



Ballaststoffe und intestinale Fermentation: Studie zu Getreide, Hülsenfrüchten und Knollen

Dr. A. Colonnese¹, R. Panzironi²

¹ Nutrition Biologist, Latina, Italy

² Independent Researcher, Latina, Italy

1. ABSTRACT

Die Studie verglich Zellwände, die aus neun pflanzlichen Lebensmitteln isoliert wurden, um zu verstehen, ob deren Zusammensetzung die Fermentation durch Darmbakterien beeinflusst. Die Ergebnisse zeigen unterschiedliche Profile für Getreide, Hülsenfrüchte und Knollen, insbesondere hinsichtlich der Fermentationsgeschwindigkeit und der produzierten Metaboliten. In der Publikation wurden im Labor Zellwände aus drei Getreidesorten, drei Hülsenfrüchten und drei Knollen untersucht, indem diese 48 Stunden lang mit einer fäkalen Suspension von drei gesunden Freiwilligen inkubiert wurden. Zellwände bilden das Netzwerk, das Pflanzen Form und Stabilität verleiht. Für den menschlichen Organismus sind sie weitgehend resistent gegen die anfängliche Verdauung, können jedoch zu einem Substrat für die Mikroorganismen im Dickdarm werden. Die Autoren maßen die Zusammensetzung der Ballaststoffe, das produzierte Gas, kurzkettige Fettsäuren – also kleine Moleküle, die während der Fermentation entstehen – sowie Veränderungen in der Bakteriengemeinschaft. Die Zellwände von Getreide, die reich an Lignin und arm an Pektin sind, fermentierten langsamer und produzierten weniger kurzkettige Fettsäuren als die von Hülsenfrüchten und Knollen. Die Zellwände von Hülsenfrüchten zeigten einen höheren relativen Anteil an Propionat, während die von Knollen einen höheren relativen Anteil an Butyrat aufwiesen. Das Ergebnis legt nahe, dass nicht nur die Gesamtmenge der Ballaststoffe zählt: Auch die Zusammensetzung und Organisation des pflanzlichen Materials steuern die mikrobielle Reaktion. Das experimentelle Modell bildet jedoch weder die Ernährung noch die Darmpassage oder die biologische Variabilität echter Personen ab.

VIDEO ARTICLE



ARTICLE INFORMATION

Received: October 29, 2026

Revised: October 29, 2026

Accepted: October 29, 2026

Published: October 2026

DOI 10.5281/zenodo.placeholder

KEYWORDS

pareti cellulari vegetali e fermentazione intestinale
composizione delle pareti cellulari vegetali
fermentazione fecale in vitro
fibre di cereali legumi e tuberi
metaboliti della fermentazione intestinale
struttura vegetale e batteri intestinali

MISSION

LIFE Science Hub – Journal of Science entstand mit dem Ziel, wissenschaftliches Wissen zugänglich zu machen, ohne auf methodische Strenge, Qualität der Quellen und Verlässlichkeit der Inhalte zu verzichten. Die Zeitschrift fördert die Verbreitung von Wissen in den Gesundheits-, Ernährungs-, Medizin- und Langlebigkeitswissenschaften und schlägt so eine Brücke zwischen der Welt der Forschung und der Gesellschaft.

Durch Artikel, Übersichtsarbeiten, vertiefende Beiträge und Expertenbeiträge stärkt das Journal die evidenzbasierte Medizin und Wissenschaft, fördert eine korrekte Interpretation wissenschaftlicher Daten und tritt Fehlinformationen entgegen. Jeder Inhalt wird mit dem Ziel entwickelt, die Komplexität der Forschung in verständliche, nützliche und anwendbare Informationen zu übersetzen, wobei die Grundsätze von Genauigkeit, Transparenz und wissenschaftlicher Unabhängigkeit unangetastet bleiben.

Frei von politischen, industriellen und kommerziellen Einflüssen versteht sich die Zeitschrift als maßgeblicher und unabhängiger redaktioneller Raum, der der Förderung der wissenschaftlichen Kultur, der beruflichen Weiterbildung und dem Wachstum des Gesundheitsbewusstseins in der Bevölkerung gewidmet ist.



