما يلي ذكر لأهم هذه الخواص :

١– النعومة : Fineness

يقصد بالنعومة ثخانة الألياف الصوفية ، أو بمعنى أدق أقطارها ، فكلما زادت قيم الأقطار التي تقاس بالميكرون زادت خشونة الصوف . وتعد النعومة من أهم الصفات المحددة لنوعية الصوف وإمكان غزله ، ونوع النسيج الناتج .

تبلغ ثخانة ألياف الصوف الناعم بالمتوسط نحو (٢٠) ميكرومتراً

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

(١٠-٣٠ميكرومتراً) .

تبلغ ثخانة أليـاف الصـوف متوسـط النعومـة بالمتوسـط (٣٥) ميكـرو مـتراً (٣٠-٤٠ميكرو متراً) .

تبلغ ثخانة أليافِ الصوف الخشن بالمتوسط (٣٥) ميكرو متراً فما فوق .

٢- الطول : Length

وهو من الخواص الرئيسة للصوف والذي يتم على أساسه تقسيم الصوف إلى رتبه المختلفة . وهنا لابد من التمييز بين الطول الطبيعي والطول الحقيقي للألياف الصوفية . ويقصد بالطول الطبيعي طول الألياف مع تموجاتها بدون شد ضمن الحزمة أو الخصلة الصوفية لذلك يعرف هذا الطول بطول الخصلة Staple Length . ويقاس طول الخصلة على الحيوان الحي مباشرة أو في المعمل بعد الجز بوساطة مسطرة وبدقة قدرها (±٠,٥) سم .

أما الطول الحقيقي أو طول الليفة فيحدد بدقة قدرها (٠,١) سم ، بعد قياس عدد مناسب من الألياف وشدها حتى اختفاء الثنيات . ثم يقدر الطول المتوسط للعدد الذي تم قياسه ، وتجري القياسات في ثلاثة أماكن على جسم الحيوان وهي الكتف والجنب والفخذ ، وتضاف أحياناً منطقتي الظهر وأسفل الفخذ من الداخل .

٣- الثنيات أو التجاعيد : Crimps

وهي خاصة تشكيل ثنيات أو تعاريج على طول الألياف الصوفية على شكل تموجات Waves، تظهر هذه التموجات على مختلف أنواع الألياف الناعمة ونصف الناعمة ونصف الخشنة والخشنة بأعداد متفاوتة بينما تخلو الألياف الخشنة الشوكية من التموجات . ويزداد عددها في السنتيمتر الواحد الطولي من الليفة في الصوف الناعم حيث يبلغ (٦-١٤) ثنية ، وتقل كلما ازدادت خشونة الصوف حيث تبلغ (١-٣) ثنية في صوف أغنام العواس السورية . ويؤثر عدد التموجات في متانة النسيج الصوفي الناتج . وعموماً يمكن تمييز أشكال التموجات التالية : طبيعية ، منبسطة ، مرتفعة ، ضيقة ، عروية ، متطاولة ، ملساء . وبسبب التجعيد الفرق بين طول الليفة وطول الخصلة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

٤- المتانة : Strength

وهي مقاومة الصوف للانقطاع ، وتحدد بوساطة الشد عند القطع ، أو هي مقدار الشد اللازم لقطع وحدة الوزن من المادة المختبرة ، وتقدر بوحدة غرام/تكس. والتكس هنا هو كثافتها الطولية أي وزن وحدة الطول .

$$\text{المتانة (غرام/تكس)} = \frac{\text{الثقل القاطع (غرام)}}{\text{وزن وحدة الطول (تكس)}}$$

تعد المتانة ذات أهمية كبيرة في التصنيع وعليها تتوقف إمكانات الحصول على أنسجة مصنعة متينة .

٥- التمدد : Elongation

وهي خاصية الألياف الصوفية بالاستطالة أكثر من طولها الحقيقي بسبب البنية الليفية الحلزونية لبروتينات الكيراتين ، والبنية التشريحية للألياف الصوفية .

٦- المطاطية : Elasticity

وهي السرعة التي تعود خلالها الألياف إلى حالتها الطبيعية بعد ضغطها ، تعد المطاطية إحدى الخواص المميزة للألياف الصوفية عند مقارنتها بالألياف الأخرى .

٧- الارتداد : Reseliance

وهي خاصية الألياف بالعودة إلى وضعها الطبيعي بعد التأثير فيها فيزيائياً ، كمعرفة درجة رد الفعل لكتلة الصوف عند الضغط عليها .

٨- الصلابة : Regidity

وهي الصفة التي تحدد مقاومة للبرم Twist ، وتتأثر صلابة الصوف إلى حد كبير بنسبة الرطوبة في الصوف . تعادل صلابة الصوف الجاف أكثر بـ (١٥) مرة من صلابة الصوف المشبع بالماء .

٩- اللون : Color

يحدد اللون بكمية ولون الأصبغة الموجودة في طبقة خلايا القشرة للألياف الصوفية . يعد لون الصوف من الصفات الأساسية والمهمة لتقويمه في الصناعة . ويتأثر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

اللون بالعوامل الخارجية كالضوء و الغبار والبول والمفرزات الصلبة . إن اللـون السـائد والمرغوب للصوف هو الأبيض العاجي ، ويعد وجود شوائب ملونة عيباً في الصوف .

١٠- اللمعان : Luster

يعود لمعان الصوف إلى وضعيـة خلايـا الطبقـة الحرشفية وكميـة ونوعيـة المـادة الدهنية العرقية وعدد الثنيات على الألياف .

١١- التلبد : Felting

وهي خاصية تماسك الألياف الصوفية على شكل لباد تحت تأثير الضغط العالي، تتأثر هذه الصفة بدرجة وجود الحراشف أو الأسنان على أسطح الألياف الصوفية .

١٢- امتصاص الرطوبة : Moisture Absorption

يتميز الصوف بقدرته العالية على امتصاص وتشرب الرطوبـة الجوية ، وتختلـف كمية الرطوبة الممتصة من قبل الصوف حسب درجة تشبع الجو ببخار المـاء ، ودرجـة الحرارة ، ونعومة الصوف ونسـبة المـح فيـه . يمتـص الصـوف النـاعم كميـة أكـبر مـن الرطوبة بالمقارنة مع الصوف الخشن ، تقدر نسبة الرطوبة في الصـوف النـاعم ونصـف الناعم بـ (١٧٪) ، أما في الصوف الخشن ونصف الخشن فهي (١٥٪) .

