Gefördert durch

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektträger

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

VAN HEES GmbH
Kurt-van-Hees-Straße 1
65396 Walluf

Verbundprojekt: MiPro - Entwicklung fettreduzierter Lebensmittel unter Einsatz mikropartikulierter Pflanzenproteine (MiPro) - Teilprojekt F

Dr. Hans Füßer

281A603F19

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft unter dem Förderkennzeichen 281A603F19 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/beim Autor.

Inhaltsverzeichnis

Teil I: Kurzbericht 3

Teil II: Eingehende Darstellung 5

2.1 Durchgeführte Arbeiten und Vergleich zur Vorhabensbeschreibung (VB)

2.1.1 AP 2 Analytische und rheologische Charakterisierung der Proteinzutaten 5

2.1.2 AP 4.2 Bewertung des Mundgefühls 8

2.1.3 AP 5.1 Formulierung der Modelllebensmittel im Labormaßstab und AP 5.2 Analyse der produktspezifischen texturellen und sensorischen Eigenschaften 11

2.1.4 AP 6 Scale-Up des Mikropartikulierungsverfahrens 14

2.2 Verwertung der Ergebnisse 15

2.3 F&E-Ergebnisse Dritter 15

2.4 Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 der NKBF/NABF 15

2.5 Literaturverzeichnis 16

Teil I: Kurzbericht

Das Ziel des Projektes „MiPro“ ist, durch das Verfahren der Mikropartikulierung die Reduzierung des Fettanteils in Lebensmitteln zu ermöglichen. Durch eine thermomechanische Behandlung von Proteinen wird die Partikelgröße von Proteinen stark verkleinert. So entstehen Proteinpartikel (0,1–10 µm), die ein cremiges Mundgefühl erzeugen. Bisher ist das Verfahren vorwiegend auf tierische Proteine (z.B. Molke) ausgelegt, doch das Projekt „MiPro“ zielt darauf ab, es auf pflanzliche Proteine wie Lupine zu übertragen.

Das Hauptziel dieses Teilvorhabens liegt in der Charakterisierung der Proteinfraktionen vor- und nach der Mikropartikulierung, der Formulierung von Compoundlösungen und Rezepturen sowie der Anwendung mikropartikulierter Proteine in fettreduzierten Lebensmitteln im Bereich vegetarischer Fleisch- und Wurstprodukte.

Im Detail bestehen dabei folgende Arbeitsziele: Zunächst die Charakterisierung von Proteinfraktionen aus Leguminosen in Abhängigkeit des Mikropartikulierungsverfahrens und der Verfahrensparameter. Die in AP1.2 anfallenden Proteindispersionen werden hinsichtlich verarbeitungsrelevanter Kriterien wie Zusammensetzung, Trockensubstanz, Viskosität, Partikelgröße und Denaturierungsgrad charakterisiert und mit Standardrohstoffen aus der Milchverarbeitung verglichen. Darauf basierend werden Versuchsparameter für erste Versuche zur Mikropartikulierung abgeleitet. Auf Basis der Rohstoffcharakterisierung werden verschiedene Proteinfraktionen aus AP1.2 mikropartikuliert und die daraus hergestellten modifizierten Proteinzutaten charakterisiert. Aus dem Vergleich mit den unbehandelten Proteinfraktionen können Verfahrensparameter bei der Mikropartikulierung weiter angepasst und hinsichtlich der Produktqualität der mikropartikulierten Proteine optimiert werden. Anschließend werden die Ergebnisse der verschiedenen Verarbeitungsverfahren miteinander verglichen und abschließend bewertet.
Darauffolgend werden die mikropartikulierten Proteinzutaten in Kombination weiterer funktioneller Lebensmittelzutaten formuliert und in Modelllebensmitteln wie Wurst- und Fleischwaren, sowie in vegetarischen Convenienceprodukten getestet. Die am besten geeigneten Mikropartikulierungsverfahren aus AP3 werden vom Labor- auf den Pilotmaßstab übertragen. Die Bewertung und Applikation der entwickelten mikropartikulierten Fettaustauschstoffe wird analog zu AP4 und AP5 durchgeführt. Damit stehen ausreichende Produktmengen für Demonstrationszwecke für weitere interessierte Industrieunternehmen zur Verfügung.

In diesem Arbeitspaket wurden rheologische Eigenschaften von verschiedenen Proteinen untersucht, darunter Molkenproteinkonzentrat (MPK), mikropartikuliertes Molkenprotein

(MMP), Lupinenproteinisolat (LPI) und mikropartikuliertes Lupinenprotein (MLP). Der Fokus lag auf den Lupinenproteinen und deren Viskositätsverhalten. Die Ergebnisse zeigen, dass alle getesteten Lupinenproteine bei Konzentrationen von 12,5 % bis 15 % ähnliche Viskositäten wie Rapsöl aufweisen. Der Viskositätsverlauf ist auf die Hitzestabilität der Proteine und deren Disulfidbrücken zurückzuführen.
Im Amplituden-Sweep zeigten alle Proteine ein viskoelastisches Verhalten, wobei sprühgetrocknetes mikropartikuliertes Lupinenprotein (MLP sg) empfindlicher auf Scherbelastung reagierte als gefriergetrocknetes mikropartikuliertes Lupinenprotein (MLP gg). Dies liegt daran, dass Sprühtrocknung allgemein Proteine thermisch stärker belastet, während Gefriertrocknung schonender ist.
In der Applikation von veganer Fleischwurst wurde der Einfluss verschiedener Proteine auf die Textur untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass eine Reduktion des Rapsöls die Härte der Fleischwurst erhöht. LPI (VH) führte zu einer höheren Härte im Vergleich zu MLP (gg). Mikropartikulierte Lupinenproteine (MLP) wurden in sensorischen Tests als cremiger wahrgenommen, konnten jedoch keine signifikante Verbesserung der Textur im Vergleich zu herkömmlichen Proteinen nachweisen.