2. WAS DIESE UNTERSUCHUNG ANALYSIERT HAT

Die Studie von Xiong und Kollegen aus dem Jahr 2023 untersuchte, ob die in pflanzlichen Zellwänden enthaltenen Ballaststoffe von Darmbakterien auf die gleiche Weise verwertet werden. Die Forschenden isolierten pflanzliche Zellwände aus neun Quellen: drei Getreidesorten, drei Hülsenfrüchten und drei Knollenfrüchten. Anschließend verglichen sie Pektin, Lignin, die Zucker, aus denen Polysaccharide – also komplexe Kohlenhydrate – bestehen, sowie phenolische Verbindungen. Die biologische Bedeutung ist simpel: Eine Zellwand, die reicher an für Bakterien zugänglichen Komponenten ist, kann schneller umgewandelt werden. Eine Struktur mit mehr Lignin, einem starren Bestandteil von Pflanzen, kann hingegen weniger verfügbar sein. Nach der Inkubation mit fäkalem Mikrobiota aus mehreren Proben maßen die Autoren Gase, kurzkettige Fettsäuren und die bakterielle Zusammensetzung mittels 16S-rRNA-Gensequenzierung, einem Verfahren zur Identifizierung von Bakteriengruppen. Die Abbildung zeigt, was im Versuchsgefäß geschieht, nicht im Darm eines Menschen.

3. WELCHE ERGEBNISSE LIEFERT DIE STUDIE

Die Zellwände von Getreide zeigten eine langsamere Umwandlung und eine geringere Produktion von kurzkettigen Fettsäuren im Vergleich zu den Zellwänden von Hülsenfrüchten und Knollen. Diese Metaboliten umfassen Acetat, Propionat und Butyrat; es handelt sich um mikrobielle Produkte, nicht um Nährstoffe, die direkt mit der Nahrung aufgenommen werden. Acetat erwies sich in allen Gruppen als das Hauptprodukt. Aus technischer Sicht wies Getreide mehr Lignin und weniger Pektin auf, während Hülsenfrüchte und Knollen zu dem pektinreicheren Zellwandtyp gehörten. Nach 48 Stunden produzierten die Zellwände von Hülsenfrüchten proportional mehr Propionat, etwa acht Prozentpunkte mehr als die von Knollen. Die Zellwände von Knollen wiesen hingegen einen höheren relativen Anteil an Butyrat auf; bei der Yamswurzel überstieg dieser 11 % der gesamten kurzkettigen Fettsäuren. Multivariate Analysen trennten die Proben zudem nach ihrer botanischen Herkunft. Diese Unterschiede beschreiben

Zusammenhänge im experimentellen System und belegen keine klinischen Auswirkungen beim Menschen.

4. WARUM DIESE STUDIE RELEVANT IST

Die Arbeit verdeutlicht, warum es irreführend sein kann, alle pflanzlichen Ballaststoffe als gleichwertig zu betrachten. Zwei Lebensmittel können zwar Ballaststoffe enthalten, den Darmbakterien jedoch Materialien bieten, die sich in Zusammensetzung, Zugänglichkeit und Struktur unterscheiden. Das nützlichste Ergebnis ist daher mechanistischer Natur: Die mikrobielle Reaktion hängt vom verfügbaren Substrat ab und nicht nur von der allgemeinen Lebensmittelkategorie. Diese Interpretation steht im Einklang mit dem beobachteten Unterschied zwischen ligninreichen und pektinreichen Zellwänden. Lignin macht pflanzliches Material tendenziell widerstandsfähiger, während Pektin ein Polysaccharid ist, das von verschiedenen Bakterien verwertet werden kann. Die Studie identifiziert weder eine für die Gesundheit „beste“ Zellwand, noch legt sie fest, welches Lebensmittel eine Person bevorzugen sollte. Sie zeigt vielmehr, dass die pflanzliche Matrix dazu beiträgt, welche Metaboliten und mikrobiellen Gemeinschaften während der Fermentation entstehen.