١٣- النقاوة : Purity

تعد جزة الصوف نقيـة إذا احتـوت أليافـاً صوفيـة بيضـاء فقـط . تتـأثر النقـاوة بعاملين هما : وجود ألياف صوفية ملونة بين ألياف الصـوف البيضـاء ، وجـود الشـعر الصلب Kemp بين ألياف الصوف الحقيقية والذي يصعب فصله عن ألياف الصوف.

١٤- التناسق : (التجانس) : Uniformity

يقصد بها تناسق الألياف الصوفية في معظم صفاتها وبخاصـة النعومـة والطـول ، وإنه من الصعب تحقيق هذا الهدف عملياً لوجود اختلافات كبيرة في خـواص الصـوف بين مناطق الجسم المختلفة .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الفصل التاسع

إنتـــاج الحليـــب

The Milk Production

تعتمد الحيوانات الثديية في تغذية صغارها حديثة الـولادة على سائل بيولوجي معقد هو الحليب . ويفرز الحليب بعد الولادة مباشرة في الغدد الثديية التي تتوضع في المنطقة الأربية عند الحيوانات المجترة والخيول ، أو على سطح المنطقتين الصدرية والبطنية عند الخنازير والقطط .

أولاً – تكوين الحليب : Milk Formation

يتكون الحليب في الخلايا الغدية المفرزة والمتجمعة على شكل حويصلات الحليب Alveoli . والحويصلة الواحدة هي كرية صغيرة تتكون من صف واحد من الخلايا التي تحيط بجوف صغير تتصل فيه قنية دقيقة ، تصب في قناة أكبر فأكبر لتشكل جهاز قنوات كامل يصب في نهاية الأمر في مخزن الغدة ، الذي يتصل بدوره بمخزن الحلمة ، وتفتح الأخيرة بوساطة قناة الحلمة إلى الخارج . ويحيط بكل حويصلة من الخارج شبكة كثيفة من الأوعية الدموية واللمفاوية والألياف العضلية الملساء التي تلعب دوراً أساسياً في عصر الحويصلات ودفع الحليب منها تحت تأثير هرمون الاوكسيتوسين الذي يعمل على انقباضها .

تتجمع الحويصلات في مجموعات منفردة على شكل فصيصات ، وتتجمع الأخيرة لتشكل فصوصاً ، وتحاط كل التراكيب السابقة بالنسيج الضام ، وتشكل النسيج الغدي المفرز في الضرع (شكل ٧٤) .

ترد المواد الأولية التي تتكون منها مكونات الحليب من الدم بوساطة الشبكات الشعرية حول الحويصلات . وقد وجد أنه لتكوين (١) ليتر من الحليب يجب أن يمر عبر ضرع البقرة نحو (٤٠٠-٥٠٠) ل من الدم . إلا أن التركيب الكيميائي للدم

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

يختلف عن تركيب الحليب (جدول ٢٤) ، فمثـلاً لايوجـد في الـدم بروتـين الكـازيئين وسـكر اللاكتـوز ، إلا أن كميـة الغلوبولـين والألبومـين فيـه أكـثر بعـدة مـرات ، مـن محتواهما في الحليب . وعلى العكس من ذلك يحتوي الحليب كمية مـن الدهـن المعتـدل تزيد بعشرات المرات عن كميته في الدم ، بالإضافة إلى اختلاف تركيبهما .

ويمكن استخلاص نتيجة من ذلك وهي أن تلك المكونات الموجـودة في الحليـب مثل الكازئين واللاكتوز والدهن تتمثل في الخلايا المفرزة للغدة الثديية بوساطة عمليـات الاستقلاب والتحويل المناسبة .

شكل (٧٤) مخطط لبنية غدة ثديية عند البقرة

أما الماء والأملاح المعدنية فتتحول بشكل مباشر من الـدم إلى الحليـب دون أن يطرأ عليها عمليات استقلاب . فالماء يرشح من الدم إلى أجواف الحويصـلات عـبر الخلايـا المفـرزة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طالما أن هناك اختلاف في الضغط الحلولي بينهما ، أما الأملاح المعدنية فتخضع لعملية تعيير في تراكيزها نظراً لأن مرورها عبر الخلايا المفرزة يخضع لخاصية الإصطفاء .

فمثلاً يسود الصوديوم في مصورة الدم ، ويقل فيها تركيز الكالسيوم والبوتاسيوم ، وتكون الحالة على خلاف ذلك في الحليب . حيث يرتفع تركيز الكالسيوم والبوتاسيوم ، ويقل تركيز الصوديوم والكلور .

وكما هو الحال بالنسبة للأملاح المعدنية غالباً ما تمر الفيتامينات والهرمونات والمواد الملونة والأجسام المضادة وبعض الأنزيمات من الدم ، عبر الخلايا المفرزة إلى أجواف الحويصلات بدون أن تخضع لعمليات استقلاب حيوية .

يصل وزن الضرع عند الأبقار في قمة نشاطه الوظيفي إلى (٣٪) من وزن الجسم بشكل عام . ويمثل في ضرع البقرة التي تنتج (٤٠٠٠) كغ حليب في الموسم نحو (٥٠٠) كغ جوامد كلية منها (١٣٢) كغ بروتيناً ، و (١٥٢) كغ دهناً ، و (١٨٨) كغ سكر لاكتوز ، و (٢٦) كغ مواد معدنية مختلفة . ويتعلق إفراز الحليب بالوظيفة التناسلية ، ومستوى الهرمونات ، ونشاط الغدد الصماء ، وتنظم هذه العملية تحت إشراف الجهاز العصبي - الخلطي للجسم .

