حقبة جديدة للبروتين:

كيف تتمكّن صناعة الألبان والأجبان الأمريكيّة من تحقيق نتائج مرضية في سوق البروتين المزدحم.

بدأ المستهلكون يطالبون بالمزيد من المعلومات حول مصدر غذائهم وكيفيّة إنتاجه لكي يشعروا بالرضا بجودة ما يستهلكون، ذلك أنّه ابتداءً من العام ٢٠١٧ لوحظ أنّ ٤٠ بالمائة من المستهلكين الأمريكيّين يبحثون عن أغذية ومشروبات تساعدهم على الاعتناء بصحّتهم بشكلٍ شموليّ.[١] فثمانية وسبعون بالمائة من المستهلكين الأمريكيّين يظنّون أيضًا أنّ البروتين يساهم في نظام غذائيّ صحّي كما وعبّر نصف هؤلاء عن رغبتهم بإدخال المزيد من البروتين في حمياتهم الغذائيّة.[٢] وفي الوقت عينه يقدّر أن عدد السكان حول العالم سيتخطّى ٩,٨ مليار مع حلول العام ٢٠٥٠، الأمر الذي يشكّل مخاوف حول سلامة التوريد في المستقبل والحاجة إلى مكوّنات بروتين مستدامة.[٣] وقد أدّى ارتفاع الطلب على البروتين إلى دفع شركات الغذاء متعدّدة الجنسيّات إلى العمل على تنويع مصادر البروتين. وقد أدّت زيادة عمليّات تحديد البروتينات متنوّعة المصادر وعزلها وتوصيفها إلى إيداع أكثر من ٣٠٠ براءة إختراع حول وظيفيّة البروتين وتطبيقاته الغذائيّة بين العامين ٢٠١٢ و ٢٠١٧.[٤]

ويتمّ تسويق أنواع كثيرة من البروتينات الحيوانيّة والنباتيّة وأحاديّة الخليّة ليتمّ استخدامها في المأكولات والمشروبات. ونظرًا لكثرة هذه الخيارات لا بدّ من أن يكون صنّاع المواد الغذائيّة مطّلعين على المعلومات ذات الصلة بهذه الخيارات عندما يقومون بصياغة المأكولات والمشروبات. فاختيار مكوّن البروتين المناسب ضروريٌّ لتوفير الخصائص الغذائيّة والوظيفيّة والطعم والشكل الثابتة التي يريدها المستهلكون. ذلك أنّ البروتينات ليست كلّها مماثلة ويصف التقرير هذا كيف تلبّي مكوّنات بروتين اللبن والمصل (الشرش) وبشكلٍ فريدٍ احتياجات صنّاع المواد الغذائيّة من مكوّنات مستدامة الانتاج، ومغذّية، وعمليّة، ولذيذة، ومتعدّدة الوظائف، وجذّابة للمستهلك، وآمنة المصادر، ليتمّ استخدامها في المنتجات الغذائيّة والمشروبات.

هل تعلم؟

إنّ المساهمة الفريدة من نوعها للبقرة في نظامنا الغذائيّ العالميّ توفّر مغذّيات حيويّة للبشر وتستخدم في الوقت ذاته وبشكلٍ فعّال أعلاف غير صالحة للأكل وتمدّ الأرض بالسماد. وتمّ استقاء النقاط الرئيسيّة من كلّ قسم من التقرير وهي كما يلي:

منتجة بشكلٍ مستدام– تحتلّ الولايات المتّحدة الأمريكية المركز الأوّل عالميًا في مجال إنتاجيّة الألبان والأجبان التي تحدّ من حدّة البصمة الكربونيّة وتتقدّم بمبادرات الاستدامة، وذلك من خلال العناية بالأبقار وإدارة القطاع بشكلٍ لا مثيل له.

التصنيع–تتطلّب بروتينات الألبان والأجبان خطوات أقلّ في أثناء التصنيع، مقارنةً بالمصادر النباتيّة/الجوزيّة الأخرى، وذلك لأنّ البروتينات اللبنيّة حلولة بالماء طبيعيًا.

التغذية– لا مثيل للبروتينات المتوفّرة بشكل طبيعيّ في اللبن من حيث جودة البروتين والفوائد التي تقدّمها في خلال مراحل الحياة المختلفة:

- الحدّ من التقزّم في السكّان المعرّضين له.
- توفير تغذية حيويّة لصحّة الطفل والأمّ.
- دعم عمليّة إدارة الوزن.
- تحسين استعادة العافية بعد التمارين.
- المساعدة في صيانة العضل للتمتّع بشيخوخة صحّية.

الوظيفيّة/الحسّية–ما من بروتين آخر يمكنه تقديم اتّساع الوظيفيّة هذا وتوفير لائحة مكوّنات بسيطة ونكهة محايدة مرغوبة من المستهلكين، في آنٍ معًا.

تعدّديّة الاستخدام– يتوفّر مكوّن لبنيّ مناسب لكلّ تطبيقٍ تقريبًا.

أمن التوريد–يؤمّن كلّ من الإنتاج الأمريكيّ المستدام على مدار السنة وعمليّات الجودة الدقيقة إمدادًا ثابتًا من المكوّنات اللبنيّة الأمريكيّة عالية الجودة.

إنتاج مستدام: إلتزام منتجي الألبان والأجبان الأمريكيّين

يستخدم المزارعون الأمريكيّون التكنولوجيا وممارسات الإدارة المتقدّمة منذ سنوات لزيادة الفعاليّة والحدّ من الأثر البيئيّ العائد لصناعتهم. وتفيد الوكالة الأمريكيّة لحماية البيئة أنّه بحلول العام ٢٠٣٠ سيشكّل إجمالي الإنتاج الحيوانيّ (للحيوانات كلّها، بما في ذلك اللحوم والألبان والأجبان) ١٤ بالمائة من انبعاثات غاز الدفيئة مقارنة بإنتاج الطاقة الذي سيشكّل نسبة ٣١ بالمائة منها، فالنقل ٢٧ بالمائة، والأراضي الزراعيّة ١٣ بالمائة.[٥]

وفي العام ٢٠٠٨ شكّل منتجو الألبان والأجبان الأمريكيّون مركز الابتكار لصناعة الألبان والأجبان الأمريكيّة، لتقييم الاستدامة البيئيّة والاجتماعيّة والاقتصادية لصناعة الألبان والأجبان الأمريكيّة من المزرعة ووصولًا إلى المائدة، وإدارتها وتحسينها بشكلٍ مستمرّ. ونتيجةً لذلك تمّ القيام بتقييمات لدورة الحياة لفهم الآثار البيئيّة العائدة لإنتاج الألبان والأجبان، وتصنيعها ونقلها. وتبيّن أنّ صناعة الألبان والأجبان الأمريكيّة تساهم حاليًّا بنسبة ٢ بالمائة فحسب من انبعاثات غاز الدفيئة، و٥ بالمائة من استخدام الماء، و٩بالمائة من استخدام الأراضي.[٦]وقد مكّن التقدّم الذي حصل في ممارسات الزراعة والإدارة منذ العام ١٩٥٠ حتّى ٢٠١٧ مثلاً منتجي الألبان والأجبان من إنتاج كمّية لبن أكبر بنسبة٦٠ بالمائة من خلال حلب ١٦ مليون بقرة أقلّ من آنذاك، الأمر الذي يشكّل بصمة كربونيّة أقلّ بنسبة ٦٦ بالمائة.[٧]وستستمرّ الأبحاث الجارية في تحديد تكنولوجيّات وممارسات جديدة للحدّ من هذه الآثار بشكلٍ أكبر.

يقوم منتجو الألبان والأجبان الأمريكيّة بإيواء أبقارهم وعلفهاوفقًا للظروف المناخيّة ومواردهم الإقليميّة.[٨] ولا بدّ من الإشارة هنا إلى أنّ ٩٧ بالمائة من مزارع الألبان والأجبان الأمريكيّة هي شركات عائليّة غالبًا ما يتمّ تناقلها من جيل إلى جيل. ويعمل منتجو الألبان والأجبان الأمريكيّة على مدار السنة لتأمين الراحة لأبقارهم من خلال مدّها بنظام غذائيّ متوازن ومأوى ومراوح ورذاذات ماء وفراش مائي/ترابي وغيره لتوفير أعلى مستوى من الراحة لها لأنّ الأبقار التي تحظى بعناية جيّدة تنتج المزيد من اللبن بشكلٍ أكثر فعاليّة.

الرسم رقم ١: مساهمة قطاع الألبان والأجبان في الاستدامة

المصدر: إلتزام صناعة الألبان والأجبان الأمريكيّة بالاستدامة.
USdairy.com: ٢٠١٤

تعيد البقرة الحلوب تدوير المغذّيات، إذ أنّ ٨٠ بالمائة ممّا تأكله البقرة لا يمكن للبشر أكله ويعود ذلك بكلّ بساطة إلى أنّهم لا يستطيعون هضمه، ونذكر على سبيل المثال قشور بذر القطن ولبّ الحمضيّات وقشور اللوز.وبذلك يكون الكلّ فائز إذ تقوم الأبقار بأكل قصبة الذرة بكاملها في حين يأكل البشر الذرة بالعرناس، كما وتتناول البقرة قشرة اللوز في حين يتناول البشراللوز، وتأكل البقرة قشرة بذر القطن في حين يرتدي الإنسان القميص القطني، ما يحدّ من كمّية النفايات التي ترسل إلى المرادم الأرضيّة. أضف أنّ الإنسان يستفيد من التغذية العظيمة التي تكشفها البقرة وتحوّلها إلى لبن غنيّ بالمغذّيات بواسطة معدتها رباعيّة الحجيرات. وبالرغم من أنّ حوالى ٢٠ بالمائة من نظام البقرة الغذائيّ يتألّف من مواد يمكن للإنسان أكلها (مكوّنات يمكن للبشر هضمها)، إلاّ أنّ ٢ بالمائة فحسب يتألّف من مواد يأكلها البشر (استنادًا إلى الطلب في صناعة الأغذية أو الاستهلاك المرغوب به).[٩]

ولاستكمال دورة الاستدامة، تنتج البقرة سمادًا غنيًّا بالمغذّيات يتمّ استعماله لتدعيم التربة لتبقى خصبة للاستخدام المستقبليّ. ونذكر أنّ كلّ بقرة حلوب أمريكيّة تنتج يوميًّا ٦٤ لترًا من السماد، وهي كمّية كافية لزراعة ٢٠ كيلوجرام من الذرة، استنادًا إلى محتوى تربة معتدل وبقرة حلوب في إيلينوي.[١٠]

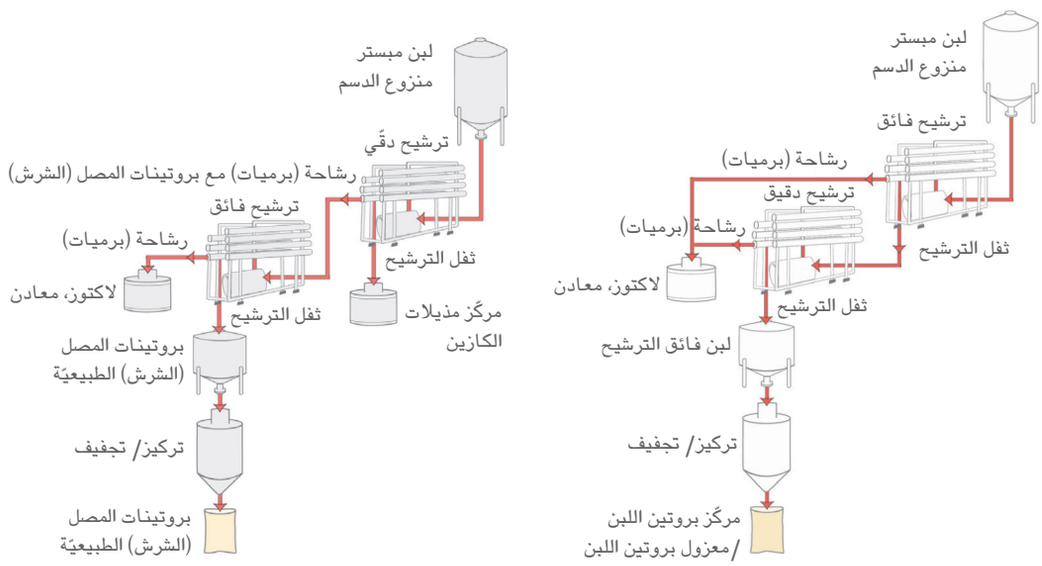
التصنيع: إيجابيّات استمداد البروتينات من اللبن

يتمّ تحويل اللبن إلى منتجات ومكوّنات لبنيّة بعد فترة وجيزة من عمليّة الحلب في مرافق قريبة لأنّ اللبن سريع التلف. وعلى خلاف عدد كبير من مصادر البروتين البديلة، يتمّ فصل البروتينات اللبنيّة من سائل قابل للذوبان ولا تتطلّب عمليّات طحن إضافيّة أو إضافات كيميائيّة لإبقائها في المحلول.وتقوم صناعة الألبان والأجبان الأمريكيّة باستخدام عدد أقلّ من خطوات التصنيع ومن عمليّات النقل، ما يسمح لها الاستمرار بتسليم مكوّنات لبنيّة آمنة وعالية الجودة ومغذّية يمكن الوصول إليها، ليتمّ استخدامها في المأكولات والمشروبات.

تتألّف بروتينات اللبن من مزيج هو عبارة عن٨٠ بالمائة من الكازين و٢٠ بالمائة من بروتين المصل (الشرش). ويستخدم الماء لترشيح مكوّنات البروتين والدهن والكربوهيدرات بنعومة من خلال أغشية بالاستناد إلى حجمها المادّي. وبعد إتمام عمليّة الفصل

يمكن تركيز مكوّنات البروتينات وتجفيفها لتصبح مكوّنات ذات محتوى أعلى من البروتين بنسب مختلفة من الكازين وبروتين المصل (الشرش)، مثال مركّز مذيلات الكازين، أو معزول بروتين اللبن، أو مركّز بروتين اللبن، أو بروتين مصل (شرش) اللبن (مصل بشرش ف طبيعيّ) وكلّها تتمتّع بخصائص وظيفيّة فريدة من نوعها.[١١،١٢] كما ويمكن أيضًا ترشيح بروتين المصل (الشرش) الناتج عن صناعة الجبن وتركيزه للحصول على معزول بروتين المصل (الشرش) أو مركّز بروتين المصل (الشرش).[١٣]

الرسم رقم ٢: البروتينات المشتقّة من اللبن



الرسم رقم ٣: البروتينات المشتقّة من الجبن

مصدر: سميث ك.، ٢٠١٧ المكوّنات اللبنيّة المجفّفة، الطبعة الثانية. مركز "ويسكونسن سنتر فور دايري ريسرتش".

نظرًا إلى أنّ هذا النوع من الترشيح تستخدم فيه كلّ من الأغشية والماء، يمكن ترشيح كمّية كبيرة من الماء المنزوع من اللبن وإعادة تدويره ليستخدم في التنظيف أو تتمّ تنقيته أكثر ويعاد إطلاقه في البيئة بعد ذلك على أنّه ماء صالح للشرب.

التغذية: لجودة البروتين أهمّيتها

للبن البقر تاريخ حافل وطويل في تغذية البشر. وقد أخذ المهاجرون الأوائل إلى الولايات المتّحدة الأمريكية القطعان معهم من أوروبا منذ القرن السابع عشر لإعالة عائلاتهم ومدّها باللبن واللحوم.[١٤] وفي العام ٢٠١٦ أصبح لبن البقر ومنتجاته ثالث أكبر مصدر للبروتين وخامس أكبر مصدر للسعرات الحراريّة، من خلال تغذية أكثر من ٦ مليار شخص حول العالم.[١٥]

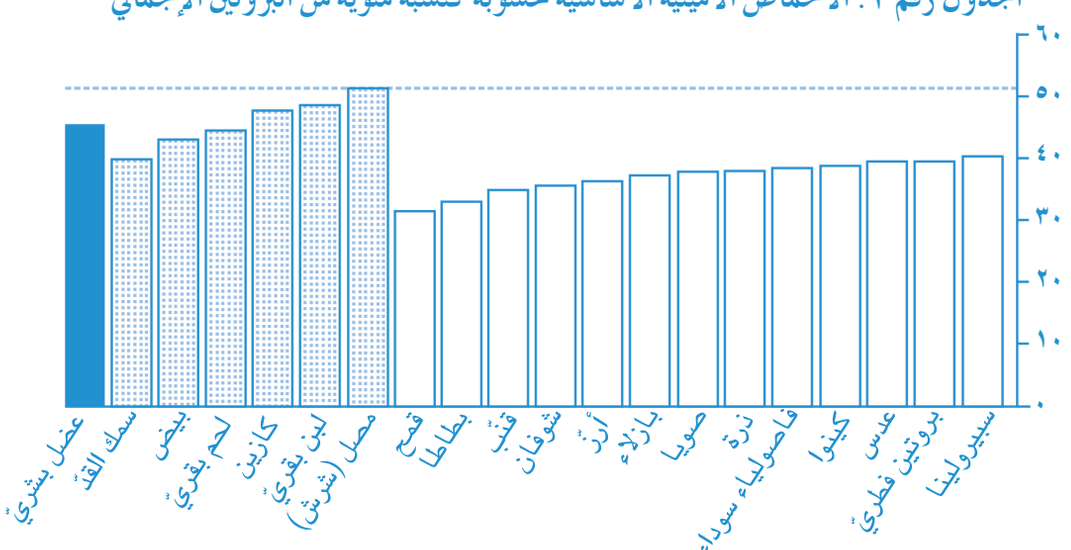
وتعتبر جودة البروتين عنصر أساسيّ في اختيار مكوّنات ذات محتوى مرتفع من البروتين. ذلك أنّ البروتين يلعب دورًا تكامليًّا في تركيبة الجسم، وفي وظيفة الأنسجة والأعضاء وتنظيمها. ولا يمكن للجسم صنع البروتين الذي يحتاج إليه إلّا عندما تتوفّر الأحماض الأساسيّة كلّها من الطعام الذي يتمّ استهلاكه. وتجدر الإشارة هنا إلى أنّ كلّ الأغذية حيوانيّة المصدر ومعظم الأغذية نباتيّة المصدر تحتوي على كمّية معيّنة من البروتين، إلاّ أنّ البروتينات ليست مماثلة لبعضها البعض ذلك أنّها تختلف من حيث كمّية الأحماض الأمينيّة الرئيسيّة التي تقدّمها وفي قابليّة هضمها، وتوافرها البيولوجيّ. وقد تختلف الكمّية المطلوبة لتعزيز تخليق البروتين العضليّ إلى أقصى حدّ وذلك تبعًا للفرد ولنوع (جودة) البروتين المستهلك. ويحدّد تعريف البروتين عالي الجودة بالبروتين الذي يحتوي على كلّ الأحماض الأمينيّة الأساسية (الضروريّة) بالنسب التي يطلبها الجسم، ويحافظ على التوافر البيولوجيّ والهضم بسرعة.[١٦] والبروتينات اللبنيّة تلبّي هذه المتطلّبات.

الجدول رقم ١ : الأحماض الأمينيّة الأساسيّة وغير الأساسيّة

الأساسيّة	الأساسيّة شرطيًّا	غير الأساسيّة
هيستيدين	أرجينين	ألانين
إيزولوسين	سيستيين	حمض الأسبارتيك
لوسين	جلوتامين	اسبرجين
ليزين	جليسين	حمض الجلوتامين
ميثيونين	برولين	سيرين
فينيل ألانين	تيروسين	
ثريونين		
تريبتوفان		
فالين		

المصدر: "إنستيتيوت أوف مديسين". ٢٠٠٦. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements.

الجدول رقم ٢ : الأحماض الأمينيّة الأساسيّة محسوبة كنسبة مئويّة من البروتين الإجمالي



المصدر: فان فيليه، س.، بورد، ن.أ.، فان لون، ل. ج.س. ٢٠١٥. The skeletal muscle anabolic response to plant – versus animal-based protein consumption. مجلّة J. Nutr.

تختلف مصادر البروتين بكمّية الأحماض الأمينيّة الأساسيّة التي تحتوي عليها. فمحتوى المصادر الحيوانيّة من الأحماض الأمينيّة الأساسيّة محسوبة كنسبة مئويّة من البروتين الإجماليّ عادةً ما يكون أعلى ممّا هو عليه في المصادر النباتيّة، علمًا أنّ البروتينات اللبنيّة تتمتّع بالمستويات العليا.[١٧] وتبيّن الأدلّة العلميّة أنّ الفوائد الصحّية للأنظمة الغذائيّة الأغنى بالبروتين تبدو عظمى إذا كانت البروتينات المستهلكة بروتينات كاملة عالية الجودة.[١٨،٢٨] ونشير هنا إلى أنّ المقياس الحاليّ لجودة البروتين في الولايات المتّحدة هو مؤشر الأحماض الأمينية المصحّح استنادًا إلى الهضوميّة (PDCAAS).[١٩]

تختلف جودة البروتينات بحسب محتواها من الأحماض الأمينيّة (AA)، وهضوميّتها، وتوافرها البيولوجي، ما يعني أنّ البروتينات الحيوانيّة بروتينات كاملة عالية الجودة نظرًا لاحتوائها على الأحماض الأمينيّة الأساسيّة كلّها. أمّا البروتينات نباتيّة المصدر، باستثناء بروتين الصويا، فهي عادةً متدنّية الجودة وغير كاملة بسبب عدم توفّر الأحماض الأمينيّة الأساسيّة فيها بالكمّيات الضروريّة للجسم. وفي هذا السياق تبرز البروتينات المتوفّرة في لبن البقر (المصل بالشرش والكازين) بفعل تسجيلها المستوى الأعلى لجودة البروتين وهو ١,٠. ولا تخلو طريقة مؤشر الأحماض الأمينية المصحّح استنادًا إلى الهضوميّة (PDCAAS) من القيود على الرغم من أنّها حاليًا الطريقة المعياريّة الذهبيّة المعترف بها من قبل السلطات الدوليّة مثال منظّمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (فاو). وأوّل هذه القيود يتمثّل في أنّ القيم تُحتسب من هضوميّة قناة الهضم بكاملها للبروتين الخام، علمًا أنّ هضوميّة الأحماض الأمينيّة تحدّد بالشكل الأصحّ في نهاية المعى الدقيق (المعى اللفائفيّ) بما أنّ الأحماض الأمينيّة لا يمتصّها إلاّ المعى الدقيق وتخمير المعى الخلفيّ قد يؤثّر على إخراج الأحماض الأمينيّة البرازيّة. وثاني هذه القيود يتمثّل في أنّ هضوميّة البروتين الخام ليست تمثيليّة لهضوميّة الأحماض الأمينيّة كلّها لأنّ الأحماض الأمينيّة الفرديّة تهضم بكفاءات مختلفة. ويتلخّص القيد الثالث في أنّ المؤشّرات تقطع عندما تبلغ قيمة ١,٠، في حين أنّ بعض البروتينات، لا سيّما منها البروتينات اللبنيّة، حصلت على مؤشّرات غير مقطوعة أعلى من هذه القيمة، الأمر الذي يقضي على إمكانيّة تمييز القيمة المرتفعة نسبيًّا للبروتينات عالية الجودة. أمّا القيد الرابع فهو عدم أخذ التصنيع الغذائي بعين الاعتبار على الرغم من أنّه قد يحدّ أحيانًا من توافر الأحماض الأمينيّة البيولوجيّ.وتساهم هذه القيود مجموعة عامّةً في تقليل مؤشّر الأحماض الأمينيّة المصحّح استنادًا إلى الهضوميّة (PDCAAS) من تقدير قيمة البروتينات عالية الجودة وفي المبالغة في تقدير قيمة البروتينات متدنّية القيمة.[١٩،٢٠،٢١]

ونظرًا لتوفّر هذه القيود في مؤشّر الأحماض الأمينيّة المصحّح استنادًا إلى الهضوميّة (PDCAAS)، قامت الفاو بدعوة لجنة من الخبراء لمعالجة المسألة. وقضت توصية اللجنة في استبدال طريقة PDCAAS بطريقة جديدة لتقدير جودة البروتين وتسمّى DIAAS أو طريقة مؤشّر الأحماض الأمينيّة الأساسيّة القابلة للهضم (DIAAS).[٢٢] وستأخذ هذه الطريقة بعين الاعتبار بعض القيود الملحوظة في طريقة PDCAAS، بما في ذلك احتساب جودة البروتين من هضم المعى اللفائفيّ الحقيقيّ للأحماض الأمينيّة (وليس من أعداد البروتين الخام باحتساب المؤشّر على طول المسلك المعائيّ كلّه)، وتصحيح التغايرات في جودة البروتين الناتجة عن التصنيع الغذائي، والقضاء على قطع المؤشّرات عندما تصل إلى قيمة ١,٠. وتبرز الحاجة إلى المزيد من الدراسات بهدف فهم جودة مصادر البروتين البديلة الجديدة.

