تركيز المواد المذابة في الماء الباقي غير المجمّد بعد ذلك تنخفض الحرارة الى حين الوصول الى درجة التشبع عندها تنفصل البلورات الثلجية وهي غير مرغوب فيها، وعندها يتوقف التغيّر في درجة الحرارة حتى يتم تجميد الخليط كلهُ وتسمى هذهِ النقطة بنقطة *Cryohydric Point* ، بعدها تنخفض درجة حرارة كتلة المزيج. تؤثر عملية التجميد في ثبات البروتين وذلك بسبب إزالة جزء من الماء المرتبط اي بسـبب التجفيف أو الـ Dehydration مما يؤدي الى ترسيب بعض المواد المعلّقة (Suspended matters) كنتيجة لزيادة الاملاح (Salting Out) بالاضافة الى زيادة الحموضة بسبب تركيز ايونات الهيدروجين.

**ثانياً: التصليب او التصلب Hardening:** ويتم بطريقين : الأولى الطريقة المستمرة Continuous والثانية طريقة الوجبات أو الدفعات Batches.

ويتم تصليب المثلجات الصلبة عادةً ولا تستعمل في الرخوة Soft Ice Cream وتتم بواسطة جهاز ملحق بجهاز التجميد الأولي أو منفصل عنه.

وفي المصانع الكبيرة تجرى عملية التجميد في غرفة مجمدّة. وتتراوح درجة حرارة التصلب من صفر الى −20 مْ أو −25 مْ واحياناً تصل الى −38 مْ ولمدة 6−12 ساعة وقد تصل الى 24 ساعة. واذا ما زادت عن 24 ساعة فإنها تعتبر عملية تخزين وليس تجميد (تصليب). ويلاحظ عند إدخال وجبة جديدة يجب خفض حرارة الغرفة قليلاً لأنها تحتاج الى فترة زمنية للوصول الى حرارة التصلب المطلوبة للمنتج. وعادة يتأثر التصليب بالعوامل التالية :

1. تركيب المخلوط
2. حجم العبوات وشكلها
3. نوع مادة التعبئة
4. نسبة الريع
5. سرعة حركة تيار الهواء في الغرفة
6. درجة حرارة المنتج الابتدائية والنهائية

***Mellorine:*** **is a lower-cost imitation of ice cream, using fats other than butterfat. It can be made from both animal fat and vegetable fat.**

**It is produced by freezing, while stirring, a pasteurized mix of milk-derived non-fat solids and animal or vegetable fat (or both). Afterward, it is battered by a carbohydrate sweetener and the addition of flavouring ingredients.**

**"المثلجات اللبنية الخاصة "**

**Mellorine:** وهو عبارة عن مثلجات لبنية تشبه الآيس كريم من ناحية التركيب الكيمياوي وبعض الخواص الفيزيائية مثل درجة الانصهار. ويختلف عنها في استعمال دهون نباتية كبديل عن دهن الحليب وعادة يفضل استعمال دهن جوز الهند لخلوه من الطعم المميز وتكون نسبة المواد المثبتة فيه اكثر من الآيس كريم الاعتيادي وتزداد نسبة مواد النكهة بنسبة 10% وتحتوي على الدهن بنسبة لا تقل عن 6% ولا تقل نسبة البروتين عن 2.7%.

**Ice Milk:** يختلف عن IC باحتوائه على نسبة دهن2−5% و 10−13% SNF والسكر 14−18% و0.4% مثبتات ونسبة الريع تصل فيه الى 90% .

**Fruit Ice:** الشربت الا انهُ لا يحتوي على الحليب او منتجاته.

***Mannitol*** is a type of sugar alcohol which is also used as a medication. As a sugar, it is often used as a sweetener in diabetic food, as it is poorly absorbed from the intestines. Mannitol is an isomer of sorbitol, another sugar alcohol; the two differ only in the orientation of the hydroxyl group on carbon 2.

**Fructose** is hydrogenated over a nickel catalyst into a mixture of isomers sorbitol and mannitol. Yield is typically 50%:50%, though slightly alkaline reaction conditions can slightly increase mannitol yields.

