



Người tiêu dùng thường muốn tìm hiểu thêm thông tin về nguồn gốc và phương thức sản xuất thực phẩm để họ có thể cảm thấy an tâm về những gì mà họ đang sử dụng. Tính đến năm 2017, 40% người tiêu dùng Hoa Kỳ tìm kiếm các loại thực phẩm và đồ uống để giúp quản lý sức khỏe của họ một cách tổng thể.¹ 78% người tiêu dùng Hoa Kỳ tin rằng đạm góp phần vào chế độ ăn uống lành mạnh và một nửa trong số đó cho biết họ muốn tăng thành phần đạm nhiều hơn trong chế độ ăn uống của họ.² Trong khi đó, dân số thế giới ước tính tăng lên 9,8 tỷ vào năm 2050, làm gia tăng mối lo ngại về việc đảm bảo nguồn cung trong tương lai và nhu cầu về các nguyên liệu đạm bền vững.³ Nhu cầu tiêu thụ đạm tăng cao đã thúc đẩy hành động của các công ty thực phẩm đa quốc gia nhằm tìm nguồn cung đạm đa dạng. Việc xác định, tách chiết và mô tả đặc tính của đạm từ nhiều nguồn khác nhau dẫn đến có hơn 300 hồ sơ bằng sáng chế về đặc tính của đạm và các ứng dụng thực phẩm từ năm 2012 đến năm 2017.⁴

Nhiều loại đạm động vật, thực vật và đạm đơn bào đang được đưa ra thị trường để sử dụng trong thực phẩm và nước giải khát. Với rất nhiều sự lựa chọn, các nhà xây dựng công thức chế biến thức ăn cần phải được thông báo đầy đủ khi xây dựng các giải pháp thực phẩm và nước giải khát. Việc chọn đúng nguyên liệu đạm là điều bắt buộc để tạo ra các sản phẩm có những thuộc tính chức năng và dinh dưỡng, mùi vị và hình dạng bên ngoài đáp ứng yêu cầu của người tiêu dùng. Không phải tất cả các loại đạm đều tạo ra những thuộc tính này như nhau. Báo cáo này sẽ thảo luận cách thức nguyên liệu đạm whey và đạm sữa đặc biệt đáp ứng yêu cầu của người xây dựng công thức chế biến để tạo các nguyên liệu ổn định, bổ dưỡng, có chức năng, hấp dẫn về mùi vị, đa dạng và an toàn để sử dụng trong các sản phẩm thực phẩm và đồ uống.



BẠN CÓ BIẾT?

Bò có đóng góp đặc biệt vào hệ thống thực phẩm toàn cầu với việc cung cấp chất dinh dưỡng quan trọng cho con người trong khi vẫn sử dụng hiệu quả thức ăn mà con người không ăn được và bổ sung chất dinh dưỡng cho đất bằng phân bón. Dưới đây là các nội dung quan trọng trong mỗi phần của báo cáo:

Sản Xuất Bền Vững – Thông qua kỹ thuật chăm sóc và quản lý bò hiện đại, Hoa Kỳ là nước dẫn đầu thế giới về năng suất sữa với quá trình sản xuất đảm bảo giảm thiểu lượng khí thải carbon trong khi vẫn thúc đẩy các sáng kiến phát triển bền vững.

Chế Biến – Vì đạm sữa tự nhiên hòa tan trong nước nên chúng đòi hỏi ít bước xử lý hơn so với các nguồn dựa trên thực vật/các loại hạt khác

Dinh Dưỡng – các loại đạm tự nhiên được tìm thấy trong sữa xét về mặt chất lượng là loại đạm chưa từng tìm thấy trong các nguồn khác và chúng luôn mang lại lợi ích trong tất cả các giai đoạn sống của con người:

- Giảm nguy cơ còi cọc ở những người dễ bị tổn thương.
- Cung cấp dinh dưỡng quan trọng cho sức khỏe của người mẹ và trẻ sơ sinh.

- Hỗ trợ quản lý cân nặng.
- Tăng cường phục hồi sau tập luyện.
- Hỗ trợ phục hồi cơ bắp do quá trình lão hóa

Chức Năng/Cảm Giác – Không có bất kỳ loại đạm nào khác ngoài sữa có thể cung cấp nhiều chức năng cho cơ thể trong khi vẫn đảm bảo một danh sách nguyên liệu đơn giản và hương vị tự nhiên phù hợp với mong muốn của người tiêu dùng.

Linh Hoạt Trong Sử Dụng – Nguyên liệu sữa phù hợp cho hầu hết mọi ứng dụng.

Đảm Bảo Nguồn Cung – Sản lượng sữa của Hoa Kỳ được đảm bảo quanh năm cùng với chất lượng nghiêm ngặt luôn đảm bảo sự phân phối ổn định các nguyên liệu sữa chất lượng.

SẢN XUẤT BỀN VỮNG: CAM KẾT CỦA NGƯỜI NÔNG DÂN SẢN XUẤT SỮA HOA KỲ

Trong nhiều năm, nông dân Mỹ đã sử dụng công nghệ và thực hành quản lý tiên tiến để tăng hiệu quả và giảm tác động đến môi trường trong các hoạt động sản xuất của họ. Theo Cơ quan Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (EPA), đến năm 2030, tổng phát thải khí nhà kính (GHG) do hoạt động chăn nuôi của Hoa Kỳ (tất cả động vật, cả thịt và sữa) sẽ chiếm 14% so với mức 31% do hoạt động sản xuất điện, 27% do hoạt động vận tải và 13% do hoạt động trồng trọt.⁵

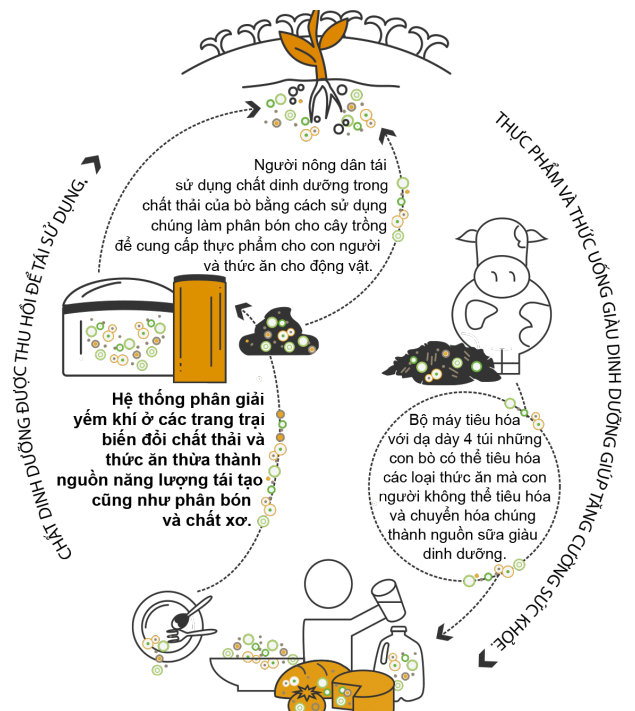
Trong năm 2008, nông dân sản xuất sữa của Hoa Kỳ đã thành lập Trung Tâm Cải Tiến Bơ Sữa Hoa Kỳ để đánh giá, quản lý và cải thiện không ngừng tính bền vững về môi trường, xã hội và kinh tế của ngành công nghiệp sữa Hoa Kỳ từ trang trại đến bàn ăn. Kết quả là, đánh giá vòng đời (LCA) đã được hoàn thành để hiểu tác động môi trường của quá trình sản xuất, chế biến và vận chuyển sữa. Ngày nay, ngành sữa của toàn Hoa Kỳ chỉ phát thải khoảng 2% GHG, tiêu tốn khoảng 5% lượng nước và sử dụng chỉ 9% đất đai.⁶ Ví dụ, những tiến bộ trong thực hành nông nghiệp và quản lý từ năm 1950 đến 2017 đã giúp nông dân sản xuất sữa tăng thêm 60% lượng sữa với số lượng bò sữa ít hơn 16 triệu con, giảm khoảng 66% lượng khí thải carbon.⁷ Nghiên cứu đang tiếp tục thực hiện để xác định các công nghệ và phương pháp thực hành mới nhằm tiếp tục giảm thêm những tác động này.

Người nông dân Mỹ xây dựng trang trại bò sữa và nuôi dưỡng chúng theo những phương thức phù hợp, hài hòa với điều kiện thời tiết và tài nguyên của từng khu vực.⁸ Trên 97% các trang trại bò sữa của Hoa Kỳ là các doanh nghiệp thuộc sở hữu gia đình thường được truyền qua nhiều thế hệ. Nông dân chăn nuôi bò sữa Hoa Kỳ làm việc quanh năm để đảm bảo sự thoải mái cho bò bằng cách cung cấp chế độ ăn uống lành mạnh, cân bằng dinh dưỡng, chuồng trại đảm bảo, có hệ thống quạt thông gió, hệ thống làm mát, độn chuồng bằng cát/nước, ... để tối ưu hóa sự thoải mái cho bò vì những con bò được chăm sóc tốt sẽ cho sữa nhiều hơn, hiệu quả hơn.

Chăn nuôi bò sữa là một hoạt động tái sử dụng chất dinh dưỡng. Khoảng 80% thức ăn của bò con người không thể ăn được – con người không thể tiêu hóa được những chất này. Ví dụ như vỏ hạt bông, vỏ cam quýt và vỏ hạnh nhân. Đó là một sự thắng lợi/thắng trong việc làm giảm lượng chất thải đi vào bãi rác - bò ăn toàn bộ thân cây ngô, con người ăn hạt ngô trên lõi ngô, con bò ăn vỏ hạnh nhân, con người ăn hạt hạnh nhân, con bò ăn vỏ hạt bông, con người mặc áo làm từ sợi bông. Thêm vào đó, con người hưởng lợi nguồn dinh dưỡng tuyệt vời mà con bò đem lại từ việc biến các thành phần con người không thể ăn được thành nguồn sữa giàu dinh dưỡng thông qua quá trình tiêu hóa thức ăn trong dạ dày bốn túi độc đáo. Mặc dù khoảng 20% khẩu phần của bò được tạo thành từ những gì con người có thể ăn (thành phần con người có thể tiêu hóa), chỉ có khoảng 2% được tạo thành từ những gì con người sẽ ăn (dựa trên nhu cầu của ngành thực phẩm hoặc tiêu thụ mong muốn).⁹

Để hoàn thành chu kỳ bền vững, bò sẽ tạo ra phân hữu cơ giàu dinh dưỡng và được đưa trở lại đất, giữ cho đất màu mỡ để sử dụng trong tương lai. Mỗi ngày, một con bò sữa của Hoa Kỳ thải ra 64 lít (17 gallon) phân. Với lượng phân đó đủ để trồng 20 kg ngô (46 pounds) trên nền đất có hàm lượng dinh dưỡng trung bình và lượng ngô đủ để làm thức ăn cho một con bò đang tiết sữa ở Illinois.¹⁰

HÌNH 1: ĐÓNG GÓP CỦA NGÀNH CÔNG NGHIỆP SỮA ĐẾN SỰ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG



Nguồn: Ủy Ban Cam Kết Bền Vững Sữa của Hoa Kỳ. USdairy.com: 2014

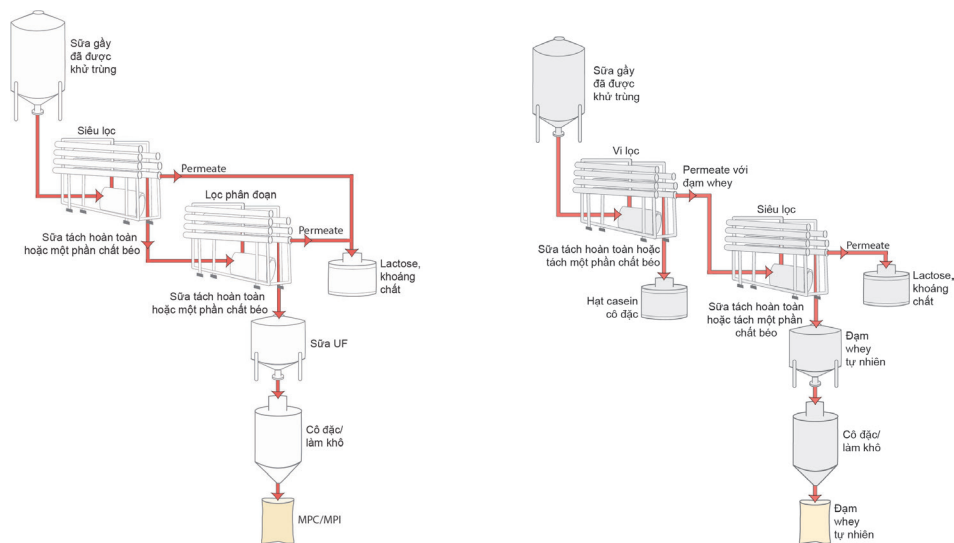
QUÁ TRÌNH CHẾ BIẾN: NHỮNG ƯU ĐIỂM TRONG PHƯƠNG PHÁP TÁCH ĐẠM TỪ SỮA

Do tính chất dễ hỏng của sữa, việc chuyển sữa thành các sản phẩm và nguyên liệu sữa phải thực hiện ngay sau khi vắt sữa ở các nhà máy gần các trang trại chăn nuôi bò. Không giống như nhiều nguồn đạm thay thế khác, đạm sữa được tách ra từ một chất lỏng hòa tan mà không yêu cầu thêm giai đoạn nghiền hay bổ sung hóa chất để giữ chúng trong dung dịch. Do có ít bước xử lý hơn và khoảng cách vận chuyển ngắn hơn nên ngành công nghiệp sữa Hoa Kỳ luôn đảm bảo cung cấp nguyên liệu sữa giàu dinh dưỡng ổn định, an toàn, chất lượng cao, dễ tiếp cận để sử dụng trong thực phẩm và đồ uống.

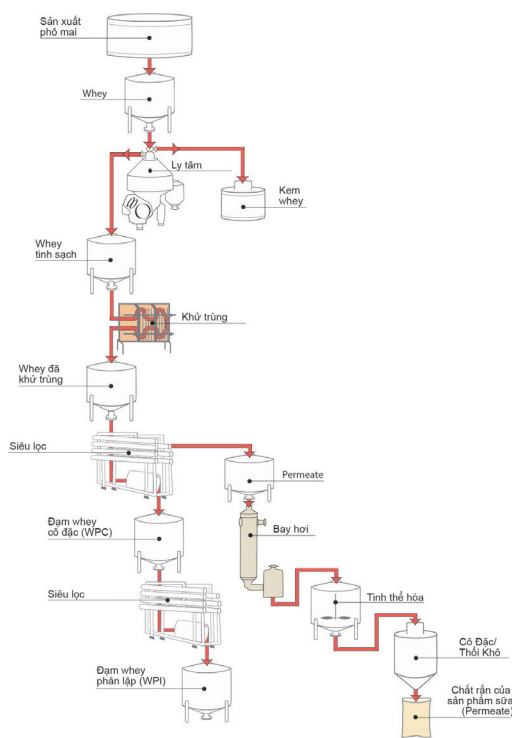
Đạm sữa bao gồm 80% casein và 20% đạm whey. Nước được sử dụng để lọc các thành phần đạm, chất béo và carbohydrate qua các màng dựa trên kích thước vật lý của chúng. Sau khi tách, các thành phần đạm được cô đặc và sấy

khô thành các nguyên liệu có hàm lượng đậm cao hơn với tỷ lệ casein và đậm whey khác nhau, chẳng hạn như hạt casein cô đặc (MCC), đậm sữa phân lập (MPI), đậm sữa cô đặc (MPC) hoặc đậm whey (whey tự nhiên) có các thuộc tính chức năng đặc biệt.^{11,12} Đậm whey có nguồn gốc từ quá trình chế biến phô mai cũng có thể được lọc và cô đặc thành đậm whey phân lập (WPI) hoặc đậm whey cô đặc (WPC).¹³

HÌNH 2: TÁCH ĐẬM TỪ SỮA



HÌNH 3: ĐẬM TỪ QUÁ TRÌNH SẢN XUẤT PHÔ MAI



Nguồn: Smith K. 2017. Dried Dairy Ingredients, 2nd Edition. Wisconsin Center for Dairy Research.

Vì phương pháp lọc này sử dụng nước và màng lọc, phần lớn nước được tách ra từ sữa có thể được lọc và tái chế để làm sạch hoặc tiếp tục được tinh chế để đưa vào môi trường dưới dạng nước uống được.

DINH DƯỠNG: NHỮNG VẤN ĐỀ VỀ CHẤT LƯỢNG ĐẠM

Sữa bò đã có một lịch sử lâu dài trong việc nuôi dưỡng đời sống con người. Kể từ những năm 1600, những người nhập cư sớm đến Hoa Kỳ đã mang gia súc từ châu Âu nhằm cung cấp sữa và thịt để nuôi sống gia đình của họ.¹⁴ Đến năm 2016, sữa và các sản phẩm sữa bò trở thành nguồn cung cấp đạm lớn thứ ba và là nguồn cung cấp năng lượng lớn thứ năm cho hơn 6 tỷ người trên khắp thế giới.¹⁵

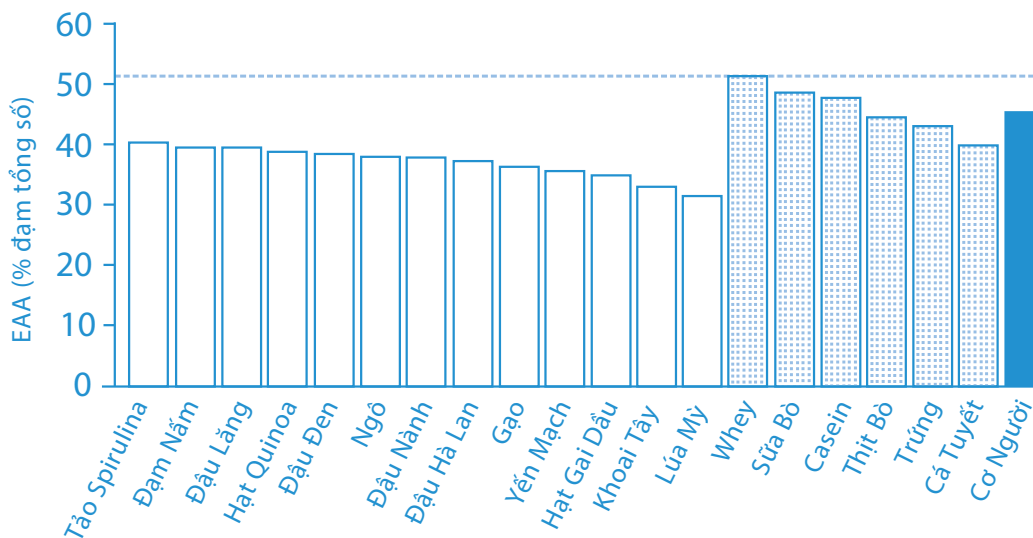
Chất lượng đạm là một yếu tố quan trọng khi lựa chọn các nguyên liệu có hàm lượng đạm cao. Đạm đóng một vai trò không thể thiếu trong cấu trúc của cơ thể, chức năng và điều chỉnh hoạt động của mô và cơ quan. Cơ thể chỉ có thể tổng hợp được đạm cần thiết nếu tất cả các axit amin thiết yếu có sẵn từ thực phẩm được tiêu thụ. Trong khi tất cả các loại thực phẩm có nguồn gốc động vật và thực vật đều có chứa một lượng đạm nhất định, không phải tất cả đạm đều được tạo ra như nhau vì các thực phẩm này có thể khác nhau về lượng axit amin thiết yếu, khả năng tiêu hóa và sinh khả dụng của chúng. Số lượng thực phẩm cần thiết để tối đa hóa quá trình tổng hợp đạm cơ của mỗi người là khác nhau tùy thuộc vào từng cá thể và loại (chất lượng) đạm tiêu thụ. Đạm chất lượng cao được định nghĩa là một đạm chứa tất cả các axit amin thiết yếu (không thể thay thế) với tỷ lệ cần thiết cho cơ thể trong khi vẫn duy trì sinh khả dụng và khả năng tiêu hóa nhanh.¹⁶ Đạm sữa đáp ứng các yêu cầu này.

BẢNG 1: CÁC LOẠI AXIT AMIN THIẾT YẾU VÀ KHÔNG THIẾT YẾU

Axit amin thiết yếu	Axit amin thiết yếu có điều kiện	Axit amin không thiết yếu
Histidine	Arginine	Alanine
Isoleucine	Cysteine	Aspartic acid
Leucine	Glutamine	Asparagine
Lysine	Glycine	Glutamine acid
Methionine	Proline	Serine
Phenylalanine	Tyrosine	
Threonine		
Tryptophan		
Valine		

Nguồn: Institute of Medicine. 2006. Dietary Reference Intakes: The Essential Guide to Nutrient Requirements

BẢNG 2: TỶ LỆ AXIT AMIN THIẾT YẾU (EAAs) SO VỚI ĐẠM TỔNG SỐ



Nguồn: van Vleet, S., Burd, N.A. and van Loon, L.J.C. 2015. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. J Nutr.

Các nguồn đạm khác nhau sẽ khác nhau về số lượng các loại axit amin thiết yếu. Thành phần axit amin thiết yếu trong đạm có nguồn gốc động vật có xu hướng cao hơn trong các đạm có nguồn gốc thực vật trong đó đạm sữa có hàm lượng axit amin thiết yếu cao nhất.¹⁷ Bằng chứng khoa học cho thấy những khẩu phần có hàm lượng đạm cao hơn dường như mang lại lợi ích sức khỏe lớn hơn nếu đạm tiêu thụ là các đạm chất lượng cao, đạm hoàn chỉnh.^{18,28} Phương pháp hiện tại để đánh giá chất lượng đạm ở Hoa Kỳ là phương pháp xác định chỉ số tiêu hóa đạm có hiệu chỉnh (the Protein Digestibility Corrected Amino Acid Score -PDCAAS).¹⁹

Đạm khác nhau về chất lượng dựa trên hàm lượng axit amin (AA), khả năng tiêu hóa và tính khả dụng sinh học. Đạm động vật là đạm hoàn chỉnh, chất lượng cao vì chúng chứa tất cả các AA thiết yếu. Ngoại trừ đạm đậu nành, đạm thực vật thường có chất lượng thấp hơn và không đầy đủ do thiếu các AA thiết yếu so với nhu cầu của cơ thể. Đạm từ sữa bò (whey, casein) có điểm chất lượng đạm cao nhất, là 1.0.

