



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 603 13 073 T2 2008.01.03**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 362 517 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **603 13 073.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **03 009 860.2**

(96) Europäischer Anmeldetag: **14.05.2003**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **19.11.2003**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **11.04.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **03.01.2008**

(51) Int Cl.⁸: **A23L 1/0522 (2006.01)**

A23L 1/09 (2006.01)

C08B 30/00 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

145302 14.05.2002 US

(73) Patentinhaber:

National Starch and Chemical Investment Holding Corporation, New Castle, Del., US

(74) Vertreter:

Meissner, Bolte & Partner, 20095 Hamburg

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LI, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR

(72) Erfinder:

Shi, Yong-cheng, Hillsborough, New Jersey 08844, US; Cui, Xiaoyuan, Belle Mead, New Jersey 08502, US; Birkett, Anne M., Somerville, New Jersey 08876, US; Thatcher, Michael G., Bridgewater, New Jersey 08807, US

(54) Bezeichnung: **Langsam verdauliches Stärkeprodukt**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein langsam verdauliches Stärkeprodukt, das durch enzymatisches Entzweigen von Stärken mit niedrigem Amylosegehalt und Kristallisierenlassen der resultierenden linearen kurzen Ketten zu einer hochkristallinen Form hergestellt wird.

[0002] Stärke ist in der typisch amerikanischen Ernährung eine Hauptenergiequelle. Raffinierte Stärken werden meist gekocht gegessen und haben in dieser Form im Allgemeinen einen hohen glykämischen Index, werden schnell und substantiell verdaut. Einige raffinierte Stärken sind gegenüber einer Hydrolyse im Dünndarm resistent, so dass die Stärke nicht substantiell abgebaut wird, bis sie den Dickdarm erreicht, wo sie von dort ansässigen Mikroorganismen verwendet wird (resistente Stärke = Reststärke).

[0003] US-A-5 409 726 offenbart eine Stärkezusammensetzung, ein Nahrungsmittelprodukt, das die Stärkezusammensetzung umfasst, und ein Verfahren zum Erhalt der Stärkezusammensetzung, das ein Entzweigen einer Wachsmaisstärke involviert. Die Merkmale des Verfahrens dieses Dokuments sind 100% entzweigte Wachsmaisstärke, eine Enthalpie von 26-28 J/g, ein Schmelzpunkt von über 75 °C, die Verwendung von Isoamylase und ein Kristallisationsschritt.

[0004] Es wurde ein Bedarf für langsam verdauliche Stärke erkannt, nämlich für eine, die den Konsumenten über einen langen Zeitraum mit Glucose versorgt. Solche langsam verdauliche Stärke wäre demnach sowohl für Nahrungsmittel- als auch für Arzneimittelanwendungen nützlich.

[0005] Solche langsam verdauliche Stärke wäre ein ausgezeichnetes Kohlenhydrat zur Verwendung in Nahrungsmitteln, einschließlich Lebensmittel für Personen, die an besonderen Krankheiten leiden, und Nahrungsergänzungsmittel, sowohl für diabetische als auch für prediabetische Personen. Eine derartige langsam verdauliche Stärke wäre auch für gesunde Personen nützlich, die ihre Glucosereaktion moderieren möchten oder eine anhaltende Energiefreisetzung über den Verzehr von Nahrungsmitteln erreichen möchten.

[0006] Eine Suche in der Literatur zeigt eine Rolle für langsam verdauliche Stärken in der Gesundheit als Resultat einer Glucosefreisetzung über einen längeren Zeitraum an. Die Forschung legt nahe, dass gesundheitsbezogene Vorzüge eine erhöhte Satttheit für längere Zeiträume (d.h. zur Verwendung beim Gewichtsmanagement), anhaltende Energiefreisetzung (d.h. für Erhöhung der sportlichen Leistungsfähigkeit einschließlich Training) und Verbesserung bei der Aufrechterhaltung der Konzentration und des Gedächtnisses einschließen.

[0007] Solche langsam verdaulichen Stärken könnten auch als Arzneimittel bzw. Wirkstoffe nützlich sein, zum Beispiel zur Verringerung des Risikos der Entwicklung von Diabetes. Darüber hinaus können die langsam verdaulichen Stärken auch für die Behandlung von Hyperglykämie, Insulinresistenz, Hyperinsulinämie, Dyslipidämie und Dysfibrinolyse einsetzbar sein. Sie können auch zur Behandlung von Fettleibigkeit verwendbar sein.

[0008] Überraschenderweise wurde nun entdeckt, dass eine langsam verdauliche Stärke hergestellt werden kann, indem Stärken mit niedrigem Amylosegehalt enzymatisch entzweigt werden.

[0009] Die vorliegende Erfindung ist auf eine Stärkezusammensetzung gerichtet, hergestellt aus konvertierter Stärke mit niedrigem Amylosegehalt, die kristalline lineare α -Glucane umfasst, gekennzeichnet durch:

- a) wenigstens 20% langsam verdauliche Stärke;
- b) weniger als 60% schnell verdauliche Stärke;
- c) eine Schmelzpunkttemperatur, T_p , wie sie durch DSC gemessen wird, von wenigstens 70 °C; und
- d) eine Enthalpie, ΔH , wie sie durch DSC gemessen wird, von wenigstens 25 J/g, wobei die Zusammensetzung wenigstens 90% entzweigt ist;
- e) wobei wenigstens 50% innerhalb von zwei Stunden verdaut werden, wie es nach Englyst et al., Eur. J. Clin. Nutr. 46, S. 33-50 (1992), gemessen wird; und

wobei die Stärke mit niedrigem Amylosegehalt nicht mehr als 10 Gew.-% Amylose umfasst, die schnell verdauliche Stärke eine Stärke oder Teile derselben umfasst, die in 20 Minuten Verdauung verdaut wird, und die langsam verdauliche Stärke eine Stärke oder eine Fraktion derselben umfasst, die weder schnell verdauliche Stärke noch Reststärke ist.

[0010] Die langsam verdaulichen Stärken stellen eine anhaltende Energiefreisetzung mit niedrigem glykämischen Index bereit.

[0011] Wie oben angegeben wurde, soll der Ausdruck "schnell verdauliche Stärke" eine Stärke oder Teile davon bezeichnen, die innerhalb von 20 Minuten Verdauung verdaut ist/sind.

