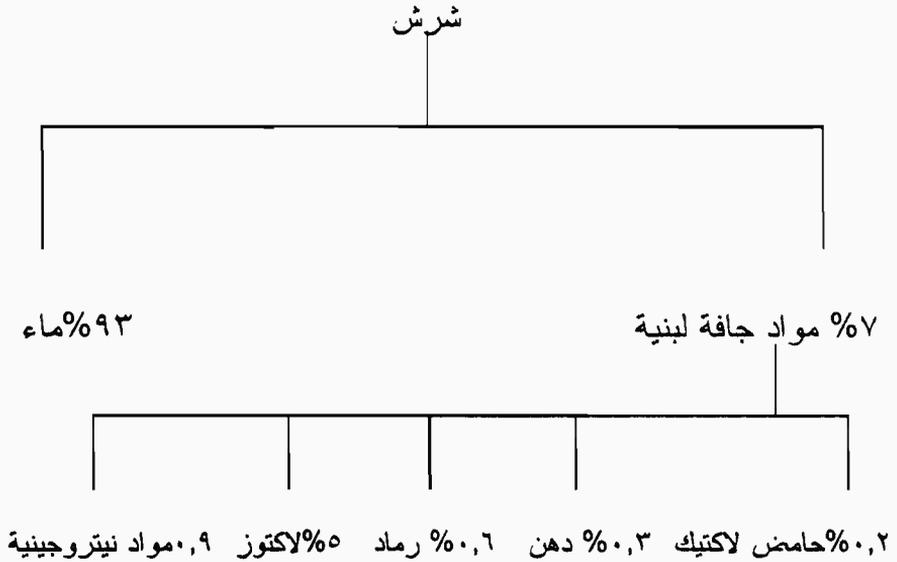


## الشرش

### تعريف الشرش:

يعتبر الشرش ناتج ثانوي من صناعة الجبن ويعرف بأنه السائل المتحصل عليه بعد فصل الخثرة من اللبن الكامل أو اللبن الفرز. والشرش هو سائل مخفف يحتوي علي اللاكتوز والبروتينات والأملاح وأثار من الدهن ويحتوي تقريبا علي ٦% جوامد كلية ويمثل اللاكتوز حوالي ٧٠% من الجوامد الكلية وحوالي ٠,٧% بروتينات الشرش.



### شكل (٢): تركيب الشرش

البروتين الموجود في الشرش عبارة عن:

٥٠%  $\beta$ -Lactoglobulin

٢٥%  $\alpha$ -Lactalbumin

و ٢٥% مكوزات أخرى مثل Immunoglobulin وهذه المكونات ونسبتها تتوقف علي ذر ع اللبن وضريقة الحصول علي الشرش. ويحتوي الشرش المجفف علي مكونات أخرى يتم حسابها لكل ١ كجم شرش مجفف مثال ذلك:

(جدول ٨) المكونات الصغري في الشرش

نوع المكون	الشرش الحلو	الشرش الحامضي
التحديد (ملجم)	٨,٨	١٢,٤
الزنك (ملجم)	١٩,٧	٦٣,١
حمض الاسكوريك (ملجم)	١٤,٩	٩,٥٩

وتختلف هذه المكونات بالأختلافات الموسمية.

الكميات المنتجة من الشرش:

٥٠ ينتج عن صناعة الجبن كميات كبيرة من الشرش عند صناعتها تقليديا، وراشح اللبن عند صناعتها بأستخدام الترشيح الفائق.

● وعلي الرغم من القيمة الغذائية والأقتصادية العالية للشرش وبروتيناته إلا أنها تطرح في مياه الري والأراضي الزراعية بالريف وفي شبكات الصرف بالمدن مؤدية إلي أضرار بيئية عديدة.

● وجد أن الضرر الناتج ١٠٠٠ جالون من الشرش يماثل ما تسببه مخلفات ١٠٠٠ شخص من أضرار (Henning, 1988).

● بلغ إنتاج الشرش علي مستوي العالم ٨٦ بليون كيلو جرام في السنة.

● في أمريكا يبلغ الأنتاج ١٨ بليون كيلو جرام من الشرش الحلو منها حوالي ١,٧ بليون كيلو جرام من الشرش الحامضي.

● هذه الكمية من الشرش تحتوي علي ١٦٤ مليون كيلو جرام من البروتينات المرتفعة القيمة الغذائية.

● وكمية ماتنتجه مصر من الجبن سنويا غير معروفة علي وجه الدقة.

● المصدر المتاح لذلك هو تقرير غرفة الصناعات الغذائية المصرية يحدد تقديريا ما تنتجه مصانع القطاع الخاص (مصانع الريف) وقطاع الأعمال (مصر للألبان) من الجبن الأبيض والراس بنحو ٢٥١٠٠٠٠ طن (١٩٩٤/١٩٩٥).

● يمكن تقدير كمية الشرش المتخلف عنها بحوالي ٨٧٣٠٠٠ طن ولا يشمل التقرير ماتنتجه مصانع قطاع الأستثمار والتي يتواجد أغلبها بالمدن الجديدة وتحول معظمها في السنوات القليلة الماضية إلي أستخدام تقنية الترشيح الفائق.

● فأذا أخذت هذه المصانع في الأعتبار فأن أجمالي كمية الشرش والراشح تزيد عن مليون طن سنويا يتم التخلص منهما علي النحو السالف الذكر.

● لذا تتجه العديد من الدراسات للأستفادة بهما في أنتاج مواد ذات أهمية صناعية أو غذائية أو صحية بالتركيز أو الأستخلاص أو التخمير أو غيرهما.

أنواع الشرش: قسم الشرش إلي ٣ أقسام علي حسب درجة الحموضة:

الشرش الحامضي (acid whey): عبارة عن ناتج ثانوي عند صناعة

المنتجات اللبنية حيث يتم الحصول الخثرة بالتحميض علي pH أقل من ٥.

الشرش الحلو (sweet whey): ينتج عند أستخدام المنفحة

(rennet type enzymes) بصفة أساسية في صناعة المنتجات اللبنية علي pH

حوالي ٥,٦.

(جدول ٩) أقسام الشرش المختلفة

نوع الشرش	نسبة الحموضة	pH	مصدر الشرش
الشرش الحلو	%٠,٢-٠,١	%٦,٦-٥,٨	التجين الأنزيمي
الشرش نصف الحامضي	%٠,٤-٠,٢	%٥,٨-٥	الجبن المنخفض الحموضة (الكوخ)
الشرش الحامضي	%٠,٤<	%٥>	الجبن المتجين بأضافة حامض

ومعظم الشرش يحصل عليه من صناعة الجبن سواء بأستخدام المنفحة أو نتيجة لتكوين الحامض بفعل الميكروبات ودرجة الحموضة تختلف حسب نوع الجبن المصنع وبعض أنواع الجبن تستخدم في صناعتها كلامن الأنزيم والعمليات الميكروبية وحموضة الشرش سوف تتغير عندما يترك البكتريا تنمو بصفة مستمرة إلا إذا تم إيقاف هذا النمو سواء بالتبريد أو بالمعاملة الحرارية وبدون ذلك سوف يصبح الشرش الحلو شرش حامضي وعند تجفيف الشرش سواء الحلو أو الحامضي نجد أن المحتوى البروتيني حوالي ١٢% في كلا من الشرش الحلو أو الحامضي، بينما نجد أن نسبة اللاكتوز في الشرش الحلو حوالي ٧٣% بينما في الشرش الحامضي حوالي ٦٨% بينما نجد أن محتوى الأملاح في الشرش الحلو حوالي ٨% يقابله ١١-١٢% أملاح في الشرش الحامضي.

وانخفاض نسبة اللاكتوز في بودة الشرش الحامضي يحدث نتيجة تحويل اللاكتوز إلي حامض لاكتيك، بينما زيادة نسبة الأملاح في الشرش الحامضي راجع إلي زيادة ذائبية الكالسيوم بواسطة التحميض.

## الأختلاف في التركيب في الشرش الحامضي والأنزيمي:

١. تتخفص نسبة الكالسيوم والفوسفات وترتفع نسبة البروتين والدهن في

الشرش الأنزيمي.

ينخفص اللاكتوز والدهن ويزداد النيتروجين الغير بروتيني في الشرش الحامضي.

### التركيب الكيماوي للشرش:

بروتينات الشرش تكون حوالي ٢٠% من بروتينات اللبن وتتكون من البيتالاكتوجلوبولين ونسبتها ٥٤% والفالاكتابيومين ونسبتها ٢١% بالإضافة إلي كميات أقل من السيرم ألبومين والأمينوجلوبولين والبرويتوزبيتونات.

وتسخين الشرش علي pH من ٤,٥-٥,٥ فأنها تؤدي إلي تجمع عن طريق التفاعلات الكارهة للماء، بينما علي pH أعلى من ٦,٥ فإن عملية التسخين تؤدي إلي حدوث جلتنة (Gelation) وذلك عندما يكون تركيز البروتين أعلى من ٧% ومجموعة ال-Thiol مهمة حيث تظهر سهولة التفاعل المتعادل بين R.SH/SS والذي يسمح بتكوين تركيبات جديدة أو dimers تحتوي علي روابط ثنائية الكبريتيد أو Polymers وذلك باستخدام الحرارة.

وشكل وتركيب البيتالاكتوجلوبولين حساس للـ pH والحرارة. فمثلا علي pH ٦,٥ يحدث بعض التغيرات الداخلية وفي المنطقة القلوية فإنه يحدث تغيرات، غير عكسية فمثلا علي pH ٧,٥ يحدث تأين لمجموعة كربوكسيل لكل monomer وكشف بواقي الحامض الأميني التيروسين والتربتوفان مصحوبا بتمدد في الجزئ عامة وانحلال dimer وزيادة نشاط مجموعة ال-Thiol المفردة وعلي درجة حرارة أعلى من ٦٥° ف فإنه يحدث ننتره للبيتالاكتوجلوبولين تبعا للوقت ودرجة الحرارة مصحوبة بتغيرات في التركيب (Makenzine, 1971).

والألفا لاكتاألبيومين يمثل ٢٠-٢٥% من بروتينات الشرش وهو بروتين كروي مندمج (١٤٠٠٠ دالتون) كما أنه غني في الليسين، الليوسين، الثريونين، التربتوفان، السيستين كما أنه يحتوي علي أربع روابط ثنائية الكبريت (disulfide bonds) تربط بين بواقي الأحماض الأمينية في المواضع ٢٢٠،٦-١١١،٢٨-٧١،٦١-٩١،٧٣ علي الترتيب. كما أنه شره للأرتباط بالكالسيوم والذي يؤدي إلي ثبات جزئ الألفا لاكتاألبيومين ضد الدنتره وبالحرارة يمكن حدوث دنتره حرارية غير عكسية وحدث تجمع (aggregation)، (Bernal and Jelen, 1984) ومركب سيرم الألبومين البقري (Bovine serum albumin) في الشرش عبارة عن بروتين كروي كبير (٦٦٠٠٠ دالتون) ويحتوي علي الأحماض الأمينية الضرورية وتحتوي علي ١٧ رابطة ثنائية الكبريتيد ومجموعة thiol حرة. وهو شره للأرتباط بالأحماض الدهنية والمواد الليبيدية، والتي يمكنها ثبات الجزئ إلي حد ما ضد الدنتره الحرارية. والسيرم البيوبين له خواص وظيفية عالية (Wanisked and Kinsdla, 1979)، البروتيوز بيتون عبارة عن بولي بيتيد لا يتم ترسيبه بواسطة الحرارة علي ١٠٠° م/٢٠ ن متبوعة بالتحميص علي ٤،٧ ولكن يتم ترسيبه بواسطة ١٢% من TCA. وهو ثابت حراريا وذائب علي pH ٤،٦. وبروتينات الشرش قد تحتوي علي كميات كبيرة مختلفة من البروتيوزبيتونات من (٢-١٠%) وذلك قد يكون له تأثيرات واضحة علي السلوك الوظيفي لبروتينات الشرش وذلك يحتاج إلي مزيد من الأبحاث لتحديد الكمية الموجودة وتأثيرها المعاكس علي الخواص النوعية مثل عملية الخفق والخبيز و baking وأضافة إلي ذلك فأن بروتينات الشرش قد تحتوي علي كميات مختلفة من البيتاكازين والتي قد تنفصل من الميسيل خاصة أثناء تخزين اللبن علي درجات حرارة منخفضة قبل صناعة الجبن

وأيضاً وجود البييتا كازين قد يؤثر علي خواص الأستحلاب لبروتينات الشرش وتسهل من تكوين الرغوة ولكنها لا تثبت الرغوة.

يبين الجدول رقم (٩) التركيب الكيماوي للشرش من جملة مصادر محسوبا علي أساس المادة الجافة.

وبحساب القيمة الحرارية للشرش من مكوناته الموضحة بهذا الجدول يتبين أن كل ١٠٠ جم من الشرش الجاف الجاموسي الناتج من جبن أبيض مملح تعطي ٣٩٦ كالوري بينما الكمية المماثلة من شرش اللبن البقري تعطي ٣٨٠ كالوري بينما بلغت القيمة الحرارية لشرش الجبن الأوروبية و الأمريكية في المتوسط ٣٨١,٣ كالوري لكل ١٠٠ جم ومن ذلك يتضح ارتفاع القيمة الغذائية للشرش.

جدول (١٠): التركيب الكيماوي لعينات مختلفة من الشرش

نوع الشرش	لاكتوز (%)	بروتين خام (%)	دهن (%)	رماد (%)	ملح الطعام (%)	كالمسيوم (%)	فوسفور (%)
١. شرش ناتج من جبن مصنع من لبن جاموسي مملح	٧٤,١٥	١٥,٥٠	٤,٢٠	٨,١٠	١,٥٩	٠,٩٤٣	٠,٧٨٩
٢. شرش ناتج من جبن مصنع من لبن بقرى مملح	٧٣,٥٩	١٣,٨٤	٣,٣٦	٧,٠٢	١,٧٤	٠,٧٢٠	٠,٦٢٩
٣. شرش ناتج من جبن مصنع من لبن بقرى مملح	٧٦,٩٠	١٣,٣٠	١,٣٨	٨,٢٠	-	٠,٧٢٢	٠,٦١٢
٤. شرش ناتج من جبن مصنع من لبن بقرى مملح	٧٢,٠٠	١٤,٦٠	٥,١٠	٨,٨٠	-	-	-
٥. شرش ناتج من جبن مصنع من لبن بقرى مملح	٧٢,٥٠	١٣,٠٠	٤,٩	٩,٨٠	-	-	-
٦. شرش ناتج من جبن أوروبية	٧٦,٠٠	١٣,٢٠	٤,٦	٧,٤٠	-	-	-
٧. شرش ناتج من جبن أمريكية	٧٣,٠٠	١٣,٩٠	٢,١	١١,٠٠	-	٠,٨٢٠	٠,٨٦٢

## القيمة الغذائية للشرش:

الشرش هو الناتج الثانوي الذي يتخلف عن صناعة الجبن وترجع أهميته إلي أنه يحتوي علي مواد صلبة لبنية تعادل ما يقرب من نصف ما هو موجود في اللبن الكامل حيث يعتبر من أهم مخلفات مصانع الألبان ونجد أن اللاكتوز يمثل ٧١,٥% من جوامد الشرش يليه البروتين ١٥,٢% ثم المعادن ٨,٤% كما أنه يحتوي علي ٤٠%, ٤٣% من الكالسيوم والفوسفور الموجود في اللبن علي التوالي، ومن هنا نجد أن الشرش يمكن استخدامه في التغذية المباشرة للإنسان والحيوان للأستفادة من تلك المكونات الموجودة به والتي تعادل نصف ما يوجد في اللبن تقريبا ويعتبر الشرش مصدرا من مصادر الطاقة لأحتوائه علي ٥% لاكتوز كما أنه مصدرا جيدا للكالسيوم والفوسفور والكبريت والفيتامينات المتخلفة من التجبن و التصنيع. يوضح الجدول رقم (١١): المحتوي من الأحماض الأمينية الأساسية (مجم/جم بروتين) في اللبن الفرز المجفف(أ) وفي الكازين (ب) وفي بروتينات الشرش (ج) والصورة المرجعية Reference لهذه الأحماض التي أقرتها FAO/WHO (د).

جدول (١١): محتوى اللبن الفرز المجفف (أ)، الكازين (ب)، وبروتينات الشرش (ج) من الأحماض الأمينية الأساسية

الحامض الأميني	(أ)	(ب)	(ج)	(د)
أيزوليوسين+ليوسين	٥٢	٥٤	٧٦	٤٠
ليسين	٩٧	٩٥	١١٨	٧٠
مثيونين+سستين	٧١	٨١	١١٣	٥٥
فنيل الأنين	٣٤	٣٢	٥٢	٣٥
تيروزين	٩٦	١١١	٧٠	٦٠
ثريونين	٤١	٤٧	٨٤	٤٠
تريوفان	١٤	١٦	٢٤	١٠
فالين	٦٣	٧٥	٧٢	٥٠
المجموع	٤٦٨	٥١١	٦٠٩	٣٦٠

يوضح الجدول رقم (١٢) البروتينات الأساسية التي تستخدم كمكونات وظيفية في صناعة الأغذية في الولايات المتحدة الأمريكية والكميات المستخدمة بالمليون رطل للمقارنة:

البروتين الوظيفي	الكمية	مصدر البروتين
اللبن المجفف، الكازينات، بروتينات الشرش	٣٠٠	اللبن
بروتينات الشرش	٣٧٠	الشرش
بياض البيض، ليوبروتين صفار البيض	١٥	البيض
الكولاجين(العضلات، الدم)	-	اللحوم
الكولاجين(العضلات، الدم)	-	السك
جليوتين القمح، جليوتين الذرة	٣٠	الحبوب
فول الصويا، بذور القطن، الفول السوداني، دقيق المصمم	٣٢٠	البذور الزيتية
الخميرة المجففة، مستخلصات الخميرة	٣	الخميرة

المصدر (١٩٨٥) Kinsella

طرق الإستفادة من الشرش كغذاء للإنسان:

### الجبن التي تصنع من الشرش:

شرش الجبن يحتوي علي نصف جوامد اللبن الكلية كما أنها غنية في محتواها من الفيتامينات، الأملاح، اللاكتوز، البروتين. هناك محاولات عديدة أجريت لإستعادة تلك الجوامد أو أداخلها في صناعة الجبن. حيث أنه عند صناعة جبن الشرش يأخذ حوالي ١٠% من جوامد الشرش الكلية من الشرش الناتج من تصنيع الجبن ولكن كل هذه الجوامد يمكن أن ينتفع بها مكثفة أو مجففة بالرداذ، وفيما يلي شرح لبعض أنواع جبن الشرش:

#### ١. الريكوتا (Ricotta):

يعتبر مصدرها الأصلي إيطاليا. ولكن الآن تصنع في كثير من مناطق إنتاج وتصنيع الجبن في العالم. حيث أنها تصنع من الشرش الناتج خلال صناعة أصناف أخرى من الجبن. في الولايات المتحدة اللبن الفرز، اللبن الخض، اللبن الكامل يمكن أن يضافوا إلي الشرش عند تصنيع الجبن وذلك لرفع نسبة الجوامد اللبنية بها وتحسين صفات الخثرة، النكهة، محتوي الدهن عادة يتراوح بين ٤-١٠% أعتمادا علي الشرش المستخدم. بروتين الشرش يتجبن بالحرارة علي ١٨٥° ف أو أعلي من ذلك وبأضافة الحامض عند إنتاج الشرش الحامضي مثل حامض الستريك، الخل الأبيض، الخثرة المتكونة تغرف ويصرف الشرش بعد التبريد حيث تملح وتعبأ وأحيانا تكبس في القوالب، وعندها تملح تمليح سطحي.

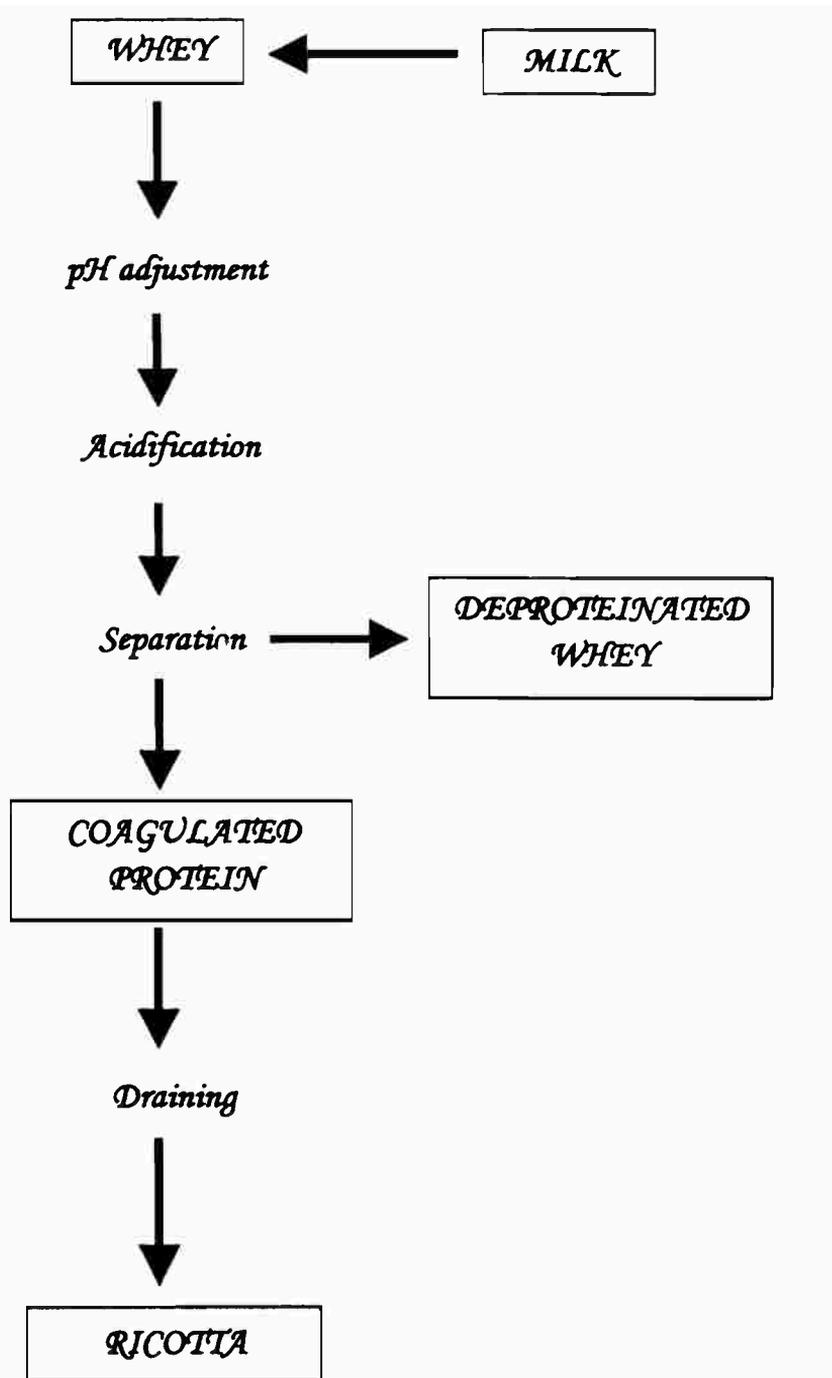


Fig. (2) Schematic diagram of the basic Ricotta manufacturing process.

