كلية الزراعة /علوم الاغذية
المرحلة الثانية
((مبادئ الالبان))
اعداد
د.فراس نجم الحديثي

التركيب الكيميائي للحليب:

من الممكن تصنيف المكونات الكيميائية للحليب على الوجه التالي-:

الدهون -:عبارة عن خليط لكليسيريدات الحوامض الدهنية وتتميز بكونها لاتذوب في الماء ولكنها تذوب في الايثر والمحاليل العضوية المشابهة، ان دهن الحليب يحوي دائماً على كميات قليلة من الكوليسترول والكاروتين والفوسفولبيدات واثار من الحوامض الدهنية الحرة بالاضافة الى الفيتامينات الذائبة بالدهن A,D,E,K ، يتكون دهن الحليب كيميائياً من عدد كبير من الحوامض الدهنية متصلة عشوائياً بالكليسرول ان اتصال ثلاثة جزيئات من الاحماض الدهنية بجزيئة كليسرول ينتج عنه كليسيريد ثلاثي

```
H2–C–OH    HOOC–R1          H2–C–OOCR1
H–C–OH +   HOOC–R2 ———> H–C–OOCR2 + 3H2O
H2–C–OH    HOOC–R3          H2–C–OOCR3
Glycerol + fatty acids ———> triglyceride (fat) + water
```

ان الكليسيريدات الاحادية والثنائية توجد في دهن الحليب ولكن بنسبة قليلة جد اً(اقل من 0.5%) وتتكون هذه الكليسيريدات من اتحاد جزيئة واحدة او جزيئتين من الاحماض الدهنية بجزيئة كليسرول ان الكليسيريدات التي تكون حوامضها الدهنية الثلاثة من نوع واحد تدعى بالكليسيريدات البسيطة والتي يندر وجودها في الطبيعة فعلى الاغلب تكون هذه الكليسيريدات مختلطة نظرا لاختلاف الاحماض الدهنية الداخلة في تركيبها، تتميز الاحماض الدهنية الداخلة في تكوين الدهون بكونها تحوي على عدد زوجي من ذرات الكاربون يتراوح بين (4-24) ذرة اما دهن الحليب فيتميز باحتوائه على نسبة عالية من الحوامض التي يتراوح عدد ذرات الكاربون فيها(4-10) كما وينفرد دهن الحليب بين الاغذية الطبيعية باحتوائه على حامض البيوتريك

Butyric(4) CH3 (CH2)2COOH

Caproic(6)	CH3 (CH2)4COOH
Caprylic (8)	CH2 (CH2)6COOH
Capric (10)	CH3 (CH2)8COOH
Lauric (12)	CH3 (CH2)10COOH
Myristic(14)	CH3 (CH2)12COOH
Palmitic (16)	CH3 (CH2)14COOH
Stearic (18)	CH3 (CH2)16COOH
Oleic (18:1)	CH3 (CH2)7CH=CH(CH2)7COOH
Linoleic (18:2)	CH3 (CH2)4(CH=CH.CH2)2(CH2)6COOH
Linolenic (18:3)	CH3.CH2 (CH=CH.CH2)3(CH2)6COOH
Arichidic (20)	CH3 (CH2)18COOH

ان وجود النسبة العالية من الاحماض الدهنية غير المشبعة يجعل دهن الحليب عرضة لكثير من التغي ا رت التي ينتج عنها تغير في طعم الحليب فمثل هذه الحوامض تكون سهلة التاكسد في مواضع الروابط الزدوجة مما ينتج عنه الطعم المؤكسد ويساعد الاوكسجين ووجود بعض العناصر كالحديد والنحاس على هذه العملية، بالاضافة الى الاكسدة الناتجة

هناك احتمال ظهور الطعم التزنخ نتيجة فعالية بعض الانزيمات المتوطنة بالحليب(اللايبيز) وتسمى هذه الظاهرة بالتزنخ التحللي ويكون الطعم الناتج بسبب تحرر الحوامض الدهنية قصيرة السلسلة (4-12) ان انزيمات اللايبيز تكون في حالة غير فعالة في الحليب الا ان العمليات التي تؤدي الى ظهور صفة التزنخ مثل استخدام مكائن الحلب الميكانيكي واجهزة تجنيس الحليب وتذبذب درجات الحرارة كل هذه العوامل تعمل على تنشيط هذه الانزيمات مؤدية الى ظهور الطعم المتزنخ.

ان الحبيبة الدهنية عاة تكون محاطة بغلاف واق يسمى غلاف الحبيبة الدهنية ويتكون من معقد من البروتينات والفوسفولبيدات ويساعد هذا الغلاف على ثبات مستحلب الدهن ويمنع تلاصق حبيبات الدهن ويبقيها بحالة غير متكتلة ومن الممكن تغيير هذه الحالة بالتحريك كعملية الخض او

بالتجميد حيث يتلف الغلاف، عادة تميل الحبيبات الدهنية الى التجمع وتكوين القشطة اما سبب تلاصق وتجمع حبات الدهن فتعزى الى وجود مادة الاكلوتنين وهو احد بروتينات الشرش.

