

Pektin meets Protein – eine natürliche Symbiose für Lebensmittelanwendungen

1. Einleitung

Der Einsatz von Pektin ermöglicht Herstellern von festen und flüssigen Lebensmitteln die gleichermaßen gezielte Modulierung von Textur, Geschmack und Aroma. Pektin genießt dabei als natürlicher Zusatzstoff beim Endverbraucher bzw. Konsumenten hohe Akzeptanz. Der zur Gewinnung von Pektin benötigte Rohstoff Trester fällt als Nebenprodukt bei der Saffherstellung an und wird anschließend verfahrenstechnisch in einem Mehrstufenprozess aufgearbeitet, um die applikationsseitig benötigten Eigenschaften des Pektins spezifisch anzupassen.

Kommerziell erhältliche Pektine auf Apfel- oder Citrusbasis finden zumeist Anwendung als Dickungs-, Stabilisierungs- und Geliermittel in Konfitüren und Fruchtzubereitungen für Backwaren und Joghurt, in Milch- und Milchprodukten, in Süßwaren und Getränken. Herbstreith und Fox bietet für vielfältige Applikationsmöglichkeiten passende Lösungen dazu an. Durch die Kombination von Pektinen mit Proteinen tierischen oder neuerdings pflanzlichen Ursprungs können zusätzliche Anwendungsfelder im Bereich der Emulgierung, Texturierung, Anreicherung von bioaktiven Stoffen oder Maskierung von unerwünschten Aromakomponenten ermöglicht werden. In der vorliegenden anwendungstechnischen Informationen wird das zugrundeliegende Konzept der Partikel-Bildung, die Charakterisierung der Hybride und erste Anwendungsbeispiele beleuchtet und aufgezeigt.

2. Grundlegendes – Der Bildungsmechanismus

Der Mechanismus zur Bildung der Pektin-Protein-Partikel ist generell bekannt und in der Wissenschaftsliteratur ausreichend beschrieben [1]. Aus

kolloidal-wissenschaftlicher Sicht handelt es sich bei beiden Reaktionspartner um elektrostatisch-geladene und in Lösung befindliche Biopolymere, welche sich in Abhängigkeit der Umgebungsparameter grundsätzlich anziehen oder abstoßen können. Die Partikelbildung ist schematisch in *Abbildung 1* aufgezeigt. Zur Komplexbildung werden typischerweise Bedingungen gewählt, um die elektrostatische Anziehung zwischen Protein und Pektin zu fördern und damit die Partikelformation zu induzieren. Ein insbesondere saures Umgebungsmilieu ist vorteilhaft für die Hybridisierung von entgegengesetzt-geladenen Proteinen und Pektinen. Man spricht hierbei vom „*self-assembly*“ der Reaktionspartner, so dass je nach Stärke der Wechselwirkungskräfte lösliche oder präzipitierende Partikel entstehen. Die pH-Anpassung kann durch Verwendung von organischen (z. B. Citronensäure, Milchsäure), anorganischen Säuren (z. B. Schwefelsäure, Salzsäure) oder Säure-produzierende Bakterien erfolgen.

Neben den extrinsischen Umweltfaktoren (pH-Wert, Salzkonzentration, Temperatur) stehen dem Anwendungstechniker die Modulation der Biopolymer-Eigenschaften (Proteintyp, Pektintyp und VE° , Biopolymer-Konzentration, Mischungsverhältnis) zur Verfügung, um gezielt die Partikelgröße, -ladung, -Aspekt-Ratio und Morphologie für bestimmte Applikationen anzupassen. So können beispielsweise zur Herstellung von Lebensmittel-Emulsionen Pektin-Protein-Hybride im unteren μm -Bereich in Gegenwart von niederveresterten Pektinen generiert werden, wohingegen als Fettersatz eingesetzt Partikelgrößen oberhalb der sensorischen Wahrnehmungsgrenze zwischen 1 und 10 μm wünschenswert sind. Die Generierung der Biopolymer-Partikel kann sowohl sequentiell als auch simultan in Lösung erfolgen.

