Zagazig J. Agric. Res., Vol. 52 No. (3) 2025 577- 592

Food, Dairy and Home Economic Research

Available online at http://zjar.journals.ekb.eg
http:/www.journals.zu.edu.eg/journalDisplay.aspx?JournalId=1&queryType=Master

استخدام المحليات غير المغذية في منتجات الألبان: فوائد وتحديات

اثير جاسم محمد جندل[*1] - مهند مهدي جمعة جندل[2] - احمد حمد محمد جندل[1]

1- قسم علوم وتكنولوجيا الالبان – كلية علوم الاغذية / الشرقاط – جامعة تكريت – محافظة صلاح الدين – العراق

2- قسم علوم وتكنولوجيا الاغذية – كلية علوم الاغذية / الشرقاط – جامعة تكريت – محافظة صلاح الدين – العراق

Received: 09/04/2025; Accepted: 22/06/2025

الملخص: في السنوات الأخيرة، شهدت معدلات الإصابة بالسمنة والأمراض المرتبطة بها ارتفاعًا بين الأطفال والمراهقين والبالغين. يعود السبب الرئيسي لهذا الارتفاع إلى الجمع بين انخفاض النشاط البدني وزيادة استهلاك الأطعمة عالية السعرات الحرارية الغنية بالدهون والسكر. ونتيجة لذلك، هناك طلب متزايد من المستهلكين على المنتجات الغذائية منخفضة السعرات الحرارية. ومن التقنيات الاكثر شيوعاً في تطوير المنتجات الغذائية ذات السعرات الحرارية المنخفضة هي استبدال السكر بالمحليات الطبيعية والاصطناعية غير المغذية في منتجات الألبان التي تحتوي على مستويات عالية من السكر- مثل الآيس كريم والحليب المنكه والزبادي والحلويات الحاوية على منتجات الألبان (الحلويات اللبنية) تستهلك على نطاق واسع في مجتمعات مختلفة. ان السكر الموجود في هذه المنتجات مسؤول عن خصائص حسية متعددة، بما في ذلك الملمس واللون والطعم. نظرًا لأن الحليب ومنتجات الألبان غنية بالعناصر الغذائية الحيوية التي تدعم صحة الإنسان، فإن استبدال السكر بالمحليات ضروري لمنع الاستهلاك المفرط للسكر مع تعزيز تناول الألبان. تهدف هذه الدراسة إلى استكشاف تطبيقات المحليات الطبيعية والاصطناعية المعتمدة من قبل المنظمات المعترف بها دوليًا في منتجات الألبان

الكلمات الإسترشادية: المحليات الصناعية، المحليات الطبيعية، منتجات الألبان، بدائل السكر، المضافات الغذائية.

المقدمة

أصبحت السمنة، بالإضافة إلى المشاكل الجمالية التي تسببها، مشكلة عالمية مهمة بسبب بعض الأمراض التي تسببها كأمراض القلب والأوعية الدموية، ارتفاع ضغط الدم، داء السكري من النوع الثاني وما إلى ذلك (**Carniel-Beltrami *et al.*, 2018**). في حين أن الإفراط في استهلاك الأطعمة عالية الدهون والسكر له تأثير واضح على انتشار السمنة، إلا أن هذا الوضع أدى إلى ظهور العديد من الحميات الغذائية لإنقاص الوزن وزيادة إنتاج منتجات الالبان منخفضة السعرات الحرارية (**Shankar *et al.*, 2013**). وفقًا للأبحاث التي أجريت على فئات عمرية مختلفة، فقد تقرر أن نوع الطعم الأكثر تفضيلًا هو الطعم السكري، وأن هذا مرتبط بمشاعر الأشخاص مثل المتعة والشعور بالسعادة (**Zhou *et al.*, Chamoun *et al.*, 2019 ; 2018**) هناك العديد من نتائج البحوث افادت بان السكر في العديد من الأطعمة، على الرغم من وجوده بشكل طبيعي، يزيد من القيمة الإجمالية للسعرات الحرارية في الطعام دون داعٍ لأنه يضاف جاهزًا الى الاغذية اثناء التصنيع (**Edwards *et al.*, 2016**). نتيجة لزيادة تناول السعرات الحرارية مع الإفراط في استهلاك السكر وانتشار الأمراض المتعلقة بهذا الوضع، ظهرت المحليات، وهي منتجات يمكن أن تحل محل السكر، ويزداد استخدامها كمكون غذائي يومًا بعد يوم (**Carocho *et al.*, 2017**). حيث يقوم مصنعو الأغذية بشكل خاص بإجراء دراسات تهدف إلى تقليل كمية السعرات غير الضرورية من السكريات المضافة في الأطعمة مثل المشروبات ومنتجات المخابز ومنتجات الألبان ومنتجات الافطار الجاهزة وعصير الفواكه (**Samaniego-Vaesken *et al.*, 2019**).

أثبتت الدراسات ان للإنسان رغبة فطرية تجاه السكر وكذلك الاطفال لديهم رغبة بذلك ايضا. نظرًا لأن الحليب ومنتجاته يشكل جزءًا مهمًا من النظام الغذائي اليومي، فإنها تتمتع بشعبية كبيرة لدى المستهلكين من مختلف المجتمعات. ونظرًا لارتفاع معدل الاستهلاك، تظهر متطلبات المستهلكين الجديدة لمنتجات ذات سعرات حرارية أقل بهذه المجموعة الغذائية **Pannerchelvan** (**Chen *et al.*, 2022 ; *et al.*, 2024;**). يتم إضافة السكر إلى منتجات الألبان مثل الزبادي المنكه والآيس كريم وحليب الشرب المنكه والحلويات اللبنية خلال مرحلة الإنتاج لأغراض مثل منع ظهور الطعم الحامضي وجعل المنتجات أكثر لذة للمستهلكين (**Tamime and**

* **Corresponding author: Tel.:** +9647700232339
E-mail address: atherjandal@tu.edu.iq

Robinson, 2007). متابعة لذلك فان للسكر وظائف في الأطعمة مثل تحسين اللزوجة والملمس وخصائص اللون وزيادة متانة المنتج (**Manay and Shadaksharaswamy, 2001**).

يؤدي استهلاك هذا النوع من الأطعمة السكرية بكميات تتجاوز الكمية الموصى بها، خاصة من قبل الأطفال والشباب الذين يعيشون حياة خاملة، إلى زيادة خطر الإصابة بالسمنة وأمراض التمثيل الغذائي، كما أنه يفسد صحة الأسنان عن طريق التسبب في إنتاج البكتيريا التي تخمر السكر في الفم (**Edwards *et al.*, 2016**). بالنسبة للمحليات المستخدمة في الأطعمة، يتم إجراء تصنيفات مختلفة مثل: المحليات الحرارية وغير الحرارية، المحليات المغذية وغير المغذية، المحليات الطبيعية والصناعية (**Sylvetsky and Rother, 2016; Daher *et al.*, 2019**). علاوة على ذلك، عالمياً تم تلخيص أربع استراتيجيات رئيسية لتقليل السكر (تقليل السكر المباشر، التكامل متعدد الحواس، المحليات، محسنات الحلاوة) . في بحثنا ، سوف يتم تضمين استخدام المحليات الطبيعية والصناعية غير الحرارية أو منخفضة السعرات الحرارية شائعة الاستخدام في منتجات الألبان.

المحليات الطبيعية والصناعية

يتم تصنيف المحليات وفقاً لأصلها إلى فئتين رئيسيتين, طبيعية وصناعية , وفقًا لأصلها (**Belloir *et al.*, 2017**). يوضح جدول 1 درجات حلاوة المحليات الطبيعية والصناعية المعتمدة من إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) مقارنة بالسكروز ونسبة الاحتياج اليومي المطلوب (ملغم/ كغم) وكذلك يوضح شكل 1 التركيب الكيميائي للمحليات محل الدراسة .

Acesulfame K (Acesulfame potassium)

هو ملح بوتاسيوم للأسيسولفام تم اكتشافه في عام 1967 ويستخدم كمحلي صناعي في إنتاج المشروبات والأطعمة والأدوية ومنتجات العناية البشرية في العديد من البلدان حول العالم منذ عام 1983 (**Kleinsteuber *et al.*, 2019**). نظرًا لأنه يحتوي على درجة حلاوة تزيد حوالي 200 مرة عن السكروز، فإنه يستهلك بهدف تقليل تناول السكر والسيطرة على مستوى الكلوكوز في الدم (**Ohtsuki *et al.*, 2015**). اعتبر مُحلي مفضل في صناعة الأغذية بسبب توافقه مع أنواع المحليات الأخرى، ومقاومته للحرارة، وطول فترة حفظه (**Castronovo *et al.*, 2017**). وجد أن الأسيسولفام بوتاسيوم لا يوفر السعرات الحرارية لأنه لا يتم تمثيله في جسم الإنسان، واثبت ايضا ان له تأثيرًا سامًا إذا تم استهلاكه بجرعات عالية جدًا وذلك لتحلله الى Acetoacetamide (**Chattopadhyay *et al.*, 2014**).

Advantame

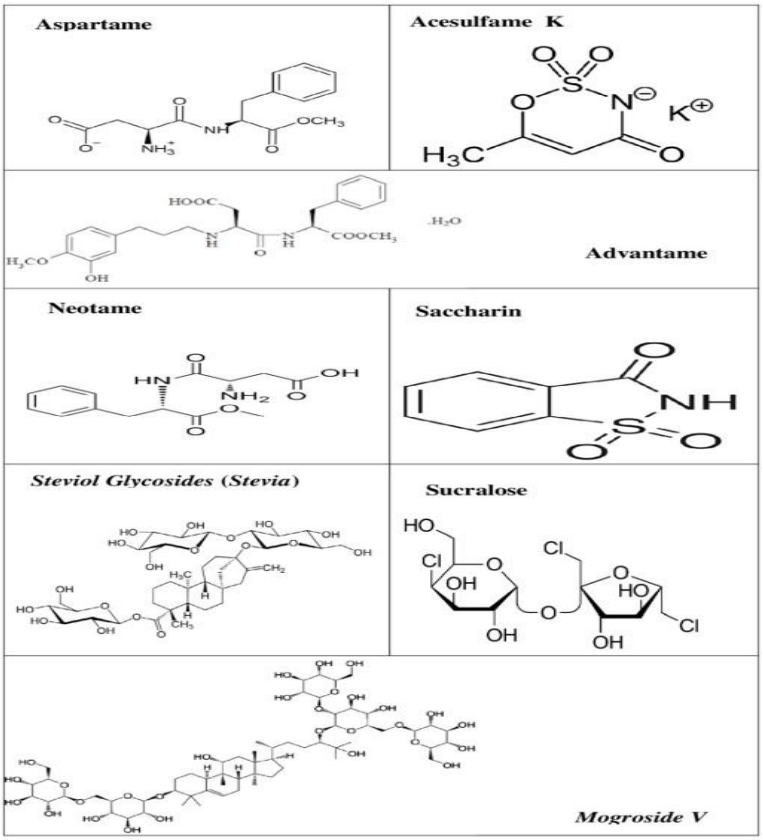
يعتبر ألادفانتام مرتبطاً ارتباطا هيكليًا بالأسبارتام، أحلى بحوالي 20000 مرة من السكروز، يكفي استخدام كمية صغيرة جدًا لزيادة الحلاوة. لذلك، فإن كمية السعرات الحرارية التي يوفرها ضئيلة أيضًا (**Warrington *et al.*, 2011**). يمكن استعمال أدفانتام في صناعة مجموعة متنوعة من المنتجات مثل القهوة والشاي المثلج والمشروبات المخفوقة والعلكة والزبادي (**Otabe *et al.*, 2011**). يتمتع بمجال استخدام واسع لأنه يحافظ على ثباته عند درجة حموضة منخفضة وأثناء المعالجة الحرارية (**Renwick, 2011**). بالإضافة إلى زيادة درجة حلاوة الطعم ، يتم استخدامه أيضًا لإخفاء الطعم المر، وتعديل الطعم المطلوب، وتعزيز النكهة (**Iwakoshi *et al.*, 2019**).

Aspartame

الأسبارتام هو الإستر الميثيلي لثنائي الببتيد المكون من الحامضين الأمينيين فينيل ألانين وحامض الأسبارتيك. والذي يزيد حلاوته 200 مرة عن السكروز، يستخدم في العديد من البلدان ويضاف إلى العديد من الأطعمة (**Kirkland and Gatehouse, 2015**). إنه الأقل مقاومة للحرارة بين المحليات. يتدهور ثباته عند تسخينه لفترة طويلة عند درجة pH 6 أو أعلى وتظهر منتجات تحلل ضارة (**Kumari *et al.*, 2016a**). نظرًا لأن الأسبارتام يتم تمثيله إلى فينيل ألانين وحامض الأسبارتيك في الجهاز الهضمي، فمن الضروري وجود تحذير على ملصقات المنتج يشير إلى أنه يحتوي على فينيل ألانين لإعلام مرضى فينيل كيتونوريا، المعروف أيضًا باسم (PKU) (**Haighton *et al.*, 2019**). في نتائج احدى الدراسات السابقة، تم إعطاء الفئران 75 ملغم / كغم من الأسبارتام يوميًا عن طريق الفم لمدة 90 يومًا، ونتيجة لذلك، تم الإبلاغ عن تغييرات في نشاطها الحركي ومستوى القلق والحالات المزاجية (**Ashok *et al.*, 2014**). في دراسة أخرى استمرت 90 يومًا، استنتج بان تناول 75 ملغم/كغم من الأسبارتام يزيد من مستوى الإجهاد التأكسدي للفئران (**Iyyaswamy and Rathinasamy, 2012**).

Neotame

النيوتام، وهو مشتق من الأسبارتام، له درجة حلاوة أعلى بـ 30-60 مرة من الأسبارتام. يتمتع بثبات مماثل للأسبارتام في درجات pH العالية ، بينما يكون أكثر استقراراً من الأسبارتام في درجات pH المتعادلة، مما يتيح تطبيق المعالجة الحرارية العالية (**Kumari *et al.*, 2016b ; 2016a**). ويتمتع بحلاوة طبيعية ويمكن استخدامه لإخفاء النكهات الغير مرغوبة. وحسب النتائج المتحصل عليها اثبتت انه ولعدم تكوين فينيل ألانين نتيجة لتحلله المائي ، يمكن استهلاكه من قبل مرضى فينيل كيتونوريا (**O'Donnell and Kearsley, 2012**).



شكل 1. يوضح التركيب الكيمياوي للمحليات الصناعية والطبيعية

Saccharin

السكارين هو أول مُحلي تم تسويقه (**Belloir *et al.*, 2017**). حيث لا يحتوي على قيمة غذائية ولا يخزن السعرات الحرارية ولا يتم تمثيله في الجهاز الهضمي حيث يتم طرحه دون تغيير. يحافظ السكارين على استقراره في ظل ظروف الحموضة ودرجة الحرارة المختلفة التي قد يتعرض لها الطعام (**Kabir *et al.*, 2018**). يتميز السكارين بطعم مر ومعدني. عند استخدامه مع السيكلامات، يتم إخفاء الطعم غير المرغوب فيه للسكارين بواسطة السيكلامات، وتزداد درجة الحلاوة بسبب التأثير التآزري (**Bruno *et al.*, 2014**).

Sucralose

السكرالوز، الذي يستخدم على نطاق واسع في الأطعمة، يمكن أن يستهلكه مرضى السكري والأشخاص الذين يرغبون في الحد من تناول السعرات الحرارية لأنه لا يخزنها ولا يؤثر على مستويات السكر في الدم (**Magnuson *et al.*, 2017**). على الرغم من أن السكرالوز له طعم مر خفيف، إلا أنه مفضل لأنه يسبب تغييرات حسية أقل في المنتج مقارنة بالمحليات الأخرى (**Pimentel *et al.*, 2015**). في دراسة سابقة فحصت الخصائص الحسية لعصائر الفاكهة المضافة إليها المحليات، تم تحديد أن عصير الفاكهة الذي يحتوي على السكرالوز هو الأقرب في الخصائص الحسية إلى عصير الفاكهة الذي يحتوي على السكروز (**Zorn *et al.*, 2014**).

Steviol Glycosides (Stevia)

ستيفيا نبات معمر ينمو في دول امريكا الجنوبية ينتمي إلى العائلة النجمية ويزرع الآن في العديد من مناطق العالم، بما في ذلك آسيا وأوروبا وأمريكا الشمالية (**Salazar *et al.*, 2018**). يتم الحصول على الستيفيا من أوراق نبات *Stevia rebaudiana* وهي مقاومة للحموضة والتخمير ايضا. المكونات الرئيسية التي تمنح الحلاوة لكليكوسيدات الستيفيول هي Stevioside و Rebaudioside A (**Abo Elnaga *et al.*, 2016**). تم إدراج جليكوسيدات الستيفيول في قائمة المواد المعترف بها عمومًا على أنها آمنة (GRAS) من قبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) في عام (2008). وجد

Lobete *et al.* (2017) ان استخدام المحليات التي أساسها الستيفيا كبديل للسكر ليس فقط للاستهلاك المباشر ولكن أيضًا كإضافات للمشروبات الصناعية ومنتجات الألبان مثل الحليب المنكه, حيث اثبت بانه يحافظ على خواصه في نطاق واسع من الحموضة ودرجة حرارة 200 م°. لذلك، فإن الأطعمة المضافة إليها تكون مناسبة للطهي (**Lemus-Mondaca *et al.*, 2012**). بالإضافة إلى كونه مُحليًا طبيعيًا، فإنه يجذب الانتباه بسبب نشاطه المخفض لضغط الدم، والمقلل لسكر الدم، والمضاد لمرض السكري، والمضاد للأكسدة، والمضاد للميكروبات، والمضاد للالتهابات (**Gardana and Simonetti, 2018**). بالإضافة إلى ذلك، في دراسة أجراها (**Brambilla *et al.*, 2014**) تم تحديد أن الستيفيا لها تأثير غير مسبب للتسوس عن طريق منع نمو البكتيريا في الفم . بالإضافة إلى ذلك، أفادت الدراسة أن جليكوسيدات الستيفيول الموجودة في أوراق نبات الستيفيا ليست مشوهة للأجنة، ولا مسرطنة، ولا مطفرة وراثيا، ولا تسبب أي سمية حادة او بسيطة. لقد ناقشت العديد من الدراسات الاستعراضية السابقة التركيب البيو-كيميائي، والفوائد الغذائية، والمزايا الصحية لنبات الستيفيا. وقد ظهر مؤخرًا اهتمام كبير بالتعرف على استخداماته المحتملة. ونتيجة لذلك، يجب على الأفراد المصابين بداء السكري استهلاك الستيفيا باعتبارها مغذياً نباتياً بالغ الأهمية (**Safarova, 2025**).