جدول رقم (٢٤) مقارنة بين تركيب مصورة الدم والحليب عند الأبقار

المكونات	المحتوى ٪	
	في مصورة الدم	في الحليب
الماء	٩١	٨٧
الكازئين	-	٢,٩
الألبومين	٣,٢	٠,٥
الغلوبولين	٤,٤	٠,٠٥
الحموض الأمينية	٠,٠٠٣	٠,٠٠٢
الدهن المعتدل	٠,٠٩	٣,٨
اللاكتوز	-	٤,٨
الغلوكوز	٠,٠٥	٠,٠٠٥
الفوسفاتيدات	٠,٢	٠,٠٤
الكالسيوم	٠,٠٠٩	٠,١٢
الفوسفور	٠,٠١١	٠,١
الصوديوم	٠,٣٤	٠,٠٥
البوتاسيوم	٠,٠٣	٠,١٥
الكلور	٠,٣٥	٠,١١

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ثانياً – العوامل المؤثرة في محصول الحليب وتركيبه :

Factors Affecting Yield and Composition of Milk

تتأثر كمية الحليب الناتج من الحيوان وتركيبه بعوامل عديدة ، ومن الملاحظ أن هناك علاقة عكسية بين كمية الإنتاج ونسبة الجوامد الكلية في الحليب ، ويعد الدهن أكثر المواد الصلبة تغيراً في الحليب ، يليه في ذلك البروتين . وفيما يلي تعداد لأهم العوامل المؤثرة في محصول الحليب وتركيبه :

١- نوع الحيوان ، ٢- عرق الحيوان ، ٣- كتلة جسم الحيوان ، ٤- السرسوب (اللبأ) ، ٥- مرحلة الإدرار ، ٦- موسم الإدرار ، ٧- كمية الغذاء ونوعيته ، ٨- عدد مرات الحلابة في اليوم ، ٩- عمر الأم عند أول وضع لها ، ١٠-طريقة الحلابة ، ١١- طول فترة التجفيف وحالة الجسم ، ١٢- موعد التلقيح بعد الولادة أو الفترة بين الولادتين ، ١٣- طرائق الرعاية المختلفة وانتظام المعاملة ، ١٤- درجة حرارة الجو ، ١٥- تعرض الحيوان للأمراض والطفيليات المختلفة ، ١٦- رياضة الحيوان .

ويمكن عند تأمين الظروف البيئية المثلى للحيوان إظهار طاقته الوراثية الإنتاجية، بينما يؤدي الإخلال بالشروط البيئية كقلة الأعلاف المقدمة ، أو عطش الحيوان ، أو مرضه ، أو ارتفاع درجة حرارة الجو المحيط إلى انخفاض سريع في الإنتاج .

تنتج عروق أبقار الحليب الأوربية الأصيلة كالهولشتين – فريزيان أكبر كميات من الحليب حيث يزيد إنتاجها في (٣٠٥) أيام في الموسم الثاني على (٦٠٠٠)كغ ، نسبة الدسم فيه (٣,٦١٪) وقد تصل أرقام الإنتاج عند أبقار التسجيل حتى (٢٥٠٠٠)كغ في السنة .

يستمر موسم الإدرار نحو (١٠) أشهر وسطياً عند الأبقار ، و (٤-٥) أشهر عند الأغنام ، و (٥-٧) أشهر عند الماعز ، و (٥) أشهر عند الخيول ، و (١٥-٢٤) شهراً عند الجمال .

ثالثاً – التركيب الكيميائي للحليب : Chemical Composition of Milk

يعد الحليب من وجهة نظر الكيمياء الفيزيائية مصورة (بلاسما) تنتشر فيها أجزاء صغيرة جداً من المواد المختلفة . فسكر اللاكتوز والأملاح المعدنية توجد في حالة

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

محاليل حقيقية ذائبة كلياً ، يبلغ قياس الجزء منها نحو (٠,٥) ميللي ميكرومتر ، حيث لايمكن مشاهدتها حتى تحت المجهر الإلكتروني . وتوجد البروتينات (الكازيئين والألبومين والفلوبولين ... وغيرها) في حالة غروية (منتبجة) ، يتراوح قياس أجزائها الصغيرة من (١٥-٢٠٠) ميللي ميكرومتر . أما كريات الدهن فهي أكبر الأجزاء الموجودة بشكل مستحلب ، وتبلغ قياسات هذه الكريات بحدود (٠,١-١٠) ميكرو متر حيث يمكن مشاهدتها تحت المجهر .

والحليب هو سائل بيولوجي ، ونظام عالي التعقيد من المواد المغذية والمركبات العضوية الأخرى والأملاح ، تفرزه الغدد الثديية عند إناث الحيوانات الثديية . وهو يحتوي مواد مغذية وبيولوجية نشيطة ضرورية لحياة الكائن الحيواني . وما تزال دائرة معارف الإنسان عن تركيبه غير تامة ، إلا أنه تم حصر أكثر من (٢٠٠) مكوِّن مختلف في الحليب بما فيها البروتينات والدهن وسكر الحليب (اللاكتوز) ، والمواد المعدنية ، ولذلك يعد الحليب سائلاً بيولوجياً معقد التركيب ، ولا يمكن عده مزيجاً ميكانيكياً للمواد المختلفة الداخلة في تركيبه .

ويمكن وصف الحليب بأنه سائل متجانس أبيض اللون ، مع ظل خفيف إلى اللون الأصفر ، وله طعم ورائحة مميزين ، ويختلف التركيب الكيمياوي للحليب تحت تأثير عوامل كثيرة إلا أن أهمها هي الاختلافات الوراثية ، ويقصد بذلك اختلاف تركيب حليب الأنواع الحيوانية ، والاختلافات العرقية ضمن النوع الواحد ، والاختلافات الفردية ضمن العرق الواحد . هذا بالإضافة إلى تأثير العوامل البيئية المختلفة كنوعية وكمية التغذية ، وأساليب الرعاية ، والعوامل المناخية ... وغيرها من الأمور الأخرى . ويبين الجدول (رقم ٢٥) معطيات رقمية وسطية عن تركيب الحليب عند مختلف الحيوانات الزراعية والإنسان .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

جدول رقم (٢٥)

التركيب النموذجي لحليب أنواع وعروق مختلفة من الثدييات (٪)