PDCAAS là phương pháp tiêu chuẩn vàng được các cơ quan quốc tế như Tổ chức Lương thực và Nông nghiệp của Liên Hợp Quốc (FAO) công nhận, mặc dù vậy PDCAAS không phải là không có hạn chế. Đầu tiên, các giá trị của đạm thô được tính trên toàn bộ đường tiêu hóa (tiêu hóa đến cuối cùng). Tuy nhiên, khả năng tiêu hóa của AA được xác định chính xác nhất ở cuối ruột non (hở tràng) vì AA chỉ được hấp thu từ ruột non và quá trình lên men ở ruột già (hindgut) có thể ảnh hưởng đến sự bài tiết AA ra ngoài. Thứ hai, khả năng tiêu hóa của đạm thô không đại diện cho khả năng tiêu hóa của tất cả các AA vì các AA riêng biệt được tiêu hóa với các mức độ khác nhau. Thứ ba, điểm số được giới hạn ở 1.0. Một số đạm, đặc biệt là đạm sữa, có điểm khi chưa giới hạn cao hơn 1, do đó không thể phân biệt giá trị tương đối cao của các đạm chất lượng cao. Thứ tư, quá trình chế biến thực phẩm đôi khi làm giảm sinh khả dụng của AA đã không được tính đến. Nói chung, những hạn chế này đã làm cho phương pháp PDCAAS thường đánh giá thấp giá trị của các đạm chất lượng cao và đánh giá quá cao giá trị của các đạm chất lượng thấp.^{19,20,21}

Do phương pháp PDCAAS có những hạn chế nên FAO đã triệu tập một nhóm chuyên gia để giải quyết vấn đề này. Khuyến nghị của họ là thay thế phương pháp PDCAAS bằng một phương pháp xác định chất lượng đạm mới được gọi là DIAAS hay phương pháp xác định chỉ số axit amin không thay thế dễ tiêu hóa (Digestible Indispensable Amino Acid Score-DIAAS).²² Phương pháp này sẽ giải quyết một số hạn chế của phương pháp PDCAAS, bao gồm tính toán chất lượng đạm dựa trên khả năng tiêu hóa AA ở hở tràng (ruột non) (không phải là chỉ số đạm thô được tính trên toàn bộ đường ruột), điều chỉnh sự biến động chất lượng đạm do quá trình chế biến thực phẩm, và loại bỏ điểm giới hạn ở mức 1,0. Cần có thêm các nghiên cứu mới để hiểu rõ chất lượng của các nguồn đạm thay thế mới hơn.

BẢNG 3: CHỈ SỐ TIÊU HÓA ĐẠM (PDCAAS) CỦA MỘT SỐ THỰC PHẨM THÔNG DỤNG

Nguồn Thực Phẩm	PDCAAS
Sữa	1.00
Whey	1.00
Trứng	1.00
Đạm Đậu Nành	1.00
Casein	1.00
Thịt Bò	0.92
Đậu Nành	0.91
Đậu Hà Lan	0.67
Yến Mạch	0.57
Lúa Mỳ Nguyên Cám	0.45

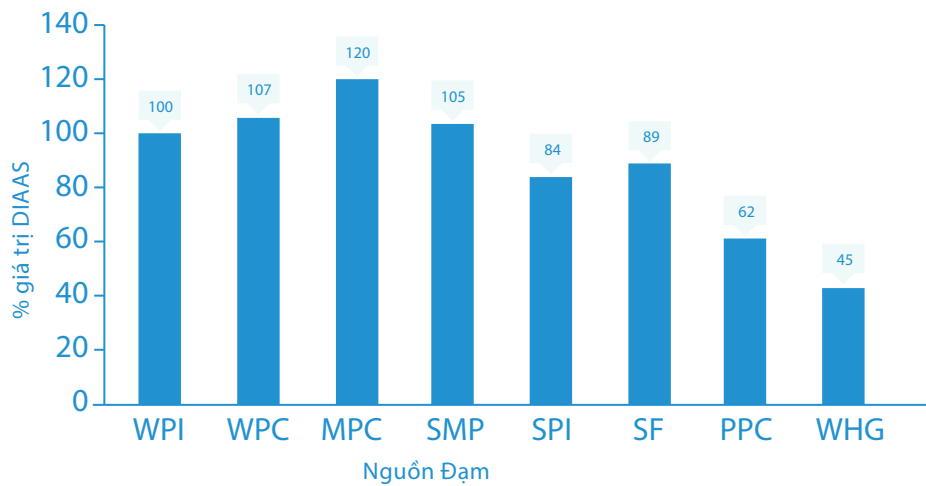
Nguồn: van Vliet, S., Burd, N.A. and van Loon, L.J.C. 2015. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. J Nutr.

SỰ KHÁC NHAU VỀ CHỈ SỐ DINH DƯỠNG THEO PHƯƠNG PHÁP PDCAAS VÀ DIAAS

Chỉ Số Tiêu Hóa Đạm Có Hiệu Chính (PDCAAS)	Chỉ Số Axit Amin Không Thay Thế Dễ Tiêu Hóa (DIAAS)
Dựa trên khả năng tiêu hóa trên toàn bộ đường tiêu hóa	Dựa trên khả năng tiêu hóa axit amin ở hở tràng thuận lợi so với khả năng tiêu hóa trên cả đường tiêu hóa vì axit amin chỉ được hấp thu ở ruột non, và quá trình lên men ở ruột già do vi sinh vật có thể làm bài tiết axit amin qua phân
Dựa trên khả năng tiêu hóa của đạm thô mà không tính đến việc các axit amin riêng lẻ được tiêu hóa với mức độ khác nhau	Dựa trên khả năng tiêu hóa của từng loại axit amin, có tính đến sự khác biệt về khả năng tiêu hóa của các axit amin riêng lẻ
Điểm giới hạn tại 1	Không có điểm giới hạn
Không có khả năng phân biệt giá trị tương đối của đạm chất lượng cao (điểm giới hạn > 1,0)	Cho phép phân biệt giá trị tương đối của đạm chất lượng cao (điểm số lớn hơn 1,0) do đó cho phép đánh giá một đạm dựa trên giá trị của nó như là một nguồn bổ sung axit amin với các nguồn đạm khác trong một chế độ ăn hỗn hợp
Ảnh hưởng của quá trình chế biến thực phẩm đến sinh khả dụng của các axit amin cụ thể không được tính đến	Bao gồm điểm số điều chỉnh cho quá trình chế biến thực phẩm
Sử dụng nhu cầu về axit amin của trẻ 1 đến 2 tuổi để ước tính giá trị PDCAAS cho tất cả mọi người	Sử dụng nhu cầu về axit amin của nhiều nhóm tuổi

Nguồn: Mathai, JK, et al., Br J Nutr 2017 and Rutherford, SM, et al., J Nutr 2015.

**BẢNG 4: CHẤT LƯỢNG CỦA MỘT SỐ NGUỒN ĐẠM THÔNG DỤNG
BIỂU THỊ BẰNG % TÍNH THEO PHƯƠNG PHÁP (DIAAS)**



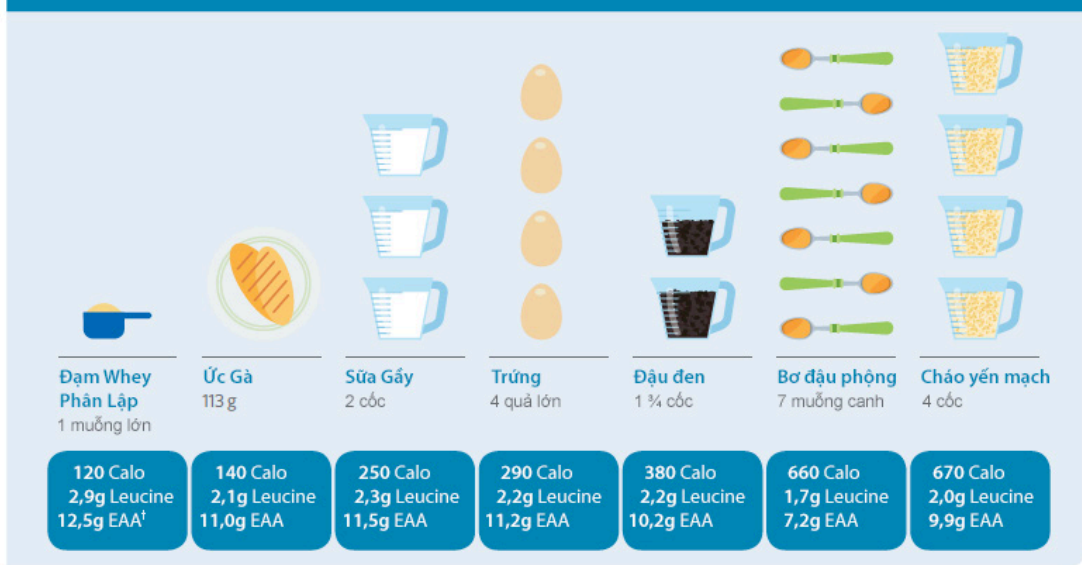
Ghi chú: WPI=đạm whey phân lập; WPC=đạm whey cô đặc; MPC=đạm sữa cô đặc; SMP=bột sữa gầy; SPI=đạm đậu nành phân lập; PPI=đạm đậu Hà Lan phân lập; WHG: lúa mì nguyên vỏ.

Nguồn: Mathai JK, Liu Y, Stein HH. Brit J Nutr. 2017.

CƠ THỂ CON NGƯỜI SỬ DỤNG ĐẠM NHƯ THẾ NÀO

Khi tiêu thụ, cơ thể con người tiêu hóa đạm thành axit amin (AA) để tiếp tục hấp thu và sử dụng. Trong khi các axit amin thiết yếu (EAAs) rất cần thiết để hỗ trợ tổng hợp đạm cơ (MPS) để xây dựng, phát triển và điều chỉnh các mô của cơ thể, các axit amin chuỗi nhánh (BCAAs), leucine, isoleucine và valine có vai trò đặc biệt quan trọng trong quá trình chuyển hóa của cơ. Leucine đã được chứng minh là AA chính kích thích sự khởi đầu của quá trình tổng hợp đạm cơ (MPS). Các nguồn đạm động vật thường chứa nhiều leucine hơn so với các đạm thực vật. Hầu hết các đạm thực vật có hàm lượng leucine 6-8%, trong khi hàm lượng leucine của đạm có nguồn gốc động vật khoảng 8,5-9% và đạm sữa có hàm lượng leucine > 10%.¹⁷ Vì vậy, đạm từ các nguồn có hàm lượng các axit amin thiết yếu (EAAs), axit amin chuỗi nhánh (BCAA) và leucine cao được ưu tiên khi sử dụng để tối ưu hóa (hoặc tối đa hóa) quá trình tổng hợp đạm cơ (MPS) để duy trì sức mạnh và hiệu suất hoạt động.^{23,28}

Hình 4: So sánh một số chỉ tiêu trong 25g đạm giữa các nguồn khác nhau



Nguồn: Whey Protein Isolate Nutrition Panel. Available at <http://www.gnc.com/whey-protein/GNCProPerformance100WheyIsolate.html>.

USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. 2016. Available at <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>.

GÁNH NẶNG SUY DINH DƯỠNG TĂNG GẤP ĐÔI

Trên toàn cầu, có những lo ngại ngày càng tăng về cách thiếu dinh dưỡng và suy dinh dưỡng tác động đến con người trong suốt cuộc đời của họ. Trong năm 2017, hơn 815 triệu người đã đi ngủ đói.²⁴ Theo UNICEF, 156 triệu trẻ em dưới 5 tuổi bị còi cọc (chiều cao thấp so với tuổi) và 52 triệu trẻ bị thiếu cân (trọng lượng thấp so với chiều cao).²⁵ Ngoài ra, hơn 462 triệu người trưởng thành có cân nặng thấp hơn so với chiều cao và hơn 1,9 tỷ người lớn thừa cân hoặc béo phì.²⁶ Vì đạm sữa là đạm chất lượng cao, việc sử dụng chúng trong các sản phẩm dành cho những đối tượng dân số này có thể mang lại lợi ích theo khuyến cáo của các nghiên cứu đã công bố. Ví dụ, các nhà nghiên cứu đánh giá kết quả của sáu nghiên cứu lâm sàng trên trẻ em từ sáu tháng tuổi trở lên để kiểm tra mối quan hệ giữa chất lượng đạm, tăng trưởng tuyến tính và phòng ngừa còi cọc. Các nhà nghiên cứu kết luận rằng đặc biệt ở trẻ em suy dinh dưỡng, đạm sữa có liên quan mật thiết với tăng trưởng.²⁷

Ở người lớn, khối lượng cơ xương là sản phẩm của các quá trình tổng hợp (MPS) và thoái hóa đạm cơ (MPB) xảy ra đồng thời và liên tục. Sự cân bằng giữa hai quá trình này quyết định liệu khối lượng cơ tăng (cân bằng đạm dương), giảm (cân bằng đạm âm) hay không đổi. Tỷ lệ kiến tạo (MPS) và phân giải cơ (MPB) có thể bị ảnh hưởng bởi một số yếu tố bao gồm thiếu hụt năng lượng, khả năng đề kháng và quá trình lão hóa. Sau khi sử dụng một món ăn có chứa đạm, tình trạng tăng axit amin máu (hyperaminoacidemia) xảy ra trong một thời gian ngắn kích thích quá trình tổng hợp đạm cơ (MPS) và lượng insulin tăng cao (hyperinsulinemia) ức chế quá trình phân giải đạm cơ (MPB) dẫn đến cân bằng đạm dương. Đáp ứng với quá trình tổng hợp đạm cơ khác nhau khi sử dụng đạm là một đặc tính chất lượng của đạm tiêu hóa.

Bằng chứng khoa học chỉ ra rằng đạm sữa, đặc biệt là đạm whey, có thể kích thích tăng MPS lớn nhất khi kết hợp với bài tập luyện sức đề kháng, do đó tối ưu hóa thành phần cơ thể so với các nguồn đạm không phải thịt.^{23,28} Tối ưu hóa khối lượng cơ trong suốt cuộc đời là rất quan trọng để tối đa hóa sức khỏe tổng thể phù hợp tuổi tác. Một phân tích meta bổ sung trên 14 thử nghiệm lâm sàng cho thấy những bằng chứng chứng tỏ việc cơ thể sử dụng bổ sung đạm whey kết hợp với việc tập thể dục hoặc sử dụng chúng như một phần của chế độ giảm cân hay khẩu phần duy trì cân nặng có thể giúp cải thiện thành phần cơ thể.²⁹

BẢNG 5: LƯỢNG ĐẠM KHẨU PHẦN ĐỂ TỐI ƯU HÓA (VỀ MẶT LÝ THUYẾT) QUÁ TRÌNH TỔNG HỢP ĐẠM CƠ SAU BỮA ĂN

Nguồn	Hàm lượng Leucine, % so với đạm tổng số	Lượng đạm tiêu thụ trong mỗi bữa ăn để cung cấp khoảng 3g leucine (g)	Lượng thực phẩm tiêu thụ trong mỗi bữa ăn (g)
Ngô	12.3	25	264
Tảo Spirulina	8.5	36	63
Đậu đen	8.4	36	167
Gạo	8.2	37	500
Đậu nành	8.0	38	104
Đậu lăng	7.9	39	150
Đậu Hà lan	7.8	39	180
Yến mạch	7.7	35	236
Hạt Quinoa	7.2	43	302
Hạt gai dầu	6.9	45	121
Lúa mì	6.8	45	299
Đạm nấm	6.2	49	447
Khoai tây	5.2	58	2891
Đạm động vật			
Whey	13.6	23	27
Sữa	10.9	28	876
Casein	10.2	30	35
Thịt bò	8.8	35	164
Trứng	8.5	36	5
Cá tuyết	8.1	38	211

Lượng đạm cần nạp để tối đa hóa tỷ lệ tạo cơ sau tập thể dục nhằm đáp ứng nhu cầu ăn uống ở các đối tượng trẻ. Dữ liệu được xếp hạng từ cao đến thấp theo hàm lượng leucine. Hàm lượng leucine cao hơn cho thấy rằng lượng đạm khẩu phần từ một nguồn nhất định thấp hơn là cần thiết để tối đa hóa tỷ lệ tạo cơ sau bữa ăn. Cột thứ ba (lượng đạm được tiêu thụ trong mỗi bữa ăn) đại diện cho một giá trị lý thuyết sử dụng đạm whey làm tiêu chuẩn tham chiếu. Số lượng đạm đã tính đại diện cho số lượng cần thiết để tương ứng với hàm lượng leucine có trong 23g đạm whey (~ 3g). Lượng đại diện cho whey và casein được giả định là các nguồn đạm phân lập, trong khi tất cả các nguồn đạm khác biểu thị cho số lượng đại diện của nguồn thực phẩm nguyên vẹn. MPS: Tổng hợp đạm cơ. Số trứng

Nguồn: van Vilet, S., Burd, N.A. and van Loon, L.J.C. 2015. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. J Nutr.

Do số lượng người già từ 60 tuổi trở lên trên toàn cầu ước tính sẽ tăng từ 962 triệu người năm 2017 lên khoảng 2,1 tỷ người vào năm 2050, sự mất khối lượng cơ liên quan đến lão hóa, được gọi là thiếu cơ (sarcopenia), có thể ảnh hưởng tiêu cực đến khả năng thực hiện các hoạt động hàng ngày của họ.³⁰ Dữ liệu từ Ủy ban Điều tra Khảo sát Sức khỏe và Dinh dưỡng Quốc gia Hoa Kỳ (the U.S. National Health and Nutrition Examination Survey - NHANES) đã chỉ ra rằng người lớn tuổi không tiêu thụ đủ lượng đạm cần thiết, và lượng ăn vào có xu hướng lệch về bữa ăn tối cũng có thể khiến người lớn tuổi bị thiếu đạm và năng lượng.³¹ Tiêu thụ các món ăn chứa đạm có thể kích thích quá trình tổng hợp cơ (MPS); Tuy nhiên, người lớn tuổi ít nhạy cảm với các tác động kích thích của đạm trên MPS.³² Chế độ ăn với nhiều đạm chất lượng cao đã được chứng minh có tác dụng duy trì khối lượng cơ ở người lớn tuổi.²⁸ Lượng thực phẩm chứa đạm động vật ăn vào càng nhiều, riêng lẻ hoặc kết hợp với lối sống năng động cũng có liên quan chặt chẽ với việc duy trì khối lượng cơ bắp và hiệu suất chức năng ở người lớn tuổi.³³

Một số nguyên liệu thực vật (ví dụ: đậu nành, đậu Hà Lan và gạo) có chứa các yếu tố kháng dinh dưỡng đòi hỏi phải xử lý bổ sung để loại bỏ. Việc xử lý này có thể ảnh hưởng đến khả năng tiêu hóa và hàm lượng leucine sẵn có so với đạm whey.¹⁷ Kết quả là, cần phải tiêu thụ lượng đạm thực vật cao hơn để đạt được những kết quả làm sàng tương tự như khi sử dụng đạm whey.^{17,34}

CHỨC NĂNG: TỐI ƯU HÓA CÁC THUỘC TÍNH

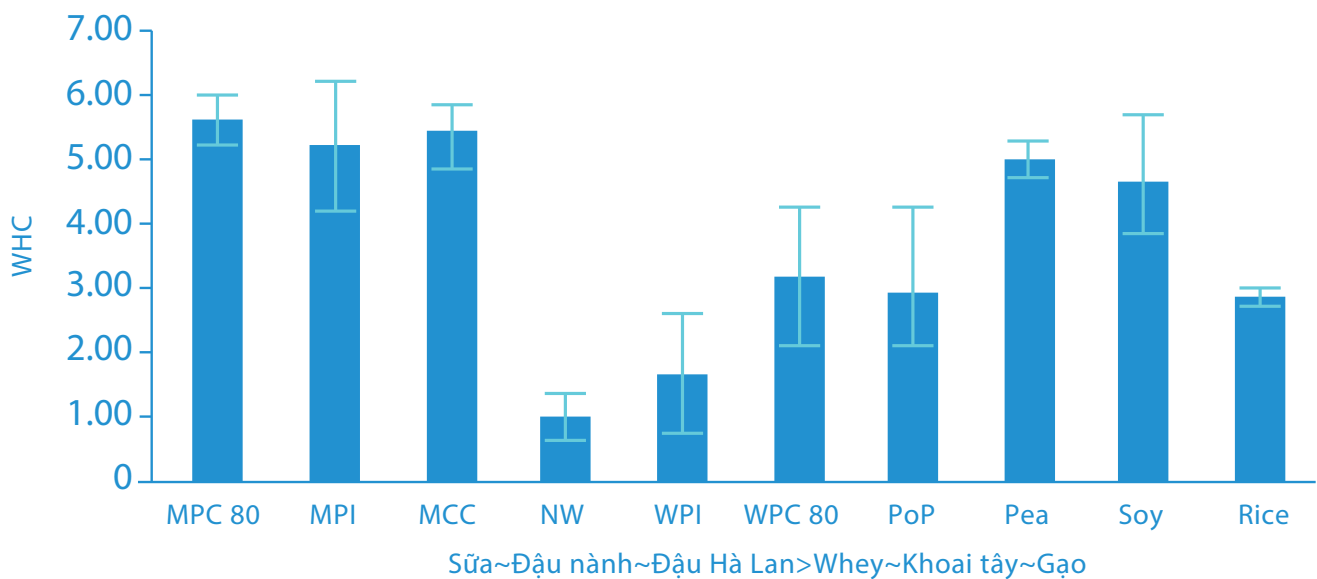
Việc lựa chọn nguyên liệu có ảnh hưởng đến các đặc tính cảm giác và chức năng góp phần đáng kể vào việc thưởng thức sản phẩm. Một nghiên cứu năm 2017 đã được tiến hành để mô tả đặc tính, so sánh và phân biệt các thuộc tính cảm giác và chức năng của các nguồn đạm sữa và đạm thực vật sẵn có trên thị trường. Tổng số 30 mẫu nguyên liệu đạm thương mại gồm MPI, MPC 80%, MCC, đạm whey sữa (whey tự nhiên), WPI, WPC 80%, đạm khoai tây từ 77-89%, đạm đậu từ 70-76%, đạm đậu nành từ 80-90% và đạm gạo 83% đã được đánh giá.