Siraitia grosvenorii

وهو نوع من عائلة القرعية، يستخدم في الطب الصيني التقليدي منذ 300 عام لعلاج نزلات البرد والسعال الجاف والتهاب الحلق واضطرابات الأمعاء وكمُحلي (**Gong *et al.*, 2019**). تعتبر Mogrosides من المكونات الرئيسية لنبات *S. grosvenorii* ، ويعرف ايضا النبات باسم (لو هان غو) او فاكهة الراهب (Monk-fruit)، نظرًا لعدم تكوين فينيل ألانين نتيجة لتحلله المائي، فيمكن استهلاكه من قبل مرضى فينيل كيتونوريا (**O'Donnell and Kearsley, 2012**). يحتوي على 1.9% من Mogrosides في الفاكهة الطازجة و 3.82% في الفاكهة المجففة. Mogroside V هو المكون الأساسي للتحلية ويوجد بنسبة 0.5 - 1.4% في الفاكهة المجففة (**Itkin *et al.*, 2016; Li *e al.*, 2014**) ويعتبر مستخلص *S.grosvenorii* ومكون Mogroside V اللذان تمت الموافقة عليهما من قبل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية لاستخدامها البشري (**Philippe *et al.*, 2014**). بالإضافة إلى جليكوسيدات الكوكوربيتان يحتوي *S. grosvenorii* على مواد كيميائية ذات مصدر نباتي أخرى مثل الفلافونويدات والقلويدات والستيرولات والأحماض الأليفاتية، والتي تلعب دورًا في العديد من الأنشطة الدوائية كمضاد للأكسدة، مضاد لمرض السكري، مضاد للسرطان و مضاد للبكتيريا (**Liu *et al.*, 2016; Lee and Jin, 2012**).

بعض الدراسات حول استخدام المحليات في الحليب ومنتجاته

تعتبر منتجات الألبان بالإضافة إلى محتواها العالي من البروتين ذي القيمة البيولوجية، لها تأثير إيجابي على بعض الأمراض المزمنة بفضل مكوناتها المفيدة الأخرى (**Lago-Sampedro *et al.*, 2019** ; **Pannerchelvan *et al.*, 2024**). ومع ذلك، تحتوي منتجات الألبان الكثيرة الاستهلاك مثل الزبادي المدعم بالفاكهة والحليب المطعم بالشوكولاتة والآيس كريم والكريمة المطعمة بالفانيليا على كميات كبيرة من السكر (**McCain *et al.*, 2018**). يتم تفضيل المنتجات التي تحتوي على مُحليات منخفضة السعرات الحرارية بدلاً من السكر، خاصة من قبل المستهلكين الذين يرغبون في تجنب الآثار الضارة للاستهلاك المفرط للسكر وتقليل تناول السعرات الحرارية (**Choi and Chung, 2015**).

الزبادي

زاد استهلاك الزبادي باستمرار في الآونة الاخيرة. بينما كان لليوغرت أنواع محدودة في الماضي، يتم تقديمه للمستهلكين اليوم بأنواع مختلفة مثل الزبادي العادي ويوغرت بنكهة الفاكهة مشروب الزبادي و Frozen Yoghurt) (**Pannerchelvan *et al.*, 2024; Aryana and Olson, 2017**). هناك العديد من الدراسات حول تقليل السكر أو استخدام المحليات بدلاً من السكر لمنتجات تحتوي على نسبة عالية من السكر مثل الزبادي المدعم بالفواكه. حيث انه في دراسة اختبرت الخواص الحسية لتركيزات السكر المختلفة في الزبادي، وجد أن الزبادي المدعم بالفراولة والقهوة الذي يحتوي على 7 % من السكر كان اكثر قابلية لدى المستهلكين مقارنة بالأصناف التي تحتوي على 10 % من السكر، بينما وجد ان الزبادي المحتوي على 5 % من السكر كان أقل قابلية لدى المستهلكين (**Chollet *et al.*, 2013**). على الرغم من أن استهلاك الزبادي العادي يعتبر أكثر صحة، إلا أن الطلب على الزبادي المضاف إليه السكر أو المحليات مرتفع للغاية بالرغم من انخفاض القيمة الغذائية لهذا النوع مقارنة بالزبادي العادي، إلا أنه يُعتقد أن زيادة النكهة تزيد من الاستهلاك المنتظم للزبادي (**Saint-Eve *et al.*, 2016**). ويجدر الاشارة الى تفضيل مرضى السكري والأشخاص الذين يرغبون في الحفاظ و السيطرة على وزن الجسم تناول المنتجات التي تحتوي على محليات خالية من السعرات حرارية مثل الأسيسولفام والسكرالوز والستيفيا (**Sakandar *et al.*, 2018**).

جدول 1. مقارنة درجات الحلاوة وقيم الاستهلاك اليومي المقبول (ADI) لمجموعة من المحليات الطبيعية والصناعية*

المُحلي	التصنيف	درجة الحلاوة (مقارنة بالسكروز/ ضعف)	ADI*(ملغم/كغم/يوم)
Acesulfame K	صناعي	200	15
Advantame	صناعي	20000-30000	32.8
Aspartam	صناعي	200	50
Neotam	صناعي	7000-13000	0.3
Saccharin	صناعي	200-700	15
Sucralose	صناعي	600	5
Steviol Glycosides	طبيعي	200-400	4
Siraitia grosvenorii	طبيعي	100-250	غير محددة*

***المصدر** (Mooradian ; FDA, 2018 واخرون , 2017)

* **ADI**هو الاختصار لـ المسموح بتناوله اليومي (Acceptable Daily Intake) ، وهو مقياس لكمية المادة التي يمكن استهلاكها بأمان يوميًا على مدى العمر.

* غير محددة تعني أن قيمة ADI لم يتم تحديدها بعد أو أنها غير متوفرة.

في دراسة أجراها (**Reis *et al.*, 2011**) تمت مقارنة درجة الحلاوة للمحليات باستخدام الأسبارتام، الأسيسولفام ، السكارين، الستيفيا، والسكرالوز في الزبادي المدعم بالفواكه. في هذه الدراسة تم تحديد السكرالوز على أنه والخليط منها أقوى مُحلي، والأسبارتام على أنه الأضعف. تم تحديد أن مجموعات المحليات المختلفة زادت من درجة الحلاوة، ونتيجة لهذه الدراسة، تم الاستنتاج بأن مزيج الأسيسولفام والستيفيا تحديدًا يمكن أن ينتج طعمًا أكثر قابلية في المنتج.

في دراسة بحثية أخرى، تم استخدام السكروز وثمانية محليات مختلفة في الشاي الأسود وحليب الشوكولاتة والزبادي العادي حيث تم إجراء مقارنات من حيث الخصائص الحسية. تفوق الزبادي المحلى بالسكروز تميز برائحة حليب قوية وحلاوة عالية وقوام كريمي وحموضة، بينما حصل على درجات منخفضة من حيث المرارة والخواص الكيمياوية والصلابة (القوام). وقد لوحظ أن الزبادي المحلى بالأسيسولفام والستيفيا و(لو هان غو) كان لديه درجة حلاوة أقل ، ويعزى ذلك إلى الخواص الكيمياوية والمرارة الأكثر وضوحًا في هذه العينات. بالإضافة إلى ذلك، تم تحديد أن الزبادي الذي يحتوي على الأسبارتام والسكروز كان لديه مظهر وطعم أقرب لليوغرت المدعم بالسكروز (**Tan *et al.*, 2020**). في نتائج دراسة جديدة بحثت في ثبات الأسبارتام والنيوتام ضد عمليات تخمر وتخزين الزبادي ، لوحظ فقدان بنسبة 47 % في الأسبارتام و3% في النيوتام بعد البسترة عند 85 درجة مئوية لمدة 30 دقيقة. ولقد لوحظ خلال عملية التخمير، فقدان بنسبة 3% في الأسبارتام، بينما لم يحدث فقدان في النيوتام ولم يلاحظ أي تغيير كبير في ثبات النيوتام والأسبارتام في الزبادي المخزن عند 4-7 درجات مئوية لمدة 15 يومًا (**Kumari *et al.*, 2018**).