البروتينات -:مركبات عضوية ذات اوزان جزيئية عالية تحوي على الكاربون والهيدروجين والاوكسجين والنيتروجين وان الكثير من البروتينات تحوي عنصر الكبريت وقليلاً منها يحوي على الفسفور وفي حالات نادرة تحوي عناصر اخرى مثل الحديد والنحاس والزنك، تتمكن النباتات من تخليق البروتينات من مصادر غير عضوية للنيتروجين والماء

وثاني اوكسيد الكاربون غير ان الانسان والحيوان لايتمكنا من ذلك ومن ثم يعتمدان على النباتات كمصدر للبروتين، يعتبر الحليب من المصادر الجيدة للبروتينات ويساهم بدرجة كبيرة في تزويد الجسم بهذه المواد، وتتكون الروتينات عادة من جزيئات صغيرة تدعى بالاحماض الامينية وعند ارتباط هذه الاحماض الامينية مع بعضها تؤدي الى تكوين البروتين.

NH2
R— C— COOH
H

تقسم البروتينات عادة الى مجموعتين هما الكازينات والشرش وتتالف كل من هاتين المجموعتين من عدد من البروتينات المختلفة وسوف نتناول هذه البروتينات ببعض التفصيل:

أ -**بروتينات الكازين -:**وهي البروتينات الفسفورية التي تترسب عند pH 4.6 ودرجة حرارة 20 م وهي البروتينات الرئيسية وتقدر بحوالي

% 80 من مجموع بروتينات الحليب، توجد الكازينات في الحليب على شكل حبيبات منتشرة غروياً ومن الممكن فصل هذه الحبيبات من الحليب بواسطة اجهزة الطرد المركزي عالية السرعة ويت ا روح عادة قطر الحبيبات الكازينية بين

30-300مليميكرون وكذلك يمكن فصل الكازينات باسخدام حامض مخفف عند pH 4.6 ودرجة حرارة 20° م وتعتبر هذه الطريقة الاساسية.. لتحضير الكازينات، كذلك يمكن تحضير الكازينات بواسطة التخثر الانزيمي مثل انزيم الرنين، ومن الممكن ترسيب الكازينات بتشبيع الحليب بالملح مثل كبريتات الامونيوم عند درجة حرارة الغرفة 25° م، وعادة الكازينات لاتتاثر بدرجات الحرارة المستعملة في البسترة لانها بروتينات مدنترة طبيعياً، ان الكازين يتكون عادة من اربعة بروتينات يطلق عليها

الالفا كازين والبيتا كازين والكابا كازين و كاما كازين.

الالفا كازين الحساس لايونات الكالسيوم -: casein-sα وهو البروتين الرئيسي ضمن بروتينات الكازين اذ يشكل 45-55% منها، يحتوي على تسع ذرات فسفور ولايحتوي على المواد الكاربوهيدراتية او مجاميع الدايسلفايد (s=s) والسلفاهيدريل(sH) ويتراروح الوزن الجزيئي له بين 22000-24000 دالتون وان هذا البروتين حساس لايونات الكالسيوم عند درجات الحرارة المنخفضة وليس لانزيم الرنين تاثير عليه ويعمل

الكابا كازين على حفظ هذا البروتين ضد الترسب.

البيتا كازين -: casein β وهو البروتين الكازيني الثاني من حيث الكمية وتتراوح نسبته بين 25-35% من مجموع الكازينات ويحتوي على 4-5 ذرات فسفور وهو لايحتوي على المواد الكاربوهيدارتية او مجاميع الدايسلفايد (s=s) والسلفاهيدريل(sH) وللبيتا كازين سلسلة ببتايد منفردة تتالف من 209 حامض اميني وتميز بان النهاية الكاربوكسيلية لها غير محبة للماء مسببة ربط او تجمع جزيئات البروتين مع بعضها ومن الصفات المميزة لهذا البروتين ايضاً كونه حساس لايونات الكالسيوم عند

درجات حرارة اعلى من 15° م وغير حساس عند درجات الحرارة الواطئة.

الكابا كازين -: casein-K ان خواص هذا البروتين اكثر تعقيداً من الالفا والبيتا كازين وتتراوح نسبة هذا البروتين بين8-15 % وهو البروتين الكازيني الوحيد الذي يحتوي على الدايسلفايد وقد يحتوي على المواد الكاربوهيدراتية اما نوعها فهي عبارة عن سكريات ثلاثية، يعتبر الكابا كازين الهدف الرئيسي لانزيم الرنين اذ يعمل الانزيم على كسر الاصرة الموجودة بين الحامض الاميني تسلسل (Phenylalanine)105

والحامض الاميني تسلسل (Methionine) 106 . منتجاً البارا كابا كازين وسلسلة ببتايد كبيرو نسبياً Macropeptide وفي حالة احتواء الكابا كازين على الكاربوهيدرات تنفصل الاخيرة من الببتايد وعندئذ يطلق عليها Glycomacropeptide ومن الصفات المميزة لنواتج هذا التحليل هو ان البارا كابا كازين يكون غير ذائب بوجود او عدم وجود ايونات الكالسيوم .