**المثلجات اللبنية الصحية : Dietetic Ice Cream**

وهي مستحضرات خاصة متوفرة كمثلجات مجمدة ملائمة للأشخاص المصابين بالأمراض القلبية وجهاز الدوران والسكري والذين هم بحاجة الى أغذية منخفضة الصوديوم او محتوية على بدائل للسكر. ويصنّع المنتج من حليب منخفض الصوديوم لا يحتوي على اكثر من 5–10 ملغم صوديوم/100غم منتج. ويمكن استعمال الـ Sorbitol وهو السكر المختزل عن الكلوكوز والمستعمل بديلاً عن السكروز، ويمكن استخدام Mannitol او Glucitol أو Alditols والتي تصنع بكميات كبيرة بالاختزال الكيميائي للسكريات الاحادية مثل الـ galactose وتسمح القوانين باستخدامها بمقدار 50% وهي منتجات تحرر طاقة أقل مقارنةً بالسكريات المقابلة لها.

ويستخدم الدهن النباتي الخالي من الكوليسترول في تركيب هذه النوعية من المثلجات اللبنية.

**مضاهيات الآيس كريم Ice Cream analogues :**

وهي منتجات منخفضة الكلفة ومضاهية للآيس كريم من حيث الصفات الفيزيوكيميائية والحسية ويستعمل في الانتاج ضغط تجنيس عالٍ ومواد مطعمة تصل الى 10% ويمكن تدعيم المنتوج بفيتامين A. ويتكون المنتج اساساً من دهن نباتي ذو نوعية عالية مثل زيت بذور القطن وجوز الهند وفستق الحقل وزيت النخيل والتي تعطي درجة انصهار تماثل دهون الحليب كما يمكن استبدال SNF بمكونات رخيصة الثمن مثل حليب الخض والشرش والبروتينات النباتية مثل بروتين فول الصويا وفستق الحقل إذ يستخدم الأول بنسبة 9% اما الثاني فبنسبة 7% ويضاف السكر بنسبة 15%.

## " التركيب البنائي للآيس كريم "

الآيس كريم منتوج بنائي مجمّد يحتوي على الهواء وهو عبارة عن مستحلب زيت في الماء ويتركب من اربعة حالات هي الهواء والثلج والماء والحشوة Matrix. واثناء التجميد تتكون حالات الهواء والثلج اما في حالات التعتيق فأنهُ يحدث ارتباط البروتين بالماء بفعل المثبتات كما يحصل تبلور للدهن مع ارتباط الدهن مع البروتين. وهذا يحسن من القوام والنسجة وصفة الانصهار وقابلية الخزن.

ان التركيب البنائي للآيس كريم يتطور خلال الخزن إذ ان الفقاعات الهوائية تكون ثابتة بسبب ادمصاص الدهن. يحدث تلاصق للفقاعات الهوائية في مرحلة التصلب والخزن وزيادة حجمها واذا كانت ظروف الخزن سيئة فيحصل هدم للتركيب الرغوي وفقدان الهواء مما يسبب انكماش التركيب البنائي. ومن العوامل المؤثرة على وجود الفقاعات الهوائية نسبة S.N.F وخاصة السكريات. وتتكون الفقاعات خلال مرحلة التجميد السريع وتتاثر نسبتها خلال مرحلة التصلب والخزن.

Atallah H. Abdulrahman

**الحالة الهوائية Air phase**

يشكل الهواء حوالي 50% من التركيب البنائي للآيس كريم ويبلغ حجم خلية الهواء 50 مايكرون تقريباً وتثبت الخلايا الهوائية بواسطة إدمصاص الدهن ومن العوامل المؤثرة على الفقاعات الهوائية هي: ظروف عمل المجمّد ولزوجة المخلوط. ويحدث خلال خزن المنتوج هدم للتركيب البنائي للرغوة وفقدان الهواء منه مما يسبب انكماش المنتوج.