[0012] Wie oben angegeben wurde, soll der Ausdruck "resistente Stärke" bzw. "Reststärke" eine Stärke oder eine Fraktion derselben bezeichnen, die nicht im Dünndarm verdaut wird, wie es von Englyst et al. beschrieben ist (Englyst et al., European Journal of Clinical Nutrition, 1992, 46, S. 33-S. 50).

[0013] Wie oben angegeben wurde, soll der Ausdruck "langsam verdauliche Stärke" eine Stärke oder eine Fraktion derselben bezeichnen, die weder rasch verdauliche Stärke noch Reststärke ist, wie es von Englyst et al., 1992 beschrieben ist (Englyst et al., European Journal of Clinical Nutrition, 1992, 46, S. 33-S. 50).

[0014] Wie der Ausdruck "kurzkettige Amylose" hierin verwendet wird, bezieht er sich auf lineare Polymere, die von 5 bis 65 Anhydroglucose-Einheiten durch alpha-1,4-D-Glucosid-Bindungen verknüpft enthalten.

[0015] Vollständig oder komplett entzweigte Stärke, wie der Ausdruck hierin verwendet wird, soll eine Stärke bezeichnen, die theoretisch 100 Gew.-% kurzkettige Amylose umfasst, und in der Praxis eine solche, die so hoch entzweigt ist, dass weitere Enzymaktivität keine messbare Änderung im prozentualen Gehalt an kurzkettiger Amylose erzeugt.

[0016] Glykämischer Index, wie der Ausdruck hierin verwendet wird, soll die inkrementale Fläche unter der Blutglucose-Reaktionskurve einer 50 g-Kohlenhydratportion eines Testnahrungsmittels, ausgedrückt als Prozentwert der Reaktion auf dieselbe Menge an Kohlenhydrat aus einem Standardnahrungsmittel, die von derselben Person aufgenommen wurde, bezeichnen. Typischerweise wird Kohlenhydrat auf einer verfügbaren Basis und entweder Weißbrot oder Glucose als Standardnahrungsmittel verwendet. Siehe Carbohydrates in human nutrition, FAO Food and Nutrition Paper 66, Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rom 14.-18. April 1997.

[0017] Wie oben angegeben ist, ist die vorliegende Erfindung auf eine Stärkezusammensetzung gerichtet, hergestellt aus konvertierter Stärke mit niedrigem Amylosegehalt, die kristalline lineare α -Glucane umfasst, gekennzeichnet durch:

- a) wenigstens 20% langsam verdauliche Stärke;
- b) weniger als 60% schnell verdauliche Stärke;
- c) eine Schmelzpunkttemperatur, T_p , wie sie durch DSC gemessen wird, von wenigstens 70 °C; und
- d) eine Enthalpie, ΔH , wie sie durch DSC gemessen wird, von wenigstens 25 J/g, wobei die Zusammensetzung wenigstens 90% entzweigt ist;
- e) wobei wenigstens 50% innerhalb von zwei Stunden verdaut werden, wie es nach Englyst et al., Eur. J. Clin. Nutr. 46, S. 33-50 (1992), gemessen wird; und

wobei die Stärke mit niedrigem Amylosegehalt nicht mehr als 10 Gew.-% Amylose umfasst, die schnell verdauliche Stärke eine Stärke oder Teile derselben umfasst, die in 20 Minuten Verdauung verdaut wird/werden, und die langsam verdauliche Stärke eine Stärke oder eine Fraktion derselben umfasst, die weder schnell verdauliche Stärke noch Reststärke ist.

[0018] Demnach bezieht sich die Erfindung auf ein langsam verdauliches Stärkeprodukt, hergestellt durch enzymatische Entzweigung von Stärken mit niedrigem Amylosegehalt und Kristallisierenlassen der resultierenden linearen kurzen Ketten zu einer hochkristallinen Form. Die langsam verdaulichen Stärken stellen eine anhaltende Energiefreisetzung mit einem niedrigen glykämischen Index bereit.

[0019] Stärke, wie der Ausdruck hierin verwendet wird, soll alle Stärken umfassen, die von einer beliebigen nativen Quelle abgeleitet sind, von denen jede zur Verwendung hierin geeignet sein kann. Eine native Stärke, wie der Ausdruck hierin verwendet wird, ist eine, wie sie in der Natur gefunden wird. Auch geeignet sind Stärken, die von einer Pflanze stammen, welche durch Standardzüchtungstechniken, einschließlich Kreuzzüchtung, Translokation, Inversion, Transformation oder ein anderes Verfahren der Gen- oder Chromosomen-Manipulation unter Einschluss von Variationen davon erhalten wurde. Außerdem sind hier auch Stärken geeignet, die von einer Pflanze stammen, welche aus künstlichen Mutationen und Variationen der obigen generischen Zusammensetzung, die durch bekannte Standardverfahren der Mutationszüchtung erzeugt werden kann, gewachsen ist.

[0020] Typische Quellen für die Stärken sind Getreide, Knollen, Wurzeln, Leguminosen und Früchte. Die native Quelle kann eine Wachsvarietät von Mais (Maize), Erbse, Kartoffel, Süßkartoffel, Banane, Gerste, Weizen,

Reis, Hafer, Sago, Amaranth, Tapioca (Cassava), Pfeilwurz, Canna und Sorghum sein, insbesondere Mais, Kartoffel, Cassava und Reis. Wie der Ausdruck "Wachs-" oder "mit niedrigem Amylosegehalt" hierin verwendet wird, soll er eine Stärke umfassen, die nicht mehr als 10 Gew.-% Amylose enthält. In der Erfindung besonders geeignet sind solche Stärken, die nicht mehr als 5 Gew.-% Amylose enthalten.

[0021] Die Stärke wird enzymatisch unter Verwendung von Techniken entzweigt, die auf dem Fachgebiet bekannt sind. Geeignete Enzyme sind Isoamylase und andere endo-alpha-1,6-D-Glucanohydrolasen, die fähig sind, den gewünschten Entzweigungsgrad zu erreichen.

[0022] Die Menge an Enzym, die verwendet wird, hängt von der Enzymquelle und der Enzymaktivität und dem Basismaterial, die verwendet werden, ab. Typischerweise wird das Enzym in einer Menge von 0,05 bis 2,0 Gew.-%, vorzugsweise von 0,2 bis 0,5 Gew.-%, bezogen auf die Stärke, verwendet.