يتم تفضيل المحليات الصناعية بسبب احتوائها على مستويات منخفضة من الطعم الغريب وثباتها ضد درجات الحرارة العالية والحموضة، وعدم إحداث تغييرات ملحوظة من الناحية الحسية. ومع ذلك، هناك اتجاه متزايد نحو المحليات الطبيعية بسبب الدراسات التي تشير إلى ارتباطها ببعض الأمراض على المدى الطويل (**Costa *et al.*, 2019**). اكدت دراسة لتحديد أفضل تركيز للمحليات القائمة على الستيفيا وتحديد تركيزها الأمثل للاستخدام في الزبادي المنكه بالفانيليا، تم تحديد أن تركيز الستيفيا يؤثر على مستويات قابلية المستهلكين لدرجة الحلاوة والحموضة في الزبادي بينما انخفضت مستويات قبول المستهلكين عندما لوحظ الطعم الحامض، ونتيجة لذلك، تم التوصل إلى استنتاج مفاده أنه بالإضافة إلى أهمية تركيز الستيفيا في الزبادي، يجب أيضًا تحسين ظروف تخمير الزبادي ومزرعة البادئ في الزبادي الذي يحتوي على السكر المُحلي (**Rashwan *et al.*, 2013;** **Narayanan *et al.*, 2014**).

في دراسة أجراها (**Kalicka *et al.*, 2017**) تمت مقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والخواص الحسية لليوغرت المضاف إليه 8% سكروز مع الزبادي المضاف إليه 0.04% ستيفيا خلال فترة تخزين مدتها 21 يومًا، ونتيجة لذلك، تم اكتشاف أنه مع زيادة تركيز الستيفيا، زادت درجة حموضة الزبادي. بالإضافة إلى ذلك، وجد المحكمون أنه لا يوجد فرق كبير في كثافة الحلاوة بين عينات الستيفيا وعينة المقارنة (الكونترول)، ولكن تم تحديد أن إحساس الطعم السكري كان أكثر استمراراً في عينات الستيفيا وأنه كان ذا طعم أقوى. تم استبدال السكروز بالكامل بينما حصلت العينات التي استخدم فيها الستيفيا على أقل درجة من حيث الطعم الحلو، واظهرت النتائج التي توصل اليها الباحثون أن استخدام 75% ستيفيا و 25% سكروز كان اكثر قابلية لدى المستهلكين . وتحديداً في دراسة أخرى تم فيها استخدام مستخلص فاكهة *S. grosvenorii* كمُحلي في البروبيوتيك - يوغرت (الزبادي الحيوي)، تم ملاحظة أن إضافة المُحلي حسنت الخصائص الوظيفية لليوغرت عن طريق زيادة

عـدد *Lactobacillus casei*، وهـي مجموعـة مـن البكتيريـا النافعـة التـي تحقق فوائد صحية عند استهلاكها وتكـون ذات أنشـطة بيولوجيـة مهمـة فـي الجسـم وتعمـل كمضادات الأكسدة. في نفس الدراسة، اظهرت الخواص الحسـية، ان الزبـادي المضـاف إليـه 1% مـن مسـتخلص *S. grosvenorii* كـان اكثر فـي خواصـه الحسية واكثر درجات تقييم من حيث القبول العام بين المنتجات المضـاف إليها 0.5% و1% و2%(**Abdel-Hamid *et al.*, 2020**).

الآيس كريم

هو منتج ألبان مجمد، مفضـل لـدى النـاس بسبب تـأثيره المنعش وإمكانية انتاجه بنكهات مختلفة. يعمل المصـنعون علـى تطـوير مخـاليط جديدة للآيس كريم استجابة لطلبات المسـتهلكين المختلفـة (**Kulkarni, 2018**). نظـرًا لأن الـدهون والسـكر فـي الآيـس كـريم يشـكلان المكونـات الأساسية التـي تـوفر السعرات الحراريـة ، يتم البحث في تقليـل هـذه المكونـات أو اسـتخدام بـدائل لتقليـل محتـوى السعرات الحرارية (**Pintor *et al.*, 2017; Pintor-Jardines *et al.*, 2018**). يتم استخدام السكر بشكل عام بنسبة 14- 16% في إنتاج الآيس كريم لأغراض مثل إضـافة النكهـة إلـى المنـتج، وزيـادة القابليـة للآيـس كـريم، وتحسين اللزوجـة والقوام (**Syed *et al.*, 2018**). في الآيس كريم الذي يحتوي على نسبة عالية من السكر، يعد اختيار المُحلي الذي سيتم استخدامه بدلاً من السكر أمرًا مهمًـا لتحقيـق طعـم السـكر المرغـوب، حيـث أن اسـتخدام بعـض المحليـات البديلـة يمكـن أن يـؤثر علـى قـوام الآيـس كريم، ويغير الطعم المطلوب ، ويسبب ظهور طعم مر (**Cadena *et al.*, 2012**). في دراسة اجريت بواسطة (**Khuenpet *et al.*, 2015**) تم فيها استخدام السكرالوز وكحوليات السكر بدلاً من السكروز في إنتاج آيس كريم الفانيليـا، تـم تحديـد أن لزوجـة العينـات المضـاف إليهـا كحوليـات السـكر كانـت أعلـى مـن العينـة المضـاف إليهـا السكرالوز. مـن حيـث الخصـائص الحسـية مثـل النعومـة واللون والرائحة ودرجة الحلاوة والمذاق، لم تظهر العينة التـي تحتـوي علـى السـكرالوز فرقًـا كبيـرًا مقارنـة بعينـة المقارنة التي تستخدم السكر، ولوحظ أنها كانت أرخص من العينات الأخرى لأنها استخدمت بكمية أقل بكثير.

ومـن ناحيـة اخـرى, تـم اجـراء دراسـة علـى اسـتخدام مخـاليط مختلفـة مـن السـكرالوز والسـوربيتول بـدلاً مـن السكروز فـي إنتـاج الآيـس كـريم قليـل الدسـم والخـالي مـن السكر، تم التأكيد على أن استخدام هذه المحليات في تركيبة خاصـةً، نظـرًا لتشـابه السـكرالوز مـع السـكروز فـي الخصائص الحسية، فقد ساهم في الاحساس بدرجة الحلاوة المرغوبـة فـي الآيـس كـريم دون التـأثير علـى خواصـه الحسية (**Khan *et al.*, 2018**). بالإضافة الى ذلك, اثبتت دراسة في المرحلة الاولى منها تقييم درجة قبول المحليات في مثلجات الشوكولاتة الدايت, حيث تم إعداد عينـات الآيـس كـريم بنسـب سـكروز تتـراوح بـين 12%، 14%، 16%، 18%، و20%، وقـام بتقييمهـا حسـياً مجمـوع ة مـن المحكمـين. وقـد تـم تحديـد أن العينـة التـي تحتوي على 14% سكروز هي الأكثر قبولاً. وفي المرحلة الثانيـة مـن نفـس الدراسـة، تـم إنتـاج عينـات باسـتخدام السـكرالوز، والسـتيفيا، والنيوتـام، وخلـيط الأسيسـولفام / السكرالوز/النيوتام (K1) ، وخليط السكروز مع نكهات مختلفـة (K2)، لتحقيق نفس درجـة الحـلاوة التـي يوفرهـا 14% سكروز. وقد تم تحديد أن أفضل بـديل للسكروز هو خليط المحليات المستخدم (K1) وقد تم تفسير ذلك بالتـأثير التـآزري للأسيسـولفام ، والنيوتـام، والسـكرالوز. بينمـا لـم تظهر عينات الستيفيا نتائج مختلفة عن السكروز من حيث المظهر، والرائحة، والقوام، والقبول العام، فقد تم تحديد أن عينـات النيوتـام والسـكرالوز المسـتخدمة بمفردهمـا كانـت مختلفة بشكل ملحوظ عن عينة المقارنة (**Palazzo and Bolini, 2017**).

في دراسة اخرى ايضـا تم معرفـة درجـة قابليـة الآيس كريم الذي يحتوي على الاحياء الدقيقة *L. acidophillus* والإينـولين، حيـث تـم اسـتخدام الأسـبارتام والنيوتـام والسـكروز والسـتيفيا (التـي تحتـوي علـى نسـب 60%، 85%، 95%، و97% Rebaudioside A) كمحليـات علـى التـوالي، حصـلت عينـات مجموعـة المقارنـة (الكونترول) (التي تحتوي على السكروز)، والسكروز، , Reb60 , Reb95 و Reb97 على أعلى الدرجات من حيث القبول العام. وفي الوقت نفسه، في هذه الدراسة التي تـم فيهـا قيـاس تـأثير المعلومـات المتعلقـة بالمنتجـات علـى مسـتوى قابليـة المسـتهلكين، زادت درجـات القبـول العـام لعينات الأسبارتام والنيوتـام و Reb85 بشكل ملحوظ بعد تزويد المستهلك بالمعلومات (**Peres *et al.*, 2018**). في دراسة تم فيها استخدام الستيفيا بتركيزات مختلفة في إنتـاج الآيس كريم، تم تحديد أن الستيفيا تؤثر علـى الخصـائص الفيزيائيـة للآيس كريم. وقـد لـوحظ أن الآيـس كـريم الـذي يحتوي على الستيفيا لديه معدل ذوبان أقل ولزوجـة أعلـى، وأن السـتيفيا تـؤثر علـى صـلابة الآيـس كـريم وتزيـد مـن لزوجته (**Pon *et al.*, 2015**) ايضاً اجريت دراسة علـى الآيـس كـريم العـادي والمطعـم بالشـوكولاتة الـذي يحتـوي علـى الستيفيا، تـم تحديـد أن إضـافة الستيفيا تقلـل مـن معـدل ذوبـان الآيـس كـريم وتزيـد مـن اللزوجـة. وقـد اظهـرت العينـات التـي تـم فيهـا اسـتخدام السـتيفيا والكاكـاو معًـا علـى أعلى الدرجات من قبل المحكمين من حيث الطعم والرائحة (**Ozdemir *et al.*, 2015**).