الجدول رقم ٣: (PDCAAS) للأغذية البروتينيّة الشائعة

المصدر	PDCAAS
لبن	١,٠٠
مصل (شرش)	١,٠٠
بيض	١,٠٠
معزول بروتين الصويا	١,٠٠
كازين	١,٠٠
لحم بقر	٠,٩٢
صويا	٠,٩١
بازلاء	٠,٦٧
شوفان	٠,٥٧
قمح كامل	٠,٤٥

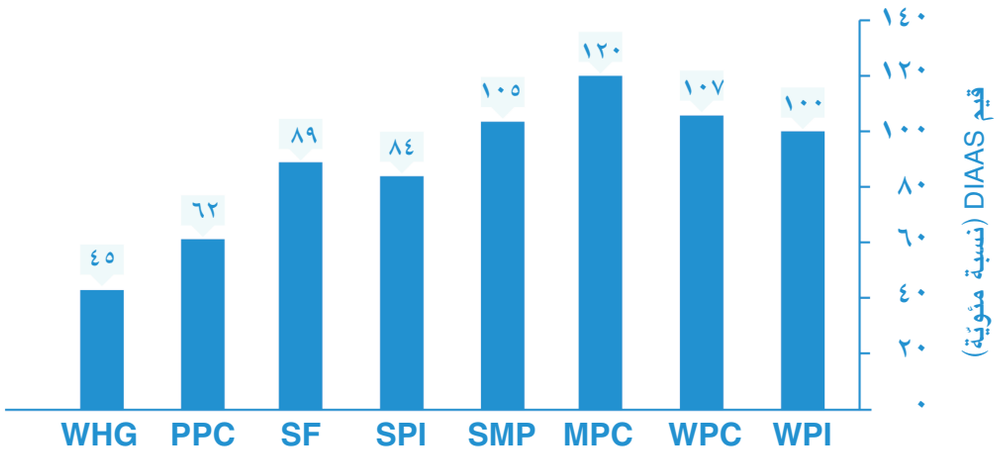
المصدر: فان فيليه، س.، بورد، ن.أ.، فان لون، ل.ج.س. ٢٠١٥. The skeletal muscle anabolic response to plant – versus animal-based protein consumption. مجلّة J. Nutr.

الاختلافات بين المؤشّرات التغذويّة لطريقتي PDCAAS و DIAAS

مؤشّر الأحماض الأمينيّة المصحّح استنادًا إلى الهضوميّة (PDCAAS)	مؤشّر الأحماض الأمينيّة الأساسيّة القابلة للهضم (DIAAS)
تستند إلى الهضوميّة البرازيّة	تستند إلى هضوميّة المعى اللفائفيّ للحمض الأمينيّ وهو أمر مستحسن مقارنةً بالهضوميّة البرازيّة إذ أنّ وحده المعى الدقيق يمتصّ الأحماض الأمينيّة، والتخمير الذي يقوم به المعى الخلفي بواسطة المُتعَضِّياتُ الدّقاق المنطقية يمكن أن يؤثّر على إخراج الحمض الأمينيّ البرازي
تستند إلى هضوميّة البروتين الخام التي لا تأخذ بعين الاعتبار أنّ الأحماض الأمينيّة الفرديّة تُهضم بكفاءات مختلفة	تستند إلى هضوميّة الحمض الأمينيّ الفرديّ الأمر الذي يفسّر الاختلافات في هضوميّة الأحماض الأمينيّة الفرديّة
تعتمد قطع المؤشّرات عند بلوغ قيمة ١,٠	لا تعتمد قطع قيم المؤشّرات
لا تسمح بتمييز القيمة النسبيّة للبروتينات عالية الجودة (المؤشّرات غير مقطوعة إذا تجاوزت قيمة ١,٠)	تسمح بتمييز قيمة البروتينات عالية الجودة النسبيّة (مؤشّراتها أعلى من ١,٠) الأمر الذي يثني على بروتين ما استنادًا إلى قيمته بصفته مصدرًا مكمّلاً للأحماض الأمينيّة عندما يتواجد مع مصادر بروتين أخرى في نظام غذائيّ مختلط
لا تأخذ بعين الاعتبار أثر التصنيع الغذائي الذي يمكن أن يؤثّر على التوافر البيولوجي	تتضمّن تعديل قيمة المؤشّر نظرًا إلى أثر للتصنيع الغذائي
تستخدم متطلّبات الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين سنة وسنتين من حيث حاجاتهم من الأحماض الأمينيّة لتقدير قيم مؤشّر الأحماض الأمينيّة المصحّح استنادًا إلى الهضوميّة لكلّ الناس	تستخدم أنماط مؤشّر الأحماض الأمينيّة (متطلّبات) لمجموعات عمريّة متعدّدة

المصدر: ماذاي، ج.ك.، وآخرون، مجلّة Br J Nutr ٢٠١٧ وروذرفورد، س.م. وآخرون، مجلّة J Nutr ٢٠١٥.

الجدول رقم ٤ : جودة مصادر البروتين الشائعة محتسبة كنسبة مئويّة لمؤشّر الأحماض الأمينيّة الأساسيّة القابلة للهضم (DIAAS)



مصادر البروتين

الكلمات الدالة: WPI = معزول بروتين المصل (الشرش)؛ WPC = مركّز بروتين المصل (الشرش)؛ MPC = مركّز بروتين اللبن؛ SMP= مسحوق اللبن منزوع الدسم؛ SPI= معزول بروتين الصويا؛ SF= طحين الصويا؛ PPC = مركّز بروتين البازلاء؛ WHG= قمح كامل.

المصدر: ماذاي ج.ك.، ليو ي.، ستاين ه.ه.، مجلّة Brit J Nutr. ٢٠١٧.

كيف يستخدم الجسم البشريّ البروتين

عندما يستهلك الإنسان البروتين يقوم جسده بهضم البروتين الذي يصبح أحماض أمينيّة يتمّ امتصاصها واستخدامها بشكلٍ أكبر. وتعدّ الأحماض الأمينيّة الأساسيّة ضروريّة لدعم تخليق البروتين العضليّ لتكوين وتنمية وإصلاح أنسجة الجسم، غير أنّ الأحماض الأمينيّة متفرّعة السلسلة (BCAAs) مثال اللوسين والإيزولوسين والفالين تلعب دورًا مهمًّا بشكلٍ خاص في عمليّة استقلاب العضلات. وقد تبيّن أن اللوسين هو الحمض الأمينيّ الأساس لتحفيز بدء تخليق البروتين العضليّ. وعادةً ما تحتوي مصادر البروتين الحيوانيّة على كمّية لوسين أكبر من تلك المتوفّرة في البروتينات نباتيّة المصدر، التي يتراوح محتوى معظمها من اللوسين بين ٦ و ٨ بالمائة في حين أنّ مصادر البروتين الحيوانيّة تحتوي على اللوسين بنسب تتراوح بين ٨,٥ و ٩ بالمائة وتتجاوز العشرة بالمائة في حالة البروتينات اللبنيّة.[١٧] لذلك يستحسن اختيار مصادر بروتين تحتوي على تركيزٍ عالٍ من الأحماض الأمينيّة الأساسيّة والأحماض الأمينيّة متفرّعة السلسلة واللوسين، عندما يكون الهدف رفع تخليق البروتين العضلي إلى أعلى مستوى ممكن للحفاظ على القوّة والأداء.[٢٣،٢٨]

الرسم رقم ٤ : لاحظوا كيف تُجمع ٢٥ ج من البروتين من مصادر متنوّعة:

المصدر: لوحة التغذية الخاصّة بمعزول بروتين المصل (الشرش). متوفّرة عبر الرابط: http://www.gnc.com/whey-protein/GNCProPerfornace WheyIsolate.html١٠٠ والنسخة ٢٨ من قاعدة البيانات USDA National Nutrient Database for Standard Reference، ٢٠١٦ وهي متوفّرة عبر الرابط: https://ndb.nal.usda.gov/ndb/.

العبء المزدوج لسوء التغذية

تزداد المخاوف عالميًّا حول كيفيّة تأثير نقص التغذية والإفراط في التغذية على البشر في خلال مراحل حياتهم. ففي العام ٢٠١٧ أوى حوالى ٨١٥ مليون شخص إلى فراشهم جائعين.[٢٤] وبحسب منظّمة اليونيسف يعاني ١٥٦ مليون طفل دون الخامسة من العمر من تعويق النمو (طول متدنٍّ بالنسبة لسنّهم) في حين أنّ ٥٢ مليون طفل هزيلون (وزن قليل بالنسبة للطول).[٢٥] كما وتبيّن أنّ حوالى ٤٦٢ مليون شخص بالغ هم تحت الوزن الطبيعيّ لهم وأكثر من ١,٩ مليار بالغ يعانون من الوزن الزائد أو البدانة.[٢٦] وتوصي دراسات عديدة منشورة باستخدام البروتينات اللبنيّة في المنتجات الموجّهة إلى هذه الشريحة من الناس لأنّها بروتينات عالية الجودة وقد يكون استخدامها مفيدًا. وقد قام باحثون مثلاً بتقييم ستّ دراسات سريريّة تناولت أطفال يبلغون من العمر ستّة أشهر وما فوق لدراسة العلاقة بين جودة البروتين والنموّ الخطّي والوقاية من تعويق النمو. واستنتج الباحثون أنّ البروتينات اللبنيّة مرتبطة بالنمو الأكبر لا سيّما بين الأطفال الذين يعانون من سوء التغذية.[٢٧]

وتنتج كتلة العضلات الهيكليّة عن عمليّات متواصلة ومتزامنة من تخليق البروتين العضليّ واستقلاب البروتين العضليّ. وتحدّد نتيجة العمليّتين هاتين ما إذا كانت الكتلة العضليّة تتزايد (توازن البروتين إيجابيّ) أو تتناقص (توازن البروتين سلبيّ) أو تبقى ثابتة. وقد تتأثّر نسبة تخليق البروتين العضلي واستقلابه بعوامل متعدّدة بما فيها نقص الطاقة، تمرين المقاومة، والتقدّم في السنّ. فنشير مثلاً أنّه بعد استهلاك وجبة تحتوي على البروتين تقوم فترات قصيرة الأمد من فَرْطُ الأحماض الأمينيَّةِ في الدَّمبتحفيز تخليق البروتين العضليّ ويقوم فرط الانسولين في الدّم بمنع استقلاب البروتين العضليّ ما يؤدّي إلى توازن بروتيني صافي إيجابيّ. وترتبط الاستجابة التفاضليّة لتخليق البروتين العضلي للوجبات البروتينيّة بجودة البروتين المستهلك.

وتشير أدلّة علميّة إلى أنّ البروتينات اللبنيّة، لا سيّما منها بروتين المصل (الشرش)، قد تحفّز الارتفاع الأكبر في تخليق البروتين العضلي عندما تضاف تمارين المقاومة إليها، فيؤدّي ذلك إلى تعزيز تركيبة الجسد بشكلٍ كبير مقارنة بغيرها من مصادر البروتين غير اللحميّة.[٢٣،٢٨] ولا بدّ من الإشارة هنا إلى أنّ تحسين الكتلة العضليّة إلى أقصى حدّ على مدى الحياة ضروريّ لتعزيز الصحّة الإجماليّة مع التقدّم في السنّ. وبيّن تحليل بعديّ لـ١٤ تجربة سريريّة أنّ مجموع الأدلّة يدعم استخدام مكمّلات بروتين المصل (الشرش) جنبًا إلى جنب مع تمرين المقاومة أو كجزء من نظام غذائيّ لخسارة الوزن أو للحفاظ عليه، لتعزيز تركيبة الجسد.[٢٩]

الجدول رقم ٥: كمّية البروتين الغذائيّ المطلوبة نظريًّا لتعزيز تخليق البروتين العضليّ بعد الأكل

المصدر	لوسين، ٪ من البروتين الإجماليّ	الكمّية التمثيليّة من البروتين الواجب استهلاكها بالوجبة للحصول على ٣ج تقريبًا من اللوسين، بالجرام	الكمّية التمثيليّة من المصدر الغذائي الواجب استهلاكها بالوجبة، بالجرام
ذرة	١٢,٣	٢٥	٢٦٤
سبيرولينا	٨,٥	٣٦	٦٣
فاصولياء سوداء	٨,٤	٣٦	١٦٧
أرزّ	٨,٢	٣٧	٥٠٠
صويا	٨,٠	٣٨	١٠٤
عدس	٧,٩	٣٩	١٥٠
بازلاء	٧,٨	٣٩	١٨٠
شوفان	٧,٧	٣٥	٢٣٦
كينوا	٧,٢	٤٣	٣٠٢
قنّب	٦,٩	٤٥	١٢١
قمح	٦,٨	٤٥	٢٩٩
بروتين فطريّ	٦,٢	٤٩	٤٤٧
بطاطا	٥,٢	٥٨	٢٨٩١
مصدر حيوانيّ			
مصل (شرش)	١٣,٦	٢٣	٢٧
لبن	١٠,٩	٢٨	٨٧٦
كازين	١٠,٢	٣٠	٣٥
لحم بقر	٨,٨	٣٥	١٦٤
بيض	٨,٥	٣٦	٥
سمك القدّ	٨,١	٣٨	٢١١

كمّية مصدر البروتين الواجب استهلاكه لرفع معدّلات تخليق البروتين العضليّ إلى أقصى حدّ بعد التمارين الرياضيّة نتيجة لتناول الطعام في الأفراد الشباب. وصنّفت البيانات من محتوى اللوسين الأعلى ووصولاً إلى الأدنى. ويشير المحتوى العالي من اللوسين إلى الحاجة إلى كمّية أقلّ من البروتين الغذائي من مصدر ما لرفع معدّلات تخليق البروتين العضلي بعد الأكل إلى أقصى حدّ. أمّا العمود الثالث (كمّية البروتين الواجب استهلاكها بالوجبة) فيمثّل القيمة النظريّة باستخدام بروتين المصل (الشرش) كمعيار مرجعيّ. وتمثّل كمّيات البروتين المحسوبة الكمّية المطلوبة لمكافأة محتوى اللوسين المتوفّر في ٢٣ جرام من بروتين المصل (الشرش) (ما يقارب ٣ج). وتفترض الكمّيات التمثيليّة للمصل (الشرش) والكازين أنّ مصادر البروتين معزولة، في حين أنّ مصادر البروتين الأخرى كلّها محسوبة ككمّيات تمثيليّة لمصدر الغذاء السليم. تخليق البروتين العضليّ. عدد البيض

المصدر: فان فيليه، س.، بورد، ن.أ.، فان لون، ل.ج.س. ٢٠١٥. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. مجلّة J Nutr.