[0023] Die optimalen Parameter für die Enzymaktivität werden in Abhängigkeit von dem verwendeten Enzym variieren. Die Rate des enzymatischen Abbaus hängt von Faktoren ab, die auf dem Fachgebiet bekannt sind, einschließlich des Enzymtyps und der Enzymkonzentration, der Substratkonzentration, pH, Temperatur, Vorliegen oder Abwesenheit von Inhibitoren, und Grad und Typ der Modifizierung, wenn eine vorliegt. Diese Parameter können eingestellt werden, um die Verdaurrate der Stärkegrundlage zu optimieren.

[0024] Die Stärke wird vor der Entzweigung durch ein Enzym unter Verwendung von Techniken, die auf dem Fachgebiet bekannt sind, gelatinisiert. Techniken, die auf dem Fachgebiet bekannt sind, umfassen solche, die zum Beispiel in US-Patent Nr. 4 465 702, 5 037 929, 5 131 953 und 5 149 799 offenbart sind. Siehe auch Kapitel XXII- "Production and Use of Pregelatinized Starch", Starch: Chemistry and Technology, Bd. III- Industrial Aspects, R. L. Whistler und E. F. Paschall, Herausg. Academic Press, New York, 1967. Der Gelatinierungsprozess entfaltet die Stärkemoleküle aus der granulären bzw. körnigen Struktur, wodurch das Enzym leichter und einheitlicher die Stärkemoleküle abbauen kann.

[0025] Im Allgemeinen wird die Enzymbehandlung in einer wässrigen oder gepufferten Aufschlammung bei einer Konzentration der Stärkefeststoffe von 10 bis 40%, abhängig von der Basisstärke, die behandelt wird, durchgeführt. Eine Feststoffkonzentration von etwa 15 bis 35% ist besonders nützlich, von 18 bis 30% ist in der vorliegenden Erfindung noch nützlicher. In einer Alternative kann das Verfahren ein an einem festen Träger immobilisiertes Enzym verwenden.

[0026] Typischerweise wird der enzymatische Abbau bzw. der Abbau durch Enzym bei dem höchstmöglichen Feststoffgehalt ohne Verringerung der Reaktionsgeschwindigkeiten durchgeführt, um eine gewünschte anschließende Trocknung der Stärkezusammensetzung zu erleichtern. Reaktionsraten können durch hohe Feststoffgehalte verringert werden, da ein Rühren schwierig oder ineffektiv wird, und die Stärkedispersion schwieriger zu handhaben wird.

[0027] Der pH und die Temperatur der Aufschlammung sollten unter Bereitstellung einer wirksamen enzymatischen Hydrolyse eingestellt werden. Diese Parameter sind von dem zu verwendenden Enzym abhängig und sind auf dem Fachgebiet bekannt. Im Allgemeinen wird eine Temperatur von 25 bis 70 °C verwendet, insbesondere von 50 bis 60 °C. Im Allgemeinen wird der pH auf 3,0 bis 6,0, insbesondere von 3,5 bis 4,5, eingestellt, wobei Techniken eingesetzt werden, die auf dem Fachgebiet bekannt sind.

[0028] Die enzymatische Reaktion wird fortgesetzt, bis eine langsam verdauliche Stärke erhalten ist. Im Allgemeinen wird die Enzymreaktion 1 bis 24 Stunden, insbesondere 4 bis 12 Stunden, in Anspruch nehmen. Die Zeit der Reaktion ist von dem verwendeten Stärketyp, dem Typ und der Menge an Enzym, die verwendet werden, und den Reaktionsparametern wie prozentualer Feststoffgehalt, pH und Temperatur, abhängig.

[0029] Der Hydrolysegrad kann überwacht und definiert werden, indem die Konzentration an reduzierenden Gruppen, die durch alpha-1,6-D-Glucanohydrolase-Aktivität freigesetzt werden, durch Verfahren, die auf dem Fachgebiet gut bekannt sind, gemessen wird. Andere Techniken, zum Beispiel Überwachung der Änderung der Viskosität, Iodreaktion oder die Änderung beim Molekulargewicht, können verwendet werden, um den Reaktionsendpunkt zu definieren. Wenn die Stärke vollständig entzweigt ist, wird sich die überwachte Messung nicht weiter ändern. Die resultierende Stärke muss wenigstens 90%, insbesondere wenigstens 95%, bevorzugter wenigstens 98%, am bevorzugtesten wenigstens 99 %, entzweigt sein. Die entzweigte Stärke wird typischerweise weniger als etwa 0,2%, insbesondere weniger als etwa 0,1% alpha-1,6-D-glucosidische Bindungen (Verknüpfungen) haben.

[0030] Gegebenenfalls kann das Enzym durch eine beliebige Technik, die auf dem Fachgebiet bekannt ist, zum Beispiel Hitze-, Säure- oder Basendesaktivierung, desaktiviert (denaturiert) werden. Beispielsweise kann eine Säuresdesaktivierung erreicht werden, indem der pH für wenigstens 30 Minuten auf kleiner als 3,0 eingestellt wird, oder eine Hitzedesaktivierung kann erreicht werden, indem die Temperatur auf 80 bis 90 °C erhöht wird, und diese Temperatur für wenigstens 20 Minuten gehalten wird, um das Enzym vollständig zu desaktivieren.

[0031] Die Stärke kann auch weiter modifiziert werden, und zwar entweder vor oder nach der enzymatischen Hydrolyse. Eine Modifikation kann eine physikalische, enzymatische oder chemische Modifizierung sein. Eine physikalische Modifizierung schließt Scherbehandlung oder thermische Inhibierung, zum Beispiel durch das in US-A-5 725 676 beschriebene Verfahren, ein.

[0032] Eine chemische Modifizierung beinhaltet ohne Beschränkung Vernetzung, Acetylierung und organische Veresterung, Hydroxyalkylierung, Phosphorylierung und anorganische Veresterung, kationische, anionische, nichtionische und zwitterionische Modifikationen und Succinierung. Solche Modifizierungen sind auf dem Fachgebiet bekannt, zum Beispiel aus Modified Starches: Properties and Uses, Herausg. Wurzburg, CRC Press, Inc., Florida (1986).