وفي دراسة اخرى ، لوحظ أنه كلما زادت كمية الستيفيا المسـتخدمة بـدلًا مـن السـكروز فـي العينـة، انخفضـت اللزوجـة. وقـد تـم ربـط هـذه الحالـة بخصـائص الـذوبان والتركيب المحب للماء للسكريات الثنائية مثل السكروز. فـي هـذه الدراسـة التـي تـم فيهـا تقيـيم كميـات السـعرات

الحرارية في عينات الستيفيا والسكروز، تم حساب قيم السعرات للآيس كريم باستخدام السكروز بالكامل والستيفيا بالكامل على التوالي، 143.03 و 105.25 كيلو كالوري / 100 مل (**Alizadeh *et al.*, 2014a**). وفي دراسة قام بها (**Robins *et al.*, 2019**) اذ قاموا بإجراء مقارنة بين العينات باستخدام كمية معينة من الستيفيا بدلًا من ثلثي كمية السكروز المستخدمة في مجموعة التحكم في الآيس كريم المصنوع من حليب الماعز. على غرار الدراسات الأخرى، لوحظ أن وقت الذوبان زاد في عينة الستيفيا، وكذلك الخواص الحسية لم يتم ولم يكن هناك فرق كبير بين العينتين من حيث المذاق.

الحليب المنكه

يُستهلك الحليب المنكه بأنواعه المختلفة على نطاق واسع في العديد من البلدان ومن قبل جميع الفئات العمرية (**Azami *et al.*, 2018**). على الرغم من أن الحليب المنكه له خصائص غذائية مماثلة للحليب العادي، إلا أن محتواه العالي من السكر قد أثار الكثير من مخاوف، خاصة مع انتشار السمنة بين الأطفال (**Oliveira *et al.*, 2016; Chen *et al.*, 2022**). وبما انه اظهر زيادة في استهلاك الحليب باستخدام هذه المنتجات فإن التحكم في تناول السكر هو قضية مهمة. لذلك، تُجرى دراسات لزيادة الجودة الغذائية للحليب المنكه عن طريق تقليل السكر دون تغيير مذاقه بشكل سلبي (**Li and Drake, 2015**). في دراسة استخدمت فيها السكرالوز بتركيزات 0، 50، 100، 150، 200 و250 جزء في المليون في الحليب المنكه بالفانيليا، اظهرت النتائج بأن إضافة السكرالوز أثرت على لون الحليب ومظهره وقوامه ورائحته ومستوى القابلية العامة للمستهلكين. نتيجة للتحليلات التي أُجريت، تم تحديد أن الحليب المنكه المضاف إليه 150 جزء في المليون من السكرالوز يتمتع بجودة أعلى (**Kashid and Chavan, 2019**). عند فحص المكونات التي يهتم بها الآباء عند شراء الحليب المطعم بالشوكولاتة لأطفالهم، اتضح أن كمية السكر في الحليب مهمة للآباء، وأنهم يفضلون المنتجات التي تحتوي على السكروز أو المحليات الطبيعية والخالية من السعرات الحرارية بدلاً من المحليات الصناعية (**Li *et al.*, 2014**). في دراسة اجريت لتقدير تفضيلات البالغين للحليب العادي والمطعم بالشوكولاتة، تم إعداد عينات باستخدام السكروز فقط، والستيفيا فقط، والستيفيا والسكروز معًا، ونتيجة للتحليلات الحسية، حصلت العينات التي استخدم فيها الستيفيا والسكروز معًا على أعلى الدرجات من حيث مستوى القبول العام (**Bordi *et al.*, 2016**). على الصعيد الاخر, وفي دراسة أجريت على أطفال تتراوح أعمارهم بين 12-14 عامًا، تم الحصول على نتائج أفضل من حيث الرائحة والقوام والمذاق والقبول العام للحليب المطعم بالشوكولاتة الذي استخدم فيه كمية صغيرة من السكروز مع الستيفيا (**Verruma-Bernardi *et al.*, 2015**).

في دراسة اخرى اجريت بواسطة (**Alizadeh *et al.*, 2014b**) تم تحلية الحليب المخفوق المحضر من أنواع عصير الفاكهة والحليب باستخدام السكر والستيفيا بنسب مختلفة. نتيجة للتحليلات الحسية، تم التأكيد على أن العينات التي استخدم فيها 25 % سكروز و 75 % ستيفيا كانت الاعلى في درجة قابلية المستهلكين. بالإضافة إلى ذلك، أعطت المنتجات التي تحتوي على 100 % ستيفيا نتائج قريبة من مجموعة المقارنة (الكونترول) التي استخدمت 100 % سكروز من حيث القبول العام.

في دراسة استخدم فيها مسحوق مستخلص *S. grosvenorii*، الذي تم قبوله كـ GRAS منذ عام 2011، بنسب مختلفة في الحليب المطعم بالشوكولاتة، تم تقييم مدى قابلية هذه المنتجات من قبل الآباء والأطفال والشباب . في هذه الدراسة، التي تم فيها أيضًا تقديم معلومات للآباء حول المحليات المستخدمة في المنتجات وإجراء استطلاع حول معايير شراء الحليب المطعم بالشوكولاتة، فضل الآباء ذوو البنية التقليدية الحليب المطعم بالشوكولاتة المحلى بالسكروز، بينما فضل الآباء الأكثر وعيًا بملصقات الأطعمة الحليب المطعم بالشوكولاتة الذي يحتوي على نسبة سكر منخفضة ومحليات طبيعية ، ولم يكون هناك فروق معنوية بين مجموعة المقارنة والعينات التي أضيف فيها هذه المحليات بنسبة 25 % مع السكروز. ومع ذلك، فإن 75 % من العينات التي تحتوي على المحليات بنسبة 75% حصلت على درجات حسية أقل مقارنة بمجموعة المقارنة – الكونترول - (**Li *et al.*, 2015**).

الحلويات اللبنية

تُعد مجموعة الحلويات اللبنية جزءاً مهماً من منتجات الألبان، وقد أصبحت شائعة في الوقت الحاضر لأسباب مثل محتواها العالي بالمكونات الغذائية بفضل كمية الحليب الكبيرة التي تحتوي عليها، ودرجة قبولها حسيًا من قبل جميع الفئات العمرية، وانتشارها المتزايد في قطاع الوجبات الجاهزة. وفي الوقت نفسه، تُعتبر الحلويات اللبنية أغذية مناسبة لتعديل كمية السعرات الحرارية عن طريق إجراء تغييرات في تركيبتها أو لإضافة خواص وظيفية للمنتج (**Verruck *et al.*, 2019**). على الرغم من إجراء العديد من الأبحاث حول تقليل الدهون في الحلويات اللبنية، إلا أن هناك أيضًا دراسات اخرى تجرى حول تقليل كمية السكر واستخدام المحليات بدلًا من السكر في المنتجات الغذائية (**Xue *et al.*, 2024; Di Monaco *et al.*, 2019; Alcaire *et al.*, 2017**).

خلال نتائج دراسة تم فيها تقييم استخدام السكرالوز والأسبارتام والنيوتام والستيفيا في حلوى لبنية مطعمة بالشوكولاتة قليلة السعرات الحرارية البريبايوتيك أعطى المنتج الذي يحتوي على السكرالوز نتائجا قريبة من المنتج المصنوع من السكروز من حيث المظهر الحسي. عند

مقارنة المحليات والسكروز المستخدمة في صنع الحلوى اللبنية البريبايوتيك المطعمة بالشوكولاتة، تم تحديد أن السكرالوز هو أفضل مُحلي يمكن أن يحل محل السكروز، ومع ذلك، فقد وفرت جميع المحليات الأخرى المستخدمة استقرارًا جيدًا في هذا المنتج (**De Morais *et al.*, 2015**).

حسب النتائج التي توصل اليها الباحثين (**Furlan and Campderros, 2017**) فقد تم دراسة تأثير السكروز ومزيج الستيفيا والسكرالوز على الحلويات اللبنية قليلة الدهون التي تم فيها استخدام الإينولين كبديل للدهون. ونتيجة للدراسة, ذو قابلية اعلى من حيث الخواص الحسية للعينة التي تحتوي على 50 % ستيفيا و 50 % سكروز. لقد ساعد الإينولين المستخدم في الدراسة على زيادة تماسك المنتج طوال فترة الصلاحية. حيث تتأثر كمية المحليات المستخدمة في المنتجات، ونوع المُحلي، ومكونات المادة الغذائية، ودرجة الحرارة، وقيمة الرقم الهيدروجيني، وكمية السكروز المثلى التي يمكن استخدامها في المنتج على العديد من الخصائص الأخرى. اثبتت نتائج دراسة سابقة تم فيها استخدام محليات صناعية وطبيعية مختلفة في صنع الحلويات اللبنية، تم تحديد كميات المحليات التي تتوافق مع مستوى السكروز المثلى. حيث استخدمت فيها السكرالوز والأسبارتام والنيوتام والستيفيا وتم تحديد أن اكثر مُحلي قابلية هو النيوتام واقل مُحلي من حيث القابلية هو الستيفيا (**Xue *et al.*, 2024;** **De Morais *et al.*, 2014**).