Die Applikation von mikropartikulierter Proteinen zeigt in den Modelllebensmitteln wie Wurst- und Fleischwaren, sowie in vegetarischen Convenienceprodukten keinen adäquaten Ersatz für die Fettzugabe im Hinblick auf die sensorischen Eigenschaften. Der vollständige oder teilweise Ersatz von Rapsöl durch mikropartikuliertes Molkenprotein (MMP) in einer veganen Leberwurstalternative verschlechterte die sensorischen Eigenschaften, da ein sandiges und trockenes Mundgefühl beobachtet wurde. In einem Hybrid-Hotdog verbesserte Mikropartikuliertes Molkenprotein (MMP) oder Lupinenprotein (MLP) das Mundgefühl von Brühwürsten nicht im Vergleich zu traditionellen Texturverbesserern.
Über die ursprünglich vorhergesehenen Applikationen hinaus wurde das mikropartikulierte Protein in flüssigen Modelllebensmitteln wie Marinaden und Saucen eingesetzt und zeigte hier ein Potenzial für die Fettreduktion. Eine proteinbasierte Marinade mit mikropartikuliertem Lupinenprotein wurde sensorisch positiver bewertet als eine Fettmarinade und führte zu einem intensiveren Geschmack und einer weicheren Textur.

Die im Rahmen des Projekts hergestellten mikropartikulierten Proteine konnten umfassend charakterisiert werden, wobei detaillierte Informationen gewonnen wurden. Diese Charakterisierung ermöglichte es die Einsatzmöglichkeiten der Proteine besser zu verstehen. Darüber hinaus konnten vielversprechende Anwendungen für die mikropartikulierten Proteine im Bereich der Fettreduktion identifiziert werden. Insbesondere in flüssigen Lebensmitteln wie Marinaden und Saucen erwiesen sich die modifizierten Proteinzutaten als effektiver Fettersatz.

Teil II: Eingehende Darstellung

2.1 Durchgeführte Arbeiten und Vergleich zur Vorhabensbeschreibung (VB)

2.1.1 AP 2 Analytische und rheologische Charakterisierung der Proteinzutaten

Im Projekt wurden die rheologischen Eigenschaften der Proteine: Molkenproteinkonzentrat 70N (MPK), mikropartikuliertes Molkenprotein Simplesse® (MMP), Lupinenproteinisolat (LPI) von Fraunhofer (FH) und VAN HEES (VH), mikropartikuliertes Lupinenprotein (MLP) gefriergetrocknet (gg) und sprühgetrocknet (sg) untersucht. Im folgenden Bericht wird vor allem auf die Unterschiede der Lupinenproteine eingegangen.

Es erfolgt ein Viskositätsvergleich von Rapsöl und verschiedenen Proteinkonzentrationen mit dem HAAKE MARS Rheometer.

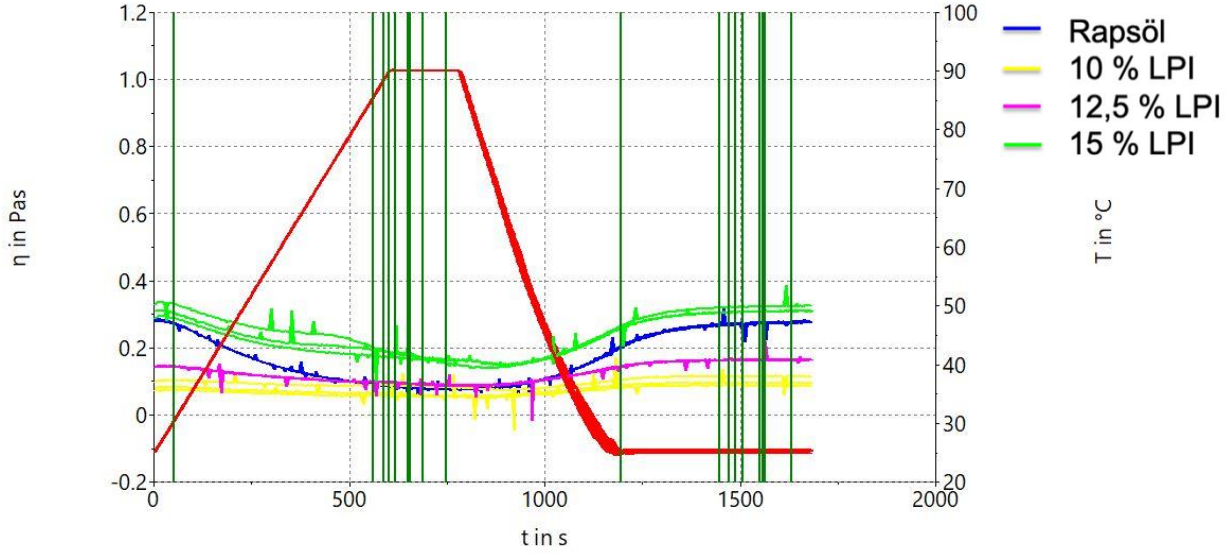

Abbildung 1 Vergleich Viskositätsentwicklung im Temperaturverlauf von Rapsöl und verschiedenen Konzentrationen von LPI (VH) mit 2 % Salz, Herstellung im Ulta-Turrax: 11.000 min-1 für 30 s, gemessen mit dem HAAKE MARS Rheometer, n =3

In Abbildung 1, 2 und 3 sind die Viskositätsentwicklungen von LPI (VH), MLP (sg) und (gg) im Vergleich zu Rapsöl im Temperaturverlauf (25 °C – 90 °C – 25 °C) dargestellt. Relevant sind die Endviskositäten nach dem Erreichen von Raumtemperatur. Je höher die Proteinkonzentration ist, desto höher ist auch die Viskosität [1]. 15 % LPI (VH) zeigt nach dem Erreichen von Raumtemperatur die ähnlichste Viskosität zu Rapsöl (siehe Abbildung 1). Es zeigt sich keine hohe Viskositätsentwicklung, welche mit der Hitzestabilität von Lupinenproteinen zusammenhängt. Dies lässt sich mit dem hohen Anteil an Disulfidbrücken begründen. Je mehr Disulfidbrücken innerhalb der Partikel bestehen, desto niedriger ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Brücken geöffnet werden und neue Wechselwirkungen eingehen

können. [2] Bei MLP (sg) ist 12,5 % Protein (siehe Abbildung 2) und bei MLP (gg) 15 % Protein (siehe Abbildung 3) der Viskosität von Rapsöl am ähnlichsten. Alle drei Lupinenproteinen weisen bei 12,5 bis 15 % Protein eine ähnliche Viskosität wie Rapsöl auf. In den Endviskositäten zeigen sich keine großen Unterschiede zwischen den untersuchten Lupinenproteinen. Zur genaueren rheologischen Charakterisierung können Proteindispersionen mit dem Amplituden-Sweep, dem Frequenz-Sweep, dem Temperatur-Sweep, der zeitabhängigen rheologischen Messung und der scherraten abhängigen Viskositätsfunktion untersucht werden. Im Folgenden wird nur auf den Amplituden-Sweep eingegangen.

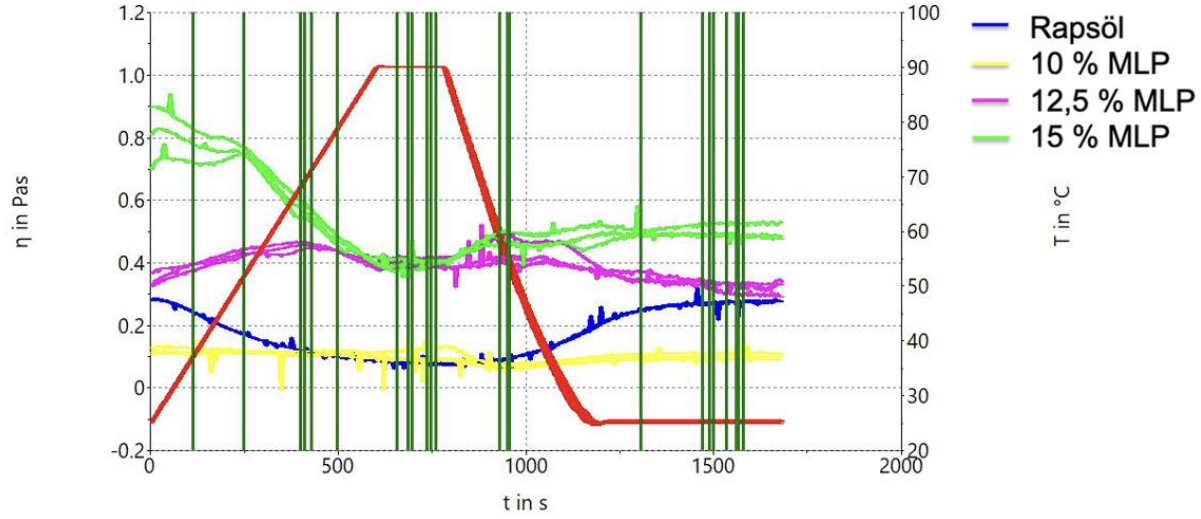

Abbildung 2: Vergleich Viskositätsentwicklung im Temperaturverlauf von Rapsöl und verschiedenen Konzentrationen von MLP (sg) mit 2 % Salz, Herstellung im Ulta-Turrax: 11.000 min^{-1} für 30 s, gemessen mit dem HAAKE MARS Rheometer, n =3

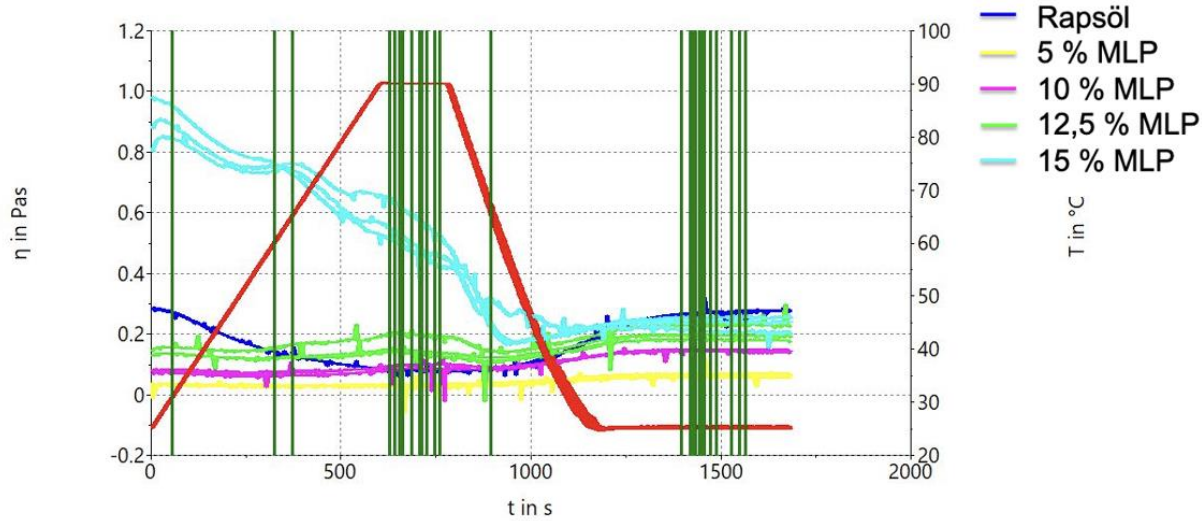

Abbildung 3: Vergleich Viskositätsentwicklung im Temperaturverlauf von Rapsöl und verschiedenen Konzentrationen von MLP (gg) mit 2 % Salz, Herstellung im Ulta-Turrax: 11.000 min^{-1} für 30 s, gemessen mit dem HAAKE MARS Rheometer, n =3

In Abbildung 4 ist der Amplituden-Sweep der Lupinenproteine dargestellt. Auf der x-Achse ist die steigende Schergeschwindigkeit γ in % aufgetragen, auf der y-Achse G` und G`` in Pa.

Jedes der untersuchten Proteine weist ein viskoelastisches Verhalten auf. Vor dem Crossover (G` = G``) verhalten sich die Proteindispersionen elastisch (G` > G``), nach dem Crossover viskos (G`` > G`) [3]. Diesen Verlauf zeigen LPI bei alkalischer Extraktion (pH: 8,0) und isoelektrischer Fällung (pH: 4,5) auch in der Literatur [4]. LPI (FH) weist aufgrund einer höheren Proteinkonzentration ein höheres G` auf [5].

Es zeigt sich, dass MLP (sg) ein Crossover bei geringerer Scherbelastung aufweist als MLP (gg). Sprühtrocknung führt zu thermisch geschädigten Proteinpartikeln [6]. Die Gefriertrocknung ist ein schonendes Trocknungsverfahren. Hierbei werden thermisch stabile Lupinenproteine hergestellt, welche in ihrer Funktionalität uneingeschränkt sind. Die Gefriertrocknung beeinflusst die Form und die Größe von Proteinen und die Oberflächenhydrophobizität. [7] Die höhere Empfindlichkeit gegenüber steigender Schergeschwindigkeit könnte im weniger schonenden Trocknungsverfahren begründet werden. Der Ausgangsrohstoff LPI (FH) zeigt ein ähnliches Crossover zu MLP (gg) auf. LPI (VH) zeigt sich am unempfindlichsten gegenüber steigender Schergeschwindigkeit. Je nach Lupinenart haben Lupinenproteine unterschiedliche Aminosäurezusammensetzungen, welche Eigenschaften von Lupinenproteinen beeinflussen. Jedes untersuchte Lupinenprotein ist aus der Pflanzenart *Lupinus angustifolius.* Daher kann diese Eigenschaft vernachlässigt werden. Neben der Pflanzenart hat auch die Aufbereitungstechnik einen starken Einfluss auf die technofunktionellen Eigenschaften. Relevant ist zum Beispiel das verwendetet Lösungsmittel, die Temperatur, der pH-Wert und die NaCl-Konzentration. [8] Der Herstellungsprozess von LPI (VH) ist nicht bekannt. Es kann vermutet werden, dass sich der Herstellungsprozess von LPI (FH) und LPI (VH) aufgrund unterschiedlicher Crossover unterscheidet.