[0033] Die Stärken sind konvertiert und sollen Fluiditäts- oder dünn siedende Stärken umfassen, die durch Oxidation, Säurehydrolyse, enzymatische Hydrolyse, Hitze- und/oder Säuredextrinierung, hergestellt werden. Diese Verfahren sind auf dem Fachgebiet gut bekannt.

[0034] Es kann eine beliebige Basisstärke bzw. Stärkegrundlage, die geeignete Eigenschaften zur Verwendung hierin hat, durch ein beliebiges Verfahren, das auf dem Fachgebiet bekannt ist, gereinigt werden, um Stärke-off-Flavor und Farben zu entfernen, die für das Polysaccharid nativ sind oder während einer Verarbeitung erzeugt werden. Geeignete Reinigungsverfahren zur Behandlung von Stärken werden in der Patentfamilie offenbart, die durch EP-A-554 818 repräsentiert wird. Alkaliwaschtechniken sind ebenfalls einsetzbar und werden in der Patentfamilie beschrieben, die durch US-A-4 477 480 und US-A-5 187 272 repräsentiert werden. Die entzweigte Stärke kann ebenfalls unter Verwendung dieses Verfahrens gereinigt werden.

[0035] Die resultierende Lösung wird typischerweise auf den gewünschten pH entsprechend ihrer vorgesehenen Endverwendung eingestellt. Im Allgemeinen wird der pH auf 3,0 bis 6,0, insbesondere 3,5 bis 4,5, eingestellt, und zwar durch Techniken, die auf dem Fachgebiet bekannt sind. Darüber hinaus kann kurzkettige Amylose, die aus der Stärkedispersion präzipitiert ist, redispersiert werden. Wenn eine Reinigung der entzweigten Stärkezusammensetzung gewünscht wird, können Reaktion, Verunreinigungen und Nebenprodukte durch Dialyse, Filtration, Zentrifugation oder jedes andere Verfahren, das auf dem Fachgebiet zur Isolierung und Konzentrierung von Stärkezusammensetzungen bekannt ist, entfernt werden. Die abgebaute Stärke kann zum Beispiel unter Verwendung von Techniken, die auf dem Fachgebiet bekannt sind, um lösliche niedermolekulargewichtige Fraktionen zu entfernen, wie zum Beispiel Oligosaccharide, gewaschen werden, was in einer höherkristallinen Stärke resultiert.

[0036] Die entzweigte Stärke wird durch Verfahren, die auf dem Fachgebiet bekannt sind, kristallisieren gelassen, zum Beispiel indem die Stärke stehengelassen und retrogradiert wird. Die Stärke wird dann unter Verwendung von Verfahren, die auf dem Fachgebiet bekannt sind, gewonnen, insbesondere durch Filtration oder durch Trocknung, einschließlich Sprühtrocknung, Gefriertrocknung, Flash-Trocknung oder Lufttrocknung, bevorzugter durch Filtration oder Flash-Trocknung. Es ist wichtig, die Kristallisation zu kontrollieren, typischerweise durch Kontrolle der Retrogradation und Trocknung, um den hohen Kristallinitätsgrad zu erzielen, der für die vorliegende Erfindung essentiell ist. Es ist ferner von Bedeutung, dass das Trocknungsverfahren und andere Postkristallisationsverfahren im Wesentlichen die Kristalle nicht zerstören.

[0037] Die resultierende Stärke ist in der Form von hochkristalliner kurzkettiger Amylose aus der entzweigten Stärke und ist einzigartig funktionell als langsam verdauliche Stärke. Die Stärke wird durch eine Schmelzpunkttemperatur, T_p , wie sie durch DSC unter Anwendung des hierin unten beschriebenen Verfahrens gemessen wird, von wenigstens 70 °C, insbesondere wenigstens 80 °C, bevorzugter wenigstens 90 °C, und eine Enthalpie, ΔH , wie sie durch DSC unter Verwendung des unten beschriebenen Verfahrens gemessen wird, von wenigstens 25 J/g, insbesondere wenigstens 30 J/g, gekennzeichnet. Solche DSC-Werte sind für die hochkristalline Natur des Produkts indikativ.

[0038] Die entzweigte Stärke ist außerdem durch ein Dextroseäquivalent (DE) von wenigstens 5,0, insbesondere wenigstens 6,0, gekennzeichnet. Allerdings kann ein niedrigeres Dextroseäquivalent (zum Beispiel ein

DE von wenigstens 4,0) durch Änderung der Verfahrensbedingungen erreicht werden, insbesondere durch Entfernung der niedermolekulargewichtigen Hydrolyseprodukte. Ein Dextroseäquivalent, wie der Ausdruck hierin verwendet wird, soll die Reduktionskraft des Hydrolysats bezeichnen. Jedes Stärkemolekül hat ein reduzierendes Ende; daher ist DE umgekehrt proportional zum Molekulargewicht. Das DE von wasserfreier D-Glucose ist als 100 definiert und das DE von unhydrolysierter Stärke ist tatsächlich Null.

[0039] Die resultierende entzweigte Stärke ist dahingehend langsam verdaulich, dass sie eine anhaltende Digestion bzw. einen anhaltenden Verdau hat, insbesondere über wenigstens einen Zweistundenzeitraum, bevorzugter über wenigstens einen Vierstundenzeitraum, noch signifikanter etwa 6 Stunden nach Aufnahme verdaut ist. Insbesondere werden weniger als 60%, bevorzugter weniger als 50%, besonders bevorzugt weniger als 30%, in den ersten 20 Minuten nach Verzehr und wenigstens 20%, insbesondere wenigstens 30 %, in zwischen 20 Minuten und 2 Stunden nach Verzehr verdaut, wie es unter Verwendung des unten beschriebenen Verdauungsverfahrens gemessen wird. Zusätzlich werden wenigstens 50%, insbesondere wenigstens 60%, innerhalb von 2 Stunden nach Verzehr verdaut. Die Stärkedigestion bzw. die Stärkeverdauung hält typischerweise über 2 Stunden hinaus an.

