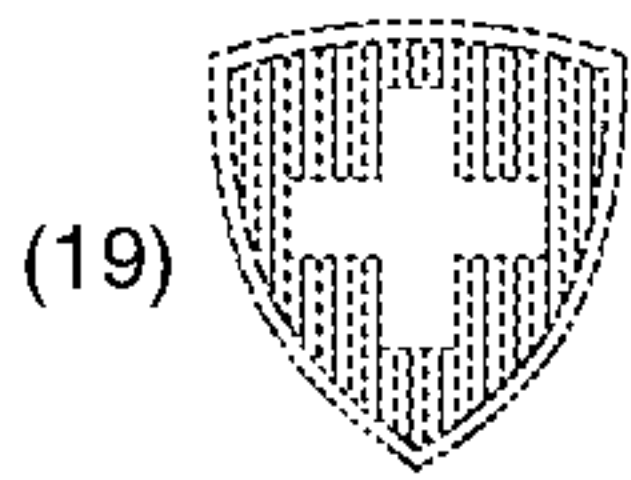




SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH 715 836 A2

(51) Int. Cl.: C12M 1/14 (2006.01)
C12M 1/16 (2006.01)
A23L 5/00 (2016.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 00180/19

(22) Anmeldedatum: 13.02.2019

(43) Anmeldung veröffentlicht: 14.08.2020

(71) Anmelder:
Bernern Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst-
und Lebensmittelwissenschaften Abteilung Food Science & Management I
3052 Zollikofen (CH)

(72) Erfinder:
Christoph Denkel, 8057 Zürich (CH)
Daniel Heine, 3005 Bern (CH)
Tobias Kistler, 6300 Zug (CH)
Carlotta Sartori, 3098 Köniz (CH)
Michael Whyte, 7000 Chur (CH)

(74) Vertreter:
WEINMANN ZIMMERLI AG, Apollostrasse 2
8032 Zürich (CH)

(54) Verfahren zur Herstellung eines strukturierten, fermentierten Körpers.

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von strukturierten, bevorzugt multi-skalig strukturierten und mit Kavitäten, die bevorzugt ungefüllt sind, durchzogenen fermentierten Körpers. Dieser Körper ist insbesondere fest, basierend modulierbaren Massen.

Der Körper ist vorzugsweise multi-skalig strukturiert, mit ungefüllten Kavitäten durchzogen, fest und fermentiert.

Erreicht wird dies durch

- (a) mindestens eine, den Körper aufbauenden, rheologisch und texturell einstellbare, modulierbare Masse eine gerichtete oder ungerichtete, hinsichtlich Anordnung in weiten Bereichen frei einstellbare Mesostruktur bildet, die das Substrat sowie die Kavitäten für eine oder mehrere Fermentationen und eine für die Gesamttextur mitentscheidende Grundstruktur bildet sowie
- (b) durch die Einführung mindestens einer Co- und/oder überlagerten Mikrostruktur, induziert durch eine oder mehrere Fermentationen, derart, dass teilweise oder komplett zusammenhängende, filamentartige, durch Pilzwachstum verursachte 3D-Netzwerkstrukturen in, auf und zwischen den Mesostrukturelementen erzeugt werden sowie

- (c) dass durch Wahl des Volumenanteils ungefüllter Kompartimente am Gesamtobjekt, durch Wahl deren Anordnung sowie durch Wahl des Verhältnisses zwischen Mesostrukturoberfläche und Mesostrukturvolumen das Wachstum des Myzels insgesamt sowie die Durchdringung und Richtung der Mesostruktur mit Myzel und somit in ihrer Gesamtheit die 3D-Netzwerkstrukturen einstellbar sind und dass

(d) die Gesamtheit der Strukturierungselemente auf Mikro- und Mesoebene in ihrem Zusammenspiel eine einstellbare (i) Verfestigung, (ii) rheologische Eigenschaften und (iii) sensorisch relevante Texturierung bewirken.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von strukturierten, bevorzugt multi-skaliig strukturierten, und zum Zweck der Fermentation mit ungefüllten Kavitäten definiert durchgezogenen, fermentierten Körpers. Dieser fermentierte Körper ist insbesondere fest, basierend auf modulierbaren Massen sowie modulierbaren, fermentativ induzierten, Mikrostrukturen.

[0002] Strukturierte, vegetarische oder vegane fleischartige Produkte werden häufig mit Extrusionsverfahren hergestellt, bei denen kennzeichnend ist, dass eine hinsichtlich ihrer Zusammensetzung isotrope Masse durch hohe Temperaturen und Scherkräfte bearbeitet resp. aufgeschlossen wird, um anschliessend bei sinkenden Temperaturen durch einen von aussen nach innen gerichteten Schergradienten und daraus resultierender Verschiebung der verschiedenen Ebenen des Extrusionskörpers gegeneinander strukturiert zu werden. Beispielhaft kann hierzu „Beyond meat“ aufgeführt werden.

[0003] Derartigen Extrusionsverfahren ist nachteilig gemeinsam, dass sie eine hohe thermische Belastung der herzustellenden Produkte beinhalten. Die Zusammensetzung der Produkte ist oftmals definiert durch die gewünschte Produktstruktur. Anpassungen an der Rezeptur, die beispielsweise meist Soja, Weizen oder Erbsenprotein mit unterschiedlichen Hydrokolloidmischungen und Aromastoffen beinhalten, zwingen zu umfangreichen und teuren Versuchen zur optimalen Prozess- und Produktgestaltung.

[0004] In der Regel wird das Produkt aus getrockneten Isolaten oder Hochkonzentraten hergestellt, was bezogen auf den Prozess einen hohen Energieeintrag erfordert. Ausserdem gelten Kochextrusionsprozesse aufgrund der hohen Drücke und Temperaturen nicht als produktschonend und sie können somit in der Regel nicht für die Herstellung von Bioprodukten benutzt werden.

[0005] Teilweise werden auch solche Produkte als Fleischersatz bezeichnet oder aufgefasst, die lediglich einen Prozess durchlaufen haben, bei dem ein - meist pflanzliches - Fluid aggregiert und dadurch aufkonzentriert und im Anschluss daran verfestigt wird. Ein Beispiel dafür ist Tofu. Nachteilig daran ist, dass die Strukturierung des Produkts sich aus dem zufälligen inneren Gefüge der unlöslich gemachten Inhaltsstoffe des Fluids ergibt, wobei die Struktur als isotrop bezeichnet werden muss. Die Festigkeit des Produkts ergibt sich indirekt aus der beim Pressen des ausgefällten Materials einzustellenden Trockenmasse. Prinzipiell werden zur Strukturierung lösliche Proteine verwendet, die unlöslich gemacht werden. Alle weitere Inhaltsstoffe, wie Kohlenhydrate, Fasern oder unlösliche Proteine, werden in der Regel nicht verwendet, so dass ein Nebenstrom anfällt.

[0006] Natürlich fermentierte Produkte auf der Basis von eiweissreichen Hülsenfrüchten sind ein weiteres Beispiel für Produkte, die als Fleischersatz bezeichnet oder aufgefasst werden. Bei sojabasiertem Tempeh führt das Myzel-Wachstum des Pilzes *Rhizopus oligosporus* um die beimpften Sojabohnen zu der für das Produkt typischen Struktur. Die Strukturierung des Produkts ergibt sich aus dem zufälligen Gefüge der per Pilzmyzel miteinander verbundenen Substratelemente. Kennzeichnend bei Tempeh ist, dass vor allem das Wachstum des Myzels in den Räumen zwischen den Sojabohnen stattfindet. Nachteilig im Vergleich zu vielen anderen Produkten ist, dass die unzerkleinerte oder in manchen Fällen teilzerkleinerte, aber hinsichtlich Zusammensetzung eher komplette, Sojabohne eingesetzt wird, wobei die Produkte in der Regel sensorisch eine sehr typische „Sojanote“ aufweisen.

[0007] Die Festigkeit des Produkts resultiert in erster Linie aus der vergleichsweise hohen Trockenmasse der Sojabohne, die Textur geht vorrangig auf die Textureigenschaften der Sojabohne oder deren Bruchstücken („Nibs“) zurück. Die Kavitäten, in denen der Pilz wachsen kann, sind definiert aus dem zufälligen Gefüge sowie der Form der Sojabohnen und können bei Tempeh kaum beeinflusst werden. Die Fermentation erfordert zudem eine längere Quellphase der Sojabohnen. In der Literatur gibt es auch Hinweise auf ein Okara-basiertes Tempeh, allerdings wird hier die komplette Masse ohne gesondertes Augenmerk auf die Strukturierung und Kombination von Strukturierungsebenen fermentiert.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die geschilderten Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und ein neues Verfahren zur Herstellung eines strukturierten, und zum Zweck der Fermentation mit Kavitäten durchgezogenen, fermentierten Körpers, eines Produkts, zu entwickeln. Der Körper ist vorzugsweise multi-skaliig strukturiert, mit ungefüllten Kavitäten durchzogen, fest und fermentiert.

[0009] Zur Lösung der erfindungsgemässen Aufgabe wird die Kombination einer Mesostrukturierung durch eine, eine Fließgrenze aufweisende, Masse und einer oder mehrerer Fermentationen zur Mikrostrukturierung vorgeschlagen. Die Mesostruktur dient als (a) Fermentationsgerüst und Substrat für eine Pilz- und/oder eine weitere Fermentation sowie (b) als eine, die Gesamttextur und Sensorik mitbestimmende Phase. Das Ausmass und die Struktur des Pilzwachstums wird dadurch gesteuert, dass das Substrat des/der Fermentationsorganismen, z. B. eine faserreiche, pflanzenbasierte Masse zu einer 3D-Struktur und 3D-Form, jeweils in x,y,z-Richtung, angeordnet wird, beispielsweise durch eine strangartige 3D-Mikroextrusion im Raum. Durch das Bereitstellen von ungefüllten Kavitäten in der Struktur sind erfindungsgemäss massgeschneiderte Wachstumsbedingungen (einer massgeschneiderten Nährstoff- und/oder Sauerstoffzufuhr und/oder Feuchtigkeitsverteilung und/oder Rückhaltung) des eingesetzten Pilzes und/oder anderer Mikroorganismen und somit ein definiertes und gerichtetes Wachstum des Pilzmyzels zwischen und in das Substrat einstellbar.

[0010] Bevorzugt entsprechen die Dimensionen des Körpers in alle Raumrichtungen mindestens dem dreifachen charakteristischen Durchmesser der Mesostrukturelemente, bevorzugt dem fünffachen, in einer noch bevorzugteren Ausführung

des zehnfachen und in einer noch bevorzugteren Ausführung des zwanzigfachen dem charakteristischen Durchmessers der Mesostrukturelemente.

[0011] Die Trockenmasse des Produkts beträgt bevorzugt 1-50% (w/w), in einer bevorzugteren Ausführung 3-45% (w/w), in einer noch bevorzugteren Ausführung 5-40% (w/w), in einer noch bevorzugteren Ausführung 7-35% (w/w).

[0012] Die ungefüllten Kavitäten sind vorzugsweise so miteinander verbunden, dass eine sauerstoffabhängige Fermentation an alle Grenzflächen des Körpers zur Gasphase, unabhängig von ihrer räumlichen Lage begünstigt oder erst ermöglicht wird, derart, dass der Volumenanteil an Masse, die teilweise oder komplett zusammenhängt, in einer bevorzugten Ausführung 40-70%, in einer bevorzugteren Ausführung 30-80%, in einer noch bevorzugteren Ausführung 20-80% und in einer bevorzugtesten Ausführung 20-90% beträgt.

[0013] Die verwendeten Mesostrukturelemente umfassen jeweils mindestens eine oder mehrere unterschiedliche Massen, die jeweils aus mehreren, bevorzugt co-extrudierten, Phasen zusammengesetzt sein können, wobei die Zusammensetzung während des Ausbringvorgangs dynamisch veränderbar ist.

[0014] Der erfindungsgemässe Körper ist vorteilhaft von filamentartigen Netzwerkstrukturen, die durch Pilzwachstum verursacht sind, dreidimensional durchzogen, wobei die teilweise oder komplett zusammenhängenden, filamentartigen, durch Pilzwachstum verursachte Netzwerkstrukturen bildende Fermentation mit einer oder mehreren Pilzkulturen erfolgt und einen Volumenanteil am Volumen der ungefüllten Kavitäten von mindestens 0.1% umfasst..

[0015] Vorteilhaft sind (i) die, das Myzel bildenden, Sporen in einer Masse und im typischen Querschnitt der daraus gebildeten Mesostrukturelementen isotrop verteilt, und/oder (ii) überwiegend in den äusseren 40% (v/w) der Mesostrukturelementen konzentriert, und/oder (iii) die Verteilung der Sporen im typischen Querschnitt der gebildeten Mesostrukturelementen weist einen Gradienten vom Zentrum hin zum Ort maximaler Distanz vom Zentrum auf oder ist (iv) mindestens zu 95% auf der Oberfläche der Mesostrukturelemente zu finden.

[0016] Innerhalb eines Produkts können Sporen verschiedener Gattungen von Myzel-bildenden filamentöser Pilze, zum Beispiel *Rhizopus Oligosporus*, *Actinomucor Elegans* oder Mikroorganismen wie zum Beispiel *Propionibacterium Freudenreichii*, *Zymomonas Mobilis* eingesetzt werden, deren bevorzugte räumliche Lokalisierung im Körper als isotrop oder definiert anisotrop beschreibbar ist.

[0017] Bei der Verwendung mehrerer verschiedener Gattungen von Sporen liegen bevorzugt diese vor Fermentationsbeginn in gleichen oder unterschiedlichen Kompartimenten vor.

[0018] Die mindestens eine Masse weist einen Lipidgehalt von 0-70% (w/w), einen Proteingehalt gemessen als Stickstoff von 0-50% (w/w) und einen Kohlenhydratanteil von 0-80% (w/w) auf.

[0019] Die erfindungsgemässe Masse ist weiterhin derart zusammengesetzt oder räumlich aufgebaut, dass sie aufgrund ihrer Zusammensetzung das Wachstum der teilweise oder komplett zusammenhängenden, filamentartigen, durch Pilzwachstum verursachte Netzwerkstrukturen bildenden Organismen, insgesamt oder räumlich lokal hemmt oder begünstigt.

[0020] Diese erfindungsgemässe Einstellbarkeit des Wachstums erfolgt beispielsweise über das Verhältnis von Substratvolumen zum Volumen ungefüllter Kavitäten, über das Verhältnis von Oberfläche zu Substratvolumen, durch die Gesamtstruktur des Substrats, die absoluten Durchmesser der Substratstränge, durch die Substratzusammensetzung und Substrattrockenmasse sowie die räumliche Anordnung von Substrat und leeren/ungefüllten Kavitäten sowie die Eignung der Struktur, einen wie auch immer gearteten Gasaustausch mit der das Objekt/Körper umgebenden Atmosphäre durchzuführen zu können (erzwungen oder unerzwungen; direkt oder über zusammenhängende Myzelstrukturen vermittelt).

[0021] Die gezielt erzeugten substratfreien Kavitäten sind vorzugsweise miteinander verbunden und erlauben grundsätzlich den Austausch von Gas mit der das Objekt umgebenden Atmosphäre, so dass zur Fermentation notwendiger Sauerstoff ins Produkt migrieren kann, aber auch die Gasatmosphäre innerhalb des Produkts eingestellt werden kann. Durch das Wachstum eines mikroskopisch und/oder mesoskopisch und/oder makroskopisch zusammenhängenden und/oder durchsetzenden Pilzmyzels wird das Substrat verfestigt, die einzelnen Substratelemente/-stränge miteinander verbunden und das Gesamtobjekt aus rheologischem Blickwinkel signifikant fester und elastischer. Im Vergleich zur Tempeh-Herstellung weist das erfindungsgemässe Verfahren grosse Freiheiten hinsichtlich Auswahl und Zusammensetzung des Substrats, z.B. bezüglich Sensorik, Wachstumsmodulation durch fördernde und hemmende Stoffe, der Substrateigenschaften sowie die gerichtete und gezielt einstellbare Ausbildung der Gesamtstruktur und Gesamtfestigkeit und Gesamttextur durch die Kombination aus dreidimensionaler Substratanordnung sowie überlagerter Pilzfermentation auf. Weiterhin vorteilhaft gegenüber des klassischen sojabohnenbasierten Tempeh-Verfahrens ist, dass unlösliche Proteine sowie Fasern und sonstige aus der natürlichen Matrix stammende Inhaltsstoffe in beliebigen Mischungen verwendet werden können, vorzugsweise direkt aus dem feuchten, nichtgetrockneten Nebenstrom einer konventionellen Produktion. So kann beispielsweise Okara als Nebenstrom der Sojamilch- und Tofu-Produktion als Substrat eingesetzt werden. Somit kann auf sehr günstige Substrate zurückgegriffen werden, die zudem durch Mischen mit anderen Massen ernährungsphysiologisch optimierbar sind. Die Kombination aus 3D-Substratanordnung mit Pilzfermentation führt zu einer neuen Klasse an strukturierten Objekten/Produkten, die unter anderem als Fleischalternative weiterentwickelt werden können.

[0022] Alternativ zur 3D-Substratanordnung durch Extrusion in x,y,z-Richtung ist es für die Erzeugung höherer Durchsätze möglich, eine oder mehrere Substratphase(n) beispielsweise über eine Lochplatte in x,y-Richtung in, theoretisch,

unendliche lange parallele Stränge beliebiger Durchmesser, Durchmesser- und in beschränkter Masse auch in z-Richtung durch drehende oder in Extrusionsrichtung periodisch oszillierende Vorschübe zu extrudieren und damit zu orientieren. Wahlweise können auch die parallelen Stränge in Zufallsanordnung zu einem Objekt angeordnet werden und ein solches Objekt kann durch weitere geeignete Massnahmen geformt und/oder verdichtet werden.

[0023] Ebenfalls alternativ zur 3D-Substratanordnung durch Extrusion kann eine, die Fermentation fördernde 3D-Struktur auch dadurch erzeugt werden, dass ein weitestgehend komplett gefülltes, homogenes Objekt mithilfe von destruktiven Verfahren perforiert und ggf. auch gleichzeitig mit Pilzsporen an den so erzeugten inneren Oberflächen beaufschlagt wird. Die Perforation kann ähnlich der eines Blauschimmelpilzes aufgefasst werden, wobei die Methoden der Erzeugung von mit der umgebenden Atmosphäre verbundenen Kavitäten verschieden sein können, wie beispielsweise durch ein lokales Verdichten von Strukturen durch Penetration mit einem nadelartigen Objekt, welches innen ausgehöhlt sein kann und die neu geschaffenen Oberflächen mit einer Sporensuspension benetzen kann. Oder durch Penetration mit einem rotierenden und Material-fördernden Objekt wie einem Bohrer. In einer weiteren Variante kann die Substratmasse beispielsweise in ein Ensemble aus gekreuzten und beweglichen Stäben geeigneter Querschnittsformen ausgebracht und verfestigt werden, wobei die Erzeugung der ungefüllten Kavitäten durch Entnahme der Stäbe aus der Substratmasse entstehen.

[0024] In einer weiteren Ausführung können aus einer Substratmasse Partikel, partikuläre Objekte, Aggregate und andere aggregierte oder agglomerierte Objekte, vorzugsweise definierter Verteilung und definierter Grösse, erzeugt werden, die anschliessend, vorzugsweise isotrop ausgebracht, derart versintert werden, dass die nicht durch die genannten Objekte gefüllten Kavitäten ein vollständiges oder weitestgehend zusammenhängendes Netzwerk bilden, welches die Versorgung des Pilzmycels oder anderer Mikroorganismen mit einer geeigneten Gasphase erlaubt oder wenigstens begünstigt. In allen Fällen können die Sporen und/oder Mikroorganismen dem Substrat beispielsweise vorgängig zugegeben, das Substrat an der Oberfläche benetzt oder das Substratnetzwerk nach der Herstellung durch Tauchen in ein sporen- und/oder mikroorganismenreiches Fluid beimpft werden.

[0025] Die Struktur der ausgebrachten Substratmasse weist repetitive Elemente aus, insbesondere bei kleinen Produkt-körpern, können aber auch makroskopisch betrachtet anisotrope Strukturelemente existieren. Die Ausbringung der Massen erfolgt z.B. über strangweise Extrusion, kann jedoch auch durch andere Verfahren mit vergleichbarem Resultat erzielt werden.

[0026] Die Substratphase kann in einer Basisausführung als Emulsion, Suspension oder Suspoemulsion interpretiert werden. In einer möglichen Ausführung wird die Substratphase als Schaum ausgebracht. Der Overrun beträgt zwischen 1 und 200 % und wird vorzugsweise durch Expansion eines gelösten Gases oder beispielsweise auch durch Gasfreisetzung aus chemischen Substanzen, in einer weiteren Ausführung aber auch durch Wasserverdampfung in Verbindung mit einer vorhergehenden Druckphase, erzeugt.

[0027] Die dreidimensionale Struktur der Substratmasse ihrerseits gibt indirekt die Gesamtstruktur vor, die durch die Pilz-fermentation gebildet wird und die die innere Vernetzung durch Pilzmyzel dirigiert. Im Gegensatz zur klassischen Tempeh-Fermentation mit Sojabohnen kann die resultierende Produktstruktur und -textur gesteuert werden. Durch besondere Anordnung der Substratstränge in Kombination mit den eingestellten rheologischen Eigenschaften der Substratmasse können unterschiedliche Struktur- und Texturwahrnehmungen erzeugt werden, die teilweise als fleischähnlich zu beschreiben sind.

[0028] Als Substrate sind verschiedene Massen geeignet, die aus Proteinen (0-100%) und/oder Kohlenhydraten (0-100%) und/oder Fetten (0-50%) und weiteren Minorbestandteilen (<10%) zusammengesetzt sind und so beschaffen sind, dass sie extrudierbar sind. Zum Beispiel extrudierbar aus Düsen in einer Bandbreite von 0.1 - 30 mm, wobei die Massen auf die Düsen abgestimmt werden. Vorzugsweise werden Massen verwendet, die Nebenströme aus einer konventionellen Produktion darstellen wie beispielsweise Okara, Getreidekleie, Presskuchen aus der Ölgewinnung sowie Mischungen daraus, Obst- und Gemüsetrester, Biertreber, Zuckerrübenpressrückstände. Ernährungsphysiologische oder sensorische Defizite dieser Massen werden vorzugsweise durch Vermischen mit anderen Massen korrigiert. Typische Trockenmassen solcher Massen liegen bei 15 bis 85 % (w/w), diese Trockenmassen können durch mechanische Entwässerung, aber auch durch partiell thermische Verfahren oder Kombinationen eingestellt werden. Zur Erhöhung der Verfügbarkeit von Nährstoffen für das Pilzmyzel oder anderen (Teil)-Fermentationen sowie zur Modifizierung der Flieseigenschaften und/oder Partikelgrös-senverteilung der Massen können die Massen mechanisch weitergehend aufgeschlossen werden (beispielsweise durch Feinvermahlung, Kugelvermahlung oder kryomechanisch-abrasive Verfahren wie die Verarbeitung im Pacojet). Aus hygie-nischen und technologischen Gründen können die Massen vor ihrem Einsatz als Substrat einem Schritt unterworfen werden, der die Zahl der Keimzahlreduziert wie beispielsweise eine thermische Behandlung oder Anwendungen von PEF, Hochdruck, US oder Kombinationen daraus. Ein weiterer Effekt einer solchen Behandlung kann der Aufschluss und damit verbunden eine einfachere Verwertung/Nutzung der Substratinhaltstoffe durch das Pilzmyzel sein oder die Bildung oder der Abbau oder die Entfernung von sensorisch relevanten Verbindungen oder Vorläufern daraus, sowie von Verbindungen, die durch fermentative Aktivität zu einer erwünschten Einstellung der Sensorik des Produkts führen.

[0029] Die Substratphasen können zusätzlich modifiziert werden durch Einarbeitung weiterer Materialien/Substanzen wie beispielsweise Kohlenhydrate, Hydrokolloide, vernetzende Ionen. In einer weiteren Ausführung können beispielsweise fermentierende Mikroorganismen und/oder Pilze und/oder Enzyme zugesetzt werden, die zu einer Vernetzung und/oder Verfestigung und/oder Modifikation der rheologischen Eigenschaften der Substratphase vor, während oder nach der Fermentation führen können.

[0030] Die zur Erzeugung der Mesostruktur eingesetzten Grundphasen sind pastöse, extrudierbare Massen mit Fließgrenzen, auf der Basis von pflanzlich-basierten faserhaltigen Produkten, zum Beispiel Okara, Treber, Trester etc., auf Basis von proteinreichen Produkten wie z.B. Tofu-Massen, Gluten oder anderen proteinreichen Massen etc., deren Proteine löslich oder unlöslich sein können und unterschiedlich konzentriert vorliegen, getrocknet oder als fließfähiges Konzentrat oder Isolat.

[0031] Für die Formulierung der Phasen werden lösliche, im Sinne der Osborneklassifizierung Albumine und Globuline, und wasserunlösliche, im Sinne der Osborneklassifizierung Protamine und Gluteline, Proteine oder proteinhaltige Phasen eingesetzt, wobei diese Proteine in allen Aufreinigungsgraden ab einem Proteingehalt von mehr als 0.01%, in einer bevorzugten Ausführung von mehr als 0.1%, in einer noch bevorzugteren Ausführung von mehr als 1% und in einer noch bevorzugteren Ausführung von mehr als 5%, gemessen im Substrat vor Fermentation als Gesamtstickstoff, in einer bevorzugten Ausführung als Oligopeptide oder höher, in einer noch bevorzugteren Ausführung als Polypeptide oder höher, jeweils allein oder in Mischungen als gravimetrisch überwiegendes Element, verwendet werden.

[0032] Die Versorgung mit Sauerstoff erfolgt im Objekt durch ein weitestgehend kontinuierlich zusammenhängendes Netzwerk an ungefüllten Kavitäten. Der entsprechende Volumenanteil an ungefüllten Kavitäten beträgt zwischen 10% und 80% und wird bestimmt durch die Anordnung des Substratnetzwerks. Die ungefüllten Kavitäten werden je nach Abstand der begrenzenden Substratstränge sowie Wachstumsbedingungen von Pilzmyzel durchzogen und gefüllt. Das Wachstum kann gesteuert werden, so dass zum einen die Penetration des Substrats, wie auch die Verbindung der Substratstränge und damit die Gesamtprodukteigenschaften definiert werden können. Das Wachstum kann zusätzlich durch den partiellen Sauerstoffdruck sowie der absoluten verfügbaren Menge an Sauerstoff moduliert werden. Innerhalb eines Objekts können unterschiedliche Wachstumsbedingungen durch lokal unterschiedliche Verhältnisse zwischen Substratphase und Gasphase eingestellt werden, um gezielt Makrostrukturen erzeugen zu können.

[0033] Ein Vorteil der freien Wahl des Substrats liegt darin, dass ohne Weiteres zwei oder mehrere verschiedene Substratphasen eingesetzt werden können. Ein grosser Vorteil dieser Option liegt darin, gezielt die Mikro-, Meso- und Makrostruktur verändern zu können, was sich auf Textur, Sensorik und Optik auswirkt. So können in einer einfachen Ausführung unterschiedlich konzentrierte Phasen des gleichen Materials eingesetzt werden. In einer komplexeren Ausführung können auch unterschiedliche Materialien eingesetzt werden. Beispielsweise kann Tofu-Masse sowie Okara-Masse zu einem gemeinsamen Produkt verarbeitet werden, wobei die getrennten Phasen gleichzeitig als Strukturierungshilfsmittel eingesetzt werden, da sie aufgrund ihrer Zusammensetzung unterschiedliche rheologische und textuelle Eigenschaften aufweisen können, zum anderen unterschiedlich stark vom Pilzmyzel durchdrungen werden können, was ebenfalls zu rheologischen und textuellen Unterschieden führen kann.

[0034] Zur Einstellung von Textur- und/oder rheologischen Merkmalen können gezielt wachstumsfördernde und wachstumshemmende (bzw. eher wachstumsgünstige bzw. eher wachstumsungünstige) Substratphasen im Hinblick auf die Durchdringung oder Vernetzung durch Pilzmyzel eingesetzt werden. Die unterschiedlichen Phasen können entweder durch Separierung eines gemeinsamen Ausgangsmaterials erzeugt werden oder auch komplett unterschiedliche Ausgangsmaterialien umfassen. Als Wachstumshemmer kommt neben dem Einsatz von antinutritiven Faktoren auch eine Erhöhung des Fettgehalts des verwendeten Substrats in Frage. Neben dem dispersen Vorliegen von Fett kann Fett auch als Coating eines Substratstrangs komplett oder teilweise verwendet werden, um an den gecooteten/beschichteten Stellen ein Wachstum in die Substratphase zu erschweren oder zu verhindern. Statt eine wachstumsfördernde und eine -hemmende Phase zueinander anzuordnen, können diese ebenfalls wie die beschriebene Fettphase co-extrudiert werden, so dass das Wachstum des Pilzmyzels in den zweiphasigen Substratstrang begrenzt werden kann, sofern die wachstumshemmende Phase im Kern des Strangs zu finden ist. Dies kann wünschenswert sein, um die Textur einzustellen oder die Menge an Pilzmyzel generell zu begrenzen, ohne auf wesentliche, die Textur einstellende oder rheologische Merkmale verzichten zu müssen.

[0035] In einer möglichen Ausführung der Erfindung werden alle nicht mit Substratphase oder Pilzmycel gefüllten Kompartimente des Objekts nach einer (ersten) Fermentation mit einer weiteren, fließfähigen Phase gefüllt und in unterschiedlichen Ausprägungen verfestigt. Die Verfestigung kann (i) über eine weitergeführte Pilzfermentation, (ii) eine zusätzliche Fermentation mithilfe eines weiteren bioaktiven Organismus, (iii) enzymatisch, (iv) über thermoreversible Mechanismen, (v) ionisch induziert oder andere Verfahren erfolgen und kann im inneren des Objekts im Vergleich zu oberflächennahen Bereichen verschieden ausfallen (Beispiel: Abschliessende, verfestigte zweite Phase, im Inneren noch fließfähig). Die fließfähige Phase kann verschieden zusammengesetzt sein, unterschiedliche Trockenmassen sowie unterschiedliche rheologische Eigenschaften ausweisen. Bevorzugt wird das gleiche Material eingesetzt, aus welchem bereits die kontinuierliche Substratphase besteht, ebenfalls bevorzugt Material, welches in einem oder mehreren vorausgehenden Schritten vom als Substratphase verwendeten Material teilweise oder komplett abgetrennt wurde, mit oder ohne Vermischungen mit weiteren Materialien, insbesondere von solchen, die eine Einstellung der Festigkeit bzw. der rheologischen Eigenschaften im gelierten/verfestigten Zustand erlauben bzw. überhaupt erst möglich machen. Zur Modulierung der Sensorik können insbesondere Fett und/oder Hydrokolloide/Kohlenhydrate, emulgiert bzw. dispergiert, zugesetzt werden. Die Füllung der Kompartimente kann zu unterschiedlichen Zeitpunkten der Fermentation der Substratphase und bei unterschiedlicher Ausprägung des Pilzmyzels erfolgen, um ggf. eine verfestigende Aktivität des Pilzmyzels nutzen zu können. In einer weiteren Ausführung kann die Füllung auch erst zu beliebigen späteren Zeitpunkten erfolgen, z.B. vor einer Weiterverarbeitung