Nach der Partikelbildung schließt sich optional eine thermische Konditionierung an, welche typischerweise von einem Konzentrierungsschritt zur Herstellung von hochkonzentrierten bzw. pulverförmigen End- oder Halbfabrikaten gefolgt wird.

stellung von hochkonzentrierten bzw. pulverförmigen End- oder Halbfabrikaten gefolgt wird.

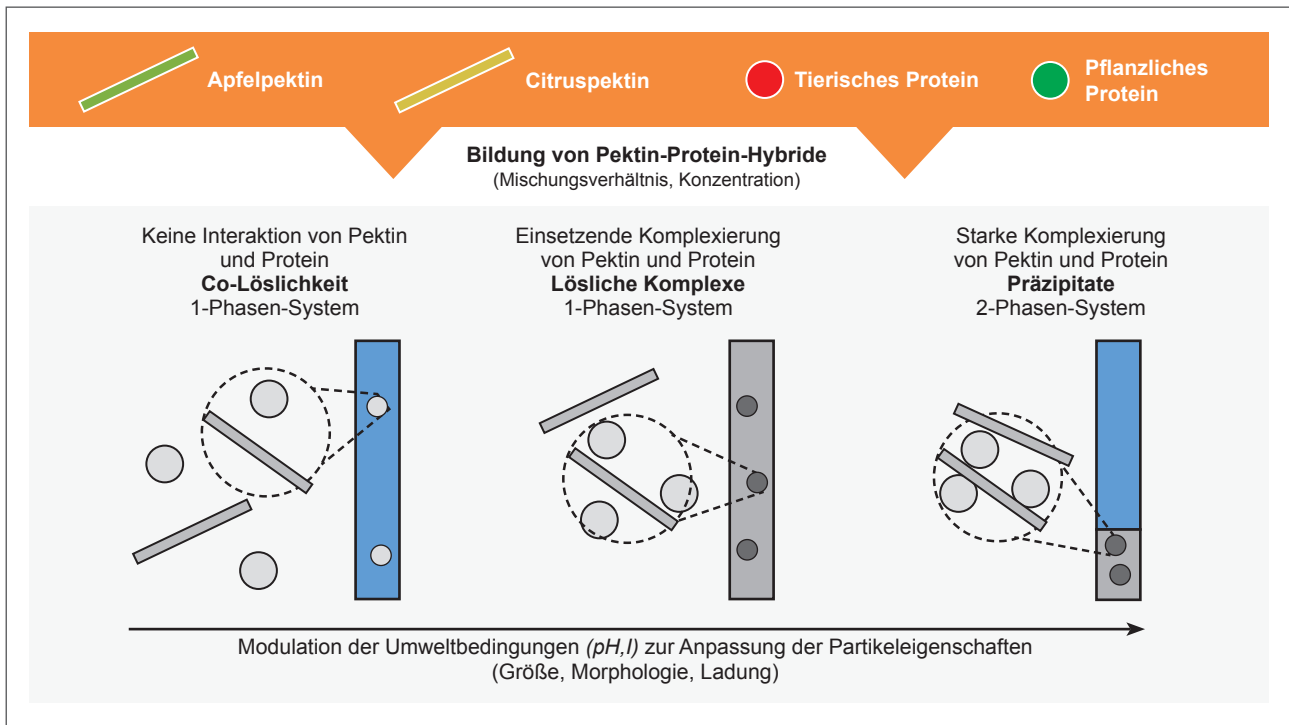


Abbildung 1. Die Bildung der Pektin-Protein-Hybride basiert auf der elektrostatischen Anziehung der Reaktionspartner und kann durch einfache Anpassung der Umgebungsparameter (pH-Wert, Temperatur, Salz-Konzentration) induziert werden. In der schematischen Darstellung ist die prinzipielle Wechselwirkung zwischen Pektin und Protein als Funktion des pH-Werts dargestellt.