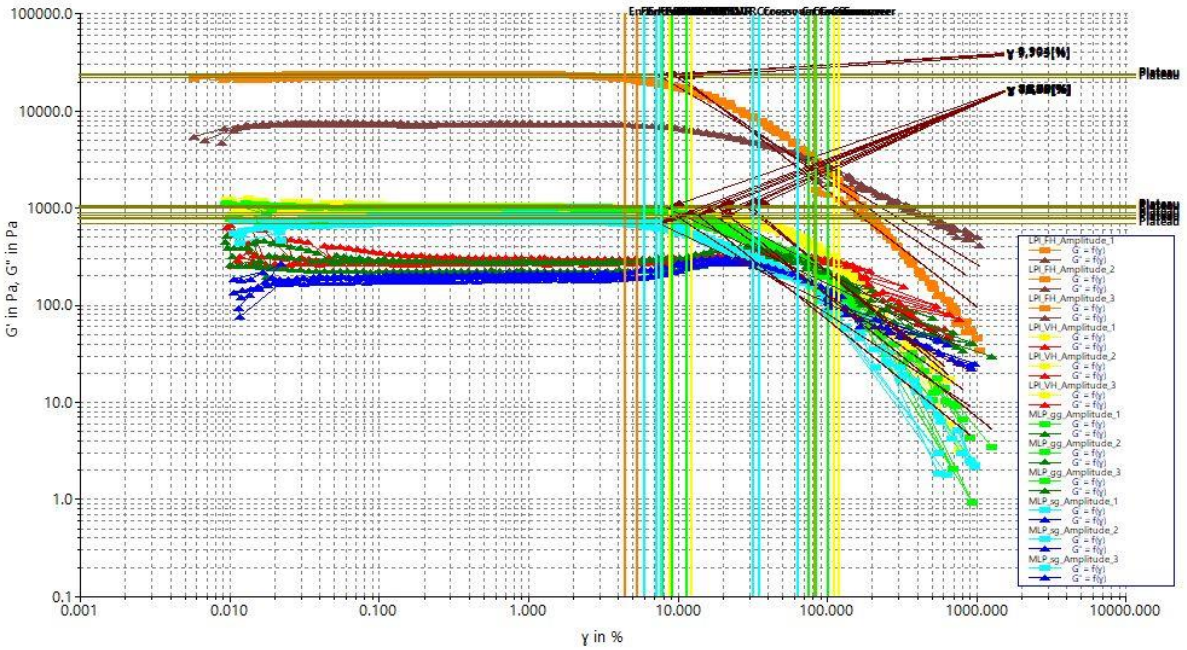

Abbildung 4: Amplituden-Sweep: LPI (FH): 50 % Proteinkonzentration, LPI (VH), MLP (gg), MLP (sg): 28 % Proteinkonzentration, Herstellung im Ulta-Turrax: 21.000 min^{-1} für 120 s, gemessen mit dem HAAKE MARS Rheometer, n = 3, Crossover (Schergeschwindigkeit in γ in %):
MLP (sg): 47 ± 21 MLP (gg): 96 ± 14 LPI (FH): 84 ± 2 LPI (VH): 120 ± 1

2.1.2 AP 4.2 Bewertung des Mundgefühls

Im Folgenden werden die Textureigenschaften der Proteine in der Applikation einer fettreduzierten veganen Fleischwurst detailliert dargestellt.

Tabelle 1: *Standardrezeptur vegane Fleischwurst*

Rohstoff	Menge [g]
Wasser	640
Rapsöl	200
Erbsenprotein	80
Funktion	80
Geschmack	10

In Tabelle 1 ist die Standardrezeptur der veganen Fleischwurst dargestellt. Diese Rapsölkonzentration kann anhand der ermittelten Proteinkonzentrationen (15 %) variiert werden. Die Textur (Härte, Klebkraft, Elastizität, Gummiartigkeit, Kaufähigkeit, Sprungkraft) der Produkte kann mit dem Texturanalyser gemessen werden. Es wird im Folgenden nur auf die Härte eingegangen. In Tabelle 2 ist die Härte der Standardrezeptur, der Fleischwurst ohne Rapsöl und mit 30 und 50 % weniger Rapsöl dargestellt. Die Härte der Produkte nimmt mit steigender Rapsölsubstitution zu [9]. Die Fleischwurst mit LPI (VH) weist eine höhere Härte auf als die mit MLP (gg). Dies zeigt sich auch in Abbildung 5. Bei beispielweise 30 % Protein weist LPI (VH) eine höhere Härte auf als MLP (gg).

Aufgrund von begrenzten Proteinmengen (LPI (FH), MLP (gg), MLP (sg)) beträgt die Anzahl an Wiederholungen eins. LPI (VH) war in ausreichender Menge vorhanden. Es zeigen sich bei LPI (VH) drei Wiederholungen ähnliche Ergebnisse wie bei einer Wiederholung. Die Ergebnisse in Abbildung 5 decken sich mit der Diskussion der Ergebnisse aus Abbildung 4.

