

## Zusammenfassung zum Schlussbericht

### Wertsteigernde Nutzung von pflanzlichen Rohstoffen als proteinreiche, funktionelle Getränkegrundstoffe durch ein neuartiges, mehrstufiges Fermentationsverfahren (Proteinangereicherte Erfrischungsgetränke)

---

Lupinen stellen eine potentielle vegane Alternative zur Herstellung von proteinangereicherten Getränken dar, ohne auf tierische Proteinquellen wie z. B. Molke zurückgreifen zu müssen. Diese Getränke haben in den vergangenen Jahren einen immer stärkeren Marktanteil gewonnen. Besonders für klein- und mittelständische Brauereien könnten mit der Aufnahme solcher Getränke in ihr Portfolio in einer Getränkesparte aktiv werden, welche nicht vom abnehmenden deutschen Bierkonsum der vergangenen Jahre betroffen ist. Um solche lupinenbasierende Getränke jedoch für den Klein- und Mittelstand attraktiv zu gestalten, müssen diese mit den bekannten Prozessen und vorhandenen Anlagen des Braugewerbes herstellbar sein.

In dem vor diesem Hintergrund entstandene Projekt sollte ein Keimverfahren für Süßlupinen entwickelt werden, um Lupinenmalz produzieren zu können. Es sollten die prozessrelevanten Eckdaten der Enzyme aus gekeimten Lupinensaaten und aus Frucht-/Gemüsesäften ermittelt werden und daraus ein enzymatisches Fermentationsverfahren zur Herstellung eines Substrats für die milchsäure Gärung entwickelt werden. Da parallel zu diesen Arbeitspaketen bereits nach potentiellen Mikroorganismen gesucht wurde, musste ein Modellsubstrat entwickelt werden, welches hinsichtlich der mikrobiellen Verwertbarkeit weitgehend dem lupinenbasierenden Substrat entspricht. Dem folgte das Screening von Milchsäurebakterien und die Optimierung der Fermentationsparameter sowie die sensorische Bewertung des produzierten Getränks im Kleinmaßstab. Ein weiterer Schritt war die Entwicklung eines Fest-Flüssig-Trennverfahrens, um lupinenbasiertes Substrat für die Milchsäuregärung zur Verfügung zu stellen. Hier lag der Fokus auf der Verwendung von konventionellen Läuterböden und der damit einhergehenden Kuchenfiltration nach dem Maischverfahren. Den Abschluss fand das Projekt in der Maßstabsübertragung auf größere Produktionsanlagen und Versuchen zur Stabilisierung, Applikation und Analytik.

Die Keimung hat sich als sehr zielführendes Verfahren zur Aufbereitung der Lupinen herauskristallisiert. Die starke Verschiebung des Proteins von hoch- zu niedermolekularen Fraktionen und der sehr starke Anstieg der freien Aminosäuren (630–900 %) deutet auf einen starken proteolytischen Abbau und auf eine deutliche Steigerung der Löslichkeit im sauren Milieu hin. Die flatulenzfördernden Raffinose Familie Oligosaccharide (RFO) konnten bereits in den ersten 4 Tagen der Keimung vollständig abgebaut werden. Die in Süßlupinen in geringen Konzentrationen vorhandenen Chinolizidin-Alkaloide werden durch das Weichen im Rahmen der Keimung stark reduziert und auch die Phytinsäure lässt sich leicht abbauen. Daher sollte in der Verarbeitung von Lupinen die Keimung grundsätzlich als zielführender Schritt zur Veredelung der Saaten bedacht werden –dies nicht nur in der Getränke- sondern generell in der Lebensmittelproduktion.

Die prozessrelevanten Eckdaten der Enzyme konnten bestimmt werden. Die darauf aufbauende enzymatische Fermentation hat sich jedoch durch die hohe Quellfähigkeit der Lupinen als nicht zielführend erwiesen. Um Probleme in der Handhabung zu vermeiden, muss das Malz mit hohen Wassermengen vermengt werden, was die Konzentrationen der Inhaltsstoffe im fertigen Substrat stark reduziert. Auch die Fest-Flüssig-Trennung mit den in Brauereien verbreitetem Läuterverfahren ist nicht praxistauglich. Eben durch das starke Quellen wird viel Substrat in den Trebern gebunden und geht mit diesen verloren. Es sollte daher bei der gewerblichen Umsetzung auf eine Filtration (z. B. Pressmaischefilter) zurückgegriffen werden.