3. Charakterisierung

Zur analytischen Charakterisierung der Pektin-Protein-Hybride in Lösung eignen sich generell physikochemischen Meßmethoden (Abbildung 2). Bedingt durch die Größe und Ladung der Partikel können sowohl mikroskopische als photospektroskopische Analyseverfahren genutzt werden. Gerade die Trübungsbestimmung als Funktion des pH-Wertes ist mit einfachen Trübungsphotometern zur schnellen Qualitätserfassung im Labor hilfreich. Dynamische und statische Lichtstreuungsapparate geben neben der mittleren Größe auch Auskunft zur Partikelgrößenverteilung bzw. -Breite. Pektin-Protein-Hybride im Größenklassenbereich $>1 \mu\text{m}$ lassen sich lichtmikroskopisch beobachten, so dass eine Beurteilung der Partikelform und -morphologie möglich wird. In Abhängigkeit der Partikelkonzentration oder des Pektin-Protein-Verhältnisses kann das Fließverhalten und die Viskosität der Suspensionen über rheologische oder tribologische Messinstrumente ermittelt werden.

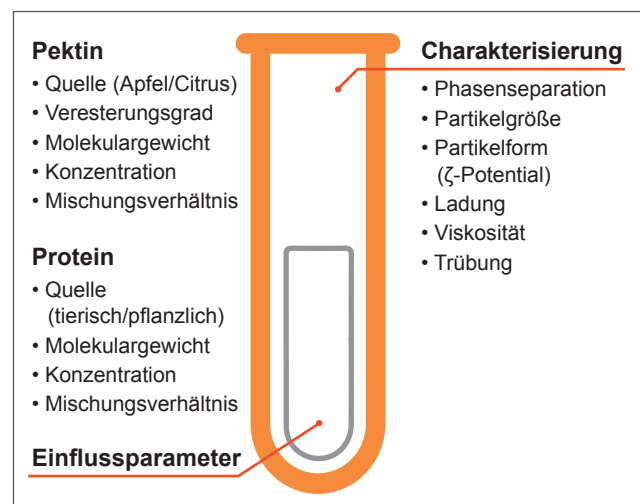


Abbildung 2. Darstellung der intrinsischen Einflussparameter zur Bildung maßgeschneiderter Pektin-Protein-Hybride sowie deren typische Charakterisierungsparameter.

4. Anwendungsmöglichkeiten

Die praktischen Einsatzmöglichkeiten der Pektin-Protein-Hybride sind vielfältig. In der Wissenschaftsliteratur als auch anwendungstechnischen Information werden die positiven Eigenschaften der Komplexe zur Anreicherung von Mikronährstoffen, Maskierung von Bitterkomponenten, Emulgierung und Schaumstabilisierung von Lebensmittel-Emulsionen, Fettreduzierung und Texturierung oder zum Austausch von tierischen durch pflanzliche Proteine ausgelobt [1 – 3]. Um die vollen funktionalen Möglichkeiten ausschöpfen zu können, ist eine initiale Hydratisierung der Einzelkomponenten notwendig. Die Hybride werden sowohl als sprühgetrocknetes Pulver oder in konzentrierte Form vermarktet. Im folgenden Abschnitt wird anhand von Beispielen eine Übersicht potentieller Anwendungsbereiche detailliert aufgezeigt (*Abbildung 3*).

4.1. Fettersatz in Fleischerzeugnissen

Die Gruppen der Brüh- und Rohwürste (z. B. Lyoner, Fleischkäse, Teewurst und weitere) gelten bei deutschen Verbrauchern als beliebte Fleischerzeugnisse und beinhalten produktabhängig Fettanteile zwischen 30 bis 70 % [4]. Das enthaltene Fett trägt maßgeblich zur charakteristischen Textur bei und bildet gleichzeitig ein Reservoir für lipophile Geschmacks- und Aromakomponenten – ein Fakt, der signifikant die sensorische Wahrnehmung des Endproduktes beeinflusst. In ausgewählten Ansätzen wurde die Eignung der Pektin-Protein-Partikel als Fettersatz in Fleischerzeugnissen wissenschaftlich untersucht. Durch die gezielte Wahl der Herstellparameter können die Dimensionen der Pektin-Protein-Partikel derart angepasst werden, dass sie sich optimal in die Fleischprotein-Matrix einbringen lassen. So konnten beispielsweise Pektin-Protein-Komplexe im Größenbereich $> 1 \mu\text{m}$ ohne Änderungen im pH- und a_w -Wert sowohl in Brüh- als auch Rohwürste eingebracht werden. Insbesondere bei streichfeinen Erzeugnissen erwiesen sich die neuentwickelten Hybride hinsichtlich Streichfähigkeit, Cremigkeit und Geschmack bei 50%iger Fettreduktion zur Kontrollprobe als gleichwertig [5].

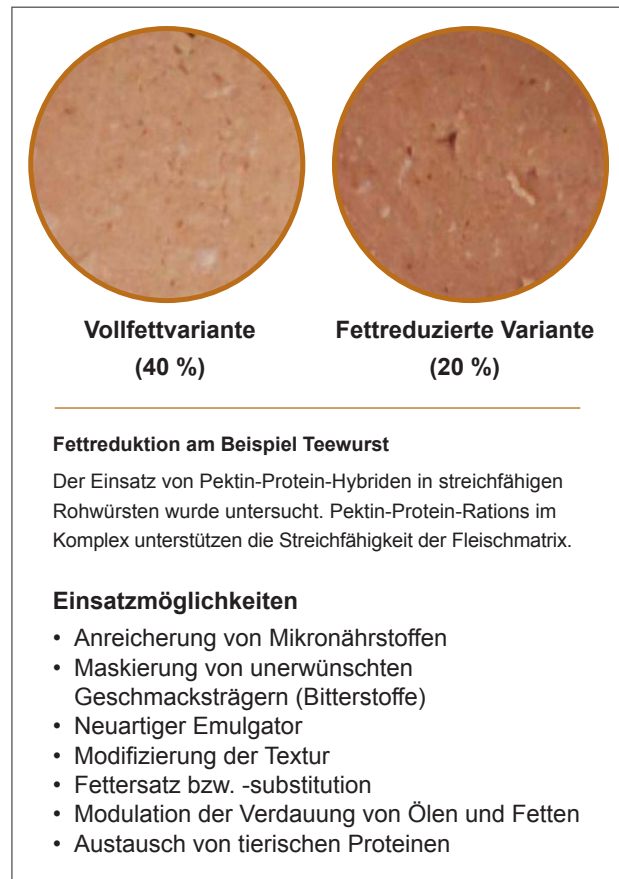


Abbildung 3. Potentielle Anwendungsfelder der Pektin-Protein-Hybride in Lebensmittel.

4.2. Grenzflächenmodulierung durch Emulgierwirkung

Egal ob Lebensmittel, Kosmetika oder Pharmazeutika – Produkte aus diesen Klassen sind emulsionsbasiert und damit Teil unseres täglichen Lebens. Neben Öl und Wasser wird ein Stabilisator benötigt, der die produzierte Emulsion für einen definierten Zeitrahmen (*kinetisch*) stabil hält. Üblicherweise können dafür synthetische oder natürliche Emulgatoren eingesetzt werden. Wissenschaftlich belegt ist die oberflächenaktive Wirkung der Pektin-Protein-Hybride in Model-Öl-in-Wasser-Emulsionen [6]. Apfelpektin-Milchprotein-Partikel wurden erfolgreich als Emulgator eingesetzt, so dass Emulsionen mit verbesserter Salz-, Hitze- und Gefrier-Tau-Stabilität erzeugt wurden. Hybrid-stabilisierte Emulsionen konnten bereits durch einfache Mischaggregate stabil erzeugt werden, so dass teure Investitionen in Hochdruckhomogenisatoren im Einzelfall ausbleiben können.

4.3. Maskierung von Bitterstoffen

Pflanzliche Protein-Isolate bzw. -Hydrolysate sind aufgrund ihrer ernährungsphysiologischen Qualität interessante Proteinalternativen für flüssige und feste Lebensmittel. Die funktionellen Eigenschaften dieser Proteine werden neben der Rohstoffauswahl wesentlich durch Extraktions- bzw. Aufreinigungsverfahren beeinflusst. Neben Erbse, Kartoffel, Sonnenblume, oder Linse stellen Canola mögliche Rohstoffquellen dar. Interessanterweise können einige pflanzliche Isolate oder Hydrolysate eine auffallende Bitternote tragen. Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass die Interaktion des Bitterstoffs mit dem Rezeptor auf der Zunge sowohl elektrostatischer als auch hydrophober Natur sein kann [7]. Die Komplexbildung der pflanzlichen Proteine mit Pektinen erwies sich in der sensorischen Wahrnehmung als positiv. Unabhängig vom verwendeten Pektin (Apfel oder Citrus) wurden signifikante Reduktionen der Bitterkeit um mehr als 50 % in Model-Getränken beobachtet [8, 9]. Über den VE° des verwendeten Pektins lässt sich hierbei die Größe der gebildeten Hybride und damit das Mundgefühl beeinflussen. Weiterentwickelte Pektine könnten störenden Nebenerscheinungen wie erhöhte Trübungs- oder Viskositätseffekte minimieren.

5. Ausblick

Die symbiotischen Eigenschaften von Pektin-Protein-Hybriden sind für vielerlei Applikationsfelder bewiesen vorteilhaft. In vergangenen Entwicklungen lag der Fokus zumeist auf der Verwendung von tierischen Proteinen als Partner zum Pektin, wobei hinsichtlich Nachhaltigkeit vielzählige Pflanzenproteine mehr und mehr präferiert werden. Durch die langjährige Erfahrung von Herbstreith und Fox im Umgang mit Pektinen und deren gezielten Funktionalisierung können maßgeschneiderte Hybrid-Produkte für zahlreiche Anwendungsfelder zur Texturierung, Emulgierung oder Verkapselung realisiert werden.

Referenzen

1. Schmitt, C. and S.L. Turgeon, *Protein/polysaccharide complexes and coacervates in food systems. Advances in Colloid and Interface Science*, 2011. 167(1): p. 63-70.
2. Zeeb, B., et al., *Growth phenomena in biopolymer complexes composed of heated WPI and pectin. Food Hydrocolloids*, 2018. 74: p. 53-61.
3. Matalanis, A., et al., *Fabrication and characterization of filled hydrogel particles based on sequential segregative and aggregative biopolymer phase separation. Food Hydrocolloids*, 2010. 24(8): p. 689-701.
4. Zeeb, B., et al., *Herstellung streichfähiger und fett reduzierter Wursterzeugnisse durch Zugabe von Pektin. Fleischwirtschaft*, 2016. 12: p. 95 – 100.
5. Zeeb, B., et al., *Impact of food structure on the compatibility of heated WPI-pectin-complexes in meat dispersions. Food & Function*, 2018. 9: p. 1647-1656.
6. Salminen, H. and J. Weiss, *Electrostatic adsorption and stability of whey protein-pectin complexes on emulsion interfaces. Food Hydrocolloids*, 2014. 35: p. 410-419.
7. Kurihara, K., et al., *Receptor mechanisms of bitter substances. Physiology & behavior*, 1994. 56(6): p. 1125-1132.
8. Yavuz-Düzgün, M., et al., *The impact of esterification degree and source of pectins on complex coacervation as a tool to mask the bitterness of potato protein isolates. Food Biophysics*, 2020. 15: p. 376-385.
9. Zeeb, B., et al., *Modulation of the bitterness of pea and potato proteins by a complex coacervation method. Food & Function*, 2018. 9: p. 2261-2269.

Benjamin Zeeb^{1,*}

¹ Herbstreith & Fox GmbH & Co. KG, Pektin-Fabriken, Abt. Forschung & Entwicklung, Turnstrasse 37, 75305 Neuenbürg

* Korrespondenz: b.zeeb@herbstreith-fox.de; Tel.: +49 7082 7913 710