Tabelle 2: *Härte [N] der Produkte ohne Geschmack nach Erhitzung im Wasserbad bei 74 °C und Lagerung für 24 h im Kühlraum bei 3 °C, gemessen mit Texturanalyser TA.XT plusC, n = 3 (3 Ansätze á 21 Messungen), Welch-Anova und Games-Howell post-hoc Test (p<0,05)*

Produkt	[N] (n=3)	± SD
Standard [bcde]	1762	± 39
30 % Reduktion (MLP (gg)) [acde]	1994	± 63
50 % Reduktion (MLP (gg)) [abde]	2086	± 41
100 % Reduktion (MLP (gg)) [abce]	2386	± 78
100 % Reduktion (LPI (VH)) [abcd]	2544	± 122

[a] Signifikant unterschiedlich zu Standard
[b] Signifikant unterschiedlich zu 30 % Reduktion (MLP (gg))
[c] Signifikant unterschiedlich zu 50 % Reduktion (MLP (gg))
[d] Signifikant unterschiedlich zu 100 % Reduktion (MLP (gg))
[e] Signifikant unterschiedlich zu 100 % Reduktion (LPI (VH))

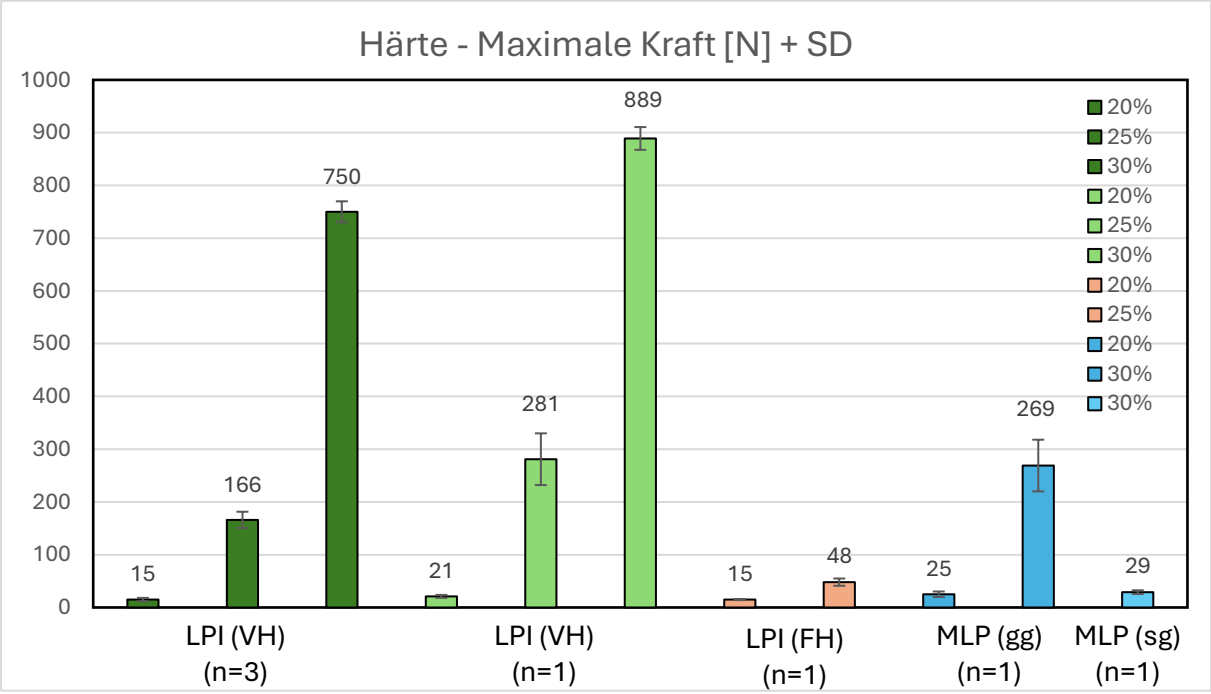

Abbildung 5: Härte [N] der Lupinenproteine mit 2 % Salz und unterschiedlichen Proteinkonzentrationen, nach Erhitzung im Wasserbad und Lagerung für 24 h im Kühlraum 3 °C, gemessen mit Texturanalyser TA.XT plusC

Um festzustellen, ob und welcher Unterschied zwischen dem mikropartikulierten Lupinenprotein und dem nicht mikropartikulierten Lupinenprotein erkennbar ist, wurden zwei Dreieickstests, sowie beschreibende Prüfungen durchgeführt. Hierbei wurde MLP (gg) und LPI (VH) sowie MLP (gg) und LPI (FH) in wässriger Lösung (12,5%) in blickdichten Probedöschen mit Deckeln verkostet. Aufgrund von begrenzten Proteinmengen bei MLP (gg) und LPI (FH) betrug die Anzahl an Prüfpersonen 6 bzw. 7. Bei dem Dreieckstest MLP (gg) und LPI (VH) haben von 6 Prüfern 5 die abweichende Probe richtig erkannt. Die Textur wurde bei MLP 3-mal als cremiger und einmal als glatter beschrieben. LPI (VH) wurde 3-mal als rauer

wahrgenommen. Bei dem Dreieckstest MLP (gg) und LPI (FH) haben von 7 Prüfern 5 die abweichende Probe richtig erkannt. MLP wurde hierbei 5-mal als cremiger und zweimal als vollmundiger beschrieben. LPI (FH) 5-mal als wässriger und 3-mal als weniger cremig. Es zeigt sich eine Tendenz, dass mikropartikulierte Proteine als cremiger und glatter wahrgenommen werden.

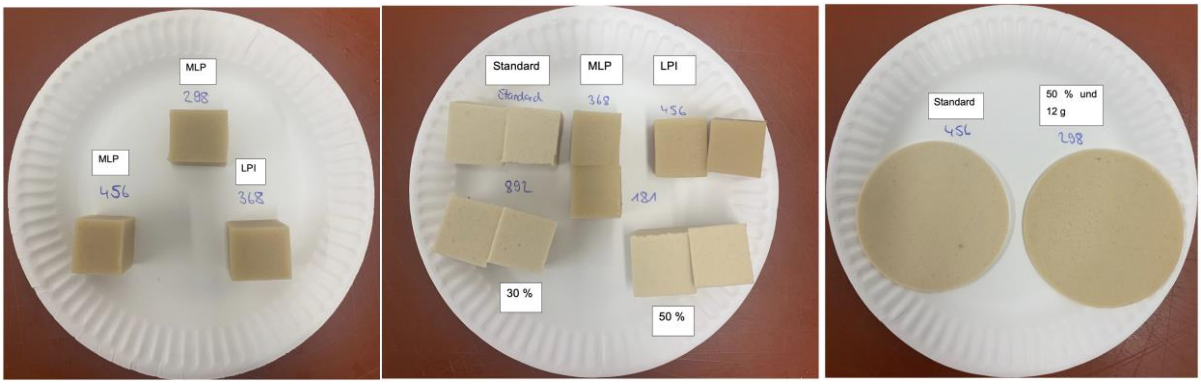

Abbildung 6: links: Dreieckstest und beschreibende Prüfung 100% Rapsölsubstitution mit MLP (gg) und LPI (VH) ohne Geschmack (n=15); Mitte: Vergleich verschiedener Rapsölsubstitutionen – beschreibende Prüfung und Akzeptanztest ohne Geschmack (n=15); rechts: Präferenztest Standardrezeptur mit 50 % Rapsölsubstitution und 12 g Geschmack - beschreibende Prüfung (n=15)