النتـائـــج

مع زيادة السمنة والأمراض التي تسببها خلال جميع الفئات العمرية، بدأ المستهلكون في التوجه نحو المنتجات منخفضة السعرات الحرارية. اظهرت استخدام منتجات الألبان التي تستخدم المحليات بدلًا من السكر اهتمام المستهلكين أيضًا. لقد نالت هذه المنتجات التي تم استهلاكها قبول جميع الفئات العمرية وتشمل هذه المنتجات الآيس كريم ,الزبادي المنكه ,الحليب المطعم والحلويات اللبنية. سيؤدي استخدام المحليات الطبيعية والصناعية غير المغذية بدلًا من جزء من السكر أو كله في هذه المنتجات إلى زيادة استهلاك المنتجات. وحيث انه يؤثر السكر على مذاق منتجات الألبان بالإضافة إلى المظهر والقوام. لذلك، يجب أن يكون نوع المُحلي المستخدم في المنتج مناسبًا للمنتج، ولتجنب الطعم المعدني أو المر الذي يظهر بعد استهلاك بعض المحليات، يجب استخدام خليط مناسب ومزيج مناسب. هناك حاجة لتحديد تركيبات المخاليط المناسبة ويمكن ملاحظة جدول 2 الذي يوضح نتائج الباحثين في مجال استخدام المحليات الطبيعية والصناعية في التصنيع الغذائي. واخيرا يجب توعية المستهلكين بالمحليات الطبيعية والصناعية والحدود اليومية المسموح بها ستساهم في الاستهلاك الواعي لهذه الأنواع من المنتجات.

جدول 2. يوضح نتائج الباحثين في مجال استخدام المحليات الطبيعية والصناعية في التصنيع الغذائي

المحلّي المستخدم	الدراسات التي تناولته	النتائج والتأثيرات الملحوظة	المنتجات الغذائية التي تم التطبيق عليها
ستيفيا (Stevia)	**Abo Elnaga *et al.*, (2016); Alizadeh *et al.*, (2014a-2014b); Bordi *et al.* (2016); Brambilla *et al.* (2014); Furlan and Campderrós , (2017); Kalicka *et al.* (2017); Ozdemir *et al.* (2015); Pon *et al.* (2015); Robins *et al*. (2019); Salazar *et al.* (2018). Safarova, (2025).**	تأثيرات على الوزن، الخصائص الحسية والكيميائية، بديل للسكر، تأثيرات مضادة للتسوس، تأثيرات على جودة الألبان والزبادي والآيس كريم، تأثيرات مكروبيولوجية	الزبادي، الحليب المخفوق، الآيس كريم، الحلويات، الألبان المنكهة، الكوكيز الوظيفية
أسبارتام (Aspartame)	**Ashok *et al.*(2014); Haighton *et al.* (2019); Iyyaswamy and Rathinasamy, (2012); Kirkland and Gatehouse, (2015); Kumari *et al.* (2016a; 2016b and 2018).**	تأثيرات على القلق، النشاط الحركي، السمية الجينية، استقرار في منتجات الألبان	الألبان المنكهة، الكيك، الآيس كريم
سكرالوز (Sucralose)	**Kashid and Chavan, (2019); Khan *et al.*(2018); Magnuson *et al.*(2017); Furlan and Campderrós , (2017); Pimentel *et al.* (2015).**	بديل للسكر في الألبان المنكهة والآيس كريم، استقرار في عصير التفاح، تحسين الخصائص الفيزيائية والكيميائية	الألبان المنكهة، الآيس كريم، عصير التفاح
سكرين (Saccharin)	**Bruno *et al.*(2014); Kabir *et al.*(2018); Kulkarni, (2018).**	تحديد كمية السكرين في الأطعمة، تقييم تأثير التخزين على السكرين	مشروبات، الآيس كريم
مستخلص فاكهة Monk-fruit	**Li *et al.*(2015); Renwick, (2011); Otabe *et al.* (2011).**	خصائص حسية، بدائل للتحلية، السمية	الألبان المنكهة
مستخلص فاكهة *S. grosvenorii*	**Abdel-Hamid *et al.*(2020); Gong *et al.*(2019); Itkin *et al.* (2016); Li *et al.* (2014); Liu *et al.*(2016).**	خصائص حيوية، مسارات التمثيل الغذائي، خصائص مضادة للسرطان	الزبادي

Azami, T., Niakousari, M., Hashemi, S. M. B., & Torri, L. (2018). A three-step sensory-based approach to maximize consumer acceptability for new low-sugar licorice-chocolate-flavored milk drink. LWT, 91, 375-381.

Belloir, C., Neiers, F., & Briand, L. (2017). Sweeteners and sweetness enhancers. Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care, 20(4), 279-285.

Bordi Jr, P. L., Palchak, T., Verruma-Bernardi, M. R., & Cho, H. C. (2016). Adult acceptance of chocolate Milk sweetened with stevia. Journal of Culinary Science & Technology, 14(3), 216-221.

Brambilla, E., Cagetti, M. G., Ionescu, A., Campus, G., & Lingström, P. (2014). An in vitro and in vivo comparison of the effect of Stevia rebaudiana extracts on different caries-related variables: A randomized controlled trial pilot study. Caries research, 48(1), 19-23.

Bruno, S. N., Cardoso, C. R., Maciel, M. M. A., Vokac, L., & da Silva Junior, A.I. (2014). Selective identification and quantification of saccharin by liquid chromatography and fluorescence detection. Food chemistry, 159, 309-315.

Cadena, R. S., Cruz, A. G., Faria, J. A. F., & Bolini, H. M. A. (2012). Reduced fat and sugar vanilla ice creams: Sensory profiling and external preference mapping. Journal of dairy science, 95(9), 4842-4850.

Carniel Beltrami, M., DÖRING, T., & De Dea Lindner, J. (2018). Sweeteners and sweet taste enhancers in the food industry. Food Science and Technology, 38(2), 181-187.

Carocho, M., Morales, P., & Ferreira, I. C. (2017). Sweeteners as food additives in the XXI century: A review of what is known, and what is to come. Food and Chemical Toxicology, 107, 302-317.

REFERENCES

Abdel-Hamid, M., Romeih, E., Huang, Z., Enomoto, T., Huang, L., & Li, L. (2020). Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with Siraitia grosvenorii fruit extract. *Food chemistry*, *303*, 125400.

Elnaga, N. A., Massoud, M. I., Yousef, M. I., & Mohamed, H. H. (2016). Effect of stevia sweetener consumption as non-caloric sweetening on body weight gain and biochemical's parameters in overweight female rats. Annals of Agricultural Sciences, 61(1), 155-163.

Alcaire, F., Antúnez, L., Vidal, L., Giménez, A., & Ares, G. (2017). Aroma-related cross-modal interactions for sugar reduction in milk desserts: Influence on consumer perception. Food Research International, 97, 45-50.

Alizadeh, M., Azizi-lalabadi, M., Hojat-ansari, H., & Kheirouri, S. (2014). Effect of Stevia as a substitute for sugar on physicochemical and sensory properties of fruit based milk shake. Journal of scientific research and reports, 3(11), 1421-1429.

Alizadeh, M., Azizi-Lalabadi, M., & Kheirouri, S. (2014). Impact of using stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream. Food and Nutrition Sciences, 2014.

Aryana, K. J., & Olson, D. W. (2017). A 100-Year Review: Yogurt and other cultured dairy products. Journal of dairy science, 100(12), 9987-10013.

Ashok, I., Sheeladevi, R., & Wankhar, D. (2014). Effect of long-term aspartame (artificial sweetener) on anxiety, locomotor activity and emotionality behavior in Wistar Albino rats. Biomedicine & Preventive Nutrition, 4 (1): 39-43.

Diabetes research and clinical practice, 155, 107786.

De Morais, E. C., Lima, G. C., de Morais, A. R., & Bolini, H. M. A. (2015). Prebiotic and diet/light chocolate dairy dessert: chemical composition, sensory profiling and relationship with consumer expectation. LWT-Food Science and Technology, 62(1), 424-430.

Morais, E. C., Morais, A. R., Cruz, A. G., & Bolini, H. M. A. (2014). Development of chocolate dairy dessert with addition of prebiotics and replacement of sucrose with different high-intensity sweeteners. Journal of Dairy Science, 97(5), 2600-2609.

Di Monaco, R., Miele, N. A., Cabisidan, E. K., & Cavella, S. (2018). Strategies to reduce sugars in food. Current opinion in food science, 19, 92-97.

Edwards, C. H., Rossi, M., Corpe, C. P., Butterworth, P. J., & Ellis, P. R. (2016). The role of sugars and sweeteners in food, diet and health: Alternatives for the future. Trends in food science & technology, 56, 158-166.

US Food and Drug Administration. (2018). Additional information about high-intensity sweeteners permitted for use in food in the United States. Food Additives and Petitions.Available from: https:// ww w. fda.gov/food/food-additives-petitions/ additional -information -about -high-intensity- sweeteners-permitted-use-food-united-states. [Accessed 15 March 2025].