**الحالة الثلجية:**

يشكل الثلج 20% من التركيب البنائي وحجم بلورة الثلج حوالي 40 مايكرون ويتأثر المنتوج النهائي بصفاته الحسية والفيزيائية بالحالة الثلجية. يتأثر تكوين بلورات ثلجية ناعمة بنسبة المواد الصلبة الكلية للخليط ونوع ونسبة السكريات. أما حجم البلورات فيتأثر بطريقة التجميد إذ انه خلال التجميد السريع تتكون نويات البلورات الثلجية ويزداد حجمها خلال مرحلة التصلب والخزن مما يقلل من نوعية المنتوج. تكون الجزيئة لها احتمالية الادمصاص اكثر من احتمالية التحرر والطاقة الكامنة تزداد بصغر حجم التجمعات. ومن الصعوبة حدوث عملية التبلور ما لم يتم صنع بذور Seeding او مراكز التبلور بصورة بلورات أولية او بخفض مستوى طاقة الجزيئات بواسطة التبريد الشديد للمادة المنصهرة. وان التبريد يؤثر بقوة على معدل تكوين المراكز او نويات تكوين البلورات وقد وجد ان دهن الحليب في حالة الحبيبات على درجة ما بين 2–5 مْ فان معدل تكوين النويات يتضاعف كلما انخفضت درجة الحرارة بمقدار درجة واحدة الى درجة واحدة ونصف. وهناك نوعان من نويات التبلور: النوع الأول **المتماثلة:** والتي تحدث عندما تظهر نويات البلورات تلقائياً من المادة المنصهرة النقية بالتبريد ايضاً لكن اسرع . والنوع الثاني وهو النوع **غير المتماثل** او **المختلف:** والتي تحدث عندما يكون السائل محتوياً على مواد مختلفة (غير نقي) وتظهر النويات عند التبريد بسبب احتوائها على الشوائب كمثال يمكن اعتبار الكليسريدات الاحادية مع الثلاثية شوائب اي تؤثر في نقاوتها وبالتالي على نوعية البلورة .

**نمو البلورات :**

تنمو نواة البلورة المتكونة بأضافة طبقات فردية من الجزيئات بشكل مرتب على سطح البلورة وان معدل النمو يعتمد على احتمالية اندماج هذهِ الجزيئات في شبكة البلورة وعلى كثافة ودرجة حرارة المادة. ان معدل نمو البلورات يكون منخفضاً في الدهون المتعادلة وإن حركية التبلور تبدو مشابهة لما يحدث في التفاعلات الكيميائية وليس هناك شك في أنهُ اثناء عملية التبلور فان الظاهرة الحركية تحدث للتبلور بشكل من الصعب توضيحهُ من الناحية النظرية ومن جهة اخرى ومن الناحية العلمية فان عملية التبلور يمكن اعتبارها من تفاعلات الدرجة الاولى. وهذا ما يمكّن بصورة نسبية وتقليدية من حساب طول فترة التبلور. **ومن ثوابت هذهِ العملية:** ان عملية التبلور ظاهرة متعددة Polymorphism وقد اشار بعض الباحثين الى ان في خلال عملية التبلور لا يمكن التفريق بين المذاب والمذيب.

**العوامل المؤثرة على قابلية الخفق :**

**اللزوجة :** لقد كان يعتقد بأن زيادة اللزوجة تزيد من قابلية الخفق الا انه لوحظ ان زيادة الدهن في المخلوط تقلل من قابلية الخفق وبالتالي من نسبة الريع وان اللزوجة تزيد من قابلية المنتج لمقاومة الانصهار والتميع مع نعومة التركيب الا انها تقلل

Atallah H. Abdulghani

من قابلية الخفق وهذا غير مرغوب خاصة عند الصناعة المستمرة. وتقاس اللزوجة بالـ Poise والـ Centipoise وهي وحدات مطلقة منسوبة الى لزوجة الماء وتتراوح ما بين 50–300 Contipoise.

**الشد السـطحي Surface Tension:** وهو عبارة عن الجذب الحاصل بين جزيئات السائل بحيث يظهر على شكل Film يعيق انسكاب السائل وهو احد خصائص السوائل، ويقدر بالداين Dyne ويتراوح قيمته 48–53 داين. واختلفت الآراء حول أهمية الشد السطحي على المخاليط إذ ان المخاليط الطازجة لها شد سطحي أعلى من المخاليط المخزنّة وعموماً فان مواد الاستحلاب تخفض الشد السطحي. ويؤثر الشد السطحي في قوام المنتوج وسرعة الانكماش وان زيادته تقلل من قابلية الخفق.