In Abbildung 6 sind die im Anschluss folgenden sensorischen Prüfungen abgebildet. Bei dem Dreieckstest MLP (gg) und LPI (VH) in der Applikation ohne Rapsöl ließ sich kein Unterschied zwischen den beiden Proben erkennen. Von 15 Prüfern haben 6 die abweichende Probe richtig erkannt. Auch bei der beschreibenden Prüfung der Textur ließ sich keine Tendenz in den gewählten Attributen erkennen, da gegenteilige Attribute genannt wurden. Bei der Herstellung von 1000 g Produkt wurden nur 30 g Lupinenprotein als Fettersatz verwendet. Aufgrund dieser geringen Menge lässt sich ein Unterschied schwer feststellen. Aufgrund großer Schwankungen im Gefallen der Textur beim Akzeptanztest verschiedener Rapsölsubstitutionen wurde beim Vergleich der Proben nur ausgewertet, ob 30 % oder 50 % pro Prüfer besser, schlechter oder gleich bewertet wurde als der Standard. Aus den Auswertungen ergab sich, dass 50 % die ähnlichste Akzeptanz zum Standard aufwies. Eine Fettreduktion führt in Lebensmitteln zu einer veränderten Wahrnehmung von Aromakomponenten [10]. Daher wurde bei der fettreduzierten Fleischwurst für den Präferenztest eine höhere Geschmackskonzentration verwendet. Von 15 Prüfern haben 11 die Standardprobe und 4 die fettreduzierte präferiert. Eine unterschiedliche Bewertung im Vergleich zum Akzeptanztest ist in der Probendarreichung zu begründen, da Würfel eine untypische Form darstellen und sich Unterschiede in der Textur bei dünnen Scheiben leichter feststellen lassen. Die Textur wurde beim Standard als besser und elastischer und bei der fettreduzierten Probe als fester und gummiartiger beschrieben. Außerdem wurde die fettreduzierte Probe 5-mal als salziger wahrgenommen. Es zeigt sich, dass in der Applikation kein Unterschied zwischen dem mikropartikuliertem und dem nicht mikropartikuliertem Lupinenprotein festgestellt werden kann. Da LPI (VH) eine bessere Funktionalität aufweist als

MLP (gg) (siehe Tabelle 5) lohnt sich hier kein Einsatz von mikropartikulierten Lupinenproteinen. Außerdem wird die Standardprobe der fettreduzierten Fleischwurst bevorzugt. Es müssen weitere Anpassungen in der Rezeptur getroffen werden. Beispielsweise eine Rapsölreduktion von 30 % statt 50 %.

2.1.3 AP 5.1 Formulierung der Modelllebensmittel im Labormaßstab und AP 5.2 Analyse der produktspezifischen texturellen und sensorischen Eigenschaften

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Arbeitspakete AP 5.1 und AP 5.2 zusammengefasst und detailliert dargestellt. Die Ergebnisse werden gegliedert nach Art des Modelllebensmittels (AP 5.1) und beinhalten die Analyse der produktspezifischen texturellen und sensorischen Eigenschaften (AP 5.2)

2.1.3.1 Vegane Leberwurstalternative

Vegane Leberwurstalternativen gehörten zum Produktportfolio, das von Van Hees im Rahmen der Anwendungsversuche hergestellt wurde. Ziel der Anwendungsversuche war es, die vollständige oder teilweise Substitution von Rapsöl durch mikropartikulierte Molkenproteine (MMP) zu testen und die daraus resultierenden Einflüsse auf die sensorischen Eigenschaften abzuleiten. Die MMPs wurden als sogenannte MiPro-Schlemme verwendet. Diese besteht aus 85 % Wasser und 15 % mikropartikuliertem Protein.

Insgesamt wurden drei verschiedene Chargen hergestellt, die sich in den Mengenverhältnissen von Rapsöl und MiPro-Schlemme in der veganen Wurstalternative unterschieden. Die Grundrezeptur (Charge 0) bestand nur aus Rapsöl (30 %), Wasser und den weiteren für die Herstellung des Endproduktes notwendigen Gütezusätzen. Im Falle der „roten“ Charge wurde das Rapsöl vollständig durch die äquivalente Menge an MiPro-Schlemme (30 %) ersetzt. Die „blaue“ und letzte Charge zeichnete sich dadurch aus, dass das Rapsöl nur zur Hälfte ersetzt wurde, so dass Rapsöl und Schlemme zu gleichen Teilen vorhanden waren.

Die sensorische Analyse ergab, dass die mit MiPro hergestellten „blauen“ und „roten“ Chargen zu einem sandigeren und trockeneren Mundgefühl beitrugen. Außerdem wurde die Textur als kompakter empfunden. Schließlich wurden weniger Fehlaromen und Bitternoten festgestellt.

Zusammenfassend zeigten diese Anwendungsversuche, dass der teilweise bzw. vollständige Austausch von Fett durch mikropartikulierte Molkenproteine zu Lasten der sensorischen Eigenschaften der Leberwurstalternative geht. Folglich trat der erwartete Kugellagereffekt nur in unzureichendem Maße auf und konnte somit das Fett nicht ersetzen. Daher wurde in einem

Folgeversuch beschlossen, ein fettreduziertes Hybridprodukt zu entwickeln und sensorisch zu optimieren.

2.1.3.2 Hybrid-Hotdog

Hybridprodukte sind z. B. Wurstwaren, deren Fleischanteil durch die Zugabe von pflanzlichen Alternativen wie Leguminosen oder Gemüse reduziert wird. Die Schlemme die bei dieser Applikation verwendet wurde, bestand aus mikropartikuliertem Molken- oder Lupinenprotein.

Bei den im Technikum von Van Hees hergestellten Produkten handelte es sich um Brühwürste, deren Grundmasse aus Geflügelfleisch und Karotten bestand. Auch hier wurden drei verschiedene Chargen hergestellt, die sich darin unterschieden, ob der Grundmasse weitere Gütezusätze beigegeben wurden. Während die erste Charge (rot) nur aus der Grundmasse bestand, wurden der zweiten Charge (blau) texturverbessernde Hydrokolloide zugesetzt. Die dritte Charge (grün) enthielt zusätzlich zur Grundmasse eine MiPro-Schlemme (33 % Molkenprotein). Eine deskriptive sensorische Prüfung durch Mitarbeiter von Van Hees zeigte, dass die MiPro-Schlemme nicht in gleichem Maße zur Verbesserung des Mundgefühls der Brühwürste beiträgt wie die üblicherweise in der Verarbeitung verwendeten Hydrokolloide.