Các đặc tính như tính chất vật lý, giá trị pH (từ 5-7), độ nhớt, độ ổn định nhũ tương, gel hóa và khả năng tạo bọt của đạm là khác nhau giữa đạm sữa, đạm whey và đạm có nguồn gốc thực vật. Tuy nhiên, sự khác biệt thú vị nhất là khả năng giữ nước và ổn định nhiệt.

KHẢ NĂNG GIỮ NƯỚC

Khả năng giữ nước (WHC) là khả năng thấm hút và duy trì nước hoặc độ ẩm của một nguyên liệu. WHC là một yếu tố quan trọng đối với các sản phẩm mà người chế biến không muốn có quá trình tách nước trong thành phẩm như đồ uống, bánh mì, thịt chế biến, nước sốt, súp, nước thịt và các món tráng miệng đông lạnh.

BẢNG 6: KHẢ NĂNG GIỮ NƯỚC



Phương pháp luận: Neumann et al., 1984.

Ghi chú: Đạm sữa phân lập=MPI, đạm sữa cô đặc=MPC 80, Hạt casein cô đặc=MCC, Đạm Whey Sữa/Whey Tự Nhiên=NW, Đạm Whey Phân Lập=WPI, Đạm Whey Cô Đặc=WPC 80, Đạm Khoai Tây=PoP, Đạm Đậu Hà Lan=Pea, Đạm Đậu Nành =Soy, Đạm Gạo=Rice

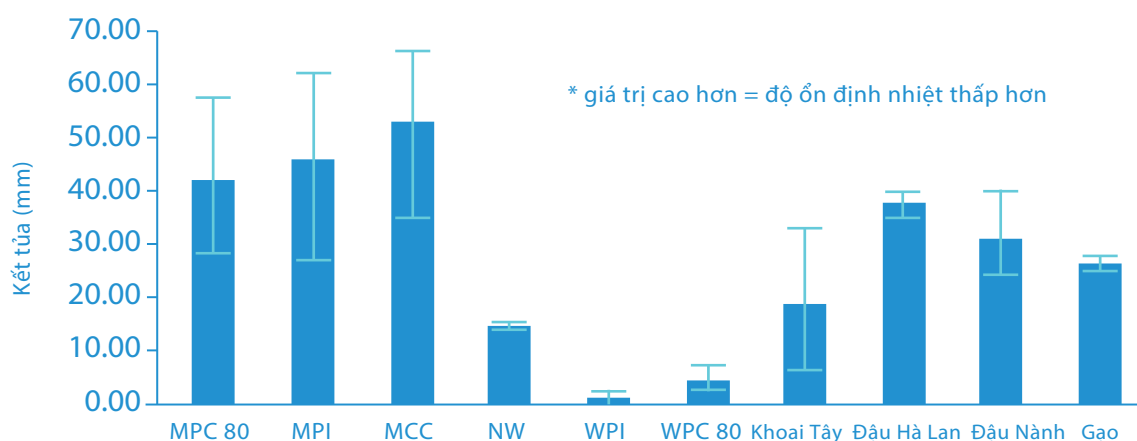
Nguồn: Kapoor, R., Burrington, K.J., Jiang, H., Larson, S., Drake, M.A. 2017. Characterization of functional and sensory properties of select commercial food protein ingredients. 2017 International Whey Conference, Chicago.

Đạm của sữa, đậu nành và đậu thể hiện khả năng giữ nước cao hơn (sai khác có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$) so với đạm whey, khoai tây hoặc gạo. Tuy nhiên, giá trị pH và quá trình xử lý nhiệt trước khi đóng gói có thể ảnh hưởng đến hiệu suất của đạm trong thành phẩm. Những đặc điểm này đặc biệt quan trọng khi xử lý các loại đồ uống chế biến sẵn.

ĐỘ ỔN ĐỊNH NHIỆT

Có bốn phương pháp khử trùng nhiệt cơ bản: khử trùng theo phương pháp asepti, khử trùng theo phương pháp retort, vô trùng theo phương pháp Pasteur dạng ống và vô trùng theo phương pháp rót nóng. Vô trùng theo phương pháp retort và asepti là phương pháp khử trùng bằng nhiệt độ cao, các sản phẩm được xử lý ở pH trung tính trong khoảng từ 4,6 đến 7,5. Quá trình xử lý vô trùng theo phương pháp Pasteur và rót nóng được thực hiện ở nhiệt độ thấp, vì vậy sản phẩm phải được giữ ở các điều kiện pH có tính axit giữa 2,8 và 4,5 để kiểm soát sự phát triển của mầm bệnh.³⁶ Hiểu rõ chức năng của các loại đạm trong các điều kiện khác nhau rất quan trọng để xác định loại nguyên liệu nào sử dụng phù hợp.

BẢNG 7: ĐỘ ỔN ĐỊNH NHIỆT CỦA CÁC LOẠI ĐẠM Ở GIÁ TRỊ pH 3



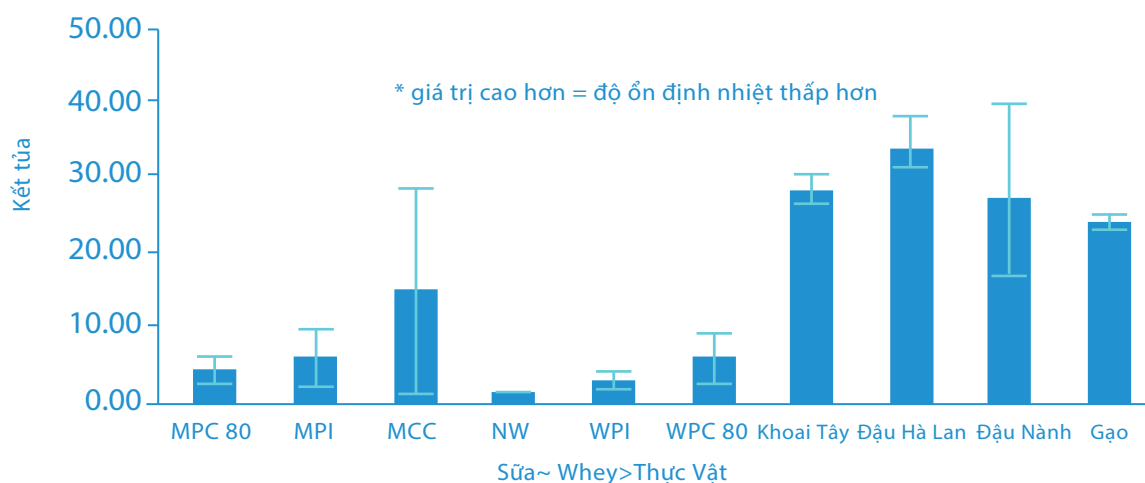
Phương pháp luận: Harper and Lee, 1988.

Ghi chú: Đạm Sữa Phân Lập=MPC 80, Đạm Sữa Có Đặc=MPI, Hạt Casein Có Đặc=MCC, Đạm Whey Sữa/Whey Tự Nhiên=NW, Đạm Whey Phân Lập=WPI, Đạm Whey Có Đặc=WPC 80, Đạm Khoai Tây=PoP, Đạm Đậu Hà Lan=Pea, Đạm Đậu Nành=Soy, Đạm Gạo=Rice

Nguồn: 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. 2017 International Whey Conference, Chicago.

Ở giá trị pH 3 (xem Bảng 7), đạm whey hoạt động tốt hơn (sai khác có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$) so với đạm thực vật hoặc đạm sữa. Điều đó có nghĩa là chúng phù hợp với quá trình xử lý trong điều kiện axit cao (pH thấp). 35 Ngoài ra, việc sử dụng WPI vẫn duy trì được sự ổn định rõ ràng ở giá trị pH 3 nên loại nguyên liệu này là sự lựa chọn lý tưởng cho các ứng dụng đối với các loại đồ uống chế biến sẵn.

BẢNG 8: ĐỘ ỔN ĐỊNH NHIỆT CỦA CÁC LOẠI ĐẠM Ở GIÁ TRỊ pH 7



Phương pháp luận: Harper and Lee, 1988.

Ghi chú: Đạm Sữa Phân Lập=MPI, Đạm Sữa Có Đặc=MPC 80, Hạt Casein Có Đặc=MCC, Đạm Whey Sữa/Whey Tự Nhiên=NW, Đạm Whey Phân Lập=WPI, Đạm Whey Có Đặc=WPC 80, Đạm Khoai Tây=PoP, Đạm Đậu Hà Lan=Pea, Đạm Đậu Nành=Soy, Đạm Gạo=Rice

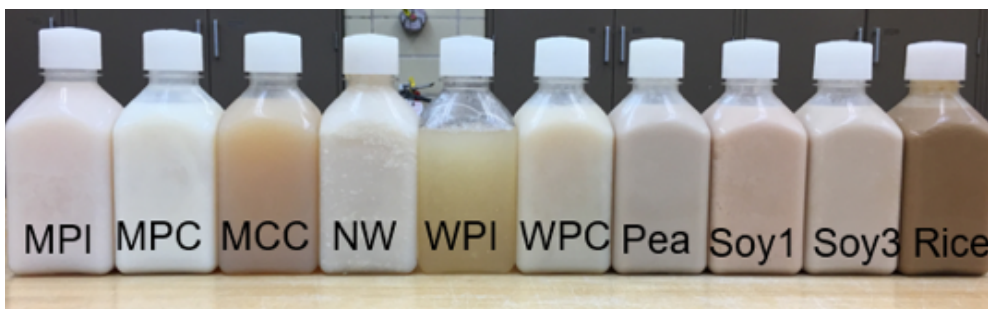
Nguồn Kapoor, R., Burrington, K.J., Jiang, H., Larson, S., Drake, M.A. 2017. Characterization of functional and sensory properties of select commercial food protein ingredients. 2017 International Whey Conference, Chicago.