oder durch einen Verbraucher. In einer weiteren Ausführung können der füllenden Phase Stoffe/Substanzen zugesetzt werden, die in der Folge die Eigenschaften oder das Wachstum des Pilzmycels oder der Substratphase verändern.

[0036] In einer beispielhaften Ausführung wird Okara mit einer Ausgangstrockenmasse von 18% durch mechanisches Pressen auf eine Trockenmasse von 21% eingestellt, mit Sojaöl (5%, w/w) gemischt und homogenisiert und für 60 min auf 95°C erhitzt, abgekühlt, mit Pilzsporen (*Rhizopus oligosporus*) versetzt, vakuumiert und in Kartuschen abgefüllt. Ein Objekt der Grösse 20x20x20 mm wird mit einem Gasphasenanteil von 50% schichtweise, indem die Substratstränge jeweils von Schicht zu Schicht 90° zueinander gedreht angeordnet sind und die Stränge in regemässigem Muster so angeordnet sind, dass die mittleren Distanzen zwischen den Strängen gleich sind. Das Objekt wird für 72h bei 25°C und einer relativen Luftfeuchte von 90% inkubiert, anschliessend verpackt, vakuumiert und kühl gelagert oder gefroren.

[0037] In einer weiteren beispielhaften Ausführung wird Okara mit einer Trockenmasse von 18% gepresst, die Trockenmasse auf 28% eingestellt, Sojaöl (5%, w/w) zugegeben und für 60 min auf 95°C erhitzt, abgekühlt, mit Pilzsporen versetzt, vakuumiert und in Kartuschen abgefüllt. Ein ovales Objekt der Grösse 100x50x18 mm wird mit einem Gasphasenanteil von 25% schichtweise erzeugt, indem die Substratstränge immer in eine Richtung orientiert, horizontal hinsichtlich Position oszillierend derart ausgebracht, dass sich die Stränge von Schicht zu Schicht am maximalen Oszillationspunkt berühren. Das Objekt wird für 72h bei 25°C und einer relativen Luftfeuchte von 90% inkubiert. Nach Abschluss der Fermentation werden mit Sojamilch, konzentriert auf eine TS von 25%, die Hohlräume gefüllt und bei 25°C für 5-10h mit GDL geliert. Das Objekt wird nach Gelierung anschliessend verpackt, vakuumiert und kühl gelagert oder gefroren.

[0038] Die Fermentationen laufen bevorzugt bei Temperaturen zwischen 15 und 40°C ab bei einer Luftfeuchte von rel. 20-99%. Bei einer Fermentation mit einem Pilz oder einer Kombination von Pilzen oder bei einer Co-Fermentation mit Mikroorganismen wie beispielsweise Milchsäurebakterien wird die Fermentationstemperatur so gewählt, dass neben einem bestmöglichen Wachstum eine Sporulation vermieden wird.

[0039] Mögliche Pilz-Arten zur Fermentation sind filamentös wachsende Pilze der Gattung *Rhizopus* (beispielsweise *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus stolonifer*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus arrhizus*), *Actinomyces* (typischerweise zur Herstellung von Meitauza verwendet), *Aspergillus oryzae* (typischerweise zur Herstellung von Soja-Sauce eingesetzt), *Bacillus natto* (typischerweise für die Herstellung von Natto), *Neurospora intermedia* (typischerweise für die Herstellung von „oncom“ oder „ontjom“, d. h. fermentiertem Erdnusspresskuchen). Die bakterielle Begleitflora kann zudem dazu beitragen, dass die fermentierten Endprodukte auf natürlicher Weise beispielsweise Ernährungsvorteile aufweisen, bspw. erhöhter Vitamingehalt oder bessere Verdaulichkeit (*Rhizopus oligosporus*, *Aspergillus oryzae*). Mögliche Bakterienarten zur Fermentation sind beispielsweise Milchsäurebakterien (beispielsweise *Lc. Lactis*, *Lb. Bulgaricus*, *Prop.bact. freudenreichii*, *Lb. Reuteri*) oder *Zymomonas mobilis*.

[0040] Eine Fermentation im Sinne der Erfindung bedingt mindestens eine Fermentation mit einem mycelbildenden Pilz, kann aber weitere mycelbildenden oder nichtmycelbildenden Pilze enthalten sowie nicht-mycelbildende Mikroorganismen. Die Fermentationen können als singuläre Fermentationen sowie als Co- oder multiple Fermentationen durchgeführt werden. Pilze werden beispielsweise für die Strukturierung (Bildung einer Mikrostruktur), Anreicherung mit ernährungsphysiologisch wertvollen Verbindungen/Substanzen (beispielsweise Vitamine), Modulation der Verdaubarkeit, sowie Geschmacksbildung (beispielsweise durch Abbau unerwünschter Verbindungen oder durch Segregation von sensorisch vorteilhaften Verbindungen oder durch Bereitstellung von Substanzen, die von anderen Fermentationskulturen weiterverwertet werden können) eingesetzt werden, Mikroorganismen beispielsweise für die Geschmacksbildung (beispielsweise zum Abbau unvorteilhafter sensorisch wirksamer Verbindungen, Segregation von sensorisch vorteilhaften Verbindungen, Kombinationen daraus, Bereitstellung von Substanzen, die von anderen Fermentationskulturen weiterverwertet werden können), Strukturierung (zum Beispiel durch Veränderung des pH-Werts, Vernetzung von Strukturen innerhalb des Substrats), zum partiellen Abbau des Substrats und/oder Freisetzung von für das Pilzwachstum modulierende Substanzen durch Abbau und oder Ausscheidung, zur Veränderung der optischen Aspekte (beispielsweise der Farbe), zur Anreicherung mit ernährungsphysiologisch vorteilhaften Verbindungen/Substanzen (beispielsweise Vitamine), Modulation der Verdaubarkeit oder zur verbesserten Haltbarkeit. Insgesamt betrachtet werden die Kombinationen in erster Linie so gewählt, dass die sensorischen Eigenschaften (Geschmack, Textur) massgeschneidert werden können. Bei einer Co- oder multiplen Fermentation können sich die Organismen funktionell ergänzen oder synergistisch miteinander wirken. Durch geeignete Kombination Co- oder multiple Fermentationen kann eine fleischähnliche Sensorik (vor allem Hühnchengeschmack hinsichtlich Geschmack sowie eine faserige Textur/Struktur) erzeugt werden.

[0041] In einer anderen Ausführung der Erfindung werden die Pilzsporen anisotrop im Objekt verteilt, derart, dass Substrat an einigen Stellen im Objekt mit signifikant weniger Sporen enthält als an anderen Stellen. Der Grad der Anisotropie wird beispielsweise durch die Kombination einer sporenfreien oder sporenen Phase sowie einer sporenen Phase in einem Objekt erzielt, indem zwei Phasen getrennt voneinander extrudiert werden. In einer weiteren Ausführung werden die Sporen innerhalb der Substratstränge anisotrop verteilt, indem zwei Substratphasen - eine sporenfreie oder sporenen Phase sowie eine sporenen Phase - co-extrudiert werden, derart, dass vorzugsweise in der äusseren Phase die Konzentration an Sporen im Vergleich zur inneren Phase erhöht ist.

[0042] In einer weiteren Ausführung erfolgt die Beimpfung mit Sporen nach dem Extrudieren und dem Aufbau des Objekts entweder durch Besprühen der Grenzflächen mit einer sporenhaltigen, zerstäubten Flüssigkeit oder durch Benetzen des gesamten Objekts durch Eintauchen in ein sporenhaltiges Fluid, insbesondere dann, wenn ein vorbehandelnder Schritt

eine für die Sporenvitalität kritischer Temperatur überschritten hat. Anisotropie Verteilungen werden ebenfalls erreicht, wenn Produkte mit mehr als einem Typ von Pilzsporen beimpft, die Sporen in separaten Substratmassen eingebracht und im Objekt unterschiedlich lokalisiert werden.

[0043] Die erfindungsgemäss hergestellten Produkte zeichnen sich unter anderem dadurch aus, dass in der Regel die mechanische Festigkeit der Produkte über die Fermentationszeit ansteigt. Die weitere Zubereitung verändert die Festigkeit der Objekte in der Regel hin zu geringeren Festigkeiten, wobei das Ausmass der Reduktion von der Zubereitungsart abhängt. Die Objekte bleiben in einer bevorzugten Ausführung formstabil beim Kochen in Wasser oder beim Garen in Dampf und expandieren nicht.

[0044] In einer möglichen Ausführung wird die Substratphase entweder freistehend oder mit Hilfe von Vorrichtungen derart angeordnet, dass eine schlauchartige Struktur entsteht, begrenzt durch die Substratphase in zwei Raumrichtungen und unbegrenzt in die dritte Dimension. In einem ersten Schritt erfolgt fermentativ eine Mycelbildung und Verfestigung der Substratphase, in einem weiteren Schritt wird die schlauchförmige Struktur mit einem Fluid entweder durchflossen oder gefüllt. In einer anschliessenden Fermentation wird die Zusammensetzung bzw. werden die chemischen und physikalischen Eigenschaften des durchströmenden oder stehenden Fluids durch Interaktion mit dem Pilzmycel und/oder Interaktion mit der Substratphase modifiziert. Die Versorgung des Pilzmycels mit Sauerstoff erfolgt über die Aussenseite des durch die Substratphase gebildeten Schlauchs. Die Ausbildung des Schlauchs kann unterstützt werden durch die Applikation eines perforierten Materials, welches einerseits eine Sauerstoffversorgung des Pilzmycels innerhalb des Schlauchs erlaubt, andererseits aber auch das Auslaufen der Flüssigkeit im Schlauch reduziert oder unterbindet und dem ganzen Konstrukt ein Minimum an Festigkeit verleiht. Nach der Fermentation wird das Fluid wieder abgetrennt, gefiltert und getrocknet.

[0045] In einer weiteren Ausführung wird eine zufällige Anordnung der Substratphase gewählt, das Objekt fermentiert und anschliessend mit einem Fluid komplett gefüllt und für eine weitere Zeitspanne fermentiert. Nach der Fermentation wird das Fluid wieder abgetrennt, gefiltert und getrocknet. Ein solches Fluid zeichnet sich dadurch aus, dass die enzymatische Aktivität des Myzels unter anderem für eine partielle Hydrolyse der Proteine und damit einer sensorischen Veränderung gesorgt hat.

[0046] Die beiden Fermentationsobjekte oder auch gezielt für diesen Zweck hergestellte Objekten können nach der Fermentation wieder einem partiellen oder vollständige Destrukturierungsschritt unterworfen werden. Beispielsweise kann ein eher grob zerkleinertes Objekt die Grundmasse für einen Fleisch-Paddy darstellen, ein eher feiner zerkleinertes Objekt ebenso wie ein eher oder sehr grob zerkleinertes Objekt als Masse für eine nachfolgende Nassextrusion, in einem breiten Temperaturbereich, dienen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines strukturierten Körpers, der zum Zweck und während einer Fermentation mit ungefüllten Kavitäten durchzogen, fest und fermentiert ist, und gebildet auf der Basis von modulierbaren Massen, dadurch gekennzeichnet, dass
 - (a) mindestens eine, den Körper aufbauende, rheologisch und textuell einstellbare, modulierbare Masse eine gerichtete oder ungerichtete, hinsichtlich Anordnung in weiten Bereichen frei einstellbare Mesostruktur bildet, die das Substrat sowie die Kavitäten für eine oder mehrere Fermentationen und eine für die Gesamttextur mitentscheidende Grundstruktur bildet sowie
 - (b) durch die Einführung mindestens einer Co- und/oder überlagerten Mikrostruktur, induziert durch eine oder mehrere Fermentationen, derart, dass teilweise oder komplett zusammenhängende, filamentartige, durch Pilzwachstum verursachte Netzwerkstrukturen in, auf und zwischen den Mesostrukturelementen erzeugt werden sowie
 - (c) dass durch Wahl des Volumenanteils ungefüllter Kompartimente am Gesamtobjekt, durch Wahl deren Anordnung sowie durch Wahl des Verhältnisses zwischen Mesostrukturoberfläche und Mesostrukturvolumen das Wachstum des Myzels insgesamt sowie die Durchdringung und Richtung der Mesostruktur mit Myzel und somit in ihrer Gesamtheit die Netzwerkstrukturen einstellbar sind und dass
 - (d) die Gesamtheit der Strukturierungselemente auf Mikro- und Mesoebene in ihrem Zusammenspiel eine einstellbare
 - (i) Verfestigung, (ii) rheologische Eigenschaften und (iii) sensorisch relevante Texturierung bewirken.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Substratphase durch eine gerichtete oder ungerichteten 3D-Extrusion ausgebracht wird
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Dimensionen des Körpers in alle Raumrichtungen mindestens dem dreifachen charakteristischen Durchmesser der Mesostrukturelemente entsprechen, bevorzugt mindestens dem fünffachen, in einer noch bevorzugteren Ausführung des zehnfachen und in einer noch bevorzugteren Ausführung des zwanzigfachen dem charakteristischen Durchmessers der Mesostrukturelemente entsprechen.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Mesostruktur eine beliebige Makroform beliebiger Höhe ausfüllen kann.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zur Erzeugung der Mesostruktur eingesetzten Phasen pastöse, extrudierbare Massen mit Fliessgrenzen sind, beispielsweise auf der Basis von pflanzlich-basierten, proteinhaltigen, faserhaltigen Produkten, zum Beispiel Okara, Treber, Trester etc.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Trockenmasse des Produkts bevorzugt 1-50% (w/w), in einer bevorzugteren Ausführung 3-45% (w/w), in einer noch bevorzugteren Ausführung 5- 40% (w/w), in einer noch bevorzugteren Ausführung 7-35% (w/w) beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die ungefüllten Kavitäten so miteinander verbunden sind, dass eine sauerstoffabhängige Fermentation an alle Grenzflächen des Körpers zur Gasphase, unabhängig von ihrer räumlichen Lage begünstigt oder erst ermöglicht wird, derart, dass der Volumenanteil an Masse, die teilweise oder komplett zusammenhängt, in einer bevorzugten Ausführung 40-70%, in einer bevorzugteren Ausführung 30-80%, in einer noch bevorzugteren Ausführung 20-80% und in einer bevorzugtesten Ausführung 20-90% beträgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die verwendeten Massen mindestens eine oder mehrere unterschiedliche Massen sind, die jeweils aus einer oder mehreren, bevorzugt co-extrudierten, Phasen zusammengesetzt sind, wobei sich die Zusammensetzung während des Ausbringvorgangs dynamisch veränderbar ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Körper von filamentartigen Netzwerkstrukturen, die durch Pilzwachstum verursacht sind, durchzogen wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die teilweise oder komplett zusammenhängenden, filamentartigen, durch Pilzwachstum verursachte Netzwerkstrukturen bildende Fermentation mit einer oder mehrerer Pilzkulturen erfolgt, und einen Volumenanteil am Volumen der ungefüllten Kavitäten von mindestens 0.1% umfasst.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass (i) die, das Myzel bildenden, Sporen in einer Masse und im typischen Querschnitt der daraus gebildeten Mesostrukturelementen isotrop verteilt vorliegen, und/oder (ii) überwiegend in den äusseren 40% (v/w) der Mesostrukturelementen konzentriert sind, und/oder (iii) die Verteilung der Sporen im typischen Querschnitt der gebildeten Mesostrukturelementen einen Gradienten vom Zentrum hin zum Ort maximaler Distanz vom Zentrum aufweist oder (iv) mindestens 95% auf der Oberfläche der Mesostrukturelementen zu finden ist
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb eines Produkts Sporen verschiedener Gattungen von Myzel-bildenden filamentöser Pilze, zum Beispiel Rhizopus Oligosporus, Actinomucor Elegans und gegebenenfalls zusätzlich Mikroorganismen wie zum Beispiel Propionibacterium Freudenreichii, Zymomonas Mobilis eingesetzt werden, deren bevorzugte räumliche Lokalisierung im Körper als isotrop oder definiert anisotrop beschreibbar ist.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Verwendung mehrerer verschiedener Gattungen von Sporen bevorzugt diese vor Fermentationsbeginn in gleichen oder unterschiedlichen Kompartimenten vorliegen.
14. Produkt, hergestellt einem Verfahren gemäss der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die eingesetzten Masse einen Lipidgehalt von 0-70% (w/w), einen Proteingehalt gemessen als Stickstoff von 0-50% (w/w) und einen Kohlenhydratanteil von 0-80% (w/w) sowie weitere Inhaltsstoffe aufweisen.
15. Produkt nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Massen derart zusammengesetzt oder räumlich aufgebaut sind, dass sie aufgrund ihrer Zusammensetzung das Wachstum der die zusammenhängenden, filamentartigen, durch Pilzwachstum verursachte Netzwerkstrukturen bildenden Organismen hemmen oder begünstigen.
16. Produkt nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass für die Formulierung der Phasen lösliche, im Sinne der Osborneklassifizierung Albumine und Globuline, und wasserunlösliche, im Sinne der Osborneklassifizierung Prolamine und Gluteline, Proteine Bestandteil sind und dass diese Proteine in allen Aufreinigungsgraden ab einem Proteingehalt von mehr als 0.01%, in einer bevorzugten Ausführung von mehr als 0.1%, in einer noch bevorzugteren Ausführung von mehr als 1% und in einer noch bevorzugteren Ausführung von mehr als 5%, gemessen im Substrat vor Fermentation als Gesamtstickstoff, in einer bevorzugten Ausführung als Oligopetide oder höher, in einer noch bevorzugteren Ausführung als Polypeptide oder höher, jeweils allein oder in Mischungen als gravimetrisch überwiegendes Element, verwendet werden.