In den bisherigen Anwendungsversuchen wurde stets Molkenprotein als Ausgangssubstanz für die Mikropartikel verwendet. Um zu testen, ob die unterschiedliche Herkunft der Proteinzutaten für die Schlemme einen Einfluss auf die sensorischen Eigenschaften der Hybridprodukte hat, wurde zusätzlich eine Brühwurst mit mikropartikuliertem Lupinenprotein hergestellt. Ein Dreieckstest zeigte, dass die Prüfer keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden mithilfe von Mikropartikeln hergestellten Hybridprodukten feststellen konnten.

Zusammenfassend konnte das durch einen Fettgehalt dargestelltes Mundgefühl (Kugellagereffekt) nicht durch den Einsatz von Mikropartikeln sowohl in Meat-like als auch in Hybridprodukten nicht nachgewiesen werden.

2.1.3.3 Marinaden

Die Einstellung der Viskosität bzw. der Proteinkonzentration der Proteinmarinade erfolgt mit dem Viskosimeter. Die Aggregation von Proteinen wird stark durch die Proteinkonzentration, die Temperatur, die Erhitzungszeit und die Scherung beeinflusst [11]. Je nach Erhitzungsprozess (beeinflusst Temperatur, Erhitzungszeit und Scherung - Scale-up beachten!) muss die Proteinkonzentration angepasst werden.
In Abbildung 7 sind die unterschiedlichen Marinaden auf veganer Hähnchenbrust abgebildet. Im Konsens wurde der Geschmack der Proteinmarinade im Vergleich zur Fettmarinade intensiver, würziger und als geschmacklich ansprechender wahrgenommen. Eine

Reduzierung des Ölgehaltes führt zu einem verstärkten Dampfdruck der fettlöslichen Aromakomponenten und somit zu einer verstärkten sensorischen Wahrnehmung [12]. Die vegane Hähnchenbrust wies mit der Proteinmarinade einen geringeren Off-Flavour auf.

Abbildung 7: Fettmarinade (Fett) und Proteinmarinade auf Basis von MLP (gg) mit 10 % Protein und 15 % Protein, 10 g Marinade auf 100 g vegane Hähnchenbrust für 24 h im Kühlraum (3 °C) eingelegt und gegrillt im Tefal Optigrill

Außerdem wurde die vegane Hähnchenbrust mit Proteinmarinade als weicher empfunden. Dies könnte mit der Wasseraufnahme der Hähnchenbrust aus der Marinade auf Proteinbasis zusammenhängen. Es zeigt sich, dass die Marinade auf Proteinbasis eine bessere Akzeptanz aufweist als die Fett-Öl-Marinade und daher eine potenzielle Anwendung des mikropartikulierten Lupinenproteins darstellt. MLP (sg) besitzt eine geringere Viskositätsentwicklung (siehe Abbildung 5) und ist empfindlicher gegenüber Scherbelastung (siehe Abbildung 4) und stellt daher keine gute Alternative zu MLP (gg) dar.

Die im nachfolgenden Abschnitt beschriebenen Marinaden wurden im Unterschied zur vorherigen Marinade auf Schweinenacken aufgetragen.
Als Kontrolle wurde die Marinade „trois poivres“ (Sortimentsartikel VH) als farblose transparente Marinade bereitgestellt. Hierbei handelt es sich um eine Fettmarinade mit Pfefferkörnern. Den anderen Chargen (rot, blau, grün) wurden wiederum mikropartikulierte Molkenproteine in Form einer Schlemme als Fettersatz zugegeben. Bei der roten Charge wurden nur 25 % des Fettes ersetzt, bei der blauen und grünen Charge 50 % bzw. 100 %.
Die zunehmende Substitution des Fettes durch mikropartikulierte Molkenproteine ging zu Lasten der sensorischen Eigenschaften. So zeigte bereits die rote Charge, dass die marinierten Produkte optisch als abweichend und das Mundgefühl als sandig empfunden wurden. Die optische Abweichung resultierte vor allem aus der Trübung der Marinade. Daher wurde in einem Folgeversuch beschlossen, eine rote Marinade mit dem Namen „Argentina“ (Sortimentsartikel VH) zu verwenden, um die Optik zu verbessern.

Bei der 0-Charge der Marinade „*Argentina*“ handelte es sich erneut um eine reine

Fettmarinade, die in einer Dosierung von 100 g/kg auf das Produkt aufgebracht wurde. Die zweite Charge (rot) zeichnete sich hingegen dadurch aus, dass das Fett zu 100% durch eine MiPro-Schlemme (MMP) ersetzt wurde. Bei gleicher Dosierung der Marinade wurden die mit der Charge „rot“ marinierten Produkte als deutlich geschmacksintensiver, aber ebenso wie die Marinade „trois poivres“ als sandig wahrgenommen. Daher wurde zusätzlich getestet, inwieweit sich eine geringere Dosierung der Marinade von 80 und 50 g/kg auf die sensorischen Eigenschaften des Fleisches auswirkt. Nicht zuletzt ist ein geringerer Produktverbrauch aus Kundensicht ein wichtiges Kaufargument. Die geringe Dosierung führte zwar zur gewünschten Verringerung der Geschmacksintensität, bewirkte aber auch ein matteres Aussehen und löste bei den Verkosterinnen und Verkostern dennoch ein sandiges Mundgefühl aus.

Insgesamt konnte Van Hees lebensmitteltechnologisch sinnvolle Anwendungen im Bereich der Marinaden vor allem für pflanzenbasierte Produkte identifizieren. Da die anderen Marinaden (trois poivres, Argentina) für Fleisch verwendet wurden, kann man die beiden Applikationen nur schwer miteinander vergleichen. Bei Letzteren könnte die Rezeptur weiter angepasst werden, um den Wünschen der Prüferinnen und Prüfer nach einer geringeren Sandigkeit nachzukommen.

2.1.3.4 Saucen

Im Bereich der Saucen wurden im Van Hees-Technikum zwei verschiedene Produkte hergestellt: Ketchup und Piri Piri. Wie in den vorherigen Beispielen aufgezeigt, wurden bei beiden Produkten auch hier jeweils zwei Chargen hergestellt, die sich in den verwendeten Gütezusätzen unterschieden, ansonsten aber die gleiche Grundrezeptur aufwiesen.

So wurde darauf geachtet, dass alle Produkte die gleiche Viskosität aufwiesen, was in einem Fall durch die Zugabe von Hydrokolloiden und im Anderen durch die Zugabe von mikropartikulierten Molkenproteinen erreicht wurde. Bei gleicher Viskosität konnte keine statistisch signifikante sensorische Verbesserung der Saucen durch die Zugabe der MiPros erreicht werden.

Es gab allerdings einen positiven Trend, der sensorische Vorteile in Bezug auf Mundgefühl und Vollmundigkeit des Einsatzes der mikropartikulierten Proteinen bei wässrigen Lebensmittelsystemen aufzeigte.

2.1.4 AP 6 Scale-Up des Mikropartikulierungsverfahrens

Die Bewertung und Applikation der entwickelten mikropartikulierten Fettaustauschstoffe wurden seitens Van Hees auf dem Pilotmaßstab durchgeführt. Seitens Van Hees wurde keine

Anwendung identifiziert, die bei Übertragung auf den Industriemaßstab zur Verwertung kommen würde.

Die technische Durchführbarkeit eines Scale-Ups wurde mit den Verbundspartnern besprochen und wird in einem Folgeprojekt realisiert, damit ausreichende Produktmengen für weitere interessierte Industrieunternehmen zur Verfügung stehen.

2.2 Verwertung der Ergebnisse

Mit Abschluss des Projektes bestätigt sich die Notwendigkeit der Charakterisierung mikropartikulierter Proteine und der Entwicklung von Compoundlösungen mit hoher Kundenakzeptanz.

Die erarbeiteten Prüfungsmethoden zur Charakterisierung der mikropartikulierten Proteine hinsichtlich Rheologie und Textur, sowie die sensorischen Erkenntnisse bilden für Van Hees einen Kenntnisaufbau. Da mikropartikulierte Proteine einen hohen Einfluss auf die Produkt-Eigenschaften des endgültigen Modellebenmittels wie die Viskosität nach einer Wärmebehandlung, die Scherstabilität und die Sensorik haben, kann nach Durchführung der erfolgreichen Charakterisierung die Verwertbarkeit beurteilt werden.

Eine Verwertung von mikropartikulierten Proteinen in pflanzlicher Fleischersatz- und Hybridprodukte erscheint schwierig, da hier der erwartete Kugellager-Effekt nicht eintrat. Es kam nicht zu einer Cremigkeit und Geschmeidigkeit, die eine Substitution von Fett durch mikropartikliertes Protein erlauben würde. Demgegenüber zeigen die betrachteten Marinaden und Saucen ein Potential für Van Hees Lebensmittel im Portfolio anbieten zu können, die durch mikropartikuliertes Protein fettreduziert sind. Ausgehend von den erarbeiteten Erkenntnissen, könnten außerdem in nachfolgenden Arbeiten Lösungen für pflanzliche Fleischersatz- und Hybridprodukte formuliert werden. Besonders durch den expandierenden Markt der alternativen Protein-Produkte ist für Van Hees eine relevante Verwertbarkeit mikropartikulierter pflanzlicher Proteine mittelfristig möglich.

2.3 F&E-Ergebnisse Dritter

Es sind keine F&E-Ergebnisse Dritter über den Stand des Wissens, der bereits im Antrag beschrieben ist, bekannt geworden.

2.4 Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr. 5 der NKBF/NABF

Ist seitens VAN HEES nicht erfolgt und nicht geplant.

2.5 Literaturverzeichnis

[1] Bryant CM, McClements DJ. Molecular basis of protein functionality with special consideration of cold-set gels derived from heat-denatured whey. Trends in Food Science & Technology 1998;9:143–51. https://doi.org/10.1016/S0924-2244(98)00031-4.

[2] Berghout JAM, Boom RM, van der Goot AJ. Understanding the differences in gelling properties between lupin protein isolate and soy protein isolate. Food Hydrocolloids 2015;43:465–72. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.07.003.

[3] Mezger TG. Das Rheologie Handbuch: Für Anwender von Rotations- und Oszillations-Rheometern. Vincentz Network; 2016. https://doi.org/10.1515/9783748600121.

[4] Muranyi IS, Otto C, Pickardt C, Osen R, Koehler P, Schweiggert-Weisz U. Influence of the Isolation Method on the Technofunctional Properties of Protein Isolates from Lupinus angustifolius L. Journal of Food Science 2016;81:C2656–63. https://doi.org/10.1111/1750-3841.13515.

[5] Xu J, Mohamed A, Hojilla-Evangelista M, Sessa D. Viscoelastic properties of lupin proteins produced by ultrafiltration-diafiltration. Journal of Oil & Fat Industries 2006;83:553–8. https://doi.org/10.1007/s11746-006-1239-2.

[6] D'Agostina A, Antonioni C, Resta D, Arnoldi A, Bez J, Knauf U, et al. Optimization of a Pilot-Scale Process for Producing Lupin Protein Isolates with Valuable Technological Properties and Minimum Thermal Damage. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2006;54:92–8. https://doi.org/10.1021/jf0518094.

[7] Berghout JAM, Venema P, Boom RM, van der Goot AJ. Comparing functional properties of concentrated protein isolates with freeze-dried protein isolates from lupin seeds. Food Hydrocolloids 2015;51:346–54. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.05.017.

[8] Boukid F, Pasqualone A. Lupine (Lupinus spp.) proteins: characteristics, safety and food applications. European Food Research and Technology 2022;248:345–56. https://doi.org/10.1007/s00217-021-03909-5.

[9] Varga-Visi É, Toxanbayeva B. Application of fat replacers and their effect on quality of comminuted meat products with low lipid content: A review. Acta Alimentaria 2017;46:181–6. https://doi.org/10.1556/066.2016.0008.

[10] Schirle-Keller J-P, Chang HH, Reineccius GA. Interaction of Flavor Compounds with Microparticulated Proteins. Journal of Food Science 1992;57:1448–51. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1992.tb06880.x.

[11] Wolz M, Mersch E, Kulozik U. Thermal aggregation of whey proteins under shear stress. Food Hydrocolloids 2016;56:396–404. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.12.036.

[12] Schirle-Keller J p., Reineccius G a., Hatchwell L c. Flavor Interactions with Fat Replacers: Effect of Oil Level. Journal of Food Science 1994;59:813–5. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb08134.x.