Ở pH 7 (xem Bảng 8), cả đạm sữa và đạm whey đều có độ ổn định nhiệt cao hơn (sai khác có ý nghĩa thống kê với $p < 0,05$) so với các nguyên liệu đạm thực vật.³⁵ Vì vậy, đạm sữa, đạm whey hoặc sự kết hợp của hai loại nguyên liệu này sẽ hoạt động tốt hơn đối với các sản phẩm vô trùng bằng phương pháp aseptique. Vì quá trình khử trùng theo phương pháp retort xảy ra bên trong sản phẩm đã được đóng gói, nên cần nhiệt độ khử trùng cao hơn/ thời gian khử trùng lâu hơn dẫn đến kết quả là thời gian sản phẩm tiếp xúc với nhiệt độ cao kéo dài. Tính ổn định nhiệt là rất quan trọng đối với các sản phẩm được khử trùng bằng phương pháp retort, vì vậy các đạm sữa có hàm lượng casein cao hơn có thể hoạt động tốt hơn.³⁶

ĐÁNH GIÁ CÁC LOẠI NƯỚC GIẢI KHÁT

Để hiểu được các đạm hoạt động như thế nào trong điều kiện chúng được dùng để sản xuất nước giải khát, loại đạm hoạt động tốt nhất theo bảng đánh giá tính ổn định nhiệt được sử dụng để xây dựng công thức chế biến đồ uống chế biến sẵn có chứa 5% đạm ở cả pH 3 và pH 7.³⁷ Nước giải khát có pH trung tính sử dụng đường, hương vani tự nhiên, dipotassium phosphate (K_2HPO_4) và gum gellan có hương vị và tính ổn định giống với các loại nước giải khát thương mại. Nước giải khát theo công thức này sau đó được xử lý nhiệt theo phương pháp khử trùng aseptique ($140^\circ C / 284^\circ F$ trong 6 giây). Nước giải khát có hàm lượng axit cao thường sử dụng đường, hương vị xoài xanh tự nhiên và axit photphoric 85% để tạo hương vị và axit hóa đến pH 3. Các công thức nước giải khát có tính axit cao được xử lý nhiệt theo phương pháp khử trùng rút nóng ($82^\circ C / 180^\circ F$ trong 2 phút). Tính chất vật lý và khả năng ổn định trong thời hạn sử dụng của nước giải khát đã xử lý nhiệt được đánh giá sau một tháng bảo quản ở $45^\circ C$ ($113^\circ F$).

HÌNH 5: SO SÁNH CÁC LOẠI NƯỚC GIẢI KHÁT CHẾ BIẾN SẴN PH TRUNG TÍNH (PH 7)



Ghi chú: Đạm Sữa Phân Lập =MPI, Đạm Sữa Có Đặc=MPC, Hạt Casein Có Đặc=MCC, Đạm Whey Sữa/Whey Tự Nhiên=NW, Đạm Whey Phân Lập=WPI, Đạm Whey Có Đặc=WPC, Đạm Đậu Hà Lan=Pea, Đạm Đậu Nành=Soy1 và Soy3, Đạm Gạo =Rice

Nguồn: 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.

Trước khi xử lý nhiệt, một mẫu đạm khoai tây và một mẫu đạm đậu có hiện tượng tách lớp ngay lập tức và do đó đã được loại bỏ khỏi quá trình đánh giá thời hạn sử dụng. Một mẫu đạm khoai tây khác được xử lý nhiệt nhưng đã không kết nối với bộ xử lý, vì vậy nó cũng đã được loại bỏ khỏi quá trình đánh giá. Đạm gạo có độ nhớt cao hơn nhiều so với các nguồn đạm khác. Ở pH trung tính, màu sắc thay đổi theo nguồn đạm, và vị đắng của sản phẩm (nếu có) rất được quan tâm sau khi xử lý nhiệt.³⁷ Đây là những cân nhắc quan trọng về công thức vì màu sắc và/hoặc chất tạo hương vị có thể được yêu cầu tùy thuộc vào loại đạm được chọn.

HÌNH 6: SO SÁNH CÁC LOẠI NƯỚC GIẢI KHÁT CHẾ BIẾN SẴN CÓ ĐỘ ACID CAO (PH 3)



Ghi chú: Đạm Whey Sữa/Whey Tự Nhiên=NW, Đạm Whey Phân Lập=WPI4, Đạm Whey Có Đặc=WPC2, Đạm Khoai Tây=PoP1, Đạm Đậu Nành=Soy1, Đạm Đậu=Pea3, Đạm Gạo=Rice1

Nguồn 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.

Khi xây dựng công thức nước giải khát xử lý nhiệt có tính acid cao, pH thấp, đạm gạo tách ra ngay lập tức và đạm đậu tách ra sau một đêm đầu tiên. Các đạm khác vẫn ở dạng dung dịch. Các loại nước giải khát sử dụng đạm whey sữa (whey tự nhiên), WPI và đạm khoai tây biểu hiện độ trong suốt cao hơn so với các nguồn đạm khác.³⁷

ĐÁNH GIÁ CÁC LOẠI THANH DINH DƯỠNG

Các mẫu nguyên liệu đạm thương mại được đánh giá theo một ứng dụng thanh dinh dưỡng tiêu chuẩn với năng lượng cơ bản được cung cấp bởi 40% carbohydrate, 30% đạm và 30% chất béo.³⁷ Vì thành phần của mỗi loại nguyên liệu đạm là đặc trưng, các công thức riêng lẻ được phát triển để thích ứng với sự khác biệt trong hàm lượng đạm và năng lượng. Fructose lỏng (thành phần carbohydrate) được giữ không đổi ở mức 52%. Lượng dầu hạt cải (thành phần chất béo) được điều chỉnh trong mỗi công thức để tính đến sự khác biệt giữa các nguyên liệu đạm. Tất cả các nguyên liệu được cân và trộn trong một máy trộn chuyên dụng (Kitchen Aid Professional Mixer) ở tốc độ 3 trong 30 giây. Hỗn hợp này được cân và chia thành bốn phần (25g) bằng nhau cho vào 4 cốc nhựa 1 ounce (28g). Cũng giống như các công thức nước giải khát, màu sắc của các mẫu nguyên liệu đạm luôn khác nhau.

Các cốc chứa mẫu sau đó được hàn kín nóng trong bao bì mạ kim loại và được đặt trong điều kiện bảo quản. Một mẫu đối chứng cho mỗi loại nguyên liệu đạm được lưu trữ ở nhiệt độ phòng trong 24 giờ trước khi tiến hành phân tích độ cứng của thanh dinh dưỡng bằng máy phân tích kết cấu TA.XT Plus (TA.XT Plus Texture Analyzer) của Texture Technologies, Ramona, California, USA. Các mẫu lặp lại 3 lần được giữ trong 30 ngày ở 45°C và sau đó phân tích kết cấu bằng phương pháp tương tự.

PHÂN TÍCH KẾT CẤU CỦA CÁC THANH DINH DƯỠNG

Sau khi thử nghiệm tăng thời hạn sử dụng, sự khác biệt đáng kể ($p < 0,001$) đã được ghi nhận giữa các nguồn đạm.³⁷ Các loại đạm sữa và đạm thực vật trở nên cứng hơn so với đạm whey (đạm whey vẫn mềm hơn). Sự khác biệt cũng tồn tại giữa các nguồn đạm đậu nành và đạm khoai tây, vì vậy cần phải cẩn thận khi tìm nguồn cung ứng đạm.

ĐÁNH GIÁ CẢM QUAN

Sự yêu thích của người tiêu dùng là yêu cầu bắt buộc đối với sự thành công của các sản phẩm thực phẩm và đồ uống mới. Đầu tiên, các đạm đã đánh giá sẽ được thủy hóa lại với lượng nước bằng 10% chất rắn và được đánh giá 2 lần ở 21°C (70°F) bằng một hội đồng đánh giá cảm quan đã được huấn luyện để ghi lại các thuộc tính hương vị.

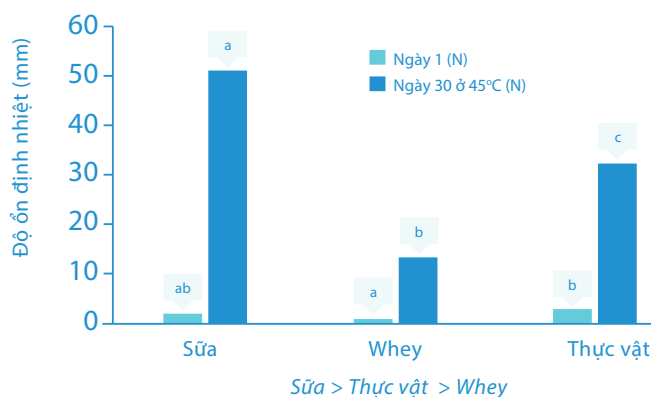
HÌNH 7: SỰ ĐA DẠNG VỀ MÀU SẮC



Ghi chú: Đạm Sữa Phân Lập=MPI1-3, Đạm Sữa Cô Đặc=MPC1-3, Hạt Casein Cô Đặc=MCC1-4, Đạm Whey Phân Lập=WPI1-4, Đạm Whey Cô Đặc=WPC1-3, Đạm Whey Sữa/Whey Tự Nhiên=NW1, Đạm Đậu Nành=Soy1-4, Đạm Đậu=Pea1-4, Đạm Khoai Tây=PoP1-3, Đạm Gạo=Rice1

Nguồn: 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.

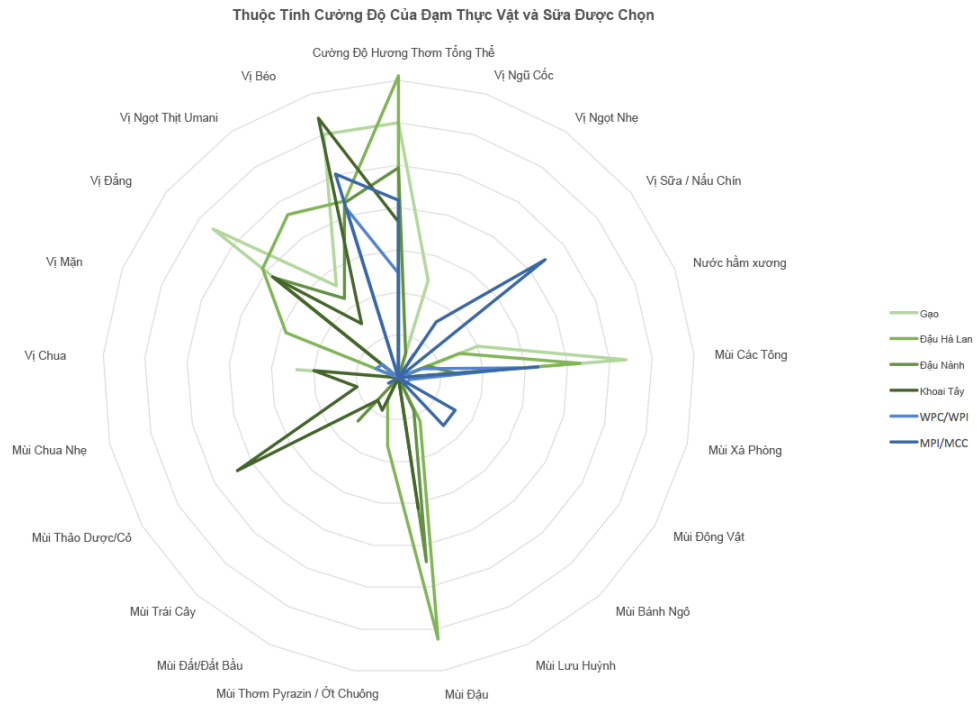
BẢNG 9: ĐỘ CỨNG CỦA THANH DINH DƯỠNG



Các giá trị trung bình với các chữ khác nhau thì khác nhau có ý nghĩa thống kê với ($p < 0,001$)

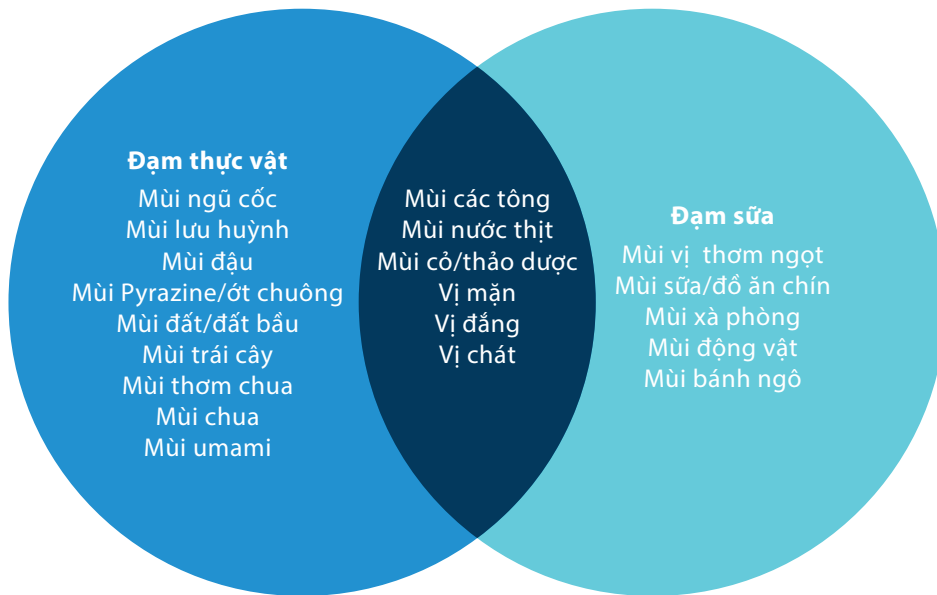
Nguồn: Burrington, K.J. 2017. Characterization of Functional and Sensory Properties of Select Commercial Food Protein Ingredients. Presented at the Wisconsin Center for Dairy Research, Research Forum, November 14, 2017.

HÌNH 8: ĐỘ ĐẬM HƯƠNG VỊ CỦA ĐẠM SỮA VÀ ĐẠM THỰC VẬT



Nguồn: 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.

HÌNH 9: SỰ KHÁC NHAU VỀ HƯƠNG VỊ GIỮA ĐẠM THỰC VẬT VÀ ĐẠM SỮA



Nguồn: 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.

Đạm sữa có hương vị thơm dịu ngọt, trong khi đó đạm có nguồn gốc thực vật thường có mùi đậu, mùi đất, mùi lưu huỳnh và mùi chua. Đạm khoai tây có vị chát hơn các nguồn đạm khác. Ngoài ra, đạm sữa biểu hiện mùi của hộp giấy, mùi nước thịt, mùi thảo dược/cỏ, có vị đắng và vị chát thấp hơn đáng kể ($p < 0,05$) so với nguồn đạm thực vật.³⁵ Những khác biệt về cảm quan cho phép đạm sữa cung cấp một trải nghiệm cảm giác cao cấp hơn.

Một đánh giá cảm quan khác được thực hiện trên đối tượng người tiêu dùng (n = 105 người tiêu dùng) đối với bốn loại nước giải khát thương mại chế biến sẵn có bổ sung đậm hương vanilla cũng cho thấy rằng thức uống chứa đậm thực vật ít được ưa chuộng hơn so với nước uống chứa đậm sữa ($p < 0,05$) về mặt tổng thể, về biểu hiện bên ngoài, về hương vị và kết cấu/cảm giác trong miệng.³⁵

Tùy thuộc vào ứng dụng và các loại hương vị đã được định hướng, nguồn đậm có nguồn gốc thực vật có thể yêu cầu bổ sung thêm hương vị, chất ổn định và tác nhân bề mặt để đạt được sự chấp nhận của người tiêu dùng có thể làm gia tăng chi phí và/hoặc tác động tiêu cực đến thành phần đã công bố. Thảo luận với các nhà cung cấp nguyên liệu là rất quan trọng để tối đa hóa hiệu suất của nguyên liệu đậm vì sự thay đổi thành phần giữa các nguyên liệu đậm trong cùng một loại đậm vẫn tồn tại.

SỬ DỤNG LINH HOẠT: TIỀM NĂNG ỨNG DỤNG RỘNG RÃI HẤP DẪN NGƯỜI TIÊU DÙNG

Với việc đưa ra thị trường trên toàn thế giới, các sản phẩm thực phẩm và đồ uống “bổ sung đậm” hoặc đậm “hàm lượng cao” đã tăng gấp đôi từ năm 2013 đến năm 2017, tạo cơ hội cho một loạt các ứng dụng đậm mới. Trong các sản phẩm thực phẩm và nước giải khát sử dụng cho con người, các đậm thực vật được định vị nhiều nhất trong các sản phẩm thịt, nước giải khát và bánh nướng, trong khi đó đậm sữa được sử dụng rộng rãi hơn trong các sản phẩm đồ uống, món tráng miệng đông lạnh và sản phẩm thanh dinh dưỡng. Tuy nhiên, đối với tất cả các loại đậm, hương vị vẫn là thuộc tính số một khi công bố cho ra mắt sản phẩm mới.³⁸ Do thành phần độc đáo của sữa là đạm, chất béo, carbohydrate và khoáng chất, các nguyên liệu sữa có thể cung cấp dinh dưỡng, chức năng và hương vị cho nhiều ứng dụng khác nhau. Các nguyên liệu đậm sữa có thể được cô đặc, tách ly hoặc thủy phân để tăng cường khả năng đánh nổi, nhũ hóa, tạo gel, liên kết nước hoặc duy trì trạng thái hòa tan trong các điều kiện khác nhau.³⁹



Cafe Mocha

HỖN HỢP KHÔ DÙNG CHO NƯỚC GIẢI KHÁT VÀ THỰC PHẨM

Nguyên liệu đậm sữa có thể được sử dụng trong công thức trộn khô để tăng cường hàm lượng đạm và cung cấp một nguồn khoáng chất cho mỗi một công thức chế biến. Nếu muốn một sản phẩm khi ăn có cảm giác nhớt và đặc hơn, đậm sữa sẽ được lựa chọn bởi vì chúng liên kết với nước nhiều hơn so với đạm whey. Đạm whey sẽ là một lựa chọn tốt hơn đối với hỗn hợp quá lỏng do quá trình thủy hóa lại hoặc nếu hỗn hợp cuối cùng đã thêm chất acid bởi vì đạm vẫn hòa tan khi pH dưới 4,6.



Thức uống sữa mật ong trước giờ đi ngủ

NƯỚC GIẢI KHÁT AXIT THẤP CHẾ BIẾN SẴN

Nước giải khát chế biến sẵn có thể được khử trùng bằng phương pháp khử trùng Pasteur, phương pháp rót nóng, khử trùng bằng nhiệt độ rất cao (UHT) và/hoặc khử trùng bằng phương pháp retort để đảm bảo sự an toàn. Đạm sữa với hàm lượng casein cao hơn sẽ ổn định nhiệt nếu nước giải khát có pH cao hơn 6. Do đó, đậm sữa như MPC, MPI hoặc MCC thường được sử dụng trong các loại đồ uống có hàm lượng axit thấp được khử trùng bằng phương pháp UHT hoặc phương pháp retort. Đạm whey cũng có thể được sử dụng trong các công thức nước giải khát khi kết hợp chúng (tối thiểu 50%) với đậm sữa để đảm bảo tính ổn định nhiệt. Khi sử dụng bột đậm sữa trong các đồ uống chế biến sẵn có hàm lượng đạm cao, thời gian trộn và thời gian thủy hóa lại thích hợp (khoảng 60 phút ở 50°C, 122°F) trước khi chế biến là rất quan trọng để đảm bảo rằng đậm tan hoàn toàn trong dung dịch trước khi tiến hành xử lý nhiệt.⁴⁰



Trà xanh hương xoài, trong suốt

NƯỚC GIẢI KHÁT CÓ TÍNH ACID CAO

Đối với các loại nước giải khát có tính axit cao ($pH < 4,6$), các đạm whey như WPC, WPI hoặc đạm whey sữa (whey tự nhiên) là lựa chọn tốt nhất vì chúng vẫn duy trì sự hòa tan ở các giá trị pH thấp hơn. Một lần nữa, quá trình hydrat hóa đậm thích hợp (khoảng 30 phút) rất quan trọng trước khi tiến hành khử trùng theo phương pháp rót nóng để ổn định sản phẩm trong quá trình bảo quản.⁴⁰ Nếu đồ uống có pH dưới 3,5 thì WPI có thể là lựa chọn tốt nhất vì nó chứa lượng chất béo thấp nhất và các phân tử đạm có điện tích dương cao hơn, ức chế sự tương tác tĩnh điện và cho phép đồ uống vẫn duy trì độ trong suốt.



Bánh nướng đậm xoắn mềm

ỨNG DỤNG TRONG SẢN XUẤT BÁNH NƯỚNG

Trong sản xuất bánh nướng, đạm sữa có nhiều chức năng, chẳng hạn như liên kết với nước, là chất thay thế trứng/chất béo, tăng cường dinh dưỡng và kéo dài thời hạn sử dụng. Các nguyên liệu có hàm lượng đạm cao hơn, như WPC, đã được chứng minh là cải thiện được cấu trúc gluten và đặc tính liên kết nước trong bánh mì và các sản phẩm bột đông lạnh, đồng thời cung cấp thêm thành phần đạm cho các nhãn hàng dinh dưỡng.⁴¹



Thanh Dinh Dưỡng Snack Đào Nhung sữa chua

THANH DINH DƯỠNG

Đối với các ứng dụng sản xuất thanh đạm dinh dưỡng, WPC và WPI được sử dụng trong hỗn hợp thanh dinh dưỡng, thành phần lớp phủ và lớp vỏ ép giòn để đảm bảo tính kết cấu, hương vị và tăng cường dinh dưỡng cho các công thức thực phẩm dạng thanh/snack. Đạm whey thủy phân cũng đã được chứng minh là làm giảm độ cứng của thanh dinh dưỡng theo thời gian.⁴²



Thanh dinh dưỡng trà xanh đông lạnh

ỨNG DỤNG TRONG CÁC MÓN TRÁNG MIỆNG ĐÔNG LẠNH

Sữa và kem có truyền thống được sử dụng trong kem và các món tráng miệng đông lạnh. Vì sự quan tâm của người tiêu dùng đối với việc xử lý để tăng hàm lượng đạm ngày càng gia tăng nên có sự quan tâm đến các nguyên liệu sữa có hàm lượng đạm cao hơn để sử dụng làm kem và món tráng miệng đông lạnh. Cả MPC và WPC đã được sử dụng để tăng hàm lượng đạm từ 4,9% lên 7,2% trong kem mà không ảnh hưởng tiêu cực đến cảm quan hoặc độ ổn định của sản phẩm trong quá trình bảo quản. WPC cũng đã được sử dụng để thay thế chất béo trong các công thức kem.⁴³