[0040] Stärke kann in ihrem rohen Zustand verzehrt werden, wird typischerweise aber nach Verarbeitung unter Bedingungen hoher oder niedriger Feuchtigkeit verzehrt. Daher soll die Erfindung solche Stärken umfassen, die den Vorteil haben, in dem Zustand, in dem sie verzehrt werden, langsam verdaut zu werden. Ein derartiger Zustand wird durch die in den Beispielen unten beschriebenen Verfahren modelliert.

[0041] Darüber hinaus erzeugt die resultierende langsam verdauliche Stärke keinen schnellen Anstieg der Blutzuckerspiegel, der für Stärken mit hohem glykämischen Index typisch ist, sondern liefert statt dessen eine moderatere Erhöhung über die Basislinie, die für einen längeren Zeitraum aufrechterhalten wird. Sie ist auch mit Verfahren verträglich dahingehend, dass der langsam verdauliche Teil beim Kochen und/oder bei anderen typischen Nahrungsmittelverarbeitungsbedingungen nicht wesentlich abnimmt.

[0042] Die Stärke kann in einer Vielzahl von essbaren Produkten verwendet werden; diese umfassen, sind aber nicht beschränkt auf: Cerealien, Riegel, Pizza, Pasta, Dressings, einschließlich gießfähiger Dressings und löffelfähiger Dressings; Kuchenfüllungen, einschließlich Frucht- und Sahnefüllungen; Soßen, einschließlich weißer Soßen und Soßen auf Milchbasis, zum Beispiel Käsesoßen; Bratensäfte; leichten Sirup; Puddings; Vanillesoßen; Joghurts; saure Sahnen; Getränke, einschließlich Getränke auf Milchbasis; Glasuren; Backwaren, einschließlich Cracker, Brote, Muffins, Bagels, Kekse, Cookies, Pastetenböden und Kuchen; Gewürze, Süßwaren und Gummis, und Suppen.

[0043] Essbare Produkte sollen auch Nährstoffe und Getränke, einschließlich Nahrungsergänzungsmittel, diabetischer Produkte, Produkte zur anhaltenden Energiefreisetzung, zum Beispiel Sportgetränke, Nährstoffriegel und Energieriegel, umfassen.

[0044] Die erfindungsgemäße Stärke kann in einer beliebigen gewünschten oder notwendigen Menge zugesetzt werden, um die Funktionalität der Zusammensetzung zu erhalten. Im Allgemeinen kann die Stärke in einer Menge von 0,01 Gew.-% bis 100 Gew.-%, insbesondere von 1 Gew.-% bis 50 Gew.-%, der Zusammensetzung zugesetzt werden. Die Stärke kann dem Nahrungsmittel oder dem Getränk in derselben Weise wie jede andere Stärke zugesetzt werden, typischerweise durch direktes Einmischen in das Produkt oder Zugeben in Form eines Sols.

[0045] Die folgenden Ausführungsformen werden präsentiert, um die vorliegende Erfindung weiter zu verläutern, und sollten in keiner Weise als beschränkend angesehen werden.

BEISPIELE

[0046] Die folgenden Beispiele werden präsentiert, um die vorliegende Erfindung weiter zu veranschaulichen und zu erläutern, und sollten in keiner Hinsicht als beschränkend angesehen werden. Alle verwendeten Prozentangaben sind auf Gewicht/Gewicht-Basis. Die folgenden Testverfahren werden in den Beispielen verwendet:

Differential-Scanning-Calorimetrie – Differential-Scanning-Calorimetrie-Messungen wurden mit einem Perkin-Elmer DSC-7-Gerät (Norwalk, CT, USA) durchgeführt. Das Gerät wurde mit Indium geeicht. Proben von etwa 10 mg Stärke mit einem Stärke:Wasser-Verhältnis von 1:3 wurden hergestellt und mit 10 °C/min von 5 °C auf 160 °C erhitzt. Eine leere Edelstahlpfanne wird als Referenz verwendet.

[0047] Kettenlänge und Linearität – Die entzweigten Stärkeproben wurden unter Verwendung von NMR analysiert, um die durchschnittliche Kettenlänge und die alpha-1,4- zu alpha-1,6-Bindungsverhältnisse zu bestimmen. Die NMR-Proben wurden hergestellt, indem 5-6 mg der Stärke in 2,5 ml D₂O/TSP (Natriumtrimethylsilylpropionat) suspendiert wurden und ein Druckkochen der Suspensionen für etwa 1 Stunde durchgeführt wurde. Die resultierenden klaren Lösungen wurden in 5 mm-NMR-Röhrchen überführt und in einem Dampfbad heiß gehalten, bis die NMR-Spektren aufgenommen wurden. Dieses Verfahren zur Handhabung der Proben stellte sicher, dass das kristalline Stärkematerial in Lösung blieb. Die Protonen-NMR-Spektren wurden bei 90 °C mit einem Bruker DPX-400-Spektralfotometer bei 400 MHz aufgezeichnet.

[0048] Die Zuordnung der chemischen Verschiebungen (relativ zu TSP bei 90 °C) für die Resonanz von Interesse war wie folgt. Die alpha-1,4-mid-Kettenbindungen hatten eine chemische Verschiebung von 5,38 ppm, die alpha-1,6-mid-Kette (Verzweigungspunkte) eine chemische Verschiebung von 4,96 ppm, die alpha-Form der reduzierenden Endgruppen eine chemische Verschiebung von 5,23 ppm, und die beta-Form der reduzierenden Endgruppen eine chemische Verschiebung von 4,65 ppm.

[0049] Die durchschnittliche Kettenlänge für die Stärkeproben wurde aus dem Verhältnis der reduzierenden Endgruppen zu der mid-Kettenresonanz errechnet. Der prozentuale Anteil an alpha-1,6-Bindungen (Verzweigungspunkte) wurde aus der Menge an alpha-1,6-Bindungen gegenüber alpha-1,4-Bindungen errechnet.

[0050] Dextroseäquivalent (DE) – Für eine DE-Messung im Verfahren wurde das volumetrische Titrationsverfahren nach Fehling verwendet. Ein 500 ml-Erlenmeyer-Kolben wurde mit entionisiertem (D.I.) Wasser gespült. 50 ml D.I. Wasser wurden eingefüllt. Der Zusatz von 5 ml von jeder der Fehling-Lösungen A und B, und 2 Tropfen Methylenblau mit zwei Siedesteinchen folgte. Nach Bestimmung der Reaktionsfeststoffe mit einem Refraktometer wurde eine Stärkelösung, die 2-4% Stärkefeststoffe enthielt, unter Verwendung von D.I. Wasser durch Verdünnen der Reaktionslösung in einem Becherglas hergestellt. Bevor zum nächsten Schritt übergegangen wurde, wurden die Feststoffe mit einem Refraktometer untersucht, um sicherzustellen, dass die Lösung korrekt hergestellt war. Das Becherglas mit der Stärkelösung wurde gewogen und das Gewicht wurde aufgezeichnet. 15 g der Stärkelösung wurden in den Erlenmeyer-Kolben mit der präparierten Fehling-Lösung gegeben. Nachdem unter Rühren für 2 Minuten auf einer Heizplatte gekocht worden war, trat normalerweise eine bläuliche Färbung auf. Stärkelösung aus dem Becherglas wurde unter Verwendung einer Pipette langsam zugegeben, bis die bläuliche Färbung verschwand und sich ein deutliches rötliches Kupfer(I)oxid gebildet hatte. Die Stärkelösung wurde mit einer Kunststoffpipette kontinuierlich gerührt, um die Lösung gleichmäßig zu halten. Als der rötliche Endpunkt erreicht war, wurde das Becherglas, das die Stärkelösung enthielt, erneut gewogen, um das Gewicht der verbrauchten Stärke zu bestimmen. Die Berechnung des DE ist aus der folgenden Gleichung zu ersehen:

DE =

Fehling-Faktor × 100] / [(Gramm, die aus Stärkelösung erforderlich sind) × (Konzentration der Stärkelösung)]

[0051] Simulierte Verdauung – (Englyst et al., European Journal of Clinical Nutrition, 1992, 46, S.44-S.50) – Nahrungsmittelproben werden vermahlen/geschnitten, wie wenn sie gekaut würden. Pulverstärkeproben werden zu einer Partikelgröße von 250 µm oder weniger gesiebt. Eine Probe mit 500-600 mg ± 0,1 mg wird abgewogen und zu dem Probenröhrchen gegeben. 10 ml einer Lösung von Pepsin (0,5%), Guargummi (0,5%) und HCl-Lösung (0,05 M) werden in jedes Röhrchen gegeben.

[0052] Blindproben- und Glucosestandard-Röhrchen werden präpariert. Die Blindprobe ist 20 ml eines Puffers, der 0,25 M Natriumacetat und 0,02% Calciumchlorid enthält. Glucosestandards werden hergestellt, indem 10 ml Natriumacetatpuffer (oben beschrieben) und 10 ml 50 mg/ml Glucoselösung gemischt werden. Standards werden in zweifacher Ausführung hergestellt.

[0053] Das Enzymgemisch wird hergestellt, indem 18 g Schweinepankreatin (Sigma P-7545) zu 120 ml entionisiertem Wasser gegeben werden, gut gemischt wird und dann für 10 Minuten bei 3000 g zentrifugiert wird. Der Überstand wird gesammelt und 48 mg trockener Invertase (Sigma I-4504) und 0,5 ml AMG 400 (Novo Nordisk) werden zugesetzt.

[0054] Die Probenröhrchen werden bei 37 °C für 30 Minuten vorinkubiert, dann aus dem Bad entfernt, und es werden 10 ml Natriumacetatpuffer mit Glaskügelchen/Glaskugeln zugesetzt (um den physikalischen Abbau der Probe während des Schütteilns zu unterstützen).

[0055] 5 ml des Enzymgemischs werden zu den Proben, der Blindprobe und den Standards gegeben. Die

Röhrchen werden horizontal in einem 37 °C-Wasserbad mit etwa 180 Schlägen/min geschüttelt. Die Zeit "Null" stellt die erste Zugabe des Enzymgemisches zu dem ersten Röhrchen dar.

[0056] Nach 20 und 120 Minuten werden 0,5 ml-Aliquots aus den Inkubationsproben entfernt und in ein getrenntes Röhrchen mit 20 ml 66%igem Ethanol gegeben (um die Reaktion zu stoppen). Nach 1 Stunde wird ein Aliquot mit 3000 g für 10 Minuten zentrifugiert.

[0057] Die Glucosekonzentration in jedem Röhrchen wird unter Verwendung des Glucoseoxidase/Peroxidase-Verfahrens (Megazyme Glucose Assay Procedure GLC9/96) gemessen. Dieses ist ein kolorimetrisches Verfahren. Es kann auch HPLC eingesetzt werden, um Glucose zu detektieren, wie es in der früheren Literatur offenbart wurde, wobei dieses Experiment verwendet wurde.

[0058] Der Grad der Stärkeverdauung wird bestimmt, indem die Glucosekonzentration gegen die Glucosestandards errechnet wird, wobei ein Umwandlungsfaktor von 0,9 verwendet wird. Die Resultate werden als "% verdaute Stärke" (Trockengewichtsbasis) nach 20 und 120 Minuten angegeben. SDS (langsam verdauliche Stärke) ist der 120-Minuten-Wert minus dem 20-Minuten-Wert.

[0059] Jede Probenanalysecharge beinhaltet eine Referenzprobe aus ungekochter Maisstärke. Der akzeptierte Bereich für %-Verdauungswerte für Maisstärke sind:

Probe	s20	s120	SDS
Maisstärke ¹	17,5 ± 2,5	80 ± 5	annähernd 62,5

¹ Melogel^(R)-Stärke, im Handel erhältlich von National Starch and Chemical Company, Bridgewater, NJ, USA

[0060] Kochmodelle – Zwei allgemeine Modelle werden verwendet, um kommerzielle Nahrungsmittelprozesse nachzuahmen: hohe Feuchtigkeit und geringe Feuchtigkeit. Das Nahrungsmittelmodell mit hoher Feuchtigkeit verwendet Stärke in Wasser mit 20% Feststoffen, gekocht in einem Dampfbad mit 90 °C für 5 Minuten. Diese Kochung wird dann in einem Trockeneis/Aceton-Bad gefroren, gefriergetrocknet, vermahlen und auf Verdauung getestet. Das Nahrungsmittelmodell mit niedriger Feuchtigkeit verwendet Stärke in Wasser mit 50% Feststoffen und bäckt die Paste in einem Ofen mit 190 °C für annähernd 20 Minuten. Die Probe wurde dann vermahlen und zu einer Partikelgröße von 250 µm oder weniger gesiebt.

Beispiel 1 - Herstellung der kristallinen Stärke unter Verwendung von Isoamylase für eine Studie zur ungekochten Verdauung

A. 4 kg Wachsmaisstärke wurden in 10,8 Liter Wasser aufgeschlämmt und der pH wurde unter Verwendung von 3:1 Wasser:Salzsäure auf 4,0 eingestellt. Die Stärke wurde bei vollem Dampf bei 154,4-157,2 °C (310-315 °F) und bei einem Gegendruck von $5,52 \times 10^5$ Pa (80 psi) strahlgekocht, um die Stärke vollständig auszukochen. 0,2% Isoamylase (im Handel verfügbar von Hayashibara Inc., Japan), bezogen auf das Gewicht der Stärke, wurden zugesetzt, nachdem die gekochte Stärke auf 55 °C abgekühlt worden war. Die Entzweigungsreaktion wurde gestoppt, als das Proben-DE (Dextroseäquivalent) 6,0 erreichte. An diesem Punkt wurde der pH für 30 Minuten bei 55 °C auf 2,0 eingestellt, um das Enzym zu denaturieren. Die Stärkelösung wurde dann auf Raumtemperatur abgekühlt, nachdem der pH wieder auf 6,0 eingestellt worden war und wurde über Nacht (16 Stunden) bei Raumtemperatur kristallisieren gelassen. Das kristallisierte Produkt wurde durch Sprühtrocknung bei einer Einlasstemperatur von 210 °C und einer Auslasstemperatur von 116 °C gewonnen.

B. 227 kg (500 lbs) durch Säure umgewandelte Wachsmaisstärke wurden in 680 kg (1500 lbs) Wasser aufgeschlämmt und der pH wurde unter Verwendung von 3:1 Wasser:Salzsäure auf 4,0 eingestellt. Die Stärke wurde chargenweise mit Dampf gekocht. 0,2 Isoamylaseenzym wurden unter konstantem Rühren zugesetzt, nachdem die Temperatur der gekochten Stärke bei 55 °C gehalten worden war.

Nachdem die Reaktion 8 Stunden abgelaufen war, wurde das Enzym durch Senken des pH auf 2,0 bei 55 °C für 30 Minuten denaturiert. Die Stärkelösung wurde dann auf Raumtemperatur abgekühlt, nachdem der pH erneut auf 6,0 eingestellt worden war, und wurde bei Raumtemperatur kristallisieren gelassen, bis das lösliche Filtrat sich eingependelt hatte. Das kristallisierte Produkt wurde entwässert und flash-getrocknet. Die resultierende entzweigte Stärke hatte ein Dextroseäquivalent von 7,0.

C. Das Verfahren von Beispiel 1A wurde mit der Ausnahme wiederholt, dass die Basisstärke ein mit Säure umgewandelter Wachsmais war und die Reaktion über Nacht ablief (16 Stunden). Nach der Kristallisation wurde das Produkt bei einer Einlasstemperatur von 210 °C und einer Auslasstemperatur von 116 °C sprühtrocknet.

D. Das Verfahren von Beispiel 1A wurde mit der Ausnahme wiederholt, dass die Entzweigungsreaktion gestoppt wurde, als das Proben-DE 5,3 erreichte. An diesem Punkt wurde der pH für 30 Minuten bei 55 °C auf 2,0 eingestellt, um das Enzym zu denaturieren. Die Stärkelösung wurde dann auf Raumtemperatur abgekühlt, nachdem der pH wieder auf 6,0 eingestellt worden war, und wurde über Nacht bei Raumtemperatur kristallisieren gelassen. Das kristallisierte Produkt wurde filtriert und luftgetrocknet.

[0061] DSC und Verdauungsergebnisse sowie die errechneten SDS-Gehalte für die Proben in Beispiel 1 sind in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1. DSC- und Verdauungsergebnisse

Probe	20 min	120 min	SDS	DSC			
				To (°C)	Tp (°C)	Tc (°C)	ΔH (J/g)
1A	49,6	73,2	23,6	44,6	80,6	95,7	28,3
1B	22,7	48,6	25,9	47,2	96,2	127,7	32,0
1C	42,4	65,0	22,6	47,3	76,1	93,4	25,9
1D	25,0	50,3	25,3	53,8	77,0	89,9	28,3

Die Proben enthielten alle mehr als 20% SDS.

Beispiel 2 - Herstellung von durch Isoamylase entzweigten und kristallisierten Proben für eine Studie bezüglich Verdauung im gekochten Zustand

A. 4 kg Wachsmaisstärke wurden in 12 Liter Wasser aufgeschlämmt. Die Probe wurde strahlgeköcht und auf 55 °C gekühlt, und der pH wurde durch Zugabe von 3:1 Wasser:HCl auf 4,0 eingestellt. An diesem Punkt wurde 0,2% Isoamylase, bezogen auf das Stärkengewicht, zugegeben, um die Entzweigungsreaktion zu starten. Nach 5 Stunden Reaktion wurde der Proben-pH unter Verwendung von 3% NaOH auf 6,0 erhöht und es wurde für 20 Minuten auf 85 °C erhitzt, um das Enzym abzutöten. Die Probe wurde dann auf Raumtemperatur abgekühlt und über Nacht bei dieser Temperatur kristallisiert. Die Probe wurde durch Filtration gewonnen und luftgetrocknet. Die resultierende verzweigte Stärke hatte ein Dextroseäquivalent von 6,7.

B. Das Verfahren von Beispiel 2A wurde mit der Ausnahme wiederholt, dass die Probe auf 40 °C gekühlt und bei 40 °C über Nacht kristallisiert wurde.

[0062] Verdauungsstudien von Probe 2A und 26 in Beispiel 2 und Probe 1C und 1D in Beispiel 1 wurden durchgeführt, nachdem die Stärken entweder Hochfeuchtigkeits-(HM-) oder Niedrigfeuchtigkeits-(LM-) Kochmodellen unterzogen worden waren. Tabelle 2 fasst die Verdauungsergebnisse sowie die errechneten SDS-Gehalte für diese Proben zusammen.

[0063] DSC-Ergebnisse für die rohen Proben sind ebenfalls enthalten.

Tabelle 2. Verdauungsergebnisse für gekochte Proben und DSC von rohem Material

Probe	Kochung	20 m	120 m	SDS	DSC			
					To(°C)	Tp(°C)	Tc(°C)	ΔH(J/g)
2A	HM	31,0	65,0	34,0	55,8	87,1	99,7	33,2
2B	HM	36,0	65,0	29,0	82,9	112,1	129,4	35,0
1C	IM	39,8	69,2	29,4	47,3	76,1	93,4	25,9
1D	LM	31,1	66,7	35,6	53,8	77,0	89,9	28,3

Alle Proben in diesem Beispiel zeigten einen SDS-Gehalt von über 20%.

Beispiel 3 - Nahrungsmittelprodukt, das entzweigte Stärke enthält

[0064] Cracker wurden unter Verwendung der folgenden Formulierungen und Verfahren hergestellt.

Ingrediens	Probe 3A	Probe 3B	Probe 3C
	Menge (% G/G)	Menge (% G/G)	Menge (% G/G)
Kuchenmehl	45,3	14,4	14,4
Stärke, Beispiel 1D	0,0	0,0	39,0
Wachsmaisstärke	0,0	39,0	0,0
Zucker	12,0	3,9	3,9
Backsoda	0,71	0,71	0,71
Calciumphosphat	0,71	0,71	0,71
Salz	0,44	0,44	0,44
Gemalztes Gerstenmehl	0,57	0,57	0,57
Shortening	6,56	6,56	6,56
Maissirup mit hohem Fructosegehalt	1,7	1,7	1,7
Ammoniumbicarbonat	1,11	1,11	1,11
Wasser	30,6	30,6	30,6

[0065] Die trockenen Ingredienzien wurden für 1 Minute miteinander vermischt. Shortening, Maissirup und Wasser wurden dann zugegeben und das Gemisch wurde zu einem Teig verknetet. Der Teig wurde gewalzt und in Cracker mit etwa 2 Inchquadrat (50,8 mm) und 0,25 Inch (6,35 mm) Dicke geschnitten. Die Cracker wurden für 15 Minuten bei 400 °F (204,4 °C) gebacken.

[0066] Die Cracker wurden gemahlen, wie wenn sie gekaut würden, und auf Verdaubarkeit getestet. Die Resultate sind in Tabelle 3 gezeigt.

Tabelle 3

Probe	20 min	120 min	SDS
3A	77,0	91,3	14,3
3B	72,5	89,0	16,5
3C	49,6	75,5	25,9

[0067] Wie aus Tabelle 3 zu sehen ist, behielt der mit der langsam verdaulichen Stärke gebackene Cracker seine langsame Verdaubarkeit bei.

Patentansprüche

1. Stärkezusammensetzung, hergestellt aus konvertierter Stärke mit niedrigem Amylose-Gehalt, die kristalline α -Glucane umfasst, gekennzeichnet durch:

- wenigstens 20% langsam verdauliche Stärke;
- weniger als 60% schnell verdauliche Stärke;
- eine Schmelzpunkttemperatur, T_p , wie sie durch DSC gemessen wird, von wenigstens 70 °C; und
- eine Enthalpie, ΔH , wie sie durch DSC gemessen wird, von wenigstens 25 J/g, wobei die Zusammensetzung wenigstens 90% entzweigt ist;
- wobei wenigstens 50% innerhalb von zwei Stunden verdaut werden, wie es nach Englyst et al., Eur. J. Clin. Nutr. 46, S. 33-50 (1992), gemessen wird, und wobei die Stärke mit niedrigem Amylose-Gehalt nicht mehr als 10 Gew.-% Amylose umfasst, die schnell verdauliche Stärke eine Stärke oder eine Fraktion derselben umfasst, die in 20 Minuten Verdauung verdaut wird, und die langsam verdauliche Stärke eine Stärke oder eine Fraktion derselben umfasst, die weder schnell verdauliche Stärke noch Reststärke ist.

2. Stärkezusammensetzung nach Anspruch 1, wobei wenigstens 60% innerhalb von zwei Stunden verdaut werden, wie es nach Englyst et al., Eur. J. Clin. Nutr., 46, S. 33-50 (1992), gemessen wird.

3. Stärkezusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 2, wobei die Stärkezusammensetzung aus

einer Stärke mit niedrigem Amylose-Gehalt, ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Mais, Kartoffel, Cassava und Reis, hergestellt ist.

4. Stärkezusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Schmelzpunkttemperatur wenigstens 80 °C ist.

5. Stärkezusammensetzung nach Anspruch 4, wobei die Schmelzpunkttemperatur wenigstens 90 °C ist.

6. Stärkezusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Enthalpie wenigstens 30 J/g ist.

7. Stärkezusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet durch wenigstens 30% langsam verdauliche Stärke.

8. Stärkezusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, die im Wesentlichen aus kristallinen linearen α -Glucanen besteht.

9. Stärkezusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Zusammensetzung ein Dextrose-Äquivalent von wenigstens 4,0 hat.

10. Stärkezusammensetzung nach Anspruch 9, wobei die Zusammensetzung ein Dextrose-Äquivalent von wenigstens 5,0 hat.

11. Stärkezusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Stärke wenigstens 95% entzweigt ist.

12. Stärkezusammensetzung nach Anspruch 11, wobei die Stärke wenigstens 98 entzweigt ist.

13. Verfahren zur Herstellung der Stärkezusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, umfassend:

a) Entzweigen einer konvertierten Stärke mit niedrigem Amylose-Gehalt, wobei die Stärke wenigstens 90% entzweigt wird;

b) Kristallisierenlassen der entzweigten Stärke; und

c) Trocknen der hoch kristallisierten entzweigten Stärke.

14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei die Stärkezusammensetzung unter Verwendung von Isoamylase entzweigt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei die Stärkezusammensetzung vollständig entzweigt wird.

16. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei die Stärke wenigstens 95% entzweigt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, wobei die Stärke wenigstens 98% entzweigt wird.

18. Essbares Produkt, das die Stärkezusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 umfasst.

19. Produkt nach Anspruch 18, wobei das Produkt ein Nahrungsmittel ist.

Es folgt kein Blatt Zeichnungen