يتوقّع أن يرتفع عالميًّا عدد الأشخاص من ذوي الستّين عامًا وما فوق من ٩٦٢ مليون في ٢٠١٧ إلى حوالى ٢,١ مليار في ٢٠٥٠، وخسارة الكتلة العضليّة المرتبطة بالشيخوخة والمعروفة باسم ضمور اللحم، والتي ستنتج عن هذا الارتفاع قد تؤثّر سلبيًّا على قدرة هؤلاء الأشخاص على القيام بنشاطات يوميّة.[٣٠] وتشير بيانات من المسح الوطنيّ الأمريكيّ لفحص الصحّة والتغذية (NHANES) إلى أنّ الأشخاص البالغين الكبار في السنّ لا يستهلكون كميّات ملائمة من البروتين، وأنّهم يميلون بشكلٍ كبير إلى تناول البروتين في الوجبة المسائيّة الأمر الذي يجعلهم أيضًا عرضة إلى نقص في التغذية يتمثّل في نقص في الطاقة والبروتين.[٣١] فتناول وجبات غذائيّة تحتوي على البروتين قد يحفّز تخليق البروتين العضليّ، لكنّ الأشخاص الكبار في السنّ أقلّ تأثّرًا بآثار البروتين المحفّزة لتخليق البروتين العضليّ.[٣٢] وقد تبيّن أنّ استهلاك كمّيات كبرى من البروتينات عالية الجودة تحافظ على الكتلة العضليّة لدى الأشخاص الكبار في السنّ.[٢٨] كما ولوحظ أنّ تناول كمّيات كبرى من أغذية تحتوي على بروتينات حيوانيّة فحسب، وخاصّةً جنبًا إلى جنب مع اعتماد أساليب حياة ناشطة جسديًّا، مرتبط بالحفاظ على الكتلة العضليّة والأداء الوظيفيّ لدى الأشخاص الكبار في السنّ.[٣٣]

وتحتوي بعض المواد النباتيّة (مثال فول الصويا والبازلاء والأرزّ) على عوامل مضادة للتغذية تتطلّب إزالتها عمليّات تصنيع إضافيّة. ويمكن لتلك العمليّات التأثير على هضوميّة اللوسين وتوفّره، مقارنةً ببروتين المصل (الشرش).[١٧] ونتيجة لذلك قد تنشأ الحاجة إلى استهلاك كمّيات كبرى من البروتينات النباتيّة لتحقيق النتائج السريريّة نفسها.[١٧،٣٤]

الوظيفيّة: خصائص معزّزة للأداء

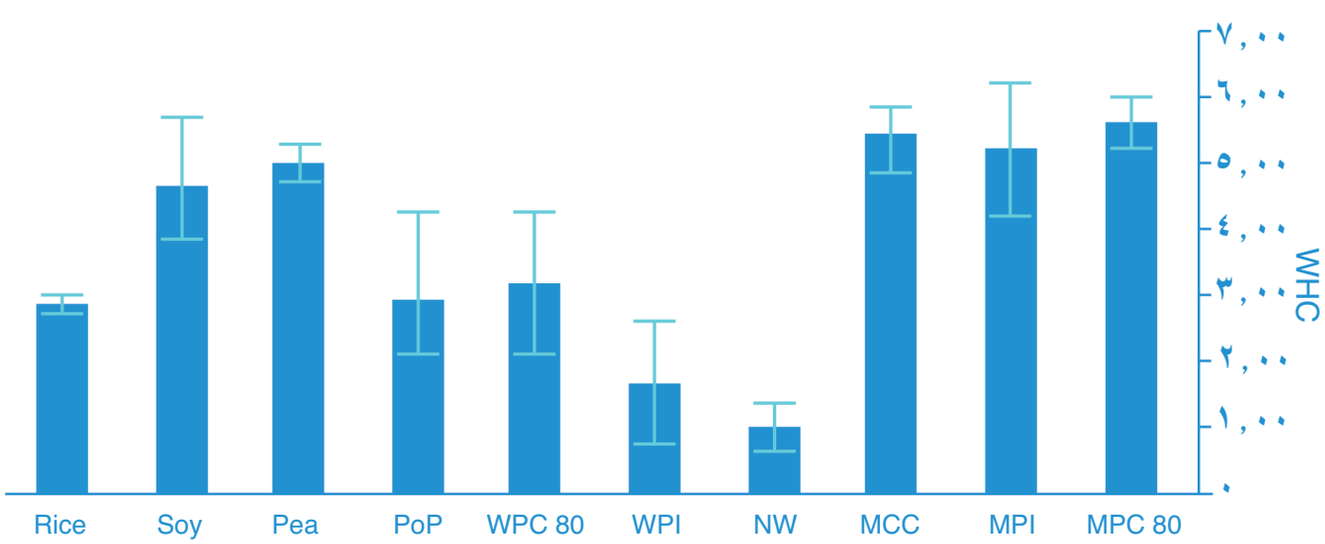
يؤثّر اختيار المكوّن على الخصائص الحسّية والوظيفيّة، الأمرالذي يساهم بشكلٍ كبير في الاستمتاع بشكلٍ أفضل بالمنتج. وتمّ القيام بدراسة في ٢٠١٧ لتصنيف الخصائص الوظيفيّة والحسّية[٣٥] ومقارنتها ومباينتها في مجموعة متنوّعة من مصادر البروتين اللبنيّة والنباتيّة المتوفّرة تجاريًّا. وقيّمت الدراسة هذه ٣٠ عيّنة من مكّونات بروتين تجاريّة وهي معزول بروتين اللبن، مركّز بروتين اللبن ٨٠، مركّز مذيلات الكازين، بروتين مصل (شرش) اللبن (مصل طبيعيّ)، معزول بروتين المصل (الشرش)، مركّز بروتين المصل (الشرش) ٨٠، بروتين بطاطا يتراوح تركيزه بين ٧٧ و ٨٩ بالمائة، بروتين بازلاء يتراوح تركيزه من ٧٠ إلى ٧٦ بالمائة، وبروتين صويا يتراوح تركيزه بين ٨٠ و ٩٠ بالمائة، وبروتين أرزّ بتركيز ٨٣ بالمائة.

فتبيّن أنّ كلّ من مظهر البروتين وإسّه الهدروجينيّ (يتراوح بين ٥ و٧) ولزوجته واستقرار الاستحلاب وتهلّمه وإرغائه يختلف وفقًا لمصادره من لبن ومصل (شرش) ونبات. غير أنّ الاختلافات الأهمّ تمثّلت في قدرة حفظ الماء والاستقرار الحراريّ.

قدرة حفظ الماء

إنّها قدرة مكوّن ما على امتصاص الماء أو الرطوبة. والقدرة على حفظ الماء عامل أساس في تطبيقات المشروبات والمخبوزات واللحم المشكّل والصلصات والحساءات والمرق والتحليات المثلّجة، التي لا يرغب المصنّع أن يحصل فيها انفصال الماء في المنتج النهائيّ.

الجدول رقم ٦: قدرة حفظ الماء(WHC)



لبن ـ صويا ـ بازلاء > مصل (شرش) ـ بطاطا ـ أرزّ

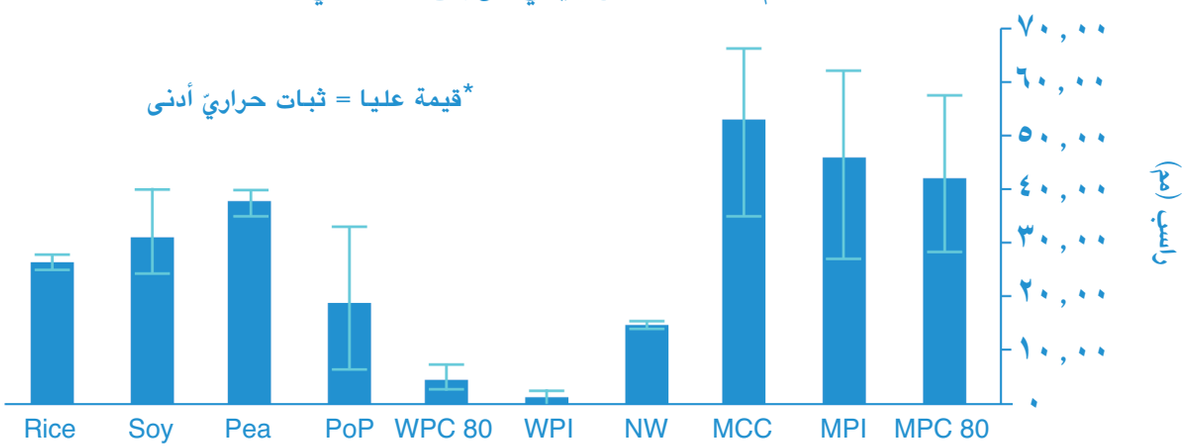
المنهجيّة: نيومان وآخرون، ١٩٨٤.
الكلمات الدالّة: معزول بروتين اللبن = MPI، مركّز بروتين اللبن = MPC ٨٠، مركّز مذيلات الكازين = MCC، بروتين مصل (شرش) اللبن / بروتين طبيعيّ = NW، معزول بروتين المصل (الشرش) = WPI، مركّز بروتين المصل (الشرش) = WPC ٨٠، بروتين البطاطا = PoP، بروتين البازلاء = Pea، بروتين الصويا = Soy، بروتين الأرزّ = Rice
المصدر: كابور، ر.، بارينجتون، ك.ج.، جيانج، ه.، لارسون، س.، درايك، م.أ. ٢٠١٧. Characterization of functional and sensory properties of select commercial food protein ingredients. المؤتمر العالمي حول المصل (الشرش) للعام ٢٠١٧، شيكاجو.

أظهرت كلّ من بروتينات اللبن والصويا والبازلاء أنّ قدرتها على حفظ الماء (الراسب معبّر عنه بـ P< ٠,٠٥) أكبر بكثير من قدرة بروتينات المصل (الشرش) أو البطاطا أو الأرزّ على حفظ الماء. غير أنّ الإسّ الهدروجينيّ والمعالجة الحراريّة قبل التعبئة قد يؤثّران على أداء البروتين في المنتج النهائيّ. ولهذه الخصائص أهمّية كبيرة لا سيّما عند تصنيع مشروبات جاهزة للاستهلاك.

الثبات الحراريّ

تبرز أنواع أربعة أساسيّة للبسترة الحراريّة وهي: المعالجة بطريقة مطهّرة، والمعالجة بالإنبيق، والبسترة النفقيّة، والتعبئة الساخنة. وتقوم المعالجة بالطريقة المطهّرة والمعالجة بالإنبيق على عمليّات معالجة بحرارة مرتفعة وتستخدم عادةً لمنتجات معالجة في ظلّ إسّ هدروجينيّ يتراوح بين ٤,٦ و ٧,٥. أمّا البسترة النفقيّة والمعالجة بالتعبئة الساخنة فتجري على درجات حرارة منخفضة أكثر، لذلك على المنتج أن يعالج في ظروف يكون فيها الإسّ الهدروجيني بين ٢,٨ و ٤,٥ للتحكّم بنمو العوامل الممرضة.[٣٦] لذلك من المهمّ فهم كيفيّة عمل البروتينات في ظلّ هذه الظروف المختلفة لتحديد أيّ مكوّن يستحسن استخدامه.