Súp dinh dưỡng đậu lăng

ỨNG DỤNG TRONG SÚP VÀ NƯỚC XỐT

Trong nhiều năm qua, sữa, phô mai và kem đã được sử dụng để tăng thêm hương vị cho súp và nước sốt. Đạm sữa tăng khả năng liên kết nước và cảm giác ngon miệng làm cho chúng trở thành một sự kết hợp lý tưởng cho các giải pháp bữa ăn giàu đạm. Đạm sữa và đạm whey có thể đều được sử dụng trong các công thức súp hoặc nước sốt để tăng cường dinh dưỡng với hương vị tự nhiên và kết cấu mịn. Tuy nhiên, nếu súp hoặc nước sốt được khử trùng bằng phương pháp retort hoặc UHT để bảo quản thì đạm sữa, như MPC, MPI hoặc MCC có thể là lựa chọn tốt hơn vì casein ổn định với nhiệt hơn và liên kết nhiều nước hơn để duy trì độ nhớt và biểu hiện bề ngoài.⁴⁴

Đạm sữa không chỉ có nhiều đặc tính và bổ dưỡng mà còn rất linh hoạt để mang đến những giải pháp thực phẩm sáng tạo và thẩm mỹ mà người tiêu dùng mong muốn. Truy cập trang web ThinkUSAdairy.org để biết thêm thông tin về các loại ứng dụng này và các báo cáo kỹ thuật chuyên sâu về cách sản xuất đạm sữa và chức năng của chúng.

NGUỒN CUNG ĐẢM BẢO: KHẢ NĂNG MỞ RỘNG, NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐÁP ỨNG NHU CẦU ĐỔI MỚI TRONG TƯƠNG LAI

Đạm đến từ nhiều nguồn thực phẩm. Các nguồn thực phẩm truyền thống bao gồm sữa, thịt/collagen, trứng, đậu nành và lúa mì. Trên thị trường có nhiều nguồn đạm thương mại có sẵn có thể sử dụng trong thực phẩm bao gồm đậu Hà Lan, đậu lăng, gạo, khoai tây và yến mạch. Những nguồn đạm mới như cải dầu, côn trùng, cây gai dầu, vi tảo và các đạm đơn bào đang được thu hoạch, định tính và thương mại hóa. Để được sử dụng trong thực phẩm và đồ uống ở Hoa Kỳ, đạm phải trải qua thử nghiệm và phê duyệt tuyệt đối an toàn theo chứng nhận GRAS (Generally Recognized as Safe) của Cục Quản lý Dược phẩm Thực phẩm Hoa Kỳ (FDA), thử nghiệm gây dị ứng, phân tích dinh dưỡng, đặc tính chức năng và thử nghiệm chấp nhận của người tiêu dùng, vì vậy những nhà xây dựng công thức chế biến thực phẩm nên cẩn thận kiểm tra trạng thái của nguyên liệu trước khi lựa chọn.

Khả năng cung cấp ổn định là yếu tố quan trọng đối với người mua và nhà sản xuất khi lựa chọn và tìm nguồn cung ứng nguyên liệu. Là quốc gia sản xuất sữa bò, nguyên liệu đậm sữa và đậm whey lớn nhất thế giới, ngành công nghiệp sữa Hoa Kỳ được trang bị tốt để cung cấp các nguyên liệu sữa an toàn, chất lượng cao, bổ dưỡng cho các công thức thực phẩm trên toàn cầu. Quy mô sản xuất đậm có nguồn gốc thực vật, ngược lại, vẫn còn hạn chế ngoại trừ đậu nành. Kết quả so sánh sản lượng đã củng cố đáng kể khoảng cách về khả năng cung cấp này. Tính đến năm 2017, tổng khối lượng đậm sữa (đậm whey và đậm sữa cô đặc và phân lập) được sản xuất chỉ riêng tại Hoa Kỳ là 336.000 triệu tấn.⁴⁵ Khối lượng này tương đương với tổng sản lượng toàn cầu của các đậm mới nổi từ các nguồn gạo, lúa mì và khoai tây (330.000 triệu tấn trong năm 2016).⁴⁶ May mắn thay, cùng với sự phát triển của ngành công nghiệp phô mai, sự phong phú về đất đai, đầu tư liên tục trong nghiên cứu và phát triển và mở rộng mục tiêu xuất khẩu, ngành sản xuất đậm sữa của Hoa Kỳ được dự đoán sẽ mở rộng hơn nữa trong những năm tới đảm bảo cung cấp an toàn và sự lựa chọn phong phú của nhiều loại nguyên liệu đậm sữa, phù hợp với nhu cầu của khách hàng và người tiêu dùng.

TÓM TẮT

Tất cả các đậm không được tạo ra như nhau. Cho dù xây dựng thành phần đậm trong các sản phẩm dành cho những người thiếu dinh dưỡng dễ bị tổn thương, dinh dưỡng thể thao, quản lý cân nặng hay sức khỏe do tuổi tác, điều quan trọng là chọn một loại đậm chất lượng cao, hoàn chỉnh. Đậm sữa luôn cung cấp mức dinh dưỡng quan trọng này.

Hương vị, vẻ ngoài, hiệu suất và dinh dưỡng đều đóng vai trò quan trọng trong việc thưởng thức sản phẩm, nhưng những thuộc tính này được cân bằng với các cân nhắc về chi phí và lối sống. Trong kỷ nguyên mới này với sự gia tăng tập trung chú ý vào đậm, việc lựa chọn thực phẩm tăng cường dinh dưỡng quan trọng hơn bao giờ hết. Việc tìm các đậm tạo ổn định nhiều thuộc tính là chìa khóa của sự thành công.

Đậm từ sữa của Hoa Kỳ là không thể phủ nhận và là nguồn duy nhất có thể cung cấp nhiều thuộc tính mong muốn để giúp mọi người phát triển mạnh ở mọi giai đoạn của cuộc sống. Để biết thêm thông tin về công thức các sản phẩm làm từ nguyên liệu sữa của Hoa Kỳ hoặc thông tin về nhà cung cấp hãy truy cập trang web ThinkUSAdairy.org.

Hiệp Hội Xuất Khẩu Bơ Sữa Hoa Kỳ (USDEC) trân trọng cảm ơn những đóng góp về chuyên môn của đội ngũ nhân viên của Hội đồng Sữa Quốc gia, Trung tâm nghiên cứu sữa Wisconsin và Trung tâm Nghiên cứu Thực phẩm Sữa Đông Nam.

MỤC LỤC	
Mục	Trang
Giới thiệu	1
Sản Xuất Bền Vững: Cam kết Của Người Nông Dân Sản Xuất Sữa Hoa Kỳ	2
Quá Trình Chế Biến: Những Ưu Điểm Trong Phương Pháp Tách Đậm Từ Sữa	2
Tách Đậm Từ Sữa	3
Tách Đậm Từ Phô Mai	3
Dinh Dưỡng: Những Vấn Đề Về Chất Lượng Đậm	4
Cơ Thể Con Người Sử Dụng Đậm Như Thế Nào	6
Gánh Nặng Suy Dinh Dưỡng Tăng Gấp Đòi	7
Chức Năng: Tối Ưu Hóa Các Thuộc Tính	8
Khả Năng Giữ Nước	8
Độ Ổn Định Nhiệt	9
Đánh Giá Các Loại Nước Giải Khát	10
Đánh Giá Các Thanh Dinh Dưỡng	11
Đánh Giá Cảm Quan	11
Sử Dụng Linh Hoạt: Tiềm Năng Ứng Dụng Rộng Rãi Hấp Dẫn Người Tiêu Dùng	13
Nguồn Cung Đảm Bảo	14
Tóm Tắt	15
Tài Liệu Tham Khảo	16

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- ¹ IRI. 2017. Top Trends in Fresh: Holistic Health.
- ² 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.
- ³ 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.
- ⁴ Dolcera. 2017. Dairy versus Alternative Proteins: Patents, Scientific Articles & GRAS Study. Unpublished.
- ⁵ 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.
- ⁶ Henderson, A., Asselin, A., and Heller, M., et al., U.S. Fluid Milk Comprehensive LCA. University of Michigan & University of Arkansas 2012.
- ⁷ Mitloehner, F. 2017. Livestock and Climate Change: Facts and Fiction. University of California.
- ⁸ 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.
- ⁹ U.S. Dairy's Sustainability Report. 2016. <https://www.usdairy.com/sustainability/commitment>. Accessed on June 19, 2018.
- ¹⁰ 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.
- ¹¹ 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.
- ¹² 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.
- ¹³ Smith, K. 2017. Dried Dairy Ingredients, 2nd Edition. Wisconsin Center for Dairy Research.
- ¹⁴ USDA. <https://specialcollections.nal.usda.gov/dairy-exhibit#EarlyHistory>. Accessed online: December 5, 2017.
- ¹⁵ Global Dairy Platform. 2016 Annual Review, p 7.
- ¹⁶ 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.
- ¹⁷ van Vilet, S., Burd, N.A. and van Loon, L.J.C. 2015. The skeletal muscle anabolic response to plant- versus animal-based protein consumption. *J Nutr* doi: 10.3945/jn.114.204305.
- ¹⁸ Paddon-Jones, D., Campbell, W.W., Jacques, P.F., Kritchevsky, S.B., Moore, L.L., Rodriguez, N.R., van Loon, L.J.C. 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.
- ¹⁹ 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.
- ²⁰ Rutherford, S.M. 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.
- ²¹ 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.
- ²² 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.
- ²³ Phillips, S.M. 2016. The impact of protein quality on the promotion of resistance-exercise-induced changes in muscle mass. *Nutrition & Metabolism* 13:64 Doi: 10.1111/mbu.12063.
- ²⁴ Global Nutrition Report: Nourishing the SDGs. 2017. https://www.globalnutritionreport.org/files/2017/11/Report_2017.pdf. Accessed online: December 5, 2017.
- ²⁵ 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.
- ²⁶ World Health Organization. 2017. Malnutrition fact sheet. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/malnutrition/en/>. Accessed December 5, 2017.
- ²⁷ 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.
- ²⁸ 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.
- ²⁹ 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.
- ³⁰ 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.
- ³¹ Houston D, Nicklas B, Ding J, Harris T, Tyllavsky 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.
- ³² Pennings B, Groen B, de Lange A, Gijzen 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.
- ³³ 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.
- ³⁴ 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.
- ³⁵ 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.internationalwheyconference.org>. Accessed online: November 29, 2017.
- ³⁶ 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.
- ³⁷ 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.
- ³⁸ Innova Market Insights. 2017. Unpublished.
- ³⁹ 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.
- ⁴⁰ 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.
- ⁴¹ Stolar, 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.
- ⁴² 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.
- ⁴³ 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.
- ⁴⁴ 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.
- ⁴⁵ 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.
- ⁴⁶ Giract. 2017. The Changing World of Protein Ingredients 2016-2021.