Furlán, L. T. R., & Campderrós, M. E. (2017). The combined effects of Stevia and sucralose as sugar substitute and inulin as fat mimetic on the physicochemical properties of sugar-free reduced-fat dairy dessert. International Journal of Gastronomy and Food Science, 10, 16-23.

Castronovo, S., Wick, A., Scheurer, M., Nödler, K., Schulz, M., & Ternes, T. A. (2017). Biodegradation of the artificial sweetener acesulfame in biological wastewater treatment and sandfilters. Water research, 110, 342-353.

Chamoun, E., Liu, A. A., Duizer, L. M., Darlington, G., Duncan, A. M., Haines, J., & Ma, D. W. (2019). Taste sensitivity and taste preference measures are correlated in healthy young adults. Chemical senses, 44(2), 129-134.

Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U., & Chakraborty, R. (2014). Artificial sweeteners–a review. Journal of food science and technology, 51, 611-621.

Chen, L., Wu, W., Zhang, N., Bak, K. H., Zhang, Y., & Fu, Y. (2022). Sugar reduction in beverages: Current trends and new perspectives from sensory and health viewpoints. Food Research International, 162, 112076.

Choi, J. H., & Chung, S. J. (2015). Sweetness potency and sweetness synergism of sweeteners in milk and coffee systems. Food Research International, 74, 168-176.

Chollet, M., Gille, D., Schmid, A., Walther, B., & Piccinali, P. (2013). Acceptance of sugar reduction in flavored yogurt. Journal of dairy science, 96(9), 5501-5511.

Costa, G.M., Paula, M. M., Barão, C.E., Klososki, S.J., Bonafé, E.G., Visentainer, J. V., & Pimentel, T.C. (2019). Yoghurt added with Lactobacillus casei and sweetened with natural sweeteners and/or prebiotics: Implications on quality parameters and probiotic survival. International Dairy Journal, 97, 139-148.

Daher, M. I., Matta, J. M., & Nour, A. M. A. (2019). Non-nutritive sweeteners and type 2 diabetes: Should we ring the bell?.

Kabir, B. A., Farouq, A. A., Ibrahim, A. D., Rabi'u, A. U., Bala, A., Mumuney, K. T., & Abdullahi, S. Y. (2018). Evaluation of the Fate of Saccharin during Storage of Sobo Drink. Journal of Advances in Microbiology, 13(4), 1-8.

Kalicka, D., Znamirowska, A., Buniowska, M., Esteve Más, M. J., & Frigola Canoves, A. (2017). Effect of stevia addition on selected properties of yoghurt during refrigerated storage. Polish Journal of Natural Sciences, 32(2), 323-334.

Kashid YM and Chavan KD. (2019). Utilization of artificial sweetener (Sucralose) for preparation of flavoured milk. International Journal of Chemical Studies, 7(3): 202-207.

Khan, S., Rustagi, S., Choudhary, S., Pandey, A., Khan, M. K., Kumari, A., & Singh, A. (2018). Sucralose and maltodextrin-An altrernative to low fat sugar free ice-cream. Bioscience biotechnology research communications, 11(1), 136-143.

Khuenpet, K., Jittanit, W., Watchrakorn, T., & Pongpinyapibul, T. (2015). Effect of the sweeteners on the qualities of vanilla-flavored and yoghurt-flavored ice cream. Agriculture and Natural Resources, 49(1), 133-145.

Kirkland, D., & Gatehouse, D. (2015). Aspartame: A review of genotoxicity data. Food and Chemical Toxicology, 84, 161-168.

Kleinsteuber, S., Rohwerder, T., Lohse, U., Seiwert, B., & Reemtsma, T. (2019). Sated by a zero-calorie sweetener: wastewater bacteria can feed on acesulfame. Frontiers in Microbiology, 10, 2606.

Kulkarni, C. P. (2018). Determination of the saccharin content in some ice creams available in market. International Journal

Gardana, C., & Simonetti, P. (2018). Determination of steviol glycosides in commercial extracts of Stevia rebaudiana and sweeteners by ultra-high performance liquid chromatography Orbitrap mass spectrometry. Journal of Chromatography A, 1578, 8-14.

Gong, X., Chen, N., Ren, K., Jia, J., Wei, K., Zhang, L., & Li, M. (2019). The fruits of Siraitia grosvenorii: a review of a Chinese food-medicine. Frontiers in pharmacology, 10, 1400.

Haighton, L., Roberts, A., Jonaitis, T., & Lynch, B. (2019). Evaluation of aspartame cancer epidemiology studies based on quality appraisal criteria. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 103, 352-362.

Itkin, M., Davidovich-Rikanati, R., Cohen, S., Portnoy, V., Doron-Faigenboim, A., Oren, E., & Schaffer, A. (2016). The biosynthetic pathway of the nonsugar, high-intensity sweetener mogroside V from Siraitia grosvenorii. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(47), E7619-E7628.

Iwakoshi, K., Tahara, S., Uematsu, Y., Yamajima, Y., Miyakawa, H., Monma, K., & Takano, I. (2019). Development of a highly sensitive liquid chromatography with tandem mass spectrometry method for the qualitative and quantitative analysis of high-intensity sweeteners in processed foods. Journal of Chromatography A, 1592, 64-70.

Jin, J. S., & Lee, J. H. (2012). Phytochemical and pharmacological aspects of Siraitia grosvenorii, luo han kuo. Oriental Pharmacy and Experimental Medicine, 12, 233-239.

Jin, J. S., & Lee, J. H. (2012). Phytochemical and pharmacological aspects of Siraitia grosvenorii, luo han kuo. Oriental Pharmacy and Experimental Medicine, 12, 233-239.

parents' purchase of chocolate milk for their children. Journal of food science, 79(7), S1407-S1415.

Li, X. E., Lopetcharat, K., & Drake, M. A. (2015). Parents' and children's acceptance of skim chocolate milks sweetened by monk fruit and stevia leaf extracts. Journal of Food Science, 80(5), S1083-S1092.

Liu, C., Dai, L. H., Dou, D. Q., Ma, L. Q., & Sun, Y. X. (2016). RETRACTED ARTICLE: A natural food sweetener with anti-pancreatic cancer properties. Oncogenesis, 5(4), e217-e217.

Lobete, M. M., Baka, M., Noriega, E., Jooken, E., Monballiu, A., de Beurme, S., & Van Impe, J. F. (2017). Stevia-based sweeteners as a promising alternative to table sugar: The effect on Listeria monocytogenes and Salmonella Typhimurium growth dynamics. International Journal of Food Microbiology, 245, 38-52.

Magnuson, B. A., Roberts, A., & Nestmann, E. R. (2017). Critical review of the current literature on the safety of sucralose. Food and Chemical Toxicology, 106, 324-355.

Manay NS and Shadaksharaswamy M. (2001). Food: Facts and Principles. New Age International Publishers. ISBN 8122422152, 9788122422153.

McCain, H. R., Kaliappan, S., & Drake, M. A. (2018). Invited review: Sugar reduction in dairy products. Journal of Dairy Science, 101(10), 8619-8640.

Mooradian, A. D., Smith, M., & Tokuda, M. (2017). The role of artificial and natural sweeteners in reducing the consumption of table sugar: A narrative review. Clinical nutrition eSPen, 18, 1-8.

Narayanan, P., Chinnasamy, B., Jin, L., & Clark, S. (2014). Use of just-about-right scales and penalty analysis to determine of Food Science and Nutrition, 3(1), 158-160.

Kumari, A., Arora, S., Choudhary, S., Singh, A. K., & Tomar, S. K. (2018). Comparative stability of aspartame and neotame in yoghurt. International Journal of Dairy Technology, 71(1), 81-88.

Kumari, A., Arora, S., Singh, A. K., & Choudhary, S. (2016a). Development of an analytical method for estimation of neotame in cake and ice cream. LWT, 70, 142-147.

Kumari, A., Choudhary, S., Arora, S., & Sharma, V. (2016b). Stability of aspartame and neotame in pasteurized and in-bottle sterilized flavoured milk. Food Chemistry, 196, 533-538.

Lago-Sampedro, A., García-Escobar, E., Rubio-Martín, E., Pascual-Aguirre, N., Valdés, S., Soriguer, F., & Olveira, G. (2019). Dairy product consumption and metabolic diseases in the Diabetes study. Nutrients, 11(2), 262.

Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. (2012). Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. Food chemistry, 132(3), 1121-1132.

Li Chun, L. C., Lin LiMei, L. L., Sui Feng, S. F., Wang ZhiMin, W. Z., Huo HaiRu, H. H., Dai Li, D. L., & Jiang TingLiang, J. T. (2014). Chemistry and pharmacology of Siraitia grosvenorii: a review.

Li, X. E., & Drake, M. (2015). Sensory perception, nutritional role, and challenges of flavored milk for children and adults. Journal of food science, 80(4), R665-R670.

Li, X. E., Lopetcharat, K., & Drake, M. (2014). Extrinsic attributes that influence

acceptance of low-calorie synbiotic and probiotic chocolate ice cream. Journal of Food Science, 83(5), 1350-1359.

Philippe, R. N., De Mey, M., Anderson, J., & Ajikumar, P. K. (2014). Biotechnological production of natural zero-calorie sweeteners. Current Opinion in Biotechnology, 26, 155-161.