Sowohl die enzymatische Hydrolyse des Lupinenmehls als auch des gekeimten Lupinenschrots durch Anwendung frisch gepresster Frucht- und Gemüsesäfte erwies sich als erfolgreich zur signifikanten Löslichkeitssteigerung der Lupinenproteine am isoelektrischen Punkt. Die Molekulargewichtsverteilung im Bereich  $< 15$  kDa nahm dadurch deutlich zu. Durch die erhöhte Proteinlöslichkeit aus der Saat, konnten je nach verwendetem Saft Proteingehalte der Getränkegrundstoffe von 25–46% (basierend auf die Trockensubstanz) erzielt werden. Gleichzeitig führte die Saftzugabe aber zum Anstieg des Zuckergehalts (Glucose, Fructose, Saccharose) und der Phytinsäure-Konzentration sowie bei der unterstützenden Verwendung von Papain, auch zum RFO-Anstieg.

Mit Ausnahme der Fermentation mit *Lactobacillus (L.) fructivorans* wurden die Einfachzucker Glucose und Fructose bereits nach 24 h nachgeschalteter Fermentation nennenswert abgebaut. Darüber hinaus nahmen durch die Fermentation die Proteinlöslichkeit bei pH 4,5 und die Proteingehalte der Proben zu. Durch Optimierung der Fermentationsparameter (insbesondere Verwendung von heterofermentativen Keimen und höhere Fermentationsdauer) konnte die Proteinlöslichkeit bei pH 4,5 signifikant auf bis zu 95 % gesteigert und der RFO-Gehalt signifikant reduziert werden. Der Phytinsäuregehalt blieb unverändert. Die Verlängerung der Fermentationszeit erwies sich insbesondere bei *L. fructivorans* relevant für den Zuckerabbau und erwies sich allgemein als vorteilhaft zur sensorischen Optimierung der Proben.

Die sensorische Prüfung der Proben erfolgte in Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtung 1 und war neben der Proteinlöslichkeit und der Inhaltsstoffe (insbesondere Proteingehalt) ausschlaggebend für die finale Auswahl der Hydrolyse- und Fermentationsansätze. Nach einem Pre-Mapping von 53 mittels CATA (Check All That Applies) wurde eine Auswahl von 12 Proben getroffen, welche mittels RATA (Rate All That Applies) auf eine engere Probenauswahl von schließlich 3 Proben für die Prototyp-Entwicklung verfeinert wurden. Alle Prototypen wiesen Potenzial für die Entwicklung von proteinreichen Erfrischungsgetränken auf.

Die Scale-up Versuche im 20 L-Maßstab wurden in enger Zusammenarbeit von Forschungseinrichtung 1 und Forschungseinrichtung 2 an beiden Standorten unternommen und erwiesen sich als erfolgreich zur Herstellung der drei Getränkegrundstoffe. Eine der Proben wurde sowohl in karbonisierter, als auch nicht-karbonisierter Form hergestellt, alle anderen Proben waren nicht-karbonisiert. Die sensorischen Bewertungen in Verbindung mit

dem projektbegleitenden Ausschuss ergaben eine breitgefächerte Resonanz, es wurden viele realisierbare Verbesserungsvorschläge eingebracht und den Getränkegrundstoffen wurde ein generell hohes Potenzial zur Aufbereitung zu Erfrischungsgetränken zugesprochen. Bei den analytischen Untersuchungen konnten der niedrige Kaloriengehalt, der sehr hohe, Claim-fähige Proteingehalt und der hypotonische Charakter aller drei Getränke belegt werden.

Durch das vorteilhafte Milieu ( $\text{pH} < 3,8$ ) weisen die entwickelten Produkte eine hohe Lagerstabilität auf. Durch Aromatisierung der final entwickelten Produkte konnten Fehleraromen neutralisiert und die Akzeptanz gesteigert werden. Die Produkte zeigen eine hohe Proteinlöslichkeit und eine vorteilhafte Zusammensetzung der Inhaltsstoffe auf. Sowohl vor als auch nach Aromatisierung können die entwickelten Produkte als „hoher Proteingehalt“ ausgelobt werden und zeigen Potenzial für die Herstellung proteinreicher Erfrischungsgetränke auf Basis der Süßlupine.

IVLV-Mitglieder können den vollständigen Projektabschlussbericht auf unserer Homepage herunterladen. Hierzu ist nur eine Anmeldung in der Rubrik [„Meine IVLV“](#) erforderlich. Nicht-Mitglieder können den Abschlussbericht gegen einen Unkostenbeitrag bei der IVLV-Geschäftsstelle unter [office@ivlv.de](mailto:office@ivlv.de) anfordern.

Gefördert durch:

The logo of the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Protection, featuring a stylized eagle and a vertical bar with the colors of the German flag (black, red, gold).

Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

The logo for the Research Network Mittelstand (AiF), consisting of the letters 'AiF' in a bold, red, sans-serif font.

Forschungsnetzwerk  
Mittelstand

Das IGF-Vorhaben 20386 N der Forschungsvereinigung Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e. V. – IVLV, Giggenhauser Str. 35, 85354 Freising, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) und –entwicklung vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert.