



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

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

(11)



1-0024836

(51)⁷ C08B 30/12; A23L 1/0522; A23L 1/308 (13) B

(21) 1-2012-01335

(22) 04/10/2010

(86) PCT/JP2010/005930 04/10/2010

(87) WO2011/045902A1 21/04/2011

(30) 2009-239511 16/10/2009 JP

(45) 25/08/2020 389

(43) 25/03/2013 300A

(73) J-OIL MILLS, INC. (JP)

8-1, Akashi-cho, Chuo-ku, Tokyo 104-0044, Japan

(72) NAGAHATA, Yuya (JP); KOBAYASHI, Isao (JP); GOTO, Masaru (JP).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) TINH BỘT GIÀU TINH BỘT BỀN, ĐỒ UỐNG VÀ ĐỒ ĂN CHỨA TINH BỘT NÀY VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TINH BỘT GIÀU TINH BỘT BỀN

(57) Sáng chế đề cập đến tinh bột giàu tinh bột bền, trong đó tinh bột này thỏa mãn các yêu cầu (a), (b), (c) và (d) dưới đây:

(a) có hàm lượng tinh bột bền (resistant starch) là 60% hoặc lớn hơn được xác định bởi phương pháp AOAC 2002.02 (Official Method 2002.02);

(b) có đỉnh trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 6×10^3 hoặc lớn hơn đến 4×10^4 hoặc nhỏ hơn;

(c) có độ phân tán trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 1,5 hoặc lớn hơn đến 6,0 hoặc nhỏ hơn; và

(d) có entanpy gelatin hóa nằm trong khoảng từ 50°C đến 130°C là 10 J/g hoặc nhỏ hơn được xác định bằng cách quét nhiệt vi sai.

Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến đồ ăn và đồ uống chứa tinh bột giàu tinh bột bền và phương pháp sản xuất tinh bột giàu tinh bột bền này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tinh bột giàu tinh bột bền, đồ uống và đồ ăn sử dụng tinh bột này và phương pháp sản xuất tinh bột giàu tinh bột bền.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Chất xơ có các tác động sinh lý khác nhau bao gồm cải thiện môi trường trong ruột, ngăn chặn sự gia tăng nồng độ đường trong máu và ngăn chặn nồng độ cholesterol, tuy nhiên sự thu nạp chúng được cho là không đầy đủ ở Nhật Bản, Châu Âu và Hoa Kỳ. Trong khi chất xơ có thể được lấy từ các thực vật khác nhau, được tinh chế ở mức cao trước khi được dùng cho nhiều đồ ăn được chế biến, do đó chi phí sẽ tăng do cần có các phương pháp phức hợp để chế biến chúng. Việc sử dụng chất xơ để thay thế một phần bột ngũ cốc làm phát sinh vấn đề rằng chất xơ có các đặc tính vật lý khác với các đặc tính của hợp phần tinh bột mà đây là hợp phần chính của bột ngũ cốc và do đó làm ảnh hưởng lớn đến vị giác và chế biến.

Mặt khác, tinh bột nói chung là dễ tiêu hóa, nhưng chứa phần khó tiêu hóa được gọi là tinh bột bền. Đã trở nên rõ ràng rằng tinh bột bền có tác dụng tương tự như chất xơ *in vivo*. Các lợi ích dinh dưỡng được ghi nhận bao gồm cải thiện môi trường ruột, ngăn chặn sự tăng nồng độ đường trong máu, ngăn chặn nồng độ cholesterol và cải thiện sự chuyển hóa lipid.

Tinh bột có nhiều ở thực vật và tương đối dễ tinh chế. Do đó, tinh bột có thể được dùng với chi phí thấp hơn so với chất xơ. Hơn nữa, do tinh bột chứa tinh bột bền có thể thay thế một phần bột ngũ cốc như bột lúa mì, do đó có thể trộn theo cách tương đối dễ dàng, mà không làm ảnh hưởng nhiều đến các phương pháp và thành phần ban đầu. Tuy nhiên, đã có giới hạn trên thực tế về tỷ lệ thay thế bởi tinh bột chứa tinh bột bền. Nói chung, hàm lượng tinh bột bền trong tinh bột chứa tinh bột bền nguyên vẹn đã được ghi nhận là 45% hoặc nhỏ hơn. Do đó, vẫn còn một vấn đề trong đó hàm lượng tinh bột bền không thể gia tăng như được mong đợi từ lượng bổ sung, thậm chí nếu được bổ sung vào đồ ăn.

Trong trường hợp này, đã có các kỹ thuật được ghi nhận về sản xuất tinh bột

được chế biến mà được làm giàu tinh bột bền bằng cách chế biến tinh bột thô.

Tài liệu sáng chế 1 (Công bố đơn quốc tế số WO2000/19841) mô tả việc xử lý tinh bột ngô có amyloza ở mức cao bằng axit, được sử dụng làm nguyên liệu thô, trong rượu. Tinh bột được chế biến thu được bằng cách xử lý bằng axit, có khối lượng phân tử trung bình số nằm trong khoảng từ 10000 đến 90000, biểu hiện theo như ghi nhận khả năng tiêu hóa chậm *in vivo*.

Tài liệu sáng chế 2 (Công bố đơn yêu cầu cấp sáng chế Nhật Bản số 2001-231469) mô tả rằng tinh bột có amyloza ở mức cao, được sử dụng làm nguyên liệu thô, được gia nhiệt theo tỷ lệ nước và nhiệt độ không đủ để phân hủy hạt tinh bột và được phân loại để loại bỏ phần vô định hình, nhờ đó làm tăng cường độ bền. Cụ thể hơn nữa là, HYLON VII (nhãn hiệu hàng hóa đã được đăng ký, tinh bột ngô có 70% hàm lượng amyloza), được sử dụng làm nguyên liệu thô, được gia nhiệt theo tổng tỷ lệ nước khoảng 38%, ở khoảng 98,9°C trong 2 giờ và được phân loại với pancreatin. Tinh bột thu được theo cách này theo báo cáo có tổng chất xơ (TDF) là 50% và hàm lượng tinh bột bền (RS) là 90% (ví dụ 1a). Tài liệu này cũng mô tả rằng tinh bột bền thu được theo cách này được ghi nhận là có đỉnh trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 2000 đến 80000 và sự gia nhiệt gelatin hóa khoảng 20 J/g.

Tài liệu sáng chế 3 (Công bố sáng chế Nhật Bản số H11-5802) mô tả kỹ thuật làm giàu hợp phần khó tiêu hóa, bằng cách duy trì độ phân tán trong nước của tinh bột có amyloza cao ở nhiệt độ không thấp hơn nhiệt độ mà ở đó các hợp phần tinh bột bắt đầu tách rửa, không cao hơn nhiệt độ mà ở đó tinh bột bắt đầu phân hủy tính chất hạt của nó và cho phép α -amylaza phản ứng. Tài liệu này mô tả trường hợp ví dụ mà trong đó hợp phần khó tiêu hóa được làm giàu đến 68,2% khi được xác định theo phương pháp Prosky (ví dụ 3).

Tài liệu sáng chế 4 (Bản dịch tiếng Nhật Bản được công bố của công bố đơn quốc tế số 2008-516050) mô tả rằng việc sản xuất tinh bột bền enzym bằng cách sử dụng tinh bột có amyloza ở mức cao làm nguyên liệu thô và gia nhiệt tinh bột này ở trạng thái ẩm với sự có mặt của rượu. Tài liệu này mô tả trường hợp ví dụ trong đó tổng hàm lượng chất xơ đạt đến khoảng từ 60 đến 70%, và giá trị tinh bột bền Englyst được lấy trung bình ở 43 (ví dụ 4).

Tài liệu sáng chế 5 (Công bố sáng chế Nhật Bản số H10-195104) mô tả tinh

bột được chế biến được làm giàu với chất xơ, thu được bằng cách cho tinh bột ngô có amyloza ở mức cao vào xử lý nhiệt ẩm.

Tài liệu sáng chế 6 (Công bố sáng chế Nhật Bản số H09-12601) mô tả phương pháp sản xuất tinh bột bền có amyloza, thu được bằng cách cho tinh bột có amyloza ở mức cao vào xử lý nhiệt ẩm.

Tài liệu sáng chế 7 (Công bố sáng chế Nhật Bản số H10-191931) mô tả tinh bột bền thu được bằng cách cho tinh bột vào xử lý khử phân nhánh và thoái hóa.

Tài liệu sáng chế 8 (Bản dịch tiếng Nhật Bản được công bố của công bố quốc tế số H05-506564) mô tả kỹ thuật thủy phân bằng enzym tinh bột có amyloza ở mức cao được thoái hóa.

Tài liệu sáng chế 9 (Công bố quốc tế số WO2008/155892) mô tả phương pháp sản xuất tinh bột giàu tinh bột bền, bằng cách cho tinh bột ngô có amyloza ở mức cao tiếp xúc với nước nóng được điều áp ở từ 165°C đến 260°C.

Tài liệu sáng chế 10 (Công bố sáng chế Nhật Bản số 2008-280466) mô tả kỹ thuật sản xuất ngũ cốc có amyloza bằng cách sử dụng phản ứng enzym. Theo phần mô tả này, ngũ cốc có amyloza thu được theo phương pháp của tài liệu này có trọng lượng phân tử trung bình-trọng lượng riêng và độ phân tán trọng lượng phân tử và về căn bản là kháng sự tiêu hóa bởi α -amylaza.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố quốc tế số WO2000/19841

Tài liệu sáng chế 2: Công bố sáng chế Nhật Bản số 2001-231469

Tài liệu sáng chế 3: Công bố sáng chế Nhật Bản số H11-5802

Tài liệu sáng chế 4: Bản dịch tiếng Nhật Bản được công bố của công bố quốc tế số 2008-516050

Tài liệu sáng chế 5: Công bố sáng chế Nhật Bản số H10-195104

Tài liệu sáng chế 6: Công bố sáng chế Nhật Bản số H09-12601

Tài liệu sáng chế 7: Công bố sáng chế Nhật Bản số H10-191931

Tài liệu sáng chế 8: Bản dịch tiếng Nhật Bản được công bố của công bố

quốc tế số H05-506564

Tài liệu sáng chế 9: Công bố quốc tế số WO2008/155892

Tài liệu sáng chế 10: Công bố sáng chế Nhật Bản số 2008-280466

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế 1: Richard K Le Leu và cộng sự, Effect of high amylose maize starches on colonic fermentation and apoptotic response to DNA-damage in the colon of rats, Nutrition and Metabolism. 6(11), 2009

Tài liệu phi sáng chế 2 : Martine Champ và cộng sự, Advances in dietary fibre characterisation. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects, Nutrition Research Reviews 16, 2003, p.71-82

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Hầu hết các kỹ thuật sản xuất tinh bột được chế biến được mô tả trên đây được đề cập để làm gia tăng tổng hàm lượng chất xơ, và do đó chấp nhận phương pháp Prosky là phương pháp xác định tổng hàm lượng chất xơ. Mặt khác, đã biết được phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02), là phương pháp định lượng tinh bột bền, thích hợp hơn với các điều kiện tiêu hóa *in vivo* của tinh bột.

Đã có trường hợp trong đó tinh bột, tổng hàm lượng chất xơ của nó được xác định theo phương pháp Prosky, đôi khi thu được nồng độ tổng hàm lượng chất xơ thấp khi được xác định bởi phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02). Cụ thể hơn nữa là, tài liệu phi sáng chế 1 mô tả rằng hàm lượng tinh bột bền khác nhau khi được xác định theo phương pháp Prosky và theo phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02). Lý do có sự khác nhau trong giá trị được xác định này chủ yếu có thể là do sự khác nhau về điều kiện tiêu hóa. Theo phương pháp Prosky, sự tiêu hóa được bắt đầu ở 100°C trong thời gian ngắn (từ 15 đến 30 phút) bằng cách sử dụng α -amylaza kháng nhiệt vi khuẩn, tiếp theo tiêu hóa ở 60°C với proteaza và tiếp theo nữa là tiêu hóa với amyloglucosidaza. Mặt khác, trong phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02), sự tiêu hóa được bắt đầu dưới các điều kiện mô phỏng điều kiện *in vivo*, như 37°C trong thời gian dài (16 giờ) với amylaza tuyến tụy và amyloglucosidaza. Tài liệu phi sáng chế 2

cho biết rằng phương pháp Prosky gặp phải vấn đề định lượng không đúng tinh bột bền do các điều kiện tiêu hóa rất khác với các điều kiện có thực và phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02) là phương pháp định lượng tương quan hơn với thử nghiệm *in vivo*.

Theo quan điểm này, các tài liệu được nêu trên đây trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế có khả năng cải thiện sự kháng tiêu hóa của tinh bột dưới các điều kiện *in vivo*. Cụ thể hơn nữa là, các tác giả sáng chế đã đánh giá lại các tinh bột được chế biến, thu được theo các phương pháp của các tài liệu sáng chế từ 1 đến 3, và từ 5 đến 8 được nêu trên đây, theo phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02), và đã phát hiện ra rằng hàm lượng tinh bột bền nhỏ hơn 60%, như được mô tả sau đây trong phần ví dụ thực hiện sáng chế.

Việc sản xuất đồ uống và đồ ăn bằng cách sử dụng tinh bột chứa tinh bột bền này thường thông qua cách nấu nướng kèm gia nhiệt. Do đó, điều không mong muốn là tinh bột bền bị mất trong phương pháp nấu nướng kèm gia nhiệt, cho dù hàm lượng tinh bột bền của tinh bột được bổ sung vào là ở mức cao.

Theo quan điểm này, các tinh bột được chế biến được mô tả trên đây có khả năng cải thiện sức kháng của tinh bột bền kháng nhiệt. Ví dụ, các tác giả sáng chế đã thử nghiệm phương pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 9, và cho biết rằng tinh bột được chế biến thu được theo phương pháp của tài liệu này vẫn có khả năng cải thiện bởi vì tinh bột bền bị mất trong quá trình nấu nướng kèm gia nhiệt, như được mô tả sau đây trong phần ví dụ thực hiện sáng chế.

Ngoài ra, tinh bột được chế biến thu được theo phương pháp của tài liệu sáng chế 4 vẫn có khả năng cải thiện về kết cấu.

Liên quan đến trường hợp được mô tả trên đây, mục đích của sáng chế là để xuất tinh bột được làm giàu với tinh bột bền mà thể hiện sức kháng tiêu hóa *in vivo* ở mức cao, và bảo đảm sức kháng nhiệt tuyệt vời của tinh bột bền.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề cập đến tinh bột giàu tinh bột bền, trong đó tinh bột này thỏa mãn các yêu cầu (a), (b), (c) và (d) dưới đây:

(a) có hàm lượng tinh bột bền (resistant starch) là 60% hoặc lớn hơn được xác định bởi phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02);

(b) có đỉnh trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 6×10^3 hoặc lớn hơn đến 4×10^4 hoặc nhỏ hơn;

(c) có độ phân tán trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 1,5 hoặc lớn hơn đến 6,0 hoặc nhỏ hơn; và

(d) có entanpy gelatin hóa nằm trong khoảng từ 50°C đến 130°C là 10 J/g hoặc nhỏ hơn được xác định bằng cách quét nhiệt vi sai.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế cũng đã đề cập đến đồ uống và đồ ăn mà chứa tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế được mô tả trên đây.

Theo sáng chế mà thỏa mãn các yêu cầu từ (a) đến (d), tinh bột được chế biến được làm giàu với tinh bột bền và ổn định kháng nhiệt có thể thu được.

Do đó, đồ uống và đồ ăn có thể duy trì hàm lượng tinh bột bền ở mức cao ở thời điểm uống và ăn, thậm chí nếu chúng đã trải qua sự gia nhiệt.

Để thu được tinh bột được chế biến mà thỏa mãn các yêu cầu từ (a) đến (d) được mô tả trên đây, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất tinh bột giàu tinh bột bền, trong đó phương pháp bao gồm bước xử lý axit cho tinh bột giàu amyloza có hàm lượng amyloza là 40% hoặc lớn hơn để sử dụng làm nguyên liệu thô trong dung dịch axit vô cơ trong nước, như được bộc lộ trong điểm 8 yêu cầu bảo hộ.

Theo sáng chế, tinh bột mà được làm giàu với tinh bột bền, và bảo đảm sức kháng của tinh bột bền kháng nhiệt ở mức cao, có thể đạt được.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là hình vẽ minh họa mối quan hệ giữa đỉnh trọng lượng phân tử của tinh bột và hàm lượng tinh bột bền theo một phương án;

FIG.2 là hình vẽ minh họa sự phân bố trọng lượng phân tử của tinh bột giàu tinh bột bền theo một phương án;

FIG.3 là hình vẽ minh họa mối quan hệ giữa độ phân tán trọng lượng phân tử của tinh bột và hàm lượng tinh bột bền theo một phương án;

FIG.4 là hình vẽ minh họa kết quả của quét nhiệt vi sai của tinh bột theo một phương án;

FIG.5 là hình vẽ minh họa điều kiện xử lý axit theo một phương án;

FIG.6 là hình vẽ minh họa điều kiện xử lý axit theo một phương án; và

FIG.7 là hình vẽ giải thích vật chứa được sử dụng để xác định sức kháng nhiệt của tinh bột bền trong phân ví dụ thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế thỏa mãn các yêu cầu (a), (b), (c) và (d) dưới đây:

(a) có hàm lượng tinh bột bền (resistant starch) là 60% hoặc lớn hơn được xác định bởi phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02);

(b) có đỉnh trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 6×10^3 hoặc lớn hơn đến 4×10^4 hoặc nhỏ hơn;

(c) có độ phân tán trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 1,5 hoặc lớn hơn đến 6,0 hoặc nhỏ hơn; và

(d) có entanpy gelatin hóa nằm trong khoảng từ 50°C đến 130°C là 10 J/g hoặc nhỏ hơn được xác định bằng cách quét nhiệt vi sai.

Các ý nghĩa kỹ thuật của các điều kiện riêng biệt sẽ được giải thích dưới đây.

Tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế thỏa mãn yêu cầu (a), và có hàm lượng tinh bột bền lớn hơn rõ ràng khi được so với tinh bột thu được theo các phương pháp sản xuất thông thường.

Theo quan điểm về việc gia tăng tiếp hàm lượng tinh bột bền ở giai đoạn sớm, hàm lượng tinh bột bền của tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế, được xác định bởi phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02) để xác định tinh bột bền, tốt hơn là 65% hoặc lớn hơn, và tốt hơn nữa là 70% hoặc lớn hơn. Không có giới hạn cụ thể nào về giới hạn trên của hàm lượng tinh bột bền của tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế, và có thể là 100% hoặc nhỏ hơn, thường là 90% hoặc nhỏ hơn.

Cần lưu ý rằng hàm lượng tinh bột bền theo sáng chế được xác định như trọng lượng của tinh bột bền so với trọng lượng khô của mẫu (trọng lượng).

Bằng cách làm thỏa mãn các yêu cầu (b) và (c), tinh bột được gia tăng ổn định theo hàm lượng tinh bột bền.

Trong số chúng, yêu cầu (b) xác định khoảng trọng lượng phân tử của tinh bột giàu tinh bột bền.

FIG.1 là hình vẽ minh họa kết quả thử nghiệm bởi tác giả sáng chế, thu được dựa trên các đỉnh trọng lượng phân tử của tinh bột ngô có amyloza ở mức cao sau khi xử lý axit và hàm lượng tinh bột bền. Đã nhận thấy trên FIG.1 rằng các tinh bột có hàm lượng tinh bột bền vượt quá 60% thu được một cách ổn định, khi các đỉnh trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 6×10^3 hoặc lớn hơn đến 4×10^4 hoặc nhỏ hơn. Cần lưu ý rằng FIG.1 cũng thể hiện tinh bột có hàm lượng tinh bột bền nhỏ hơn 60%, mặc dù rằng các đỉnh trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 6×10^3 hoặc lớn hơn đến 4×10^4 hoặc nhỏ hơn (ví dụ so sánh). Biểu đồ này thể hiện các tinh bột được xử lý bằng axit được tạo ra dưới các điều kiện nằm bên ngoài khoảng được xác định trước được mô tả sau đây, và thỏa mãn yêu cầu (b), nhưng không thỏa mãn yêu cầu (a). Tóm lại, như được mô tả sau đây trong phần ví dụ thực hiện sáng chế, tinh bột có hàm lượng tinh bột bền vượt quá 60% thu được một cách ổn định, khi các đỉnh trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 6×10^3 hoặc lớn hơn đến 4×10^4 hoặc nhỏ hơn, bằng cách chọn lọc thích hợp các điều kiện sản xuất.

Lý do tại sao tinh bột giàu tinh bột bền thu được sau khi xử lý bằng axit, chỉ nằm trong khoảng đỉnh trọng lượng phân tử xác định được mô tả trên đây, được giả định như dưới đây. Trong xử lý tinh bột bằng axit, một phần chuỗi phân tử mà bao gồm tinh bột được thủy phân, và tinh bột được phân hủy để làm giảm trọng lượng phân tử. Các ngũ cốc tinh bột có các chuỗi phân tử cắt đến một số mức độ sau khi làm tối ưu sự sắp xếp phân tử trong không gian, cuối cùng đến trạng thái dày đặc hơn. Do đó, sự phân hủy bởi phương pháp xử lý bằng axit càng nhiều, sức kháng tiêu hóa của tinh bột sẽ càng cao. Mặt khác, nếu phương pháp xử lý bằng axit đến mức độ quá mức, cấu trúc của ngũ cốc sẽ bị phá hủy và do đó sự kháng tiêu hóa của tinh bột sẽ bị mất.

Theo quan điểm về thu được tinh bột giàu tinh bột bền một cách ổn định hơn, đỉnh trọng lượng phân tử thường có thể rơi vào $6,5 \times 10^3$ hoặc lớn hơn và tốt hơn là 8×10^3 hoặc lớn hơn. Theo quan điểm về thu được tinh bột giàu tinh bột bền một cách ổn định hơn nữa, đỉnh trọng lượng phân tử thường có thể rơi vào $3,6 \times 10^4$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là $2,5 \times 10^4$ hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là $1,5 \times 10^4$ hoặc nhỏ hơn.

Tiếp theo, yêu cầu (c) xác định độ phân tán trọng lượng phân tử.

Độ phân tán trọng lượng phân tử trong yêu cầu (c) đề cập đến tỷ lệ M_w/M_n của khối lượng phân tử trung bình khối M_w so với khối lượng phân tử trung bình số M_n .

FIG.2 là hình vẽ minh họa kết quả thử nghiệm bởi các tác giả sáng chế, thu được dựa trên các thay đổi theo mô hình phân bố trọng lượng phân tử của tinh bột giàu tinh bột bền, được quan sát sau khi xử lý bằng axit tinh bột ngô có amyloza ở mức cao. Trọng lượng phân tử được thể hiện trong FIG.2, và trong FIG.3 được mô tả sau đây, được xác định bằng cách sắc ký thẩm thấu gel (GPC) và được biểu hiện dựa trên pululan được sử dụng làm nguyên liệu tiêu chuẩn. Đã nhận thấy trên FIG.2 rằng mẫu phân bố trọng lượng phân tử của tinh bột giàu tinh bột bền thu được sau khi xử lý bằng axit (ví dụ 1) là hẹp hơn trong khoảng phân bố như được so với tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn (ví dụ tham chiếu), và thu được đỉnh đơn. Mức độ mở rộng của trọng lượng phân tử được gia tăng dựa trên độ phân tán trọng lượng phân tử. Độ phân tán trọng lượng phân tử thể hiện tỷ lệ của khối lượng phân tử trung bình khối (M_w) và khối lượng phân tử trung bình số (M_n). Polyme thường chứa các phân tử có mức độ polyme hóa khác nhau và do đó thể hiện trọng lượng phân tử trong một số khoảng nhất định. Polyme được đặc trưng bởi mức độ polyme hóa đơn sẽ có M_w/M_n là 1, trong khi sự biến đổi lớn hơn sẽ thu được độ phân tán trọng lượng phân tử lớn hơn.

FIG.3 là hình vẽ minh họa mối tương quan giữa độ phân tán trọng lượng phân tử của tinh bột ngô có amyloza ở mức cao sau khi xử lý bằng axit và hàm lượng tinh bột bền. Đã biết được từ FIG.3 rằng tinh bột có hàm lượng tinh bột bền lớn thu được độ phân tán trọng lượng phân tử nằm trong khoảng cụ thể, nghĩa là, khoảng mà thỏa mãn điều kiện (c) được mô tả trên đây.

Lý do tại sao có thể được giả định như sau. Do trọng lượng phân tử của tinh bột kháng enzym nằm trong khoảng nhất định, do đó gia tăng các hợp phần có có trọng lượng phân tử nằm ngoài khoảng định trước sẽ làm cho tinh bột dễ bị tiêu hóa hơn. Mặt khác, trong khi tinh bột giảm trọng lượng phân tử cũng bằng cách xử lý bằng enzym như các phương pháp phản ứng, sự phân bố trọng lượng phân tử vẫn nằm trong khoảng này. Mặc dù chi tiết khác nhau về cơ chế phản ứng giữa xử lý bằng axit và xử lý bằng enzym vẫn chưa rõ ràng, sự khác nhau về khoảng phân bố trọng lượng phân tử này được giả định được biểu hiện theo sự khác nhau giữa xử lý

bằng enzym và xử lý bằng axit.

Theo quan điểm về sự mong muốn của kết cấu, tinh bột có độ phân tán trọng lượng phân tử quá lớn có thể thất bại trong việc thu được kết cấu mong muốn. Theo quan điểm này, nếu độ phân tán trọng lượng phân tử nằm trong khoảng này mà thỏa mãn yêu cầu (c), phân có trọng lượng phân tử thấp hoặc phân có trọng lượng phân tử cao có thể được ngăn không bị thừa quá mức, do đó đồ ăn được trộn với tinh bột có thể được ngăn không bị quá bột hoặc quá cứng.

Theo quan điểm về sự mong muốn của kết cấu, giới hạn dưới của độ phân tán trọng lượng phân tử được điều chỉnh đến 1,5 hoặc lớn hơn, tốt hơn là 2,0 hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 3,0 hoặc lớn hơn. Do tinh bột có sự phân bố trọng lượng phân tử quá nhỏ đôi khi có thể dẫn đến kết cấu dạng bột không mong muốn, do đó đỉnh trọng lượng phân tử tốt hơn là có một khoảng nhất định.

Mặt khác, theo quan điểm về tăng hàm lượng tinh bột bền một cách ổn định hơn, giới hạn trên của độ phân tán trọng lượng phân tử được điều chỉnh đến 6,0 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 5,5 hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 5,0 hoặc nhỏ hơn.

Kết quả là, theo quan điểm về cân bằng tỷ lệ của tinh bột bền với kết cấu, độ phân tán trọng lượng phân tử theo sáng chế tốt hơn là được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 1,5 hoặc lớn hơn đến 6,0 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là từ 2,0 hoặc lớn hơn đến 5,5 hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là từ 3,0 hoặc lớn hơn đến 5,0 hoặc nhỏ hơn.

Trọng lượng phân tử của tinh bột có thể được xác định bởi GPC (được biểu hiện dựa trên pululan được sử dụng làm tiêu chuẩn).

Tiếp theo, yêu cầu (d) sẽ được giải thích.

Theo sáng chế, để thỏa mãn yêu cầu (d), tinh bột ban đầu có thể giàu tinh bột bền và có thể vẫn giàu tinh bột bền cả sau khi xử lý nhiệt.

Tốt hơn nữa là, cũng có thể đạt được hàm lượng tinh bột bền 60% hoặc lớn hơn chẳng hạn, và tốt hơn là 70% hoặc lớn hơn, sau khi gia nhiệt ở 200°C trong 20 phút.

Entanpy gelatin hóa ở đây đề cập đến nhu cầu năng lượng khi tinh bột được biến đổi thành bột nhão kèm gia nhiệt. Tinh bột được biến đổi thành bột nhão ở nhiệt độ nhất định, khi được gia nhiệt với sự có mặt của nước. Do sự biến đổi thành bột

nhão cần năng lượng, do đó phản ứng thu nhiệt xảy ra. Bằng cách quét nhiệt vi sai (DSC), lượng nhiệt hấp thụ kết hợp với thay đổi nhiệt là được xác định ở dạng đỉnh, và khu vực đỉnh được tính toán như entanpy gelatin hóa. Khu vực đỉnh được xác định bởi khu vực được bao quanh bởi đỉnh và đường đáy, như được minh họa trong FIG.4.

FIG.4 là hình vẽ minh họa kết quả thử nghiệm bởi tác giả sáng chế, hiệu quả của xử lý bằng axit tinh bột ngô có amyloza ở mức cao tạo ra trên đường cong DSC. Nói chung, khả năng tiêu hóa của tinh bột cải thiện sau khi gelatin hóa. Tinh bột giữ lại ở trạng thái kết tinh trước khi gia nhiệt và khó được tiêu hóa bởi enzym tiêu hóa. Tuy nhiên, trạng thái kết tinh, thay đổi sau khi gia nhiệt và gelatin hóa, thành trạng thái dễ tiêu hóa hơn bởi enzym. Do đó, tinh bột mà thể hiện đỉnh thu nhiệt nhỏ hơn trong DSC có nghĩa là tinh bột làm giảm ít hơn hàm lượng tinh bột bền sau khi gia nhiệt (sau đây, cũng được gọi là “chịu nhiệt ở mức cao”). Trên thực tế, sự chịu nhiệt của tinh bột bền bị ảnh hưởng không chỉ bởi entanpy gelatin hóa, mà còn bởi nhiệt độ gelatin hóa, và sự phân bố trọng lượng phân tử (đỉnh trọng lượng phân tử, độ phân tán trọng lượng phân tử). Ví dụ, tinh bột mà thể hiện nhiệt độ gelatin hóa cao có sức chịu nhiệt cao, do tinh bột sẽ gelatin hóa chỉ sau khi được gia nhiệt ở nhiệt độ cao hơn. Do đó, entanpy gelatin hóa có thể được sử dụng làm chỉ số chịu nhiệt, trong số các tinh bột có mức độ tương tự của nhiệt độ gelatin hóa, đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử.

Như được biết từ FIG.4, tinh bột ngô có amyloza ở mức cao trong phương pháp xử lý bằng axit thể hiện các đỉnh thu nhiệt nhỏ hơn như quá trình xử lý bằng axit. Sự nhỏ của đỉnh thu nhiệt được quan sát ở DSC là một dấu hiệu cần thiết của tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế, mà cụ thể hơn nữa là 10 J/g hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 8 J/g hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 6 J/g hoặc nhỏ hơn. Bằng cách chọn lọc, đồ uống và đồ ăn mà bảo đảm hàm lượng tinh bột bền ở mức cao thậm chí sau khi nấu nướng dưới nhiệt độ có thể thu được theo cách ổn định. Không có giới hạn đặc biệt nào về giới hạn dưới của entanpy gelatin hóa, cho phép 1 J/g hoặc lớn hơn, chẳng hạn.

Theo sáng chế, tinh bột giàu tinh bột bền mà chứa nồng độ tinh bột bền ở mức cao và có thể thu được tính ổn định tuyệt vời dưới sự gia nhiệt, bằng cách thỏa mãn tất cả các yêu cầu từ (a) đến (d) được mô tả trên đây.

Tiếp theo, phương pháp sản xuất tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế sẽ được giải thích.

Theo sáng chế, các thuật ngữ riêng biệt được xác định như sau, trừ khi có quy định cụ thể khác. Cần lưu ý rằng tinh bột bền đôi khi có thể được gọi là “RS” trong phần mô tả.

Hàm lượng nước: tỷ lệ hàm lượng nước so với trọng lượng ướt của tinh bột (trọng lượng);

nồng độ bột nhão: tỷ lệ trọng lượng khô của tinh bột so với trọng lượng bột nhão (trọng lượng);

trạng thái thường của axit: trạng thái thường của axit trong nước, bao gồm hàm lượng nước có nguồn gốc từ tinh bột, trong dung dịch phản ứng;

hàm lượng tinh bột bền: tỷ lệ trọng lượng của tinh bột bền so với trọng lượng khô của mẫu (trọng lượng); và

tinh bột giàu tinh bột bền: tinh bột có hàm lượng tinh bột bền 60% hoặc lớn hơn.

Tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế có thể thu được thường bằng cách sử dụng tinh bột giàu amyloza, có hàm lượng amyloza là 40% hoặc lớn hơn, làm nguyên liệu thô, và bằng cách cho tinh bột thô vào xử lý axit trong dung dịch axit vô cơ trong nước.

Nguồn gốc của tinh bột giàu amyloza được sử dụng làm nguyên liệu thô có thể là ngô, khoai tây, gạo, lúa mì, khoai lang, sắn và các nguồn cụ thể khác. Theo quan điểm về tính khả dụng, tốt hơn là tinh bột ngô có amyloza ở mức cao. Tinh bột ngô có amyloza ở mức cao là tinh bột ngô được tăng cường theo hàm lượng amyloza bằng cách gây giống chọn lọc, và có hàm lượng amyloza 40% hoặc lớn hơn, và 70% hoặc lớn hơn, là hiện sẵn có. Theo quan điểm về sự gia tăng ổn định hơn hàm lượng tinh bột bền trong tinh bột giàu tinh bột bền, tinh bột bất kỳ có hàm lượng amyloza 40% hoặc lớn hơn có thể là thích hợp.

Trong xử lý bằng axit, tinh bột làm nguyên liệu thô và nước được tinh chế được đặt vào bình phản ứng. Theo cách khác, nước có tính axit được điều chế sơ bộ bằng cách hòa tan axit vô cơ vào nước, và nguyên liệu thô được đặt vào bình phản

ứng. Theo quan điểm về cho phép xử lý bằng axit để xử lý ổn định hơn, tốt hơn là toàn bộ phần tinh bột được phân tán đồng nhất trong pha trong nước, hoặc ở dạng bột nhão. Đối với mục đích này, nồng độ bột nhão được cho vào xử lý axit tốt hơn là được điều chỉnh đến 50% trọng lượng hoặc nhỏ hơn chẳng hạn, tốt hơn nữa là đến 20% trọng lượng hoặc lớn hơn và 40% trọng lượng hoặc nhỏ hơn. Nồng độ bột nhão quá lớn sẽ làm tăng độ dẻo của bột nhão và làm cho khó khuấy đồng nhất bột nhão.

Các axit được sử dụng để xử lý bằng axit có thể được minh họa bởi axit clohydric, axit sulfuric, axit nitric và v.v., mà không cần giới hạn về loại và độ tinh khiết.

Phản ứng xử lý bằng axit được tiến hành bằng cách chọn lọc thích hợp nhiệt độ và nồng độ axit, sao cho tinh bột được xử lý bằng axit thu được thỏa mãn các yêu cầu từ (a) đến (d). Tuy nhiên, sẽ khó thu được tinh bột giàu tinh bột bền mà thỏa mãn các yêu cầu từ (a) đến (d) dưới các điều kiện xử lý bằng axit thông thường. Theo sáng chế, nồng độ axit vô cơ, nhiệt độ phản ứng và thời gian phản ứng, ví dụ, trong phương pháp xử lý bằng axit được đặt ở điều kiện cụ thể. Các điều kiện riêng biệt sẽ được giải thích chi tiết.

Thứ nhất, thời gian xử lý bằng axit được đặt để thỏa mãn các yêu cầu từ (a) đến (d). Theo quan điểm ngăn chặn rõ ràng hơn sự biến chất trong phản ứng, thời gian cần để xử lý bằng axit tốt hơn là được giới hạn đến 3 ngày hoặc ngắn hơn và tốt hơn là 2 ngày hoặc ngắn hơn.

Nồng độ axit vô cơ và nhiệt độ phản ứng của xử lý bằng axit được chọn để thỏa mãn biểu thức (1) dưới đây:

$$(5,54 \times (4,20)^{(T-40)/10})^{(-0,879)} \leq C < -0,000016 \times T^3 + 0,00068 \times T^2 - 0,028 \times T + 4,3 \quad (1)$$

(trong đó, trong biểu thức (1), T: nhiệt độ phản ứng (°C), C: trạng thái thường (N) của axit vô cơ trong dung dịch axit vô cơ trong nước)

Nồng độ axit vô cơ bình thường và nhiệt độ phản ứng quá cao đôi khi có thể làm giảm sự tăng hàm lượng tinh bột bền đến mức độ đủ. Trái lại, nồng độ quá thấp có thể kéo dài quá mức thời gian cần cho phản ứng xử lý bằng axit.

Bằng cách làm thỏa mãn biểu thức (1), hàm lượng tinh bột bền có thể được gia tăng theo cách hiệu quả và ổn định.

FIG.5 là hình vẽ minh họa kết quả thử nghiệm bởi tác giả sáng chế, thu được dựa trên mối tương quan giữa nhiệt độ phản ứng ($^{\circ}\text{C}$) và trạng thái thường của axit (N) trong xử lý bằng axit. Trong FIG.5, dấu “○” thể hiện các điều kiện mà trong đó tinh bột giàu tinh bột bền có thể được tạo thành trong 3 ngày, trong khi đó dấu “×” thể hiện các điều kiện mà trong đó tinh bột giàu tinh bột bền không được tạo thành trong 3 ngày. Dấu “○” nằm trong vùng đường gạch chéo được bao quanh bởi hai đường cong trong FIG.5. Do đó, thường bằng cách cho phép xử lý bằng axit xảy ra theo trạng thái thường của axit và nhiệt độ nằm trong vùng được bao quanh bởi các đường cong trong FIG.5, các đường gạch chéo thỏa mãn các yêu cầu từ (a) đến (d) có thể được tạo thành trong 3 ngày.

Ngoài ra, thời gian phản ứng của xử lý bằng axit có thể được xác định duy nhất bởi biểu thức (2) dưới đây, bằng cách sử dụng các yếu tố của nhiệt độ phản ứng và trạng thái thường của axit:

$$13,0 \times C^{(-1,14)} \times (1/4,2)^{(T-40)/10} \leq t \leq 180 \times C^{(-1,58)} \times (1/4,2)^{(T-40)/10} \quad (2)$$

(trong đó, trong biểu thức (2), T: nhiệt độ phản ứng ($^{\circ}\text{C}$), C: trạng thái thường (N) của axit vô cơ trong dung dịch axit vô cơ trong nước và t: thời gian phản ứng (giờ))

Biểu thức (2) đạt được qua thử nghiệm và mô tả rằng trạng thái thường của axit kép làm ngắn thời gian ngắn nhất để thu được tinh bột giàu tinh bột bền theo hệ số là 1/2,2, thời gian dài nhất theo hệ số là 1/3, và việc tăng nhiệt độ phản ứng 10°C làm ngắn cả thời gian ngắn nhất và thời gian dài nhất theo hệ số là 1/4,2.

Do điều kiện sản xuất tinh bột giàu tinh bột bền được biểu hiện theo ba yếu tố là nhiệt độ phản ứng, trạng thái thường của axit và thời gian phản ứng, sao cho biểu thức (2) thu được biểu đồ ba chiều, nhưng có thể thu được biểu đồ hai chiều có từ trạng thái thường của axit và thời gian phản ứng nếu nhiệt độ phản ứng được duy trì không đổi.

Các FIG.6(a) đến FIG.6(c) là các hình vẽ minh họa kết quả thử nghiệm bởi các tác giả sáng chế, thu được dựa trên mối tương quan giữa trạng thái thường của axit và thời gian phản ứng, khi nhiệt độ được duy trì không đổi trong biểu thức (2). Các giá trị về nhiệt độ phản ứng trong FIG.6(a), FIG.6(b) và FIG.6(c) là 40°C , 50°C và 60°C , tương ứng. Các khoảng về trạng thái thường của axit và thời gian phản ứng, mà trong đó tinh bột giàu tinh bột bền có thể sản xuất được ở nhiệt độ riêng biệt, là

được chỉ định bởi các vùng gạch chéo. Các giải thích về các ký hiệu là như sau:

- : hàm lượng tinh bột bền $\geq 70\%$;
- : $70\% >$ hàm lượng tinh bột bền $\geq 65\%$;
- : $65\% >$ hàm lượng tinh bột bền $\geq 60\%$; và
- ×: $60\% >$ hàm lượng tinh bột bền.

Các đường cong trong FIG.6 thể hiện các giá trị giới hạn trên và các giá trị giới hạn dưới của thời gian phản ứng được tính toán bởi biểu thức (2) trong khi làm thay đổi trạng thái thường của axit. Tinh bột giàu tinh bột bền có thể thu được theo phương pháp xử lý bằng axit trong thời gian không ngắn hơn các giá trị giới hạn dưới được thể hiện bởi đường đứt nét, và không dài hơn các giá trị giới hạn trên được thể hiện bởi đường liền nét.

Giới hạn trên và giới hạn dưới của nhiệt độ phản ứng và trạng thái thường của axit thích hợp với biểu thức (2) được xác định theo biểu thức (1). Ví dụ, giới hạn trên và giới hạn dưới của trạng thái thường của axit được xác định theo biểu thức (1) được thể hiện bởi các đường thẳng liền nét thẳng đứng trong FIG.6. Giới hạn trên của thời gian phản ứng (72 giờ trong các ví dụ được minh họa trong FIG.5 và FIG.6) được thể hiện bởi đường đứt nét nằm ngang trong FIG.6.

Tham chiếu đến FIG.6, có thể được hiểu rằng xử lý bằng axit, diễn ra dưới các điều kiện trong vùng gạch chéo được bao quanh bởi các đường, thu được một cách thành công tinh bột giàu tinh bột bền mà thỏa mãn các yêu cầu từ (a) đến (d).

Tinh bột giàu tinh bột bền có thể thu được một cách ổn định bằng cách sử dụng tinh bột giàu amyloza (tinh bột có amyloza ở mức cao) mà có hàm lượng amyloza là 40% hoặc lớn hơn làm nguyên liệu thô, và bằng cách cho nguyên liệu thô vào xử lý bằng axit trong dung dịch axit vô cơ trong nước dưới các điều kiện cụ thể.

Như được mô tả trong phần Tình trạng kỹ thuật của sáng chế trên đây, đã biết được các kỹ thuật loại bỏ phần không tiêu hóa khỏi tinh bột giàu tinh bột bền, thường là bằng cách xử lý bằng enzym. Các kỹ thuật này trực tiếp làm tăng tỷ lệ tương đối của tinh bột bền bằng cách loại bỏ các hợp phần tiêu hóa, nhưng không sản xuất mới tinh bột bền, cũng không làm tăng lượng tuyệt đối của tinh bột bền. Trong khi các kỹ thuật xử lý nhiệt ẩm hoặc xử lý bằng axit trong dung môi rượu là

thành công theo quan điểm về sản xuất mới tinh bột bền, lượng gia tăng là không đáng kể.

Trái lại, theo phương án này, bằng cách xử lý bằng axit bằng cách sử dụng tinh bột giàu amyloza mà có hàm lượng amyloza là 40% hoặc lớn hơn làm nguyên liệu thô, trong khi đặt các điều kiện cụ thể tương ứng đối với nhiệt độ phản ứng, trạng thái thường của axit và thời gian phản ứng, lượng hàm lượng tinh bột bền có thể được gia tăng một cách đột ngột. Cũng có thể gia tăng một cách hiệu quả lượng tuyệt đối của tinh bột bền với tinh bột có amyloza ở mức cao.

Tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo cách này có tỷ lệ tinh bột bền lớn và sự chịu nhiệt tuyệt vời của tinh bột bền, sao cho nó có thể được trộn thành công vào đồ uống và đồ ăn khác nhau. Ví dụ, tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế có thể được trộn vào đồ uống và đồ ăn, để thay thế các tinh bột hoặc bột ngũ cốc khác bao gồm bột lúa mì. Tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế chỉ gây ra mức độ giảm nhỏ hàm lượng tinh bột bền, thậm chí sau khi trộn với đồ ăn như bánh mì và mì sợi, để có thể sản xuất đồ ăn giàu tinh bột bền ở mức cao như được so với tinh bột chứa tinh bột bền thông thường, thậm chí với lượng trộn tương tự.

Đồ uống và đồ ăn có thể trộn với tinh bột giàu tinh bột bền theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể, các ví dụ của chúng có thể lấy ví dụ là bánh mì bao gồm bánh mì trắng, bánh mì ổ, bánh bao nhân ngọt, bánh mì deli, bánh mì Ấn Độ và bánh ngọt Đan Mạch;

bánh kẹo kiểu phương Tây bao gồm bánh xốp, bánh kếp, bánh nướng xốp, bánh rán, bánh kếp đen, bánh nướng, bánh tạc và bánh quy;

bánh kẹo Nhật Bản bao gồm bánh bông lan và manju (bánh bao mềm nhân đậu ngọt);

các loại bánh kẹo khác nhau bao gồm bánh quy giòn làm bằng gạo, arare (bánh quy làm bằng gạo có hình khối), đồ ăn nhanh, ngũ cốc và kẹo giòn;

bột nhào dùng cho đồ ăn nhanh Trung quốc bao gồm bánh bao hấp, bánh bao Trung Quốc và bánh xèo;

mì sợi bao gồm udon (mì sợi lúa mì Nhật Bản), ramen (mì sợi Trung quốc), mì ống và mì sợi; và

bột nhão và bánh mì dùng cho đồ ăn được chiên bao gồm tempura và khoai tây chiên.

Đồ uống và đồ ăn theo sáng chế chứa tinh bột giàu tinh bột bền mà thỏa mãn các yêu cầu từ (a) đến (d).

Theo sáng chế, cũng có thể thu được các hiệu quả dưới đây.

Tinh bột giàu tinh bột bền thường có hàm lượng tinh bột bền nằm trong khoảng từ 60 đến 80%, theo phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02), có thể thu được.

Tinh bột giàu tinh bột bền được trộn vào đồ ăn (bánh mì trắng, bánh kếp, udon, chẳng hạn) duy trì hàm lượng tinh bột bền ở mức cao trong khi nấu nướng kèm gia nhiệt, chỉ làm giảm ít hàm lượng. Ngoài ra, kết cấu ít bị ảnh hưởng, mà không gây ra kết cấu dạng bột.

Hàm lượng tinh bột bền cao hơn hàm lượng có thể thu được theo các kỹ thuật thông thường và giảm ít hàm lượng tinh bột bền trong khi nấu nướng, có khả năng tạo ra đồ ăn giàu tinh bột bền.

Nhiệt độ cao không vượt quá 100°C, áp suất cao và năng lượng lớn là cần thiết. Do không cần enzyme đắt tiền, phương pháp tinh chế phức hợp và xử lý thoái hóa là cần thiết, tinh bột bền có thể được cung cấp với giá thành rẻ hơn trước đây.

Tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo cách này còn có thể được cho vào xử lý định trước. Ví dụ, hàm lượng tinh bột bền còn có thể được gia tăng, bằng cách cho tinh bột giàu tinh bột bền, thu được sau khi xử lý bằng axit, xử lý nhiệt ẩm hoặc xử lý

Ví dụ thực hiện sáng chế

Các ví dụ theo sáng chế sẽ được giải thích dưới đây, mà không làm giới hạn các dấu hiệu cơ bản của sáng chế.

Sự giải thích bắt đầu bằng các phương pháp xác định.

Xác định hàm lượng tinh bột bền theo phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02)

Trong các thử nghiệm dưới đây, hàm lượng tinh bột bền được xác định bằng

cách sử dụng kit thử nghiệm tinh bột bền (K-RSTAR từ Megazyme). Các phương pháp cụ thể như sau.

Tạo huyền phù 0,5g pancreatin trong 50mL chất đệm axit maleic 100mM (độ pH=6,0, chứa 0,028% CaCl_2 và 0,02% natri azit (trọng lượng/thể tích)), trong 5 phút và thêm 0,5mL dung dịch amyloglucosidaza (300U/mL) vào. Ly tâm hỗn hợp ở tốc độ 3000 vòng/phút trong 10 phút. Đặt 4ml chất nổi bề mặt vào ống có nắp (từ Corning Incorporated, kích thước: 16×125mm, số sản phẩm: 430157), chứa 100 mg (± 5 mg) mẫu (tức là, nguyên liệu chứa tinh bột), và tạo huyền phù kỹ hỗn hợp bằng cách sử dụng máy trộn xoáy. Bao ngoài chặt chẽ ống này với Parafilm và băng vinyl để tránh bị dò, đặt vào bể điều chỉnh nhiệt được lắp dụng cụ lắc và hàm lượng được tiêu hóa bằng enzyme ở 37°C trong 16 giờ, trong khi lắc ống ở tốc độ lắc 200 lần/phút theo hướng nằm ngang.

Ngay sau khi kết thúc tiêu hóa, thêm 4 mL 99,5% etanol vào, trộn kỹ hàm lượng, ly tâm ở 3000 vòng/phút trong 10 phút và tách dịch nổi bề mặt. Thêm 8ml 50% etanol vào chất kết tủa theo hai phân ước để tạo huyền phù lại và ly tâm lại huyền phù này. Các thao tác được lặp lại nhiều lần và chất kết tủa hoặc phần tinh bột bền, được thu hồi. Ống có nắp, chứa chất kết tủa, được ngâm trong nước đá, thêm 2mL dung dịch KOH 2M vào, và khuấy hỗn hợp bằng cách sử dụng thanh khuấy đầu hình sao trong 20 phút, nhờ đó hòa tan hoàn toàn phần tinh bột bền. Làm trung hòa hỗn hợp bằng cách thêm 8mL 1,2M chất đệm natri axetat (độ pH = 3,8), và bổ sung tiếp 0,1mL amyloglucosidaza (3300 U/mL) vào. Ủ hỗn hợp qua bể nước ở 50°C trong 30 phút, để tiêu hóa phần tinh bột bền thành glucoza. Tạo huyền phù dung dịch phản ứng trong khi ủ ở các khoảng thời gian cách nhau 5 phút.

Ly tâm hỗn hợp phản ứng sau khi tiêu hóa amyloglucosidaza ở tốc độ 3000 vòng/phút trong 10 phút, và pha loãng 0,5mL chất nổi bề mặt với 4,5mL nước chưng cất. Một phần mười dung dịch phản ứng được pha loãng được trộn với 3mL chất phản ứng GOPOD và ủ hỗn hợp ở 50°C trong 20 phút. Làm nguội hỗn hợp đến nhiệt độ trong phòng, và sau đó được cho vào xác định sự hấp thụ ở 510nm bằng cách sử dụng máy đo ảnh phổ, để định lượng hàm lượng glucoza, dựa vào mẫu tiêu chuẩn được kèm theo trong kit.

Hàm lượng tinh bột bền được xác định bằng cách tính toán lượng tinh bột dựa trên lượng glucoza có nguồn gốc từ phần tinh bột bền được giải phóng bởi tiêu

hóa amyloglucosidaza cuối cùng và được biểu hiện theo trọng lượng tinh bột bền so với trọng lượng khô của mẫu (trọng lượng).

Xác định sự phân bố trọng lượng phân tử

Sự phân bố trọng lượng phân tử (đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử) được xác định bằng cách sử dụng đơn vị HPLC từ Tosoh Corporation (với bơm DP-8020, và thiết bị phát hiện RI RS-8021, và thiết bị khử khí SD-8022). Các điều kiện phân tích là như sau:

cột: TSKgel α -M (7,8 mm ϕ , 30 cm) (từ Tosoh Corporation) $\times 2$;

tốc độ dòng: 0,5 ml/phút;

pha động: 5 mM NaNO₃/dimetyl sulfoxit:nước (9:1);

nhiệt độ cột: 40°C; và

thể tích mẫu: 0,2 mL (pha động nồng độ mẫu 1,0mg/mL).

Dữ liệu từ thiết bị phát hiện được thu thập bằng cách sử dụng phần mềm chuyên dụng (mô hình đa trạm GPC-8020 II, phiên bản thu thập dữ liệu 5.70, từ Tosoh Corporation), và đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử được tính toán. Đường cong tiêu chuẩn được tạo thành bằng cách sử dụng pululan (từ Showa Denko K.K., Shodex Standard P-82) có trọng lượng phân tử đã biết.

Xác định entanpy gelatin hóa bởi DSC

DSC được thực hiện bằng cách sử dụng DSC3100 từ MAC Science Corporation. Đặt 15ml mẫu và 45 μ L nước chung cất vào bình nhôm 70- μ L, đậy chặt nắp bình này, cho phép để ở nhiệt độ trong phòng trong 3 giờ hoặc nhiều hơn, để cho phép nấu hút nước. Bình trống được sử dụng làm đối chứng. Gia nhiệt mẫu từ nhiệt độ trong phòng đến 130°C ở tốc độ 10°C/phút. Entanpy gelatin hóa, có thể xác định dựa trên vùng đỉnh thu nhiệt trong biểu đồ DSC thu được, được gọi là nhiệt gelatin hóa (J/g)/đơn vị trọng lượng khô tinh bột.

Xác định sự chịu nhiệt của tinh bột

Trộn tinh bột với nước để điều chỉnh hàm lượng nước đến 30%, và trộn hai lần, 3 giây trong mỗi lần, bằng cách sử dụng Wonder Brender (từ Osaka Chemical Co., Ltd.). Tinh bột bám dính lên bề mặt bên và đáy được cạo bỏ bằng cách sử dụng

dao trộn bằng cao su và trộn lại trong 3 giây. Làm đầy 6g tinh bột được kiểm soát hơi ẩm này vào cốc được làm từ thép không gỉ được minh họa trong FIG.7(a) và FIG.7(b), và nén mẫu bằng cách chồng lên cốc làm bằng thép không gỉ có kích thước tương tự và được nhồi trong 10 giây. Tách cốc làm bằng thép không gỉ được chồng lên và gia nhiệt mẫu trong lò làm khô điều chỉnh nhiệt dòng không khí cưỡng bức (EYELA WFO-40) ở 200°C trong 20 phút. Nghiền mẫu sau khi gia nhiệt, sàng qua sàng 60 mắt lưới và hàm lượng tinh bột bền được xác định.

Các ví dụ 1, 2, các ví dụ so sánh 1, 2

Sự ảnh hưởng của hàm lượng amyloza trong nguyên liệu thô

Tinh bột ngô có amyloza ở mức cao HS-7 nhóm VII (từ J-Oil Mills, Inc., hàm lượng nước = 15,0%, hàm lượng amyloza = 80%) được bổ sung với nước để điều chỉnh trọng lượng khô của tinh bột so với trọng lượng bột nhão đến 40% (trọng lượng tinh bột khô/trọng lượng bột nhão), do đó tạo thành 320g bột nhão. Bột nhão được bổ sung với 80mL dung dịch axit clohydric trong nước 6,67N kèm khuấy và nhiệt độ được điều chỉnh đến 40°C. Trạng thái thường của axit clohydric so với nước phản ứng bao gồm hàm lượng nước của tinh bột được ghi nhận là 1,96N. Thời gian mà ở đó hỗn hợp đạt đến nhiệt độ định trước (40°C trong ví dụ 1) sau khi bổ sung dung dịch axit clohydric trong nước, được cho là khởi đầu phản ứng. Sau 24 giờ phản ứng, làm trung hòa hỗn hợp với 3% NaOH, tiếp theo rửa với nước, khử nước, làm khô để thu được tinh bột ngô có amyloza ở mức cao được xử lý bằng axit (ví dụ 1). Cần lưu ý rằng trạng thái thường của axit sau đây có nghĩa là trạng thái thường của axit so với nước phản ứng bao gồm hàm lượng nước của tinh bột trong chất lỏng phản ứng cuối cùng, trừ khi có quy định cụ thể khác.

Các tinh bột được xử lý bằng axit khác thu được tương tự như ví dụ 1 dưới các điều kiện phản ứng tương tự, ngoại trừ đối với sử dụng tinh bột ngô có amyloza ở mức cao HS-7 nhóm V (từ J-Oil Mills, Inc., hàm lượng amyloza 50%) (ví dụ 2), tinh bột ngô Y (từ J-Oil Mills, Inc., hàm lượng amyloza 30%) (ví dụ so sánh 1), và tinh bột ngô dạng sáp Y (từ J-Oil Mills, Inc., hàm lượng amyloza 0%) (ví dụ so sánh 2), tương ứng thay thế cho tinh bột ngô có amyloza ở mức cao HS-7 nhóm VII.

Các tinh bột được xử lý bằng axit trong các ví dụ 1, 2, ví dụ so sánh 1 và 2, và tinh bột ngô có amyloza ở mức cao trước khi được xử lý bằng axit bổ sung trong

ví dụ tham chiếu, được cho vào xác định hàm lượng tinh bột bền, đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử theo GPC, và entanpy gelatin hóa theo DSC. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1

	Loại tinh bột	Hàm lượng amyloza (%)	Hàm lượng RS (%)		Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)	Hiệu suất (%)
			Trước khi xử lý bằng axit	Sau khi xử lý bằng axit				
Ví dụ 1	HS-7 nhóm VII	80	41	72	$1,2 \times 10^4$	4,0	4,9	94
Ví dụ 2	HS-7 nhóm V	50	49	67	$1,2 \times 10^4$	4,7	7,1	92
Ví dụ so sánh 1	Tinh bột ngô Y	30	0,3	8,1	$1,9 \times 10^4$	3,9	12,2	99
Ví dụ so sánh 2	Tinh bột ngô dạng sấp Y	0	0,1	0,1	$2,3 \times 10^4$	4,4	24,1	99
Ví dụ tham chiếu	HS-7 nhóm VII nguyên vẹn		41		$2,2 \times 10^5$	8,7	15,3	-

Như được biết từ Bảng 1, tinh bột giàu tinh bột bền có hàm lượng tinh bột 60% hoặc lớn hơn được tạo thành từ tinh bột có hàm lượng amyloza 50% hoặc lớn hơn.

Các ví dụ từ 3 đến 7, các ví dụ so sánh từ 3 đến 5

Hiệu quả của trọng lượng phân tử

Các tinh bột được xử lý bằng axit có nồng độ đỉnh trọng lượng phân tử khác nhau thu được bằng cách xử lý bằng axit được thực hiện tương tự như ví dụ 1, ngoại trừ rằng nhiệt độ phản ứng, thời gian phản ứng và trạng thái thường của axit vô cơ

(“Trạng thái thường của axit (N)” trong Bảng 2) thay đổi từ trạng thái trong ví dụ 1 (các ví dụ từ 3 đến 7, ví dụ so sánh từ 3 đến 5). Kết quả được thể hiện trong Bảng 2.

Bảng 2

	Trạng thái thường của axit (N)	Nhiệt độ phản ứng (°C)	Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)	Hiệu suất (%)
Ví dụ so sánh 3	1,96	40	2	47	$6,2 \times 10^4$	7,3	15,1	97
Ví dụ 3	1,96	40	7	61	$3,0 \times 10^4$	3,7	5,5	96
Ví dụ 4	1,96	40	12	65	$2,1 \times 10^4$	3,5	5,6	96
Ví dụ 1	1,96	40	24	72	$1,2 \times 10^4$	4,0	4,9	94
Ví dụ 5	1,96	40	48	62	$8,5 \times 10^3$	3,6	5,2	87
Ví dụ 6	0,49	60	2	62	$3,6 \times 10^4$	5,9	8,9	100
Ví dụ 7	0,49	60	24	68	$6,7 \times 10^3$	5,6	4,3	80
Ví dụ so sánh 4	0,49	40	24	52	$5,2 \times 10^4$	5,3	9,1	99
Ví dụ so sánh 5	1,96	50	24	59	$5,5 \times 10^3$	6,1	5,4	69

Tham chiếu đến ví dụ 1, các ví dụ từ 3 đến 5 và ví dụ so sánh 3 trong Bảng 2, trọng lượng phân tử được ghi nhận là giảm và hàm lượng tinh bột bền được ghi nhận là tăng, với sự gia tăng thời gian phản ứng dưới cùng nhiệt độ và cùng trạng thái thường của axit. Mặt khác, hàm lượng tinh bột bền được ghi nhận là giảm bằng cách kéo dài việc xử lý bằng axit quá mức.

Từ các nghiên cứu khác của tác giả sáng chế về xử lý bằng axit dưới các điều kiện thay đổi ít hơn, như được đưa ra bởi ví dụ 6 và ví dụ 7 trong Bảng 2, tinh bột có hàm lượng tinh bột bền vượt quá 60% thu được bằng cách tiến hành xử lý bằng axit để điều chỉnh đỉnh trọng lượng phân tử đến 6×10^3 hoặc lớn hơn và 4×10^4 hoặc nhỏ hơn. Mặt khác, các ví dụ so sánh 4, 5 được ghi nhận là thu được hàm lượng tinh bột bền nhỏ hơn 60%. Do đó, cần hiểu rằng tinh bột có hàm lượng tinh bột bền tăng đến 60% hoặc lớn hơn có thể thu được một cách ổn định, bằng cách điều chỉnh trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 6×10^3 hoặc lớn hơn đến 4×10^4 hoặc nhỏ hơn, bằng cách xử lý bằng axit.

Các ví dụ so sánh từ 6 đến 8

So sánh với tinh bột chứa tinh bột bền hiện có bán trên thị trường

Trong các ví dụ này, tinh bột thu được theo phương pháp được mô tả trong

các Tài liệu sáng chế từ 5 đến 7 được đánh giá.

Nisshoku Roadster (từ Nihon Shokuhin Kako Co., Ltd.) là sản phẩm thu được bằng cách cho tinh bột ngô có amyloza ở mức cao vào xử lý nhiệt ẩm, và được đề xuất một cách chắc chắn là được sản xuất bằng kỹ thuật tương ứng với phương pháp sản xuất được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 5.

Hi-Maize 1043 (từ National Starch and Chemical Company) là sản phẩm thu được bằng cách cho tinh bột ngô có amyloza ở mức cao vào xử lý nhiệt ẩm, và được đề xuất một cách chắc chắn là được sản xuất bằng kỹ thuật tương ứng với phương pháp sản xuất được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 6.

ActiStar 11700 (từ Cargill, Incorporated) là amyloza được kết tinh lại có nguồn gốc từ tinh bột sắn và được đề xuất một cách chắc chắn là được sản xuất bằng kỹ thuật tương ứng với phương pháp sản xuất được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 7.

Hiện nay, để đánh giá tinh bột thu được theo các tài liệu sáng chế từ 5 đến 7, hàm lượng tinh bột bền, dinh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử của các sản phẩm hiện có bán trên thị trường được xác định (Bảng 3).

Bảng 3

	Tên sản phẩm	Hàm lượng RS (%)	Dinh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử
Ví dụ 1	-	72	$1,2 \times 10^4$	4,0
Ví dụ so sánh 6	Nisshoku Roadster	41	$6,2 \times 10^4$	10
Ví dụ so sánh 7	Hi-Maize 1043	45	$1,8 \times 10^5$	13
Ví dụ so sánh 8	ActiStar 11700	50	$3,0 \times 10^3$	5,3

Tham chiếu đến Bảng 3, tất cả tinh bột chứa tinh bột bền hiện có bán trên thị trường được thể hiện bởi các ví dụ so sánh từ 6 đến 8 được ghi nhận có nồng độ hàm lượng tinh bột bền thấp.

Các ví dụ so sánh từ 9 đến 15

So sánh bằng cách sử dụng sản phẩm thử nghiệm

Để đánh giá tinh bột có nguồn gốc từ tinh bột có amyloza ở mức cao có thể thu được theo các phương pháp được mô tả trong các tài liệu trên đây, tinh bột được sản xuất dựa trên thử nghiệm theo các phương pháp được mô tả trong tài liệu 3 (ví dụ so sánh 9), tài liệu sáng chế 2 (ví dụ so sánh 10), tài liệu sáng chế 1 (ví dụ so sánh

11, 12), tài liệu sáng chế 8 (ví dụ so sánh 13), tài liệu sáng chế 4 (ví dụ so sánh 14), và tài liệu sáng chế 9 (ví dụ so sánh 15).

Ví dụ so sánh 9

Sự lặp lại của ví dụ 4 trong tài liệu sáng chế 3

Thêm 20g tinh bột ngô có amyloza ở mức cao HS-7 nhóm VII (từ J-Oil Mills, Inc., hàm lượng nước = 15%) vào 34g nước, khuấy hỗn hợp để tạo thành huyền phù, điều chỉnh đến độ pH = 7, và sau đó điều chỉnh nhiệt độ của hỗn hợp đến 80°C. Thêm 2ml dung dịch α -amylaza ổn định nhiệt (α -amylaza từ Micfarm Co., Ltd. (Termamyl 120L từ Novozymes được sử dụng ở đây)) vào huyền phù kèm khuấy, cho phép phản ứng ở 80°C trong một giờ, và sau đó làm bất hoạt bằng cách điều chỉnh độ pH đến 3,3 bằng axit clohydric. Điều chỉnh huyền phù đến độ pH = 5,0 bằng dung dịch natri hydroxit trong nước, rửa với nước, khử nước và làm khô để thu được theo cách này 8,8g tinh bột được tiêu hóa enzym (hàm lượng nước = 8,9%). Hàm lượng tinh bột bền của tinh bột ít tiêu hóa thu được theo cách này được xác định, và đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử được xác định theo GPC. Kết quả được thể hiện trong Bảng 4.

Ví dụ so sánh 10

Sự lặp lại của ví dụ 1 trong tài liệu sáng chế 2

Tinh bột ngô có amyloza ở mức cao HS-7 nhóm VII (từ J-Oil Mills, Inc.) được điều chỉnh để có hàm lượng nước 38%, đặt vào hộp được bịt kín, và gia nhiệt ở 100°C trong 2 giờ. Làm khô sản phẩm và nghiền, sau đó tạo huyền phù 20g sản phẩm được nghiền (hàm lượng nước 9,7%) trong 440ml 50mM chất đệm natri phosphat (độ pH = 6,9), được bổ sung với 0,16g pancreatin (có nguồn gốc từ tuyến tụy của lợn, hoạt tính tương đương với đặc điểm kỹ thuật 8×U.S.P., sản phẩm từ SIGMA), và hỗn hợp này được cho vào tiêu hóa enzym ở 37°C trong 8 giờ kèm khuấy nhẹ. Điều chỉnh hỗn hợp đến độ pH = 3,3 bằng axit clohydric để làm bất hoạt enzym, lọc mẫu, rửa, làm khô và nghiền để thu được 11,0g tinh bột ít tiêu hóa (hàm lượng nước = 9,5%). Hàm lượng tinh bột bền của tinh bột ít tiêu hóa thu được theo cách này được xác định, và đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử được xác định theo GPC. Kết quả được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4

	Hàm lượng RS (%)	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Hiệu suất (%)
Ví dụ 1	72	$1,2 \times 10^4$	4,0	94
Ví dụ so sánh 9	43	$9,2 \times 10^3$	14	47
Ví dụ so sánh 10	52	$1,0 \times 10^4$	15	56

Ví dụ so sánh 9 được ghi nhận có độ phân tán trọng lượng phân tử lớn hơn được xác định bởi GPC, và hàm lượng tinh bột bền nhỏ được xác định bởi phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02).

Ngoài ra, ví dụ so sánh 10 được ghi nhận là có độ phân tán trọng lượng phân tử lớn được xác định bởi GPC, và hàm lượng tinh bột bền nhỏ.

Ví dụ so sánh 11

Sự lặp lại của ví dụ 5 trong tài liệu sáng chế 1

Tạo huyền phù 100g tinh bột ngô có amyloza ở mức cao HS-7 nhóm VII (từ J-Oil Mills, Inc., hàm lượng nước = 15,0%) trong 100ml etanol, được bổ sung với 10ml axit clohydric đậm đặc và hỗn hợp được cho phép để ở nhiệt độ trong phòng (22°C hoặc gần 22°C) trong 3 ngày, kèm khuấy không thường xuyên. Tinh bột được xử lý bằng axit được gom bằng cách lọc hút, tạo huyền phù trong 70% etanol, và lọc hút lần nữa. Phương pháp rửa này được lặp lại cho đến khi độ pH của phần chiết vượt quá 5,0. Sau đó, làm khô vật liệu gom lại và nghiền, để thu được theo cách này 92,4g tinh bột được xử lý bằng axit (hàm lượng nước 12,1%). Hàm lượng tinh bột bền của mẫu thu được theo cách này được xác định và đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử được xác định bởi GPC. Kết quả được thể hiện trong Bảng 5.

Bảng 5

	Hàm lượng RS (%)	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Hiệu suất (%)
Ví dụ 1	72	$1,2 \times 10^4$	4,0	94
Ví dụ so sánh 11	45	$5,2 \times 10^4$	8,3	96

Ví dụ so sánh 11 được ghi nhận là khác với sáng chế, ở đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử được xác định bởi GPC, và ngoài ra hàm lượng tinh bột bền thấp hơn được xác định bởi phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02).

Ví dụ so sánh 12

Để so sánh tài liệu sáng chế 1 và ví dụ 1 chi tiết hơn, việc xử lý bằng axit được thực hiện theo các điều kiện dưới đây, để thu được theo cách này tinh bột được xử lý bằng axit mà thỏa mãn các yêu cầu (b) và (c).

Thứ nhất, tạo huyền phù 50g tinh bột có amyloza ở mức cao HS-7 nhóm VII (từ J-Oil Mills, Inc., hàm lượng nước = 15,0%) trong 200ml etanol, và được bổ sung và trộn với 8ml axit clohydric đậm đặc. Hỗn hợp được xử lý bằng axit ở 40°C trong 24 giờ kèm khuấy và sau đó lọc, rửa, làm khô và nghiền tương tự như được mô tả trong ví dụ so sánh 11, để thu được theo cách này 46,7g tinh bột được xử lý bằng axit (hàm lượng nước = 10,9%). Hàm lượng tinh bột bền của mẫu thu được theo cách này được xác định, và đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử được xác định bởi GPC. Kết quả được thể hiện trong Bảng 6.

Bảng 6

	Hàm lượng RS (%)	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Hiệu suất (%)
Ví dụ 1	72	$1,2 \times 10^4$	4,0	94
Ví dụ so sánh 12	54	$2,2 \times 10^4$	3,9	97

Trong khi tinh bột được xử lý bằng axit thu được ở ví dụ so sánh 12 được ghi nhận là thỏa mãn các yêu cầu (b) và (c), hàm lượng tinh bột bền chỉ thấp hơn 54%. Bằng cách xử lý bằng axit trong dung môi chủ yếu chứa etanol, tinh bột được chế biến có hàm lượng tinh bột bền vượt quá 60% không thể thu được, thậm chí nếu việc xử lý bằng axit được xảy ra dưới các điều kiện được điều chỉnh để đạt được đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử được biểu thị bởi các yêu cầu (b) và (c).

Ví dụ so sánh 13

Sự lặp lại của ví dụ 8 trong tài liệu sáng chế 8

Tạo huyền phù 15g tinh bột ngô có amyloza ở mức cao HS-7 nhóm VII (từ J-Oil Mills, Inc., hàm lượng nước = 15,0%) trong 40ml nước và sau đó được bổ sung với 260ml nước sôi để tạo thành theo cách này bột nhão đồng nhất. Gia nhiệt bột nhão trong nồi hấp ở 121°C trong 8 giờ và sau đó giữ ở 24°C trong 16 giờ và giữ thêm ở 8°C trong 48 giờ. Ly tâm sản phẩm và phần kết tủa gom lại được bổ sung và

tạo huyền phù với nước để thu được bột nhão 10%. Tạo huyền phù 1g α -amylaza *Bacillus subtilis* (từ Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) trong 19ml nước lạnh, cho phép để trong 2 giờ và ly tâm để gom dịch nổi. Theo cách khác, 500U amylaza nước bọt của người (TYPE IX-A, từ SIGMA) được hòa tan trong 20ml nước lạnh. Thêm 15ml dung dịch α -amylaza *Bacillus subtilis* và 20ml dung dịch amylaza nước bọt của người vào 10% bột nhão sau khi gia nhiệt và làm nguội và cho phép xử lý bằng enzym xảy ra ở 24°C trong 25 giờ. Gom tinh bột được xử lý bằng enzym bằng cách ly tâm, tạo huyền phù lại với thể tích nước bằng nhau và ly tâm huyền phù lại để gom chất kết tủa. Các thao tác này được lặp lại ba lần và làm khô lạnh phần kết tủa để thu được 8,1g sản phẩm thử nghiệm (hàm lượng nước = 11,4%). Hàm lượng tinh bột bền của mẫu thu được theo cách này được xác định, và đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử được xác định bởi GPC. Kết quả được thể hiện trong Bảng 7.

Bảng 7

	Hàm lượng RS (%)	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Hiệu suất (%)
Ví dụ 1	72	$1,2 \times 10^4$	4,0	94
Ví dụ so sánh 13	56	$9,0 \times 10^3$	3,4	57

Như thể hiện rõ ràng trên Bảng 7, hàm lượng tinh bột bền của sản phẩm thử nghiệm thu được trong ví dụ so sánh 13 được ghi nhận là không thỏa mãn (a).

Ví dụ so sánh 14

Sự lặp lại tài liệu sáng chế 4

Theo phương pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 4, sản phẩm thử nghiệm được tạo thành. Thứ nhất, tạo huyền phù 9,41g tinh bột có amyloza ở mức cao HS-7 nhóm VII (từ J-Oil Mills, Inc., hàm lượng nước = 15,0%) trong dung môi bao gồm 90,6ml nước, 95ml etanol và 5ml metanol. Trong mỗi sáu ống phản ứng được làm bằng thép không gỉ, đặt 12,2g mỗi bột nhão thu được vào và thay thế không khí trong ống bằng khí nitơ. Ly tâm ống phản ứng ở đây bằng ống dẫn bằng thép không gỉ (đường kính trong = 16,0mm, đường kính ngoài = 19,3mm, chiều dài = 150mm), và nắp bằng thép không gỉ (SS-1210-C, từ Swagelok Company) được gắn vào hai đầu của ống. Các ống phản ứng chứa mẫu được gia nhiệt qua bể muối ở 150°C trong 1 phút, kèm lắc liên tục. Các ống phản ứng được lấy ra khỏi bể muối,

chuyển vào bể nước ở 40°C, và giữ trong 2 giờ kèm lắc liên tục. Chuyển các ống phản ứng vào bể muối ở 145°C, và giữ trong 3 giờ kèm lắc liên tục. Chuyển các ống phản ứng vào bể nước ở 80°C, và giữ trong 1 giờ kèm lắc liên tục. Sau đó, bể nước được ngắt và làm nguội các ống phản ứng qua đêm trong bể. Lấy các mẫu ra khỏi ống phản ứng và gom chất kết tủa bằng cách lọc hút. Làm khô chất kết tủa qua đêm trong lò làm khô dòng không khí cưỡng bức ở 30°C. Nghiền chất kết tủa được làm khô, đặt các mẫu thu được theo cách này ở điều kiện để có hàm lượng nước 25,8%, và giữ trong nồi hấp ở 120°C trong 120 phút. Sau đó, làm khô các mẫu qua đêm ở 50°C, và nghiền, để thu được theo cách này 6,19g sản phẩm thử nghiệm (hàm lượng nước 12,5%). Hàm lượng tinh bột bền của mẫu thu được theo cách này được xác định, và đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử được xác định bởi GPC. Kết quả được thể hiện trong Bảng 8.

Bảng 8

	Hàm lượng RS (%)	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Hiệu suất (%)
Ví dụ 1	72	$1,2 \times 10^4$	4,0	94
Ví dụ so sánh 14	62	$3,0 \times 10^4$	9,0	92

Như thể hiện rõ ràng trên Bảng 8, độ phân tán trọng lượng phân tử của sản phẩm thử nghiệm thu được trong ví dụ so sánh 14 được ghi nhận không thỏa mãn yêu cầu (c).

Ví dụ so sánh 15

Sự lặp lại tài liệu sáng chế 9

Để kiểm tra sự khác nhau giữa sáng chế và tài liệu sáng chế 9, sản phẩm thử nghiệm được sản xuất theo phương pháp được mô tả trong tài liệu này. Đầu tiên, tạo huyền phù 100g tinh bột có amyloza ở mức cao HS-7 nhóm VII (từ J-Oil Mills, Inc., hàm lượng nước = 15,0%) trong 400ml nước, tạo thành bột nhão theo cách này. Trong mỗi 15 ống phản ứng được làm bằng thép không gỉ tương tự như ống được sử dụng trong ví dụ so sánh 14, đặt 22,1g mỗi bột nhão vào. Ngâm các ống phản ứng chứa bột nhão vào bể muối ở 210°C trong 130 giây, lấy ra và sau đó làm nguội ngay bằng nước. Rửa kỹ dung dịch phản ứng khỏi ống phản ứng, và gom chất kết tủa bằng cách ly tâm (3000 vòng/phút, 10 phút). Chất kết tủa được bổ sung với thể tích nước gấp hai lần để tạo huyền phù lại trong đó và ly tâm lại huyền phù để gom chất kết tủa.

Làm khô chất kết tủa dưới áp suất giảm và nghiền, để thu được theo cách này 31,2g trong tổng sản phẩm thử nghiệm (hàm lượng nước = 18,7%). Hàm lượng tinh bột bền của mẫu thu được theo cách này được xác định, và đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử được xác định bởi GPC, và entanpy gelatin hóa được xác định. Kết quả được thể hiện trong Bảng 9.

Bảng 9

	Hàm lượng RS (%)	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)	Hiệu suất (%)
Ví dụ 1	72	$1,2 \times 10^4$	4,0	4,9	94
Ví dụ so sánh 15	73	$9,5 \times 10^3$	5,3	16	45

Như thể hiện rõ ràng trên Bảng 9, entanpy gelatin hóa của sản phẩm thử nghiệm thu được trong ví dụ so sánh 15 được ghi nhận không thỏa mãn yêu cầu (d).

Xác định hàm lượng tinh bột bền sau khi gia nhiệt

Để xác định hàm lượng tinh bột bền, sau khi gia nhiệt, của tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp của ví dụ 1, tinh bột ngô có amyloza ở mức cao của ví dụ tham chiếu, và tinh bột được mô tả trong ví dụ so sánh 6 (Nisshoku Roadster), ví dụ so sánh 8 (ActiStar 11700), ví dụ so sánh 15 (tài liệu sáng chế 9), ví dụ so sánh 10 (tài liệu sáng chế 2), và ví dụ so sánh 12 (tài liệu sáng chế 1), thử nghiệm gia nhiệt được thực hiện giả định phương pháp sản xuất bánh quy.

Gia nhiệt 6g mỗi tinh bột, được kiểm soát hơi ẩm theo phương pháp xác định sự chịu nhiệt của tinh bột bền được mô tả trên đây ở 200°C trong 20 phút. Nghiền mỗi mẫu sau khi gia nhiệt, sàng qua sàng 60 mắt lưới và xác định hàm lượng tinh bột bền (Bảng 10).

Như thể hiện rõ ràng trên Bảng 10, hàm lượng tinh bột bền, trước và sau khi gia nhiệt, của tất cả tinh bột được chế biến thu được trong các ví dụ so sánh 6, 8, 10, 12 và tinh bột ngô có amyloza ở mức cao trong ví dụ tham chiếu, được ghi nhận là nhỏ hơn 60%. Tinh bột được chế biến trong ví dụ so sánh 15 được ghi nhận là có hàm lượng tinh bột bền cao trước khi gia nhiệt, nhưng hàm lượng tinh bột bền giảm xuống đến 43% sau khi gia nhiệt. Điều này được giả định là do tinh bột được chế biến của ví dụ so sánh 15 không thỏa mãn yêu cầu (d), cho thấy sức chịu nhiệt thấp.

Do đó, cần hiểu rằng tinh bột giàu tinh bột bền trong ví dụ 1 được cho là có hàm lượng tinh bột bền cao sau khi gia nhiệt như được so với tinh bột ngô có amyloza ở mức cao trong ví dụ tham chiếu, và tinh bột được chế biến trong các ví dụ so sánh 6, 8, 10, 12 và 15.

Bảng 10

	Hàm lượng RS trước khi gia nhiệt (%)	Hàm lượng RS sau khi gia nhiệt (%)
Ví dụ 1	72	70
Ví dụ tham chiếu	41	28
Ví dụ so sánh 6	41	43
Ví dụ so sánh 8	50	40
Ví dụ so sánh 10	52	56
Ví dụ so sánh 12	54	45
Ví dụ so sánh 15	73	43

Các thay đổi về lượng tinh bột bền theo các phương pháp chế biến

Mẫu thu được trong ví dụ 1 và các sản phẩm thử nghiệm trong các ví dụ so sánh từ 9 đến 15 được thử nghiệm về các thay đổi theo lượng tuyệt đối của tinh bột bền trước và sau khi chế biến. Kết quả được thể hiện trong Bảng 11. Trong Bảng 11, hiệu suất RS thu được theo phương trình dưới đây:

$$[\text{Hiệu suất RS}](\%) = ([\text{Trọng lượng khô của sản phẩm}] \times [\text{Hàm lượng RS của sản phẩm}]) \div ([\text{Trọng lượng khô của nguyên liệu thô}] \times [\text{Hàm lượng RS của nguyên liệu thô}]) \times 100.$$

Như thể hiện rõ ràng trên Bảng 11, tinh bột của ví dụ 1, thu được bằng cách chế biến tinh bột với dung dịch axit vô cơ trong nước được ghi nhận có lượng tuyệt đối của tinh bột bền gia tăng, khi được so với tinh bột thu được theo các phương pháp của các ví dụ so sánh. Khác với phần lớn phương pháp thông thường mà làm tăng hàm lượng tinh bột bền bằng cách loại bỏ các phần không phải là tinh bột bền, ví dụ 1 đã làm tăng thành công hàm lượng tinh bột bền bằng cách sản xuất chính bản thân tinh bột bền.

