

## Modulation der organoleptischen Eigenschaften veganer Joghurtalternativen unter Verwendung eines pektinbasierten Strukturierungsansatzes



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungsstelle(n):	Karlsruher Institut für Technologie (KIT) Institut für Bio- und Lebensmitteltechnik Teilinstitut I: Lebensmittelverfahrenstechnik Prof. Dr. Heike P. Karbstein Dr. Ulrike van der Schaaf/M. Sc. Desirée Martin
Industriegruppe(n):	Fachverband Pektin e.V., Neuenbürg
Projektkoordinator:	Prof. Dr. Hans-Ulrich Endreß Herbstreith & Fox GmbH & Co. KG, Neuenbürg
Laufzeit:	2020 – 2023
Zuwendungssumme:	€ 270.530,--

### **Ausgangssituation**

Fermentierte Milchprodukte sind aufgrund ihrer gesundheitsfördernden Wirkung ein wichtiger Teil der täglichen Ernährung vieler Menschen. Die zur Fermentation eingesetzten Starterkulturen werden von Konsumenten wegen ihrer positiven Wirkung auf die Darmflora und Darmgesundheit geschätzt. Da das Interesse an einer veganen Ernährungsweise in den letzten Jahren aus ethisch-moralischen und gesundheitlichen Gründen (Laktoseintoleranz oder Allergien) stark gestiegen ist, versuchen viele Verbraucher jedoch, ihren Konsum an fermentierten milchbasierten Produkten zu reduzieren oder komplett durch milchfreie Varianten zu ersetzen. Nichtsdestotrotz sind Konsumenten nicht bereit, auf die typischen Charakteristika der fermentierten Milchprodukte, wie die sensorischen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften, zu verzichten. Typische pflanzliche Alternativen basieren u.a. auf Soja, Hafer, Mandel, Reis oder Lupinen. Ähnlich wie bei Joghurt werden die pflanzlichen Rohstoffe meist ebenfalls mithilfe von Starterkulturen fermentiert. Die resultierende Konsistenz entspricht allerdings nicht der eines klassischen Caseingels nach Dicklegen von Milch. Daher werden die pflanzlichen Proteine oft zusätzlich thermisch oder enzymatisch vorbehandelt. Aufgrund der unterschiedlichen Molekülstruktur der pflanzlichen Proteine sowie des unterschiedlichen Fettgehalts im Vergleich zur Kuhmilch resultieren aber immer Gelstrukturen, die nicht denen eines Joghurts entsprechen. Sie werden von den Konsumenten als zu stark oder zu weich, sandig oder faserig beschrieben und als mindere Qualität wahrgenommen. Zudem neigen die Produkte zur Synärese, zeigen also ein vermindertes Wasserhaltevermögen, was ebenfalls einen Qualitätsmangel darstellen kann.

Der Fokus der Produktentwicklung auf Basis alternativer pflanzlicher Rohstoffe und der Begleitforschung liegt daher v.a. auf der Vermeidung einer Fehltexturierung, der Verbesserung des Mundgefühls und der Verbesserung des Wasserbindungsvermögens. Gängige Lösungsansätze sind die Anreicherung mit Milchproteinen oder Milchproteinkomplexen als Polymere oder Partikeln, um die Viskosität der Produkte zu erhöhen. Ein solcher Lösungsweg ist für vegane Milchersatzprodukte allerdings nicht denkbar.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, zu untersuchen, inwieweit sich mithilfe von Mikrogelpartikeln (MGP) aus Pektin die organoleptischen Eigenschaften veganer Joghurtprodukte modulieren lassen. Es wurde angenommen, dass durch Zugabe von Pektin-Mikrogelpartikeln das Fließverhalten und Reibungseffekte gezielt moduliert werden können, um so Mikrostrukturen einzustellen, die innovative Produkteigenschaften in Bezug auf Textur, Streichfähigkeit, Mundgefühl etc. erzeugen.

### ***Forschungsergebnis***

---

Im Rahmen des Vorhabens wurde die Struktur unterschiedlicher pektinbasierter MGP-Suspensionen analysiert und die Abhängigkeit des rheologischen und tribologischen Verhaltens der Suspensionen systematisch untersucht. Hierdurch wurde Grundlagenwissen über die MGP-Wechselwirkungen und Interaktionen zwischen MGP und Öl bzw. pflanzlichen Proteinen geschaffen, mit denen die Auswirkungen der MGP auf das Fließverhalten bzw. die Reibung in komplexen Lebensmittelsystemen, wie einer veganen Joghurtalternative, vorausgesagt werden können.