## ٢. جبن (Mysost Gjetost and Primost):

جبن الـ Mysost تصنع من شرش اللبن البقري.

جبن الـ Gjetost تصنع من شرش لبن الماعز.

جبن الـ Primost تصنع من الشرش المضاف إليه دهن اللبن.

جميع الجوامد الكلية للشرش استخدمت في التصنيع.

### جبن Primost:

- ذات لون أسمر فاتح مائل للصفرة.

- ذات نكهة الكرملة الحلوة.

- ذات قوام كريمي ناعم.

### جبن Mysost، Gjetost:

- ذات لون بني غامق.

- ذات قوام خشن.

الشرش الحلو يركز في وعاء مزدوج الجدران لكي يصل إلي ٦٠% جوامد صلبة، يركز في خطوة ثانية في حلة التجفيف المفتوحة إلي ٨٤% جوامد صلبة، (Kosikowski, 1966)، ويسخن مع التقليب المنتظم حتي تصل إلي حالة الـ Plastic مع ظهور لون بني واضح. كتلة الـ Plastic تنقل إلي صندوق العجين وتبرد وذلك لمنع تكوين بللورات سكر اللاكتوز مع أنها تكون دافئة وتعباً في صندوق علي شكل المكعبات وتبرد حتي يمكن أن تقطع وتعباً.

إذا لم تكن معدات التبخير متاحة يمكن ان يركز الشرش بإجراء عملية الغليان في حلل مفتوحة. وهنا Flow sheet يوضح إنتاج جبن الـ Mysost.

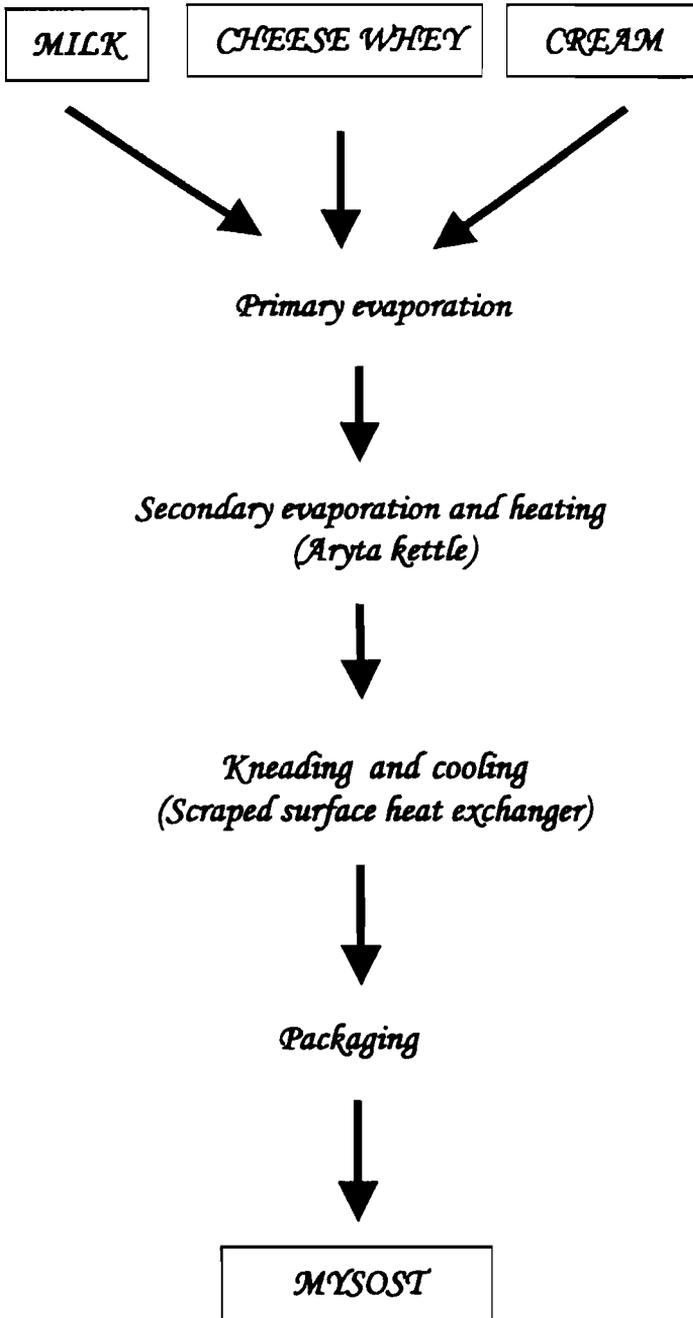


Fig. (3) Schematic diagram of mysost cheese production.

## الصناعات القائمة علي الشرش:

### ١- صناعة اللاكتوز من شرش الجبن:

يوجد حوالي ٧ طرق مختلفة لتصنيع اللاكتوز من شرش الجبن الخالي من ملح الطعام، ويوجد بينها بعض الاختلافات البسيطة وتتوقف الطريقة التي يختارها المصنع علي سهولة تنفيذها بالنسبة له وكذلك علي مقدار التصافي المتحصل عليها وقلة تكاليفها وهذه الطرق هي:-

١- الطريقة الخام.

٢- الطريقة الخام المعدلة.

٣- طريقة الصناعة من شرش محلي مركز.

٤- تنقية الطريقة الخام.

٥- الطريقة التكنولوجية.

٦- طريقة الصناعة من شرش غير حامض باستخدام الترسين.

٧- طريقة الصناعة من شرش حامضي باستخدام الترسين وهناك طريقة اخري تستخدم الشرش المجفف.

### أولاً: صناعة اللاكتوز بالطريقة الخام:

يسخن الشرش الناتج عند صناعة الكازين والمحتوي علي حموضة ٠,٤—٠,٥% في حوض من الصلب بواسطة الحقن بالبخار المباشر عن طريق أنابيب متعبة توجد في الحوض. يضاف لبن الجير أثناء التسخين لمعادلة الحموضة حتي تصل حموضة الشرش إلي ٠,٠٥% ويجب عدم إضافة لبن جير أكثر من ذلك حيث أن زيادته عن ذلك تسبب تلون اللاكتوز أثناء الصناعة ويؤدي تسخين الشرش بهذه الطريقة إلي ترسيب بروتينات الشرش وفوسفات الكالسيوم، يترك الشرش مدة قصيرة حتي ترسب البروتينات والفوسفات في قاع الحوض. يسحب الشرش الرائق إلي خزانات

للتخزين أو إلي أجهزة تبخير تحت تفريغ مزدوجة أو ثلاثية حيث يركز الشرش إلي ٢٠ بومية وذلك يعطي تركيز لاكتوز حوالي ٣٠%، ولتجنب حدوث رغووة أثناء عملية التبخير يجب أن تكون أجهزة التبخير نظيفة كذلك يمكن إضافة بعض الزيوت المانعة للرغاوي قبل دخول الشرش إلي الجهاز. يرشح المحلول خلال مرشحات من القماش لأزالة البروتين والأملاح المترسبة أثناء التركيز ثم يمرر الراسب الناتج من إمرار البخار في الحوض في الخطوة الأولى خلال نفس المرشحات وبعد ذلك يسحب المحلول المترشح إلي قدر تكثيف تحت تفريغ حيث يكثف إلي ٤٠ بومية ويجب عدم زيادة التركيز حتي لا تتكون كتل صلبة في المحلول تعيق عملية الترشيح وتجعل عملية الغسيل صعبة أو مستحيلة بعد ذلك. ويكون المحلول الناتج ٢٠ بومية (٣٠% لاكتوز).

يتبلور جزء من اللاكتوز أثناء التركيز في قدر التكثيف ويتبلور الجزء الباقي في أحواض البلورة أثناء التركيز يلاحظ العامل عملية البلورة خلال زجاجة بيان وعند قرب إنتهاء العملية فإن بعض المصانع تضيف حوالي ١/٣ باينت (٨ رطل) من حامض ايدوكلوريك ٣٦% إلي كل ١٠٠٠ رطل من الشرش وذلك لتقليل الرغووة ولتمنع إسمرار لون الناتج النهائي.

يفرغ المحلول المركز بما فيه من بعض البلورات إلي حوض البلورة وهو مكون من حوض مربع ذو قاع مستدير، هذا الحوض مجهز بقلب بطيء علي شكل بريمة ومزود بجاكيت حتي يمكن تمرير الماء البارد خلاله، ومن الضروري المحافظة علي البلورات في حالة حركة دائمة وذلك حتي لا ترسب وتكون كتلة متماسكة. وللحصول علي بلورات بسرعة وعلي أكبر تصافي فإنه ينصح بتبريد المحلول المتبلور إلي ٨٥ ° ف ويحفظ علي هذه

الدرجة ثلاث ساعات ثم يبرد إلي ٧٠ ° ف ويحفظ عليها لمدة ٣ ساعات  
أخري قبل الترشيح.

تنقل البلورات الرطبة بالمحلول الأساسي بعد فصلها بالجاذبية الأرضية إلي  
جهاز طرد مركزي علي شكل سبت يدور حوالي ٦٠٠ دورة/دقيقة حيث  
يطرد المحلول الأساسي وتغسل البلورات.

وبعد عملية الغسيل تزداد سرعة الطرد إلي ١٢٠٠ دورة/دقيقة للتخلص من  
أكبر كمية من الماء، بعد ذلك يرفع السكر الخام من جهاز الطرد المركزي  
لينقي وهو علي هذه الحالة أو يجفف علي ١٧٥ ° ف في مجفف ذو أنفاق.  
يجمع الشرش الناتج من ترشيح الراسب الأول وكذلك ماء الغسيل الناتج في  
نهاية العملية وأما أن يخلط بشرش جديد أو أن يعاد بلورته. يكون الناتج  
حوالي ٧٠% من اللاكتوز الموجود بالشرش و المحتوي علي ٨٥-٩٠%  
لاكتوز.

#### ثانيا: تنقية اللاكتوز:

يجب معاملة اللاكتوز الخام معاملات خاصة وذلك لأننتاج لاکتوز نقي، هذه  
المعاملات تتضمن إزالة اللون والبروتين والأملاح الموجودة كشوائب في  
اللاكتوز، ويتم ذلك كما يلي:

١. يذاب اللاكتوز الخام في ماء أو في محلول ناتج من عملية غسيل  
لدفعة سابقة في حوض من الحديد وتحدث الأذابة بواسطة البخار  
وتضبط كمية الماء واللاكتوز بحيث يضاف لكل ١٠٠ رطل لاکتوز  
في الدفعة ¼ رطل من مساعد علي الترشيح ورطل من عجينة  
كربون ماص للألوان (هذه العجينة تتكون من جزء من الكربون  
النشط وجزء من حامض أيروكلوريك مركز ٣٦% وماء كافي  
لتداول العجينة وفائدة الكربون هو امتصاص اللون وكذلك قد يزيل

بعض الشوائب الأخرى بينما يساعد حمض الأيدروكلوريك عمل الكربون بالإضافة إلي أنه يذيب الأملاح ويساعد علي إزالة البروتين).

٢. يغلي المحلول المعامل وتضبط حموضته إلي ٠,٠٩% بواسطة حمض بد كل وعند هذه الدرجة يفضل ترك المحلول بدون ترشيح أثناء الليل وذلك حتي يتم أمتصاص الكربون للون.

٣. وفي صباح اليوم التالي يعاد تسخين المحلول للغليان ثم يضاف لبن الجير بأحتراس حتي تصل حموضة المحلول إلي ٠,٠٥% ويجب الأحتراس عند هذه الدرجة حيث أن المحلول إذا عودل أكثر من ذلك يتكرمل أثناء الخطوات القادمة.

٤. بعد إجراء عملية التعادل يغلي المحلول بشدة لدقائق قليلة ثم يترك لترسب الأملاح والبروتين والكربون، ثم يرشح خلال مرشح من القماش ثم خلال طبقة من ورق الترشيح مضغوطة بين لوحين من النحاس ويكون المحلول الناتج ٢٠ بومية (٣٠% لاكتوز).

٥. يسحب المحلول الرائق إلي قدر تكثيف تحت تفريغ حيث يركز إلي ٤٠ بومية ويضاف حوالي ١/٢ باينت من حامض أيدوركلوريك (٣٦%) لكل ١٠٠٠ رطل شرش في الدفعة وذلك لمنع ترسيب الأملاح والبروتين في المحلول المركز. بعد ذلك يبلور اللاكتوز ويغسل ويطرد مركزيا كما سبق في إنتاج اللاكتوز الخام، أما بالنسبة لمحلول التبلور فإنه يعاد إلي الحوض ثانياة بينما ماء الغسيل يستخدم في إذابة دفعات جديدة من السكر الخام.

يختبر اللاكتوز وهو في جهاز الطرد المركزي وذلك للتأكد من أنه قد غسل غسلا كافيا وذلك بأذابة عينة منه في ماء مقطر وملاحظة العكارة واللون،

وقبل تجفيف اللاكتوز يختبر لوجود البروتين والأملاح الثقيلة والكالسيوم والفسفات والكلوريدات وذلك لتقدير درجة نقاوته وهل يطابق المواصفات العالمية.

يفرد اللاكتوز الرطب في طبقات رقيقة علي صواني التجفيف باليد ثم يجفف في مجففات ذات أنفاق علي درجة ١٨٠ °ف، وبحيث يمر الهواء الداخل إلي النفق علي صوف زجاجي وذلك لأزالة الأتربة منه بقدر الأمكان، يتم التجفيف في حوالي ٣ ساعات.

يجمع اللاكتوز في مجزئ المطحنة بحيث تمر جميع جزيئاته من شبكة بها ١٠٠ ثقب في البوصة المربعة، ثم يعبأ اللاكتوز الناتج في براميل سعة ٢٠٠-٣٠٠ رطل مبطنة بقماش الموسلين الغير مبيض حيث يلامس السكر ثم طبقة من الورق المشمع حول جدار البرميل.

عند تنقية اللاكتوز تحصل علي حوالي ٩٠% منه ولكن حيث أنه يعاد بلورة محلول البلورة وماء الغسيل فأن الناتج النهائي يقرب من ١٠٠% من السكر.

### صناعة اللاكتوز بالطريقة الخام المعدلة (Improved crude process):

١- يستخدم الشرش المحتوي علي ٠,٢% حموضه- يعدل بواسطة ايدروكسيد الصوديوم ال ٠,٠٤% ( pH ٧,٣ ).

٢- يسخن الشرش المعدل الي ١٤٠ °ف ثم يكتف الي ٦٢% مواد صلبة (٣٢ بوميه).

٣- يبرد المحلول المركز الي ٣٢-٣٨ °ف ويحجز علي هذه الدرجة لمدة ١٨ ساعة مع التقليب علي فترات.

٤- يطرد اللاكتوز مركزيا ثم تغسل البلورات في جهاز الطرد المركزي بالماء البارد ثم يعاد الطرد المركزي مرة أخرى بالسرعة العالية لأزالة معظم الماء.

٥- يجفف في مجفف نفق علي ١٧٥ °ف.

ويحتوي اللاكتوز الخام الناتج بهذه الطريقة بعد التجفيف علي ٩١% لاكتوز، ٣% بروتين ورماد، ٦% ماء. ويستخدم اللاكتوز في أغذية الاطفال وفي بعض الصناعات الدوائية وصناعة المرببات. واكتشف أخيرا أن اللاكتوز له تأثير في بناء خلايا المخ الخاصة بالنكاء حيث أن قلته في لبن الاطفال يسبب لهم بلاهة.

### حامض اللاكتيك

#### صناعة حامض اللاكتيك:

من المعروف أنه أثناء تخمر الشرش ينتج حامض اللاكتيك في المحلول، ولكن انتاج حامض اللاكتيك تجاريا لم يتم حتي سنة ١٩٣٠ حيث بدأ في إنتاجه في الولايات المتحدة.

ومن الرمز الكيماوي لحامض اللاكتيك (ك ٣-ك أ - ك أ أ) يتضح أنه حامض وكحول في نفس الوقت وعلي ذلك فجزئياته يمكن أن تكون استرات مع بعضها في التركيزات العالية للحامض، وعلي ذلك اذا قطر الحامض في هذه التركيزات فإن المتقطر يكون به نسبة عالية من الاسترات المتكونه من جزئين من الحامض، وهذه الخاصية تجعل عملية الحصول علي الحامض في صورة نقيه عند وجود مواد اخري في البيئة في غاية الصعوبة ولذلك عند صناعة هذا الحامض يفضل عادة انتاجه علي صورة لاكتات صوديوم حيث يمكن تنقيتها ثم بعد ذلك فصل الكالسيوم عن طريق اضافة حامض يد ك ب أ، حيث تتكون كبريتات كالسيوم مترسبه يمكن فصلها بالترشيح وحامض لاكتيك علي صورة ذائبة في المحلول كذلك فإن الجير المستخدم في صناعة لاكتات الكالسيوم رخيص ويمكن تنقية لاكتات الكالسيوم واستخدامها في انتاج أي نوع من اللاكتات الاخري الذائبة.

وتتلخص طريقة الصناعة فيما يلي:

أ- عملية التخمير لإنتاج الكالسيوم.

ب- عملية تنقية لاكتات الكالسيوم.

ج- تحويل لاكتات الكالسيوم الي أي لاكتات أخرى أو الي حامض لاكتيك نقي.

### أ) التخمير:

يستخدم عادة مزرعة مختلطة من *Lactobacillus burglarious* و *Mycoderm* ويستخدم بنسبة دورق من المزرعة لتلقيح قسطين من اللبن المبستر للتحصين مدة ٢٤ ساعة علي ١١٠ °ف. تستخدم محتويات كل قسط لتلقيح ٥٠٠ جالون من الشرش المعقم موجودة في حوض مزيج سعة ٧٠٠ جالون وبعد ٢٤ ساعة تستخدم محتويات حوضين من المزرعة السابقة في تلقيح ٤٠٠٠ جالون من الشرش الخام علي درجة ١١٠ °ف موجود في حوض تخمر سعة ٧٠٠٠ جالون. يحفظ الشرش علي هذه الدرجة طول مدة التخمير ويجب أن يعرض سطح الحوض للهواء وذلك لتشجيع ال *Mycoderm* علي النمو في وجود الاكسجين كذلك درجة الحرارة المنخفضة نوعا عند سطح الحوض تساعد علي نموها.

ومن الضروري معادلة الحامض الناتج من وقت الي آخر كل ٤-٦ ساعات حتي لا يبطئ التخمير الذي قد يقف تماما نتيجة تأثير النسبة الزائدة من الحمض علي ميكروبات المزرعة نفسها ويستخدم في التفاعل أيديروكسيد كالسيوم (الجير) علي صورة معلق سميك وتضبط الكمية بالتعادل الي ٠,٣% حموضة أو بتقدير pH الشرش وذلك لأن درجة pH التفاعل يجب أن تكون بين ٥-٦ ويعرف قرب انتهاء التخمير بإستهلاك كميات قليلة من الجير في التعادل ولكن يجب اختيار المحلول للسكر بواسطة محلول فهلنج فعند

وتتلخص طريقة الصناعة فيما يلي:

- أ- عملية التخمير لإنتاج الكالسيوم.
- ب- عملية تنقية لاكتات الكالسيوم.

ج- تحويل لاكتات الكالسيوم الي أي لاكتات أخرى أو الي حامض لاكتيك نقي.

### أ) التخمير:

يستخدم عادة مزرعة مختلطة من *Lactobacillus burglarious* و *Mycoderm* ويستخدم بنسبة ورق من المزرعة لتلقيح قسطين من اللبن المبستر للتخصين مدة ٢٤ ساعة علي ١١٠ °ف. تستخدم محتويات كل قسط لتلقيح ٥٠٠ جالون من الشرش المعقم موجودة في حوض مزيج سعة ٧٠٠ جالون وبعد ٢٤ ساعة تستخدم محتويات حوضين من المزرعة السابقة في تلقيح ٤٠٠٠ جالون من الشرش الخام علي درجة ١١٠ °ف موجود في حوض تخمر سعة ٧٠٠٠ جالون. يحفظ الشرش علي هذه الدرجة طول مدة التخمير ويجب أن يعرض سطح الحوض للهواء وذلك لتشجيع ال *Mycoderm* علي النمو في وجود الاكسجين كذلك درجة الحرارة المنخفضة نوعا عند سطح الحوض تساعد علي نموها.

ومن الضروري معادلة الحامض الناتج من وقت الي آخر كل ٤-٦ ساعات حتي لا يبطن التخمير الذي قد يقف تماما نتيجة تأثير النسبة الزائدة من الحمض علي ميكروبات المزرعة نفسها ويستخدم في التفاعل أيديروكسيد كالسيوم (الجير) علي صورة معلق سميك وتضبط الكمية بالتعادل الي ٠,٣% حموضة أو بتقدير pH الشرش وذلك لأن درجة pH التفاعل يجب أن تكون بين ٥-٦ ويعرف قرب انتهاء التخمير بإستهلاك كميات قليلة من الجير في التعادل ولكن يجب اختيار المحلول للسكر بواسطة محلول فهلنج فعند

### ج) إنتاج حامض اللاكتيك:

يجب أن تكون جميع الاجهزة الملامسه للحامض مبطنه بالزجاج أو المطاط أو أن تكون من معدن مقاوم للاحماض فبستخدام محلول من لاكتات الكالسيوم ٢٠ بوميه أو تذاب لاكتات الكالسيوم المتبلوره في كمية من الماء الدافئ كافية للحصول علي محلول لاكتات كالسيوم ٢٠ بومية.

### صناعة بروتينات الشرش من الشرش:

#### تعريف بروتينات الشرش (Whey proteins):

أنها عبارة عن البروتين المتبقي في المحلول بعد فصل الكازين ويمكن تجزئته إلي جزئين باستخدام محلول نصف مشبع متعادل من كبريتات الأمونيوم أو مشبع متعادل من كبريتات الماغنسيوم وأن الذائب فيها هو اللاكتاألبيومين وغير الذائب اللاكتوكلوبيولين.

### تحضير بروتينات الشرش:

١. طريقة التسخين: يرسب الكازين من اللبن الفرز بضبط الـ pH إلي ٤,٦ ثم يوضع الشرش في فراز لإزالة ما تبقي من دهن ثم يضبط رقم الـ pH إلي ٦,٣-٦,٥ باستخدام محلول صودا كاوية ثم تسخين الشرش إلي درجة حرارة فوق ٩٠° م مع التقليب المستمر كي يساعد علي ترسيب البروتين بالحرارة ثم يضاف حامض خليك تركيز ٦٦% (١٠٠مل/١٠٠ رطل من الشرش) لضبط الـ pH إلي ٤,٨-٥,٣ ويقرب لتوزيع الحامض ويترك بعد ذلك بدون تقليب فتتجمع بروتينات الشرش وترسب ثم تجري عملية الترشيح وتغسل وتجفف.

## ٢. طريقة الترشيح الفوقي:

### Ultra filtered whey protein concentrate

صناعة الجبن وأنتاج الشرش الحلو بعد بسترة اللبن يضاف البادئ لتحميض اللبن وتجبيته ثم تضاف المنفحة لتجيبين اللبن. وتترك الخثرة لتزداد تماسك. ثم تقطع فينفرد الشرش وتكوم الخثرة علي بعضها لزيادة خروج الشرش وتقطع أكثر والشرش الناتج يمر خلال عدد كبير من وحدات الترشيح الفائق علي درجة حرارة الغرفة وعندما يمر الشرش خلالها فإن الدهن واللاكتوز تزال وتترك مركز بروتين الشرش في معلق سائل ثم يجفف هذا السائل مع عدم استخدام درجات حرارة عالية حتي لا يحدث تحطم للمكونات. ثم تخلط بروتينات الشرش بمكسبات الطعم واللون ومواد التحلية. ويقدر سمك Microfiltration membranes بواحد ميكروميتر والتي تعتبر صغيرة جدا وغشاء ال Ultrafiltration أصغر أربع أضعاف من غشاء ال Microfiltration حيث يقدر ب ٢٥٠ نانوميتر أو ٠,٢٥ ميكروميتر.

جدول (١٢) متوسط التركيب الكيماوي وال pH للشرش الناتج من التجبن الحلو لأنتاج الكازين أو الجبن التشنر والتجبن الحامضي بحمض اللاكتيك أو الأحماض المعدنية لأنتاج الكازين

Component	Rennet Casein	Cheddar Cheese	Lactic acid Casein	Minerat acid Casein
Composition (g/Litre)	Acid whey		Sweet whey	
Total solids	66.0	67.0	64.0	63.0
Total protein (Nx6.38)	6.6	6.5	6.2	6.1
Non- Protein nitrogen (NPN)	0.37	0.27	0.40	0.3
Lactose	52.0	52.0	44.0	47.0
Milk fat	0.2	0.2	0.3	0.3
Minerals(Ash)	5.0	5.2	7.5	7.9
Calcium	0.5	0.4	1.6	1.4
Phosphate	1.0	0.5	2.0	2.0
Sodium	0.53	0.5	0.51	0.5
Lactate	-----	2.0	6.4	-----
pH	6.4	5.9	4.6	4.7

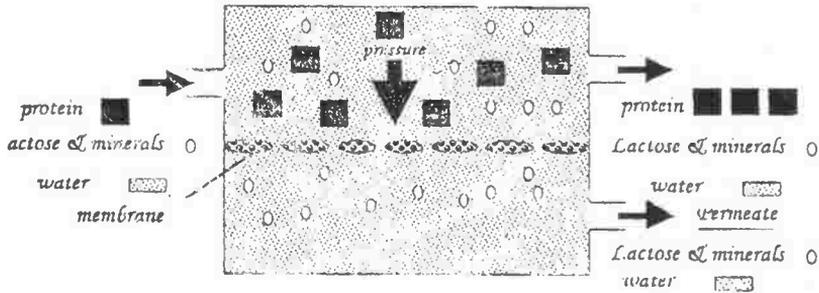
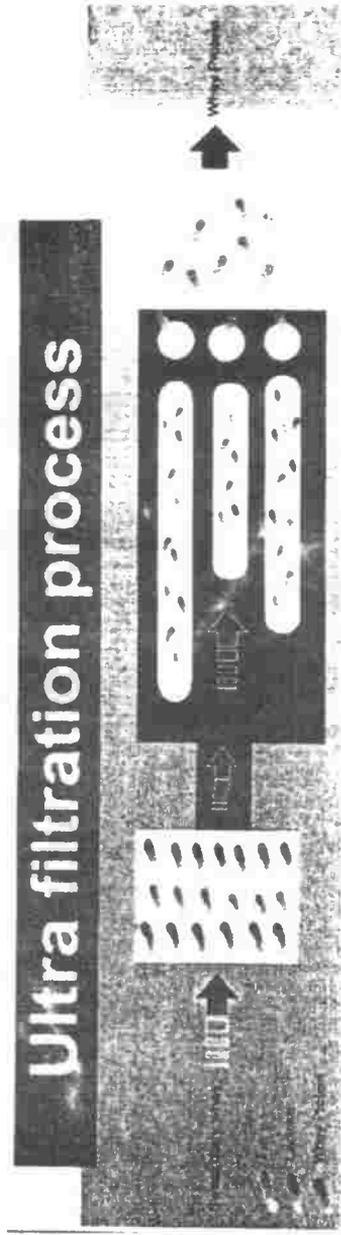


Fig (٤). Production of WPC by Ultrafiltration



شكل (٥): عملية الترشيح الفوقى للحلو

### ٣. طريقة Cross flow microfiltration whey protein (CFM)

بروتينات الشرش المحضرة بهذه الطريقة تكون أكثر جودة من المحضرة بطريقة التبادل الأيوني لأن الكيماويات المستخدمة في التبادل الأيوني تحدث دنتره لبعض البروتين والأحماض الأمينية حيث أن طريقة (CFM) تنتج تركيز أقل من بروتينات الشرش حيث يستخدم مرشحات خزفية طبيعية لفصل المواد الغير مرغوبة مثل الدهن واللاكتوز وتفصل الجزيئات علي أساس الأختلاف في حجم وشكل الجزيئات.

ومفتاح المزايا لهذه الطريقة يتلخص في الآتي:-

١- أقل دنتره للبروتين.

٢- تحمي الأقسام الصغيرة للبروتين من الفقد.

٣- تعطي أحسن تركيب للأحماض الأمينية.

تعزل البروتين بدون أستخدم الحرارة أو الكيماويات.

يحتوي البروتين المعزول بطريقة (CFM) علي كالسيوم أكثر وصوديوم أقل.

تحضير البروتين بهذه الطريقة لا يحطم كثير من المواد التي تقوي المناعة مثل الألفا لاكتالبيومين أمينوجلوبيولين.

البروتين المعزول بطريقة (CFM) يحتوي علي معدل مرتفع من البروتينات الغير مدنتره.

والعيب الوحيد لهذه الطريقة هي التكلفة المرتفعة التي تبلغ عف التكلفة في الطرق الأخرى.

### ٤. طريقة التبادل الأيوني: Ion Exchange whey protein

تعتمد عملية التبادل الأيوني Ion Exchange لفصل البروتين علي الشحنة الكهربائية للبروتين والكيماويات المستخدمة (حمض الهيدروكلوريك-

ايدروكسيد الصوديوم). والشحنة الكهربائية علي البروتين هي التي تمسكه علي عمود الفصل.

وهذه الطريقة تعتبر منخفضة التكاليف بالنسبة لطريقة الـ Microfiltration حيث تتكلف ١/٥ تكاليف طريقة الـ Microfiltration ولكن من عيوبها أن بعض المركبات الهامة في بروتينات الشرش يفقد مثل:

١. جلوكوماكروبيبتيد Glycomacropeptides ( $GMP_s$ ) وهذا البروتين له أهمية لأنه بروتين نشط، حيوي وسهل الهضم والامتصاص وله خواص مضادة للفيروسات- كما أنه له طبيعة تحسن من امتصاص الكالسيوم وتشجع وظائف المناعة الطبيعية للجسم.

٢. بروتينات المناعة Immunoglobulins وهي تعمل كأجسام مضادة Antibodies تزود من المناعة الطبيعية للجسم.

٣. اللاكتوفيرين Lactoferrin وهو يكون حوالي من ٠,٥-١% أو أقل من بروتين الشرش المعزول من اللبن البقري ( ولبن الأم يحتوي علي ١٥% لاکتوفيرين) وهذا البروتين له خواص مضادة للفيروسات والميكروبات والسرطان ويحسن من صفات المناعة الطبيعية للجسم.

٤. بعض الألفالاکتالبيومين  $\text{Alph lactalbumin}$  التي تحتوي علي كمية كبيرة من الأحماض الأمينية الأساسية.

### كيفية إجراء طريقة التبادل الأيوني

يحتوي المبادل علي راتنج (Resin) ويوجد نوعين من الراتنج- راتنج كاتيوني وهو في العادة يحتوي علي مجاميع حمض السلفونيك وراتنج انيوني وهو مرتفع القاعدة ويحتوي علي مشتقات الأمين الثنائية والثلاثية- ويضخ الشرش في الراتنج الكاتيوني والانيوني علي التوالي حيث يشكل كل راتنج (Resin) في عمود- وفي العمود الكاتيوني فإنه

يحدث تبادل بين الكاتيونات المتحللة في الشرش مثل أيونات الهيدروجين - أما في العمود الأنيوني فيحدث التبادل ما بين أيونات الهيدروكسيل السالبة مع الأنيونات المتحللة الخاصة بالشرش مثل الفوسفات والكلوريد فيحل محلها أنيونات الهيدروكسيل -- وبذلك يحدث استبدال لمعادن الشرش بواسطة أيونات الهيدروجين والهيدروكسيل وعادة تتم هذه العملية علي درجة حرارة أقل من ٨ م°- وعند امتلاء العمود بالأيونات من الشرش يغسل العمود الكاتيني بالحامض لتجديد أيونات الهيدروجين كما يغسل العمود الأنيوني بالقلوي لتجديد مجاميع الهيدروكسيل. وبعد عملية التبادل الأيوني يتعرض الشرش للترشيح الفائق ثم التجفيف للحصول علي معزول بروتين الشرش.

### الفرق بين Whey protein isolate وال Whey protein concentrate

يوجد فرق كبير بينهم حيث أن بروتينات الشرش المعزولة Whey protein isolate أكثر نقاوة وتركيز - حيث تحتوي علي ٩٠% أو أكثر بروتين وكميات قليلة جدا أو لا يوجد دهن ولاكتوز. بينما مركبات بروتينات الشرش Whey protein concentrate تحتوي علي أي نسبة من البروتين يتراوح ما بين ٢٩ إلي ٨٩% وكلما انخفض البروتين ترتفع نسبة اللاكتوز والدهن.

## متحلل بروتين الشرش

### Hydrolyzed whey protein

بروتينات الشرش المتحللة Whey protein أو Hydrolyzed whey protein هي غالباً بروتينات شرش معزولة والتي تحتوي على روابط ببتيدية فتكسره انزيميا إلى سلاسل قصيرة من الأمينات. وهذا يؤدي إلى إمتصاص أفضل في الأمعاء لبروتينات الشرش ولكن بروتينات الشرش المتحللة غير شائعة لطعمها الكريه حيث تؤدي عملية التحلل إلى جعل الطعم مر- وتحدد درجة التحلل مدي مرارة البروتين. فكلما زاد التحلل للبروتين زادت درجة المرارة. وعموماً يجب ألا تزيد درجة تحلل البروتين عن ٢٠% لأن ذلك يزيد من التكلفة ويزيد من سوء الطعم.

### فوائد التحلل Advantages of Hydrolyzed whey

- ١- أكثر بروتينات الشرش قابلية للهضم.
- ٢- يكون مهضوم جزئياً مما يسهل من إمتصاصه.
- ٣- جزئ البروتين يكون منشقاً إلى جزيئات أقل تسمى الببتيدات وهي أسهل في الهضم.

### فوائد بروتينات الشرش

- تحتوي بروتينات الشرش على كثير من
- ١- المواد الموجودة في لبن الأم ولذلك فبروتينات الشرش هي مفتاح تحضير أي تركيبة غذائية للأطفال.
  - ٢- بروتينات الشرش تمد الجسم بكثير من الأحماض الأمينية الأساسية التي يحتاجها الجسم للصحة الجيدة.

٣- تستخدم بروتينات الشرش بواسطة الرياضيين لبناء وإعادة بناء العضلات بعد التدريبات الشاقة.

٤- تحتوي بروتينات الشرش علي كمية مناسبة من الأحماض الأمينية المتفرعة ذات الأهمية لبناء الجسم حيث أنها تمثل ميثابولزميا في العضلة بدلا من الكبد علي خلاف ما يحدث في غيرها من الأحماض الأمينية.

### قياس درجة التحلل في الHydrolyzate protein

تقدير الإنخفاض في درجة التجمد

التحلل الإنزيمي يزيد من عدد الجزيئات في المحلول نتيجة لإنشطار البروتين إلي ببتيدات وهذا يسبب إنخفاض في نقطة التجمد للمحلول.

### طريقة PH-Start method

إنشطار الرابطة الببتيدية ينتج عنه إنخفاض في ال pH نتيجة لإنفراد مركبات ذات مجاميع الكربوكسيل الحرة (COOH-) ويمكن إستخدام هذه الخاصية في تقدير مدي التحلل الذي حدث في بروتينات الشرش

### Molecular Weight Distribution.

How is whey protein made?

- ١- يختبر اللبن الطازج ويبستر.
- ٢- يجبن اللبن لعمل الجبن ويحصل علي الشرش.
- ٣- الشرش الناتج يمر خلال مجموعة من المرشحات الدقيقة لفصل بروتينات الشرش عن اللاكتوز وغيره من المركبات الأخرى في الشرش السائل.

- ٤- السائل المركز من الشرش يدخل إلي برج التبادل الأيوني Ion exchange lower لتركيزه أكثر وتنقية بروتينات الشرش- وعملية التبادل الأيوني لا يحدث منها دنتره أو تكسير لبروتينات الشرش.
- ٥- بعد ذلك يدخل المنتج إلي برج التجفيف لإزالة الماء.
- ٦- آخر مرحلة هي التعبئة في عبوات مختلفة للإستخدام.

## الأهمية الغذائية لبروتينات الشرش

١- أهمية بروتينات الشرش للرياضيين- بروتينات الشرش هي بروتينات مرتفعة الجودة كاملة تحتوي علي كل الأحماضالأمينية مرتفعة السلسلة(الليسين- ايزوليسين والغالين) وهذه الأحماض مهمه لنشاط الأفراد الذين يبذلون مجهود عضلي وتدرجات والرياضيين المحترفين- والجسم يحتاج كميات كبيرة من الأحماض الأمينية المتفرعة أثناء وبعد التدريبات الرياضية لأنها تؤخذ مباشرة بواسطة العضلات الخاصة بالهيكل العظمي بدلا من تمثيلها أولا في الكبد مثل باقي الأحماض الأمينية. والأحماض الأمينية المتفرعة (BCAA) Branched chain amino acids (BCAA) المنخفضة تسبب الشعور بالتعب ويجب أن يتم إحلالها وتعويضها في خلال ساعة أو أقل بعد القيام بالتدرجات الرياضية عن طريق تناول المشروبات المحتوية علي بروتينات الشرش.

٢-أهمية بروتينات الشرش في التخلص من الوزن الزائد:-

تساعد بروتينات الشرش في التخلص من الوزن الزائد: بروتينات الشرش المضافة للوجبات تعتبر طريقة هامة لإنقاص الوزن بسرعة لأنه خالي من الدهن والكربوهيدرات بالإضافة إلي ذلك فقد أثبتت الأبحاث أن الأفراد الذين يتناولون الأغذية المحتوية علي البروتين الغني في

الليوسين مثل بروتينات الشرش يفقدون كثير من دهن الجسم. وعندما يفقدون الدهن من أجسامهم يرتفع معدل التمثيل الغذائي عندهم ويحرقون سعرات حرارية أكثر يوميا. وهناك طريقة أخرى يتم بها تنظيم الوزن عن طريق تناول بروتينات الشرش حيث أن بروتينات الشرش لها قدرة عالية في إحداث الشعور بالشبع.

### ٣- أهمية بروتينات الشرش عقب العمليات الجراحية.

هل من المفيد تناول بروتينات الشرش بعد إجراء العمليات الجراحية الخاصة بالتخلص من الوزن الزائد:

بعد إجراء العمليات الجراحية الخاصة بالتخلص من الوزن الزائد من المهم الانتظام علي نظام غذائي معين يحدده الطبيب- ويلعب البروتين دور حيوي في هذا النظام الغذائي- حيث النسبة الغير كافية من البروتين ممكن أن تتسبب في فقد الشعر- العضلات- البشرة الرديئة وتعتبر بروتينات الشرش أهم مصادر البروتين عقب العمليات الجراحية حيث أنه سهل الهضم ويمتص بكفاءة عالية من الأمعاء للجسم- حيث لا يمكث في المعدة لمدة طويلة للهضم مثل اللحوم وغيرها من البروتينات.

### ٤- أهمية بروتينات الشرش في تغذية المرضعات والحوامل:

هل معزول بروتينات الشرش صالح لتغذية الحوامل والمرضعات:  
معزول بروتين الشرش هو بروتين كامل عالي الجودة ويجب أن يكون مصدر مقبول للبروتين للحوامل والمرضعات ليتمتعوا بصحة جيدة هن وأبنائهم- وبروتينات الشرش ليس لها تأثير في إحداث الحساسية- وتحتوي بروتينات الشرش علي الألفالاكتاألبومين والذي يعتبر المكون الأساسي في بروتينات شرش لبن الأم والتراكيب الغذائية للأطفال دائما تحتوي علي

بروتينات الشرش وخصوصا الأطفال المولودين قبل إكمال النمو Premature infants

٥- الفرق بين شرب اللبن وتناول بروتينات الشرش:

هل عندما نشرب اللبن نحصل علي حاجتنا من بروتينات الشرش:-  
عندما نشرب اللبن لا نحصل علي إحتياجاتنا من بروتينات الشرش لأن اللبن يحتوي فقط علي ١% بروتينات شرش ولكي نحصل علي حاجتنا من بروتينات الشرش لابد من أخذها من مصدر مركز مثل معزول بروتين الشرش Whey protein isolate.

٦- الفرق بين القيمة الغذائية والحيوية بين بروتينات الشرش وبروتين فول الصويا:

أ-بروتين الشرش بروتين كامل وهو يحتوي علي مواد نشطة حيويًا مثل الاميونوجلوبولين Immunoglobulins واللاكتوفيرين Lactoferrin والتي تساعد علي تقوية جهاز المناعة.

ب-الرياضيين يفضلون بروتينات الشرش علي بروتين فول الصويا لأن بروتينات الشرش غنية في الأحماض الدهنية المتفرعة السلسلة Branched amino acids كذلك لسرعة إمتصاص بروتينات الشرش في الأمعاء وهذا يساعد علي سرعة بناء وإعادة بناء العضلات بعد التدريب الرياضي.

ج-بروتينات الشرش لها طعم طازج طبيعي بالمقارنة ببروتين فول الصويا ولا تغير طعم الطعام المضافة اليه مثل ما يحدث في حالة إضافة بروتين فول الصويا.

بروتينات الشرش لا تحتوي علي مركبات ايزوفلافين Isoflavones أو أي مركبات أخرى لها تأثيرات علي الهرمونات.

## تركيب بروتينات الشرش

تتركب بروتينات الشرش من مجموعة من المكونات البروتينية وهي:

Beta- lactoglobulin  
Alph lactalbumin  
Immunoglobulins  
Bovine serum albumin(BSA)  
Glycomacropetide(GMP)  
Lactoferrin  
Lactoperoxidase  
Lysozyme

### بروتينات الشرش المتحللة (Hydrolyzed whey protein):

بروتينات الشرش المتحللة هي بروتينات شرش معزولة والتي يتم فيها تحطيم لبعض الروابط الببتيدية انزيميا وتنتج أمينات قصيرة السلسلة، وهذه تكون سهلة الأمتصاص في المعدة ولكن بروتينات الشرش المتحللة لا تجد شعبية وذلك لطعمها السيء حيث أن عملية التحلل تجعل الطعم مر ومعدل التحلل يحد مدي المرارة الحادثة في طعم الشرش، وعلي اي حاله، تحلل بروتينات الشرش لا يتم في مدي أكثر من ٢٠% لأن هذا يؤدي الي زيادة تكلفة الصناعة، ويجعل طعم الشرش أسوأ.

مزايا الشرش المتحلل:-

- ١- يكون أكثر قابلية للهضم بواسطة الإنسان.
- ٢- يكون متحلل جزئيا مما يساعد علي أمتصاصه بصورة أفضل.
- ٣- جزيئات البروتين تكون فيه منكسرة الي مجموعات أقل تسمى الببتيدات.

## الصفات الوظيفية لبروتينات الشرش:-

بداية يختلف الكازين عن بروتينات الشرش بأنه لا يجمع بالحرارة ولكن عن طريق التجبن الانزيمي أو الحمضي، الكازين خشن الملمس قدرته علي الذوبان ضعيفة.

أما بروتينات الشرش لها قدرة عالية علي الاحتفاظ بالماء وهي ذات قدرة عالية علي الذوبان حيث يوجد بها مجاميع فعالة محبة للماء وأخري محبة للدهن، وتختلف قدرتها علي الاحتفاظ بالماء والدهن باختلاف التركيب الفراغي لجزئ البروتين ومن هذه الصفات الوظيفية:

### ١- الذوبان (Solubility):

بروتينات الشرش التي لم تتغير طبيعتها بالتسخين لها قدرة عاليه علي الذوبان علي مدي واسع من الـ pH ومع ذلك فان التسخين لدرجة حرارة أعلى من ٧٠° درجة مئوية يمكن أن تسبب خفض جزئي للقدرة علي الذوبان ما بين pH ٣-٥ لأن بعض من بروتينات الشرش تتجمع وتترسب عند نقطة التعادل الكهربائي للـ (pH بين ٤,٥-٥,٣). وعلي درجة حرارة ٩٠°م لمدة ٥ دقائق يكون ٨٠% من بروتين الشرش غير ذائب وعادة تؤخذ ذائبية بروتينات الشرش عند pH ٤,٦ كدليل علي درجة حرارة الذئنة خلال العمليات التصنيعية أو التخزين كذلك تتناقص ذائبية بروتينات الشرش عند التركيزات العالية من الأملاح. وتعتبر ذائبية بروتين الشرش صفة وظيفية هامة حيث تثير علي صفات تكوين الرغوة والأستحلاب. وتنتشر طريقة تحضير بروتين الشرش علي درجة ذائبيته فالمحضر بالتبادل الأيوني أكثر ذائبية من المحضر بالترشيح الفائق.

## ٢- اللزوجة والأحتفاظ بالماء (Viscosity and water holding):

بالمقارنة مع معظم البروتينات الأخرى فإن لزوجة بروتينات الشرش منخفضة حتى ١٠% جوامد كلية، هذه اللزوجة المنخفضة تسمح باستخدام تركيز عالي من بروتينات الشرش وبذلك يتم تخفيض حجم السائل للحصول علي المقدار المطلوب، هذا مهم في المنتجات الغذائية التي لا يمكن الاستغناء عنها في كل الوجبات.

بسبب تسخين بروتينات الشرش زياده طفيفه في اللزوجة و يظهر البروتين القدرة علي الذوبان تدريجيا من خلال التعرض للحرارة وذلك عن طريق تكوين روابط مائية.

البروتين الغير معامل بالحرارة وزيادة المترابط منه بالماء مع البروتين وكذلك شكل البروتين المتجمع له دور في زيادة اللزوجة، وقدرة بروتين الشرش المركز لزيادة اللزوجة بالحرارة مهمة في الاغذية غليظة القوام مثل الشوربة والصلصة والزيادي.

## تكوين الجيل (Gelation):

هناك عدة نظريات إفتراضية تشرح طريقة تكوين الجيل لبروتينات الشرش ومن هذه النظريات إفتراض أنه بعد دنتره بروتينات الشرش فإن مجاميع NH- CO تحمل شحنة سالبة وموجبة بالترتيب وتحتوي علي طبقات من الماء وعند التبريد يتفاعل البروتين عن طريق روابط هيدروجينية وتكون بناء قادر علي مسك الماء وهو يعرف بالجيل وهناك إفتراض آخر يبني علي أساس أن تكوين الجيل يتم عن طريق مسك الماء في الثقوب الموجودة في البروتين عن طريق قوي فان درفالس الموجودة بين الجزيئات والذرات.

ويحدث تكون الجيل لبروتينات الشرش بفعل الحرارة بتجمع البروتين حيث توازن قوي التجاذب والتنافر في التركيب البنائي الثاني والثالث للبروتين

فيصبح لها القدرة علي الاحتفاظ بالماء وعندما تسود قوي التجانب تتكون الخثرة(الجيل). وإذا سادت قوي التنافر لا يتكون الجيل ولكي تسود قوي التجانب لابد من إجراء أي من المعاملات مثل التسخين أو تغير ال PH أو إضافة الإنزيمات حيث يؤدي ذلك إلي حدوث تفاعلات بين البروتين والبروتين أو البروتين والماء وتتكون شبكة ثلاثية الأبعاد قادرة علي مسك الماء (الجيل).

### التماسك (Adhesion):

يعطي بروتين الشرش المركز المستخلص صفات التماسك وذلك لتحسين التجانس القوامي للمنتجات الغذائية. علي سبيل المثال: يمكن أن تستخدم هذه الصفات لالتحام لب الخبز أو اللبن الخض والبيض مع اللحم والسمك وكل منهما مع الآخر وذلك لالتحام قطع اللحم مع بعضها البعض وكذلك لتثبيت طبقة رقيقه علي سطح المنتجات الخبزيه.

### الاستحلاب (Emulsification):

بعض الأغذية مثل السلطه تتطلب تكوين المستحلب الذي يظل مده طويله من الزمن تحت ظروف تخزينيه مختلفه (متنوعه). بروتين الشرش هو ماده ماصه للماء وهو ايضا ماده طارده للماء ولذلك فهو يقوم بدور المستحلب. يعتقد أن بروتين الشرش يكون أغشيه حول الزيت تمنع ارتباط الماء مع الدهن فتكون سطح فاصل فتمنع نوبان الزيت مع الماء. البروتين يظهر تدريجيا ليكون كريات لايدروتيين الشرش وثبت قدرته علي النوبان تحت ظروف حمضيه، ويتم بطريق جيده عند استخدام بروتين الشرش في تحميل السلطه.

## الرغوة (Foaming):

رغوة محلول بروتين الشرش تكون مرغوبة في بعض المنتجات كالحلويات المثلجة وانواع أخرى، وتكون غير مرغوبة في أنواع أخرى مثل عصير الفواكه، تكوين الرغوة يكون متشابه مع عملية الاستحلاب، وثبات الرغوة وكثافتها تعتمد علي:

- ١) نوع بروتين الشرش. وجدول (١٣) يوضح الفرق بين رغوة مركز بروتينات الشرش ومغزول بروتينات الشرش.
- ٢) محتوى الدهن.
- ٣) تركيز البروتين والبروتينات المركزة.
- ٤) عملية الخفق.
- ٥) تركيز الكالسيوم وأيونات أخرى.
- ٦) علي الـ pH.
- ٧) الادوات المستخدمة في العملية.

وجود مركب الدهن في بروتين الشرش يخفض صفة الرغوة في بروتين الشرش، ولذلك فإن انخفاض محتوى الدهن يحسن كل من الخفق وأستقرار الرغوة كما أن هناك عوامل تؤثر علي المنتج النهائي في استعمالات الاغذية مثل وجود السكر والملح والدهن وكمية بروتين الشرش المركز وكذلك مدة الخفق. إذا تم استبدال بروتين الشرش ببياض البيض فإن مدة الخفق تزيد لأن طبيعة بروتين البيض يقاوم تغيير الطبيعة. تكوين الرغوة مهم في بعض الاغذية مثل الحلويات المجمده والكعك وغيرها.

البروتين	ريع الرغوة (%)	ثبات الرغوة (ثانية)
مركز بروتينات الشرش	٥٩ ± ٤٤٠	٣١ ± ١٩٥
مغزول بروتينات الشرش	٦٤ ± ٨٩٦	٦٨ ± ٧٠٦

وقد تم تقدير ثبات الرغوة بتقدير الوقت اللازم لفقد ٥٠% من الوزن الأساسي.

### كيفية تكوين الرغوة بمساعدة بروتينات الشرش.

يتم ذلك عن طريق قدرة بروتينات الشرش علي تكوين فيلم عند الأسطح البيني ما بين الهواء والماء فالبروتين الذي يمتص علي السطح البيني وينفرد بسهولة يكون له مقدره أكبر علي تكون الرغوة بسرعة لا يمتلك صفة ثبات هذه الرغوة ويرجع هذا التناقض إلي الحالة التركيبية للبروتين عند السطح البيني فالبروتين ذو النشاط السطحي يكون له مجموعتان من الخواص الأولى هي اسراع تكوين الرغوة والأخري ثبات الرغوة- والرغوة نظام له وجهين وجه مائي مستمر ووجه غازي منتشر. وثبات الوجه المائي المستمر يعتمد علي تفاعلات البروتين مع البروتين وتلعب الكمية الساكنه دورا في خفض هذه التفاعلات وعندما تزيد هذه التفاعلات يزداد ثبات الرغوة نتيجة لإنتشار الوجه الغازي وثباته ويتم ذلك علي PH التعادل الكهربائي حيث تكون صافي الشحنة صفر ويكون التناظر بين جزيئات البروتين أقل ما يمكن مما يؤدي إلي ثبات الرغوة المتكونه.

### تحسين الخواص الوظيفية لبروتينات الشرش

#### الاسباب التي تحد من استخدام بروتينات الشرش وكيفية معالجتها:

يرجع السبب في ذلك إلي أن بروتينات الشرش المحضره باستخدام درجات الحرارة العاليه يحدث له ننترة غير عكسيه مما يجعل البروتين غير ذائب ويكون عباره عن حبيبات خشنه تتفصل كحبيبات الرمل وبالتالي تكون صفاته الوظيفية رديئه ولا يدخل في تكوين الشبكه حيث لا يكون لديه القدره علي الاحتفاظ بالماء. وبالتالي لا يمكن استخدامها أو ادخالها في أي من المنتجات ، ولتحسين الصفات الوظيفيه لبروتينات الشرش هناك:

١) طرق كيميائية. أو التحوير باستخدام الطرق الكيماوية.

٢) طرق انزيمية. أو التحوير باستخدام الطرق الأنزيمية.

### أولاً: التحوير الكيميائي لبروتينات الشرش **Chemical Modification**

هناك عددا من المجاميع الوظيفية علي السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية يمكن عن طريقها عمل التحوير الكيميائي وإنتاج المشتقات الكيميائية ويوضح ذلك ما يلي:

السلسلة الجانبية

التحوير الشائع

\* الكربوكسيل

\* أسترة- إضافة الأמיד

\* الأمينو

\* ألكه- أسيلة

\* الأيميدازول

\* أكسدة- ألكه

\* ثنائية الكبريت

\* إختزال- أكسدة

\* الفينولية

\* أسيلة- إستبدال شحنات كهربية

\* السلفاهيدريل

\* ألكلة- أكسدة

\* إثنواثير

\* ألكلة- أكسدة

المصدر Kester and Richardson

### ١- الأسيلة **Acylation**

يتم عن طريقها فرد جزئي للبروتين بسبب تناقص الجذب الألكتروستاتيكي ما بين السلاسل الجانبية للأحماض الأمينية المحملة بشحنات معاكسة ويؤدي ذلك إلي زيادة ذائبية البروتين في الماء- وتقليل ميل البروتين لتكوين هلام عند التسخين. ويتم الأسيلة وأيضا المعاملة بالسكسينك للبروتين باستخدام أنهيدريد حمض الخليك حيث يحدث ارتباط بين مجموعة الستيل المتعادلة ومجموعة الأمين في البروتين عن طريق روابط تعاونية.

## ٢- الفسفرة:

تستخدم الفسفرة في تحسين خواص تكوين الهلام وقوة الأستحلاب مما يحسن الإستخدام الوظيفي لبروتينات الشرش خاصة البييتالكتاجلوبولين. حيث تعمل مجاميع الفوسفات علي تغيير سلوك البروتين في الأتحاد بالماء مما يؤثر علي خواص تكوين الهلام والأستحلاب والزوجه.

## ٣- إضافة مجاميع سلفاهيدريل جديدة Thiolation

تتم عملية ال Thiolation بعدد من المواد منها

(N\_AHTL) N-acetyl Homocysteine Thiolatione

S-acetyl mercaptosuccinic Anhydride

أو مادة

ولهذه العملية أهمية فإن إضافة مجاميع ثيول جديدة تحسن خواص البروتين الخاصة بالمطاطية وتكوينه هلام والتشكيل والزوجه والنبات الحراري- وتستخدم ايودات البوتاسيوم لأكسدة مجاميع السلفاهيدريل في البروتين المحور إلي مجاميع ثنائية الكبريت مما يزيد من النبات الحراري والزوجه والقدرة علي تكوين هلام ورغوة.

## ادخال الأמיד والأسترة Amidation and Estrification

عملية Amidation تحدث قفل لمجاميع الكربوكسيل عن طريق حدوث تكثيف لمجاميع الكربوكسيل مع أيونات الأمونيوم حيث يتحول الأسبارتيك والجلوتاميك إلي أسباراجين وجلوتامين علي التوالي وبذلك يحدث تغير لصادفي الشحنة الموجودة علي البروتين من السالب إلي الموجب عند PH (٥) وهو ال pH الشائع في الأغذية وهذا يحسن الذائبية للبروتين ويزيد من ثبات المستحلب ويتم ذلك عن طريق توزيع غير محدد للتفاعلات الإلكتروستاتيكية في التركيب البنائي للبروتين. أما عملية ال Esterification ففيها يحدث أسترة لمجاميع الكربوكسيل مباشرة في وجود كحول الأثيل

وحامض هيدروكلوريك Alcoholic Hcl medium فيزيد ال PI لـ  $\beta$ - Lg إلى ٥,٢ إلى ٧,٢ . وهذه تحسن من خواص تكوين الرغوة وإثبات المستحلب للبروتين.

### الأكله المختزله Reductive Alkylation

هذه العملية تعني إضافة مجاميع ميثايل للبروتين- وهذه العملية لها تأثير بسيط علي الخواص الوظيفية للبروتين وغالبا ما تستخدم هذه الطريقة لمنع فساد البروتين فمثلا الأكله المختزله لمجاميع الأمين في البروتين قد تكون مفيدة لمنع تفاعل ميلارد الذي يحدث أثناء تخزين الأغذية المحتوية علي كربوهيدرات وبروتين.

وتتم ميثلة مجاميع الأمين باستخدام الفورمالدهيد والصوديوم بوروهيدريت عند PH ٧.

### الإرتباط التساهمي للأحماض الأمينية

#### Covaient Attachment of Amino Acids

يستخدم الإرتباط بيم الأحماض الأمينية والبروتين بروابط تعاونية كوسيلة لتحسين القيمة الغذائية للبروتين بإضافة أحماض أمينية ضرورية مثل تربتوفان- الآلانين- ميثونين- ن-استيل ميثونين وحمض الأسبارتك كذلك كوسيلة لتحسين الخواص الطبيعية للبروتين- وقد استخدم ذلك لتغيير صفات السطح النشط لبروتينات الشرش بالإرتباط بأحماض أمينية كارهة للماء مما يؤدي إلي تغير في الخواص الوظيفية للبروتين. ويتم إدخال الأحماض الأمينية إلي البروتين عن طريق تكوين رابطة ايزوبيبتيد Isopeptide وهي روابط أميدية تتم بين مجاميع الكربوكسيل للأحماض الأمينية الموجودة في البروتين والمجموعة الأمينية في الوضع ايسبلون للحامض الأميني ليسين أو

العكس أي بين المجاميع الأمينية للبروتين والمجاميع الكربوكسيلية للأحماض المراد إدخالها.

### Glycosylation الارتباط مع السكريات

وجد أن ارتباط بروتينات الشرش وخصوصا البيتالكتوجلوبولين ( $\beta$ - Lg) بالسكريات تحت ظروف أكله مختزلة تأثير علي بعض الخواص الوظيفية للبروتين مثل الذائبية واللزوجة وخاصية تكوين الهلام حيث أن إضافة السكريات للبروتين تزيد من مرونة البروتين وتكوين الرغوة وتحسين خاصية الأستحلاب كذلك تحسين خاصية الثبات الحراري وتتم عملية ارتباط السكريات بالبروتين عن طريق تفاعل ميلارد في غياب الهواء وعلي درجة حرارة 60 °م وعند pH 6,5 وتستغرق العملية ثلاث ايام وكانت البروتينات المحورة بإستخدام سكريات الهكسوزات أكثر ذائبية من المحورة بإستخدام سكريات Aldopentoses .

### **Enzymtic Modification** ثانيا:التحوير الإنزيمي لبروتينات الشرش

تعمل الأنزيمات علي إحداث تحلل جزئي للبروتينات عن طريق تفاعلات عرضية داخل الجزيئات أو بين الجزيئات أو عن طريق ربط البروتين بمجاميع- والتحوير الإنزيمي أكثر قبولا من مصنعي الأغذية عن التحوير الكيماوي الذي يمكن أن يحدث منه تأثيرات جانبية ضارة نتيجة لإستخدام بعض الكيماويات في التحوير وإستخدام التحوير الإنزيمي في مجال بروتينات الشرش يجد قبولا كبيرا.

ويحدث التحوير الإنزيمي للبروتين عن طريق إحدى المسارات الآتية:

١- تحلل مائي لبعض الروابط الببتيدية مما يحدث معه خفض الوزن الجزيئي.

٢- تغيرات في ترتيب البروتين وتحسين خواص مسك الماء نتيجة لتعرض عدد من المجاميع الكربوكسيلية أو الأمينية أو زيادة كره البروتين للماء نتيجة لظهور الأحماض الأمينية اللاقطبية عن طريق التحلل البروتيني المحدود الذي يؤدي إلى فرد البروتين عن طريق فرد السلاسل الببتيدية.

ومن ما سبق يتضح أن درجة التحلل الأنزيمي تحدد الخواص الوظيفية للبروتين فمثلا تزيد الذائبية وتخفض اللزوجة بزيادة تحلل البروتين ويقل الميل لتلوين الجيل ويزداد حجم الرغوة ويقل ثباتها ويزداد الثبات الحراري. وزيادة التحلل البروتيني تؤدي إلى نتائج عكسية في الخواص الوظيفية للبروتين ولذلك لا بد من وقف نشاط الأنزيمات بعد الوصول إلى درجة محددة من التحلل الأنزيمي للبروتين- ويستخدم لذلك انزيمات تحلل بروتيني منخفضة الثبات الحراري حتى لا تحتاج إلى وقف نشاطها إلى معاملات حرارية عالية قد تؤثر على خواص البروتين المتحلل نفسه- ومن أفضل مصادر هذه الأنزيمات هي الأسماك البحرية- وكذلك يجب منع تكون الببتيدات الحرة نتيجة للتحلل الأنزيمي ويتم ذلك باستخدام أنزيمات البابين والأمينوببتيديزات.

أمثلة للانزيمات المختلفة المستخدمة في مجال تحويل بروتينات الشرش:-

### البروتيازات (Protease) (الانزيمات المحللة للبروتين):

هي الأكثر استخداما لتعديل بروتينات الغذاء، يحلل البروتياز الروابط الببتيدية للبروتين وتساعد على تقليل الوزن الجزيئي، تغيير الشكل الظاهري، تحسن القدرة على امتصاص الماء. هناك شبه عدم اتفاق على الـ pH المثالي للانزيم حيث ذكر اثنان ٨,٥ ، ٦,٥.

وقد نكر كزيرم وسمبر (Semper - Kiermeier) أن المعاملة الحرارية علي ٧٠° م لمدة ٢٥ دقيقة تثبط عمل الانزيم، إلا أن المراجع العلمية تفيد أنه في وجود محلول منظم من البوراكس يلزم التسخين علي ٨٠° م لمدة ١٠ دقائق.

ومن البروتينات المعروفة:

- ١- بيسين و الـ pH المناسب له ١,٥ - ٢,٥ .
- ٢- تريسين و الـ pH المناسب له ٧ - ٨ .
- ٣- البابين من لب شجرة البابا و الـ pH المناسب له ٥ - ٥,٥ .

### أهمية أضافة هذه الانزيمات:

بروتينات الشرش المعاملة بالحراره يحدث لها دنتره في التراكيب المختلفه، الاولی، والثانوي، والثالثي فتختبيئ المجاميع الفعاله ( الامينو والكربوكسيل) فيقوم الانزيم بتكسير هذه السلاسل وتظهر المجاميع الفعاله مما يؤدي الي نشاط البروتين ودخوله في التفاعلات.

### التأثيرات العامه للانزيمات المحلله للبروتين علي الحجم، التركيب،

#### والقطبيه:

يمكن أن ينتج عنها تغيير في الصفات الوظيفيه للبروتين. الخواص التحليلية للانزيم تعتمد علي درجة التحلل والتي تتأثر بمنشطات معينه للانزيمات المحلله للبروتين.

الخصائص الكيميائية والفيزيقية للتفاعل الأنزيمي تعتمد أساسا علي: البروتين الأساسي ، ظروف التفاعل.

من البديهي أن أضافة الانزيمات المحلله للبروتين تؤدي الي:

- ١- زيادة الذائبيه.
- ٢- انخفاض اللزوجه.
- ٣- زيادة التحلل.

هذا بالإضافة الي أن الانزيمات المحلله للبروتين عموما تؤدي الي انخفاض تكوين الجيل وزيادة حجم الرغوه من خلال الخفق، تقلل ثبات الرغوه، تحسن الثبات الحراري، وتنشيط الاستحلاب يمكن أيضا أن يتغير علي الرغم من التأثير المحدد يختلف باختلاف طبيعية مادة التفاعل، والانزيمات المحلله للبروتين لها قدرة محددة علي كثير من بروتينات الأغذية وتشمل: الصويا - بذور اللفت - السمك - برتين الشرش المركز.

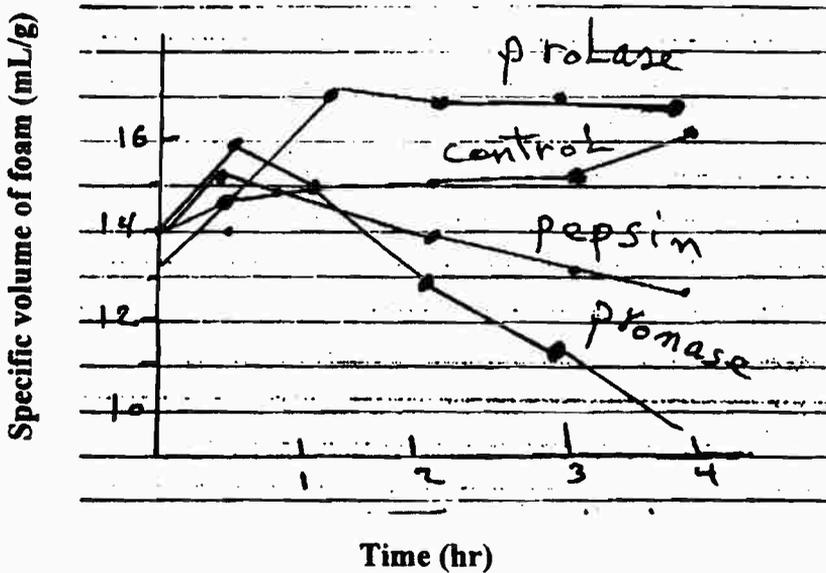
### التريسين:

استخدم في عديد من الأبحاث لتحليل بروتينات الشرش مقارنة بالبواباين، الانزيمات المحلله للبروتينات الطبيعية من سلالات *Bacillus subtilis* كانت أكثر تأثير علي ذوبان بروتين الالبومين الذي تغيرت طبيعته بالحراره. الذوبان الكامل للاكتا البيومين تم حدوثه بالتريسين في فترة ٣ ساعات علي pH ٨ وعلي درجة حراره ٥٥° م، نتائج التحلل كانت عبارته عن خليط من الببتيدات ذات الوزن الجزيئي في مدي ٥٠٠ - ٥٠٠٠ ميكروجرام. توصل Hidalgo and Gamper ١٩٧٧ م الي أن استخدام التريسين في التحلل يؤدي الي ثبات بروتينات الشرش عند المعامله الحراريه، يبقي حوالي ٨٠% من البروتين المتحلل ذائبا لمدة ٥ دقائق علي درجة حاره ١٣٤° م. درس نشاط رغوة بروتينات الشرش المتحلل بواسطة Conney فتم ملاحظه زيادة حجم رغوة بروتين الشرش المتحلل، وانخفاض استقرار الرغوه.

### الببسين:

دراسة تحلل بروتينات الشرش بواسطة الببسين وأثنين من الانزيمات المحلله للبروتين الميكروبيه درست بواسطة Kuehler and Stine عام ١٩٧٤ م، ووجدا أن

- الانزيمات المحلله للبروتين تقلل الي حد كبير القدرة علي الاستحلاب (سعة الاستحلاب) (Emulsifying Capacity).
- التحلل بالماء المحدود يعمل علي إنتاج ٢٥% زيادة في حجم الرغوه .
- التحلل أو الهضم لمدة ٣٠ الي ٦٠ دقيقة في درجة حرارة ٥٠° م أظهرت المعاملة تحسين لسعة الرغوه.
- التحلل بالماء لفترات طويله ينتج عنه انخفاض كبير في القدرة علي تكوين رغوه (شكل ٤).



#### البابين:

حيث يقوم البابين بتشجيع تفاعل البلاستين Plastein (ويقصد به تكوين الهلام الكامل) وفي هذا التفاعل تتحلل مجموعات الأمين في البروتين ويحدث

إرتباط تعاوني لأسترات الميثيل ميثونين مع بروتينات الأغذية وهذا التفاعل يؤدي إلي زيادة حب البروتين للماء فيزيد كفاءة الاستحلاب وتكوين الرغوة. نجد أنه علي الرغم من تحسن حجم الرغوه عند التحلل البروتيني المحدود إلا أن استقرار الرغوه قل بدرجة كبيره اذا ما تم مقارنته بالعينه التي لم يتم معاملتها (Untreated control).

افترض الباحثين أن التحسن في دمج الهواء كان راجعا الي حجم أكبر من عديد الببتيدات (Poly peptides) الناتج من التحلل المائي المحدود، ويعمل علي خفض التوتر السطحي الضروري لاستقرار الرغوه.

- اضافة سليلوز ميثيل الكربوكسيل (CMC) الي البروتين المتحلل قبل الخفق يحسن الرغوه ويعمل علي أستقرارها. وهذا يشير الي الاستخدام المتوقع لبروتين الشرش المتحلل الثابت والممزوج لحفظ الصفات الوظيفية للغذاء. المشاكل التي تعوق استخدام الأنزيمات المحللة للبروتين في تحسين الخواص الوظيفية للبروتين:

أ- حدوث تحلل كبير (زائد) حيث أن التحلل البروتيني المحدود يؤدي إلي تحسين الصفات للبروتين. ومن الصعب التحكم في درجة التحلل بإيقاف نشاط الأنزيم عند الدرجة المطلوبة من التحلل. حيث أن استخدام الحرارة لإيقاف نشاط الأنزيم ممكن أن يؤثر بالسلب علي الخواص الوظيفية لبروتينات الشرش نتيجة لتدثرتها بالحرارة.

ويمكن التغلب علي هذه المشكلة بطريقتين:

١- أستخدام الأنزيمات المستخلصة من الأسماك مثل الأنزيم المستخلص من سمك المارين حيث أن هذه الأنزيمات تكون منخفضة الثبات الحراري فيحدث لها تثبيط بالحرارة علي درجة حرارة منخفضة لا تؤثر علي الخواص الوظيفية لبروتينات الشرش.

٢- استخدام التفاعلات المستمرة حيث يمكن عن طريقها الحصول علي درجات تحلل موحدة لا تؤثر علي الخواص الوظيفية لبروتينات الشرش بالسالب.

ب- من المشاكل الأخرى التي تعيق استخدام الأنزيمات في تحسين الصفات الوظيفية للبروتين هي إتجاه البروتين لتكوين ببتيدات مرة وهذا يتوقف علي محتوى البروتين من الأحماض الأمينية المحبة للماء وعلي درجة التحلل الأنزيمي ونوع الأنزيم المستخدم وهذه المشكلة تكون أكثر ظهورا في شق الكازين عن في شقوق بروتينات الشرش.

وقد ظهرت هذه المشكلة في بروتينات الشرش المعاملة بإنزيم التربسين ولكن الطعم المر كان بدرجة خفيفة لا تعوق استخدام البروتين في التطبيقات الغذائية ويمكن التغلب علي هذه المشكلة بإستخدام أنزيم البابين أو أنزيم الأمينوببتيديز.

### بعض ميكانيكيات التحويل الأنزيمي للبروتينات الشرش

١- كسر الروابط الببتيدية في البروتين ويتم عن طريق ذلك تحسين خواص وظيفية معينة مثل خفضاللزوجة وزيادة كفاءة الأستحلاب وزيادة القدرة علي تكوين الرغوة وربط الماء وقد أمكن بإستخدام الأنزيمات تحسين الخواص الوظيفية للاكتا البيومين وهوبروتين غير ذائب وضعيف في خواصة الوظيفية وأستخدام التحلل الأنزيمي الجزئي للروابط الببتيدية يمكنه أن يحقق الذائبية الكاملة لبروتينات الشرش مما يساعد علي أستخدام هذه البروتينات في المشروبات غير الكحولية الحامضية- وتكون هذه البروتينات المتحللة ثابتة حراريا مما يساعد علي أستخدامها في المشروبات التي تعقم دون حدوث ترسيب لهذه البروتينات بالدنترة الحرارية.

وأفضل الأنزيمات المستخدمة لأحداث التحلل الجزئي لبروتينات الشرش والحصول علي بروتينات متحللة جزئيا وثابته حراريا هو التربسين فقد وجد أنه عند تسخين بروتينات الشرش المتحللة جزئيا بأنزيم التربسين إلي  $134^{\circ}\text{C}$  لمدة 5 دقائق بقي منها 80% ذائب.

٢- حدوث تفاعلات بين السلاسل الببتيدية والمجاميع الوظيفية مثل حدوث فسفرة أنزيمية للبروتين وهذه لها أهميتها في تحسين خواص البروتين الوظيفية حيث تحسن خواص الأستحلاب وتكوين الجيل.

تحلل مجاميع الأمين في البروتين Aminolysis وحدث إرتباط تساهمي لأسترات الميثيل ميثونين أو أسترات الليوسين مع بروتينات الشرش. وهذا التفاعل يعمل علي زيادة حب بروتينات الشرش المعاملة أنزيميا للماء مما يزيد من خواصها الأستحلابية وخواص تكوين الرغوة ويسمي هذا التفاعل بتفاعل البلاستين ويتم هذا التفاعل عن اجراء تحويل في النشاط السطحي لبروتينات الشرش التي تعتبر غير محبة للماء بدرجة كبيرة نتيجة التوزيع المنتظم للأحماض الأمينية اللاقطبية بها. حيث يتم إدخال جزء محب للماء (L-Leu-ndodecyl ester) في موضع تحلل الرابطة الببتيدية في البروتين فيتكون طرف كربوكسيلي جديد يعمل علي زيادة حب البروتين المعامل أنزيميا للماء.

٣- تفاعلات تكوين البوليمر أو الفيلم الجاف والتي تتم بإستخدام أنزيم ناقل للجلوتامين Transglutaminase حيث يعمل هذا الأنزيم علي إرتباط بروتينات الشرش لمجاميع كارهه للماء فتعمل علي تجمع الفالاکتالبيومين وبيتالاکتوجلوبولين ويتم ذلك علي  $\text{pH } 7.5$  ودرجة حرارة  $37^{\circ}\text{C}$ .

٤- إستخدام أنزيمات الليباز في تحليل الدهون المتبقية في بروتينات الشرش وينتج من ذلك جليسيريدات ثنائية وأحادية تعمل كمستحلبات فتزيد

الخواص الأستحلابية لبروتينات الشرش ويستخدم هذا التفاعل غالبا مع  
مركبات بروتينات الشرش (WPC) .

٥- إزالة مجموعة الأמיד حيث يعمل هذا التفاعل إلي زيادة الذائبية لتصل في  
بعض الحيات إلي ١٠٠% ويتم ذلك بإستخدام أنزيم Peptidoglutaminase  
ويتم في هذا التفاعل تحويل مجموعة الأמיד إلي مجموعة كربوكسيلية مما  
يزيد الذائبية.

#### أستخدام بروتينات الشرش في المنتجات المختلفه:

في الصفحات التاليه توضيح للاستفاده من بروتينات الشرش في المنتجات  
المختلفه.

Table (14-a): Food Product Applications For Whey Products.

#### **A. Sweet whey product applications:**

- Ice cream and ice cream coatings, toppings and syrups.
- Sweet rolls, bread, crackers and cakes.
- Icings, candy coatings, fudge, caramels and chocolate.
- Margarine, cheese foods, gravy mixes and snack foods.
- Fruit juices and beverages.
- Soups, infant food and puddings.
- Meat products.

Table(14-b):continued

#### **B. Acid whey production applications:**

- Fruit flavored beverages and fermented dairy products
- Cheese, cheese powders, dips and spreads.
- Crackers, bread and bakery products.
- Salad dressing.
- Sherbets.
- Sausage and miscellaneous products.

Kosikowski (1979)

## تغذية الأطفال (Baby foods):

أول من أقترح استخدام بروتينات الشرش المركزه (WPC) في غذاء الأطفال الرضع (Baby food) هو (Forsum, 1974) وهو يعتبر البديل للبن الثديي. ويعتمد تحضير أجزاء بروتينات الشرش المركزه (WPC fraction) علي استخدام Ultrafiltration gel processes. ويشكل الـ WPC fraction والغني في محتواها من الـ  $\alpha$ -Lactoalbumin جزء من الـ ٤٠% المفترض وجوده في بديل لبن الثدي ولأن لبن الانسان لا يحتوي علي البيتا لاكتو جلوبيولين، كذلك فإن WPC fraction الذي يستخدم في تحضير بدائل لبن الثدي يكون غني في محتواه من بروتين الشرش الكامل. وفي الوقت الحاضر فإن Baby food تحضر باستخدام مركبات تحتوي علي الشرش الخالي من المعادن (Demineralized whey).

## المشروبات (Beverages and soft drinks):

يستخدم الـ WCP في تقوية وتحسين الغذاء والمشروبات وأيضاً وجد أن إضافة ٤% من الـ WPC إلي Corn meal ودقيق القمح أو الأرز سوف يضاعف كفاءة بروتين هذه الحبوب وفي مجال الـ Soft drink فإن شركة الكوكاكولا حصلت علي براءة اختراع لإنتاج WCP مناسب لإدخاله في المشروبات وهذه العملية تشتمل علي مرور الشرش خلال Diatomaceous earth filter متبوعاً بحدوث ترشيح فوقى مع حقن الماء علي ضغط حوالي ١٠٠-٣٠٠ رطل/بوصه ويعامل بعد ذلك المترکز بمبادل كاتيوني حامضي قوي (Malaspina and Morteii, 1975) ولقد وجد أنه يمكن إضافة ١% WPC بدون حدوث تغيرات في النكهه أو المظهر وهذه المشروبات Soft drink زادت حفظها لمدة عام علي درجة حرارة الغرفة. والمشروبات الغير مضاف اليها كربونات يمكن تصنيعها بإستعمال الشرش كمادة وظيفية

(Functional ingredient) (Kosikowski, 1979). فبودة الشرش الحامض تعتبر ملائمة لتصنيع المشروبات ذات نكهة الفواكه، فبروتينات الشرش والتي تظل ذائبة في ظروف الـ PH الحامض تعتبر ذات وظيفة خاصة لعمل مشروبات تحتوي علي ٠,٥-٠,١ بروتين (Gillies Holsinger, et al. 1974). فالمشروبات التي تحتوي علي الشرش خاصة التي تحتوي علي الشرش الحامض تعتبر مناسبة لنكهات الفواكه المختلفة. فمشروبات الشرش الأصلية (Typcial) تحتوي علي ٨٠-٩٠% شرش وحمض سيتريك ومواد نكهة وسكر وفيتامين، ويتم بسترة المخلوط ويعبأ وهذا الناتج وتمتد مدة حفظه حتي ٦ أشهر علي درجة حرارة الغرفة.

وتنتج المشروبات التي تشبه اللبن بواسطة خلط الشرش مع السكر وعصائر الفواكه ويتم تجنيس المخلوط الناتج وبسترته ثم يبرد ويعبأ في زجاجات (Gillies Holsinger, et al. 1974). وايضا عصائر الفواكه وال Soft drinks المضاف اليها WPC تعتبر منتجات عالية القيمة الغذائية ولإستخدامه في الـ soft drinks فإنه يتطلب WPC منزوع منه الدهن مع محتوى منخفض من الرماد وله ذائبية جيدة علي pH ٣، علاوة على أن يكون له bland flavor ، أيضاً يجب أن يكون الـ WPC مقاوم للفساد الطبيعي أو التغيرات في النكهة أثناء التخزين. المنتج أيضاً يجب ألا يخفى الـ Typical falavor للـ soft drinks. أنه يدخل في WPC أيضاً مشروبات بودرة البرتقال وفي مركبات عصير البرتقال المجمدة:

### Table (15) Whey proteins:

**Used in:** soft drink, fruit, fruit juices, powdered frozen orange beverages.

**Effect:** nutritional.

**Used in:** milk, based flavored beverages.

**Effect:** Viscosity, colloidal stability

والجدول التالي (١٦) يوضح المشروبات التي يدخل في تصنيعها الشرش في بعض دول أوروبا من عام ١٩٨٣-١٩٨٨ (Jelen, 1992).

Table (16): Partial list of whey beverage products marketed in Europe during the period 1983-1988.

Product name	Type <sup>b</sup>	Characteristics
<b>Germany</b>		
Frusighurt	F <sup>d</sup>	Whey+10%apple/lemon juice
Big M	F	Flavored whey with vitamin E
Mango-molk mix	F	Whey and mango juice, bifidobact culture
Frucht-molk(Heirler)	F	Available in health-food stores, several varieties (peach, maracuya ,passion fruit, apple)
Frucht-molk(immense)	F	Whey+15%black currant (juice) of a 25% fruit mix
Kur-molk	F <sup>d</sup>	juice(orange, pineapple, apricot, apple, banana, grape fruit, mango, peach, papaya, lemon)
Multivitamin-molk	F <sup>d</sup>	apple or orange/maracuya
Molk-fruch-nektar	F	whey with juice from 10 fruits and 10 vitamins added
Rivella	SC, SC	Whey +25%orange/maracuja concentrate.
Surelli	D <sup>d</sup>	
<b>Switzerland</b>		
Fit	SC, SC	35% clear deproteinated whey serum+ water almost the same as Rivella whey and grapefruit(15%) or mango juice.
<b>Austria</b>		
Latella	D <sup>d</sup>	Whey with mango, maracuya, and grapefruit/lime juices.

Table (16): Continued

Product name	Type <sup>b</sup>	Characteristics
Nature's wonder	F	<u>Sweden(+int)</u> 50%concentrate of passion fruit, pineapple and mango, fortified with whey protein concentrate, hydrolyzed lactose.
Morea	F	
Interlac	F(M?)	
Djoes	F	<u>France</u> Whey concentrates with 40% juice mix of mango, guava, kiwi, passion fruit.
Taksi	Y	
Yor kwink	F	<u>Belgium</u> Skim yoghurt(44%), whey(45%),strawberry juice(4%).
		<u>Holland</u> Whey (80%), fruit juice concentrate (12.8%) Flavoring whey (85.3%), tropical fruit juice concentrate(6.3%) coloring skim yoghurt(46.4%), whey (43%), various fruit juices (strawberry, cherry/apple) Whey(86.4%), cream(3.8%), fruit juice(1%).
Hedelmatarha	Y	

Table (16): Continued

Product name	Type <sup>b</sup>	Characteristics
Yoghurt-turmix		<b>Finland</b> Lactose-hydrolyzed whey mixed with a mango or a tropical fruit juice mix.
Fauna-fit	M	<b>Hungary</b>
	F	Approx. 70% doubly-fermented whey 15% skim milk, 15% fruit juice with flavourings.
	Y	Approx. 85% sweet UF permeate fermented and after 2 <sup>nd</sup> UF mixed with fruit juice (mango, pineapple, strawberry).
	S	

<sup>a</sup>Based on personal experience and/or available published information.

<sup>b</sup>F- Fruit beverages, S-soft drink-type (SC-carbonated, SCD-diet version), Y-yoghurt drink, M-flavored milk-type:

<sup>c</sup>Compositional data as declared on labels or provided by manufacturers.

<sup>d</sup>Artificial sweetener (cyclamate +saccharin) declared on label.

## أقسام مشروبات الشرش:

### مشروبات الشرش الكامل (Beverage from whole whey):

تتميز هذه المشروبات بسهولة الاعداد والتجهيز وكذلك رخص المادة الخام المستخدمة وتعتمد هذه الطريقة علي أخذ الشرش المصفي من حوض تصنيع الجبن واجراء عملية البسترة ونزع الروائح الغريبة وذلك لعدم تأثيرها علي النكهات التي تضاف بعد ذلك ثم عملية التعبئة حتي تكون جاهزة للتسويق والاستهلاك وهناك طرق متعددة وسهلة للاعداد ومنها الآتي:-

١- طريقة سهلة وبسيطة عن طريق تسخين الشرش ثم اجراء عملية نزع الهواء والروائح الموجودة ثم المعاملة بثاني أكسيد الكربون (Carbon dioxide).

٢- طريقة نزع اللون والروائح الزائده باستخدام الفحم (Charcoal) ثم إضافة حمض السيتريك والملاحظ تطابق نكهة الشرش الحامضي مع نكهة الموالح والتي يحتاج اليها المستهلك عند عمل معسكرات.

٣- عمل مشروبات عن طريق خلط الشرش بالخضروات أو عصائر الفاكهة مثل عصائر البرتقال عن طريق استخدام حجم واحد من عصير البرتقال الطازج وخلطة مع حجم واحد من الشرش منزوع الروائح ويتم التعبئة بحيث يحتوي الناتج النهائي علي ٠,٧-١% بروتين.

٤- وفي جامعة Arizona تم خلط ٢٥-٤٠% من الشرش مع ٧-٢٠% من عصائر العنب أو عصائر الفاكهة وتم توزيعه في صورة معقمة.

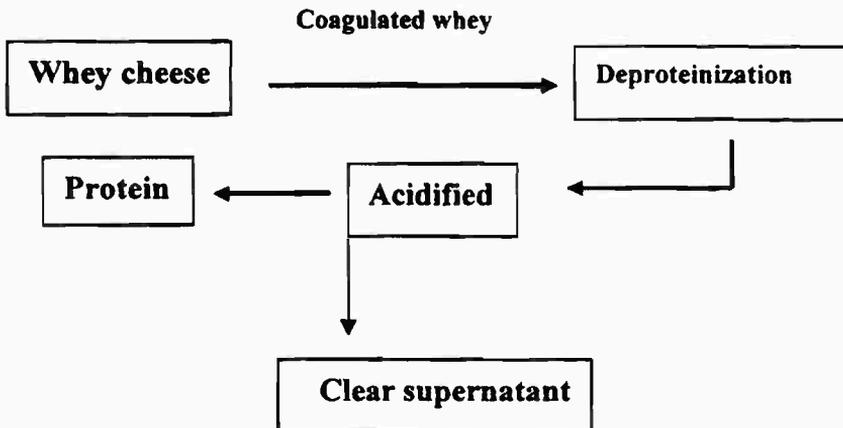
٥- من المشروبات الحديثة التي يدخل في صناعتها الشرش مشروب يسمى Freshi وهذا الناتج يحتوي علي ٥٠% شرش منقي ومصفي مع كمية من السكر والماء ومكسبات الطعم ونكهة البرتقال والليمون

وكهات الكروم ويتم رفع درجة الحرارة بعد الخلط الي ٩٠° درجة مئوية ثم التعبئة في عبوات معقمة (Tetrapaks) وحيث أن المشروب يحتوي علي نسبة عالية من الحامض فيجب استخدام درجة حرارة منخفضة أثناء التعقيم، وكانت فترة التخزين حوالي ٦ أشهر في الثلجة.

٦- وفي دراسة جديدة من نوعها استخدم الشرش الناتج من جبن الأغنام حيث يسخن حتي يترسب البروتين ويتم تغليب البروتين المتجمع ويتم إضافته مرة أخرى بإستمرار حتي تمام الذوبان ثم يضاف الملح ويتم تسقيقة وهو ساخن أو بارد.

#### مشروبات الشرش الغير كحولية منزوعة البروتين

المشروبات الغير كحولية المصنعة من الشرش منزوع البروتين أخذت مجال واسع من الدراسة في كثير من البلدان وعملية تخمير الشرش يمكن اجراءها بعد نزع البروتين والناتج النهائي يتم تسويقه بسهولة وهذا النوع من المشروبات يمثل قيمة غذائية عالية وهو أفضل من المشروبات الكربونية ومازالت العائلات الامريكيه تفضل هذا النوع من المشروبات وملخص خطوات تحضيره كما يلي:



ويمكن هنا عمل تعديل في الطريقة عن طريق المعاملة ب (Proteolytic enzymes) لأنها تساعد تجميع البروتين وتؤدي الي زيادة المحتوي من النتروجين في الشرش وهذه تؤدي الي رفع القيمة الغذائية.

1- Unfermented beverages.

2- Fermented beverages.

### ١. المشروبات الغير متخمرة (Unfermented beverages):

وفي هذه المشروبات يتم التخلص من البروتينات عن طريق التجميع الحراري للشرش الحامض ثم الترشيح وأخذ الراشح الرائق ويعقم ويحفظ في ظروف جيدة أو عن طريق تكثيف الشرش الي ثلثي حجمه الطبيعي وضبط الـ pH الي ٧ قبل المعاملة الحراريه والراشح يستخدم كمادة اساسية في المشروبات الغير متخمرة والتي يمكن أن تحفظ لمدة من ٣-٦ شهور حيث أن الشرش المنقي والمصفي يتم تحليته بالسكروز وأضافه المحاليل المحتويه علي حمض الطرطريك والسيتريك ثم تعبأ في الزجاجات ويعقم.

ويوجد طرق متعددة لتحضير مشروبات الشرش منها:

١. إضافة شراب السكر المبستر وعصير الجزر الي الشرش المنزوع البروتين ثم يبستر الناتج ويعبأ في الزجاجات وأتضح من التحاليل أن الناتج يحتوي علي ٢٠% جوامد و ١٥% سكر.
٢. وهناك طريقه في بولندا حيث يتم إزالة البروتين من الشرش وذلك بغرض انتاج مشروب له خواص حفظ جيدة حيث يتم الترسيب بالحرارة علي pH ٧ وبذلك يتم التخلص من ٧٣% من البروتين ثم يخلط الشرش مع عصير الفاكهه الطازج حيث أن الناتج النهائي يحتوي علي أكثر من

٤,٣ جرام من البروتين الذائب وأحسن مشروب ينتج بإضافة الشرش بنسبة ٩٥% مع استخدام جميع مركبات الفاكهة.

## ٢. المشروبات المتخمرة (Fermented beverages):

حيث يتم تحضين هذه المشروبات مع الخمائر (yeasts) والسكرول لاقوات مختلفة وذلك لحدوث عملية التكرين (Carbonation) وخلال هذه الخطوات فإنه يمكن إنتاج كميته بسيطه من الكحول وهذه المشروبات يتم تقسيمها الي الأقسام التالية:

### 1. Rivella

وفي هذا النوع يتم نزع البروتين من الشرش وإضافة بكتريا حمض اللاكتيك ثم إضافة السكر ومواد النكهة المختلفة ثم إجراء عملية الكربنة (Carbonating) ثم إجراء عملية Refiltering وبسترتة وتعبئته، وعن التركيب الكيماوي للنتاج فإنه المشروب النهائي ويحتوي علي ٩,٧% جوامد كلية، ٠,١٢٥% نيتروجين كلي وله pH ٣,٧.

### 2. Apolish product

وفيه يتم إزالة الدهن من البروتين وإضافة ٧% سكروز الي الشرش المصفي ويحمض بإضافة ١% خميرة الخباز الطازجة ثم يحضن بعد ذلك علي ٢٥° م وحتى وصول الحموضة الي ٣,٦ pH وإضافة اللون مع لون الكرامل بنسبة ١,٥% وإضافة مواد النكهة ثم تعبأ وتخزن علي ٢٥° م. وهناك طريقة لتصنيع مشروبات الشرش حيث يتم تلقئحه مع ٢-٥% من مزرعه فردية أو مختلطة والتحصين علي ١٥ أو ٢٥° م حتي ٤,٦ pH وبعد إجراء البسترة يعاد ضبط الـ pH الي ٥ ثم عمل Carbonated ثم تعبأ في الزجاجات.

أثناء الحرب العالمية الثانية فإن الشرش الحامضي المركز والمسمي Lactron استخدم كمشروب يحتوي علي ١٧% جوامد و ١٠% حامض لاكتيك و ٢% رماد وتم تخمير الشرش بإضافة مزرعة كالمستخدمة في صناعة الكيفير ثم عمل تبخر تحت تفريغ حتي يمكن التخلص من طعم الشرش وبعد الحصول علي الكحول يتم تركيز الناتج ثم يضاف فيتامين C وبالتالي تحسين القيمة الغذائية له.

منتجات المخابز ومنتجات الغذاء السكرية:

### **Bakery and confectionery food products:**

تستخدم مراكز الشرش السائل وبودرة الشرش في أعداد Breakfast cereal وفي منتجات المخابز وفي المنتجات الغذائية السكرية (Huginin & Ewing, 1977)، وبودرة الشرش تضاف بنسبة ٣% في الدقيق الذي يدخل في عمل تكوينات لتحسين لون وتركيب القشرة وطرارة منتجات الخبز (Hall & Hedrick, 1971).

وهناك تطبيقات أخرى للشرش المركز والمجفف تشمل المرببات والكرامل (Caramels & Confections) والعجائن السكرية لصنع الحلوي حيث تستخدم بنسبة ٨-١٦% وذلك لخفض الحلاوه بها وزيادة مدة الحفظ ولتحسين القيمة الغذائية لهذه المنتجات. والنسبة العالية من اللاكتوز في الشرش تشجع تكوين اللون الذهبي في الكرامل وإحلال الشرش المزال منه اللاكتوز جزئيا محل الشرش يفيد في تحسين النكهة واللون علاوة علي الأقلال من مشكلة تبلور اللاكتوز في المنتجات. وجوامد الشرش خاصة Demineralized whey solids لها مميزات عديدة في منتجات الشيكولاته. وجوامد الشرش تعتبر ملائمة للشيكولاتة السائلة وتزيد من النكهة.

الجدول التالي (١٧) يوضح إستخدام بروتينات الشرش في منتجات الخبيز:  
جدول (١٧): أستخدام بروتينات الشرش في منتجات الخبيز

**Used in:** Bread, cakes, muffins, croissants.  
**Effect:** Nutritional, emulsifier, eggreplacer.

(Mulvihill, 1992)

ومنتجات بروتين الشرش الكامل عادة ما يخفض من حجم الرغيف وذلك راجع أو يكون مصاحب لمركبات البروتيوبيبتون إلا أن تركيز الشرش بواسطة الـ UF يؤدي الي زوال هذا التأثير المخفض حيث أن إضافة ١% من WPC الي العجين أدي الي الأقلال من هذا التأثير المخفض للرغيف ولكن حجم الرغيف تم تحسينه بإضافة  $\alpha$ -Amylase الي العجين. ولكن في دراسة تمت لمعرفة تأثير إضافة نسب مختلفة من بروتينات الشرش وهي ٢ و ٤ و ٦% من بروتينات الشرش (WPC) لصناعة نوع من الخبز الفرنسي قبل الخبيز (Baking) ودراسة تأثيرها علي الخواص وقيمتها الغذائية للخبز. ولقد وجد أن بإضافة ٦% من (WPC) أعطي خبز أفضل في خاصية الطعم وتركيزات عالية من كل من الأحماض الأمينية الضرورية ووجد أن الخبز المصنع بواسطة إضافة (WPC) مهم لتغذية الإنسان (Schaap, 1982).

أيضا إستبدال بروتين الشرش محل البيض في صناعة الكيك يكون له ميزات غذائية واقتصادية، علي اي حال فإن الأستبدال البسيط للبيض الكلي (Whole eggs) بال WPC في Madeira- type cakes أدي الي خفض نرية الكيك ولكن أفضل النتائج تم الحصول عليها عندما عمل أستحلاب مسبو الدهن والـ WPC , Pre-emulsified أيضا فإن أنواع مختلفة من

WPC تم إستخدامها في نواتج الخبيز التي تستخدم في الأقطار مثل Croissant & Muffins وذلك لزيادة قيمتها الغذائية. وأمكن إستبدال بياض البيض بروتينات الشرش في منتجات المخابز (Boer, et al. 1977)، ومركز بروتين الشرش النقي (Clarified WPC) أعطي مرينج (Meringue) له نفس المظهر عند إستخدام بياض البيض في صناعة Meringue وايضا استبدال ٥٠% من البيض بال WPC أعطي نتائج جيدة. منتجات اللحوم (Meat products):

مع ان البروتينات اللبن خاصة الكازين له خواص وظيفية مرغوبة في منتجات اللحوم الا ان المحتوي العال من الكالسيوم في جوامد اللين اللاهمية (NFDM) وجوامد الشرش يجعلها غير مفيدة (Lankveld, 1987)، ومقدرة بروتينات الشرش لاستحلاب وعمل جيل (Gelling) في منتجات اللحوم لم تدرس بعد.

وعملية صناعة اللحوم تم تطويرها بأدخال توليفات من الشرش المنخفض نسبة الكالسيوم وبروتينات الصويا وذلك لزيادة العائد ومحتوى البروتين ونوعيته وللتحكم في نكهة منتجات السجق، والشرش المجفف والشرش المنخفض في اللاكتوز والشرش المنخفض في المعادن ومركز بروتين الشرش يمكن إضافتهم في صناعة السجق بنسبة ٣,٥% في الناتج النهائي. وفي أنواع أخرى من اللحوم يمكن أستبدال حوالي ٢٠% من بروتين اللحم ببروتين الشرش في Luncheon rolls and Frankforters وفي هذه الأنظمة فأن بروتينات الشرش تستخدم مستحلبات مبدئية (pre-emulsions) مع جزء من الدهن ولكي تدعم تكوين شبكة عن طريق الـ Gelation أثناء الطبخ (cooking) والذائبية واللزوجة المنخفضة لمركزات بروتين الشرش تعتبر مناسبة لأستعمالها في حقن المحاليل الملحية (Brines)، وذلك لتعديل نواتج

اللحم الكلية. وحقن اللحوم الطازجة بمحلول بروتين الشرش ( 10% W/V protein) قد تزيد العائد بحوالى أكثر من ٣٠%.  
جدول (١٨): استخدام بروتينات الشرش فى منتجات اللحوم

Used in: Frankforters, Luncheon rolls.  
Effect: Pre-emulsion, Gelation.  
Used in: Injection brine for fortification of whole meat products.  
Effect: Gelation, Yield

(Mulvihill, 1992)

الأغذية متقدمة التجهيز (Convenience food):

نواتج بروتين الشرش يمكن أن تحل محل صفار البيض فى الـ Salad dressing وفى الـ Whey protein- based products مع القدرة على أن يحل محل الليبيدات فى العديد من الـ Convenience foods.

جدول (١٩): استخدام بروتينات الشرش فى الأغذية متقدمة التجهيز

Used in: Gravy mixes, Soup mixes, Sauces, Canned cream soups and Sauces dehydrated cream soups and sauces, salad dressing, microwavable foods, low lipid convenience foods.  
Effect: Whitening agents, dairy flavor, flavor enhancer, emulsifier, stabilizer viscosity controller, freeze-thaw stability, egg yolk replacement, lipid replacement.

(Mulvihill, 1992)

المنتجات اللبنية (Dairy products):

لقد وجد أن نواتج بروتينات الشرش تستخدم على نطاق واسع فى صناعة اليوغورت والجبن المختلفة وذلك بغرض تحسين العائد والقيمة الغذائية

والقوام ويمكن استبدال حتى ٢٠% من الكازين في الجبن الكوارك بمركبات بروتينات الشرش المعدلة حرارياً (Thermally- modified WPC) وذلك أدي الي زيادة الريع والقيمة الغذائية وأيضاً أن استخدام مركز بروتينات الشرش الناتج بطريقة الترشيح الفوقى من الشرش الحلو Sweet-UF-WPC في الجبن الريكوتا أدي زيادة تماسك الخثرة.

ولقد تم تحسين لزوجة وثبات اليوغورت بواسطة إضافة WPC ليحل محل جوامد اللبن الفرز ويتم عمل مشروب الشرش ذو نكهة اليوغورت بتلقيح الشرش الحلو المبستر ببكتريا حامض اللاكتيك والتحصين لمدة ٢٤ ساعة والتبريد والتعبئة.

جدول (٢٠): استخدام بروتينات الشرش في منتجات اللحوم

Used in: Yoghurt, Quarage cheese, Ricoha chees  
Effect: Yield, nutritional, consistency, curde cohesiveness.  
Used in: Cream cheeses, cream cheese spreads, sliceable, squeezable cheese, cheese filling and dips.  
Effect: Emulsifier, gelling, sensory properties.

(Mulvihill, 1992)

ولقد سمحت قوانين حكومة الولايات المتحدة باستبدال حوالي ٢٥% من جوامد اللبن اللادهنية (MSNF) في مخاليط الأيس كريم بجوامد الشرش الحامض والحلو ذو النوعية الجيدة.

ومن جهة أخرى يستخدم الشرش في صناعة الجبن فقد أستخدم الشرش الناتج من الأجبان المحلية المختلفة ( شرش جبن قريش - شرش جبن دمياطي - شرش جبن رأس) في صناعة الجبن الريكوتا بعد مبادلة حموضته

بهيدروكسيد الكالسيوم وإضافة ٥٠٠ جزء في المليون من أيونات الكالسيوم مع ٢٠% لين جاموسي باستخدام التسخين وباستعمال أحماض عضوية للترسيب علي درجة حرارة ٨٠ ° م بالمقارنة بالجبن الريكوتا سواء المصنع بالطريقة التقليدية أو بطريقة الترشيح الفوقي. ولقد سجلت الجبن المصنعة من شرش الجبن الرأس أو شرش جبن القريش باستخدام حمض الستريك أعلي درجات تحكيم في الخواص الحسية والعضوية عن باقي الأجبان الاخري. وبالرغم من أن جبن الريكوتا المصنع من شرش الجبن اليميائي كانت مالحة الطعم إلا أنها كانت مقبولة ويمكن استخدامها في السلطات وأكلها بالخبز وسجلت أيضا الجبن المصنعة بواسطة مركز الترشيح الفوقي قابلية عالية وجودة في القوام واقتصادية الإنتاج حيث يمكن إنتاجها علي نطاق صناعي كبير. وبالتالي يمكن إعتبارها واحدة من الطرق الاقتصادية لأستخدام الشرش. ولذا تعتبر صناعة الريكوتا مصدرا إضافيا في الدخل القومي (Salem, 1994).

وأما إستخدام الشرش علي المستوي العالمي فإن Whey cheese أصبحت ذا شهرة في كل من النرويج وايطاليا وأيضا في اماكن متفرقة من العالم. وعموما في هذين البلدين فإن الشرش الناتج من صناعة Casein. Based cheese يستخدم كمصدر رئيسي في الصناعة.

#### الأدوية وعلاج الأمراض:

من المعروف أن مركبات بروتين الشرش تعتبر المادة الأساسية لتحضير بعض المنتجات الغذائية والعلاجية حيث يستخدم في بعض التحضيرات المخصصة للوقاية من أمراض القلب وبغرض الرجيم. وأيضا وجد (Delaney, 1976)، أن Electro dialysis Wpc يمكن إستخدامه في علاج بؤنبا الدم الحادة Treatment of chronic uremia وأيضا في علاج

Phenylketonuria. وأيضاً تستخدم في صناعة كبسولات الأدوية ومساحيق التجميل.

### أستخدام الشرش المجفف (Whey powder):

معظم نواتج الشرش تستخدم في العديد من الأغذية والتي يدخل فيها الشرش المجفف حيث يستخدم في منتجات المخابز (Bakery)، الألبان ويستخدم في المخاليط وحوالي ٦٠% من الكمية المنتجة تستخدم في الغذاء وعلف الحيوان حيث يدخل فيه الشرش البودرة المجفف كما هو واضح في الجدول التالي:  
جدول (٢١): الأنتاج التقريبي ومبيعات الشرش ومنتجاته في الولايات المتحدة الأمريكية

Product	(100 lbs) production	Sales	
		Food	Animal food
Dry whey	900	470	430
Concentrated whey	120	80	57
WPC	85	37	45
Whey sids (wet blends)	120	-	12
Reduced lactose whey protein	60	30	-
Reduced mineral whey protein	30	-	-
Lactose	120	30	-

WPI, 1985

حيث يتضح أنه توجد زيادة طفيفة في استعمال الشرش المجفف وبروتين الشرش المركز في بعض الأغذية حوالي ٧٥% يستخدم في صورة شرش كامل مجفف، يتم إزالة الأملاح منه بواسطة التبادل الأيوني أو بواسطة Electro dialysis قبل التجفيف بالرداذ، حيث يستخدم في غذاء الأطفال وفي

المنتجات الغذائية وحوالي ١٤% من جوامد الشرش تستخدم في تحضير اللاكتوز المنقي (Refined lactose) وحوالي ١٠% من جوامد الشرش الكلية (Total whey protein) يتم عمل ترشيح فوقى لها لإنتاج مركبات بروتين الشرش WPC (Zall, 1984) وهناك نظم كثيرة من بروتينات الشرش، وبودرة الشرش وبودرة الشرش المخلوطة تباع لتستخدم في عمل المخبوزات الجيدة، وعمل الخبز، الخبيز والفطائر والمخاليط المستخدمة في عمل البسكويت والمرببات ومشروبات البودنج ( pudding beverages) والأغذية المطبوخة وفي الوجبات الخفيفة ذات القيمة العالية والحلويات المخفوقة (Whipped toppings) ومنتجات الحبوب (product cereal) والمارجرين وفي مخاليط الصلصة (Gravy mixes) وفي عمل الكيك وفي ال Diet beverages.

وبباع بودرة الشرش ليحل محل ال not-fat dry milk أيضا فإنه يتم إستيراد حوالي ٧,٠ × ١٠<sup>٩</sup> كجم من اللاكتوالبيومين في U.S.A. ويستخدم في صناعة المكرونة (Pasta) ومنتجات المخبوزات. والحساء Soup ومنتجات الحبوب لتحسين قيمتها الغذائية.

وقد زاد إستخدام شرش البودرة في العشر سنوات الأخيرة وذلك نظرا لأرتفاع سعر اللبن البودرة خاصة عند إستخدامه في صناعة المخبوزات. وفي صناعة الخبز والمخبوزات فإن الكمية المستخدمة من شرش البودرة يحددها كمية اللاكتوز والرماد (Ash) في الشرش البودرة والتي تضعف من تأدرته (Hydration) وتؤخر نمو الخميرة هذا بالإضافة الي أن وجود مجاميع ال Thiol والبريتوز بيتون يقلل من حجم الرغيف إلا أنه من الممكن أن يقلل من ذلك التأثير بالمعاملات الحرارية المبدئية للشرش علي ٧٥ م° لمدة ٣٠ دقيقة. والمحتوي العالي من اللاكتوز والرماد (Ash) يحد من إستخدام شرش

للبودرة لأن إستعماله بنسب عالية يخفض من النوعية. والاتجاه الآن هو التقليل من الصوديوم وذلك قد يقلل من إستخدام بودرة الشرش. وبسبب هذه المشاكل فإن الاتجاه الآن هو تقليل نسبة اللاكتوز والرماد (Ash) في بودرة الشرش مما يؤدي الي زيادة إستخدامه. والجدول يوضح إستخدام الشرش المجفف في مختلف الأغذية:-

جدول (٢٢): بعض أنواع بودرة الشرش ومخاليطه المستخدمة في الغذاء

Type of ingredient	Applications
Dairy blend of WP+ NDM+BM (16% protein)	Baked goods.
Fortified/ modified whey's	Yeast raised bakery products.
Whey + BM for flavor	Bread, pancakes, biscuit mixes
Modified whey's, different components	Cake mixes, processed food, sauces, breads
Modified whey's replacement for NDM	Potato products, Mashed potatoes. ... etc.
Liquefied whey	Beverages, processed food.
Modified wp 20% protein, 15% ash	Forty fied snacks, flavored beverages, puddings, frosting, baking mixes.
Whey + NDM Combination.	Baked goods, beverages.
Fractionated cheese whey.	Whipped topping, coffee whitener, soft serve ice cream, confectioneries, frosting, cereals, baked goods, margarine.
Partially dematerialized whey proteins	Baby food, meats, sausage.
Lactose hydrolyzed whey.	Sweet goods, desserts, yoghurts, beverages confectionary, baked goods, baby foods, low sodium foods, whipped toppings, ice cream mixes.

Producers in clued. Kraft. Land-o-Lakes. Stouffer. Foremost.

Deltown. Leprino, Express.

Rdge. Tech. dairy land products. Beatrice.kroger.

Wp = whey powder. NDM = non- fat dry milk. BM = butter milk powder.

## القيمة الغذائية لبروتينات الشرش:

### ١. البروتين

أن الشرش يحتوي في المتوسط علي كمية من البروتين الخام تعادل ١٤% محسوبة علي أساس المادة الجافة الكلية، وهذه الكمية لا تمثل البروتين الحقيقي في الشرش حيث أن الأزوت غير البروتيني يمثل ما يقرب من ١٠% من الأزوت الكلي كما يتبين من الجدول.

جدول (٢٣): متوسطات التحليل الكيماوي للشرش الناتج من صناعة الجبن

نوع الشرش	لاكتوز	دهن	أزوت كلي	أزوت غير بروتيني	رماد	ص كل	كالمسيوم	فوسفور	ريبوفلافين
* بقري	٥,٢٥	٠,٢٤	٠,١٥٥	٠,١٩	٠,٥٠١	٠,١٢٤	٠,٠٥١	٠,٠٤٥	٠,١٥
جاموسي	٥,٤٦	٠,٣١	٠,١٧٩	٠,٢٢	٠,٥٩٧	٠,١١٧	٠,٠٦٩	٠,٠٥٨	٠,١٨٣
** بقري	٧٣,٥٩	٣,٣٦	٢,١٧	٠,٢٦٦	٧,٠٢	١,٧٤	٠,٧٢	٠,٦٢٩	٢,١٠٢
جاموسي	٧٤,٠٥	٤,٢	٢,٤٣	٠,٢٩٨	٨,١	١,٥٩	٠,٩٣٤	٠,٧٨٩	٢,٤٨٢

\* علي اساس المادة الطازجة

\*\* علي أساس المادة الجافة

لذلك فإن البروتين الحقيقي الموجود في الشرش يعادل حوالي ١٢% فقط علي حساب المادة الجافة تماما، وبروتين الشرش يغلب أن يكون لاكتوالبيومين ويبين الجدول (٢٤) مقارنة بين الأحماض الأمينية المكونة لبروتين الشرش وبين الأحماض الأمينية لبعض البروتينات الحيوانية والنباتية المعروفة. ويبين هذا الجدول وجود نوع من الإتزان بين الأحماض الأمينية وبعضها. وهذا الأتزان يمنع حدوث ما يعرف بإسم التضاد (Antagonism) بين الأحماض الأمينية وبعضها بالإضافة إلي ذلك فإن حامض Tryptophane وهو حامض أميني أساسي موجود بنسبة أعلي من مثيلاتها في الكازين ومسحوق السمك وبروتينات الأكرة. وإذا نظرنا إلي نسبة حامض Isoleucine

## القيمة الغذائية لبروتينات الشرش:

### ١. البروتين

أن الشرش يحتوي في المتوسط علي كمية من البروتين الخام تعادل ١٤% محسوبة علي أساس المادة الجافة الكلية، وهذه الكمية لا تمثل البروتين الحقيقي في الشرش حيث أن الأزوت غير البروتيني يمثل ما يقرب من ١٠% من الأزوت الكلي كما يتبين من الجدول.

جدول (٢٣): متوسطات التحليل الكيماوي للشرش الناتج من صناعة الجبن

نوع الشرش	لاكتوز	دهن	أزوت كلي	أزوت غير بروتيني	رماد	ص كل	كالمسيوم	فوسفور	ريبوفلافين
* بقري	٥,٢٥	٠,٢٤	٠,١٥٥	٠,١٩	٠,٥٠١	٠,١٢٤	٠,٠٥١	٠,٠٤٥	٠,١٥
جاموسي	٥,٤٦	٠,٣١	٠,١٧٩	٠,٢٢	٠,٥٩٧	٠,١١٧	٠,٠٦٩	٠,٠٥٨	٠,١٨٣
** بقري	٧٣,٥٩	٣,٣٦	٢,١٧	٠,٢٦٦	٧,٠٢	١,٧٤	٠,٧٢	٠,٦٢٩	٢,١٠٢
جاموسي	٧٤,٠٥	٤,٢	٢,٤٣	٠,٢٩٨	٨,١	١,٥٩	٠,٩٣٤	٠,٧٨٩	٢,٤٨٢

\* علي اساس المادة الطازجة

\*\* علي أساس المادة الجافة

لذلك فإن البروتين الحقيقي الموجود في الشرش يعادل حوالي ١٢% فقط علي حساب المادة الجافة تماما، وبروتين الشرش يغلب أن يكون لاكتوالبيومين ويبين الجدول (٢٤) مقارنة بين الأحماض الأمينية المكونة لبروتين الشرش وبين الأحماض الأمينية لبعض البروتينات الحيوانية والنباتية المعروفة. ويبين هذا الجدول وجود نوع من الإتزان بين الأحماض الأمينية وبعضها. وهذا الأتزان يمنع حدوث ما يعرف بإسم التضاد (Antagonism) بين الأحماض الأمينية وبعضها بالإضافة إلي ذلك فإن حامض Tryptophane وهو حامض أميني أساسي موجود بنسبة أعلي من مثيلاتها في الكازين ومسحوق السمك وبروتينات الأذرة. وإذا نظرنا إلي نسبة حامض Isoleucine

جدول (٢٤): الأحماض الأمينية الأساسية في بروتينات شرش اللين مقارنة ببعض البروتينات الأخرى بالملليجرام/١٠٠ جرام.

أذرة Morrison	مصحق السمك Morrison	بيض Average of teleales L.	كازين	شرش اللين Morrison	الحامض الأميني
٤,٥	٦,٥	٦,٢	٣,٧	٣,٠	ارجنين (Arginine)
١,٣	١,٣	٢,٤	آثار	٢,٣	سيمتين (Cystine)
٢,٥	٢,٥	٢,١	٢,٣	١,٦	هستيدين (Histidine)
٤,٦	٦	٦,٢	٤	٧	ايزوليوسين (Isoleucine)
١٣,٠	٨,٤	٩	٨,٧	١٠,٩	ليوسين (Leucine)
٢,٨	١٠,٤	٦,١	٧,٨	٨,٦	لوسين (Lysine)
١,٨	٣	٣,٢	١,٩	٣,٦	ميثونين (Methionine)
٤,٤	١,٢	٥,٦	٦	٣,١	ميثيل الاتين (Phenylalanine)
٣,٩	٤,٦	٤,٩	٤,٣	٦,٣	ثريونين (Threonine)
٠,٦	١,١	١,٦	١,٥	١,٦	تريبتوفان (Tryptophana)
٥,١	٥,٧	٧	٥	٥,٥	فالين (Valine)

ولو نظرنا إلي مجموع الأحماض الأمينية المحتوية علي الكبريت (Methionine, Cystine) نجد أنها تبلغ في الشرش  $١,٦ + ٢,٣ = ٣,٩$  ملليجرام (بينما الأذرة ٣,١ ملجم) فهي تزيد عما في الكازين والأذرة ولذلك يجب أن يوضع هذا في الاعتبار عند عمل الخلطات الغذائية للدواجن حيث توفير الشرش بها يسد النقص الموجود فيها بسبب إستعمال نسب مرتفعة من الأذرة والحبوب عموما وقد ثبتت أهمية توفير الأحماض الأمينية الكبريتية في علائق الدواجن لتكوين الريش.

وفيما يختص بالقيمة البيولوجية للبروتين فقد وضع (Oser, 1951) معادلة لتقييم البروتينات المختلفة على أساس نسبة أحماضها الأمينية الأساسية إلى الأحماض الأمينية الأساسية للبيض بأعتبار أن بروتين البيض = 100 وحدة وقد سميت هذه المعادلة بدليل الأحماض الأمينية الأساسية (Essential Amine Acid Index).

$$\text{دليل الأحماض الأمينية الأساسية} = \frac{ب}{ص1} \times \frac{2ب}{2ص2} \times \frac{3ب}{3ص3} \times 100 \quad (1)$$

حيث أن ١،٢،٣،..... الخ تمثل الأحماض الأمينية الأساسية بالجرام لكل ١٠٠ جرام بروتين أو ١٦ جرام نيتروجين. ويمثل البسط الأحماض الأمينية في البروتين المراد تقييمه (المعبر عنه بالحرف ب) ويمثل المقام الأحماض الأمينية في بروتينات البيض (المعبر عنه بالحرف ص) وتمثل ن عدد الأحماض الأمينية الأساسية الموجودة تحت علامة الجذر. وقد وجد (Mitchell, 1954) العلاقة بين دليل الأحماض الأمينية الأساسية المذكور وبين القيمة البيولوجية للبروتين من تجارب علي حيوانات المعمل ووجد أن هناك علاقة ارتباط تعادل = ٠,٩٤٨ وباستخدام هذه العلاقة أمكن أن يستتبط معادلة لإيجاد القيمة البيولوجية للبروتين بمعرفة دليل الأحماض الأمينية الأساسية كالآتي:

$$\text{القيمة البيولوجية للبروتين} = ١,٠٧٤٧ \times \text{دليل الأحماض الأمينية الأساسية} - ١٣,٠٧٤ \quad (2)$$

وقد أوضحت نتائج (Oser, 1951) أن مثل هذه العلاقة تعطي المعادلة الآتية:

$$\text{القيمة البيولوجية للبروتين} = ١,١٤٠٣ \times \text{دليل الأحماض الأمينية الأساسي} - ٨,٤١٥ \quad (3)$$

وقد قام (Oser, 1959) بإدخال معادلة (Mitchell, 1954) ووضع المعادلة

الآتية:

$$\text{القيمة البيولوجية للبروتين} = ١,٠٩ \times \text{دليل الأحماض الأمينية الأساسية} - ١١,٧٣ \quad (4)$$

وبأستخدام المعادلة رقم (١) والمعادلة رقم (٢) والمعادلة رقم (٤) المذكورتين أمكن الحصول علي دليل للأحماض الأمينية الأساسية والقيمة البيولوجية لبروتينات الشرش، الكازين مسحوق السمك، أنزة، بيض كما هو موضح بالجدول (٢٥).

جدول (٢٥): دليل الأحماض الأمينية الأساسية و القيمة البيولوجية لبعض البروتينات

القيمة البيولوجية	دليل الأحماض الأمينية الأساسية	البروتين
٨٥,١٩	٨٨,٩٢	شرش
٨٤,٣٤	٨٨,١٤	كازين
٩١,٤٠	٩٤,٨٤	مسحوق سمك
٦٩,٧٠	٦٧,٨٤	أنزة
٩٧,٢٧	١٠٠,٠٠	بيض

ومن الجدول يتبين أن القيمة البيولوجية لبروتينات الشرش تزيد عما في الأنزة وتعادل تقريبا الكازين.

## ٢. كربوهيدرات الشرش:

يحتوي الشرش علي ٧٢% كربوهيدرات في صورة سكر اللبن أو لاكتوز وهو السكر الثنائي الوحيد الذي يمكن لجسم الحيوان تخليقه (Synthesize). ونظرا لأن سكر اللبن قليل الذوبان نسبيا ويهضم ببطء فإنه يبقي مدة أطول في الأمعاء و يكون نتيجة ذلك إستخدامه بكفاءة عالية بواسطة بعض أنواع البكتريا غير المرغوب فيها. وقد ذكر (Jeness and Patton, 1959) أنها تزيد من ذوبان الكالسيوم وبالتالي أمتصاصه والأستفادة به.

### ٣. فيتامينات الشرش:

أذا نظرنا إلي التركيب الكيماوي للشرش كما هو موضح بالجدول لوجدنا أن نسبة الدهن إلي المركبات الأخرى ضئيلة، و لذلك فإن الفيتامينات المصاحبة للدهون كفيتامين أ، د الموجودة أصلا في دهن اللبن لا توجد إلا منها الآثار في الشرش. أما المركبات الفيتامينية الذائبة في الماء والموجودة أصلا في اللبن فإن أغلبها ينتقل إلي الشرش ويبين الجدول الفيتامينات الموجودة بالشرش وبعض المواد الغذائية الأخرى محسوبة علي أساس المادة الجافة تماما (Morrison, 1959).

جدول (٢٥): الفيتامينات الموجودة ببعض المواد الغذائية (محسوبة علي أساس المادة الجافة تماما) مقارنة بالشرش

المدة الغذائية	ب نياسين مليجرام	ب ريبوفلافين مليجرام	نياسين مليجرام	حمض البانتوثيك مليجرام	كولين مليجرام	بيروكسين مليجرام	ب ١٢ أين فكويك مليجرام
أذرة	٠.٥٩	٠.١٥	١.٨٨	٠.٤٧	--	٠.٠٨	--
كسب فطن مستخلص	٠.٨٥	٠.٥٣	٤.٨	١.٩	٣١٠.٠٠	--	--
مسحوق سمك	٠.١٤	٠.٧٦	٦.٧	٠.٩٨	٤٠٠.٠	١.٦٣	٢١.٠
مسحوق لحم	٠.٠٢٢	٠.٥٦	٦.١	٠.٥٣	٢١٢.٠	٠.٢٨	٦.٤
لبن	٠.٣٩	١.٤١	١.٤١	٢.٣٥	--	٠.٦٤	--
رجع الكوز	٢.٥٥	٠.٣٤	٣٣.٥	٢.٣	--	١.١	--
نخلة	٠.٨٨	٠.٣٤	٢٤.٢	٣.٤	١٢.٥	١.٦	--
الشرش	٠.٤٢	٣.٨	١.١	٤.٤	١٤٨.٠	٠.٤٣	٢.٤

من ذلك يتبين أن الشرش يحتوي علي أغلب فيتامينات مجموعة ب. ويمتاز الشرش خاصة بإحتواءه علي كمية مرتفعة من الريبوفلافين (ب ٢) وتقدر نسبة الريبوفلافين بالشرش بـ ٢,١٠٢ مليجرام/١٠٠ جرام علي أساس المادة الجافة لشرش اللبن البقري، و ٢,٤٨٢ مليجرام/١٠٠ جرام علي أساس المادة الجافة لشرش اللبن الجاموسي. وأن إرتفاع نسبة هذا الفيتامين بالشرش يرفع

من القيمة الغذائية له بالنسبة للدواجن الصغيرة حيث أن احتياجاتها من هذا الفيتامين مرتفعة، كذلك يمتاز الشرش بإحتواءه علي فيتامين ب<sub>١٢</sub> (Cobaltamine) الذي لا يتوفر في المصادر النباتية ولذلك أطلق عليه عامل البروتين- الحيواني- وهذا الفيتامين تقوم بتخليقه بعض الكائنات الدقيقة في كرش الحيوانات المجترّة بينما يلزم توفيره في أغذية الأنسان والطيور.

#### ٤. الأملاح المعدنية بالشرش:

وجد أن الشرش يحتوي علي النسبة المئوية التالية من الأملاح المعدنية محسوبة علي أساس المادة الجافة تماما:

كالمسيوم	فوسفور	كبريت	حديد	منجنيز	نحاس
٠,٨٦	٠,٧٢	١,٠٤	٠,٠٢١	٠,٠٠٠٥	٠,٠٠٥

بالإضافة إلي ذلك فإنه يحتوي علي نسبة مرتفعة من كلوريد الصوديوم نتيجة لتمليح اللبن قبل صناعته كما في حالة الجبن الدمايطي، ولما كان وجود ملح الطعام بنسبة عالية في الشرش يسبب بعض الصعوبات عند إستخدامه في التغذية لذلك أجريت في الماضي عدة محاولات للحصول علي شرش غير مملح يتمليح الخثرة بدلا من إضافة الملح إلي اللبن، وعموما فإن إحتواء الشرش علي الأملاح الموضحة بعالية يجعله مصدرا جيدا للعناصر المعدنية الهامة مثل الكالمسيوم والفوسفور والحديد والكبريت.

#### أولاً: استخدام الشرش في تغذية حيوانات المزرعة:

وجد أنه يمكن استخدام الشرش الطازج بنجاح إذا كان نظيفا في تغذية العجول الصغيرة وذلك مع خليط من حبوب غنية في البروتين. وقد أجريت تجربة في Wisconsin بأن تحولت العجول من التغذية علي لبن كامل إلي شرش مفروز الدهن عند سن ثلاثة أسابيع ولمدة عشرة أيام وبالإضافة إلي

ذلك فقد تغذت هذه العجول علي أنواع من الدريس وغذاء بروتيني مركز يتكون من ٣٠ رطل أنزة مطحونة + ٣٠ رطل مخلفات قمح + ٤٠ رطل كسب كتان. وقد زيدت كمية الشرش الي ١٤ رطل للرأس يوميا عند عمر ستة أسابيع وقد لاحظ أن نمو العجول كان طبيعيا ولو أن معدل النمو لم يصل إلي معدلة في حالة التغذية علي اللبن الفرز.

ولما كان الشرش الطازج يحتوي علي حوالي ١% بروتين خام لذلك فإنه يعتبر مصدرا هاما للبروتين، ونظرا لأحتواءه علي كميات كبيرة من فيتامين ب٢ (ريبوفلافين) فإنه يعتبر مصدرا هاما لهذا المركب أيضا في تغذية الدجاج والكتاكيت فيعطي لها كبديل لمياة الشرب أو لجزء منها أو يخلط بالعليقة نفسها.

#### ثانيا: استخدام نواتج الشرش الحافة:

بإزالة اللاكتوز من الشرش ينتج ما يعرف بإسم ذائبات الشرش ( Whey solubles) ويستخدم هذا الناتج كبديل للبن في العلائق الأساسية للكتاكيت والدجاج. يمكن إضافة ذائبات الشرش بنسبة ٠,٥-١% إلي عليقة مكونة من أنزة صفراء مطحونة وكسب فول صويا وتحتوي علي كميات صغيرة من مسحوق اللحم والعظم ومطحون البرسيم الحجازي للحصول علي نتائج مرضية. وقد أشار هؤلاء الباحثون إلي أن عامل النمو الموجود في كازين اللبن قد وجد أيضا في ذائبات الشرش، كما أشاروا أيضا إلي أنه يمكن أن تحل ذائبات الشرش بنسبة ١% في العليقة محل ٥% من اللبن الفرز حيث أن النمو المتحصل عليه كان واحدا في الحالتين بشرط توفير مسحوق البرسيم الحجازي المجفف بنسبة ٥% والإبقاء علي نسب مسحوق اللحم والعظم ثابتة ولو حظ أنه في حالة استخدام نخالة القمح ومخلفات صناعة القمح بنسبة ٥% لكل منهما في علائق الكتاكيت فإن ذائبات الشرش بنسبة ٠,٥% كانت كافية

لتحل محل ٥% لين فرز. من ذلك يتبين أن المادة المتبقية بعد إستخلاص اللاكتوز من الشرش (ذائبات الشرش) يمكن أن تحل محل جزء من البروتين الحيواني المستخدم في علائق الكتاكيت.

وقد وجد أن الشرش المجفف يمكن إستخدامه بنجاح بنسبة ٨-١٠% في علائق النمو للكتاكيت ليحل محل جزء من اللبن الخض وذلك لإستكمال نسبة البروتين والريبوفلافين بالعلائق كما قرر (Harris, 1955 and Webb and Whittler, 1948). أن إستخدام الشرش المجفف في تغذية الدواجن أصبح واسع الأنتشار بسبب تأثير اللاكتوز في منع الكوكسيديا، كما أن للريبوفلافين تأثيره في سرعة النمو ونسبة التفريخ للبيض ومنع تأثير الطفيليات.

ولما كان الشرش المجفف يحتوي علي ١٤% بروتين خام (حيواني) فضلا عن محتوياته من مجموعة فيتامين ب، الأملاح المعدنية واللاكتوز فإنه يمكن احلله بالعلائق بدلا من مساحيق السمك أو اللحم المرتفعة السعر وبذلك يمكن خفض تكاليف التغذية. ومن الأهمية بمكان الإشارة إلي أن القيمة الغذائية لبروتينات الشرش مرتفعة ومماثلة تقريبا للبروتينات الحيوانية الأخرى (جدول رقم ٢٤).

ثالثاً: مدى إمكان الاستفادة بالشرش غير المملح بالطريقة المقترحة في

#### تغذية بعض حيوانات المزرعة محليا:

في دراسة تفصيلية عن الشرش المملح ومدى ملائمته للتغذية قام الدارس بترسيب بروتيناته بالحراره ثم يجفها بعد ذلك، وحصل في النهاية علي مادة غنية بالبروتين والدهن والكاربوهيدرات إلا انها تحتوي علي نسبة مرتفعة من كلوريد الصوديوم مما يحد من إستعمالها في التغذية. وقد أشار هذا الباحث إلي إمكان إضافة المادة المذكورة إلي علائق حيوانات اللبن بنجاح بكميات تتوقف علي نسب ملح الطعام المسموح بها في تلك العلائق. هذا وتبلغ الكمية

المتوقع الحصول عليها من هذه المادة طبقاً لنتائج البحث المشار إليه ١٥- ٢٠ مليون رطل سنوياً. ولما كان فصل الملح من الشرش بالطرق الكيماوية يعتبر غير عملي من الوجهة الاقتصادية لإرتفاع تكاليفه، فقد أتجه التفكير إلي محاولة تحويل طريقة الصناعة بحيث يتم التملح بنقع الجبن في محاليل ملحية مما يتسني معه الحصول علي شرش غير مملح. ولما كان الشرش غير المملح المتحصل عليه من تسخين اللبن إلي درجة ١٨٥ °ف لمدة ثانية واحدة مع ترشيح وتمليح الخثرة بالثلاجة (الطريقة المقترحة) ذا قيمة غذائية عالية فإننا ننصح بإستخدامه بدلا من ماء الشرب الذي يخلو من المواد الغذائية وذلك بالنسبة لدواجن وحيوانات المزرعة. هذل ويمكن استخدامه أيضا في التغذية إذا ما جفف بطريقة إقتصادية نظرا لإرتفاع قيمته الغذائية والحيوية (جداول ٢٢ و ٢٣ و ٢٤).

وقد وجد أن إحتياجات الدجاج للجهورن من الماء عند وضع البيض تصل إلي ٢٥٠ جرام يوميا، بينما أشار (Hurd, 1956) إلي أن الأحتياجات المائية لكل ١٠٠ دجاجة لجهورن تتراوح بين ١٠-٢٥ Quart (أي ١١,٤-٢٨,٥ لتر) وذكر كمال حسن (١٩٦١) أن الأحتياجات المائية للدواجن والحيوانات كما يلي:

١- الدجاج يحتاج إلي كمية ماء توازي ضعف المادة الجافة المأكولة بصفة عامة تحتاج الطيور البيضاء إلي جالون ماء (أي ٤,٦ لترا) لكل ١٣-٢٠ دجاجة.

٢- البقرة التي لا تحلب (زنة ٤٥٠ كجم) تحتاج إلي ٧-٨ جالون ماء يوميا (٣١,٩-٣٦,٤ لترا) ويضاف إلي ذلك في حالة الأدرار ١,٥ جالون (٦,٨ لترا) لكل واحد جالون لبن.

٣- حيوان اللحم يحتاج إلي أكثر من ذلك قليلا.

٤- الحصان يحتاج إلى ٨ جالون ماء في اليوم (٣٦,٤ لترًا).

٥- رأس الغنم يحتاج إلى ٣/٤ جالون ماء في اليوم (٣,٤ لترًا).

وقد أوجد بعض الباحثين علاقة بين الإحتياجات المائية وبين عوامل أخرى (مثل الأنتاج الحراري ومساحة سطح الجسم) فقرروا أنه يلزم ١ جم ماء لكل كالوري و ١٢٠ جم ماء لكل م<sup>٢</sup> من سطح الجسم.

وعند إستخدام الشرش البقري أو الجاموسي غير المملح الناتج بالطريقة المقترحة بدلا من ماء الشرب للدجاجة البيضاء بواقع ٢٥٠ جم فإن هذه الكمية تمد الدجاجة بالمقادير الآتية من المركبات الغذائية: حوالي ٠,٧ جم دهن، ١ جم مواد آزوتية، ١,٢٥ جم لاكتوز، ٠,٣٥ جم ريبوفلافين. من ذلك يتضح إرتفاع القيمة الغذائية والحيوية للشرش.

وفي حالة إستخدام الشرش غير المملح بدلا من ماء الشرب للحيوانات، فإنه بالنسبة لبقرة زنة (٤٥٠ كجم) تدر ٩ كجم لبن في المتوسط يوميا فإنها تحتاج إلى ٤٥ لتر شرش تقريبا بدلا من ماء الشرب وهذه الكمية من الشرش تمدها بالمقادير الآتية من المركبات الغذائية: ١٢٢ جم دهن، ٤٦٠ جم مواد آزوتية، ٢٣٠ جم رماد، ٢,٣٥ كجم لاكتوز و ٧٢ ملليجرام ريبوفلافين تقريبا. وبذلك يمكن أن تخفض كمية العليقة اليومية للحيوان بما يوازي كميات المواد الغذائية الموجودة بالشرش مما يؤدي إلى خفض تكاليف التغذية التي تمثل الجزء الأكبر من نفقات التربية.

يتضح مما سبق إرتفاع القيمة الغذائية والحيوية للشرش غير المملح وإمكان إستخدامه في تغذية الدواجن والحيوانات بالمزرعة فضلا عن سهولة التخلص منه وبذلك لا يتعرض المنتج إلى متاعب مادية وصحية نتيجة تصريف الشرش بالمجاري.

هذا بالإضافة إلى أن تجفيف الشرش غير المملح بطريقة إقتصادية وإستعمال المسحوق الجاف ضمن مكونات العليقة يعمل علي خفض تكاليف إنتاج وحدة (اللبن واللحم والبيض) فضلا عن أهمية الشرش الصناعية من حيث إستخراج الكحولات والأحماض الأمينية والدهنية والبنسلين.

## جدوي اقتصادية عن الشرش

### نظرة مستقبلية عن امكانية استخدام الشرش في مصر:

#### مقدمة:

يعتبر الشرش من أهم مخلفات مصانع الألبان حيث يحتوي علي حوالي ٥٠% من الجوامد اللبنية حيث نجد أن الشرش يحتوي علي ٩,٠% بروتين، ٥% لاكتوز، ٧,٠% معادن بالإضافة الي أن يحتوي علي نسبة معقولة من الكالسيوم والفسفور. من ناحية أخرى نجد أن اللاكتوز يمثل ٥,٧١% من جوامد الشرش يليه البروتين ٢,١٢% ثم المعادن ٤,٨% كما أنه يحتوي علي ٤٠% من جوامد اللبن، ٤٣% من الكالسيوم والفسفور الموجود في اللبن. ويعد استخدام طرق الترشيح الفوقي في صناعة بعض منتجات الجبن خاصة الأنواع الطرية منها نجد أن البروتينات الذائبة قد أنعدم تواجدها تقريبا في الشرش الناتج من تلك الأجهزة وأصبح للكتوز والأملاح والفيتامينات الذائبة في الماء هو المكون الأساسي للشرش.

مما سبق يتضح كمية المواد العضوية التي تلقي في الصرف الصحي بما تحتويه من مواد يمكن الاستفادة منها بالإضافة الي أنه تمثل مشكلة كبرى في التلوث البيئي اذا القيت في مياه الترغ والأنهار والبحار. وقد لا نتصور ضخامة المشكلة لأنه لا يوجد حصر لكمية الشرش المنتجة في بلادنا. ولكن في دولة مثل الولايات المتحدة الأمريكية وصل فيها انتاج الشرش الي ١٤ مليون طن سنويا يستخدم منها ٧ مليون طن في تغذية الانسان والحيوان والباقي يتم التخلص منه كمخلفات لذلك يحاول العلماء في الدول المتقدمة ايجاد الوسائل التي يمكن عن طريقها استخام الشرش والتي تتلخص في:

١- أستهلاك الشرش علي صورته السائلة أو المركزة أو المجففة في تغذية الإنسان والحيوان.

- ٢- أستخلاص بعض المكونات من الشرش مثل اللاكتوز وبروتينات الشرش.
- ٣- أستخدام الشرش كبيئة غنية لاجراء بعض التخمرات الميكروبية لانتاج بعض المركبات العضوية الهامة مثل الكحولات ، الأحماض الأمينية، البروتين الخلوي، الأحماض الدهنية والدهون، الأحماض العضوية وأخيرا الأنزيمات الميكروبية.
- ٤- أستخدام الشرش علي صورته الجافة أو المركزة في تصنيع بعض المنتجات الغذائية مثل صناعة الخبز، الحلويات، الجبن المطبوخ وبعض أنواع الجبن الخاصة به.

#### مشاكل أمكانية الاستفادة من الشرش في مصر:

- هناك عدة صعوبات تواجه امكانية الاستفادة من الشرش في مصر وهي:-
- أ- صغر حجم الوحدات المنتجة للجبن وما يتبعه من انتاج الشرش حيث أن الكثير منها يصل انتاج الشرش بها الي أقل من طن ونصف طن يوميا والقليل منها يتراوح الشرش المملح بها ما بين ٥-١٥ طن علي الأكثر يوميا.
- ب- جميع وحدات تصنيع الجبن الدمياطي الصغيرة يكون الشرش الناتج منها مملح تتراوح به نسبة الملح ما بين ٥-٨ % وتلك مشكلة أخرى من مشاكل الاستفادة منه. ولكن مع اتباع اسلوب الترشيح الفوقي لتصنيع الجبن الأبيض والتلميح في محاليل ملحية أمكن الحصول علي شرش خالي من الملح تقريبا.

#### مقترحات في إمكانية أستخدام الشرش في مصر:

في اعتقادي أن الاستفادة من الشرش عن طريق التخمرات الميكروبية سواء كان ذلك من الشرش الحلو أو الشرش المملح غيلا أقتصادي بسبب صغر حجم كمية الشرش المنتجة بالنسبة لوحدة الانتاج، كما أن تكلفة رأس المال لهذا النوع من التخمرات لن يقبل عليها رجال الأعمال لانعدام أو انخفاض العائد المادي من هذا الاستثمار.

لذلك فان الاقتراحات كانت هي استخدام الشرش علي صورته دون أي معاملة أو تركيزه الي درجة معينة لتقليل حجمه ثم أستخدامه علي النحو التالي :-

#### أولاً: الشرش المملح:

يمكن خفض كمية الشرش المملح الناتج من صناعة الجبن الدمياطي اما باتباع أسلوب الترشيح الفوقي الفائق والتمليح في المركز وبالتالي يمكن الحصول علي شرش حلو يمكن أستخدامه كما سأذكر فيما بعد أو اتباع اسلوب تمليح الخثرة بعد تعبأتها في الشاشة وعدم اضافة الملح في اللبن أو الحل الآخر هو تجميع الشرش المملح من وحدات الانتاج في مدينة كبري مثل دمياط وتجفيفه و اضافته للعلائق بدلا من الملح.

#### ثانياً: الشرش الغير مملح:

١- تغذية الحيوانات علي الشرش السائل:

يمكن حل مشكلة الشرش الناتج خاصة من المصانع الصغيرة حيث يمكن اعادة الشرش السائل الي المزارع القريبة من المصانع لاستخدامه في تغذية أبقار الحليب علي الشرش واستخدامه بدلا من الماء في شرب الحيوانات فقد أدت الي زيادة نسبة الدهن في اللبن بينما كان هناك تأثير طفيف علي انتاج اللبن بحيث لا يتعدي استهلاك البقرة ٤ كجم لاكتوز يوميا وبالتالي يمكن أن تستهلك البقرة حوالي ٩٠-١٠٠ كجم شرش يوميا بدلا من الماء دون تأثير يذكر وقد وجد أن التغذية علي الشرش يؤدي الي خفض كمية الدريس المستهلك يوميا بمقدار ١ كجم دريس/ ١ كجم شرش مجفف كما يمكن اضافة الشرش السائل الي مخاليط السيلاج للاسراع من التخمرات الحادثة وزيادة القيمة الحيوية للعليقة.

٢- التجفيف والتركيز للشرش في المصانع الكبيرة وتوجيه نواتج التجفيف أو التركيز الي الصناعات المكملة مثل صناعة الخبز والحلويات والجبن المطبوخ.

٣- استخدام الشرش في صناعة الخبز:

يحتوي الشرش علي بروتينات عالية القيمة الغذائية كذلك يحتوي علي اللاكتوز والفيتامينات الذائبة في الماء بالاضافة الي احتوائه علي الكالسيوم والفسفور والأملاح المعدنية لذا فان استخدام الشرش في صناعة الخبز يزيد من القيمة الغذائية للخبز.

لذلك فانه من الممكن تحويل الشرش من المصانع بعد بسترتته الي المخازن القريبة لاستخدامه بدلا من المياة في اعداد الخبز ويمكن في هذه الحالة الاستغناء عن اضافة السكر الذي عادة ما يضاف للخبز للاسراع من عملية التخمير علي أن تحتوي خميرة الخباز علي بعض من الخمائر المخمرة لسكر اللاكتوز وبهذه الطريقة توفر اكمج من السكر عادة ما يضاف الي كل ١٠٠ كجم دقيق بالاضافة الي تحسين خواص الخبز وقيمتة الغذائية.

٤- انتاج مشروب الشرش:

نظرا لما يحتويه الشرش من اللاكتوز وفيتامينات واملاح فانه يمكن استخدام الشرش الناتج من الترشيح الفائق من صناعة الجبن الأبيض بعد تقويته بحوالي ٣% لبن مجفف وتخمييره ببيانات حامض اللاكتيك واضافة بعض المحليات ومكسبات الطعم وتقديمه لأطفال المدارس علي صورة مشروب مغذي أكثر فائدة من الناحية الغذائية عن كثير من المشروبات المتداولة في الاسواق. وفي دراسة قام بها (Holsinger, et al. 1977) لتحضير مشروب باستخدام خليط من الشرش وفول الصويا علي النحو التالي:

Ingredient	%
Sweet whey solids	41.7
Full fat soy flour	36.7
Soy bean oil solids	12.3
Corn syrup solids	9.1

وبالتعليق في الماء أو يمكن إضافة تلك المكونات الإضافية الي الشرش الحلو بنسبة ٦% للحصول علي تركيز ١٠% جوامد يمكن تحضير مشروب من الشرش يمكن استخدامه في تغذية الاطفال والكبار.

### اجمالي الإنتاج العالمي من الشرش:

يعتبر الشرش من أكبر مصادر البروتينات والذي اظهر قيمة تجارية في الصناعات اللبنية حوالي ١٠x٢٠ كجم من الشرش يتم انتاجه في الولايات المتحدة (١٨ بليون كجم شرش حلو، ٢,٣ بليون كجم شرش حامض) وتزداد هذه الكمية سنويا (Kinsella, 1985). ولقد زاد إنتاج الولايات المتحدة من ٥- ٨ بليون باوند (٢,٦ مليون طن) من الشرش الحامض، ٤٥,١ بليون باوند (٢٠,٥ مليون طن) من الشرش الحلو سنويا (Clarke, 1987). وحوالي ٥٠% من اجمالي انتاج الشرش في الولايات المتحدة يتم تجفيفه أو تحويله الي WPC، لاكتوز، منتجات أخرى لاستخدامها في تغذية الإنسان أو الحيوان. (Jelen and Le Maguer, 1976, Teixeira, et al. 1983b, Morr, 1984, Clarke, 1987). الا أن في أوروبا فان ٥٠% من اجمالي انتاج الشرش يتم تحويله الي بودرة الشرش (Hoogstraten, 1987)، ومع أن كمية الشرش الكلية المستعملة في الولايات المتحدة زادت من ٤٥٤٠٠٠ طن الي ٦٨٠٠٠٠ طن من عام ١٩٨٠ الي عام ١٩٨٥ الا أن كمية الشرش المنتجة زادت من ١٣ الي ٢٣ مليون طن خلال نفس الفترة وذلك يوضح بالفعل انخفاض في نسبة الشرش المستخدم من ٥٥ الي ٤٧% ولذا فانه بالرغم من الاتساع في صناعة الشرش الا أنها لا تسير الزيادة في حجم انتاج الشرش (Clarke, 1987).

ومن العوامل المسؤولة عن ذلك هو الطلب المحدود علي بودرة الشرش ومنتجات الشرش المصنعه الأخرى هذا علاوة علي النواحي الاقتصادية الغير محفزة لاستخدام الشرش خاصة في حالة العمليات التصنيعية الصغيرة. وأدت استخدامات الشرش لمحاولات تحسين استخدام الشرش البودرة واللاكتوز والشرش المزال منه المعادن ومركز بروتين الشرش ومخاليط الشرش والمنتجات الأخرى.

وعلي أي حال فان العمليات التي تتم في صناعة المنتجات التي تعتمد علي الشرش تعتبر ملائمة اقتصاديا فقط وذلك علي النطاق الواسع مع توافر مصدر ثابت من الشرش ذات النوعية الجيدة وعندما يكون هناك طلب مناسب علي هذه المنتجات. ومن أهم العوامل التي تدفع الي تصنيع الشرش هي النفقات الضخمة المصحوبة عند التخلص من الشرش خلال المجاري (Municipal)، (Delaney, 1981). والجزء الأكبر من بودرة الشرش ومركز الشرش المنخفض في اللاكتوز والمعادن، مركز بروتين الشرش واللاكتوز يستخدموا في غذاء الانسان. ومعظم مركز الشرش المستخدم في غذاء الانسان يدخل في المنتجات اللبنية ومنتجات المخابز والحلويات (Confectionary)، (Morr, 1984, Clarke, 1987). ولقد زاد انتاج بودرة الشرش (Whey powder) واللاكتوز في الثلاث سنوات السابقة. بينما يقدر انتاج الشرش في استراليا ونيوزيلاندا بحوالي ٣٦٣٤، ٥٨٧٤ مليون باوند (١,٦٥ مليون، ٢,٦٧ مليون طن) علي الترتيب (Zadow, 1987). وعلي النطاق العالمي فان كمية الشرش المنتجة تقدر بحوالي ٢٢٤ بليون باوند (١٠٢ مليون طن) وذلك حسب ما ذكره (Hoogstraten, 1987)، ولكن (Sorensen, 1988) وجد أن كمية الشرش المنتجة تبلغ حوالي ١٣٠ مليون طن. وبالرغم من التكنولوجيا الجديدة فانه لم يتم حتي الآن الاستفادة من كل كميات الشرش

المنتج وما زالت الصناعة بطيئة في تطبيق نظم الاستفادة من الشرش وبالرغم من أن العمليات الحديثة مثل الترشيح الفوقي UF يستخدم تجاريا منذ ٢٠ عام.

جدول (٢٦): الأتسفاة من الشرش في تغذية الأنسان في الولايات المتحدة الأمريكية

	Cocentrated whey	Dried whey	Reduced lactose and reduced minerals whey	Whey protein concentrate	Lactose
Total amount (million pounds) <sup>b</sup>	55.6	524.3	45.6 (%)	48.3	107.6
Infant foods	-	-		3.1	38.8
Dairy	68.3	34.5	39.5	66.2	5.5
Dry blends	-	18.9	38.8	13.2	-
Wet blends	-	-	8.8	1.2	-
Bakery	16.9	26.2	0.4	3.9	8.4
Prepared dry mixes	7.9	13.5	6.1	3.9	5.0
Confectionary	-	2.6	1.3	1.9	-
Soups	-	0.6	2.8	-	-
Margine	-	0.9	-	-	-
Chemicals and pharmaceutical institutionals	-	0.4	-	1.9	22.6
Soft drinks and special dietary foods	-	0.1	-	-	-
Meat	-	0.3	0.7	0.4	-
Fruit and vegetables	-	-	-	-	0.1
All others	6.8	1.9	1.5	0.8	17.3
Total	100	100	100	100	100

<sup>a</sup>Computed from data in American Dairy Products Institute

<sup>b</sup>Equivalent to 454 ton.

ولقد أتجهت بحوث الألبان في السنوات الأخيرة اتجاهات متعددة لتقليل الفاقد من جوامد اللبن وخاصة في البلاد التي تحد من القاء مخلفات المصانع بما فيها من مواد عضوية كملوثات للبيئة (Renner and Abd El-salam, 1991) ولقد نكروا من هذه الاتجاهات ادخال تكنولوجيا الترشيح الفائق UF في الصناعات اللبنية عن طريقتين:

### ١- الاتجاه الأول:

الترشيح الفائق للشرش المتخلف من صناعة الجبن بهدف انتاج مركزات بروتينية ذات عائد اقتصادي افضل من الشرش المجفف غير أن هذا الاتجاه يقابله صعوبات متعددة تتمثل في التالي:

أ- أن تركيب وخواص المركزات البروتينية تختلف تبعا لنوع الجبن الناتج منه الشرش بالاضافة الي جميع العوامل البيئية المؤثرة علي نسب بروتينات الشرش المختلفة في المركز مما يجعل من الصعب وضع مواصفات محددة للمركزات البروتينية الناتجة.

ب- أنه لا توجد طرق قياسية ثابتة لتحديد خواص المركزات البروتينية ومدى صلاحيتها للاستخدامات المختلفة في الاغذية.

### ٢- الاتجاه الثاني:

وهو الترشيح الفائق للبن واحتجاز بروتينات الشرش في الجبن الناتج وهذا الاتجاه بالاضافة الي اقتصادياته الواضحة بتوفير استخدام واضح لبروتينات الشرش وهو علي صورة الجبن. علي أن استرجاع بروتينات الشرش باستخدام UF سواء علي صورة مركزات بروتينية أو داخله في تركيب الجبن فانه لا يسترجع أكثر من ١٠% من جوامد الشرش أو ١٥-٣٠% من مقدار من المواد العضوية في حالة تحضير مركزات بروتينية (٣٥% بروتين).

### ٣- التطبيق التجاري لاستخدامات بروتينات الشرش على المستوى العالمي:

في عام ١٩٨٨ حدد المعهد الأمريكي للمنتجات اللبنية (ADPI) ( American Dairy Products Institute ) كمية الشرش ومنتجات الشرش ( Whey products) المنتجة في عام ١٩٨٧ (Zall, 1992) وقد ذكر أن كميات الشرش ومنتجات الشرش كغذاء للإنسان ازدادت في عام ١٩٨٧ ، حيث بلغ اجمالي منتجات الشرش المعدل (Modified whey products) لسنة ١٩٨٧ كانت ١٦٢٨,٦ مليون باوند وذلك بزيادة قدرها ٥٨,٩ مليون باوند (٤%) عنه في عام ١٩٨٦ . و انتاج منتجات الشرش المختلفة في عام ١٩٨٧ كانت كالتالي:

- شرش مركز (Concentrated whey) ١٠٧,٦ مليون باوند بانخفاض قدره ٩% عن عام ١٩٨٦.

- شرش مجفف (Dry whey) ١٠٤٩,١ مليون باوند بزيادة ٢%، وشرش منخفض في نسبة اللاكتوز والمعادن ( Reduced lactose and reduced mineral whey) ٩٤,٦ مليون باوند بارتفاع ٤%، بروتين شرش مركز ٩٧,٦ مليون باوند بزيادة ٢٥%، لاكتوز ١٤٧,١ مليون باوند بزيادة ٩٥%، جوامد الشرش في مخاليط رطبه (Whey solids in wet blends) ٣٢,٣ مليون باوند بزيادة ١٤%.

وقد كانت مبيعات منتجات الشرش كغذاء للإنسان خلال عام ١٩٨٧ كانت كالتالي:

- شرش مركز ٥٥,٦ مليون باوند وشرش مجفف ٥٢٤,٣ مليون باوند وشرش منخفض في اللاكتوز والاملاح ٤٥,٦ مليون باوند، بروتين شرش مركز ٤٨,٣ مليون باوند، لاكتوز ١٠٧,٦ مليون باوند، ومن ذلك يتضح أن ٧٨١,٤ مليون باوند جوامد الشرش تم استخدامهم كغذاء للإنسان في عام ١٩٨٧ وذلك بزيادة مقدارها ٧,٨% عن تلك التي استخدمت عام ١٩٨٦.

بينما نجد أن جوامد الشرش التي تم استخدامها كعلف للحيوان كانت ٩٦١ مليون باوند في سنة ١٩٨٧ بزيادة قدرها ١٩,٧% بالمقارنة في عام ١٩٨٦.

وفيما يلي استخدامات الشرش حسب تقرير ال ADPI:

• شرش مركز (Concentrated whey): تم استخدام ٣٨ مليون باوند في صناعة الألبان، ٩,٤ مليون باوند في صناعة المخبوزات، ٤,٤ مليون باوند في تحضير مخاليط جافة (Dry mixes).

• شرش مجفف (Dry whey): ١٨١ مليون باوند استخدام في الألبان، ١٣٧,٣ مليون باوند في المخبوزات، ٩٨,٩ مليون باوند في مخاليط (Blends)، ٧٠,٧ مليون باوند كمخاليط جافة (Dry mixes).

• شرش منخفض في اللاكتوز والأملاح (Reduce lactose and minerals whey): أغذية الأطفال ١٨ مليون باوند، الألبان ١٧,٧ مليون باوند، مخاليط جافة ٤ مليون باوند، مخبوزات ٢,٨ مليون باوند.

• بروتينات الشرش المركزة (Whey protein concentrate): الألبان ٣٢ مليون باوند، مخاليط جافة ٦,٤ مليون باوند، مخبوزات ١,٩ مليون باوند.

• لاكتوز (Lactose): غذاء أطفال ٤١,٧ مليون باوند، كيماويات وصيدلانيات ٢٤,٣ مليون باوند، مخبوزات ٩ مليون باوند والبان ٥,٩ مليون باوند.

• جوامد شرش مستخدمة علف الحيوان: ٤٣٣,٦ مليون باوند تدخل في علف حيوانات اللبن والماشية والعجول، ١٣٥,٩ مليون باوند كعلف للخنازير (Swine feeds) ٨٣,١ مليون باوند كغذاء للحيوانات الأليفة (Pet food)، ٢,٢ مليون باوند علف للدواجن، ٩,٨ مليون باوند أغذية أخرى.