Bảng 11

	Ví dụ 1	Ví dụ so sánh 9	Ví dụ so sánh 10	Ví dụ so sánh 11	Ví dụ so sánh 12	Ví dụ so sánh 13	Ví dụ so sánh 14	Ví dụ so sánh 15
--	---------	-----------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Nguyên liệu thô	Trọng lượng khô (g)	128	17	18	85	43	13	6,5	56,4
	Hàm lượng RS (%)	41	41	41	41	41	41	41	41
Sản phẩm	Trọng lượng khô (g)	120	8,0	10	81,2	41,6	7,2	6,0	25,4
	Hàm lượng RS (%)	72	43	52	45	55	56	62	73
Hiệu suất Rs (%) *1		165	49	70	105	130	76	140	80

$$[\text{Hiệu suất RS}](\%) = \frac{[\text{Trọng lượng khô của sản phẩm}] \times [\text{Hàm lượng RS của sản phẩm}]}{[\text{Trọng lượng khô của nguyên liệu thô}] \times [\text{Hàm lượng RS của nguyên liệu thô}]} \times 100$$

Các điều kiện sản xuất tinh bột giàu tinh bột bền

Việc xử lý bằng axit được thực hiện dưới các điều kiện trạng thái thường của axit và nhiệt độ thay đổi từ nhiệt độ trong ví dụ 1 thành nhiệt độ được liệt kê trong Bảng 12 đến Bảng 18, các phân chất lỏng của phản ứng riêng biệt được lấy ra ở thời gian phản ứng riêng biệt được liệt kê trong Bảng 12 đến Bảng 18, tiếp theo bằng cách lọc, rửa, làm khô và nghiền, để thu được theo cách này tinh bột được xử lý bằng axit. Các mẫu được cho vào xác định hàm lượng tinh bột bền, đỉnh trọng lượng phân tử và độ phân tán trọng lượng phân tử bởi GPC, và entanpy gelatin hóa bởi DSC. Kết quả được thể hiện trong Bảng 12 đến Bảng 18.

Đối với điều kiện và trong đó trạng thái thường của axit vô cơ của chất lỏng phản ứng vượt quá 2,5N, chất lỏng phản ứng để xử lý bằng axit được tạo thành theo phương pháp được mô tả dưới đây. Thứ nhất, đánh giá hàm lượng nước của tinh bột ngô có amyloza ở mức cao được sử dụng làm nguyên liệu thô, dung dịch axit clohydric trong nước được điều chế để cuối cùng thu được tổng số 400g bột nhão 32% có trạng thái thường của axit mong muốn. Thêm tinh bột ngô có amyloza ở mức cao tương tự như tinh bột được sử dụng trong ví dụ 1 vào hỗn hợp này để thu được huyền phù, và bắt đầu gia nhiệt ở nhiệt độ định trước. Sau đó, các phương pháp điều chế mẫu là tương tự với các phương pháp được mô tả trong ví dụ 1.

Giải thích Bảng 12 đến Bảng 18

Thời gian phản ứng được tính toán được thể hiện trong các Bảng theo giới hạn dưới và giới hạn trên được tính toán theo biểu thức (2) trên đây, ở đó tinh bột giàu tinh bột bền có hàm lượng tinh bột bền là 60% hoặc lớn hơn có thể thu được ở trạng thái thường của axit và nhiệt độ được liệt kê trong các Bảng. Mặt khác, thời gian phản ứng mà ở đó hàm lượng tinh bột bền lúc bắt đầu vượt quá 60% được xác định “giới hạn dưới”, và thời gian phản ứng mà ở đó hàm lượng tinh bột bền lúc bắt đầu nhỏ hơn 60% được xác định là “giới hạn trên”.

Trong Bảng 12 đến Bảng 18, và cả trong Bảng 19 và Bảng 20 được mô tả dưới đây, đối với thuật ngữ “nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?”, thỏa mãn yêu cầu (a) được xác định bởi “○”, và không thỏa mãn yêu cầu (a) được xác định bởi “×”.

Từ Bảng 12 đến Bảng 14 thể hiện các kết quả xử lý bằng axit được thực hiện ở trạng thái thường của axit và nhiệt độ nằm trong khoảng được xác định bởi biểu thức (1) trên đây (các điều kiện được xác định bởi “○” trong FIG.5) (Các ví dụ thử nghiệm 1-9). Các mẫu được ghi nhận có hàm lượng tinh bột bền vượt quá 60% khi được điều chế trong thời gian phản ứng nằm trong khoảng từ giới hạn trên đến giới hạn dưới được tính toán bởi biểu thức (2), nhưng được ghi nhận có hàm lượng tinh bột bền nhỏ hơn 60% khi được điều chế trong thời gian phản ứng không ngắn hơn giới hạn trên hoặc không dài hơn giới hạn dưới. Cũng đã được xác nhận rằng tất cả tinh bột giàu tinh bột bền có hàm lượng tinh bột bền là 60% hoặc lớn hơn có đỉnh trọng lượng phân tử là 6×10^3 hoặc lớn hơn và 4×10^4 hoặc nhỏ hơn, giá trị phân tán trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 1,5 hoặc lớn hơn và 6,0 hoặc nhỏ hơn, và giá trị entanpy gelatin hóa là 10 J/g hoặc nhỏ hơn.

Từ Bảng 15 đến Bảng 17 thể hiện kết quả xử lý bằng axit được thực hiện ở nhiệt độ phản ứng và trạng thái thường của axit mà nằm ngoài khoảng được xác định bởi biểu thức (1) theo hướng nhiệt độ cao hơn/nồng độ axit cao hơn (các điều kiện được xác định bởi “×” trong FIG.5) (các ví dụ thử nghiệm 10-17). Dưới các điều kiện này, không thu được tinh bột có hàm lượng tinh bột bền vượt quá 60%, thậm chí nếu thời gian phản ứng thay đổi nằm trong khoảng từ 0 giờ đến 3 ngày.

Bảng 18 thể hiện các kết quả xử lý bằng axit được thực hiện ở nhiệt độ phản ứng và trạng thái thường của axit mà nằm ngoài khoảng được xác định bởi biểu thức (1) theo hướng nhiệt độ thấp/nồng độ axit thấp (các ví dụ thử nghiệm 18-20). Dưới các điều kiện này, hàm lượng tinh bột bền được ghi nhận là gia tăng với sự trôi qua

của thời gian phản ứng, nhưng phản ứng cần nhiều thời gian, và không thu được tinh bột giàu tinh bột bên trong vòng 3 ngày.

Bảng 12

Ví dụ thử nghiệm 1			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		40	Giới hạn dưới (giờ)		29,3
Trạng thái thường của axit (N)		0,490	Giới hạn trên (giờ)		555
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
24	51,6	×	$5,2 \times 10^4$	5,3	9,1
48	60,7	○	$3,3 \times 10^4$	3,8	5,7
168	68,7	○	$1,5 \times 10^4$	4,0	5,9

Ví dụ thử nghiệm 2			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		40	Giới hạn dưới (giờ)		6,03
Trạng thái thường của axit (N)		1,96	Giới hạn trên (giờ)		62,1
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
2	46,9	×	$6,2 \times 10^4$	7,3	15,1
7	60,7	○	$3,0 \times 10^4$	3,7	5,5
24	72,4	○	$1,2 \times 10^4$	4,0	4,9
48	62,1	○	$8,5 \times 10^3$	3,6	5,2
96	53,4	×	$7,0 \times 10^3$	3,8	6,1

Ví dụ thử nghiệm 3			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		40	Giới hạn dưới (giờ)		4,68
Trạng thái thường của axit (N)		2.45	Giới hạn trên (giờ)		43,7
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
14	69,9	○	$1,1 \times 10^4$	4,0	4,5
20	64,0	○	$9,0 \times 10^3$	3,2	4,9

Bảng 13

Ví dụ thử nghiệm 4			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		30	Giới hạn dưới (giờ)		25,4
Trạng thái thường của axit (N)		1,96	Giới hạn trên (giờ)		261
Thời gian phản ứng	Hàm lượng RS	Nằm trong khoảng của yêu cầu	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng	Entanpy gelatin hóa (J/g)

(giờ)	(%)	cầu (a)?		phân tử	
89	64,8	○	$1,3 \times 10^4$	4,1	4,1

Ví dụ thử nghiệm 5			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		50	Giới hạn dưới (giờ)		3,17
Trạng thái thường của axit (N)		0,980	Giới hạn trên (giờ)		44,2
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
3	59,8	×	$3,7 \times 10^4$	6,1	6,9
4	64,8	○	$3,0 \times 10^4$	5,8	5,3
18	72,0	○	$9,9 \times 10^3$	4,3	4,9
26	70,1	○	$7,4 \times 10^3$	3,8	5,5
37	61,8	○	$6,8 \times 10^3$	4,6	4,8
48	49,9	×	$6,1 \times 10^3$	4,4	3,3

Ví dụ thử nghiệm 6			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		50	Giới hạn dưới (giờ)		1,44
Trạng thái thường của axit (N)		1,96	Giới hạn trên (giờ)		14,8
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
1	55,3	×	$3,7 \times 10^4$	6,1	7,7
1,5	61,7	○	$2,8 \times 10^4$	5,2	6,7
8	66,3	○	$8,1 \times 10^3$	4,1	5,6
10	60,2	○	$7,4 \times 10^3$	4,2	5,0
24	58,7	×	$5,5 \times 10^3$	6,1	5,4

Bảng 14

Ví dụ thử nghiệm 7			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		50	Giới hạn dưới (giờ)		1,11
Trạng thái thường của axit (N)		2,45	Giới hạn trên (giờ)		10,4
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
3	63,4	○	$1,2 \times 10^4$	4,6	5,2
5	65,7	○	$9,0 \times 10^3$	3,5	5,6

Ví dụ thử nghiệm 8			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		60	Giới hạn dưới (giờ)		1,66
Trạng thái thường của axit (N)		0,490	Giới hạn trên (giờ)		31,5

Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Định trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
1	49,2	×	$4,9 \times 10^4$	9,9	13,0
2	62,2	○	$3,6 \times 10^4$	5,9	8,9
4	69,4	○	$2,1 \times 10^4$	4,6	6,4
8	73,9	○	$1,3 \times 10^4$	4,0	6,2
24	68,1	○	$6,7 \times 10^3$	5,6	4,3
40	56,7	×	$6,1 \times 10^3$	6,4	4,7

Ví dụ thử nghiệm 9			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		60	Giới hạn dưới (giờ)		0,75
Trạng thái thường của axit (N)		0,980	Giới hạn trên (giờ)		10,5
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Định trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
0,5	51,2	×	$4,4 \times 10^4$	6,8	7,6
1	60,5	○	$2,8 \times 10^4$	4,8	6,6
2	64,9	○	$1,8 \times 10^4$	4,3	7,1
8	61,1	○	$6,8 \times 10^3$	3,6	6,4
14	51,8	×	$6,1 \times 10^3$	4,5	6,0

Bảng 15

Ví dụ thử nghiệm 10		
Nhiệt độ (°C)		40
Trạng thái thường của axit (N)		3,43
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		3,19
Giới hạn trên (giờ)		25,7
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?
2,25	56,8	×
4	58,8	×
8	56,8	×
15	55	×
20	48,5	×
25	52,3	×

Ví dụ thử nghiệm 11		
Nhiệt độ (°C)		60
Trạng thái thường của axit (N)		1,96
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		0,34
Giới hạn trên (giờ)		3,52
Thời gian	Hàm	Nằm trong

phản ứng (giờ)	lượng RS (%)	khoảng của yêu cầu (a)?
2	59	×
3	57,9	×
4	58,7	×
5	58	×

Ví dụ thử nghiệm 12		
Nhiệt độ (°C)		70
Trạng thái thường của axit (N)		0,245
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		0,87
Giới hạn trên (giờ)		22,4
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?
0,5	40,6	×
1	48,5	×
2	49,5	×
4	57,1	×
6	58,5	×
15	58,3	×

Bảng 16

Ví dụ thử nghiệm 13		
Nhiệt độ (°C)		30
Trạng thái thường của axit (N)		4,41
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		10,1
Giới hạn trên (giờ)		72,5
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?
14	47,4	×
17	40,3	×
20	39,9	×

Ví dụ thử nghiệm 14		
Nhiệt độ (°C)		40
Trạng thái thường của axit (N)		3,92
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		2,74
Giới hạn trên (giờ)		20,8
Thời gian	Hàm	Nằm trong

phản ứng (giờ)	lượng RS (%)	khoảng của yêu cầu (a)?
5,5	49,3	×

Ví dụ thử nghiệm 15		
Nhiệt độ (°C)		50
Trạng thái thường của axit (N)		2,94
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		0,9
Giới hạn trên (giờ)		7,79
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?
0,5	52,6	×
1	55	×
2	52,2	×
4	58,1	×
6	53,7	×
8	51,8	×

Bảng 17

Ví dụ thử nghiệm 16		
Nhiệt độ (°C)		70
Trạng thái thường của axit (N)		0,49
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		0,4
Giới hạn trên (giờ)		7,49
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?
0,33	44	×
0,67	49,8	×
1	53,5	×
1,5	57	×
2	56,4	×
3	56,7	×

Ví dụ thử nghiệm 17		
Nhiệt độ (°C)		80
Trạng thái thường của axit (N)		0,2
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		0,27
Giới hạn trên (giờ)		7,59

Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?
2	53	×
4	51,6	×
6	59,1	×

Bảng 18

Ví dụ thử nghiệm 18		
Nhiệt độ (°C)		20
Trạng thái thường của axit (N)		1,96
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		106
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?
72	45,9	×

Ví dụ thử nghiệm 19		
Nhiệt độ (°C)		30
Trạng thái thường của axit (N)		0,49
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		123
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?
72	41,7	×

Ví dụ thử nghiệm 20		
Nhiệt độ (°C)		40
Trạng thái thường của axit (N)		0,098
Thời gian phản ứng được tính toán		
Giới hạn dưới (giờ)		184
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?
96	45,7	×
168	51,2	×

Xử lý bằng axit bằng cách sử dụng axit sulfuric

Trong khi ví dụ 1 sử dụng axit clohydric làm chất xúc tác axit, tinh bột được xử lý bằng axit ở đây thu được tương tự như được mô tả trong ví dụ 1, ngoại trừ rằng

axit sulfuric được sử dụng thay thế cho axit clohydric, ở trạng thái thường của axit, nhiệt độ, và thời gian phản ứng được liệt kê trong Bảng 19. Kết quả được thể hiện trong Bảng 19.

Như thể hiện rõ ràng trên Bảng 19, tinh bột giàu tinh bột bền có hàm lượng tinh bột bền vượt quá 60% được sản xuất thành công, cũng bằng cách sử dụng axit sulfuric.

Bảng 19

Ví dụ thử nghiệm 21					
Axit		Axit sulfuric			
Nhiệt độ (°C)		50			
Trạng thái thường của axit (N)		0,97			
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
18	67,2	○	$2,2 \times 10^4$	4,9	7,9

Các trường hợp ví dụ thỏa mãn các yêu cầu (b), (c) và (d), nhưng không thỏa mãn (a)

Việc xử lý bằng axit được thực hiện theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1, ngoại trừ việc sử dụng trạng thái thường của axit, nhiệt độ và thời gian được liệt kê trong Bảng 20 (ví dụ thử nghiệm 22-24). Các điều kiện này nằm ngoài khoảng được xác định bởi biểu thức (1) mà xác định các điều kiện sản xuất tinh bột giàu tinh bột bền, theo hướng nhiệt độ cao hơn/nồng độ axit cao hơn. Hàm lượng tinh bột bền, đỉnh trọng lượng phân tử, độ phân tán trọng lượng phân tử, và entanpy gelatin hóa của các mẫu này được xác định.

Bảng 20

Ví dụ thử nghiệm 22			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		60	Giới hạn dưới (giờ)		0,34
Trạng thái thường của axit (N)		1,96	Giới hạn trên (giờ)		3,52
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
2	57,4	×	$8,7 \times 10^3$	4,9	4,1

Ví dụ thử nghiệm 23			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		70	Giới hạn dưới (giờ)		0,87

Trạng thái thường của axit (N)		0,25	Giới hạn trên (giờ)		22,42
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
2	56,4	×	$1,3 \times 10^4$	4,4	3,8

Ví dụ thử nghiệm 24			Thời gian phản ứng được tính toán		
Nhiệt độ (°C)		80	Giới hạn dưới (giờ)		0,59
Trạng thái thường của axit (N)		0,098	Giới hạn trên (giờ)		22,71
Thời gian phản ứng (giờ)	Hàm lượng RS (%)	Nằm trong khoảng của yêu cầu (a)?	Đỉnh trọng lượng phân tử	Độ phân tán trọng lượng phân tử	Entanpy gelatin hóa (J/g)
5	47,2	×	$1,1 \times 10^4$	3,7	4,1

Như thể hiện rõ ràng trên Bảng 20, các mẫu này thỏa mãn các yêu cầu (b), (c) và (d), nhưng không thỏa mãn yêu cầu (a). Do đó, cần hiểu rằng, để thu được tinh bột giàu tinh bột bền mà thỏa mãn các yêu cầu từ (a) đến (d), cần phải tiến hành xử lý bằng axit nằm trong khoảng nhiệt độ cụ thể và trạng thái thường của axit.

Đồ ăn được trộn với tinh bột giàu tinh bột bền

Ví dụ 8

Sản xuất bánh mì được trộn với tinh bột giàu tinh bột bền

Trong khi bánh mì được trộn với tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1 thu được theo tỷ lệ và phương pháp được liệt kê trong Bảng 21.

Ví dụ so sánh 16

Sản xuất bánh mì được trộn với tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn

Bánh mì được trộn với tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn được sản xuất tương tự như được mô tả trong ví dụ 8, ngoại trừ rằng tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn được minh họa trong ví dụ tham chiếu được sử dụng, thay thế cho tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1.

Ví dụ đối chứng 1

Sản xuất bánh mì không được trộn với tinh bột

Bánh mì không được trộn với tinh bột được sản xuất tương tự như được mô tả trong ví dụ 8, ngoại trừ rằng bột có gluten ở mức cao được sử dụng, thay thế cho tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1.

Bảng 21

	Tỷ lệ trộn (các phần theo trọng lượng)		
Trộn bột nhào xốp	Ví dụ đối chứng 1	Ví dụ 8	Ví dụ so sánh 16
Bột bánh mì	70	70	70
Chất tạo nhũ hóa	0,3	0,3	0,3
Nấm men	0,1	0,1	0,1
Nấm men thô	2	2	2
Nước	40	40	40
Trộn bột nhào lần cuối			
Bột bánh mì	30	10	10
Tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp của ví dụ 1	-	20	-
Tinh bột ngô có amyloza ở mức cao của ví dụ tham chiếu	-	-	20
Đường	5	5	5
Muối ăn	2	2	2
Chất tạo mỡ	6	6	6
Sữa bông kem	2	2	2
Nước	26	26	26
Tổng số	183,4	183,4	183,4

Xử lý bột nhào xốp	
Trộn	L3M1
Nhiệt độ sau khi trộn	24°C
Lên men	24°C, 4 giờ

Trộn lần cuối	
Trộn	L3M2H1↓L2M2H4
Nhiệt độ sau khi trộn	28°C
Thời gian sản	30 phút
Phân chia	220 g
Thời gian nghỉ	20 phút
Thử thách cuối cùng	38°C, 80%, 55 phút
Nướng bánh	nhiệt độ đỉnh 190°C, nhiệt độ đáy 220°C, 50 phút

Mỗi bánh mì thu được trong ví dụ 8, ví dụ so sánh 16 và ví dụ đối chứng 1 được nghiền bằng cách sử dụng máy chế biến thức ăn và làm khô qua đêm trong dòng không khí ở 40°C. Mỗi mẫu còn được nghiền tiếp bằng cách sử dụng máy nghiền, sàng qua sàng 60 mắt lưới, và hàm lượng tinh bột bền của nó được xác định

bởi phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02). Kết quả được thể hiện trong Bảng 22. Hàm lượng RS của bánh mì trước khi nướng và sau khi nướng thu được bằng cách trừ đi hàm lượng RS có thể là do bột lúa mì được xác định trong ví dụ đối chứng 1. Trong Bảng 22, và cả trong Bảng 24 và Bảng 26 được mô tả sau đây, tỷ lệ còn lại của tinh bột bền sau khi nướng (đun sôi) được tính toán bởi $[\text{Hàm lượng RS sau khi nướng (đun sôi)}]/[\text{Hàm lượng RS trước khi nướng (đun sôi)}] \times 100$ (tỷ lệ trọng lượng).

Bảng 22

	Hàm lượng RS trước khi nướng (%)	Hàm lượng RS sau khi nướng (%)	Tỷ lệ còn lại của RS sau khi nướng (%)
Ví dụ 8	12,8	13,8	108
Ví dụ so sánh 16	7,1	5,9	83

Như thể hiện rõ ràng trên Bảng 22, bánh mì được trộn với tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1 (ví dụ 8) được ghi nhận là không giảm hàm lượng tinh bột bền thậm chí sau khi nướng, cho thấy rằng bánh mì có hàm lượng tinh bột bền lớn hơn, khi được so với bánh mì được trộn với tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn (ví dụ so sánh 16), có thể được sản xuất.

Ví dụ 9

Sản xuất bánh kép được trộn với tinh bột giàu tinh bột bền

Trứng, đường mềm, bơ thực vật và sữa được trộn theo tỷ lệ trộn được liệt kê trong Bảng 23, và sàng bột bánh, tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1, bột nướng bánh được bổ sung vào và trộn nhẹ. Nướng hỗn hợp trên tấm kim loại nóng ở 160°C trong 5 phút đối với mặt thứ nhất và 3 phút đối với mặt thứ hai, để thu được theo cách này bánh kép được trộn với tinh bột giàu tinh bột bền.

Ví dụ so sánh 17

Sản xuất bánh kép được trộn với tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn

Bánh kép chứa tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn thu được tương tự với ví dụ 9, ngoại trừ rằng tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn được minh họa trong ví dụ thử nghiệm được trộn, thay thế cho tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1.

Ví dụ đối chứng 2

Sản xuất bánh kép không được bổ sung tinh bột

Bánh kép không được bổ sung tinh bột thu được tương tự với ví dụ 9, ngoại trừ rằng bột bánh được sử dụng thay thế cho tinh bột giàu tinh bột bên thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1.

Bảng 23

	Tỷ lệ trộn (các phần theo trọng lượng)		
	Ví dụ đối chứng 2	Ví dụ 9	Ví dụ so sánh 17
Bột bánh	100	80	80
Tinh bột giàu tinh bột bên thu được theo phương pháp của ví dụ 1	0	20	0
Tinh bột ngô có amyloza ở mức cao của ví dụ tham chiếu	0	0	20
Bột nướng bánh	3	3	3
Trứng	33	33	33
Đường mềm	17	17	17
Bơ thực vật	20	20	20
Sữa	89	89	89
Tổng số	262	262	262

Bánh kép thu được trong ví dụ 9, ví dụ so sánh 17 và ví dụ đối chứng 2 được nghiền bằng cách sử dụng máy chế biến thức ăn, và làm khô qua đêm trong dòng không khí ở 40°C. Mỗi mẫu còn được nghiền tiếp bằng cách sử dụng máy nghiền, sàng qua sàng 60 mắt lưới và hàm lượng tinh bột bên của nó được xác định bởi phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02). Hàm lượng RS được tính toán tương tự như được mô tả trong ví dụ 8 được thể hiện trong Bảng 24. Trong Bảng 24, hàm lượng RS trước khi nướng và sau khi nướng thu được bằng cách trừ đi hàm lượng RS có thể là do bột lúa mì được xác định trong ví dụ đối chứng 2.

Bảng 24

	Hàm lượng RS trước khi nướng (%)	Hàm lượng RS sau khi nướng (%)	Tỷ lệ phần còn lại của RS sau khi nướng (%)
Ví dụ 9	8,5	7,4	87
Ví dụ so sánh 17	4,9	3,7	76

Như thể hiện rõ ràng trên Bảng 24, bánh kép (ví dụ 9) được trộn với tinh bột

giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1 không được ghi nhận là giảm hàm lượng tinh bột bền nhiều sau khi nướng, cho thấy rằng bánh kép có hàm lượng tinh bột bền lớn hơn, khi được so với bánh kép được trộn với tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn (ví dụ so sánh 17), có thể được sản xuất.

Ví dụ 10

Sản xuất udon hoặc mì sợi lúa mì Nhật Bản, được trộn với tinh bột giàu tinh bột bền

Udon được sản xuất theo tỷ lệ được liệt kê trong Bảng 25, theo phương pháp được mô tả tiếp theo.

Phương pháp: Bột lúa mì và tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả được trộn bằng cách sử dụng máy chế biến thức ăn, thêm nước muối vào, trộn hỗn hợp trong 20 phút, được cho vào cán hỗn hợp và cắt (kiểu mép cắt=#10, độ dày của mì sợi =2,0 mm), đun sôi mì sợi thu được theo cách này trong nước sôi trong 8 phút và sau đó rửa dưới nước chảy trong 30 giây.

Ví dụ so sánh 18

Sản xuất udon hoặc mì sợi lúa mì Nhật Bản được trộn với tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn

Udon được trộn với tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn được sản xuất tương tự với ví dụ 10, ngoại trừ rằng tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn được minh họa trong ví dụ tham chiếu được sử dụng thay thế cho tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1.

Ví dụ đối chứng 3

Sản xuất udon hoặc mì sợi lúa mì Nhật Bản không được bổ sung tinh bột

Udon không được trộn với tinh bột thu được tương tự với ví dụ 10, ngoại trừ rằng bột lúa mì được sử dụng thay thế cho tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1.

Bảng 25

	Tỷ lệ trộn (các phần theo trọng lượng)		
	Ví dụ đối chứng 3	Ví dụ 10	Ví dụ so sánh 18
Bột lúa mì	100	80	80
Tinh bột giàu tinh bột bền thu được	0	20	0

theo phương pháp của ví dụ 1			
Tinh bột ngô có amyloza ở mức cao của ví dụ tham chiếu	0	0	20
Muối ăn	2,3	2,3	2,3
Nước	40	40	40
Tổng số	142,3	142,3	142,3

Mỗi udon trước khi đun sôi và sau khi đun sôi, thu được trong ví dụ 10, ví dụ so sánh 18 và Đối chứng 3, được băm nhỏ, được bổ sung hai lần thể tích axeton và nghiền bằng cách sử dụng dụng cụ làm đồng nhất. Cho phép hỗn hợp đứng yên, loại bỏ dịch nổi, phần còn lại được bổ sung tiếp với hai lần thể tích axeton và được làm đồng nhất để theo cách này khử nước udon. Udon được khử nước theo cách này được làm khô trong dòng không khí và được nghiền tiếp, sàng qua sàng 60 mắt lưới và hàm lượng tinh bột bền của nó được xác định bởi phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02). Hàm lượng RS được tính toán tương tự như được mô tả trong ví dụ 8 được thể hiện trong Bảng 26. Trong Bảng 26, hàm lượng RS trước khi đun sôi và sau khi đun sôi thu được bằng cách trừ đi hàm lượng RS có thể là do bột lúa mì được xác định trong ví dụ đối chứng 3.

Bảng 26

	Hàm lượng RS trước khi đun sôi (%)	Hàm lượng RS sau khi đun sôi (%)	Tỷ lệ phần còn lại của RS (%)
Ví dụ 10	13,5	13,8	102
Ví dụ so sánh 18	7,4	6,5	88

Đã được xác nhận từ Bảng 26 rằng udon được trộn với tinh bột giàu tinh bột bền thu được theo phương pháp được mô tả trong ví dụ 1 (ví dụ 10) được ghi nhận là duy trì nồng độ hàm lượng tinh bột bền ở mức cao thậm chí sau khi đun sôi, cho thấy rằng udon có hàm lượng tinh bột bền lớn hơn, khi được so với udon được trộn với tinh bột ngô có amyloza ở mức cao nguyên vẹn (ví dụ so sánh 18), có thể được sản xuất.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tinh bột giàu tinh bột bền, trong đó tinh bột này thỏa mãn các yêu cầu (a), (b), (c) và (d) dưới đây:

(a) có hàm lượng tinh bột bền (resistant starch) là 60% hoặc lớn hơn được xác định bởi phương pháp AOAC 2002.02 (AOAC Official Method 2002.02);

(b) có đỉnh trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 6×10^3 hoặc lớn hơn đến 4×10^4 hoặc nhỏ hơn;

(c) có độ phân tán trọng lượng phân tử nằm trong khoảng từ 1,5 hoặc lớn hơn đến 6,0 hoặc nhỏ hơn; và

(d) có entanpy gelatin hóa nằm trong khoảng từ 50°C đến 130°C là 10 J/g hoặc nhỏ hơn được xác định bằng cách quét nhiệt vi sai (differential scanning calorimetry).

2. Tinh bột giàu tinh bột bền theo điểm 1, trong đó hàm lượng tinh bột bền sau khi được gia nhiệt ở 200°C trong 20 phút là 60% hoặc lớn hơn.

3. Tinh bột giàu tinh bột bền theo điểm 1 hoặc 2, trong đó tinh bột này có thể thu được bằng cách sử dụng tinh bột giàu amyloza có hàm lượng amyloza là 40% hoặc lớn hơn làm nguyên liệu thô và xử lý nguyên liệu thô này bằng axit trong dung dịch axit vô cơ trong nước.

4. Tinh bột giàu tinh bột bền theo điểm 3, trong đó việc xử lý bằng axit được thực hiện trong ba ngày hoặc ngắn hơn.

5. Tinh bột giàu tinh bột bền theo điểm 3 hoặc 4, trong đó việc xử lý bằng axit được thực hiện dưới các điều kiện phản ứng được xác định bởi các biểu thức tương quan (1) và (2) dưới đây:

$$(5,54 \times (4,20)^{(T-40)/10})^{(-0,879)} \leq C < -0,000016 \times T^3 + 0,00068 \times T^2 - 0,028 \times T + 4,3 \quad (1)$$

$$13,0 \times C^{(-1,14)} \times (1/4,2)^{(T-40)/10} \leq t \leq 180 \times C^{(-1,58)} \times (1/4,2)^{(T-40)/10} \quad (2)$$

trong đó, trong các biểu thức (1) và (2), T: nhiệt độ phản ứng (°C), C: trạng thái thường (N) của axit vô cơ trong dung dịch axit vô cơ trong nước và t: thời gian phản ứng (giờ).

6. Đồ uống chứa tinh bột giàu tinh bột bền theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1

đến 5.

7. Đồ ăn chứa tinh bột giàu tinh bột bền theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

8. Phương pháp sản xuất tinh bột giàu tinh bột bền theo điểm 1, trong đó phương pháp này bao gồm bước xử lý tinh bột giàu amyloza có hàm lượng amyloza là 40% hoặc lớn hơn để sử dụng làm nguyên liệu thô bằng axit trong dung dịch axit vô cơ trong nước,

trong đó bước xử lý bằng axit được thực hiện dưới các điều kiện được xác định bởi các biểu thức tương quan (1) và (2) dưới đây:

$$(5,54 \times (4,20)^{(T-40)/10})^{(-0,879)} \leq C \leq -0,000016 \times T^3 + 0,00068 \times T^2 - 0,028 \times T + 4,3 \quad (1)$$

$$13,0 \times C^{(-1,14)} \times (1/4,2)^{(T-40)/10} \leq t \leq 180 \times C^{(-1,58)} \times (1/4,2)^{(T-40)/10} \quad (2)$$

trong đó, trong các biểu thức (1) và (2), T: nhiệt độ phản ứng (°C), C: trạng thái thường (N) của axit vô cơ trong dung dịch axit vô cơ trong nước và t: thời gian phản ứng (giờ).

9. Phương pháp sản xuất theo điểm 8, trong đó bước xử lý axit được thực hiện trong ba ngày hoặc ngắn hơn.

FIG. 1

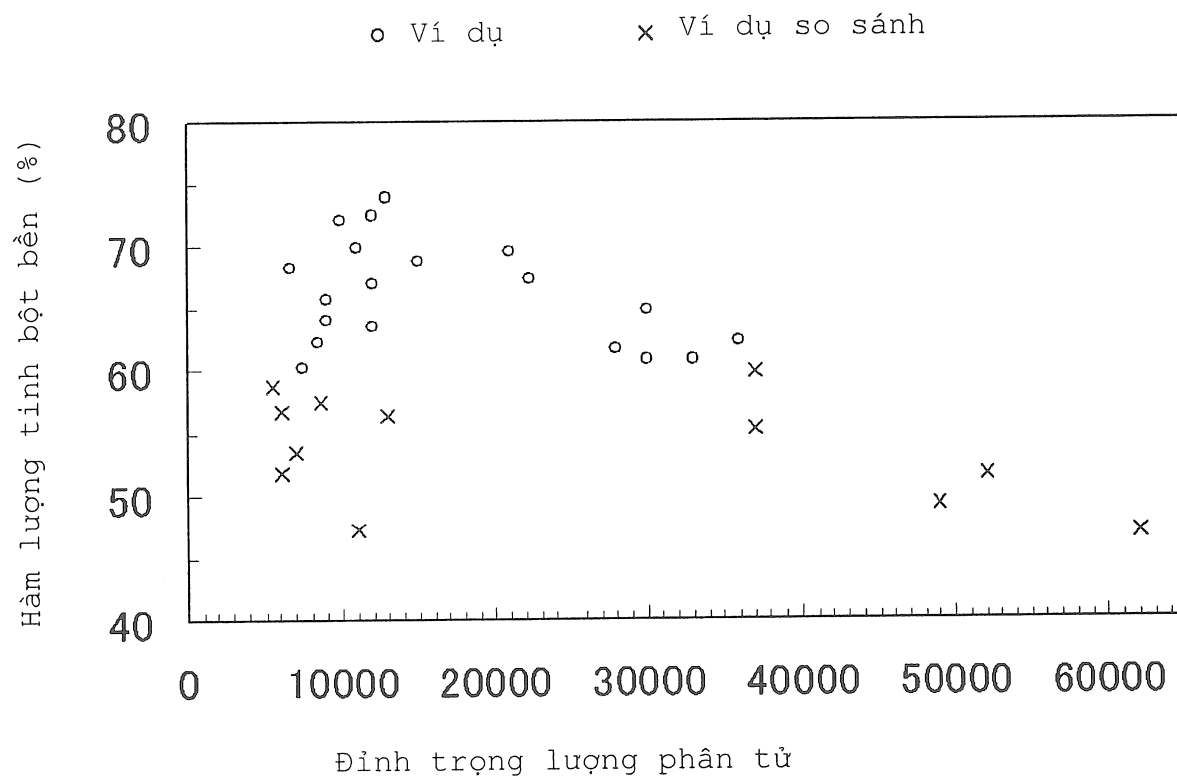


FIG. 2

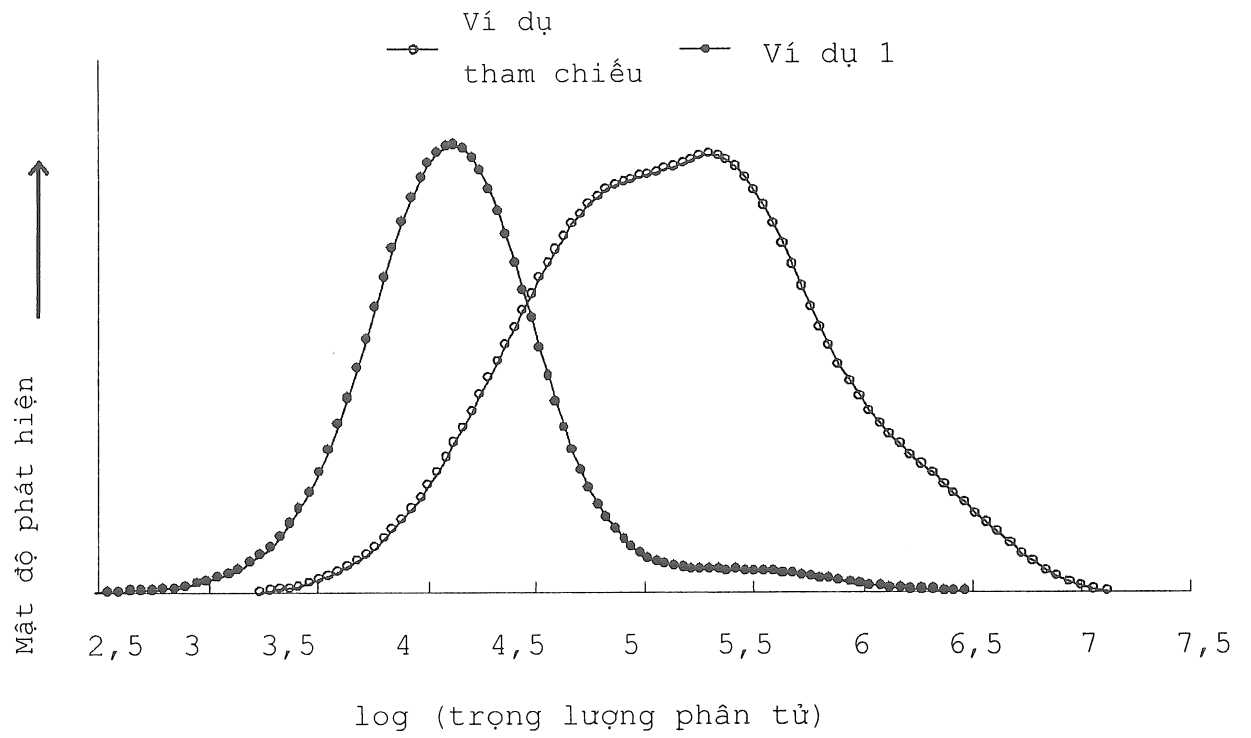


FIG. 3

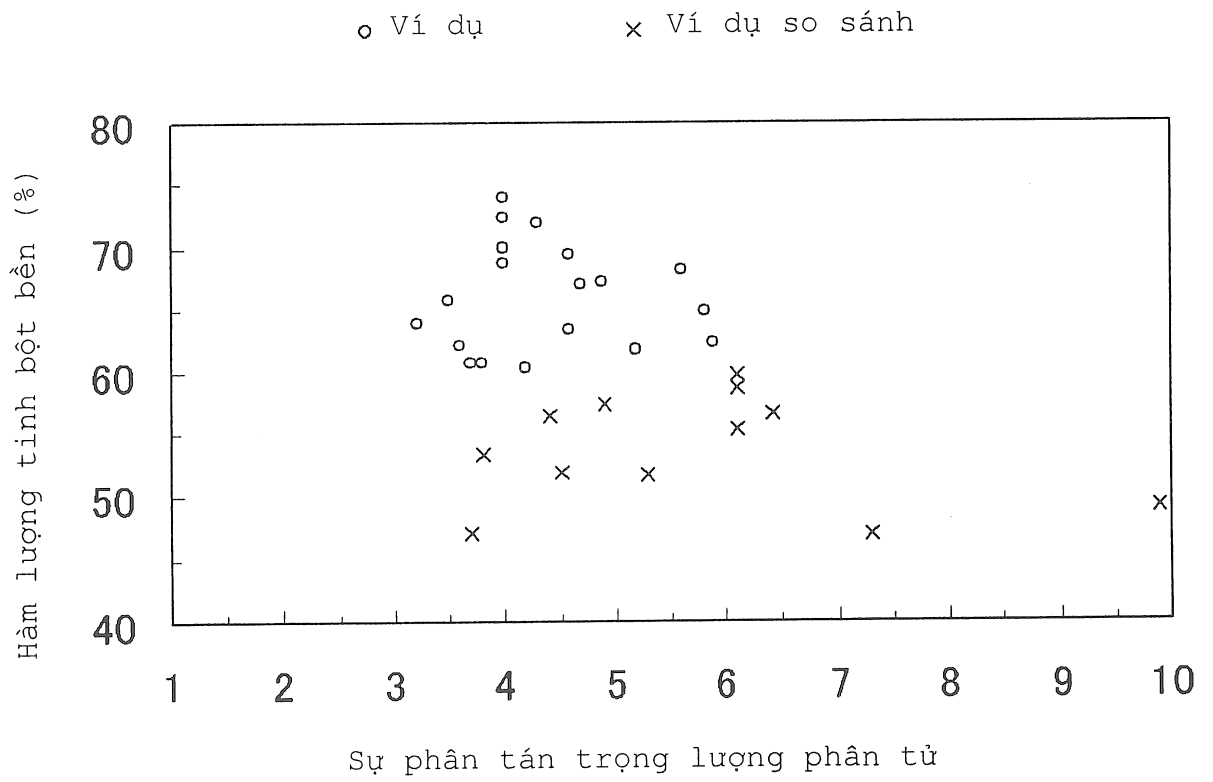


FIG. 4

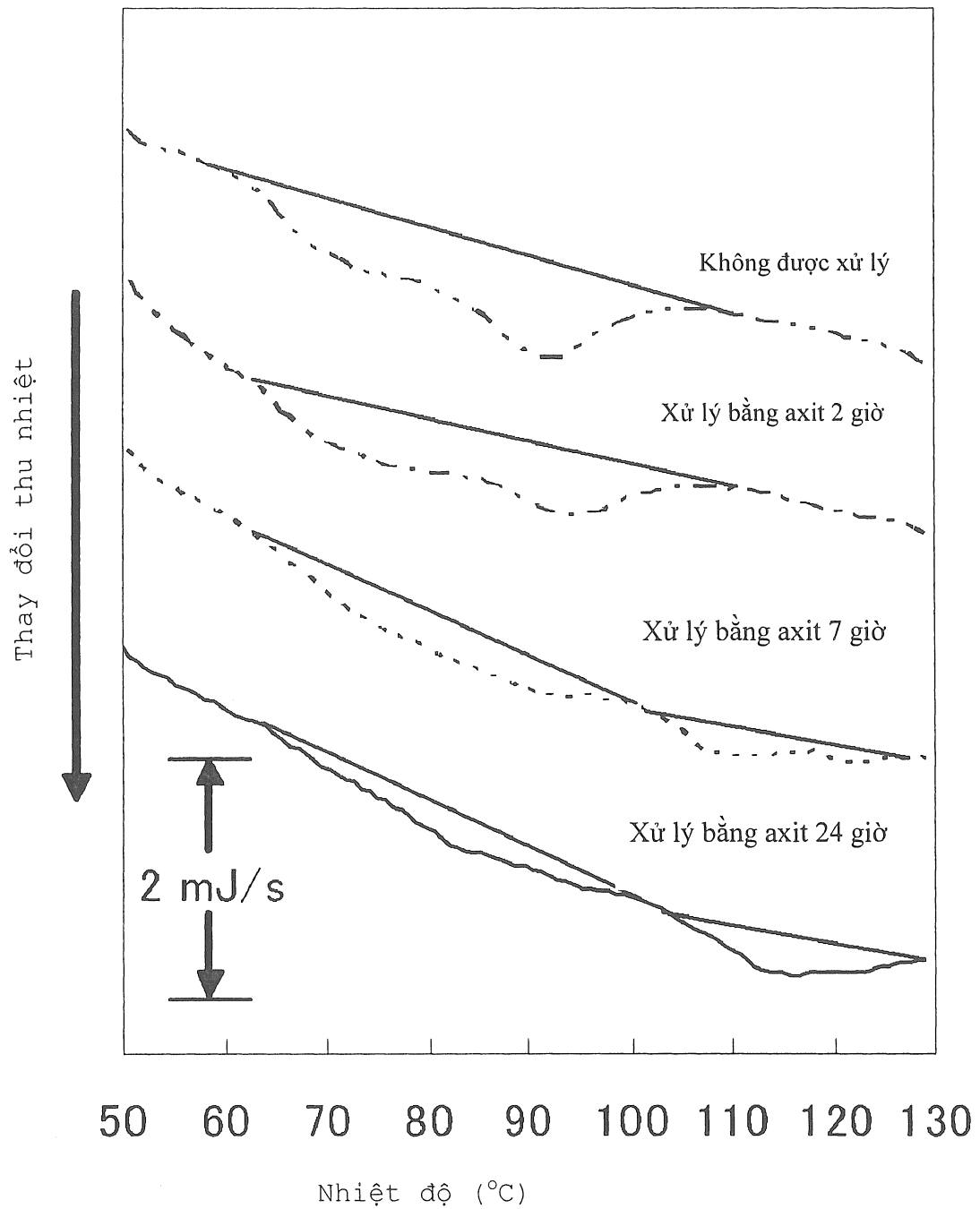


FIG. 5

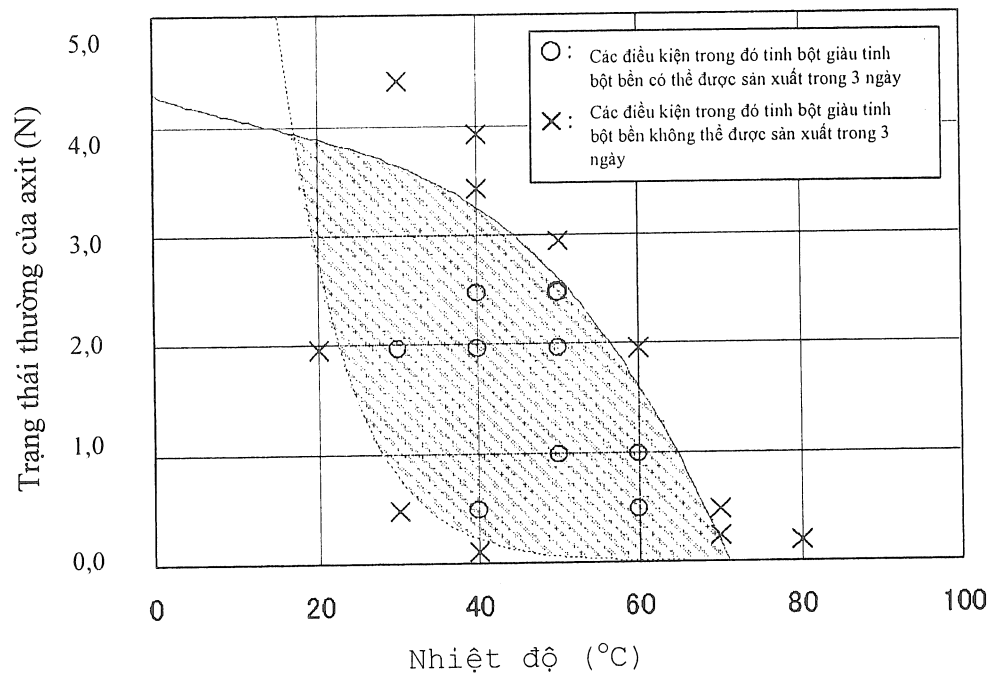


FIG. 6

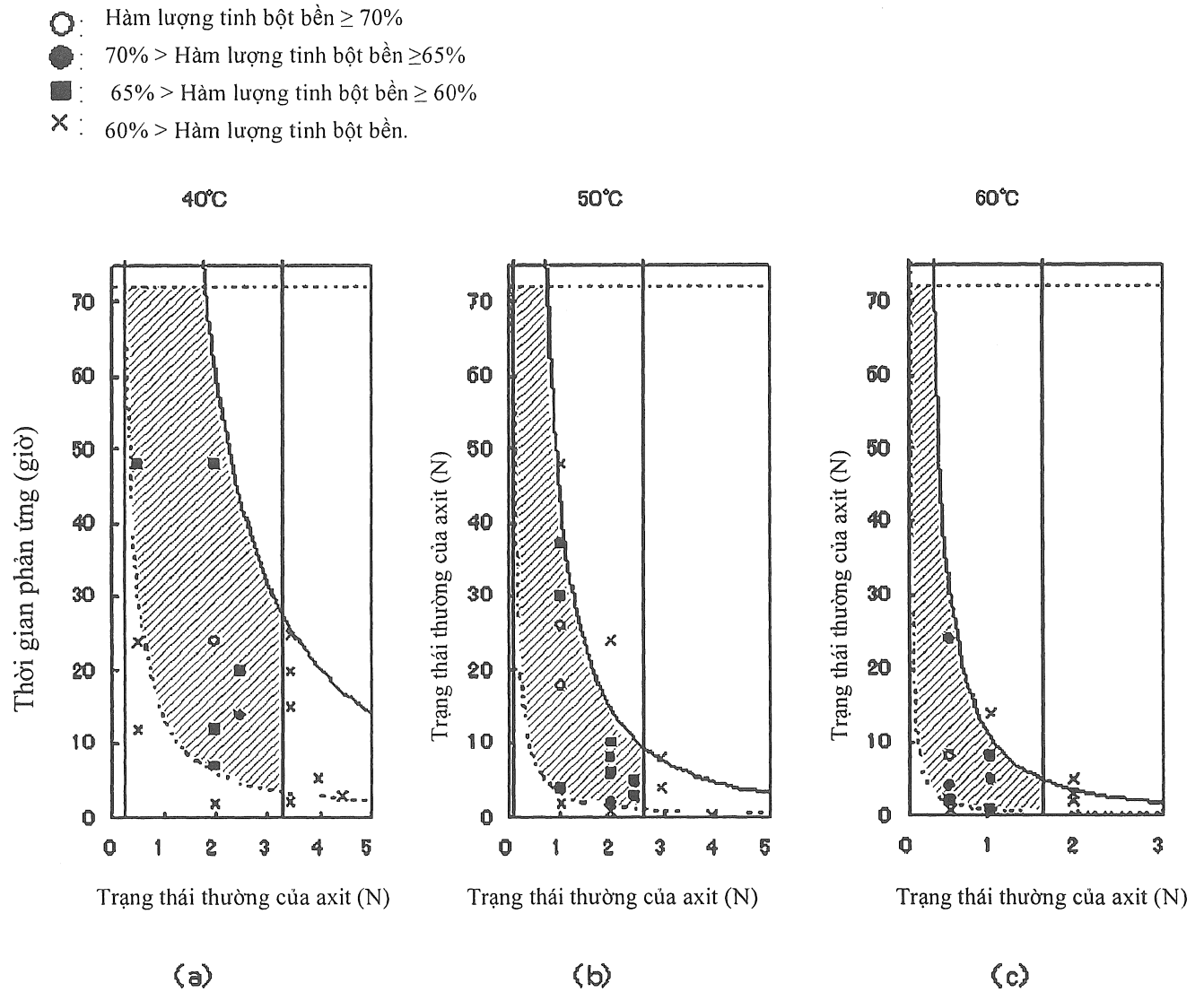


FIG. 7