نوع أو عرق الحيوان	الدهن	اللاكتوز	البروتين	الرماد	الجوامد اللادهنية	الجوامد الكلية	الماء
أبقار الجرسي	٥,٠٥	٥	٣,٧٨	٠,٧	٩,٤٨	١٤,٥٣	٨٥,٤٧
أبقار الكرنسي	٥,٠٥	٤,٩٦	٣,٩	٠,٧٤	٩,٦	١٤,٦٥	٨٥,٣٥
أبقار الايرشاير	٤,٠٢	٤,٨١	٣,٥١	٠,٦٨	٩,٠٠	١٣,٠٢	٨٦,٩٧
أبقار السويسري البني	٣,٨٥	٥,٠٨	٣,٤٨	٠,٧٢	٩,٢٨	١٣,١٣	٨٦,٨٧
أبقار هولشتين فريزيان	٣,٤١	٤,٨٧	٣,٣٢	٠,٦٨	٨,٨٧	١٢,٢٨	٨٧,٧٢
الماعز	٤,٢٥	٤,٢٧	٣,٥٢	٠,٨٦	٨,٦٥	١٢,٩	٨٧,١٠
الأغنام	٧,٩٠	٤,٨١	٥,٢٣	٠,٩٠	١٠,٩٤	١٨,٨٤	٨١,١٦
الجاموس	٧,٣٨	٥,٤٨	٣,٦٠	٠,٧٨	٩,٨٦	١٧,٢٤	٨٢,٧٦
الخيول	١,٥٩	٦,١٤	٢,٦٩	٠,٥١	٩,٣٤	١٠,٩٣	٨٩,٠٧
الأياثل	٢٢,٤٦	٢,٥	١٠,٣٠	١,٤٤	١٤,٢٤	٣٦,٧٠	٦٣,٣٠
الإنسان	٣,٧٥	٦,٩٨	١,٦٣	٠,٢١	٨,٨٢	١٢,٥٧	٨٧,٤٣

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وسنستعرض فيما يلي المكونات الأساسية الداخلة في تركيب حليب الأبقار :

١- الماء : Water

يشكل الماء الجزء الأساسي في الحليب ، وتبلغ نسبته فيه نحو (٨٧,٥٪) ويلعب الماء دوراً مهماً في انتظام سير العمليات الحيوية في الجسم . وتغطي الحيوانات الحديثة الولادة إحتياجاتها من الماء في الأيام الأولى من حياتها على حساب شرب أو رضاعة الحليب ، ولكن الماء يستبعد من الحليب عند تحضير بعض المشتقات الغذائية منه مثل الجبن .

٢- المادة الجافة : Solid Materiales

يدخل في تركيب المادة الجافة الصلبة التي تبلغ نسبتها نحو (١٢,٥٪) كل من البروتينات والدهن ومائيات الفحم والمواد المعدنية والفيتامينات وغيرها من المواد المتنوعة الموجودة في الحليب . وتقيم القيمة الغذائية للحليب ، وقابليته لصنع مشتقاته (كالجبن واللبن والقريشة والمعلبات) بمدى إحتوائه الجوامد الكلية Total solids .

وتخضع كمية الدهن في الحليب إلى تغيرات ملحوظة تحت تأثير عوامل مختلفة بالمقارنة مع غيرها من المواد الصلبة ، ولذلك يعمد عند حساب المادة الصلبة إلى حساب مؤشر الجوامد اللادهنية الكلية Total non fat solids .

٣- بروتينات الحليب : Milk Proteins

تشكل البروتينات المختلفة في حليب الأبقار نحو (٣,٥٪) وسطياً ، وتتراوح هذه القيمة بين (٢,٩-٤٪) بالاعتماد على العوامل الوراثية والعوامل البيئية ، وترتفع هذه النسبة حتى (١٥,٥٪) في السرسوب الذي تفرزه الغدة الثديية في اليوم الأول بعد الولادة وتعود إلى قيمتها العادية بعد اليوم الخامس من الولادة .

ويعتقد أن الحليب يحتوي أكثر من (٣٠) نوعاً مختلفاً من البروتينات ، ولكن يذكر عموماً ، وبهدف التبسيط أن الحليب يتكون من الكازيئين الذي تبلغ نسبته في الحليب (٢,٧-٢,٨٪) ، أو نحو (٨٠٪) من مجموع بروتينات الحليب ، والألبومين الذي تبلغ نسبته نحو (٠,٤٪) أو نحو (١٥٪) من إجمالي بروتينات الحليب ، والغلوبولين الذي تقدر نسبته بـ (٠,١٪) من كتلة الحليب .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

وتدعى بروتينات الألبومين والغلوبولين بروتينات مصل الحليب ، وترتبط بالغلوبولين صفات المناعة في الحليب . وتوجد عدة أنواع من الكازيئين : α ، β ، γ تختلف عن بعضها بمحتواها من الأزوت والفوسفور والكبريت .

وبالإضافة إلى البروتينات الرئيسة السابقة يحتوي الحليب عدداً آخر من البروتينات بكميات قليلة جداً تشكل مجموعة من الأنزيمات كالبروتيناز والببتيداز واللاكتاز والليباز والفوسفاتاز والريدوكتاز والبيروكسيداز ، ولهذه الأنزيمات أهمية كبيرة في عمليات تصنيع منتجات الحليب المختلفة .

كما توجد في الحليب الليبوبروتينات التي تكون أغشية كريات الدهن ، ومجموعة من المواد الأزوتية غير البروتينية الناتجة عن استقلاب البروتينات كالبولة وحمض البولة والحموض الأمينية ، بالإضافة إلى المواد الملونة كالكلوروفيل والكسانتوفيل والكاروتين .

توجد أجزاء البروتينات في الحليب بحالة غروية ، وهي أثقل من الماء بسبب كثافتها النوعية المرتفعة والتي تبلغ (١,٣٤٦) ولكن الحركة البراونية Brownian Movement تمنع ترسبها . كما أنها لاتتخثر في الحالات الطبيعية نظراً لثباتها الناتج عن وجود غلاف مائي رقيق حول الجزئيات . هذا بالإضافة إلى أن شحناتها الكهربائية تجعلها تنفر من بعضها بعضاً .

تتخثر الكازيئينات Caseins عند تعديل شحناتها الكهربائية بإضافة كمية كافية من الحمض ، أو بفعل نشاط البكتريا المنتجة للحموض . ويطلق على البروتينات المتبقية عموماً بروتينات مصل الحليب Whel proteins التي لايكفيها ارتفاع الحموضة فقط لتخثرها نظراً لوجود الغشاء المائي الواقي حول جزيئاتها . وتؤدي المعاملة الحرارية إلى تغيير بنية جزئيات مصل الحليب فتتخثر عند تضافر تأثيرات الحمض والحرارة . وأفضل طريقة لتحديد الحموضة التي يحدث عندها تخثر بروتينات الحليب هي معرفة تركيز أيونات الهيدروجين ، ويكون ذلك عند درجة PH-٤,٦٧ . ويتخثر الكازيئين في الحليب الطبيعي تحت تأثير أنزيمات الأنفحة الرينين Renin والببسين Pepsin .