5. GRENZEN DER STUDIE UND WAS SIE NICHT BELEGT

Es handelt sich um eine experimentelle In-vitro-Studie, das heißt, sie wurde außerhalb eines lebenden Organismus durchgeführt. Die Stuhlproben von drei gesunden jungen Freiwilligen wurden gemischt: Diese Vorgehensweise verringert die Wahrscheinlichkeit, individuelle Reaktionen zu beobachten. Symptome, klinische Parameter, Resorption, Darmpassage, die gewohnte Ernährung oder langfristige Auswirkungen wurden nicht bewertet. Darüber hinaus bezieht sich der Vergleich auf isolierte Zellwände und nicht auf vollständige Mahlzeiten. Die häusliche Verarbeitung, das Kauen sowie die Interaktion mit Proteinen, Fetten und anderen Nahrungsbestandteilen können beeinflussen, was den Dickdarm erreicht. Die Daten belegen nicht, dass Lignin die alleinige Ursache für die Unterschiede ist, da Pektin, andere Polysaccharide und phenolische Verbindungen gleichzeitig variierten. Sie erlauben



zudem nicht den Schluss, dass ein Anstieg von Acetat, Propionat oder Butyrat im Versuchsgefäß einen spezifischen klinischen Nutzen mit sich bringt.

6. UNABHÄNGIGE BESTÄTIGENDE NACHWEISE

Ein Experiment mit 14 pflanzlichen Substraten und Stuhlproben von drei Spendern bestätigte den ersten Schritt der Kette: Variationen in der Zusammensetzung der Zellwände, wie etwa das Vorkommen von Arabinan oder Galactan, waren mit einem selektiven Wachstum bestimmter Bakteriengruppen und Unterschieden bei den Fermentationsprodukten assoziiert [1]. Die Arbeit ist direkt relevant, da sie komplexes pflanzliches Material verwendet und nicht nur eine einzelne gereinigte Faser. Die Evidenz ist jedoch begrenzt: Es bleibt ein In-vitro-Modell mit wenigen Spendern und ohne klinische Ergebnisse. Eine zweite Studie verglich zehn strukturell unterschiedliche Pektine in einem Modell des künstlichen Dickdarms. Der Veresterungsgrad, die Verzweigung und die Zuckerzusammensetzung waren mit substratabhängigen Veränderungen bei den Bakterien und der kumulativen Produktion kurzkettiger Fettsäuren verbunden [2]. Dies stützt den Zusammenhang zwischen Faserstruktur, mikrobieller Verwertung und Metaboliten. Die Anzahl der biologischen Replikate war begrenzt und das Material bestand aus isoliertem Pektin, weshalb die Bestätigung für unverarbeitete Lebensmittel nur indirekt ist. Bulut und Kollegen fügten ein wichtiges Element hinzu: Auch die physikalische Position des Pektins in einem zellwandähnlichen Film veränderte die Fermentation durch Mikrobiota von drei Spendern [3]. Die Bestätigung betrifft die Zugänglichkeit der Faser. Der Effekt variierte zwischen den Spendern und das Material wurde im Labor entwickelt, entspricht also nicht einer natürlichen pflanzlichen Zellwand.

7. WIDERSPRÜCHLICHE BELEGE

Ein relevantes Ergebnis legt nahe, die Zusammensetzung oder Architektur nicht als absolute Prädiktoren zu betrachten. Bei einer In-vitro-Fermentation mit fäkalem Inokulum von Schweinen führten Weizenzellwände, Arabinoxylan, Beta-Glucan und deren Mischungen zu ähnlichen mikrobiellen Gemeinschaften auf Gattungsebene, obwohl sie unterschiedliche Anteile an Propionat und

Butyrat produzierten [4]. Der Übergang von der Struktur zur mikrobiellen Gemeinschaft kann daher vom Fasertyp, dem Inokulum und der verwendeten Metrik abhängen. Es handelt sich um einen teilweise widersprüchlichen Beleg, da er zwar Unterschiede bei den Metaboliten bestätigt, jedoch keine klare Trennung der Bakteriengruppen zeigt. Das Tiermodell schränkt die direkte Übertragbarkeit auf den Menschen ein.



8. QUADRO COMPARATIVO E SINTESI DELLE EVIDENZE

Unabhängige Studien, die dabei helfen zu bewerten, inwieweit Struktur und Zusammensetzung pflanzlicher Ballaststoffe die Fermentation und die Bakteriengemeinschaften beeinflussen.

Quadro comparativo

Publikation	Modell und Stichprobengröße	Hauptergebnis	Bezug zur Studie von Xiong
Solvang et al., 2023 [1]	In-vitro-Fäkalfermentation; 14 Substrate; 3 Spender	Pflanzliche Zusammensetzung mit Unterschieden im Bakterienwachstum und bei den Metaboliten assoziiert	Direkte Bestätigung, mit starker Einschränkung durch die Stichprobengröße
Larsen et al., 2019 [2]	Modell eines künstlichen Dickdarms; 10 Pektine; 2 biologische Replikate	Unterschiedliche Pektinstrukturen veränderten Bakterien und Fermentationsprodukte	Indirekte Bestätigung der Rolle der Struktur
Bulut et al., 2023 [3]	In-vitro-Fäkalfermentation; 3 Spender	Die Anordnung des Pektins in der Matrix selektierte unterschiedliche mikrobielle Reaktionen	Indirekte Bestätigung der Rolle der physischen Zugänglichkeit
Lu et al., 2021 [4]	In-vitro-Fermentation mit fäkalem Inokulum von Schweinen	Ähnliche Bakterienprofile bei verschiedenen Substraten, aber unterschiedliche Endmetaboliten	Teilweise Diskrepanz und modellabhängig

9. SINTESI EDITORIALE E CONCLUSIONI

REDAKTIONELLES FAZIT

Die Studie von Xiong und Kollegen aus dem Jahr 2023 zeigt, dass die Zellwände von Getreide, Hülsenfrüchten und Knollen kein einheitliches Material für Darmbakterien darstellen. In einem kontrollierten Fermentationssystem fermentierten Getreidezellwände, die reicher an Lignin und ärmer an Pektin sind, langsamer und erzeugten weniger kurzkettige Fettsäuren. Hülsenfrüchte und Knollen zeigten hingegen unterschiedliche Stoffwechselprofile mit relativen Unterschieden bei Propionat und Butyrat. Unabhängige Belege stützen die Auffassung, dass Zusammensetzung, physikalische Struktur und Zugänglichkeit der Ballaststoffe die mikrobielle Reaktion beeinflussen. Die Ergebnisse variieren jedoch je nach Substrat und verwendetem Mikrobiom, und eine Studie beobachtete trotz unterschiedlicher Metaboliten ähnliche Bakteriengemeinschaften. Insgesamt sind die Erkenntnisse nützlich, um die Mechanismen der Fermentation zu verstehen, sie erlauben jedoch keine Vorhersage über die gesundheitliche Wirkung eines einzelnen

Lebensmittels auf eine Person.

Aggiornato al 29/10/2026. Questo contenuto riflette una sintesi divulgativa delle evidenze scientifiche al momento della pubblicazione e non sostituisce il parere medico.

10. TRANSPARENZ UND WISSENSCHAFTLICHE VERANTWORTUNG

Künstliche Intelligenz wurde ausschließlich als Hilfsmittel zur redaktionellen und dokumentarischen Unterstützung eingesetzt. Sämtliche Inhalte, Interpretationen, Literaturangaben und Schlussfolgerungen wurden vom Autor geprüft, überarbeitet und freigegeben, der die volle wissenschaftliche Verantwortung dafür übernimmt.

Das Manuskript wurde zudem vor der Veröffentlichung einem unabhängigen Peer-Review-Verfahren unterzogen.

Um größtmögliche Transparenz zu gewährleisten, ist die vollständige Chronologie des Artikels, einschließlich der Daten von Einreichung, Überarbeitung, Annahme und Veröffentlichung sowie der Angaben zum Peer-Review-Verfahren, auf der eigenen Seite zur Artikelhistorie verfügbar.



11. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] **Beyond purified dietary fibre supplements: Compositional variation between cell wall fibre from different plants influences human faecal microbiota activity and growth in vitro**
Solvang et al., 2023
Environmental Microbiology
DOI: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.16368>
- [2] **Potential of Pectins to Beneficially Modulate the Gut Microbiota Depends on Their Structural Properties**
Larsen et al., 2019
Frontiers in Microbiology
DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00223>
- [3] **Matrix-entrapped fibers create ecological niches for gut bacterial growth**
Bulut et al., 2023
Scientific Reports
DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-27907-7>
- [4] **Wheat cell walls and constituent polysaccharides induce similar microbiota profiles upon in vitro fermentation despite different short chain fatty acid end-product levels**
Lu et al., 2021
Food & Function
DOI: <https://doi.org/10.1039/D0FO02509G>