**قوة اللاميلا Lamella:** ويقصد باللاميلا الغشاء المحيط بالفقاعات الهوائية وهو جزء من مكونات المخلوط المتجمد جزئياً. إذ يلاحظ عند عملية التقليب الميكانيكي في التجميد الاولي تعرض هذهِ الفقاقيع الى التمزق او اندماج بعضها مع بعض وينتج عن ذلك تسرب الهواء من المخلوط فلو أمكن التحكم في عملية الخفق بما يحقق التوازن بين سرعة اندماج الهواء وسرعة تسربه لأدنى ذلك الى الوصول الى نسبة ريع عالية لذا فأن قوة غشاء اللاميلا له اهمية في حفظ الهواء المندمج في المخلوط وان اهم العوامل التي تساعد على قوة غشاء اللاميلا هي اللزوجة والشد السطحي والتصاق جزء من المخلوط المتجمد جزئياً حول الفقاقيع.

**تركيب المخلوط :**

1. الدهن: يقلل من قابلية الخفق لأنه يشكل مناطق ضعف على الغشاء Lamella
2. SNF: نسبتها المعقولة تأثيرها طفيف 8%-12
3. السكر والمثبتات تقلل من قابلية الخفق.
4. صفار البيض يحسـن الخفق.

**المعاملات السـابقة للمخلوط :**

1. التجنيس : يحسن قابلية الخفق نتيجة صغر حبيبات الدهن خاصة التجنيس على مرحلتين.
2. البسترة والتعتيق لمدة لا تقل عن 4ساعات يحسن الخفق.
3. أجهزة التجميد الأفقية أفضل من الرأسية وان السرعة البطيئة للمقلبات لا تساعد على إدماج الهواء.

**التوازن الملحي Salt Balance:** إن اختلال التوازن الملحي يؤثر في ثباتية البروتينات عند المعاملة الحرارية إذ تقوم أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم الموجبة بدور سلبي في ثبات البروتينات بينما جذور الفوسفات والسـترات السالبة تؤدي دوراً إيجابياً في تحسيـن الثبات الحراري وتمنع الترسب البروتيني في الاجهزة. كما ان المطعمات الحامضية لا تضاف الى المخلوط الا بعد بدء التجميد الأولي تجنباً للاختلال الأيوني وترسب البروتينات.

**اثر التجميد على مكونات المخلوط:** يؤثر التجميد على طبيعة مكونات المخلوط نتيجة للانخفاض السريع في درجات الحرارة حتى الوصول الى نقطة بدء التجمد للوسط المائي للمخلوط وتكوّن البلورات الثلجية في الماء النقي الخالي من المواد الذائبة وهذا يعني بدء تركيز المواد الذائبة في الماء غير المتجمد وبزيادة تكوين البلورات الثلجية يزداد تركيز المواد

Atallah H. Abdulghani

الذائبة في الماء غير المتجمدة وبزيادة تكوين البلورات الثلجية يزداد تركيز المواد الذائبة في الماء غير المتجمد وتستمر هذهِ العملية بانتظام تدريجي حتى الوصول الى حالة التشبع وعندها يبدأ تكوين بلورات للمواد الذائبة (السكريات) وهذه حالة غير مرغوب فيها في المنتوج. وعند نقطة التشبع يتوقف التغير الكريوهيدريكي Cryohydric point بعدها تنخفض درجة الحرارة كلما زادت عملية التجميد وبدرجة اسرع من الانخفاض السابق. ومن الصعب الوصول الى هذهِ النقطة لتحدد المكونات الذائبة واختلافها بين نوع وآخر من المخاليط. كما انه لا يسهل الوصول الى هذه النقطة في حدود الدرجات الحرارية التي يتم عندها تجميد المخلوط، وعليه لا يخشى تكون بلورات للمواد الذائبة الا في حالة واحدة عند ارتفاع نسبة سكر اللاكتوز قليل الذوبان في الوسط المائي المتبقي وهذهِ الحالة شائعة عند عدم توازن مكونات المخلوط وظهور عيب الترمّيل Sandy Texture. نسبة الماء المتجمد في التجميد الأولي تتراوح بين 30–50% وتصل الى 90% في غرف التصليب ويتوقف ذلك على تركيب المخلوط ودرجة حرارة التجميد التي استعملت ووقت سحبه من الجهاز ودرجة حرارة التصلب ومدته ودرجات حرارة الجو. ومن العوامل التي تعوق تبلور المواد الذائبة هي زيادة لزوجة المحلول السكري غير المتجمد وانخفاض الطاقة الحركية للجزيئات نتيجة للبرودة. تؤثر عملية التجميد في ثبات البروتينات بصورة معلق غروي نتيجة ازالة جزء من الماء المرتبط معهَ اي تحصل حالة جفاف Dehydration مما يسبب ترسبَها لأزدياد تركيز الاملاح لا سيما املاح فوسفات الكالسيوم الثنائية والثلاثية مما يسبب تركيز ايونات الهيدروجين وانخفاض الـ pH لكن هذهِ الحالة نادراً ما تحصل وذلك لاحتياجها الى وقت اطول من وقت التجميد المتبع. كما ان زيادة لزوجة الوسط تمنع حصول هذهِ الحالة.

وتؤدي حالة التجميد بالنسبة للدهن الى كسر الاستحلاب نتيجة انحصار الحبيبات الدهنية بين البلورات الثلجية وتصبح كبيرة نتيجة تجمعها واندماجها مع بعضها البعض، الا ان وجود السكر يمنع حصول هذهِ الظاهرة وخروجه من طور المستحلب. كما ان وجود اعداد كبيرة من البلورات الثلجية تمنع حصول هذه الظاهرة وخروجه من طور الاستحلاب. كما ان وجود اعداد كبيرة من البلورات الثلجية تمنع حصول هذهِ الظاهرة اضافةً الى التجنيس على منع تجمع واندماج الحبيبات الدهنية.

## حسابات مكونات خليط الـ ICE CREAM

عندما كانت تصنّع المثلجات اللبنية على نطاق صناعي او منزلي لم تكن حسابات المخلوط تؤخذ بالحسبان وكانت جودة المنتوج تعتمد على خبرة ومهارة الصانع، ولكن مع توسع الإنتاج وإنشاء مصانع كبيرة اصبحت حسابات المخاليط ضرورية للتحكم بالجودة وتكاليف الانتاج وثبات النوعية ومن أهم العوامل الواجب مراعاتها عند حساب مكونات المخاليط هي :

1. نوعية المثلجات اللبنية المنتجة وهذه يمكن الحكم عليها من قبل المستهلك وحكمهَ يعتمد على صفات الطعم والقوام والتركيب ولا يمكن انتاج مثلجات جيدة المواصفات مالم يتحدد نسبة الدهن و SNF.
2. التكاليف الاقتصادية عند حســاب المكونات .
3. الريع وقابلية المخلوط للخفق.

Atallah H. Abdulrahman

4. صعوبات العملية الانتاجية بسبب الخطأ في الحسابات خاصة المثبتات والمستحلبات وإرتفاع نسبة SNF أكثر من اللازم.
5. صعوبات عمليات التجميد نتيجة الخطأ في الحسابات في حالة السكر.
6. يجب الالتزام بالمواصفات القياسية المحلية عند اجراء الحسابات.

يمكن تقسيم الحسابات الى مجموعتين رئيسيتين من حيث مصادر المكونات هما:

- ❖ المخاليط ذات التكوين البسيط
- ❖ المخاليط ذات التكوين المركب:

اولاً: حساب مكونات الخليط البسيط :

يقصد بها المكونات ذات المصدر الواحد من المواد الخام الأولية كأنْ تكون القشدة مصدراً للدهن والحليب الفرز مصدراً للمواد الصلبة غير الدهنية SNF.....الخ.

**مثال/** يراد تحضير مخلوط 100 كغم فيه 8% دهن و16% سكر و 0.5% مثبتات، من قشدة فيها 40% دهن وحليب فرز طازج فيه نسبة المواد الصلبة غير الدهنية 9% SNF.

الحل/ كمية السكر $\frac{100\times16}{100}$ = 16 كغم ، المثبتات $\frac{100\times0.5}{100}$ = 0.5 كغم

كمية القشطة = $\frac{100\times8}{40}$ = 20 كغم قشدة نسبة الدهن فيها % 40 .

مجموع المواد الصلبة اعلاه = (16+20+0.5) = 36.5 كغم

**ملاحظة : نلاحظ ان كمية SNF لم تحسب في المثال يمكن حسابها وفق الآتي :**

كمية مصل القشدة = كمية القشطة المستخدمة – كمية الدهن= 20 - 8 = 12 كغم كمية المصل ويقصد به كل المكونات في الحليب عدا الدهن أي كحليب فرز وتحدد نسبة الـ SNF فيه 9% مالم يذكر خلاف ذلك.

∴ كمية SNF في القشدة = $\frac{9\times12}{100}$ = 1.08 كغم

وكمية SNF في الحليب الفرز= $\frac{9\times63.5}{100}$ = 5.73 كغم

فيكون مجموع SNF 1.080 + 5.73 = 6.810 كغم وهذه الكمية من الـ SNF في الخليط غير كافية اذ يجب ان لا تقل عن 10-11% .

**ثانياً : حساب المخاليط التجارية الشائعة**

عموماً يتطلب وجود ثلاث منتجات لبنية في الأقل في المصانع وهي:

- ❖ مصدر الدهن / القشدة او الزبد
- ❖ مصدر SNF / كالحليب المجفف
- ❖ حليب طازج فرز او كامل الدسم .

Atallah H. Abdulghani

**مثال /** يراد تحضير 100 كغم فيه 10% دهن و 10% SNF و 15% سكر و 0.5% مثبتات. من قشدة بها 40% دهن وحليب فرز مجفف فيه 96% SNF وحليب فرز طازج به 9% SNF.

**الحل /** كمية السكر = $\frac{15}{100}$ × 100 = 15 كغم

المثبتات = $\frac{0.5}{100}$ × 100 = 0.5 كغم

كمية القشطة = $\frac{10}{40}$ × 100 = 25 كغم

كمية المصل = 100 ــ ( 15 كغم سكر + 0.5 كغم مثبتات + 10 كغم دهن ) = 74.5 كغم

كمية SNF في المصل = $\frac{9}{100}$ × 74.5 = 6.7 كغم وهذه الكمية أقل من المطلوب (10%)

كمية النقص = 10−6.7 = 3.3 كغم واجب استكمالها من الحليب الفرز المجفف المحتوى على 96% SNF :

كمية الحليب الفرز المجفف = $\frac{\text{كغم SNF− (كغم مصل المخلوط × 0.09 )}}{\text{كمية } \boldsymbol{SNF} \text{ في } \mathbf{1} \text{ كغم حليب مجفف فرز} - \mathbf{0.09}}$

$= \frac{(0.09\times74.5)-10}{0.090-0.960}$ = 3.8 كغم كمية الحليب الفرز المجفف المطلوب إضافتها. وللتأكد من صحة الحسابات يمكن ايضاحها بالتحقيق الآتي :

| المكونات (كغم) | الكمية (كغم) | دهن | SNF | سكر | مثبتات |
|---|---|---|---|---|---|
| قشدة 40% دهن | 25 | 10 | 1.35= 0.09*(10-25) | ــ | ــ |
| حليب فرز مجفف | 3.8 | ــ | 3.65 | ــ | ــ |
| حليب فرز طازج | 55.7 | ــ | 5.013 | ــ | ــ |
| سكر | 15 | ــ | ــ | 15 | ــ |
| مثبتات | 0.5 | ــ | ــ | ــ | 0.5 |
| المجموع | 100 | 10 | 10.013 | 15 | 0.5 |

**ثالثاً : حساب مكونات خليط به مصدرين للدهن**

مثال/ يراد تحضير 100 كغم مخلوط فيه 9% دهن و 12% SNF و 15.2% سكر بلوري و 0.3% مثبتات من قشدة بها 36% دهن وحليب كامل 4% دهن وحليب فرز مجفف 96% SNF.

**الحل /**

1. عدد كغم مصل المخلوط =100 – (9 دهن + 15.2 سكر + 0.3 مثبتات) = 75.5 كغم
2. كمية السكر 15.2 كغم ومثبتات 0.3 كغم
3. كمية الحليب الفرز المجفف = $\frac{(0.09\times75.5)-12}{0.09-0.96}$ = 6 كغم (حسب القانون السابق في المثال / ثانياً)
4. كمية القشدة والحليب كامل الدسم

100− (15.2+0.3+6)=78.5 كغم وهذهِ يجب ان تحتوي على 9 كغم دهن ويجب حساب نسبتها فيه :

نسبة الدهن في هذا الخليط = $\frac{9}{78.5}$ × 100= 11.5 تقريباً

Atallah H. Abdulghani

ولتحديد كمية كل من القشدة والحليب الكامل الدسم والتي تعطي 11.5 كغم دهن لتكون نسبته في الخليط الكلي 9% : نحسب الكميات حسب مربع *Pearson*:

| الخليط | الدهن(كغم) |
|---|---|
| 100 | 9 |
| 78.5 ع | س |

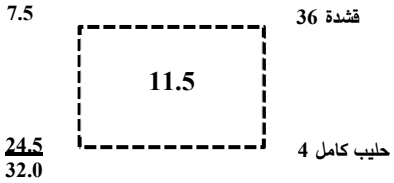
س= 11.5 كغم

يخلط 7.5 كغم قشدة مع 24.5 كغم حليب كامل الدسم

لنحصل على مخلوط فيه 11.5 كغم دهن

وبذلك فان كمية القشدة $= \frac{7.5\times78.5}{32}$ = 18.3 كغم

وكمية الحليب الكامل الدسم $\frac{24.5\times78.5}{32}$ = 60.2 كغم




ولتأكد من صحة الحسابات نقوم بتنظيم الجدول التالي:

| المكونات (كغم) | الكمية (كغم) | دهن | SNF | سكر | مثبتات |
|---|---|---|---|---|---|
| قشدة 36 % دهن | 18.3 | 6.6 | 1.053 | – | – |
| حليب كامل الدسم (4%) | 60.2 | 2.4 | 5.2 | – | – |
| حليب فرز مجفف(96%) | 6.0 | – | 5.75 | – | – |
| سكر | 15.2 | – | – | 15.2 | – |
| مثبتات | 0.3 | – | – | – | 0.3 |
| المجموع | 100 | 9 | 12 | 15.2 | 0.3 |
| المواصفة المطلوبة | 100 كغم | %9 | %12 | %15.2 | %0.3 |

**رابعاً : حساب مكونات الخليط الذي فيه 3 مصادر للدهن**

**مثال /** يراد تحضير 100 كغم مخلوط فيه 12% دهن و 10% SNF و14.5% سكر و 0.5% مثبتات من قشطة فيها 50% دهن وحليب كامل فيه 5% دهن وحليب مكثف فيه 10% دهن و 25% SNF.

**الحل/**

1. كمية السكر 14.5 كغم ، المثبتات 0.5 كغم
2. كمية مصل المخلوط =100 – (12 دهن + 14.5 سكر + 0.5 مثبتات) = 73 كغم
3. كمية الحليب المكثف = $\frac{(\text{كغم مصل المخلوط}\times\mathbf{0.09})-\boldsymbol{SNF}}{(\text{كمية المصل في }\mathbf{1}\text{ كغم حليب مكثف})-(\boldsymbol{SNF}\text{ الموجود في }\mathbf{1}\text{ كغم حليب مكثف}\times\mathbf{0.09})}$

**ملاحظة: تستخدم المعادلة أعلاه في حالة الحليب الفرز المكثف المحلى وغير المحلى بالسكر وأنواع الحليب الكامل الدسم المحلى وغير المحلى.**

$= \frac{(0.09\times73)-10}{(0.09\times0.9)-0.250}$ = 20.3 كغم

كمية المصل في الحليب المكثف الكامل الدسم = 100 – كمية الدهن

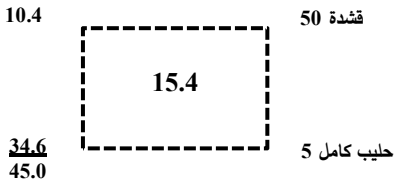
= 100- 10 = 90 كغم كمية المصل

كمية الدهن في الحليب المكثف الكامل الدسم =20.3 × $\frac{10}{100}$ = 2.030 كغم تقريباً

Atallah H. Abughoni

4. 12 – 2= 10 كغم كمية الدهن المتبقية والتي يجب توفيرها من القشـدة والحليب.

5. كمية خليط الحليب الكامل الدسم والقشدة : 100− (20+14.5+0.5) = 65 كغم تقريباً




نسبة الدهن في خليط القشدة والحليب = $\frac{10}{65} \times 100$ = 15.4

كمية القشـدة = $\frac{10.4\times65}{45}$ = 15 كغم

كمية الحليب الكامل الدسم = $\frac{34.6\times65}{45}$ = 50 كغم

وللتأكيد من النتائج يمكن التحقيق من النتائج يوضح جدول كما في الأمثلة السابقة .

| المكونات (كغم) | الكمية (كغم) | دهن | SNF | سكر | مثبتات |
|---|---|---|---|---|---|
| حليب مكثف 10% دهن و25% SNF | 20.3 | 2.03 | 5.075 | – | – |
| قشدة 50 % دهن | 15 | 7.5 | 0.675 | – | – |
| حليب كامل الدسم (5%) | 50 | 2.5 | 4.275 | – | – |
| سكر | 14.5 | – | – | 14.5 | – |
| مثبتات | 0.5 | – | – | – | 0.5 |
| المجموع | 100 | 12 | 10 | 14.5 | 0.5 |
| المواصفة المطلوبة | 100.3 كغم | %12.03 | %10.025 | %14.5 | %0.5 |

**خامساً: حساب مكونات المخلوط المحتوي على حليب مكثف ومحلى**

**مثال/** يراد تحضير 100 كغم فيه 9% دهن و 11% SNF و 13.5% سكر و 0.5% مثبتات من قشدة فيها 36% دهن وحليب كامل الدسم فيه 4% دهن وحليب مكثف ومحلى بالسكر فيه 10% دهن و 40% سكر و75% مواد صلبة كلية .T.S.

الحل / ترتيب المكونات حسب تسلسل حسابها

الحليب المكثف المحلى/ سكر / مثبتات / قشدة/ حليب كامل الدسم

1. كمية مصل المخلوط =100−(0.5+13.5+9)=77 كغم

2. كمية الحليب المكثف المحلى= $\frac{(0.09\times77)-11}{(0.09\times0.50)-0.25}$ = 19.85كغم

ملاحظة: المواد الصلبة الكلية تساوي في هذا المثال 75% = 10دهن−40 سكر= 25 SNF

- ∇ استخدام نفس معادلة المثال الســابق
- ∇ SNF للحليب المكثف المحلى =75−10−40=25%
- ∇ كمية مصل الحليب المكثف المحلى = 100−(10 دهن−40 سكر)= 50 كغم

بعد معرفة كمية الحليب المكثف المحلى تحسب ما تحتويه من دهن وسكر :

كمية الدهن = 19.85 ×0.1 = 1.985 كغم ≈ 2كغم تقريباً

Atallah H. Abdulhadi

كمية السكر = 19.85 × 0.4 = 7.940 كغم ≈ 8 كغم تقريباً

3. كمية السكر الواجب اضافتها لتكملة سكر المخلوط : 13.5-8 = 5.5 كغم تقريباً

4. كمية المثبتات 0.5 كغم تقريباً

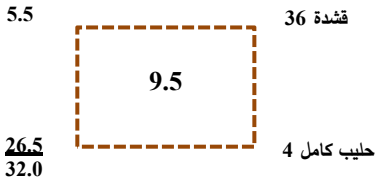
5. كمية مخلوط القشدة والحليب الكامل الدسم = 100−(19.850+0.5+5.5)=74 كغم

6. كمية الدهن المطلوب توفيرها من القشدة والحليب الكامل بعد الخصم لكمية الدهن الموجود في الحليب المكثف المحلى =9−1.980=7.015 كغم = 7 كغم

% للدهن في مخلوط القشدة والحليب الكامل الدسم $=\frac{7\times100}{74}$ = 9.5 %

كمية القشدة $=\frac{5.5\times74}{32}$ = 12.7 كغم

كمية الحليب الكامل = $\frac{26.5\times74}{32}$ = 61.5 كغم




وللتأكيد من النتائج يمكن التحقيق من النتائج يوضح جدول كما في الأمثلة السابقة

| المكونات (كغم) | الكمية (كغم) | دهن | SNF | سكر | مثبتات |
|---|---|---|---|---|---|
| حليب مكثف محلى (10% دهن و40% سكر ومواد صلبة كلية 75%) | 20 | 2 | 5 | 8 | – |
| سكر | 5.5 | – | – | 5.5 | – |
| مثبتات | 0.5 | – | – | – | 0.5 |
| قشدة ( 36% دهن) | 12.7 | 4.57 | 0.73 | – | – |
| حليب كامل الدسم (4% دهن) | 61.5 | 2.46 | 5.3 | – | – |
| المجموع | 100 | 9 | 11 | 13.5 | 0.5 |
| المواصفة المطلوبة | 100.2 كغم | %9.03 | %11.03 | %13.5 | %0.5 |

Atallah Abulghani