Pimentel, T. C., Madrona, G. S., & Prudencio, S. H. (2015). Probiotic clarified apple juice with oligofructose or sucralose as sugar substitutes: Sensory profile and acceptability. LWT-Food Science and Technology, 62(1), 838-846.

Pintor, A., Escalona-Buendía, H. B., & Totosaus, A. J. I. F. R. J. (2017). Effect of inulin on melting and textural properties of low-fat and sugarreduced ice cream: optimization via a response surface methodology. International Food Research Journal, 24(4).

Pintor-Jardines, A., Arjona-Román, J. L., Totosaus-Sánchez, A., Severiano-Pérez, P., González-González, L. R., & Escalona-Buendia, H. B. (2018). The influence of agave fructans on thermal properties of low-fat, and low-fat and sugar ice cream. Lwt, 93, 679-685.

Pon, S. Y., Lee, W. J., & Chong, G. H. (2015). Textural and rheological properties of stevia ice cream. International Food Research Journal, 22(4).

Rashwan, A. K., Osman, A. I., & Chen, W. (2023). Natural nutraceuticals for enhancing yogurt properties: a review. Environmental Chemistry Letters, 21(3), 1907-1931.

Reis, R. C., Minim, V. P., BOLINI, H. M., Dias, B. R., Minim, L. A., & Ceresino, E. B. (2011). Sweetness equivalence of different sweeteners in strawberry-flavored yogurt. Journal of Food Quality, 34(3), 163-170.

appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yogurt. Journal of dairy science, 97(6), 3262-3272.

O'Donnell, K., & Kearsley, M. W. (2012). Sweeteners and sugar alternatives in food technology, 2nd edn. Blackwell Publishing, Oxford, 417-431.

Ohtsuki, T., Sato, K., Abe, Y., Sugimoto, N., & Akiyama, H. (2015). Quantification of acesulfame potassium in processed foods by quantitative 1H NMR. Talanta, 131, 712-718.

Oliveira, D., Reis, F., Deliza, R., Rosenthal, A., Giménez, A., & Ares, G. (2016). Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. Food Research International, 89, 448-453.

Otabe, A., Fujieda, T., Masuyama, T., Ubukata, K., & Lee, C. (2011). Advantame–an overview of the toxicity data. Food and Chemical Toxicology, 49, S2-S7.

Ozdemir, C., Arslaner, A., Ozdemir, S., & Allahyari, M. (2015). The production of ice cream using stevia as a sweetener. Journal of Food Science and Technology, 52, 7545-7548.

Palazzo, A. B., & Bolini, H. M. A. (2017). Sweeteners in diet chocolate ice cream: Penalty analysis and acceptance evaluation. Journal of Food Studies, 6(1), 1-13.

Pannerchelvan, S., Rios-Solis, L., Wasoh, H., Sobri, M. Z. M., Wong, F. W. F., Mohamed, M. S., & Halim, M. (2024). Functional yogurt: a comprehensive review of its nutritional composition and health benefits. Food & Function.

Peres, J., Esmerino, E., da Silva, A. L., Racowski, I., & Bolini, H. (2018). Sensory profile, drivers of liking, and influence of information on the

Shankar, P., Ahuja, S., & Sriram, K. (2013). Non-nutritive sweeteners: review and update. Nutrition, 29(11-12), 1293-1299.

Syed, Q. A., Anwar, S., Shukat, R., & Zahoor, T. (2018). Effects of different ingredients on texture of ice cream. Journal of Nutritional Health & Food Engineering, 8(6), 422-435.

Sylvetsky, A. C., & Rother, K. I. (2016). Trends in the consumption of low-calorie sweeteners. Physiology & behavior, 164, 446-450.

Tamime AY and Robinson RK. (2007). Tamime & Robinson's Yoghurt: Science and Technology. Woodhead Publishing. ISBN 978-1-84569-213-1.

Tan, V. W. K., Wee, M. S. M., Tomic, O., & Forde, C. G. (2020). Rate-All-That-Apply (RATA) comparison of taste profiles for different sweeteners in black tea, chocolate milk, and natural yogurt. Journal of Food Science, 85(2), 486-492.

Verruck, S., Balthazar, C. F., Rocha, R. S., Silva, R., Esmerino, E. A., Pimentel, T. C., & Prudencio, E. S. (2019). Dairy foods and positive impact on the consumer's health. Advances in food and nutrition research, 89, 95-164.

Verruma-Bernardi, M. R., Lee, K., Palchak, T., & Bordi, P. L. (2015). Chocolate milk sweetened with stevia: acceptance by children. Journal of obesity and overweight, 1(1), 103.

Warrington, S., Lee, C., Otabe, A., Narita, T., Polnjak, O., Pirags, V., & Krievins, D. (2011). Acute and multiple-dose studies to determine the safety, tolerability, and pharmacokinetic profile of advantame in healthy volunteers. Food and chemical toxicology, 49, S77-S83.

Xue, R., Liu, J., Zhang, M., Aziz, T., Felemban, S., Khowdiary, M. M., & Yang, Z. (2024). Physicochemical,

Renwick, A. G. (2011). Postscript on advantame--a novel high-potency low-calorie sweetener. Food and chemical toxicology: an international journal published for the British Industrial Biological Research Association, 49, S1-S1.

Robins, A., Radha, K., Sathian, C. T., Geetha, R., & Beena, A. K. (2019). Development of low-calorie goat milk ice cream by using stevia leaf powder. The Pharma Innovation Journal, 8(1), 296-299.

Safarova, N. (2025). Stevia: A potent plant to be used as substitute of sugar in local fruit products in Uzbekistan. International journal of medical sciences, 1(2), 290-294.

Saint-Eve, A., Leclercq, H., Berthelo, S., Saulnier, B., Oettgen, W., & Delarue, J. (2016). How much sugar do consumers add to plain yogurts? Insights from a study examining French consumer behavior and self-reported habits. Appetite, 99, 277-284.

Yaqub, S., Sakandar, H. A., Huma, N., Sadiq, F. A., Khan, Q. F., Imran, M., & Sameen, A. (2018). Effects of artificial sweeteners on the quality parameters of yogurt during storage. Progress in Nutrition, 20, 57-63.

Salazar, V. A. G., Encalada, S. V., Cruz, A. C., & Campos, M. R. S. (2018). Stevia rebaudiana: A sweetener and potential bioactive ingredient in the development of functional cookies. Journal of functional foods, 44, 183-190.

Samaniego-Vaesken D., M., Partearroyo, T., Cano, A., Urrialde, R., & Varela-Moreiras, G. (2019). Novel database of declared low-and no-calorie sweeteners from foods and beverages available in Spain. Journal of Food Composition and Analysis, 82, 103234.

KEER 2018, 19-22 March 2018, Kuching, Sarawak, Malaysia (pp. 178-186). Springer Singapore.

Zorn, S., Alcaire, F., Vidal, L., Giménez, A., & Ares, G. (2014). Application of multiple-sip temporal dominance of sensations to the evaluation of sweeteners. Food Quality and Preference, 36, 135-143.

microbiological and metabolomics changes in yogurt supplemented with lactosucrose. Food Res.Int., 178, 114000.

Zhou, C., Takahashi, S., Tamura, M., Wang, J., Bao, S., & Yamada, K. (2018). The Research of the Relationship Between People's Personal Appearance and Taste Preference. In Proceedings of the 7th International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research 2018:

THE USE OF NON-NUTRITIVE SWEETENERS IN DAIRY PRODUCTS: BENEFITS AND CHALLENGES

Atheer J.M. Jandal[1,*], Mohanad M.J. Jandal[2], Ahmed H.M. Jandal[1]

1. Dairy Sci. and Technol. Dept., Coll. Food Sci., Univ. Tikrit, Salah Al-Din Province, Iraq

2. Food Sci. and Technol. Dept., Coll. Food Sci., Univ. Tikrit, Salah Al-Din Province, Iraq

ABSTRACT: In recent years, the incidence of obesity and related diseases has been rising among children, adolescents, and adults. A significant cause of this increase is the combination of reduced physical activity and the greater consumption of high-calorie foods rich in fat and sugar. As a result, there is a growing consumer demand for low-energy food products. One of the most commonly implemented techniques in the development of low-calorie food products is substituting sugar with non-nutritive natural and artificial sweeteners. Dairy products that contain high levels of sugar—such as ice cream, flavored milk, yogurt, and dairy-based desserts—are widely consumed in different communities. Sugar in these products is responsible for multiple sensory properties, including texture, color, and taste. Since milk and dairy products are rich in vital nutrients that support human health, replacing sugar with sweeteners is essential to preventing excessive sugar consumption while promoting dairy intake. The present work can seeks to explore the applications of natural and artificial sweeteners approved by internationally recognized organizations in dairy products.

Key words: Artificial sweeteners, natural sweeteners, dairy products, sugar substitutes, food additives.

المحكمـــون:

1- أ.د. على عبدالرحمن على عبدالجليل أستاذ علوم الأغذية (الألبان) المتفرغ - كلية الزراعة - جامعة الزقازيق - مصر

2- أ.د. مهند حمد صالح الصحـــــن أستاذ مساعد علوم وتكنولوجيا الالبان - كلية علوم الاغذية - جامعة تكريت -العراق