



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0037531

(51)¹⁹ C08B 30/12; A23C 9/00

(13) B

(21) 1-2019-06271

(22) 14/05/2018

(86) PCT/EP2018/062358 14/05/2018

(87) WO2018/210741 22/11/2018

(30) 201710341956.1 16/05/2017 CN

(45) 27/11/2023 428

(43) 25/02/2020 383A

(73) ROQUETTE FRERES (FR)

1 rue de la Haute Loge, 62136 LESTREM, France

(72) PORA, Bernard (FR); HASJIM, Jovin (ID); TAO, Jingling (CN); SUN, Jie (CN).

(74) Công ty Luật TNHH ROUSE Việt Nam (ROUSE LEGAL VIETNAM LTD.)

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT TINH BỘT KIỀU MẠCH ỔN ĐỊNH TỪ TINH BỘT KIỀU MẠCH TỰ NHIÊN, TINH BỘT KIỀU MẠCH ỔN ĐỊNH THU ĐƯỢC BẰNG QUY TRÌNH NÀY VÀ THỰC PHẨM BAO GỒM TINH BỘT KIỀU MẠCH NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất tinh bột kiều mạch ổn định bao gồm bước xử lý nhiệt cụ thể. Sáng chế cũng đề cập đến tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình nói trên. Tinh bột kiều mạch ổn định nói trên hữu dụng để sản xuất thực phẩm. Sáng chế cũng đề cập đến thực phẩm bao gồm tinh bột kiều mạch ổn định nói trên.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất tinh bột kiều mạch ổn định bao gồm bước xử lý nhiệt cụ thể. Sáng chế cũng đề cập đến tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình nói trên. Tinh bột kiều mạch ổn định nói trên hữu dụng để sản xuất thực phẩm.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong công nghiệp thực phẩm, tinh bột là thành phần rất quan trọng. Nó được sử dụng, ngoài các chất khác, làm chất tạo cấu trúc, chất tạo gel, chất làm đặc và chất ổn định.

Các tinh bột tự nhiên, không được cải biến (được biết là các tinh bột "tự nhiên") không có tất cả các đặc tính cần thiết cho các ứng dụng như vậy.

Sự hydrat hóa và trương nở của các hạt tinh bột mang lại các đặc tính làm đặc cho tinh bột. Thật vậy, với sự có mặt của nước, các hạt tinh bột tạo thành huyền phù nước tinh bột. Khi huyền phù nước tinh bột được gia nhiệt, các hạt tinh bột bắt đầu trương nở, độ nhớt của huyền phù tinh bột tăng dần cho đến khi các hạt tinh bột đã trương nở, hydrat hóa vỡ tung.

Do đó, với sự có mặt của trược và/hoặc trong điều kiện axit, huyền phù tinh bột tự nhiên trước hết đạt đến đỉnh ban đầu về độ nhớt, tiếp theo độ nhớt của nó lại nhanh chóng giảm xuống. Biên dạng hồ hóa như vậy là không thích hợp cho hầu hết ứng dụng thực phẩm, cụ thể là đối với sản phẩm được làm đặc. Nhiều tinh bột tự nhiên cũng trải qua quá trình thoái hóa, thay đổi cấu trúc của thực phẩm trong quá trình bảo quản.

Thay vào đó, thường mong muốn rằng sản phẩm được làm đặc có độ nhớt vẫn ổn định trong quá trình xử lý (như gia nhiệt) và trong quá trình bảo quản (thoái hóa thấp), ngay cả với sự có mặt của trượt và/hoặc trong điều kiện axit.

Trong nhiều ứng dụng thực phẩm, cần tạo ra các tinh bột có tính chịu nhiệt (tức là tính ổn định về độ nhớt), chịu trượt và chịu axit, cũng như xu hướng thoái hóa thấp trong quá trình bảo quản.

Do đó, nhiều phương pháp đã được phát triển để cải thiện các đặc tính của tinh bột tự nhiên. Tinh bột thu được bằng các phương pháp như vậy thường được gọi là "tinh bột ổn định". Nói chung, sự tạo thành các liên kết ngang và/hoặc các cầu liên phân tử giữa các polysacarit cho phép làm ổn định tinh bột.

Các tinh bột ổn định có thể được sản xuất rất thành công bằng cách sử dụng các phương pháp hóa học, bao gồm các chất liên kết ngang như photpho oxyclorea, natri trimetaphosphat và epichlorhydrin. Các tinh bột ổn định như vậy thường được gọi là "các tinh bột được cải biến bằng phương pháp hóa học" hoặc "các tinh bột liên kết ngang". Các tinh bột được cải biến bằng phương pháp hóa học này, như sản phẩm thương mại CLEARAM®, có thể mang lại các đặc tính cần thiết về tính chịu nhiệt, chịu trượt và chịu axit và xu hướng thoái hóa thấp.

Trong mười năm qua, người tiêu dùng ngày càng miễn cưỡng mua các sản phẩm có danh mục hóa chất trên nhãn, hoặc các thành phần được cải biến bằng phương pháp hóa học. Vì lý do này, các nhà sản xuất thực phẩm đang gặp thử thách phân phối các thực phẩm "nhãn sạch", tức là các sản phẩm không được cải biến bằng phương pháp hóa học.

Một quy trình để sản xuất tinh bột ổn định "nhãn sạch" là bằng cách thực hiện xử lý vật lý, cụ thể hơn là xử lý bằng nhiệt độ trên tinh bột tự nhiên với sự có mặt của nước hoặc trong điều kiện khô.

Chính xác hơn, có hai kỹ thuật thủy nhiệt phổ biến đã biết để cải biến tinh bột dạng hạt chưa chế biến: xử lý nhiệt ẩm và ủ. Về cơ bản, xử lý nhiệt ẩm thường được thực hiện trong điều kiện độ ẩm tương đối thấp (<35%) và nhiệt độ cao (90-120°C). Ủ

được thực hiện ở nhiệt độ cao hơn nhiệt độ chuyển pha thủy tinh và thấp hơn nhiệt độ gelatin hóa với lượng dư nước.

Cách khác để sản xuất các tinh bột nhãn sạch là gia nhiệt tinh bột ở nhiệt độ cực cao (lớn hơn 120°C nhưng thấp hơn 200°C) trong điều kiện khô hoặc khan. Quy trình như vậy thường được gọi là xử lý ức chế bằng nhiệt.

Ví dụ về các tinh bột thương mại sản xuất được bằng xử lý nhiệt độ như vậy là NOVATION® 2300, mà được bộc lộ trong patent EP0721471B1.

Ví dụ khác về tinh bột được ức chế thương mại là CLARIA+®, mà được bộc lộ trong các đơn patent WO2013/173161A1 và WO2014/053833A1. Các xử lý ức chế lần lượt là gia nhiệt trong môi trường rượu với sự có mặt của bazơ hoặc muối và gia nhiệt trong môi trường nước với sự có mặt của protein dư và hoạt chất clo.

Hai tinh bột thương mại này là các tinh bột trên cơ sở ngô sếp.

Sáng chế đề xuất quy trình mới để sản xuất tinh bột kiều mạch ổn định nhãn sạch mới, tinh bột này có tính chịu nhiệt, chịu trượt và chịu axit tương tự hoặc thậm chí được cải thiện và xu hướng thoái hóa thấp so với các sản phẩm đã biết (các tinh bột liên kết ngang bằng phương pháp hóa học hoặc các tinh bột được cải biến bằng phương pháp vật lý).

Thật vậy, đã phát hiện ra rằng tinh bột kiều mạch ổn định cao có thể được sản xuất bằng cách xử lý tinh bột cụ thể nói trên, tinh bột kiều mạch, ở giới hạn nhiệt độ rất cụ thể.

Ngoài ra, người tiêu dùng đang tìm kiếm các hydratcacbon tiêu hóa chậm mà có lợi cho sức khỏe hơn so với các hydratcacbon tiêu hóa và hấp thụ nhanh. Cụ thể, biết rằng các hydratcacbon tiêu hóa chậm làm gia tăng cảm giác no và cung cấp glucoza cho não trong khoảng thời gian kéo dài nhờ đó cải thiện chức năng nhận thức.

Các tinh bột nhãn sạch hữu dụng hiện nay, làm từ các tinh bột trên cơ sở sếp, có thể ở dạng được gelatin hóa sơ bộ và/hoặc dễ dàng được gelatin hóa trong quá trình gia nhiệt và do đó được tiêu hóa nhanh.

Do đó, cần có các tinh bột nhân sạch mà có thể được tiêu hóa chậm hơn so với các nhân sạch thông thường.

Biết rằng tinh bột tự nhiên thô được tiêu hóa chậm hơn so với tinh bột được gelatin hóa. Tuy nhiên, tinh bột tự nhiên như tinh bột amyloza cao, thường được sử dụng để làm tăng cảm giác thỏa mãn, chứa chủ yếu là tinh bột không tiêu hóa được, một loại tinh bột không tiêu hóa chậm. Hơn thế nữa, do chức năng nghèo nàn, như trương nở và độ gelatin hóa thấp, nó làm giảm cảm nhận bằng miệng một khi đưa vào thực phẩm.

Do thành tế bào có thể ngăn ngừa tinh bột khỏi bị thủy phân nhanh bởi các enzym tiêu hóa, bột mì nguyên cám, bột kiều mạch (bao gồm dạng tấm và mảnh), bột yến mạch, và các bột ngũ cốc khác, mà được bộc lộ trong các đơn patent US 2016/0235075 A1, US 2016/0249627 A1, WO 2015/051228 A1, WO 2015/051236 A1, CN 105578886 A, còn được biết là cung cấp hàm lượng chất xơ cao, đã được sử dụng làm nguồn hydratecarbon tiêu hóa chậm. Tuy nhiên, do thành tế bào giới hạn khả năng trương nở của tinh bột, cảm nhận bằng miệng về bánh quy làm từ các loại bột này là không dễ chịu, bánh quy thường có cấu trúc rất đặc và cứng. Như được bộc lộ trong CN 106417511 và CN 103168812 A, còn có các ví dụ về bột kiều mạch dùng làm bánh quy có GI thấp.

Do đó, cần có các hydratecarbon tiêu hóa chậm mà có thể được sử dụng để sản xuất các thực phẩm mà không làm giảm cảm nhận bằng miệng về các sản phẩm nói trên. Cụ thể, điều quan trọng là tìm ra tinh bột nhân sạch mà đồng thời tốt cho sức khỏe, ít hoặc không được xử lý, có thể cải thiện cảm nhận bằng miệng về bánh quy và có đặc tính tiêu hóa chậm. Các tác giả sáng chế ngạc nhiên phát hiện ra rằng tinh bột kiều mạch ổn định theo sáng chế đáp ứng các tiêu chuẩn này. Cụ thể, kiều mạch là loại hạt cổ xưa mà người tiêu dùng coi là thành phần có lợi cho sức khỏe.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích thứ nhất của sáng chế là quy trình để sản xuất tinh bột kiều mạch ổn định từ tinh bột kiều mạch tự nhiên, quy trình này bao gồm các bước sau:

a) điều chế huyền phù tinh bột kiều mạch tự nhiên trong môi trường nước, tốt hơn là ở nồng độ từ 20 đến 50% trọng lượng, tốt hơn nữa là ở nồng độ từ 30 đến 40% trọng lượng ở nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng và 50°C, ví dụ giữa nhiệt độ trong phòng và 45°C;

b) gia nhiệt huyền phù nước lên đến nhiệt độ Ts không vượt quá 60°C, bước gia nhiệt nói trên bao gồm :

i. công đoạn thứ nhất là gia nhiệt chậm, ở tốc độ nằm trong khoảng từ 0,2°C đến 5°C mỗi giờ, từ T1 lên đến nhiệt độ Ts nói trên, nhiệt độ Ts nói trên nằm trong khoảng từ 50 đến 60°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 53°C đến 58°C, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 53°C đến 55°C và,

ii. công đoạn thứ hai là gia nhiệt ở nhiệt độ Ts nói trên trong ít nhất 30 phút, tốt hơn là từ 0,5 đến 24 giờ, ví dụ từ 1 đến 18 giờ, cụ thể từ 1 đến 5 giờ, đặc biệt là trong 3 giờ, để thu được tinh bột kiều mạch ổn định,

c) tách tinh bột kiều mạch ổn định ra khỏi môi trường nước;

d) sấy khô tinh bột kiều mạch ổn định nói trên;

e) thu hồi tinh bột kiều mạch ổn định nói trên.

Mục đích thứ hai của sáng chế là tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình này theo mục đích thứ nhất hoặc tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình này theo mục đích thứ nhất.

Sáng chế cũng bộc lộ việc sử dụng tinh bột kiều mạch ổn định theo mục đích thứ hai để sản xuất thực phẩm, cụ thể để sản xuất sữa chua. Sáng chế cũng bộc lộ việc sử dụng tinh bột kiều mạch ổn định theo mục đích thứ hai để sản xuất bánh quy.

Mục đích thứ ba của sáng chế là thực phẩm bao gồm tinh bột kiều mạch ổn định theo mục đích thứ hai. Theo phương án ưu tiên, thực phẩm là sữa chua. Theo phương án ưu tiên khác, thực phẩm là bánh quy.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 thể hiện các đặc trưng hồ hóa của tinh bột được cải biến bằng nhiệt thu được trong Ví dụ 1 bằng cách sử dụng Máy đo độ nhớt Rapid Visco Analyser (RVA)

Hình 2 thể hiện các đặc trưng hồ hóa của tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt thu được trong Ví dụ 1 bằng cách sử dụng Máy đo độ nhớt Rapid Visco Analyser (RVA) so với các sản phẩm thương mại CLEARAM® CR được bán bởi Người nộp đơn.

Hình 3 minh họa tính chịu nhiệt của các tinh bột được cải biến bằng nhiệt thu được hoặc được sử dụng trong Ví dụ 3 ở độ pH 3 và 6.