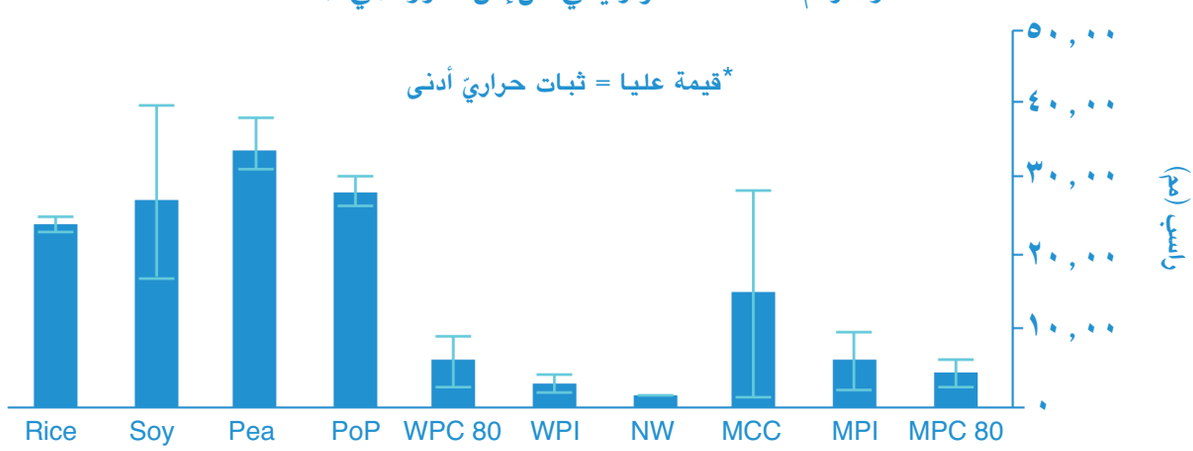
الجدول رقم ٧: الثبات الحراري في ظلّ إسّ هدروجيني قيمته٣



المنهجيّة: هاربر ولي، ١٩٨٨.
الكلمات الدالّة: مركّز بروتين اللبن = MPC ٨٠، معزول بروتين اللبن = MPI، مركّز مذيلات الكازين = MCC، بروتين مصل (شرش) اللبن / بروتين طبيعيّ = NW، معزول بروتين المصل (الشرش) = WPI، مركّز بروتين المصل (الشرش) = WPC ٨٠، بروتين البطاطا = PoP، بروتين البازلاء = Pea، بروتين الصويا = Soy، بروتين الأرزّ = Rice
المصدر: كابور، ر.، بارينجتون، ك.ج.، جيانج، ه.، لارسون، س.، درايك، م.أ. ٢٠١٧. Characterization of functional and sensory properties of select commercial food protein ingredients. المؤتمر العالمي حول المصل (الشرش) للعام ٢٠١٧، شيكاجو.

وفي ظلّ إس هدروجينيّ قيمته ٣، (راجع الجدول رقم ٧) تبيّن أنّ بروتينات المصل (الشرش) تتمتّع بأداء أفضل بكثير (P< ٠,٠٥) من بروتينات اللبن أو النباتات، ما يعني أنّها مناسبة أكثر لظروف التصنيع عالية الحموضة (إس هدروجيني متدنٍّ).[٣٥] كما وبقيت محاليل معزول بروتين المصل (الشرش) شفافة في ظلّ إس هدروجينيّ يبلغ ٣، الأمر الذي يجعل من هذا المكوّن مثاليًّا للتطبيقات الشفافة الجاهزة للاستهلاك.

الجدول رقم ٨: الثبات الحراري في ظلّ إسّ هدروجيني قيمته٧



لبن ـ مصل (شرش) > نبات

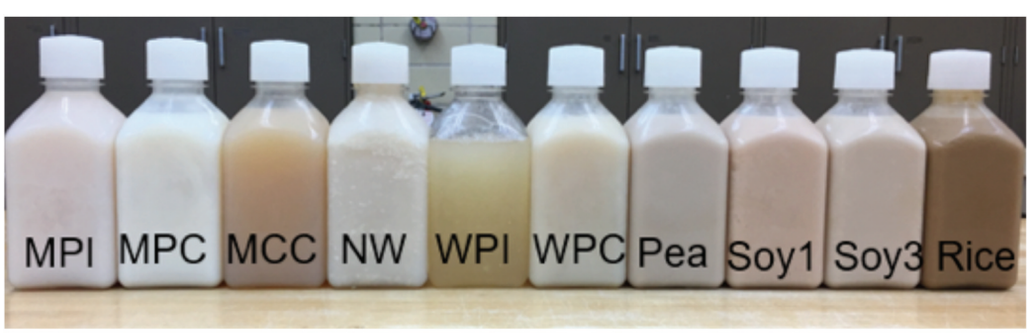
المنهجيّة: هاربر ولي، ١٩٨٨.
الكلمات الدالّة: معزول بروتين اللبن = MPI، مركّز بروتين اللبن = MPC ٨٠،مركّز مذيلات الكازين = MCC، بروتين مصل (شرش) اللبن / بروتين طبيعيّ = NW، معزول بروتين المصل (الشرش) = WPI، مركّز بروتين المصل (الشرش) = WPC ٨٠، بروتين البطاطا = PoP، بروتين البازلاء = Pea، بروتين الصويا = Soy، بروتين الأرزّ = Rice
المصدر: كابور، ر.، بارينجتون، ك.ج.، جيانج، ه.، لارسون، س.، درايك، م.أ. ٢٠١٧. Characterization of functional and sensory properties of select commercial food protein ingredients. المؤتمر العالمي حول المصل (الشرش) للعام ٢٠١٧، شيكاجو.

وفي ظلّ إس هدروجيني بقيمة ٧، (راجع الجدول رقم ٨) تتمتّع مكوّنات بروتين اللبن وبروتين المصل (الشرش) بثبات حراريّ أفضل (p> ٠,٠٥) ممّا هو عليه في مكوّنات البروتينات نباتيّة المصدر.[٣٥] لذلك تبيّن أنّ استخدام بروتين اللبن وبروتين المصل (الشرش) أو خليط من الاثنين مناسب أكثر للمنتجات المعالجة بطريقة مطهّرة. ونظرًا إلى أنّ المعالجة بالإنبيق تحصل في العبوة نفسها، فهي تتطلّب حرارة عليا /وأوقات حفظ أطول، الأمر الذي يؤدّي إلى تعرّض المنتج إلى الحرارة لوقت أطول. لذلك فإنّ الثبات الحراريّ ضروريّ للمنتجات المعالجة بالإنبيق، وبالتالي فإنّ بروتينات اللبن التي تحتوي على مستويات أعلى من الكازين قد تتمتّع بأداء أفضل.[٣٦]

تقييم المشروب

لفهم كيفيّة عمل البروتينات في ظلّ ظروف تصنيع المشروبات، تمّ استخدام البروتينات الأفضل أداءً من بين تلك التي تمّ تقييم ثباتها الحراري، وذلك لتركيب مشروبات جاهزة للاستهلاك ذات محتوى ٥ بالمائة من البروتين في ظلّ إسّ هدروجيني بقيمة ٣ وبقيمة ٧.٣٧ وتمّ استخدام سكّر ونكهة فانيلا طبيعيّة وفسفات ثنائيّ البوتاسيوم وصمغ الجيلان في مشروب متعادل الحموضة لتقليد المشروبات المثبّتة والمنكّهة تجاريًا. وتلا ذلك معالجة التركيبة حراريًا لتقليد ظروف المعالجة المطهّرة (١٤٠ درجة مئويّة لمدّة ٦ ثوانٍ). أمّا في المشروب عالي الحموضة فتمّ استخدام السكّر ونكهة المانجا الأخضر الطبيعيّة وحمض الفسفوريك بتركيز ٨٥ بالمائة لمدّه بالنكهة وتحديد حموضته لتبلغ قيمة إسّه الهدروجينيّ ٣. وتمّت معالجة تركيبات المشروبات عالية الحموضة حراريًا لتقليد ظروف التعبئة الساخنة (٨٢ درجة مئويّة لمدّة دقيقتين). وتمّ تقييم مظهر المشروبات المعالجة حراريًا وثباتها في خلال مدّة صلاحيّتها بعد أنّ تمّ حفظها على حرارة ٤٥ درجة مئويّة لمدّة شهر.

الرسم رقم ٥: مقارنات بين مشروبات جاهزة للاستهلاك متعادلة الحموضة (ذات اس هدروجيني يبلغ ٧)



الكلمات الدالّة: معزول بروتين اللبن = MPI، مركّز بروتين اللبن = MPC، مركّز مذيلات الكازين= MCC، بروتين مصل (شرش) اللبن / مصل (شرش) طبيعيّ = NW، معزول بروتين المصل (الشرش) = WPI، مركّز بروتين المصل (الشرش) = WPC، بروتين البازلاء = Pea، بروتين الصويا = Soy١ و Soy٣، بروتين الأرزّ = Rice

المصدر: بارينجتون، ك.ج. ٢٠١٧. Characterization of Functional and Sensory Properties of Select Commercial Food Protein Ingredients. تمّ تقديمه في ندوة البحث التي أقيمت في مركز WI Center for Dairy Research في ١٤ نوفمبر ٢٠١٧.

وانفصلت عيّنة من بروتين البطاطا وعيّنة من بروتين البازلاء مباشرةً قبل المعالجة الحراريّة وتمّ بالتالي استبعادها من تقييم مدّة الصلاحيّة. وتمّت معالجة عيّنة أخرى من بروتين البطاطا حراريًا، لكنّها سدّت وحدة المعالجة وتمّ استبعادها أيضًا من التقييم. وكان بروتين الأرزّ أكثر لزوجة بكثير من مصادر البروتين الأخرى. أمّا في ظروف تعادل الحموضة فلوحظ تغييرًا في لون العيّنات بحسب مصدر البروتين، وازديادًا في حدّة المرارة بعد المعالجة الحراريّة إذا كانت العيّنة تتّصف بالمرارة منذ البدء.[٣٧] ولا بدّ من الإشارة هنا إلى أنّ هذه الاعتبارات مهمّة لصياغة المنتجات إذ قد تكون المواد الحاجبة للنكهة و/أو اللون ضروريّة تبعًا للبروتين المختار.

الرسم رقم ٦: مقارنات بين مشروبات جاهزة للاستهلاك عالية الحموضة (ذات اس هدروجيني يبلغ ٣)

الكلمات الدالّة: بروتين مصل (شرش) اللبن / بروتين طبيعيّ = NW، معزول بروتين المصل (الشرش) = WPI٤، مركّز بروتين المصل (الشرش) = WPC٢، بروتين البطاطا = PoP١، بروتين الصويا = Soy١، بروتين البازلاء = Pea٣، بروتين الأرزّ = Rice١

المصدر: بارينجتون، ك.ج. ٢٠١٧. Characterization of Functional and Sensory Properties of Select Commercial Food Protein Ingredients. تمّ تقديمه في ندوة البحث التي أقيمت في مركز WI Center for Dairy Research في ١٤ نوفمبر ٢٠١٧.

عندما يتمّ استخدام البروتينات في صياغة مشروبات معالجة حراريًّا عالية الحموضة ومتدنّية الإسّ الهدروجيني، ينفصل بروتين الأرزّ بشكلٍ فوريّ في حين ينفصل بروتين البازلاء بين عشيّة اليوم "٠" وضحاها. أمّا البروتينات الأخرى فبقيت في المحلول. وأظهر كلّ من بروتين مصل (الشرش) اللبن (المصل الطبيعيّ)، ومعزول بروتين المصل (الشرش)، وبروتين البطاطا صفاوة أفضل من صفاوة مصادر البروتين الأخرى.[٣٧]

تقييم ألواح البروتين

تمّ تقييم عيّنات مكونات البروتين التجاريّة في تطبيقٍ لوح غذائيّ معياريّ بلغ فيه محتوى الكربوهيدرات ٤٠ بالمائة والبروتين ٣٠ بالمائة والدهن ٣٠ بالمائة استنادًا إلى السعرات الحراريّة.٣٧وبما أنّ تركيبة كلّ مكوّن بروتينيّ فريدة من نوعها، تمّ تطوير صياغات فرديّة للتكيّف مع الاختلافات في البروتين وفي المحتوى من السعرات الحراريّة. وتمّ إبقاء مستوى الفروكتوز السائل (مكون كربوهدراتيّ) ثابتًا على نسبة ٥٢ بالمائة. أمّا كمّية زيت الكانولا (مكوّن دهني) فتمّ تعديلها في كلّ تركيبة لمراعاة الاختلافات بين المكوّنات البروتينيّة. كما وتمّت زنة المكوّنات كلّها ومزجها في خلاّط "كيتشن أيد بروفيشونال ميكسر" (Kitchen Aid Professional Mixer) بسرعة ٣ لمدّة ٣٠ ثانية. وتمّت زنة الخليط بعد ذلك وتقسيمه إلى ٤ عيّنات مماثلة زنة كلّ عيّنة منها ٢٥ ج وتمّت تعبئتها في أربعة أكواب بلاستيكيّة سعتها ٢٨ ج. ولوحظت فوارق في اللون بين عيّنات المكوّنات البروتينيّة تمامًا كما في حالة تركيبات المشروبات.