Es wurde der Einfluss der Prozess- und Rezepturparameter auf die Charakteristika von Pektin-MGP geklärt. Eine Herstellung der Mikrogelpartikel nach der Top-Down-Methode war möglich. Pektin-MGP unterschiedlicher Größen, Formen und Geleigenschaften stehen somit zur Verfügung.

Der Einfluss von MGP-Charakteristika und Zusatzstoffen in der Suspension (pH, Ionenstärke, osmotischer Druck) auf das Fließverhalten, Aggregation und Volumenänderung von Mikrogelsuspensionen wurde geklärt (AP 1). Die hergestellten Gele wiesen ein viskoelastisches Verhalten auf. Zuckerrüben-Gele zeigten eine verminderte Stabilität bei schnell wechselnden Belastungen, weiterhin wiesen diese eine geringere Härte auf als Gele aus Apfelpektin oder amidierten Apfelpektin.

Der Einfluss von MGP auf die Textur, das Fließverhalten und die Geleigenschaften einer pflanzlichen Proteinmatrix wurde untersucht und die Wechselwirkungen zwischen Proteinen und Pektinmikrogelen aufgeklärt. Pektinmikrogelpartikel wirken als „inactive filler“, da es zu keinen Wechselwirkungen zwischen den Mikrogelpartikeln und dem Sojaproteinisolat kommt. Dies äußerte sich in einer Abnahme der Matrixfestigkeit. Mit steigender Konzentration an Mikrogelpartikeln wurde die Viskosität der Proteinmatrix sowie die Gelstärke herabgesetzt. Die Zugabe von polymodalen Mikrogelpartikeln führte ebenfalls zu einer Schwächung des Gels, wobei dieser Effekt von einer Erhöhung der MGP-Konzentration überlagert wurde. Die Zugabe von osmotisch aktiven Substanzen, wie Saccharose oder Natriumchlorid, hatte einen größeren Einfluss auf die Joghurtstruktur als die Zugabe der Mikrogelpartikel, dies ist insbesondere bei Fruchtjoghurts von Interesse.

Es wurden die Zustände ternärer Gemische aus Öl, Wasser und MGP im relevanten untersucht (AP 3) und der Einfluss von Zusatzstoffen in der Suspension auf das Fließverhalten ausgewählter ternärer Gemische sowie der Einfluss von Öl auf die Textur, das Fließverhalten und die Geleigenschaften einer Protein-Mikrogelmatrix geklärt. In Wasser können Mikrogelpartikel Kokosöl als Pickering-Emulsion stabilisieren. Andere Mikrostrukturen konnten nicht erzeugt werden. Tropfen, welche einen Sauter-Durchmesser von kleiner/gleich 5 µm aufweisen, lieferten stabilere Emulsionen.

Ferner wurden die Wechselwirkungen zwischen Öl und pflanzlichen Proteinen bzw. Pektinmikrogelen geklärt (AP 4). Die Funktionalität ausgewählter Pektin-Mikrogelsuspensionen als texturierender Hilfsstoff wurde in modellhaft hergestellten pflanzlichen Joghurtalternativprodukten überprüft. Kleine Öltropfen wirkten sich wenig auf die Viskosität der Proteinmatrix aus. Die Art des Emulgators bestimmte dabei die Mikrostruktur des Joghurts und führt zu unterschiedlichen Schmiereigenschaften.

Weiterhin wurde im Rahmen des Projekts eine High-Protein-Joghurtalternative auf Basis eines Erbsenproteinisolats hergestellt. Dabei stellte sich heraus, dass die Charge des Erbsenproteins von zentraler Bedeutung war und verschiedene Chargen starken Schwankungen unterlagen. Im Gegensatz zu Sojaproteinisolat bildete Erbsenproteinisolat Aggregate, weshalb keine Reduktion des Reibungskoeffizienten bei Zugabe von Mikrogelpartikeln zu erkennen war. Eine Zugabe von MGP setzte die Viskosität der Joghurtalternative herab. Hingegen führte die Zugabe von Öl zu einem herabgesetzten Reibungskoeffizienten, wobei die Viskosität der pflanzlichen

Joghurtalternative anstieg. Eine Zugabe von Öl und MGP führte zu einer aufgelockerten Struktur der High-Protein-Joghurtalternative bei gleichzeitig erhöhter Cremigkeit und war daher sehr gut geeignet, um die Struktur zu modellieren.

### ***Wirtschaftliche Bedeutung***

Der Markt für pflanzliche Milchprodukte und Milchalternativen zeigt ein stetiges Wachstum mit einem Umsatz von über 400 Millionen US-Dollar. Allerdings sind bisher nur knapp 16 % dieses Marktes von pflanzlichen Joghurtalternativen besetzt, da Konsumenten die Textur dieser Produkte als mangelhaft wahrnehmen.

Pektinbasierte Mikrogele können einen Beitrag dazu leisten, die Akzeptanz vegetarischer und veganer Produkte zu erhöhen, denn Pektine zeichnen sich durch wertvolle technofunktionelle Eigenschaften sowie ein positives Image beim Verbraucher aus, u.a. weil es sich hierbei um lösliche Ballaststoffe handelt. Pektinbasierte texturierende Zusatzstoffe können aus Pflanzen aus regionalem Anbau gewonnen werden und leisten damit im Gegensatz zu tierischen Proteinen zusätzlich einen Beitrag zur Nachhaltigkeit. Besonders interessant ist der Einsatz von Pektin-Mikrogelen zur Verbesserung der Textur von Gelnetzwerken. Im Rahmen des Vorhabens wurden grundlegende Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen Rohstoffauswahl, produktspezifischen Parametern, Prozessführung und Produkteigenschaften geschaffen, die es erlauben, Pektin-Mikrogele in innovativen Lebensmitteln einzusetzen.

Die Ergebnisse liefern der pektinverarbeitenden Industrie und insbesondere Herstellern veganer Lebensmittel wichtige Erkenntnisse über die Möglichkeit der Texturverbesserung durch Einsatz von speziell modifizierten Pektin-Mikrogelen und deren Wechselwirkung mit typischen Lebensmittelinhaltsstoffen. Entscheidende Informationen über die Herstellung und Verwendung von Mikrogelen zur verbesserten Texturierung veganer Joghurtalternativen sind nun im Ergebnis des Vorhabens bekannt. Dies ist insbesondere deswegen von großer wirtschaftlicher Relevanz, da gerade im Bereich vegetarischer und veganer Produkte eine Vielzahl von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) am Markt tätig ist.

### ***Publikationen (Auswahl)***

1. FEI-Schlussbericht 2023
2. Saavedra Isusi, G.I., Marburger, J., Lohner, N. & van der Schaaf, U.S.: Texturing of Soy Yoghurt Alternatives: Pectin Microgel Particles Serve as Inactive Fillers and Weaken the Soy Protein Gel Structure. *Gels* 9, 473, <https://doi.org/10.3390/gels9060473> (2023).
3. Saavedra Isusi, G.I., Paz Puga, D. & van der Schaaf, U.S.: Texturing Fermented Emulsion Gels from Soy Protein: Influence of the Emulsifying Agent - Soy Protein vs. Pectin Microgels - On Gel Microstructure, Rheology and Tribology. *Foods* 11, 294, <https://doi.org/10.3390/foods11030294> (2022).

### ***Weiteres Informationsmaterial***

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Bio- und Lebensmitteltechnik  
Teilinstitut I: Lebensmittelverfahrenstechnik  
Kaiserstraße 12, 76128 Karlsruhe  
Tel.: +49 721 608-42497  
Fax: +49 721 608-45967  
E-Mail: [heike.karbstein@kit.edu](mailto:heike.karbstein@kit.edu)

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)  
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn  
Tel.: +49 228 3079699-0  
Fax: +49 228 3079699-9  
E-Mail: [fei@fei-bonn.de](mailto:fei@fei-bonn.de)

## Förderhinweis

### *... ein Projekt der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)*

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

*Bildnachweis - Seite 1: @ Institut für Bio-u. Lebensmitteltechnik, Lebensmittelverfahrenstechnik (KIT)*

Stand: 14. August 2023