Hình 4 thể hiện biên dạng hồ hóa của tinh bột kiều mạch tự nhiên và tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt thu được hoặc được sử dụng trong Ví dụ 4 sau mỗi bước xử lý, trước khi gia nhiệt sơ bộ, sau khi gia nhiệt sơ bộ, sau khi đồng nhất hóa, và sau khi khử trùng.

Hình 5 thể hiện các quan sát hiển vi về trạng thái tinh bột sau các quy trình gia nhiệt sơ bộ, đồng nhất hóa và khử trùng trong Ví dụ 4.

Hình 6 thể hiện quan sát hiển vi về trạng thái tinh bột ở các công đoạn khác nhau của quy trình sản xuất sữa chua trong Ví dụ 5.

Hình 7 thể hiện các thông số khả năng tiêu hóa của bánh quy làm từ tinh bột kiều mạch ổn định theo sáng chế so với bánh quy làm từ bột mì nguyên cám (đối chứng), tinh bột lúa mì hoặc bột kiều mạch.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như được sử dụng trong bản mô tả này thuật ngữ "tinh bột kiều mạch tự nhiên" chỉ tinh bột kiều mạch có nguồn gốc tự nhiên. Nó không phải là kết quả của các phương pháp vật lý hoặc enzym hoặc hóa học.

Tinh bột kiều mạch tự nhiên được thu từ hạt kiều mạch (*Fagopyrum esculentum*) bằng quy trình chiết. Tinh bột kiều mạch có thể được chiết trực tiếp từ tấm kiều mạch hoặc từ bột kiều mạch có hàm lượng tinh bột cao (50-70% tinh bột trong tấm và bột).

Trong bản mô tả này, "tinh bột kiều mạch tự nhiên" có thể được gọi bằng các thuật ngữ khác như "tinh bột đối chứng" hoặc "tinh bột không được ức chế" hoặc "tinh bột không được cải biến" hoặc "tinh bột không ổn định".

Như được sử dụng trong bản mô tả này thuật ngữ "tinh bột kiều mạch ổn định" chỉ tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt, tốt hơn là theo quy trình của sáng chế, trái ngược với tinh bột kiều mạch tự nhiên, và nó có ít nhất các đặc trưng của tinh bột liên kết ngang bằng phương pháp hóa học, như các đặc trưng của tinh bột ngô sáp liên kết ngang bằng phương pháp hóa học.

Xử lý cải biến bằng nhiệt theo quy trình của sáng chế ảnh hưởng tích cực đến biên dạng hồ hóa và nhiệt độ gelatin hóa của tinh bột kiều mạch và kết quả là nó có tính chịu nhiệt, chịu trượt và chịu axit, mà không bằng cách sử dụng hóa chất, trong khi duy trì xu hướng thoái hóa thấp của nó.

Với sự có mặt của nhiệt, trượt và/hoặc trong điều kiện axit, tinh bột kiều mạch ổn định theo sáng chế chịu được sự trương nở hoặc trương nở đến mức giới hạn và/hoặc ở nhiệt độ cao hơn (nhiệt độ hồ hóa lên đến 93°C). Do đó ngăn ngừa sự vỡ tung.

Tinh bột kiều mạch ổn định có tính chịu nhiệt, chịu trượt và chịu axit tăng so với tinh bột kiều mạch tự nhiên, trong khi duy trì xu hướng thoái hóa thấp của nó. Các đặc tính này là tương đương với hoặc tốt hơn so với các đặc tính của các tinh bột được cải biến thương mại, như CLARIA+®, CLEARAM® CJ 5025 và NOVATION® 2300.

Trong bản mô tả này, "tinh bột kiều mạch ổn định" có thể được gọi bằng các thuật ngữ khác như "tinh bột được cải biến bằng nhiệt theo quy trình của sáng chế", "tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt" hoặc "tinh bột kiều mạch được ủ".

Trong quy trình theo sáng chế, bước thứ nhất (bước a)) gồm điều chế huyền phù từ tinh bột kiều mạch tự nhiên, tốt hơn là ở nồng độ từ 20-50% trọng lượng, tốt hơn nữa

là từ 30 đến 40% trọng lượng, ở nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng (20°C) và 50°C, ví dụ nhiệt độ trong phòng và 45°C.

Tinh bột kiều mạch tự nhiên hữu ích đối với sáng chế được thu từ các nguồn tự nhiên. Nó có thể được chiết từ tấm kiều mạch hoặc từ bột kiều mạch. Quy trình chiết điển hình bao gồm các bước sau:

- 1) điều chế, ở nhiệt độ bằng hoặc thấp hơn 50°C, huyền phù nước từ bột kiều mạch hoặc từ tấm kiều mạch có độ pH nằm trong khoảng từ 7 đến 9;
- 2) phân đoạn huyền phù nước theo tỷ trọng để thu được phân đoạn nhẹ bao gồm protein, hydratcacbon hòa tan và muối, và phân đoạn nặng bao gồm tinh bột và chất xơ, tốt hơn là bằng cách sử dụng máy lắng gạn trực ngang, máy lắng gạn ly tâm hoặc hydroxycyclon;
- 3) bổ sung nước vào phân đoạn nặng ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng và 50°C, để tạo huyền phù phân đoạn nặng;
- 4) tách phân đoạn chất xơ ra khỏi phân đoạn tinh bột nhờ sự chênh lệch về cỡ hạt ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng đến 50°C, tốt hơn là bằng cách lọc, bằng cách sử dụng rây;
- 5) xử lý phân đoạn tinh bột ở độ pH nằm trong khoảng từ 7 đến 9 và ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng đến 50°C ít nhất một lần, để loại bỏ các protein còn lại;
- 6) trung hòa độ pH của phân đoạn tinh bột đến 5-7.
- 7) sấy khô phân đoạn tinh bột, tốt hơn là bằng cách sử dụng máy sấy tầng sôi hoặc máy sấy khí nóng;
- 8) thu hồi tinh bột đã sấy khô.

Theo một phương án của quy trình theo sáng chế, huyền phù tinh bột hữu ích đối với sáng chế được điều chế từ phân đoạn tinh bột đã trung hòa (thu được từ bước 6), trước bước sấy khô 7) trong quy trình chiết tinh bột).

Việc điều chế huyền phù cũng có thể, ví dụ, đạt được bằng cách:

- a1) trộn trực tiếp tinh bột với nước ấm ở nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ 40°C và 50°C, tốt hơn là từ 40°C đến 45°C, ví dụ 45°C,
- a2) cân bằng huyền phù nước thu được trong bộ bình gia nhiệt ở 45°C, hoặc
- a3) trộn tinh bột với nước ở nhiệt độ trong phòng tiếp theo gia nhiệt nhanh huyền phù nước thu được ở tốc độ từ 5°C đến 50°C mỗi giờ lên đến nhiệt độ T1, ví dụ nằm trong khoảng từ 40°C đến 45°C, tốt hơn là 45°C.

Bước b) của quy trình theo sáng chế gồm gia nhiệt huyền phù nước lên đến nhiệt độ Ts không vượt quá 60°C, cụ thể hơn là lên đến nhiệt độ Ts nằm trong khoảng từ 50 đến 60°C, ví dụ 52 đến 60°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 53°C đến 58°C, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 53°C đến 55°C.

Theo nghĩa khái quát hơn, quy trình theo sáng chế không bao gồm xử lý nhiệt bất kỳ ở nhiệt độ lớn hơn 60°C.

Gia nhiệt tinh bột tự nhiên ở nhiệt độ được bao gồm nằm trong khoảng từ 50 đến 60°C cảm ứng khả năng chuyển động của các mầm tinh thể trong các hạt tinh bột, cho phép tạo ra cấu trúc tinh thể hoàn hảo hơn và làm tăng nhiệt độ nóng chảy của nó.

Do đó, gia nhiệt ảnh hưởng tích cực đến cấu trúc tinh thể của tinh bột và đặc tính hồ hóa của nó theo cách tương tự. Tinh bột kiều mạch dạng hạt ổn định chịu được sự trương nở hoặc trương nở đến mức giới hạn và/hoặc ở nhiệt độ cao hơn (nhiệt độ hồ hóa lên đến 93°C). Do đó ngăn ngừa sự vỡ tung. Với sự có mặt của nhiệt, trượt và/hoặc trong điều kiện axit, độ nhớt của tinh bột kiều mạch ổn định tiếp tục tăng hoặc không cho thấy sự thay đổi đáng kể về độ nhớt trong khi gia nhiệt và trượt như quan sát thấy với tinh bột tự nhiên.

Gia nhiệt tinh bột kiều mạch tự nhiên ở nhiệt độ thấp hơn 50°C ví dụ ở 48 °C không gây cải biến đáng kể bất kỳ đối với tinh bột. Tinh bột này không thể hiện đặc tính được cải thiện đáng kể bất kỳ.

Nói cách khác, gia nhiệt tinh bột kiều mạch tự nhiên ở nhiệt độ thấp hơn 50°C không cho phép ổn định tinh bột.

Ngược lại, gia nhiệt tinh bột tự nhiên ở nhiệt độ lớn hơn 60°C làm gelatin hóa (một phần) khá đáng kể đối với tinh bột. Tinh bột này mất dần cấu trúc tinh thể của nó và cuối cùng cấu trúc hạt của nó. Do đó, gia nhiệt ở nhiệt độ lớn hơn 60°C ảnh hưởng tiêu cực đến cấu trúc tinh thể của tinh bột. Kết quả là tinh bột dạng hạt sẽ mất cả tính chịu nhiệt và chịu trượt.

Bước gia nhiệt theo sáng chế ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 60°C, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 53°C đến 58°C, cụ thể hơn là nằm trong khoảng từ 53°C đến 55°C là đặc biệt có lợi cho tinh bột kiều mạch, không giống tinh bột đậu hoặc tinh bột ngô.

Thật vậy, gia nhiệt huyền phù nước của tinh bột đậu và của tinh bột ngô lên đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50°C đến 60°C không cho phép thu được tinh bột được cải biến có tính chịu nhiệt, chịu trượt và chịu axit tốt bằng tinh bột kiều mạch được cải biến theo sáng chế.

Với sự có mặt của nhiệt, trượt và/hoặc trong điều kiện axit, độ nhớt của tinh bột đậu và tinh bột ngô được cải biến bằng nhiệt như vậy đạt đến đỉnh ban đầu, sau đó độ nhớt giảm nhanh. Như được nêu trước đó, biên dạng hồ hóa như vậy không thích hợp cho ứng dụng thực phẩm, cụ thể là đối với sản phẩm được làm đặc.

Hơn nữa, tinh bột đậu hoặc tinh bột ngô được cải biến bằng nhiệt ở giới hạn nhiệt độ 50°C đến 60°C biểu hiện nhiệt độ hồ hóa thấp hơn (tính chịu nhiệt thấp hơn) so với tinh bột kiều mạch ổn định theo sáng chế có nhiệt độ hồ hóa nằm trong khoảng từ 80 đến 95°C, tốt hơn là từ 82 đến 93°C, ví dụ từ 85 đến 90°C. Nhiệt độ hồ hóa là nhiệt độ mà tại đó độ nhớt bắt đầu tăng trong khi nhiệt độ gia nhiệt tăng dần.

Tinh bột ngô và tinh bột đậu biểu hiện xu hướng thoái hóa cao hơn so với tinh bột kiều mạch, hoặc đối với dạng tự nhiên hoặc sau khi cải biến bằng nhiệt theo quy trình của sáng chế. Một số tinh bột nhãn sạch thương mại trên cơ sở tinh bột ngô sếp cũng

biểu hiện xu hướng thoái hóa cao hơn so với tinh bột kiều mạch tự nhiên và tinh bột kiều mạch ổn định.

Bước b) của quy trình theo sáng chế bao gồm

- i. công đoạn thứ nhất là gia nhiệt chậm, ở tốc độ nằm trong khoảng từ $0,2^{\circ}\text{C}$ đến 5°C mỗi giờ, từ T_1 lên đến nhiệt độ T_s nói trên, nhiệt độ T_s nói trên nằm trong khoảng từ 50 đến 60°C , tốt hơn là nằm trong khoảng từ 53°C đến 58°C , tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 53°C đến 55°C và,
- ii. công đoạn thứ hai là gia nhiệt ở nhiệt độ T_s nói trên trong ít nhất 30 phút, tốt hơn là từ 0,5 đến 24 giờ, ví dụ từ 1 đến 18 giờ, cụ thể từ 1 đến 5 giờ, đặc biệt là trong 3 giờ, để thu được tinh bột kiều mạch ổn định,

Công đoạn thứ nhất của bước gia nhiệt b) có thể được thực hiện một cách liên tục hoặc từng bước. Do đó, trong công đoạn thứ nhất nói trên của bước gia nhiệt b) huyền phù nước có thể được gia nhiệt từng bước lên đến T_s .

Cụ thể hơn là, công đoạn thứ nhất của bước gia nhiệt b) có thể bao gồm ít nhất hai bước gia nhiệt đẳng nhiệt liên tiếp, lần lượt ở nhiệt độ T_2 và T_3 , mỗi bước gia nhiệt đẳng nhiệt là độc lập ít nhất 30 phút, tốt hơn là từ 1 đến 4 giờ, ví dụ 3 giờ.

Bước c) của quy trình theo sáng chế gồm tách tinh bột kiều mạch ổn định của bước b. ra khỏi môi trường nước. Theo phương án ưu tiên, tinh bột kiều mạch ổn định được tách ra khỏi môi trường nước bằng cách sử dụng bộ phận lọc, như bộ lọc tấm và bộ lọc ly tâm.

Bước d) của quy trình theo sáng chế gồm sấy khô tinh bột kiều mạch ổn định nói trên.

Bước như vậy được thực hiện tốt hơn là bằng cách sử dụng lò sấy, lò sấy chân không, máy sấy tầng sôi, hoặc máy sấy khí nóng. Theo phương án ưu tiên, bước sấy khô d) đối với tinh bột kiều mạch ổn định được thực hiện bằng cách sử dụng lò sấy. Quy trình sấy khô như vậy là quy trình đơn giản, có hiệu quả chi phí, có khả năng tái sản xuất và có thể mở rộng quy mô. Bước này được thực hiện tốt hơn là ở nhiệt độ nằm trong

khoảng từ nhiệt độ trong phòng đến nhiệt độ gelatin hóa tinh bột kiều mạch, tốt hơn nữa là ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 55°C.

Việc sấy khô tinh bột kiều mạch ổn định được dừng lại khi tinh bột kiều mạch ổn định có độ ẩm thấp hơn hoặc bằng 12%.

Theo cách khác, bước d) của quy trình theo sáng chế gồm loại bỏ nước ra khỏi tinh bột kiều mạch ổn định.

Có lợi là, quy trình theo sáng chế không chứa dung môi hữu cơ và không chứa hóa chất. Tất cả các bước của quy trình này đều được thực hiện trong nước. Không có biến đổi hóa học. Do đó, quy trình được đề xuất có thể có lợi là được xếp vào quy trình nhân sạch. Các sản phẩm thu được từ quy trình theo sáng chế do đó cũng là các thành phần nhân sạch.

Mục đích thứ hai của sáng chế là tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình theo mục đích thứ nhất.

Tinh bột kiều mạch ổn định có thể thu được hoặc thu được bằng quy trình theo sáng chế không được gelatin hóa mà ở dạng hạt. Nó có chức năng giống như các tinh bột liên kết ngang bằng phương pháp hóa học. Nó có cấu trúc mượt, không dính và có thể chịu rất tốt các biến số xử lý như nhiệt, trượt và độ pH thấp, cụ thể là trong thời gian đáng kể trong các điều kiện như vậy.

Sự tăng độ nhớt của tinh bột kiều mạch ổn định có thể thu được hoặc thu được bằng quy trình theo sáng chế được làm gián đoạn trong khi gia nhiệt, chậm dần so với cùng tinh bột chưa được cải biến theo sáng chế.

Tinh bột kiều mạch ổn định theo sáng chế thường có nhiệt độ gelatin hóa ban đầu đo được bằng Nhiệt lượng kế quét vi sai (DSC) cao hơn lên đến 10°C so với nhiệt độ gelatin hóa ban đầu của tinh bột kiều mạch tự nhiên. Nó có nhiệt độ gelatin hóa ban đầu đo được bằng DSC nằm trong khoảng từ 60 đến 69°C. Nó có tỷ lệ thoái hóa đo được

bằng DSC nằm trong khoảng từ 23 đến 40%, tốt hơn là từ 23 đến 33% sau bảo quản 7 ngày ở 4°C khi gelatin hóa.

Nhiệt độ hồ hóa đo được bằng Máy đo độ nhớt Rapid Visco Analyser (RVA) của tinh bột kiều mạch theo sáng chế hoặc đã được cải biến bằng nhiệt theo quy trình của sáng chế là lớn hơn cùng tinh bột chưa được cải biến bằng nhiệt bằng cách sử dụng quy trình theo sáng chế. Nhiệt độ hồ hóa của nó thường nằm trong khoảng từ 80 đến 95°C, tốt hơn là từ 82 đến 93°C, ví dụ từ 85 đến 90°C.

Ngoài ra, tinh bột kiều mạch ổn định có biên dạng hồ hóa khác biệt so với cùng tinh bột chưa được xử lý bằng cách sử dụng quy trình theo sáng chế. Thật vậy, độ nhớt của tinh bột ổn định tăng dần theo thời gian và/hoặc không thể hiện sự thay đổi đáng kể về độ nhớt với sự có mặt của các điều kiện nhiệt, trượt và/hoặc axit, so với cùng tinh bột chưa được xử lý bằng cách sử dụng quy trình theo sáng chế (tinh bột tự nhiên hoặc tinh bột được xử lý thấp hơn giới hạn nhiệt độ).

Sáng chế bộc lộ việc sử dụng tinh bột kiều mạch ổn định theo mục đích thứ hai để sản xuất thực phẩm, cụ thể để sản xuất sữa chua. Mục đích khác của sáng chế là bộc lộ việc sử dụng tinh bột kiều mạch ổn định theo mục đích thứ hai để sản xuất bánh quy.

Mục đích thứ ba của sáng chế là thực phẩm bao gồm tinh bột kiều mạch ổn định theo mục đích thứ hai, tức là bao gồm tinh bột kiều mạch ổn định có thể thu được, hoặc tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình theo sáng chế. Theo phương án ưu tiên, thực phẩm là sữa chua. Theo phương án ưu tiên khác, thực phẩm là bánh quy.

Nhờ có tính chịu nhiệt cao, cũng như chịu trượt và axit, tinh bột kiều mạch ổn định điều chế được theo sáng chế là đặc biệt thích hợp để sử dụng trong nhiều ứng dụng thực phẩm, nhất là các ứng dụng thực phẩm cần đến tính chịu nhiệt, chịu trượt và chịu axit. Xu hướng thoái hóa thấp của nó cũng cần có để ngăn ngừa các thay đổi cấu trúc của các thực phẩm trong quá trình bảo quản.

Các thực phẩm trong đó tinh bột kiều mạch ổn định theo sáng chế là hữu ích bao gồm thực phẩm được xử lý bằng nhiệt, thực phẩm axit, hỗn hợp khô, thực phẩm được làm lạnh, thực phẩm kết đông, thực phẩm ép đùn, thực phẩm sản xuất bằng lò, thực phẩm áp chảo, thực phẩm dùng được trong lò vi sóng, thực phẩm có chất béo đầy đủ hoặc chất béo giảm, và thực phẩm có hoạt tính nước thấp. Các thực phẩm trong đó tinh bột kiều mạch ổn định là đặc biệt hữu ích là các thực phẩm cần đến bước xử lý nhiệt và/hoặc bước xử lý trọt mạnh như khử trùng Pasteur, chưng cất, xử lý nhiệt độ cực cao (UHT) và/hoặc đông nhất hóa. Tinh bột kiều mạch ổn định là đặc biệt hữu ích trong các ứng dụng thực phẩm cần đến độ ổn định qua tất cả các nhiệt độ xử lý bao gồm làm lạnh, kết đông và gia nhiệt.

Tinh bột kiều mạch ổn định cũng hữu ích trong các thực phẩm cần đến hoặc muốn có chất làm đặc, chất tạo nhót, chất tạo gel, hoặc chất độn tinh bột liên kết ngang không bằng phương pháp hóa học. Cụ thể hơn là, tinh bột kiều mạch ổn định mang lại cấu trúc mong muốn cho thực phẩm được xử lý và duy trì khả năng làm đặc của chúng qua các công đoạn xử lý. Trên cơ sở các thực phẩm được xử lý, chuyên gia trong lĩnh vực này có thể dễ dàng chọn được lượng tinh bột kiều mạch ổn định cần để mang lại độ dày và độ nhót tạo gel mong muốn trong thực phẩm thu được, cũng như cấu trúc mong muốn. Thông thường, tinh bột được sử dụng với lượng từ khoảng 0,1 đến khoảng 35%, ví dụ từ khoảng 2 đến khoảng 6% trọng lượng thực phẩm.

Theo sáng chế, tinh bột kiều mạch ổn định được sử dụng để sản xuất bánh quy. Cụ thể, tinh bột kiều mạch ổn định thay thế một phần bột mì trong bánh quy nhờ đó cung cấp các hydratecarbon tiêu hóa chậm và cải thiện cảm nhận bằng miệng về bánh quy.

Tinh bột kiều mạch ổn định là tinh bột nhẵn sạch có nhiệt độ hồ hóa cao hơn so với hầu hết tinh bột. Do đó, nó không trương nở hoàn toàn trong khi gia nhiệt và nó sẽ vẫn giữ lại mức độ nhất định các đặc tính tiêu hóa chậm sau khi được gia nhiệt trong hệ thống độ ẩm thấp như bánh quy. Bánh quy như vậy do đó có thể được sử dụng để kéo

dài cảm giác thỏa mãn, như thực phẩm dinh dưỡng thay thế bữa ăn hoặc thực phẩm mang đi.

Hơn thế nữa, do nó một phần được trương nở và/hoặc được gelatin hóa, nó không làm giảm và thậm chí có thể cải thiện cảm nhận bằng miệng về bánh quy.

Theo phương án cụ thể, tinh bột kiều mạch ổn định được sử dụng với lượng từ khoảng 0,1 đến khoảng 35%, tốt hơn là từ khoảng 2 đến khoảng 10%, và tốt hơn nữa là từ khoảng 4 đến khoảng 8% trọng lượng bánh quy.

Sáng chế sẽ được minh họa bằng các ví dụ sau, cần hiểu rằng chúng chỉ nhằm giải thích sáng chế, và không giới hạn phạm vi theo cách bất kỳ.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Tinh bột kiều mạch tự nhiên khô, tinh bột đậu tự nhiên và tinh bột ngô tự nhiên (100 g mỗi loại) được tạo huyền phù lần lượt trong lượng dư nước (nhiều hơn hai lần trọng lượng của tinh bột). Tiếp theo 3 huyền phù nước được gia nhiệt theo thứ tự trong bể nước ở 55, 58, 60 và 63°C (cải biến bằng nhiệt); mỗi nhiệt độ được giữ trong ít nhất một giờ rưỡi.

Việc lấy mẫu được thực hiện trước khi tăng nhiệt độ. Sau khi lấy mẫu, tất cả các mẫu tinh bột này được lọc chân không để loại bỏ lượng dư nước và được sấy khô trong lò ở 50°C cho đến khi thu được độ ẩm thấp hơn hoặc bằng 12%. Mẫu tinh bột này tiếp theo được bảo quản vài ngày ở nhiệt độ trong phòng trước khi thực hiện phân tích DSC. Mỗi mẫu (2-3 mg) được trộn với nước ở ba lần trọng lượng tinh bột. Hỗn hợp được hàn kín trong chảo nhôm. Chảo được cân bằng trong ít nhất 1 giờ và tiếp theo được gia nhiệt từ 10 đến 100 °C ở 10°C/phút để thu được các đặc tính gelatin hóa tinh bột.

Sau 7 ngày bảo quản ở 4°C, chảo được cân bằng ở nhiệt độ trong phòng trong ít nhất 1 giờ và được phân tích lại bằng cách sử dụng DSC ở cùng giới hạn nhiệt độ và tốc độ gia nhiệt để thu được các đặc tính thoái hóa tinh bột. Sự thoái hóa tinh bột là sự tái

kết tinh các phân tử tinh bột sau khi gelatin hóa. Tỷ lệ thoái hóa là cao nhất ở nhiệt độ lạnh lớn hơn nhiệt độ chuyển pha thủy tinh của gel tinh bột, như ở nhiệt độ làm lạnh. Nó có thể thay đổi cấu trúc của thực phẩm, như độ nhớt tăng, tạo gel, độ trong và đông đặc giảm.

Kết quả DSC được tóm tắt trong bảng sau:

Tinh bột	Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Gelatin hóa				Nóng chảy của tinh bột thoái hóa				
		To (°C)	Tp (°C)	Te (°C)	ΔH (J/g)	To (°C)	Tp (°C)	Te (°C)	ΔH (J/g)	R* %
Kiểu mạch	Tự nhiên	57,5	65,2	72,5	13,3	39,8	51,1	61,3	3,8	29,0
	55	65,2	67,9	71,4	10,8	39,5	48,9	60,0	2,6	23,8
	58	67,8	70,2	73,3	10,4	39,6	49,6	59,9	2,6	25,3
	60	68,1	70,4	73,4	8,0	39,2	50,0	60,3	2,6	32,2
	63 (so sánh)	71,4	73,6	76,5	4,4	40,6	50,2	60,2	3,2	73,6
Ví dụ So sánh	Tự nhiên	65,6	70,1	74,3	13,8	38,7	51,6	62,7	6,4	46,3
	55	66,9	71,0	74,9	13,9	39,9	51,4	61,9	5,9	42,6
	58	68,6	71,6	74,8	13,6	38,5	51,3	62,0	5,9	43,4
	60	70,0	72,5	75,4	12,9	38,7	51,1	62,8	6,8	52,7

		63	73,0	75,1	77,6	10,0	39,5	50,8	62,2	6,2	62,2
Đậu	Tự nhiên		58,9	65,4	73,4	11,2	39,8	56,1	69,4	7,8	70,2
	55		67,5	70,0	73,5	12,0	39,5	53,6	68,9	7,3	60,8
	58		69,7	72,0	75,2	11,3	40,0	53,4	67,6	6,5	57,9
	60		71,5	73,8	77,0	11,1	41,0	53,1	68,0	6,8	60,7
	63		73,0	75,0	77,7	10,2	39,7	53,9	69,4	7,7	75,4

Bảng 1 (To: nhiệt độ ban đầu, Tp: nhiệt độ đỉnh, Te: nhiệt độ kết thúc, R*: tỷ lệ thoái hóa = ΔH gelatin hóa/ ΔH nóng chảy của tinh bột thoái hóa*100%)

Dựa trên các kết quả này, rõ ràng rằng việc gia nhiệt từ từ tinh bột tự nhiên của kiều mạch, của ngô và của đậu đến nhiệt độ lên đến 63°C làm tăng nhiệt độ gelatin hóa tương ứng của chúng.

Nhiệt độ gelatin hóa của cả ba tinh bột này tăng theo nhiệt độ xử lý gia nhiệt, nghĩa là nhiệt độ xử lý gia nhiệt cao hơn dẫn đến tính chịu nhiệt của tinh bột cao hơn. Do đó, các hạt tinh bột được cải biến bằng nhiệt có thể chịu được các xử lý mạnh, nhất là ở nhiệt độ cao, và duy trì độ nhớt của hồ tinh bột trong quá trình xử lý (không pha loãng do trượt). Tuy nhiên, tính chịu nhiệt cao hơn có thể cũng có nghĩa mức độ trương nở hạt thấp hơn, điều này có thể làm giảm độ nhớt của hồ tinh bột ở nhiệt độ xử lý cụ thể và có thể là không mong muốn đối với thực phẩm được làm đặc.

Nhiệt độ ban đầu của ba tinh bột là giống nhau sau khi xử lý gia nhiệt giống nhau. Nói chung, tinh bột ngô được cải biến bằng nhiệt và tinh bột đậu được cải biến bằng nhiệt có nhiệt độ kết thúc cao hơn so với tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt.

Cũng rõ ràng rằng tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt lớn hơn 58°C có thay đổi entanpi của quá trình gelatin hóa giảm rõ rệt so với tinh bột kiều mạch tự nhiên, nghĩa là tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt lớn hơn 58°C trải qua quá trình gelatin hóa một phần. Hiện tượng này không rõ ràng đối với tinh bột đậu và tinh bột ngô tương ứng được cải biến bằng nhiệt lên đến 63°C .

Tất cả các tinh bột được gelatin hóa (bao gồm các tinh bột được cải biến bằng nhiệt) đều trải qua thoái hóa trong quá trình bảo quản, nhất là ở nhiệt độ lạnh. Thật vậy, các tinh bột được gelatin hóa và được bảo quản có nhiệt độ nóng chảy (của tinh bột thoái hóa) giống nhau. Thay đổi entanpi là phụ thuộc vào tinh bột, nhưng ít phụ thuộc vào xử lý gia nhiệt. Cả tinh bột kiều mạch tự nhiên và tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt đều biểu hiện mức độ thoái hóa thấp nhất so với tinh bột đậu tự nhiên và được cải biến bằng nhiệt và tinh bột ngô tự nhiên và được cải biến bằng nhiệt. Tinh bột kiều mạch có tỷ lệ thoái hóa nằm trong khoảng từ 24 và 32% (ngoại trừ tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt ở 63°C do mức độ gelatin hóa sơ bộ cao trước khi Phân tích DSC). Tinh bột đậu biểu hiện mức độ thoái hóa cao nhất.

Các đặc tính hồ hóa của mỗi mẫu (không được gelatin hóa) được đo bằng cách sử dụng máy đo độ nhớt (RVA). (Xem Hình 1) Các đặc tính hồ hóa là khả năng tinh bột dạng hạt phát triển thành hồ nhớt trong khi gia nhiệt, tiếp theo là độ nhớt tiếp tục thay đổi theo quá trình trượt và làm lạnh. Tinh bột có các đặc tính hồ hóa tốt sẽ không thể hiện các thay đổi độ nhớt cực trị khi trượt ở nhiệt độ cao, nhất là độ nhớt giảm còn gọi là pha loãng hoặc làm giảm nhớt do trượt. Độ nhớt tăng trong khi làm lạnh là không mong muốn nếu tinh bột được sử dụng làm chất làm đặc do hồ sẽ tạo gel trong khi bảo quản dài hơn (thoái hóa).

Phân tích RVA được thực hiện trong 13 phút. Mỗi mẫu tinh bột (2 g trọng lượng khô) được trộn với nước để có tổng cộng 25 g (8% huyền phù tinh bột). Nó được gia nhiệt đẳng nhiệt ở 50°C trong 1 phút, tăng đến 95°C ở 12°C/phút, được giữ ở 95°C trong 2,5 phút, được làm lạnh đến 50°C ở 12°C/phút, và cuối cùng được giữ ở 50°C trong 2 phút. Tốc độ khuấy của cánh khuấy được đặt ở 960 rpm trong 10 giây đầu và tiếp theo giảm đến 160 rpm qua phần còn lại của phân tích.

Kết quả RVA được tóm tắt trong bảng sau:

Tình bột		Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Nhiệt độ hồ hóa (°C)	Độ nhớt đỉnh (cP)	Vùng lõm (cP)	Sự giảm độ nhớt (cP)	Độ nhớt cuối (cP)	Khoảng lùi (cP)
Kiểu mạch		Tự nhiên	76,7	2108	1909	199	2930	1021
		58	88,9	ND	ND	ND	1952	ND
		60	89,7	ND	ND	ND	1933	ND
Ví dụ So sánh	Ngô	Tự nhiên	76,6	1773	1362	411	1954	592
		55	77,4	1481	1147	334	1670	523
		58	77,5	1522	1227	295	1731	504
		60	77,5	1476	1278	198	1713	435
		63	82,3	1413	1268	145	1677	409
	Đậu	Tự nhiên	71,8	2096	1583	513	3066	1483
		58	75,9	1811	1663	148	2434	771
		60	76,7	1831	1688	143	2473	785
		63	79,2	1513	1455	58	2024	569

Bảng 2 (Nhiệt độ hồ hóa là nhiệt độ mà tại đó độ nhớt bắt đầu phát triển, độ nhớt đỉnh là độ nhớt cực đại trong khi gia nhiệt, vùng lõm là độ nhớt cực tiểu trong khi gia nhiệt đẳng nhiệt ở 95°C, sự giảm độ nhớt là hiệu số giữa độ nhớt đỉnh và vùng lõm, độ nhớt cuối là độ nhớt cực đại trong khi làm lạnh đến 50°C, và khoảng lùi là hiệu số giữa độ nhớt cuối và vùng lõm; ND = không phát hiện được)

Dựa trên kết quả RVA, rõ ràng rằng khi không điều chỉnh độ pH (pH ~5), tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt có nhiệt độ hồ hóa cao hơn so với tinh bột đậu được cải biến bằng nhiệt và tinh bột ngô được cải biến bằng nhiệt. Nhiệt độ hồ hóa là nhiệt độ mà tại đó độ nhớt bắt đầu phát triển. Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt không có hoặc có sự giảm độ nhớt (hoặc pha loãng do trượt) rất thấp trong khi gia nhiệt đẳng nhiệt và trượt, trái ngược với tinh bột đậu được cải biến bằng nhiệt và tinh bột ngô được cải biến bằng nhiệt. Nghĩa là tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt theo sáng chế biểu hiện tính chịu nhiệt và chịu trượt cao hơn so với tinh bột đậu và tinh bột ngô tương ứng.

Cũng rõ ràng rằng không có khác biệt rõ rệt về biên dạng RVA giữa tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt ở 58°C và tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt ở 60°C.

Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt ở 58°C và ở 60°C cũng được so sánh với các tinh bột liên kết ngang khác nhau được bán với nhãn CLEARAM® được bán bởi Người nộp đơn. (Xem Hình 2) CLEARAM® CR là loại tinh bột ngô sấp hydroxypropyl hóa, liên kết ngang phosphat và các mã số khác nhau thể hiện mức độ liên kết ngang và độ thể. Như được thể hiện bằng nhiệt độ hồ hóa cao của tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt, nó có tính chịu nhiệt cao hơn so với loại CLEARAM® CR. Tính ổn định về độ nhớt trong khi gia nhiệt và trượt là giống với tinh bột có mức độ liên kết ngang cao (CLEARAM® CR 4015).

Kết quả RVA được tóm tắt trong bảng sau:

Tinh bột		Nhiệt độ hồ hóa (°C)	Độ nhớt đỉnh (cP)	Vùng lõm (cP)	Sự giảm độ nhớt (cP)	Độ nhớt cuối (cP)	Khoảng lùi (cP)
Kiều mạch	Được cải biến bằng nhiệt ở 58°C	88,9	ND	ND	ND	1952	ND
	Được cải biến bằng nhiệt ở 60°C	89,7	ND	ND	ND	1933	ND
CLEARAM® CR	0820	67,0	6150	4312	1838	5631	1319
	1010	68,7	5758	4172	1586	5401	1229
	2010	69,4	4998	3865	1133	5860	1995
	2020	71,0	4912	3937	975	5227	1290
	3010	68,6	3623	2972	651	5332	2360
	3020	66,1	4150	3248	902	6169	2921
	4015	69,5	1256	1169	87	2512	1343

Bảng 3

Ví dụ 2

Tinh bột được chiết từ 400 g tấm kiều mạch. Sau khi loại bỏ protein và chất xơ, huyền phù tinh bột đặc (khoảng 250 g tinh bột và 700 g nước) được gia nhiệt theo thứ tự trong bể nước ở 55 và 58°C; mỗi nhiệt độ được giữ trong ít nhất ba giờ.

Sau khi xử lý bằng nhiệt ở 58°C, tất cả các mẫu tinh bột này được lọc chân không và tiếp theo được tạo huyền phù lại trong nước trước khi được sấy khô bằng cách sử dụng máy sấy tầng sôi ở khoảng 58°C cho đến khi thu được độ ẩm thấp hơn hoặc bằng 12%.

Mẫu tinh bột này tiếp theo được bảo quản vài ngày ở nhiệt độ trong phòng trước khi thực hiện phân tích DSC. Mỗi mẫu (2-3 mg) được trộn với nước ở ba lần trọng lượng tinh bột. Hỗn hợp được hàn kín trong chảo nhôm. Chảo được cân bằng trong ít nhất 1 giờ và tiếp theo được gia nhiệt từ 10 đến 100 °C ở 10°C/phút để thu được các đặc tính gelatin hóa tinh bột.

Sau khi 7 ngày bảo quản ở 4°C, chảo được cân bằng ở nhiệt độ trong phòng trong ít nhất 1 giờ và được phân tích lại bằng cách sử dụng DSC ở cùng giới hạn nhiệt độ và tốc độ gia nhiệt để thu được các đặc tính thoái hóa tinh bột.

Kết quả DSC được tóm tắt trong bảng sau:

Tinh bột kiều mạch		Gelatin hóa				Nóng chảy của tinh bột thoái hóa				
		To (°C)	Tp (°C)	Te (°C)	ΔH (J/g)	To (°C)	Tp (°C)	Te (°C)	ΔH (J/g)	R* %
Tự nhiên (mà không xử lý gia nhiệt bổ sung)		57,5	65,2	72,5	13,3	39,8	51,1	61,3	3,8	29,0
Được cải biến bằng nhiệt ở 58°C	Mẫu A	67,8	70,6	73,7	11,4	40,6	49,3	59,2	2,9	25,5
	Mẫu B	68,1	70,9	74,7	11,5	40,0	50,4	61,4	3,5	30,4

Bảng 4

Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt có nhiệt độ gelatin hóa cao hơn so với tinh bột kiều mạch tự nhiên mà không xử lý gia nhiệt bổ sung. Cả tinh bột kiều mạch tự nhiên và tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt đều thể hiện xu hướng thoái hóa thấp.

Các đặc tính hồ hóa của mỗi mẫu (không được gelatin hóa) được đo bằng cách sử dụng Rapid Visco-Analyzer (RVA) theo hai phương pháp khác nhau trong tổng cộng 13 và 24 phút. Đối với cả hai phương pháp, mỗi mẫu tinh bột (2 g trọng lượng khô) được trộn với nước để có tổng cộng 25 g (8% huyền phù tinh bột).

Đối với phương pháp thứ nhất (tổng cộng 13 phút), mẫu được gia nhiệt đẳng nhiệt ở 50°C trong 1 phút, tăng đến 95°C ở 12°C/phút, được giữ ở 95°C trong 2,5 phút, được làm lạnh đến 50°C ở 12°C/phút, và cuối cùng được giữ ở 50°C trong 2 phút. Tốc độ khuấy của cánh khuấy được đặt ở 960 rpm trong 10 giây đầu và tiếp theo giảm đến 160 rpm qua phần còn lại của phân tích.

Đối với phương pháp thứ hai (tổng cộng 23 phút), mẫu được gia nhiệt đẳng nhiệt ở 50°C trong 1 phút, tăng đến 95°C ở 6°C/phút, được giữ ở 95°C trong 5 phút, được làm lạnh đến 50°C ở 6°C/phút, và cuối cùng được giữ ở 50°C trong 2 phút. Tốc độ khuấy của cánh khuấy được đặt ở 960 rpm trong 10 giây đầu và tiếp theo giảm đến 160 rpm qua phần còn lại của phân tích.

Kết quả RVA từ phương pháp thứ nhất được tóm tắt trong bảng sau:

Tinh bột kiều mạch		Tp hồ hóa (°C)	Độ nhớt đỉnh (cP)	Vùng lõm (cP)	Sự giảm độ nhớt (cP)	Độ nhớt cuối (cP)	Khoảng lùi (cP)
Tự nhiên (mà không xử lý gia nhiệt bổ sung)		79,8	2018	1858	160	2882	1024
Được cải biến bằng nhiệt ở 58°C	Mẫu A	86,6	1845	1766	79	2749	983
	Mẫu B	85,6	1936	1829	107	2768	939

Bảng 5

Kết quả RVA từ phương pháp thứ hai được tóm tắt trong bảng sau:

Tinh bột kiều mạch		Tp hồ hóa (°C)	Độ nhớt đỉnh (cP)	Vùng lõm (cP)	Sự giảm độ nhớt (cP)	Độ nhớt cuối (cP)	Khoảng lùi (cP)
Tự nhiên (mà không xử lý gia nhiệt bổ sung)		80,8	1949	1645	304	3062	1417
	Mẫu A	84,0	1829	1684	145	3146	1462

Được cải biến bằng nhiệt ở 58°C	Mẫu B	83,2	1958	1778	180	3254	1476
--	------------------	------	------	------	-----	------	------

Bảng 6

Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt có nhiệt độ hồ hóa cao hơn và sự giảm độ nhớt thấp hơn so với tinh bột kiều mạch tự nhiên mà không xử lý gia nhiệt bổ sung trong quy trình chiết tinh bột.

Ví dụ 3

Các mẫu tinh bột kiều mạch chiết được từ hai thử nghiệm được sử dụng để điều chế các tinh bột được cải biến bằng nhiệt. Trong khi chiết tinh bột, huyền phù nước điều chế được bằng cách nghiền ướt tám kiều mạch được gia nhiệt ở 45°C và 50°C lần lượt đối với các thử nghiệm thứ nhất và thứ hai, trước bước phân đoạn để tách phân đoạn nhẹ, chứa protein, hydratcacbon hòa tan và muối, ra khỏi phân đoạn nặng, chứa tinh bột và chất xơ. Mục đích gia nhiệt là tạo điều kiện thuận lợi cho việc hòa tan các protein và ngăn ngừa sự sinh trưởng của vi sinh vật.

Mỗi tinh bột chiết được (300 g) được trộn với 700 mL nước để điều chế huyền phù nước ở nồng độ 30% trọng lượng. Huyền phù được gia nhiệt trong bể nước ở 50°C trong 30 phút, tiếp theo ở 53°C trong 3 giờ và tiếp theo ở 55°C qua đêm. Lấy mẫu được thực hiện trước khi tăng nhiệt độ. Sau khi lấy mẫu, tất cả các mẫu tinh bột này được lọc chân không và được sấy khô ở 45°C trong lò qua đêm. Tiếp theo, tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt đã sấy khô được nghiền thành bột.

Các tinh bột đậu, ngô và ngô sếp tự nhiên được xử lý bằng nhiệt theo cách tương tự và được sử dụng để so sánh đối với thử nghiệm chịu nhiệt và chịu trượt ở độ pH 3 và 6.

Đối với tính chịu nhiệt và chịu trượt (Xem Hình 3), huyền phù tinh bột đặc (7,4% chất khô) được gia nhiệt đẳng nhiệt ở 50°C trong 1 phút, tăng đến 95°C ở 12°C/phút,

được giữ ở 95°C trong 15 phút, được làm lạnh đến 50°C ở 12°C/phút, và cuối cùng được giữ ở 50°C trong 1,6 phút. Tốc độ khuấy của cánh khuấy được đặt ở 960 rpm trong 10 giây đầu và tiếp theo giảm đến 160 rpm qua phần còn lại của phân tích. Phân tích được lặp lại ở độ pH 3,0, được điều chỉnh bằng cách bổ sung bột axit xitric.

Tính chịu nhiệt/trượt (%) được tính là hiệu số giữa độ nhớt khi kết thúc gia nhiệt đẳng nhiệt ở 95°C và độ nhớt đỉnh chia cho độ nhớt đỉnh (nhân với 100%):

$$\text{Tính chịu nhiệt/trượt} = \frac{(\text{độ nhớt khi kết thúc gia nhiệt} - \text{độ nhớt đỉnh})}{\text{độ nhớt đỉnh}} \times 100\%$$

Kết quả RVA ở độ pH ~6 và 3 được tóm tắt trong bảng sau:

Mẫu		pH ~6					pH 3				
		Tp hồ hóa (°C)	Độ nhớt đỉnh (cP)	Độ nhớt khi kết thúc gia nhiệt (cP)	Tính chịu nhiệt / tính chịu trượt (%)	Độ nhớt cuối (cP)	Tp hồ hóa (°C)	Độ nhớt đỉnh (cP)	Độ nhớt khi kết thúc gia nhiệt (cP)	Tính chịu nhiệt / tính chịu trượt (%)	Độ nhớt cuối (cP)
Kiểu mạch h	Thử nghiệm #1, Tự nhiên (được xử lý ở 45°C)	87,3	1521	1189	-22%	2249	91,3	1426	493	-65%	753
	Thử nghiệm #1, được cải biến bằng nhiệt ở 55°C	92,9	1498	1299	-13%	2029	92,2	1373	441	-68%	670
	Thử nghiệm #2, được cải biến bằng nhiệt ở 55°C	92,1	1292	982	-24%	1640	91,4	1304	388	-70%	600
Ngô sếp	Tự nhiên	76,0	2391	700	-71%	1018	75,8	2314	79	-97%	112
	55°C	75,1	2286	677	-70%	1019	75,9	2080	65	-97%	91
Ngô	Tự nhiên	86,5	1375	877	-36%	1574	85,7	1292	112	-91%	225
	55°C	79,2	1367	871	-36%	1509	84,0	1233	95	-92%	190
	60°C	84,0	1280	892	-30%	1548	85,7	1229	324	-74%	632
Đậu	Tự nhiên	73,6	1427	1095	-23%	2055	73,4	1118	248	-78%	395
	55°C	75,9	1713	1107	-35%	2243	75,9	1615	465	-71%	671
	60°C	79,1	1030	948	-8%	1480	77,4	1391	453	-67%	609

Bảng 7

Dựa trên kết quả trên đây, ở độ pH ~6, tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt có nhiệt độ hồ hóa cao hơn so với tinh bột kiều mạch tự nhiên. Tác dụng tương tự cũng được quan sát thấy từ tinh bột đậu, nhưng không rõ ràng từ tinh bột ngô và tinh bột ngô sếp. Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt và tinh bột đậu được cải biến bằng nhiệt có tính chịu nhiệt và chịu trượt cao hơn so với tinh bột ngô được cải biến bằng nhiệt và tinh bột ngô được cải biến bằng nhiệt sếp ở cả hai độ pH 3 và 6. Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt theo quy trình của sáng chế có nhiệt độ hồ hóa cao nhất ở cả hai độ pH 3 và 6 trong tất cả các mẫu tinh bột được thử nghiệm.

Ví dụ 4

Các phân tích RVA và DSC được thực hiện trên tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt từ hai thử nghiệm nêu trong Ví dụ 3 và được so sánh với các tinh bột được cải biến thương mại khác nhau của tình trạng kỹ thuật đã biết đối với ứng dụng sữa chua. Phương pháp DSC là giống như trong các ví dụ 1 và 2.

Các tinh bột được cải biến thương mại của tình trạng kỹ thuật đã biết đối với ứng dụng sữa chua là như sau.

CLARIA+® là tinh bột được ức chế nhũn sạch được bán bởi Tate & Lyle. NOVATION 2300 ® là tinh bột được ức chế nhũn sạch được bán bởi Ingredion. Cả hai tinh bột này đều dựa trên ngô sếp.

CLEARAM® CJ 5025 được bán bởi Người nộp đơn và tương ứng với tinh bột ngô sếp axetyl hóa, liên kết ngang phosphat (tinh bột được cải biến bằng phương pháp hóa học), được sản xuất riêng đối với ứng dụng sữa chua.

Kết quả DSC được tóm tắt trong bảng sau:

Mẫu		Gelatin hóa				Nóng chảy của tinh bột thoái hóa				
		To (°C)	Tp (°C)	Te (°C)	ΔH (J/g)	To (°C)	Tp (°C)	Te (°C)	ΔH (J/g)	R* (%)
Tinh bột theo sáng chế										
Tinh bột kiểu mạch từ thử nghiệm thứ nhất	Tự nhiên (được xử lý ở 45°C)	59,9	64,6	71,0	10,45	36,8	47,5	58,1	3,52	34
	Được cải biến bằng nhiệt ở 53°C	61,4	65,8	70,6	9,72	40,0	48,4	57,2	4,9	50
	Được cải biến bằng nhiệt ở 55°C	62,9	66,6	71,6	11,03	37,7	48,1	58,0	3,6	33
Tinh bột kiểu mạch từ thử	Tự nhiên (được xử lý ở 50°C)	60,4	65,2	71,2	9,98	35,8	47,6	58,9	3,37	34

thử nghiệm thứ hai	Được cải biến bằng nhiệt ở 53°C	61,2	65,8	71,0	9,8	39,0	48,4	57,5	2,73	28
	Được cải biến bằng nhiệt ở 55°C	63,0	66,7	71,5	10,58	38,7	49,0	58,8	4,18	40
Ví dụ so sánh										
CLARIA+®		63,0	68,9	74,3	9,21	40,8	51,7	61,0	4,48	49
NOVATION® 2300		60,9	67,0	72,1	11,25	39,6	51,5	61,0	7,14	63
CLEARAM® CJ 5025		62,2	67,6	73,2	14,26	41,9	52,5	60,0	1,43	10

Bảng 8

Tinh bột kiều mạch tự nhiên từ thử nghiệm thứ nhất có nhiệt độ gelatin hóa thấp hơn không đáng kể so với tinh bột kiều mạch tự nhiên từ thử nghiệm thứ hai do nhiệt độ gia nhiệt được sử dụng cho quá trình chiết tinh bột trong thử nghiệm thứ hai là lớn hơn nhiệt độ gia nhiệt trong thử nghiệm thứ nhất. Nhiệt độ gelatin hóa của tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt, tuy nhiên, là giống nhau đối với hai thử nghiệm khi các tinh bột được xử lý ở cùng nhiệt độ.

Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt ở 53°C có nhiệt độ gelatin hóa thấp hơn không đáng kể so với tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt ở 55°C. Tinh bột đề cập trước có nhiệt độ gelatin hóa ban đầu giống như NOVATION® 2300, và tinh bột đề cập sau có nhiệt độ gelatin hóa ban đầu giống như CLARIA+®.

Các tinh bột thoái hóa sản xuất từ tinh bột kiều mạch tự nhiên có nhiệt độ nóng chảy thấp hơn không đáng kể so với các tinh bột thoái hóa sản xuất từ tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt. Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt ở 53°C và 55°C có nhiệt độ nóng chảy của các tinh bột thoái hóa là giống nhau. CLARIA+®, NOVATION® 2300 và CLEARAM® CJ 5025 là các tinh bột trên cơ sở ngô sếp có nhiệt độ nóng chảy của các tinh bột thoái hóa cao hơn không đáng kể so với tinh bột kiều mạch tự nhiên và tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt. Trong số các tinh bột thương mại, CLEARAM® CJ 5025 thể hiện tỷ lệ thoái hóa thấp nhất. Nghĩa là nó biểu hiện độ ổn định cao nhất trong khi làm lạnh. Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt theo quy trình của sáng chế, nói chung, có tỷ lệ thoái hóa thấp hơn so với CLEARAM® CJ 5025, CLARIA+® và NOVATION® 2300. Do đó, tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt theo quy trình của sáng chế có độ ổn định cao hơn trong khi làm lạnh so với tinh bột trên cơ sở ngô sếp thương mại được cải biến bằng phương pháp hóa học, như CLEARAM® CJ 5025, và các tinh bột được cải biến nhân sạch, như CLARIA+® và NOVATION® 2300.

Đối với RVA, mẫu được gia nhiệt đẳng nhiệt ở 50°C trong 1 phút, tăng đến 95°C ở 6°C/phút, được giữ ở 95°C trong 5 phút, được làm lạnh đến 50°C ở 6°C/phút, và cuối cùng được giữ ở 50°C trong 2 phút. Tốc độ khuấy của cánh khuấy được đặt ở 960 rpm trong 10 giây đầu và tiếp theo giảm đến 160 rpm qua phần còn lại của phân tích.

Kết quả RVA được tóm tắt trong bảng sau:

Mẫu		Nhiệt độ hồ hóa (°C)	Độ nhớt đỉnh (cP)	Vùng lỗm (cP)	Sự giảm độ nhớt (cP)	Độ nhớt cuối (cP)	Khoản g lùi (cP)
Tinh bột theo sáng chế							
Tinh bột kiều mạch từ thử nghiệm thứ nhất	Tự nhiên (được xử lý ở 45°C)	76,7	3719	2729	990	4336	1607
	Được cải biến bằng nhiệt ở 53°C	82,4	3672	3111	561	4545	1434
	Được cải biến bằng nhiệt ở 55°C	82,8	3748	3144	604	4520	1376
Tinh bột kiều mạch từ thử nghiệm thứ hai	Tự nhiên (được xử lý ở 50°C)	79,9	3784	2816	968	4457	1641
	Được cải biến bằng	82,8	3617	2921	696	4253	1332

	nhiệt ở 53°C						
	Được cải biến bằng nhiệt ở 55°C	82,8	3597	2655	942	3938	1283
Ví dụ so sánh							
CLARIA+®		68,4	8493	5908	2585	7492	1584
NOVATION® 2300		67,6	6570	4377	2193	5788	1411
CLEARAM® CJ 5025		68,0	9577	7820	1757	11385	3565

Bảng 9

Dựa trên kết quả RVA trên đây, tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt có nhiệt độ hồ hóa cao hơn so với tinh bột kiều mạch tự nhiên, và tất cả các tinh bột kiều mạch đều có nhiệt độ hồ hóa cao hơn so với CLARIA+®, NOVATION® 2300 và CLEARAM® CJ 5025. Điều này có nghĩa là tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt là các vật liệu tinh bột tốt nhất để duy trì cấu trúc hạt của chúng sau khi xử lý gia nhiệt có trượt so với tinh bột kiều mạch tự nhiên, CLARIA+®, NOVATION® 2300 và CLEARAM® CJ 5025. Mặc dù tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt có độ nhớt đỉnh và độ nhớt cuối thấp hơn so với tinh bột thương mại trên cơ sở ngô sếp, chúng có sự giảm độ nhớt (giảm độ nhớt khi trượt tiếp) thấp hơn hoặc tính chịu trượt cao hơn. Hơn thế nữa, các hạt trương nở cao dễ pha loãng do trượt hơn, và do đó các tinh bột nhãn sạch trên cơ sở ngô sếp có thể dễ bị phân rã bởi xử lý thực phẩm mạnh, như đồng nhất hóa trong quy trình sản xuất sữa chua.

RVA cũng được thực hiện trên tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt sau các quy trình phổ biến để sản xuất sữa chua (gia nhiệt sơ bộ, đồng nhất hóa và khử trùng) và được so sánh với tinh bột kiều mạch tự nhiên và các tinh bột thương mại khác nhau. (Xem Hình 4 về kết quả RVA) Mỗi tinh bột được trộn với nước để tạo ra huyền phù tinh bột 2,5%. Sucroza (7,6%) được bổ sung vào huyền phù. Huyền phù được gia nhiệt sơ bộ ở 65°C, được đồng nhất hóa ở 18 MPa, được khử trùng ở 85°C trong 10 phút, và cuối cùng được bảo quản ở 4°C trong 7 ngày. Khi kết thúc mỗi quy trình, mẫu được lấy để đo độ nhớt (bằng cả nhớt kế RVA và nhớt kế Brookfield).