وتمّ إغلاق الأكواب بعد ذلك ووضعها في غلافات معدنيّة وتمّ تركها في ظروف التخزين. وتمّ تخزين عيّنة لكلّ مكوّن بروتينيّ على درجة حرارة الغرفة لمدّة ٢٥ ساعة قبل إخضاعها لتحليل قساوة اللوح باستخدام طريقة TA.XTPlus Texture Analyzer من شركة Texture Technologies،رامونا، كاليفورنيا، الولايات المتّحدة الأمريكيّة. كما وتمّ حفظ عيّنات إضافيّة بثلاثة نسخ لمدّة ٣٠ يومًا على ٤٥ درجة مئويّة قبل تحليل قوامها باستخدام الطريقة نفسها.

تحليل قوام الألواح الغذائيّة

ظهرت اختلافات كبيرة ($p<$ ٠,٠٠١) بين مصادر البروتين، بعد إخضاع هذه الأخيرة لاختبارات مسرّعة لمدّة الصلاحيّة.٣٧وطوّرت البروتينات اللبنيّة والنباتيّة درجات قساوة أعظم مقارنةً ببروتينات المصل (الشرش) التي بقيت طريّة. ولوحظت تغايرات بين مصادر بروتينات الصويا والبطاطا، لذلك يجب الاحتراس عند اختيار مصارد البروتين.

الحواس: التقييم

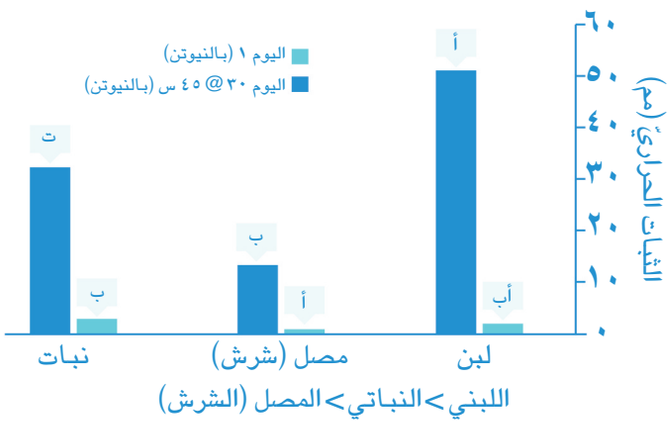
يشكّل استمتاع المستهلك بالمنتج عاملاً ضروريًّا وأساسيًّا لنجاح أيّ منتج غذائيّ أو مشروب جديد. وتمّ أساسًا تقييم البروتينات وإعادة إماهتها لتبلغ نسبة الجوامد فيها ١٠ بالمائة، وتمّ تقييمها بنسختين على ٢١ درجة مئويّة من قبل لجنة من الخبراء المدرّبين في مجال الخصائص الحسّية لتوثيق خصائص النكهة.

الرسم رقم ٧: اختلافات اللون

الكلمات الدالّة: معزول بروتين اللبن = MPI١-٣، مركّز بروتين اللبن = MPC١-٣، مركّز مذيلات الكازين = MCC١-٤، معزول بروتين المصل (الشرش) = WPI١-٤، مركّز بروتين المصل (الشرش) = WPC١-٣، بروتين مصل (شرش) اللبن / مصل (شرش) طبيعيّ = NW١، بروتين الصويا = Soy١-٤، بروتين البازلاء = Pea١-٤، بروتين البطاطا = PoP١-٣، بروتين الأرزّ = Rice١

المصدر: بارينجتون، ك.ج. ٢٠١٧
Characterization of Functional and Sensory Properties of Select Commercial Food Protein Ingredients.
تمّ تقديمه في ندوة البحث التي أقيمت في مركز WI Center for Dairy Research في ١٤ نوفمبر ٢٠١٧.

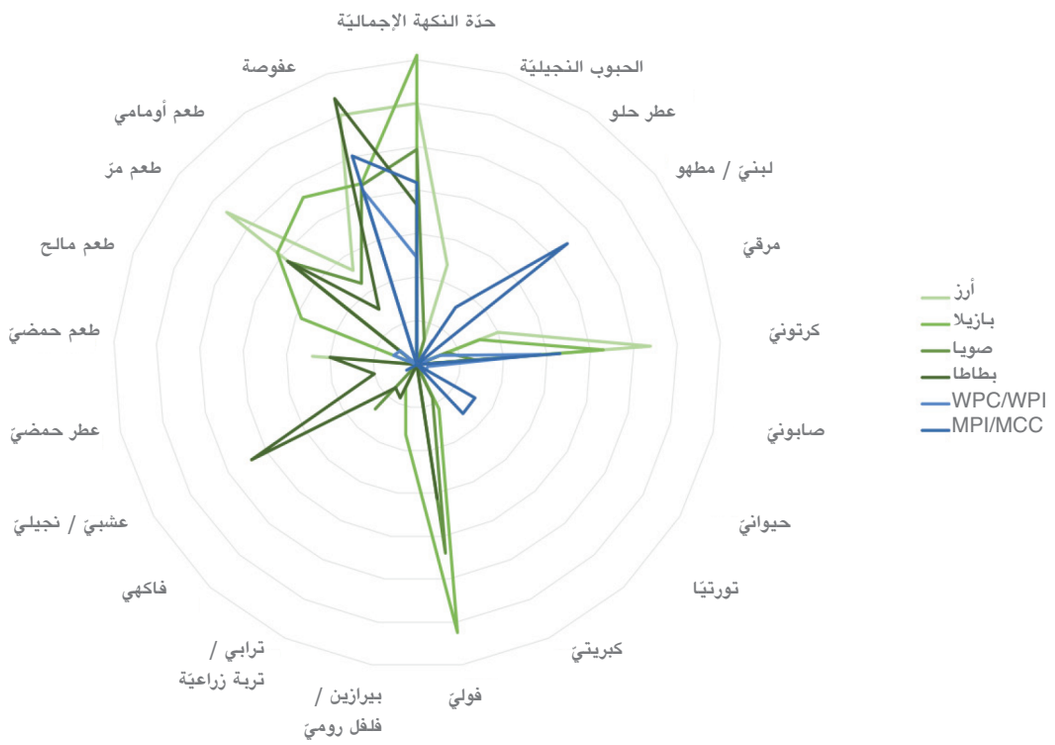
الجدول رقم ٩: قساوة الألواح الغذائيّة



الوسائل المبيّنة بأحرف مختلفة كانت ملحوظة ($p<$ ٠,٠٠١)

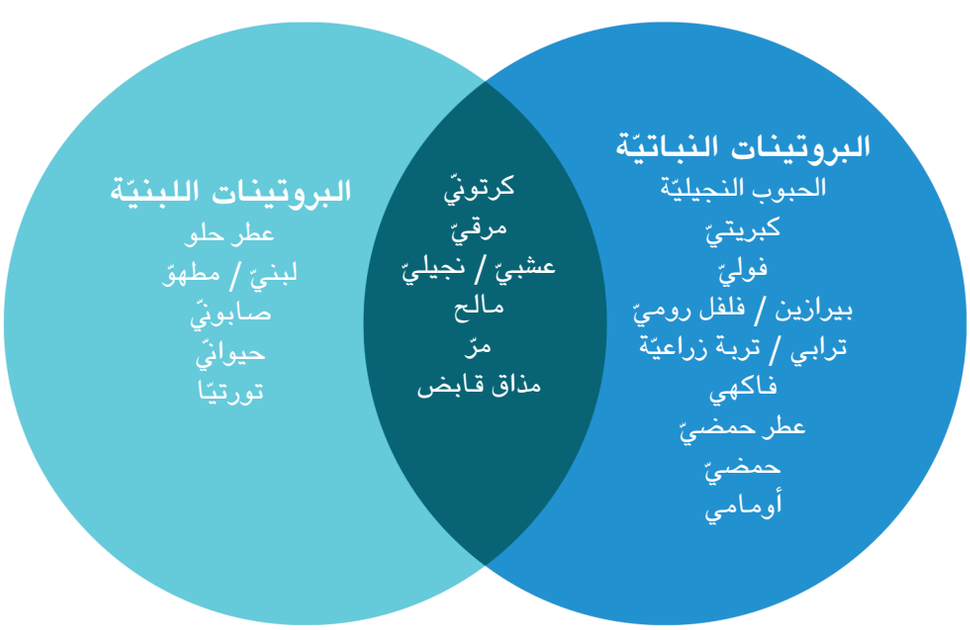
المصدر: بارينجتون، ك.ج. ٢٠١٧. Characterization of Functional and Sensory Properties of Select Commercial Food Protein Ingredients. تمّ تقديمه في ندوة البحث التي أقيمت في مركز WI Center for Dairy Research في ١٤ نوفمبر ٢٠١٧.

الرسم رقم ٨: حدّات نكهة البروتينات النباتية واللبنيّة



المصدر: كابور، ر.، بارينجتون، ك.ج.، جيانج، ه.، لارسون، س.، درايك، م.أ. ٢٠١٧. Characterization of functional and sensory properties of select commercial food protein ingredients.

الرسم رقم ٩: اختلافات النكهة بين البروتينات النباتية واللبنيّة



المصدر: كابور، ر.، بارينجتون، ك.ج.، جيانج، ه.، لارسون، س.، درايك، م.أ. ٢٠١٧. Characterization of functional and sensory properties of select commercial food protein ingredients.

وأظهرت البروتينات اللبنيّة خصائص لبنيّة/مطهوّة وعطريّة حلوة في حين أظهرت المصادر النباتيّة نكهات فوليّة وترابيّة وكبريتيّة وحمضيّة. وكان بروتين البطاطا أكثر قبوضًا من مصادر البروتين الأخرى. كما وأظهرت البروتينات اللبنيّة أيضًا مستويات أدنى بكثير ($p<$ ٠,٠٥) من القبوض والطعم المرّ والعشبيّ/النجيليّ والمرقيّ والكرتونيّ من تلك التي أظهرتها مصادر البروتين النباتيّة.[٣٥] وتسمح هذه الاختلافات في الادراك الحسّي للبروتينات اللبنيّة في توفير تجربة حسّية فضلى.

وفي تقييم حسّي إضافيّ للمستهلك (عدد = ١٠٥ مستهلك) أجري على أربعة مشروبات جاهزة للمزج بنكهة الفانيلا ومتوفّرة تجاريًّا تبيّن أن مشروبات البروتينات النباتيّة لاقت إعجابًا أقلّ من الذي لاقته منتجات خليط البروتين اللبني الجاهزة للمزج ($p<$ ٠,٠٥) لجهة الخصائص الإجماليّة مثال المظهر والنكهة والقوام/والاحساس في الفم.[٣٥]

وفي هذا الإطار لا بدّ من الإشارة إلى أنّه وفقًا للتطبيق وللطعم المرجوّ، قد تتطلّب مصادر البروتين النباتيّة إضافة نكهات ومثبّتات وعوامل حاجبة للحصول على قبول المستهلك الذي يمكن أن يزيد التكلفة و/أو أن يؤثّر سلبيًّا على بيانات المكوّنات. ويبقى العمل مع مورّدين خاصّين مهمًّا لتعزيز الأداء إلى أبعد حدّ بسبب تواجد التغيّريّة بين مكوّنات البروتين ضمن نوع البروتين نفسه.

تعدّد الاستخدام: امكانيّة الاستخدام في نطاق واسع من تطبيقات تجذب المستهلك

تضاعف بين العامين ٢٠١٣ و ٢٠١٧ عدد العمليّات العالميّة لإطلاق منتجات غذائيّة ومشروبات ذات بيانات إدعائيّة مثال "بروتين مضاف" أو "غنيّ" بالبروتين، ما خلق فرصة لمروحة كبيرة من تطبيقات البروتين الجديدة. وفي سياق المنتجات الغذائيّة والمشروبات غالبًا ما تركّز استخدام البروتينات النباتيّة في منتجات اللحوم والمشروبات والمخبوزات، في حين تمّ استخدام البروتينات اللبنيّة بشكلٍ أوسع في المشروبات والتحليات المثلّجة وتطبيقات الألواح الغذائيّة. غير أنّه، في ما يتعلّق بأنواع البروتين، ما زال الطعم يتصدّر لائحة الخواصّ المطلوبة أكثر لإطلاق منتجات جديدة.[٣٨] ونظرًا لتركيبة اللبن الفريدة من البروتين والدهن والكربوهدرات والمعادن، توفّر المكوّنات اللبنيّة بطبيعتها التغذية والوظيفيّة والنكهة لمجموعة متنوّعة من التطبيقات. كما ويمكن تركيز مكوّنات البروتين اللبنيّ أو عزلها أو حلمأتها لتعزيز قدرة الخفق أو الاستحلاب أو التهلّم أو حفظ الماء أو البقاء حلولة في ظلّ ظروف متنوّعة.[٣٩]

خلائط مشروبات وأغذية جافّة

قهوة من بنّ عدنيّ (موكا)

يمكن استخدام مكوّنات البروتين اللبنيّ في تطبيقات خلائط جافّة لتعزيز مستوى البروتين وتوفير مصدر معادن قليل الكلفة للتطبيق. أمّا في حال الرغبة بإحساس فمويّ أكثر لزوجة وسماكة،فيتمّ اختيار بروتينات اللبن لأنّها تحفظ الماء أكثر ممّا تفعل بروتينات المصل (الشرش) التي قد تكون اختيارًا أفضل للحصول على درجة أدنى من الكثافة عندما تتمّ إعادة الإماهة أو إذا أضاف الخليط النهائي محمّضات لأنّ البروتين يبقى حلولاً في بيئة يكون فيها الإس الهدروجيني أقلّ من ٤,٦.

مشروبات جاهزة للاستهلاك قليلة الحموضة

مشروب اللبن والعسل للاستهلاك قبل النوم

يمكن إخضاع المشروبات الجاهزة للاستهلاك للبسترة و/أو التعبئة الساخنة و/أو المعالجة بالحرارة الفوعالية و/أو المعالجة بالإنبيق، للتأكّد من أنّها آمنة. وتحتوي بروتينات اللبن على مستويات عليا من الكازين وهي ثابتة حراريًّا إذا كان الإس الهدروجيني للمشروب أعلى من ٦. لذلك يتمّ استخدام بروتينات لبنيّة مثال مركّز بروتين اللبن أو معزول بروتين اللبن أو مركّز مذيلات الكازين، بشكلٍ شائع في المشروبات قليلة الحموضة المعالجة بالحرارة الفوعالية أو بالانبيق. ويمكن أيضًا استخدام بروتينات المصل (الشرش) في هذه الأنواع من المشروبات جنبًا إلى جنب مع بروتينات اللبن (بنسبة لا تقلّ عن ٥٠ بالمائة) لتأمين الثبات الحراري. أضف أنّه عندما يتمّ استخدام مسحوق بروتين اللبن في مشروبات جاهزة للاستهلاك ذات محتوى أعلى من البروتين، من المهمّ توفير الوقت المناسب للخلط والإماهة (حوالى ٦٠ دقيقة على درجة حرارة تبلغ ٥٠س) قبل التصنيع للتأكّد من أنّ البروتين انخلط بشكلٍ تام في المحلول قبل البدء بالمعالجة الحراريّة.[٤٠]

المشروبات عالية الحموضة

شاي أخضر صافٍ بنكهة المانجا

تبرز بروتينات المصل (الشرش) مثال مركّز بروتين المصل (الشرش) أو معزول بروتين المصل (الشرش) أو بروتين مصل (شرش) اللبن (المصل الطبيعيّ) كالخيار الأفضل في المنتجات عالية الحموضة (إسّ هدروجيني أقلّ من ٤,٦) لأنّها تبقى حلولة في بيئة يكون فيها الإسّ الهدروجيني متدنّي. وهنا أيضًا لا بدّ من الإشارة إلى أهمّية إماهة البروتين بشكل ملائم (لحوالى ٣٠ دقيقة) قبل المعالجة بالتعبئة الساخنة للحصول على مدّة صلاحيّة ثابتة.[٤٠] وفي حال كان الإسّ الهدروجيني للمشروب أقلّ من ٣,٥، قد يكون معزول بروتين المصل (الشرش) الخيار الأفضل لأنّه يحتوي على أدنى مستويات من الدهن وجزيئات البروتين تتمتّع بشحنة إيجابيّة عليا، الأمر الذي يثبط التفاعلات الإلكتروستاتيّة ويسمح ببقاء المشروب صافيًا.

برتزل بروتينيّ طريّ

تطبيقات المخبوزات

توفّر البروتينات اللبنيّة في المخبوزات وظيفيّات متعدّدة ومنها حفظ الماء، واستبدال البيض/الدهن، وتعزيز القيمة التغذويّة، وتمديد مدّة الصلاحيّة. وتبيّن أنّ المكوّنات ذات محتوى أعلى من البروتين مثال مركّز بروتين المصل (الشرش) تحسّن بنية الجلوتن وخصائص حفظ الماء في منتجات الخبز والعجائن المثلّجة وتساهمّ في الوقت نفسه بزيادة محتوى البروتين في بطاقة البيانات التغذويّة.[٤١]

لوح غذائيّ خفيف بطعم الدرّاق مغطّى باللبن الزبادي

ألواح البروتين الغذائيّة

في مجال تطبيقات ألواح البروتين، تمّ استخدام مركّز بروتين المصل (الشرش) ومعزول بروتين المصل (الشرش) في خلائط الألواح، وطبقات التغطية المركّبة، والرقائق الهشّة المقذوفة لمدّ التركيبات الغذائيّة، من ألواح ووجبات خفيفة، بالقوام والنكهة وتحسين قيمتها الغذائيّة. كما وأظهرت بروتينات المصل (الشرش) التي أخضعت للحلمأة أنّها تحدّ من اشتداد قساوة اللوح مع مرور الوقت.[٤٢]

لوح مثلّج بنكهة الماتشا

تطبيقات التحليات المجلّدة

لطالما تمّ استخدام اللبن والقشدة في المثلّجات اللبنيّة والتحليات المثلّجة. وقد نما اهتمام المستهلك بالحلويّات اللذيذة الغنيّة بالبروتين شأنه شأن الاهتمام بمكوّنات البروتينات اللبنيّة ذات محتوى أعلى من البروتين ليتمّ إدراجها في المثلّجات اللبنيّة والتحليات المثلّجة. وقد تمّ استخدام كلّ من مركّز بروتين اللبن ومزكّر بروتين المصل (الشرش) لزيادة محتوى البروتين في المثلّجات اللبنيّة من ٤,٩ إلى ٧,٢ من دون أيّ آثار سلبيّة على ثبات الخصائص الحسّية والتخزين. كما وتمّ أيضًا استخدام مركّز بروتين المصل (الشرش) لاستبدال الدهن في تركيبات المثلّجات اللبنيّة.[٤٣]

حساء العدس المنشّط

تطبيقات الحساءات والصلصات

استخدم اللبن والجبن والقشدة على مرّ السنين لتعزيز النكهة في الحساءات والصلصات، ذلك أنّ البروتينات اللبنيّة تساهم في حفظ الماء وبتحسين الطعم في الفم، الأمر الذي يجعلها مثاليّة للوجبات العذائيّة الغنيّة بالبروتين. ويمكن استخدام البروتينات اللبنية كما وبروتينات المصل (الشرش) في صياغة الحساءات والصلصات لتحسين قيمتها الغذائيّة من دون التأثير على النكهة والحفاظ على قوام ناعم. إلّا أنّه في حالة معالجة الحساء أو الصلصة بالإنبيق أو بالحرارة الفوعالية بهدف إتمام الثبات الحرارّي، قد تكون بروتينات اللبن، مثال مركّز بروتين اللبن أو معزول بروتين اللبن أو مركّز مذيّلات الكازين، خيارًا أفضل لأنّ الكازين أكثر ثباتًا حراريًّا ويحفظ الماء بشكلٍ أكبر للحفاظ على لزوجة وشكلٍ متناسقين.[٤٤]

تعتبر البروتينات اللبنيّة عمليّة وتغذويّة لكنّها أيضًا متعدّدة الاستخدامات بشكلٍ يسمح بإيجاد حلول غذائيّة لذيذة ومبتكرة مرغوبة من المستهلكين. ولمزيد من المعلومات حول أنواع التطبيقات هذه والاطلاع على تقارير فنّية متعمّقة حول كيفيّة إنتاج البروتينات اللبنيّة وعملها، قوموا بزيارة الموقع الإلكتروني: ThinkUSAdairy.org.

سلامة الإمداد: تزايد القدرة على التوسّع لتلبية الحاجات المستقبليّة للابتكار باستخدام هذه المكوّنات عالية الجودة

يمكن الحصول على البروتين من مصادر غذائيّة متعدّدة، وتتضمّن التقليديّة منها اللبن، واللحم/الكولاجين، والبيض، وفول الصويا، والقمح. لكن عرفت الأسواق توسّعًا في مروحة مصادر البروتين المتوفّرة تجاريًّا للاستخدام في الأغذية، وتتضمّن البازلاء والعدس والفول والبقوليّات والأرزّ والشوفان. كما وتتمّ أيضًا زراعة وحصد وتوصيف وتسويق مصادر بروتين جديدة مثال الكانولا والحشرات والقنّب والطحالب المجهريّة والبروتينات أحاديّة الخليّة. ويتطلّب استخدام البروتين في الأغذية والمشروبات في الولايات المتّحدة الأمريكية إخضاعه لاختبارات صارمة والحصول على موافقات مثال شهادة "معترف به بشكلٍ عامّ كآمن" (GRAS)، واختبار المواد المسبّبة للحساسيّة، والتحليل الغذائيّ، والتوصيف الوظيفي، واختبار قبول المستهلك، والغرض من ذلك هو جعل المنتجين يتحقّقون من حالة المنتجات قبل عمليّة اختيارها.

ويعدّ توفّر إمداد ثابت مسألة أساسيّة بالنسبة للشراة وللمصنّعين عندما يقومون باختيار المكوّنات وشرائها. وتتصدّر الولايات المتّحدة الأمريكية لائحة البلدان المنتجة للبن البقر وهو مصدر مكوّنات بروتين اللبن وبروتين المصل (الشرش)، لذلك فإنّ صناعة الألبان والأجبان الأمريكيّة قادرة تمامًا على توفير إمدادًا آمنًا وعالي الجودة من المكوّنات اللبنيّة المغذّية لمنتجي الأغذية في أنحاء العالم كافّة. وتجدر الإشارة في المقابل إلى أنّ نسبة إنتاج البروتين النباتيّ ما زالت محدودة، في ما عدا الصويا. وتؤكّد مقارنة معدّلات الإنتاج هذا الفارق الكبير في الإمداد، حيث أنّه ومنذ ٢٠١٧، بلغ مجموع حجم البروتينات اللبنيّة (مركّزات ومعزولات بروتين اللبن والمصل) المنتجة في الولايات المتّحدة الأمريكية وحدها ٣٣٦٠٠٠ طنّ.[٤٥] وهذا الرقم يكاد يعادل الحجم الإجمالي للإنتاج العالميّ للبروتينات النامية مجتمعة وهي بروتينات البازلاء والأرزّ والقمح والبطاطا (٣٣٠٠٠٠ طنّ في ٢٠١٦).[٤٦] وتتمتّع الولايات المتحدة بأراضٍ وافرة وصناعة أجبان متنامية وباستثمارات مستمرّة في مجال الأبحاث والتطوير بالإضافة إلى تركيز على توسيع الصادرات، ويتوقّع بالتالي أن يتوسّع إنتاج البروتين اللبنيّ الأمريكيّ بشكلٍ أكبر في المستقبل موفّرًا إمداد آمن وخيارات كثيرة من مكوّنات البروتين اللبنيّة المصمّمة لتلبية احتياجات المستهلك ونيل إعجابه.

ملخّص

ليست كلّ البروتينات مماثلة بعضها لبعض. لذلك من المهمّ اختيار بروتين كامل عالي الجودة عند استخدام البروتين في منتجات موجّهة إلى شعوب تعاني من نقص في التغذية، أو لتغذية الرياضيّين، أو لإدارة الوزن، أو لشيخوخة صحّية. وتوفّر البروتينات اللبنيّة هذا المستوى الملحوظ من التغذية بشكلٍ ثابت.

ويلعب كلّ من الشكل والأداء والنكهة والتغذية دورًا مهمًّا في الاستمتاع بالمنتج، لكنّ اعتبارات التكلفة وأسلوب الحياة تعادل هذه الخواصّ. وتتوفّر حاليًّا خيارات أكثر من أيّ وقت مضى في مجال الأغذية المدعّمة في هذه الحقبة التي ازداد فيها التركيز على البروتين. لذلك من المهمّ جدًّا إيجاد البروتينات التي توفّر خواصّ متعدّدة بشكلٍ ثابت.

وبروتينات اللبن الأمريكيّ قادرة من دون أيّ شكّ وبشكلٍ فريد على توفير خواصّ متعدّدة ومرغوبة لمساعدة الناس على التمتّع بالصحة في مراحل حياتهم كلّها. للحصول على المزيد من المعلومات حول صياغة المنتجات باستخدام مكوّنات الألبان والأجبان الأمريكيّة أو إيجاد مورّدين، نرجو زيارة الموقع الإلكترونيّ ***ThinkUSAdairy.org.***

يودّ مجلس صادرات الألبان والأجبان الأمريكيّة (USDEC) شكر موظّفي المجلس الوطنيّ للألبان والألبان "ناشونال دايري كاونسيل"، ومركز "ويسكونسن سنتر فور دايري ريسرش"، ومركز "ساوث إيست دايري فودز ريسرش سنتر"، على المساهمة بخبراتهم.

فهرست

القسم	صفحة رقم
المقدّمة	١
إنتاج مستدام: إلتزام منتجي الألبان والأجبان الأمريكيّين	٢
التصنيع: إيجابيّات استمداد البروتينات من اللبن	٢
البروتينات المشتقّة من اللبن	٣
البروتينات المشتقّة من الجبن	٣
التغذية: لجودة البروتين أهمّيتها	٤
كيف يستخدم الجسم البشريّ البروتين	٦
العبء المزدوج لسوء التغذية	٧
الوظيفيّة:خصائص معزّزة للأداء	٨
قدرة حفظ الماء	٨
الثبات الحراريّ	٩
تقييم المشروب	١٠
تقييم ألواح البروتين	١١
تقييم حسّي	١١
تعدّد الاستخدام: امكانيّة الاستخدام في نطاق واسع من تطبيقات تجذب المستهلك	١٣
سلامة الإمداد: تزايد القدرة على التوسّع لتلبية الحاجات المستقبليّة للابتكار	١٤
ملخّص	١٥
المراجع	١٦

المراجع

١ IRI. 2017. Top Trends in Fresh: Holistic Health.
٢ NPD Group. 2014. U.S. consumers want more protein in their diets and look to a range of sources for it. https://www.npd.com/wps/portal/npd/us/news/press-releases/us-consumers-want-more-protein-in-their-diets-and-look-to-a-range-of-sources-for-it. Accessed online: December 5, 2017.
٣ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2017. World Population Prospects: The 2017 Revision, Methodology of the United Nations Population Estimates and Projections, Working Paper No. ESA/P/WP.250. New York: United Nations. https://esa.un.org/unpd/wpp. Accessed online: December 5, 2017.
٤ Dolcera. 2017. Dairy versus Alternative Proteins: Patents, Scientific Articles & GRAS Study. Unpublished.
٥ Climate Change Indicators: U.S. Greenhouse Gas Emissions. 2016. https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-us-greenhouse-gas-emissions. Accessed online: December 5, 2017.
٦ Henderson, A., Asselin, A., and Heller, M., et al., U.S. Fluid Milk Comprehensive LCA. University of Michigan & University of Arkansas 2012.
٧ Mitloehner, F. 2017. Livestock and Climate Change: Facts and Fiction. University of California.
٨ Industry facts and figures. 2016. U.S. Dairy Export Council. http://www.thinkusadairy.org/industry-facts-and-figures/our-farms Accessed online: December 5, 2017.
٩ U.S. Dairy's Sustainability Report. 2016. https://www.usdairy.com/sustainability/commitment. Accessed on June 19, 2018.
١٠ Wang, Y. 2018. Calculation from Manure Production and Characteristics, ASAE D384.2. March 2005 and How Much Nitrogen Does Corn Need? Below, F. and Brandau, P. 2001.
١١ Patel, H. and Patel, S. Technical Report: Understanding the role of dairy proteins in ingredient and product performance. 2015. U.S. Dairy Export Council. http://www.thinkusadairy.org/resources-and-insights/resources-and-insights/application-and-technical-materials/technical-report-understanding-the-role-of-dairy-proteins-in-product-performance. Accessed online: December 5, 2017.
١٢ Emerging Milk Protein Opportunities Technical Report. 2010. Dairy Management Inc. http://www.thinkusadairy.org/resources-and-insights/resources-and-insights/marketing-trends-and-nutrition-materials/milk-protein-opportunities-brochure. Accessed online: December 5, 2017.
١٣ Smith, K. 2017. Dried Dairy Ingredients, 2nd Edition. Wisconsin Center for Dairy Research.
١٤ USDA. https://specialcollections.nal.usda.gov/dairy-exhibit#EarlyHistory. Accessed online: December 5, 2017.
١٥ Global Dairy Platform. 2016 Annual Review, p 7.
١٦ Institute of Medicine. 2006. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/11537. Accessed online: December 5, 2017.
١٧ van Vilet, S., Burd, N.A. and van Loon, L.JC. 2015. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. J Nutr doi: 10.3945/jn.114.204305.
١٨ Paddon-Jones, D., Campbell, W.W., Jacques, P.F., Kritchevsky, S.B., Moore, L.L., Rodriguez, N.R., van Loon, L.JC. Protein and healthy aging. 2015. Am J of Clin Nutrition 101:6, p 1339S–1345S. https://doi.org/10.3945/ajcn.114.084061. Accessed online; December 5, 2017.
١٩ Mathi, J.K., L. Yanhong, and H.H. Stein. 2017. Values for digestible amino acid scores (DIASS) for some dairy and plant protein may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS). British Journal of Nutrition 117:490-499.
٢٠ Rutherford, SM. 2015. Protein digestibility-corrected amino acid scores and digestible indispensable amino acid scores differentially describe protein quality in growing male rats. J Nutr 145(2):372-9. Doi:10.3945/jn.114.195438. Accessed online; June 19, 2018.
٢١ Boye, J. 2012. Protein quality evaluation twenty years after the introduction of the protein digestibility corrected amino acid score method. Br J Nutr 108 (2): S183-211. doi: 10.1017/S0007114512002309; Accessed online June 19, 2018.
٢٢ FAO. 2013. Report of an FAO Expert Consultation. Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition. Rome. http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf; Accessed online June 19, 2018.
٢٣ Phillips, SM. 2016. The impact of protein quality on the promotion of resistance-exercise-induced changes in muscle mass. Nutrition & Metabolism 13:64 Doi: 10.1111/nbu.12063.
٢٤ Global Nutrition Report: Nourishing the SDGs. 2017. https://www.globalnutritionreport.org/files/2017/11/Report_2017.pdf. Accessed online: December 5, 2017.
٢٥ UNICEF, WHO & World Bank Group. 2017. Levels and trends in child malnutrition. In Joint Child Malnutrition Estimates.https://data.unicef.org/wp-content/uploads/2017/05/JME-2017-brochure-1.pdf Accessed online June 5, 2017.
٢٦ World Health Organization. 2017. Malnutrition fact sheet. http://www.who.int/mediacentre/factsheets/malnutrition/en/. Accessed December 5, 2017.
٢٧ Stobaugh, H.C., Ryan, K.M., Kennedy, J.A., Grise, J.B., Crocker, A.H., Thakwalakwa, C., Litkowaski, P.E., Maleta, K.M., Manary, M.J. & Trehan, I. 2016. Including whey protein and whey permeate in ready-to-use supplementary food improves recovery rates in children with moderate acute malnutrition: a randomized, double-blind clinical trial. American J of Clin Nutr, 103:926-933.
٢٨ Devries, M.C., and Phillips, S.M. 2015. Supplemental protein in support of muscle mass and health: advantage whey. J of Food Science 80:S1.
٢٩ Miller, P.E., Alexander, D.D. and Perez, V. 2014. Effects of whey protein and resistance exercise on body composition: a meta-analysis of randomized controlled trials. J of the Am College of Nutr, 33:163-175.
٣٠ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2017. World Population Ageing 2017 (ST/ESA/SER.A/408). http://www.un.org/esa/population/publications/worldageing19502050. Accessed online: December 5, 2017.
٣١ Houston D, Nicklas B, Ding J, Harris T, Tylavsky F, Newman A, Lee J, Sahyoun N, Visser M, Kritchevsky S, Health ABC Study. 2008. Dietary protein intake is associated with lean mass change in older, community-dwelling adults: The Health, Aging, and Body Composition (Health ABC) Study. Am J Clin Nutr 87(1):150–5.
٣٢ Pennings B, Groen B, de Lange A, Gijsen A, Zorenc A, Senden J, van Loon L. 2012. Amino acid absorption and subsequent muscle protein accretion following graded intakes of whey protein in elderly men. Am J Physiol Endocrinol Metab 302(8): E992–E9.
٣٣ Bradlee, M.L. Mustafa, J., Singer, M.R. and Moore, L.L. 2017. High-protein foods and physical activity protect against age-related muscle loss and functional decline. J Gerontol A Biol Sci Med Sci. 73(1):88-94.
٣٤ Joy JM, Lowery RP, Wilson JM, Purpura M, De Souza EO, Wilson SM, et al. 2013. The effects of 8 weeks of whey or rice protein supplementation on body composition and exercise performance. Nutr J. 12:86.
٣٥ Kapoor R., Burrington, K.J., Jiang, H., Larson, S., Drake M.A. 2017. Characterization of functional and sensory properties of select commercial food protein ingredients. International Whey Conference, Chicago. http://www.international whey conference.org. Accessed online: November 29, 2017.
٣٦ Rittmanic, S. 2016. U.S. whey proteins in ready-to-drink beverages. U.S. Dairy Export Council. http://www.thinkusadairy.org/resources-and-insights/resources-and-insights/application-and-technical-materials/us-whey-protein-in-ready-to-drink-beverages. Accessed online: December 5, 2017.
٣٧ Burrington, K.J. 2017. Characterization of Functional and Sensory Properties of Select Commercial Food Protein Ingredients. Presented at the WI Center for Dairy Research, Research Forum, November 14, 2017.
٣٨ Innova Market Insights. 2017. Unpublished.
٣٩ Technical Report: Dairy Solutions for Clean-Label Applications. 2016. U.S. Dairy Export Council. http://www.thinkusadairy.org/resources-and-insights/resources-and-insights/application-and-technical-materials/technical-report-dairy-solutions-for-clean-label-applications. Accessed online: December 5, 2017.
٤٠ Application Monograph: U.S. dairy proteins and permeates in ready-to-drink beverages. 2017. U.S. Dairy Export Council. http://www.thinkusadairy.org/resources-and-insights/resources-and-insights/application-and-technical-materials/ready-to-drink-beverage-monograph. Accessed online: January 10, 2018.
٤١ Stoliar, M. and Burrington, K.J. 2008. U.S. whey ingredients in bakery products. U.S. Dairy Export Council. http://www.thinkusadairy.org/food-and-beverage-manufacturing/bakery. Accessed online: January 10, 2018.
٤٢ Burrington, K.J. and R. Boutin. 2007. U.S. whey ingredients in nutrition bars and gels. U.S. Dairy Export Council. http://www.thinkusadairy.org/resources-and-insights/resources-and-insights/application-and-technical-materials/us-whey-ingredients-in-nutrition-bars-and-gels. Accessed online: January 10, 2018.
٤٣ Young S. 2007. Whey products in ice cream and frozen dairy desserts. U.S. Dairy Export Council. http://www.thinkusadairy.org/resources-and-insights/resources-and-insights/application-and-technical-materials/us-whey-products-in-ice-cream-and-frozen-desserts. Accessed online December 5, 2017.
٤٤ Patel, H., Patel, S., and Agarwal, S. 2014. Milk Protein Concentrates Technical Report. U.S. Dairy Export Council. http://www.thinkusadairy.org/resources-and-insights/resources-and-insights/application-and-technical-materials/milk-protein-concentrates-manufacturing-and-applications. Accessed online: December 5, 2017.
٤٥ USDA National Agricultural Statistics Service. 2018. Dairy Products 2017 Summary. http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/DairProdSu/DairProdSu-04-26-2018.pdf. Accessed online June 19, 2018.
٤٦ Giract. 2017. The Changing World of Protein Ingredients 2016-2021.

©2018 U.S.Dairy Export Council | WW059A

U.S. Dairy Export Council
Ingredients | Products | Global Markets