تشكل البروتينات المادة الأساسية لكثير من منتجات الحليب لأنها تبدي تلك الصفات المرغوبة مثل إمكانية تشكيل قوام جيلاتيني أو اسفنجي شبكي ، بالإضافة إلى

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

مقدرتها على الإرتباط بالماء إلى درجة يمكن فيها لخبير الصناعات الغذائية اختيار الأوضاع الملائمة لمعاملاته ، وتعد عملية التجبين خير مثال على تشكيل المادة الأسفنجية الشبكية التي تحتجز ضمنها كريات الدهن .

ويمكن للبروتينات أن تتفاعل كيماوياً مع مكونات الحليب الأخرى ، مثل التفاعل بين البروتينات والسكاكر الذي يأخذ مكاناً عند تسخين الحليب أو تجفيفه ، فيبدو عندئذ مائلاً إلى اللون البني .

قد تكون عملية تحطيم أو تحلل البروتينات Proteolysis إلى جزيئات صغيرة مرغوبة أو غير مرغوبة ، وتعد هذه العملية أنزيمية إلى حد كبير . ومصدر الأنزيمات هنا هو الحليب نفسه أو من البكتريا الموجودة فيه . ويتم تصنيع الأجبان المختلفة عادة بالتحكم بتحلل البروتينات مما يكسبها خواص النكهة المميزة .

توجد الأنزيمات بكميات قليلة جداً في الحليب ، ويعمل أنزيم الليباز Lipase على تحليل الدهن بتحرير أحد الحموض الدهنية ، ويسرع أنزيم اللاكتاز Lactase من تحلل سكر اللاكتوز إلى غلوكوز وغالاكتوز . ويعمل أنزيم فوسفاتاز Phosphatase على نزع مجموعات الفوسفات . كما تؤدي كل من الأنزيمات الأخرى الموجودة في الحليب وظائف متخصصة على نحو مشابه . وقد يضعف نشاط الأنزيمات أو يثبط نهائياً تحت تأثير الحرارة .

وترتبط درجة التثبيط لفعالية أي أنزيم بدرجة حرارة معينة . وقد لوحظ مصادفة أن تثبيط أنزيم الفوسفاتاز يحدث عند درجة الحرارة نفسها وفي الوقت نفسه اللازمين لبسترة الحليب . وعلى ذلك يعدّ وجود أي نشاط لهذا الأنزيم في الحليب المسوق دليلاً على أن الحليب غير كامل البسترة .

٤- دهن الحليب : Milk fat

تعتمد القيمة الغذائية للحليب على محتواه من الدهن إلى حد كبير . وتتراوح نسبة الدهن في حليب الأبقار بين (٢,٧-٧٪) أو نحو (٣,٨٪) وسطياً . وتتأثر نسبة الدهن في حليب الأبقار بعوامل عديدة مثل : الخواص العرقية ، الخواص الفردية ، ظروف التغذية ، ظروف التربية ، موسم الحلابة ، فترة الحلابة ، الحالات المرضية ، موعد أول حلابة ... وغيرها من العوامل الأخرى .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

ومن ناحية التركيب الكيميائي لايعد الدهن مادة متجانسة بل مزيجاً من عدة مواد ليبيدية ، إذ أنه يتكون أساساً من الغليسيريدات الثلاثية Triglycerides التي تتكون نتيجة اتحاد الغليسيرين مع ثلاثة جزيئات من الحموض الدهنية . وبما أن الحليب يمكن أن يحتوي أكثر من (١٠٠) حمض دهني مختلف ، فإن إمكانية الاتحاد بين هذه الحموض والغليسيرين تبدو عظيمة للغاية ، ويظهر بالتالي مدى التعقيد في تركيب هذا الدهن الذي لايصادف إلا في الحليب ، ولايضاهيه بالنكهة والطعم أي نوع آخر من الدهون . ويتميز دهن الحليب باحتوائه كمية كبيرة من الحموض الدهنية ذات السلاسل الكربونية القصيرة التي تحتوي (٤-٨) ذرات فحم ، بينما غالباً ماتحتوي معظم الغليسيريدات الثلاثية الأخرى حموضاً دهنية ذات سلاسل تحتوي (١٤-١٨) ذرة فحم .

وتشكل الغليسيريدات الثلاثية عموماً على نحو (٩٣-٩٥٪) من كمية الليبيدات الكلية في الحليب ، أما ما تبقى من النسبة (٥-٧٪) فتشغلها الحموض الدهنية الحرة ، والمواد الشبيهة بالدهن (الفوسفوليبيدات) وفيتامينات (E,D,A) والكاروتينات والكوليسترول .

يعرف الانتشار الغروي للدهن في الماء بالمستحلب ، حيث يوجد على شكل كريات تتراوح أقطارها بين (٠,١-١٠) ميكرون . وتحاط الكرية الواحدة بغشاء من الفوسفوليبيدات والبروتينات والأنزيمات يمنعها من الاندماج والتجمع على شكل كريات أكبر ، ويحمل هذا الغشاء شحنة كهربائية سالبة .

تكون كريات الدهن أقل كثافة من مكونات الحليب الأخرى حيث تبلغ كثافتها (٠,٩٣٥-٠,٩٤٤) ، ولذلك فإنها تطفو على السطح . ويمكن خلال فترة قصيرة أن يزداد تكاثفها على سطح الحليب الموجود في الآنية حيث تظهر طبقة واضحة من القشدة (الكريما) التي تعرف بأنها تركيز عال من كريات الدهن ، ويعرف ما يتبقى من الحليب بعد سحب القشدة أو الدهن ، بحليب الفرز Skim milk . ويلاحظ أن عمليتي التحريك والتجنيس تؤديان إلى تقليل حجم الكريات بشكل شديد . وينتج عن ذلك حليب متجانس لاتطفو فيه طبقة القشدة أثناء الفترة الطبيعية المحددة لاستهلاك الحليب المسوق .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

لابد لتحطيم المستحلب وفصل الدهن من التأثير على الحليب بوساطة عملية خض فيزيائي شديد ، أو إستعمال الطرائق الكيمياوية والمذيبات الخاصة . وتتبع عادة عدة طرائق منها اختبار بابكوك Babcok Test لتقدير نسبة الدهن ، حيث يقيم الحليب ويسعر على أساسه . ويعتمد الاختبار على مبدأ الهضم الكيمياوي لكل مكونات الحليب ماعدا الدهن بوساطة حمض الكبريتيك . ويتم فرز الزبدة عادة بوساطة التأثير فيزيائياً على الحليب من خلال عملية الرج أو الطرد المركزي .

ومن الجدير بالذكر أن دهن الحليب هو اتحاد ضعيف ، يتغير بسرعة تحت تأثير عوامل عديدة مثل : أنزيم الليباز ، أشعة الضوء ، والمحاليل القلوية والحمضية .

٥- ماءات الفحم : Carbohydrates

يعد اللاكتوز Lactose السكر السائد في الحليب ، ويعرف عادة بسكر الحليب. وهو من السكاكر الثنائية التي تعطي عند تحللها المائي سكاكر الغلوكوز والفالاكتوز الأحادية . ويوجد السكران الأخيران بكميات طفيفة جداً . كما يعتقد أن الحليب يحتوي أنواعاً أخرى من ماءات الفحم ، إلا أن كمياتها قليلة جداً .

تبلغ نسبة اللاكتوز في الحليب نحو (٤,٦-٤,٨٪) ومن المعروف أن الكائنات الدقيقة في الحليب الطبيعي تسبب تخمر الحليب الحمضي بشكل أساسي ، حيث يتحول اللاكتوز إلى حمض اللبن . وتعد هذه العملية أساس تصنيع كل منتجات الحليب الحامضية .

يوجد اللاكتوز على شكل محلول جزيئي حقيقي رغم أن درجة ذوبانه في الماء ليست كبيرة كما الحال بالنسبة لسكر المائدة (السكروز) . وتقدر حلاوة اللاكتوز بنحو (١/٥) حلاوة السكروز . ومع أن اللاكتوز هو المادة الصلبة السائدة في الحليب، إلا أن طعم الأخير لايبدي مذاقاً حلواً . وتبلغ كثافة اللاكتوز نحو (١,٦٦) .

٦- المعادن : Minerals

يحتوي الحليب نحو (٨٠) مادة معدنية مختلفة ، مما يؤمن للمولود الصغير مصدراً غنياً وسريعاً لهذه المعادن عند شربه للحليب . وتبلغ نسبة المعادن في الحليب نحو (١٪) .

أما الرماد الخام الذي يبقى بعد حرق الحليب فيبلغ (٠,٧٪) . وتوجد العناصر

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

المعدنية الكبرى بنسبة (١٠-١٠٠ملغ ٪) والصغرى بنسبة (١,٠-١ملغ ٪) والنادرة بنسبة أقل من (٠,٠١ملغ ٪) .

توجد بعض العناصر المعدنية على شكل أملاح ، وبعضها الآخر على شكل إتحادات معقدة مع جزئيات المواد العضوية ، وتشمل الأيونات العضوية واللاعضوية في الحليب على الكالسيوم ، المغنيزيوم ، البوتاسيوم ، الصوديوم ، الفوسفات ، الكلوريدات ، السيترات ، البيكربونات ، الكبريتات . ومن العناصر الصغرى والنادرة هناك النحاس ، الحديد ، المنغنيز ، الألمنيوم ، الزنك ، الكوبالت ، اليود ، الكروم ، الفضة ، القصدير ، الرصاص ، الليثيوم ، السترونتيوم ، الباريوم ، الفاناديوم وغير ذلك من العناصر الأخرى المكتشفة في الحليب .

توجد الأملاح عموماً على شكل محاليل حقيقية ، إلا أن بعض الفوسفات تبدي انحلالاً غروياً . تؤثر الأملاح واللاكتوز بشكل كبير في الضغط الحلولي للحليب ، ويبقى الضغط ثابتاً نسبياً لأن أي تغير في محتوى اللاكتوز يعدل بتغيير محتوى الأملاح والعكس صحيح . وتتعلق درجة تجمد الحليب (- ٠,٥٥٥ م بالنسبة لحليب الأبقار) ظاهرياً بالضغط الحلولي ، ولقياس درجة تجمد الحليب قيمة عملية كبيرة للكشف عن غشه بإضافة الماء إليه ، مما يؤدي لارتفاع درجة التجمد عن معدلها الطبيعي .

تظهر أهمية أملاح الحليب من حيث علاقتها مع مكونات الحليب الأخرى ، فهي مسؤولة عن ثبات أو عدم ثبات الجزيئات الغروية التي تعد ذات أهمية عملية في المعاملات التي تتضمن التسخين أو التجميد . ويؤدي عدم ثبات الجزيئات الغروية إلى بنية رديئة .

ومن الملاحظ أن أملاح الكالسيوم أقل ذوباناً في درجات الحرارة العالية من الدرجات المنخفضة ، ويعد هذا السلوك معاكساً لأغلب الأملاح الأخرى ومعيقاً لعمليات التصنيع ، لأن أملاح الكالسيوم تؤثر في الثبات الفيزيائي لهذه المنتجات .

٧- الفيتامينات : Vitamins

يحتوي الحليب بالإضافة إلى الفيتامينات الذائبة في الدهن (K,E,D,A) كثيراً من الفيتامينات الذائبة في الماء . مثل حمض الأسكوربيك (V.C) والثيامين (V.B1) ، والريبوفلافين (V.B2) ، وحمض البانتوتينيك (V.B3) ، والكولين (V.B4)، والبيريدوكسين (V.B6) ، والسيانوكوبال أمين (V.B12) ، وحمض

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

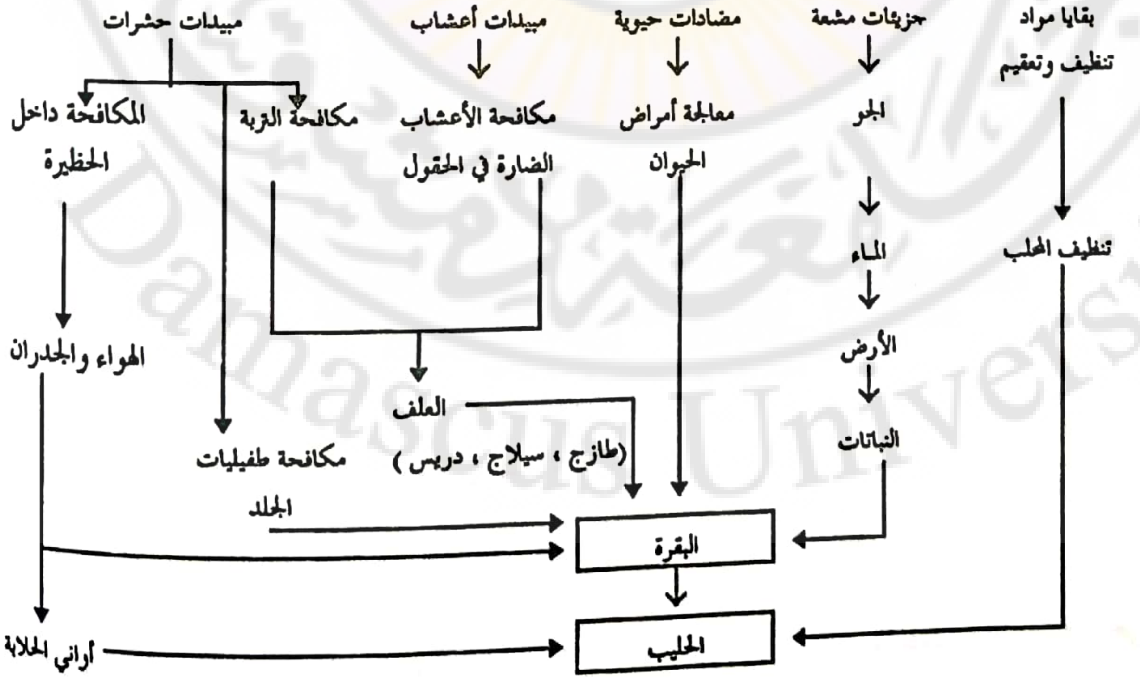
النيكوتين أو النياسين (V.pp) والبيوتين (V.H) .

تتأثر كميات فيتامينات (C,E,D,A) بوجود الأعلاف الخضراء في العلائق المقدمة للأبقار إلى حد كبير . أما فيتامينات المجموعة (B) فتستطيع الكائنات الدقيقة الموجودة في كرش المجترات أن تمثلها . ويستفيد منها الحيوان العائل بعد هضم هذه الكائنات .

٨- منوعات : Miscellaneus

يوجد في الحليب مواد متنوعة أخرى اكتشف بعضها حديثاً ، وتشمل على الهرمونات مثل الثيروكسين والأدرينالين ، والأجسام المضادة للسموم ، وأجسام المناعة، والأصبغة والمركبات الآزوتية غير البروتينية ، الحموض الأمينية ، والحموض النووية ، والغازات ، والألديهيدات والكيتونات ، والأسيدات ، والسلفيدات . وتتشكل المركبات الإضافية المذكورة كنتيجة للتفاعلات البكترويولوجية والأنزيمية ، وتفاعلات الأكسدة التي تجري في الحليب أثناء تجهيزه وتصنيعه . وأدى التطور في الزراعة إلى زيادة استخدام المركبات الكيميائية المختلفة في المكافحة ومعالجة الحيوانات ، مما ازداد إمكان إنتقال هذه المركبات إلى الحليب الناتج وفي المخطط التالي رقم (٢) نبين مصادر المركبات الغريبة وطرائق إنتقالها إلى الحليب . إن إرتفاع تراكيز المركبات الغريبة يؤدي إلى تغيرات كيميائية وفيزيائية في الحليب الناتج وبالتالي يمنع من تناول مثل هذا الحليب أو تداوله .

مخطط رقم (٢) مصادر المركبات الغريبة في حليب الأبقار



الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

رابعاً : الخواص الفيزيائية للحليب : Physical Properities of milk

تعود الصفات الفيزيائية للحليب إلى تركيبه الكيميائي وبنائه ، وفيما يلي نبين أهم الصفات الفيزيائية للحليب .

١- **الكثافة** : هي نسبة كتلة الحليب على درجة (٢٠م) إلى كتلة حجم مماثل من الماء على درجة حرارة (٤م) . وتعد كثافة الحليب محصلة لكثافة المكونات الداخلة في تركيبه وتتراوح عادة بين (١,٠٢٣-١,٠٢٧) غ/سم^{٣} بالنسبة لحليب الأبقار .

٢- **اللزوجة** : تعريفها : هي مقاومة السائل للسيلان فهي تنخفض بارتفاع الحرارة . تعادل لزوجة الحليب ضعف لزوجة الماء نظراً لوجود الدهن والبروتين فيه ، وتزداد لزوجة الحليب بتخثر البروتين أثناء ارتفاع محتواه من الدهن .

٣- **نقطة الغليان** : تبلغ نقطة الغليان في الحليب (١٠٠,٢) م . وللحرارة تأثير محدد على الخواص الفيزيائية والبيولوجية للحليب . فعند رفع الحرارة حتى (٤٠-٥٠) م يظهر على سطح الحليب طبقة تتكون من الدهن والكازيئين . ويؤدي التسخين حتى (٧٠) م إلى تغير ثابت في طبيعة البروتينات . ويتخثر الألبومين على درجة (٦٥-٧٠) م . وعند استمرار ارتفاع درجة الحرارة تجري في تركيب الحليب تغيرات عميقة .

٤- **الضغط الحلولي ودرجة تجمد الحليب** : يتغير الضغط الحلولي للحليب ونقطة تجمده بالتالي ، بعد تمديده ، وتتأثران بدرجة الحموضة وغير ذلك من العوامل.

تقع درجة تجمد الحليب في حدود (٠,٥٤-٠,٥٨) م تحت الصفر . ويمكن بمعرفة نقطة تجمد الحليب تحديد درجة تمديده . فمثلاً عند إضافة مقدار (٩٪) ماء إلى الحليب تصبح درجة تجمده (٠,٥) م تحت الصفر . وعند إضافة (١٠٪) ماء تصبح الدرجة (٠,٤٤) م تحت الصفر . وترتفع درجة التجمد بمقدار (٠,٠٥-٠,٠٦) م عند إضافة (١٠٪) ماء في كل مرة .