Kết quả RVA cho thấy rằng tinh bột kiều mạch tự nhiên và tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt vẫn giữ được cấu trúc hạt của chúng sau khi gia nhiệt sơ bộ, đồng nhất hóa, khử trùng, và bảo quản lạnh, được chỉ ra bằng độ nhớt gia tăng trong khi gia nhiệt. CLARIA+® và NOVATION® 2300 mất cấu trúc hạt của chúng lần lượt sau công đoạn đồng nhất hóa và công đoạn khử trùng. CLEARAM® CJ 5025 dường như mất khả năng trương nở hoặc tạo nhớt sau công đoạn gia nhiệt sơ bộ.

Độ nhớt lạnh (độ nhớt ở 50°C trước khi gia nhiệt) là giống nhau đối với tất cả các mẫu tinh bột được thử nghiệm trước khi bảo quản lạnh (nhỏ hơn 20 cP). Tuy nhiên, độ nhớt lạnh của CLARIA+® và NOVATION® 2300 tăng đến lớn hơn 20 cP sau khi bảo quản lạnh, chỉ ra sự thoái hóa tinh bột xảy ra với các tinh bột thương mại này. Hiện tượng này là ít rõ ràng từ tinh bột kiều mạch tự nhiên và tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt. Điều này có nghĩa là tinh bột kiều mạch tự nhiên và tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt trải qua quá trình thoái hóa ít hơn trong khi bảo quản lạnh so với các tinh bột được cải biến thương mại được thử nghiệm ở đây và có thể được sử dụng để xử lý thực phẩm thậm chí cứng hơn so với those để sản xuất sữa chua.

Các kết quả đo bằng nhớt kế Brookfield được tóm tắt trong bảng sau:

Mẫu	Sau khi đồng nhất hóa (Pa·s)	Sau khi khử trùng (Pa·s)	Sau khi bảo quản lạnh (Pa·s)
Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt theo sáng chế			
Từ thử nghiệm thứ nhất Tự nhiên (được xử lý ở 45°C)	12,4	22,4	33,2
Từ thử nghiệm thứ nhất Được cải biến bằng nhiệt ở 55°C	13,2	20,4	32,0
Từ thử nghiệm thứ hai Được cải biến bằng nhiệt ở 55°C	11,6	19,6	30,8
Ví dụ so sánh			
CLARIA+®	12,4	34,4	50,4
NOVATION® 2300	12,0	22,4	30,0
CLEARAM® CJ 5025	18,8	28,0	34,4

Bảng 10

Sau khi đồng nhất hóa, CLEARAM® CJ 5025 có độ nhớt cao nhất trong khi các mẫu còn lại thể hiện độ nhớt giống nhau. Sau khi khử trùng, CLARIA+® thể hiện độ nhớt cao nhất và CLEARAM® CJ 5025 có độ nhớt cao thứ hai. Sau khi 7 ngày bảo quản lạnh, tất cả các mẫu đều thể hiện độ nhớt tăng do sự thoái hóa tinh bột. CLARIA+® thể hiện mức tăng độ nhớt lớn nhất, chỉ ra độ ổn định thấp trong khi bảo quản lạnh. Mặt khác, các tinh bột còn lại thể hiện độ nhớt tương tự ở khoảng 30-34 Pa·s, nghĩa là các

mẫu tinh bột này, bao gồm tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt, có độ ổn định như nhau trong khi bảo quản lạnh, điều này cần cho sản xuất sữa chua.

Các ảnh hiển vi cho thấy rằng tinh bột kiều mạch tự nhiên và tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt vẫn giữ được cấu trúc hạt của chúng sau khi gia nhiệt sơ bộ, đồng nhất hóa, và khử trùng, trong khi CLARIA+®, NOVATION® 2300, và CLEARAM® CJ 5025 thể hiện các hạt và mảnh hạt trương nở cao sau khi xử lý giống nhau. (Xem Hình 5)

Ví dụ 5: Tinh bột ổn định trong sữa chua

Ví dụ này mô tả việc sản xuất sữa chua mẫu chứa tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt theo sáng chế, tinh bột nhãn sạch có bán trên thị trường (theo tình trạng kỹ thuật đã biết) hoặc tinh bột liên kết ngang bằng phương pháp hóa học.

- Tinh bột được sử dụng: -

Tinh bột kiều mạch ổn định (theo sáng chế) được sản xuất như sau. Tinh bột được chiết từ 400 g tám kiều mạch. Sau khi loại bỏ protein và chất xơ, huyền phù tinh bột đặc (khoảng 250 g tinh bột trong 700 g nước) được gia nhiệt theo thứ tự trong bể nước ở 55°C trong 3 giờ và ở 58°C trong 3 giờ. Mẫu tinh bột này được lọc chân không và tiếp theo được tạo huyền phù lại trong nước trước khi được sấy khô bằng cách sử dụng máy sấy tầng sôi ở khoảng 58°C cho đến khi thu được độ ẩm thấp hơn hoặc bằng 12%.

CLEARAM® CJ 5025 và NOVATION® 2300 là các tinh bột có bán trên thị trường như được nêu trước đó trong Ví dụ 4.

Dựa trên kết quả RVA trong Ví dụ 4 (Bảng 9), tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt có nhiệt độ hồ hóa cao hơn so với NOVATION® 2300 và CLEARAM® CJ 5025. Thật vậy, tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt có nhiệt độ hồ hóa khoảng 82°C, và nhiệt độ hồ hóa của NOVATION® 2300 và CLEARAM® CJ 5025 là khoảng 68°C.

Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ của quy trình sản xuất sữa chua là khoảng 60-70°C, chính xác hơn là 65°C, và do đó nhiệt độ hồ hóa tinh bột cần lớn hơn 65°C nhằm đảm bảo rằng các hạt tinh bột không bị trương nở quá mức và có thể chịu được trượt mạnh trong quy trình đồng nhất hóa. Do đó, tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt thu được theo quy trình của sáng chế là ứng viên tốt nhất và cấu trúc hạt sẽ chịu được quy trình gia nhiệt sơ bộ.

Các thành phần để sản xuất sữa chua theo phần trăm trọng lượng là như sau:

Thành phần		1	2	3
Sữa		91,5	91,5	91,5
Sucroza		7,5	7,5	7,5
Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt theo sáng chế		1,0	/	/
Ví dụ so sánh	CLEARAM® CJ 5025	/	1,0	/
	Novation 2300 ®	/	/	1,0
Tổng cộng		100,0	100,0	100,0

Bảng 11

Quy trình thực hiện để thu được sữa chua là như sau:

- i. khuấy đồng nhất tất cả các thành phần;
- ii. gia nhiệt sơ bộ hỗn hợp từ nhiệt độ trong phòng đến 65°C, trong khoảng 5 phút;
- iii. đồng nhất hóa ở 18 Mpa;
- iv. gia nhiệt ở 95°C trong 5 phút;
- v. làm lạnh từ 95°C đến 43°C, trong khoảng 15-20 phút;
- vi. bổ sung chủng sữa chua;

- vii. lên men ở 43°C và ở độ pH 4,6 trong 5-6 giờ;
- viii. san bằng trong 1 phút.

Hình thái tinh bột cũng được quan sát dưới kính hiển vi ở các công đoạn khác nhau của quy trình sản xuất sữa chua: trước khi gia nhiệt sơ bộ, sau khi gia nhiệt sơ bộ ở 65°C, và sau khi đồng nhất hóa. (Xem Hình 6) dung dịch Lugol (dung dịch iot/kali iodua) được sử dụng để nhuộm các hạt tinh bột đối với kiểu trường sáng. Ánh sáng phân cực được sử dụng để quan sát tính lưỡng chiết của các hạt tinh bột để nhận dạng cấu trúc tinh thể tự nhiên của nó.

Tinh bột kiều mạch được cải biến bằng nhiệt theo sáng chế không dễ bị gelatin hóa, và vẫn giữ được hầu hết cấu trúc tinh thể và dạng hạt tự nhiên của nó sau khi gia nhiệt sơ bộ ở 65°C và sau khi đồng nhất hóa, điều này giống với trường hợp ghi nhận được từ CLEARAM® CJ 5025 (tinh bột so sánh).

Ví dụ 6:

Ví dụ này mô tả việc sản xuất bánh quy mẫu chứa bột mì nguyên cám (đối chứng), tinh bột kiều mạch ổn định theo sáng chế, tinh bột lúa mì hoặc bột kiều mạch.

Tinh bột kiều mạch được sản xuất theo ví dụ 5.

Bột mì nguyên cám, tinh bột lúa mì hoặc Bột kiều mạch

Các thành phần để sản xuất bánh quy theo phần trăm trọng lượng là như sau:

Thành phần	Đối chứng (bột mì)	Công thức tinh bột kiều mạch	Công thức tinh bột lúa mì	Công thức bột kiều mạch
Bột mì nguyên cám	38	19	19	-
Bột mì nguyên cám	-	19	-	-
Tinh bột lúa mì	-	-	19	-
Bột kiều mạch	-	-	-	38
Đường	16	16	16	16
Bột yến mạch cán	14	14	14	14
Dầu thực vật	13	13	13	13
Protein lúa mì Nutralys	7,8	7,8	7,8	7,8
Xi-rô glucoza	3,5	3,5	3,5	3,5
Lexitin	0,4	0,4	0,4	0,4
Bột nở	0,3	0,3	0,3	0,3
Muối	0,2	0,2	0,2	0,2
Sữa	25	25	25	25
Hương sữa	0,4	0,4	0,4	0,4
Tổng cộng	118,6	118,6	118,6	118,6

Bảng 12

Các lượng được trình bày dưới dạng tỷ lệ phần trăm trọng lượng.

Quy trình thực hiện để thu được bánh quy là như sau:

- i. Trộn đồng nhất tất cả các thành phần khô tạo ra hỗn hợp khô đồng đều;
- ii. Bổ sung sữa, hương sữa, lexitin, xi-rô glucoza, và dầu thực vật vào hỗn hợp khô và khuấy tạo ra bột nhào đồng đều;
- iii. Cán bột nhào đến độ dày 3 mm và định dạng thành hình tròn;
- iv. Nướng bột đã định dạng trong lò có nhiệt độ cao nhất ở 190°C và nhiệt độ thấp nhất ở 160°C trong 10 phút;
- v. Để bánh quy nguội đến nhiệt độ trong phòng và bọc kín chúng trong gói nhựa hoặc nhôm.

Cấu trúc của bánh quy được đo bằng cách sử dụng máy phân tích cấu trúc TA-TX2 bằng cách sử dụng thử nghiệm uốn cong ba điểm (HDP/3PB) và thử nghiệm đâm thủng (P/2).

Các thông số đo được nêu trong bảng 13 dưới đây:

Kiểu	Nén	
Bộ dò	HDP/3PB	P/2
Tốc độ trước thử nghiệm	1mm/sec	2 mm/sec
Tốc độ thử nghiệm	2mm/sec	1 mm/sec
Tốc độ sau thử nghiệm	10mm/sec	10 mm/sec
Khoảng cách	10 mm	3 mm
Lực khởi động	Auto 5g	Auto 5g
Tốc độ thu dữ liệu	500pps	500pps

Bảng 13

Các thông số khả năng tiêu hóa, bao gồm tính tỷ lệ tiêu hóa (k) và khả năng tiêu hóa toàn phần, được đo bằng các phương pháp của Yu et al. (Food Chemistry, 2018, 241:493-501). Kết quả được thể hiện trên Hình 7.

Độ ẩm được đo bằng cách sử dụng thiết bị đo độ ẩm (MA45C, Sartorius) ở 105°C.

Hoạt tính nước (aw) được đo bằng cách sử dụng đồng hồ đo aw (HygroLab2, Rotronic).

Kết quả được tóm tắt trong bảng sau:

Chỉ số	Đối chứng (bột mì)	Công thức tinh bột kiều mạch	Công thức tinh bột lúa mì	Công thức bột kiều mạch
Cấu trúc				
Độ giòn (mm)	0,44	0,39	0,47	0,40
Độ cứng trung bình (g)	867,9	550,3	450,2	654,0
Chỉ số giòn	32,3	34,3	40,7	35
Khả năng tiêu hóa tinh bột				
Tỷ lệ tiêu hóa tinh bột, k (1/min)	0,0300	0,0267	0,0284	0,0233
Khả năng tiêu hóa tinh bột tổng số (%)	99,0	90,8	96,4	97,1

Quan sát				
Độ dày	6,85	6,30	6,72	4,44
Độ ẩm (%)	1,58	1,01	1,26	0,69
Hoạt tính nước (aw)	0,247	0,091	0,196	0,217

Dựa trên các kết quả này, rõ ràng rằng bánh quy làm bằng tinh bột lúa mì thể hiện độ cứng trung bình thấp nhất, tiếp theo là bánh quy làm bằng tinh bột kiều mạch.

Độ giòn và chỉ số giòn cao nhất được quan sát thấy đối với bánh quy làm bằng tinh bột lúa mì, trong khi bánh quy làm bằng tinh bột kiều mạch và bột kiều mạch thể hiện các giá trị tương tự.

Bánh quy đối chứng làm bằng bột mì biểu hiện tỷ lệ tiêu hóa tinh bột và khả năng tiêu hóa tinh bột tổng số cao nhất. Khả năng tiêu hóa tinh bột tổng số thấp nhất được quan sát thấy đối với bánh quy làm bằng tinh bột kiều mạch, trong khi tỷ lệ tiêu hóa tinh bột thấp nhất được quan sát thấy đối với bánh quy làm bằng bột kiều mạch, tiếp theo là bánh quy làm bằng tinh bột kiều mạch. Bánh quy làm bằng tinh bột lúa mì và bột kiều mạch có khả năng tiêu hóa tinh bột tổng số rất giống nhau, tức là giá trị giữa bánh quy đối chứng và bánh quy làm bằng tinh bột kiều mạch.

Bánh quy làm bằng tinh bột kiều mạch có độ ẩm và hoạt tính nước thấp nhất. Do đó, bánh quy làm bằng tinh bột kiều mạch có thời hạn sử dụng dài nhất. Hơn thế nữa, độ dày của bánh quy làm bằng tinh bột kiều mạch và tinh bột lúa mì là giống với bánh quy đối chứng, độ dày này cao hơn so với bánh quy làm bằng bột kiều mạch.

Tóm lại, bánh quy làm bằng tinh bột kiều mạch thể hiện cấu trúc tốt hơn so với bánh quy đối chứng làm bằng bột mì, cũng như các chỉ số về vẻ bề ngoài và khả năng tiêu hóa tốt nhất so với bánh quy làm bằng tinh bột lúa mì và bột kiều mạch.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình sản xuất tinh bột kiều mạch ổn định từ tinh bột kiều mạch tự nhiên, quy trình này bao gồm các bước:

- a) điều chế huyền phù tinh bột kiều mạch tự nhiên trong môi trường nước ở nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng và 50°C;
- b) gia nhiệt huyền phù nước lên đến nhiệt độ Ts không vượt quá 60°C, bước gia nhiệt nói trên bao gồm:
 - i. công đoạn thứ nhất là gia nhiệt chậm, ở tốc độ nằm trong khoảng từ 0,2°C đến 5°C mỗi giờ, từ T1 lên đến nhiệt độ Ts nói trên, nhiệt độ Ts nói trên nằm trong khoảng từ 53 đến 58°C, và,
 - ii. công đoạn thứ hai là gia nhiệt ở nhiệt độ Ts nói trên trong ít nhất 30 phút để thu được tinh bột kiều mạch ổn định,
- c) tách tinh bột kiều mạch ổn định ra khỏi môi trường nước;
- d) sấy khô tinh bột kiều mạch ổn định nói trên;
- e) thu hồi tinh bột kiều mạch ổn định nói trên.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong bước a) việc điều chế huyền phù tinh bột kiều mạch tự nhiên trong môi trường nước ở nhiệt độ T1 nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng và 45°C.

3. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong bước a) việc điều chế huyền phù tinh bột kiều mạch tự nhiên trong môi trường nước ở nồng độ từ 20 đến 50% trọng lượng.

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong bước a) việc điều chế huyền phù tinh bột kiều mạch tự nhiên trong môi trường nước ở nồng độ từ 30 đến 40% trọng lượng.

5. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong công đoạn i) của bước b), nhiệt độ Ts nằm trong khoảng từ 53 đến 55°C.
6. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong công đoạn ii của bước b), việc gia nhiệt ở nhiệt độ Ts nằm trong khoảng từ 0,5 đến 24 giờ.
7. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong công đoạn ii của bước b), việc gia nhiệt ở nhiệt độ Ts nằm trong khoảng từ 1 đến 18 giờ.
8. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong công đoạn ii của bước b) việc gia nhiệt ở nhiệt độ Ts nằm trong khoảng từ 1 đến 5 giờ.
9. Quy trình theo điểm 1, trong đó trong công đoạn ii của bước b), việc gia nhiệt ở nhiệt độ Ts là trong 3 giờ.
10. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó trong công đoạn thứ nhất nói trên của bước gia nhiệt b) huyền phù nước được gia nhiệt từng bước lên đến Ts.
11. Quy trình theo điểm 10, trong đó công đoạn thứ nhất của bước gia nhiệt b) bao gồm ít nhất hai bước gia nhiệt đẳng nhiệt liên tiếp, lần lượt ở nhiệt độ T2 và T3, mỗi bước gia nhiệt đẳng nhiệt là độc lập ít nhất 30 phút.
12. Quy trình theo điểm 11, trong đó mỗi bước gia nhiệt đẳng nhiệt độc lập là từ 1 đến 4 giờ.
13. Quy trình theo điểm 11, trong đó mỗi bước gia nhiệt đẳng nhiệt độc lập là 3 giờ.

14. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó quy trình không chứa dung môi hữu cơ và không chứa hóa chất.

15. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó bước sấy khô d) được thực hiện ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ nhiệt độ trong phòng và nhiệt độ gelatin hóa tinh bột kiều mạch và được dừng lại khi tinh bột kiều mạch được cải biến có độ ẩm thấp hơn hoặc bằng 12%.

16. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó tinh bột kiều mạch tự nhiên được chiết từ tấm hoặc bột kiều mạch.

17. Tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 16, tinh bột kiều mạch ổn định nói trên có nhiệt độ gelatin hóa ban đầu đo được bằng nhiệt lượng kế quét vi sai (DSC) cao hơn lên đến 10°C so với nhiệt độ gelatin hóa ban đầu của tinh bột kiều mạch tự nhiên.

18. Tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 từ 16, tinh bột kiều mạch ổn định nói trên có nhiệt độ gelatin hóa ban đầu đo được bằng DSC nằm trong khoảng từ 60 đến 69°C.

19. Tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 16, tinh bột kiều mạch ổn định nói trên có tỷ lệ thoái hóa đo được bằng DSC nằm trong khoảng từ 23 đến 40% sau bảo quản 7 ngày ở 4°C khi gelatin hóa.

20. Tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 16, tinh bột kiều mạch ổn định này có tỷ lệ thoái hóa đo được bằng DSC nằm trong khoảng từ 23 đến 33%, sau bảo quản 7 ngày ở 4°C khi gelatin hóa.

21. Tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 16, tinh bột kiều mạch ổn định nói trên có nhiệt độ hồ hóa đo được bằng máy đo độ nhớt Rapid Visco Analyser (RVA) nằm trong khoảng từ 80 đến 95°C.

22. Tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 1 đến 16, tinh bột kiều mạch này có nhiệt độ hồ hóa đo được bằng máy đo độ nhớt Rapid Visco Analyser (RVA) nằm trong khoảng từ 82 đến 93°C.

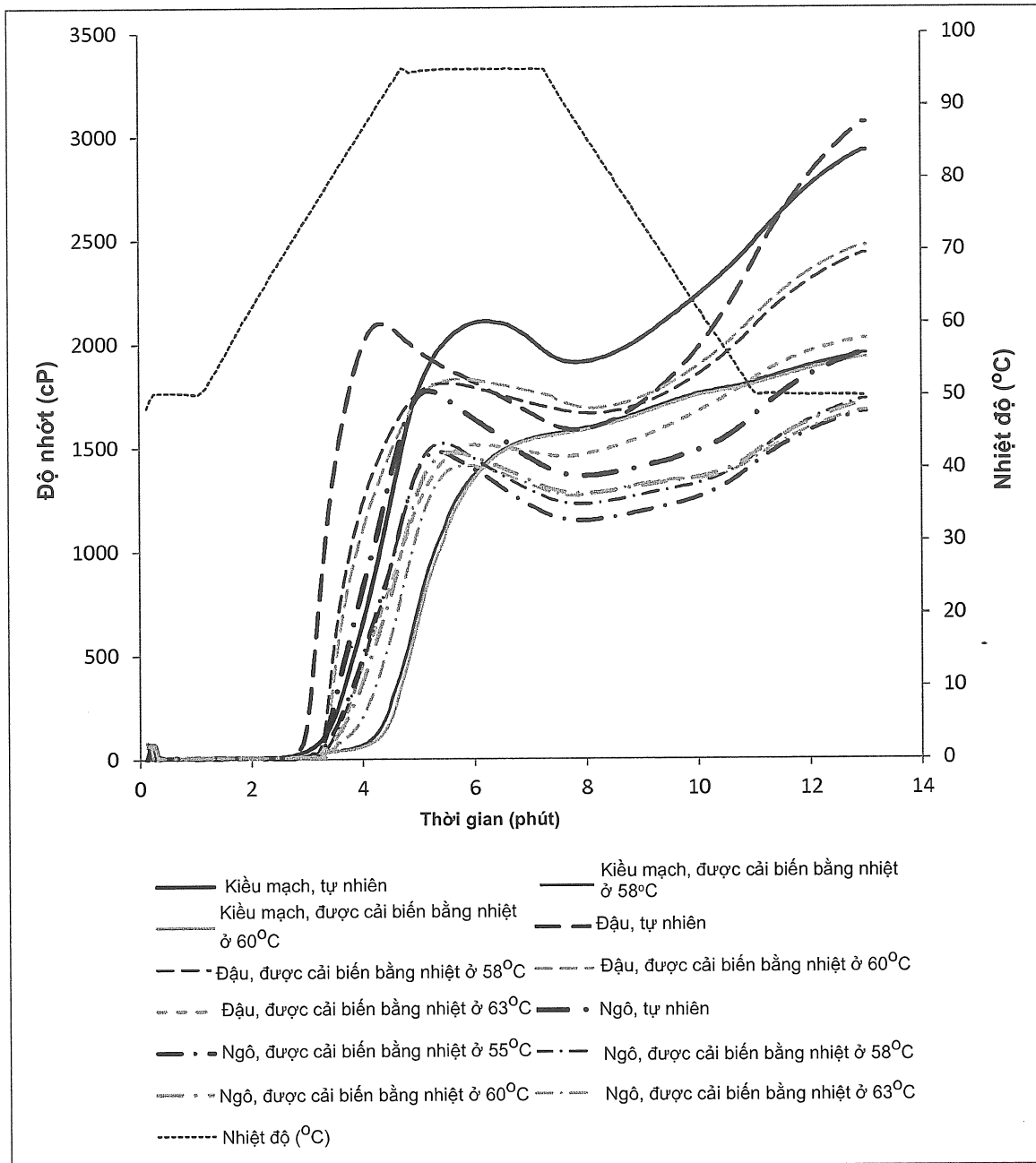
23. Tinh bột kiều mạch ổn định thu được bằng quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 16, tinh bột kiều mạch này có nhiệt độ hồ hóa đo được bằng máy đo độ nhớt Rapid Visco Analyser (RVA) nằm trong khoảng từ 85 đến 90°C.

24. Thực phẩm bao gồm tinh bột kiều mạch ổn định theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 17 đến 23.

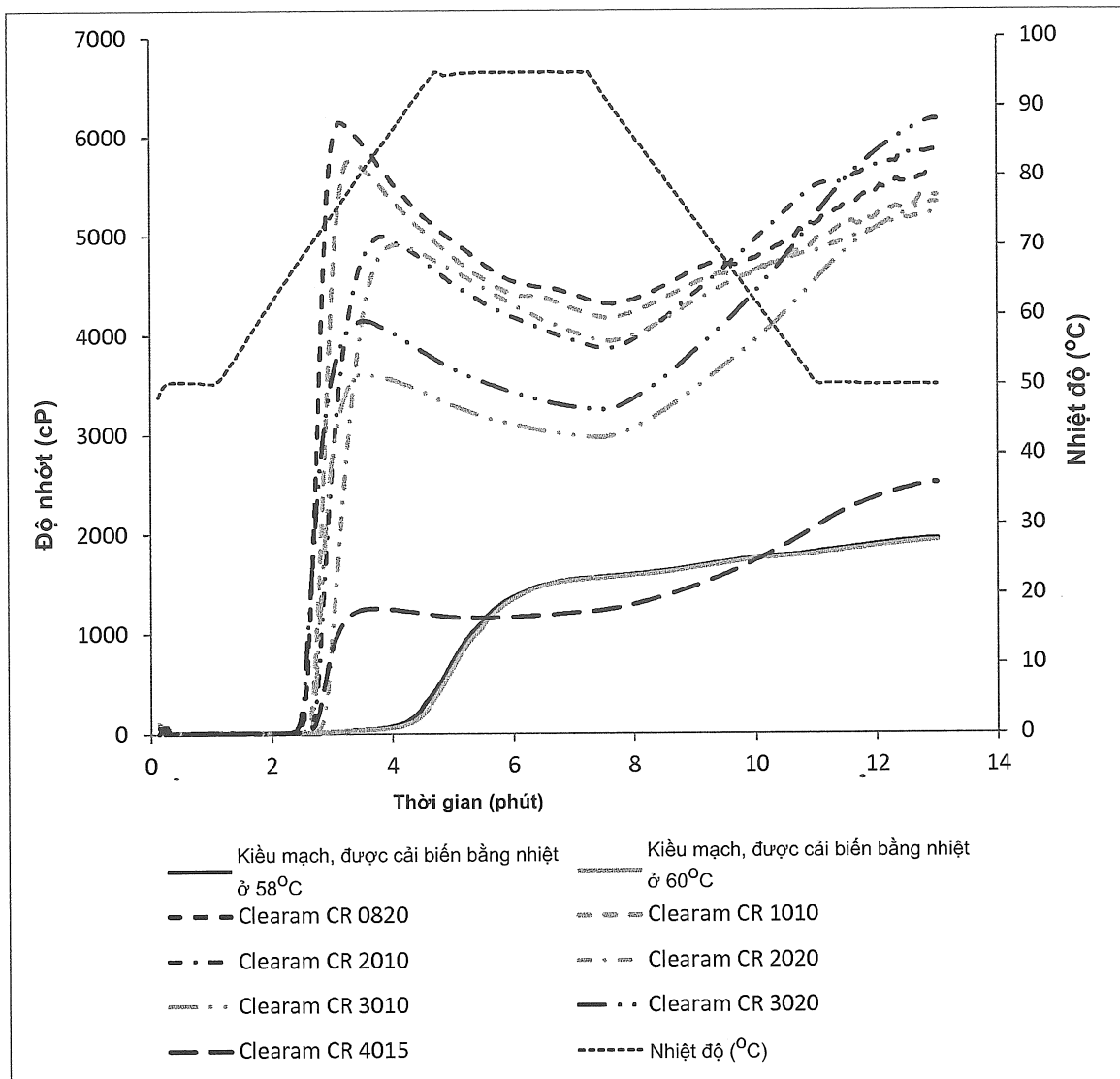
25. Thực phẩm theo điểm 24, trong đó thực phẩm này là sữa chua hoặc bánh quy.

Các hình vẽ

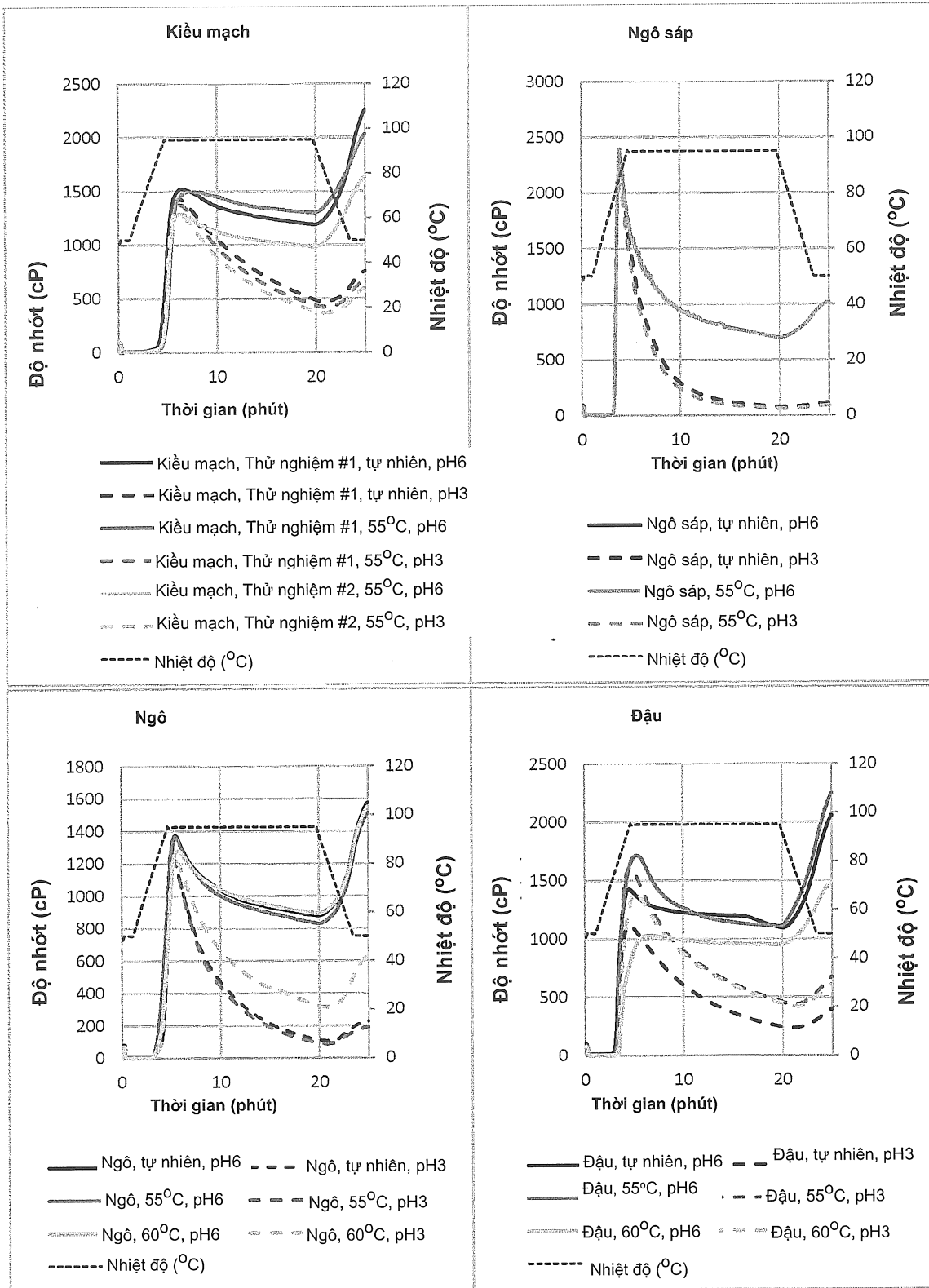
Hình 1



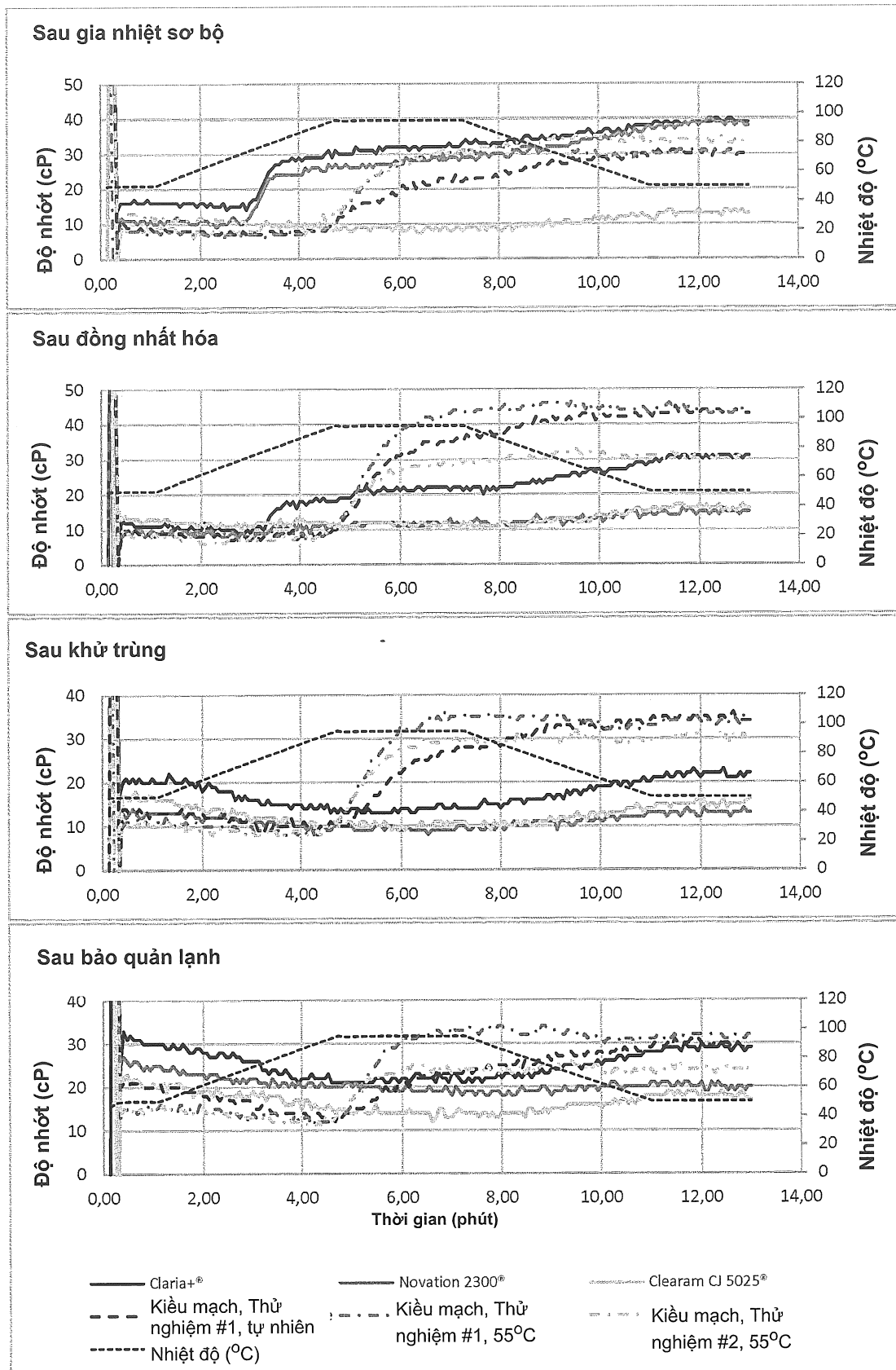
Hình 2



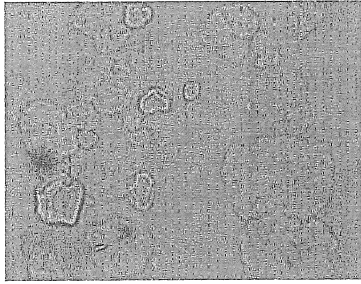
Hình 3



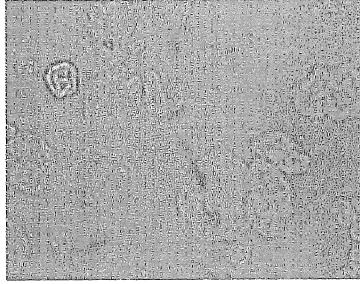
Hình 4



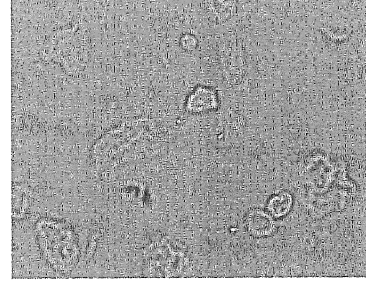
Hình 5



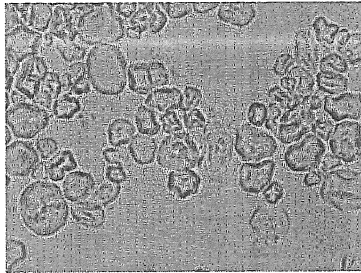
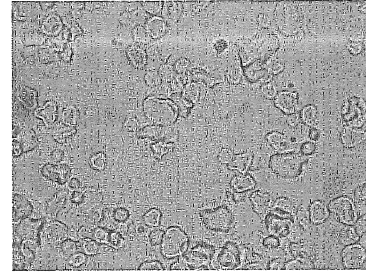
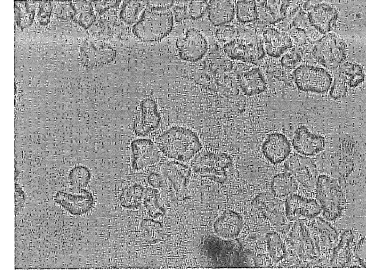
CLARIA+®



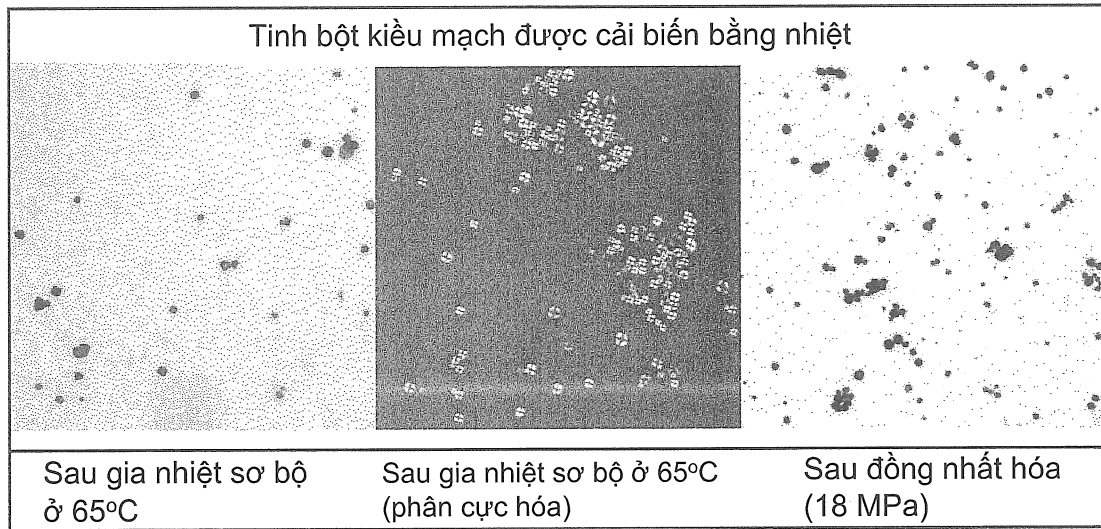
Novation® 2300



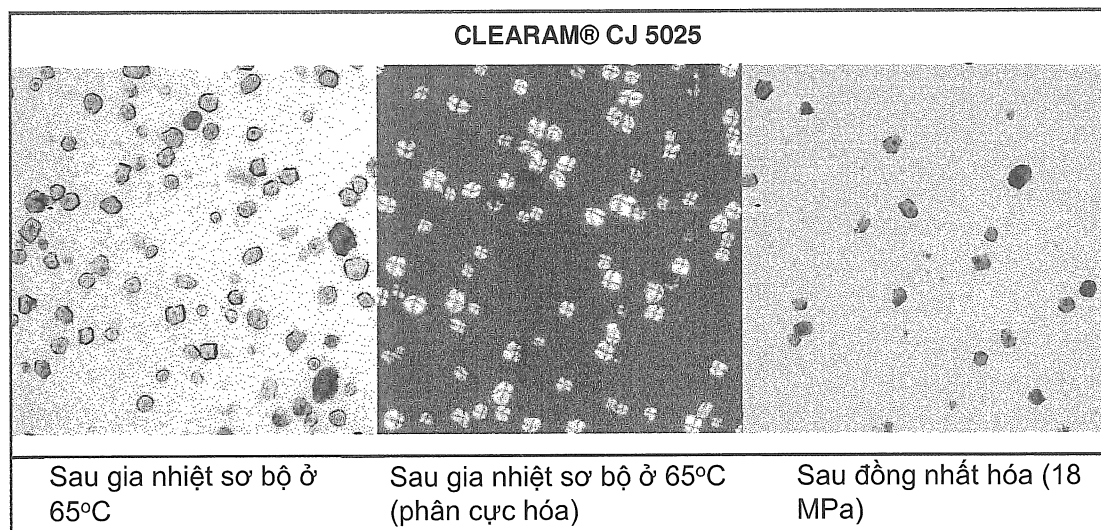
CLEARAM® CJ 5025

Kiêu mạch, Thử nghiệm #1,
55°CKiêu mạch, Thử nghiệm #2,
55°CKiêu mạch, Thử nghiệm #1,
tự nhiên

Hình 6



5



Hình 7