٥- **الناقلية الكهربائية** : يستطيع الحليب نقل التيار الكهربائي نظراً لاحتوائه شوارد تحمل شحنات كهربائية . إن الناقلية الكهربائية للحليب بشكل عام ضعيفة وتقدر بحرارة (٢٥) م نحو (٤×١٠$^{-٣}$ حتى ٥,٥×١٠$^{-٣}$) S/سم . وتحدد هذه الناقلية للحليب بشكل أساسي بمدى احتوائه شوارد الكلور cl والصوديوم ، أثناء ارتفاع

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

تركيز الشوارد الكهربائية في الحليب ، يؤدي إلى ارتفاع ناقليته الكهربائية . يفيد تقدير الناقلية الكهربائية للحليب الخام من أجل الكشف عن حالة الضرع الصحية وبخاصة التهاب الضرع . يؤدي التهاب الضرع إلى ارتفاع نسبة أملاح الكلور في الحليب الناتج وبالتالي تزداد قدرته على إيصال التيار الكهربائي .

٦- السعة الحرارية : وهي كمية الحرارة المصروفة على تسخين السوائل أو الأجسام الصلبة .وتعتمد السعة الحرارية للحليب على مدى إحتوائه مواد صلبة وحالة الدهن . فكلما ارتفعت كمية المادة الصلبة في الحليب انخفضت السعة الحرارية .

خامساً- الخواص الغذائية للحليب : Nutritional Properties of Milk

يعد الحليب واحداً من أهم النتجات القيِّمة لغذاء الإنسان ، ويمكن من حيث قيمته الغذائية أن يحل مكان مادة أخرى ، إلا أنه لا توجد أي مادة يمكن أن تشغل مكان الحليب . وتنبع أهميته من كونه غذاء كاملاً يلعب دوراً كبيراً في دعم الوظائف الحيوية في جسم الإنسان ، ولا غرابة في أن الشعوب القديمة استعملت الحليب لأغراض العلاج ، حيث عرف بـ « منبع الصحة » أو « الدم الأبيض » .

ويستعمل الحليب ومنتجاته في الوقت الحالي للعلاج ، أو للحمية من أمراض مختلفة عند الإنسان ، وخاصة لأمراض الكبد ، والكلى ، والرئتين وأمراض الجهاز الهضمي كالقرحة . .

وقد بينت بعض الدراسات عن إحتياجات الإنسان الغذائية أن مقدار (٣٠-٤٠٪) من إحتياجات الطاقة الغذائية للإنسان يجب أن تؤمن على حساب الحليب ومنتجاته .

وتقدر قيمة الطاقة لكل (١٠٠) غ من الحليب الكامل نحو (٥٨) حرة ، يعادلها بالنسبة لنفس الكمية (٥٩) حرة في اللبن الدسم ، و (٧٠٩-٧٤٨) حرة في الزبدة ، و (٣٨٠) حرة في الجبن الهولندي و (١٨٧) حرة في لحم الأبقار الجيد ، و (٩٠) حرة في لحم العجول الجيد ، و (١٥٧) حرة في بيض الدجاج ، و (٢٢٠) حرة في خبز القمح ، و (٥٤٠) حرة في الشوكولا .

ولا تقتصر القيمة الغذائية للحليب ومنتجاته على الطاقة الكامنة فيه أو احتوائه بروتيناً كلياً ، بل باحتوائه كل المغذيات الضرورية : البروتينات ، والدهن ، ومائيات

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

الفحم ، والماء بكميات متناسبة فيما بينها من ناحية ، وسهلة الهضم من ناحية أخرى.

وبالإضافة إلى المواد الأساسية السابقة يحوي الحليب العديد من الأنزيمات والفيتامينات والأملاح المعدنية وغير ذلك من عناصر التغذية الضرورية لتأمين سير العمليات الإستقلابية بشكل طبيعي .

١- الأهمية الغذائية لبروتين الحليب :

Nutritional Importance of MilkProtein

تعد بروتينات الحليب من البروتينات الحيوانية الضرورية لتغذية الإنسان وهي تشكل نحو (٢٦٪) من المواد الصلبة الموجودة في الحليب .

تنتمي بروتينات الحليب إلى البروتينات ذات القيمة البيولوجية الكاملة نظراً لاحتوائها كميات جيدة ومتناسبة من الأحماض الأمينية الأساسية التي لاتتمثل في جسم الإنسان بل يجب تناولها مع الغذاء وهي : ليزين Lysine ، ليسين Leucine ، إيزوليسين Isoleucine ، ميثونين Methionine ، فينيل ألانين Phenylalanine ، ثريونين Threonine ، تربتوفان Tryptophan ، وفالين Valine .

يؤدي نقص أحد الأحماض الأمينية السابقة ، أو أكثر في غذاء الإنسان إلى عرقلة إستقلاب المواد في الجسم . فالليزين والتربتوفان ضروريان لنمو الأنسجة العضلية والعظمية . ونقص الليسين والايزوليسين في الغذاء يؤدي إلى فقر الدم والاضطرابات العصبية .ومن الملاحظ أن بروتينات الحليب تحتوي كمية من الحموض الأمينية الأساسية أكبر مما تحتويه البروتينات النباتية (الفقيرة بالليزين والتريبتوفان ... وغيرهما) بل وأكثر مما تحتويه بروتينات اللحم والسمك (جدول ٢٦) .

ومن الخواص المهمة لبروتينات الحليب أنها توجد بحالة ذائبة ولذلك فإنها تتحلل بسرعة وسهولة بوساطة الأنزيمات الحالّة للبروتينات في القناة الهضمية ، وتبلغ النسبة الهضمية لبروتينات الحليب نحو (٩٦-٩٨٪) ، وبذلك فهو يتفوق من حيث القيمة الغذائية على بروتين اللحم . يشكل بروتين الحليب المصدر الرئيس للبروتين الحيواني في تغذية الإنسان ، حيث يمثل (٤٥٪) ، بينما يمثل بروتين اللحم نحو (٣٥٪) فقط وبروتين الأسماك (١٠٪) والباقي لبروتين الدواجن والبيض .

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner