

## Zusammenfassung zum Schlussbericht

### Gewinnung von funktionellen Hefezellwandfragmenten als Grundstoff zur Mikroverkapselung (Funktionelle Hefezellwände)

---

Brauereiresthefe, die nach der alkoholischen Gärung und Lagerung des Bieres anfällt und im Brauprozess nicht mehr weiterverwendet werden kann, stellt das zweitgrößte Nebenprodukt der Brauindustrie dar. Aufgrund des hohen Proteingehalts (45–60%) wird Bierhefe derzeit überwiegend als Futterzusatz für Monogastrier, teilweise in Nahrungsergänzungsmitteln oder zur Herstellung von Hefeextrakten verwendet. Die Entsorgung von Resthefe ist derzeit zwar für Brauereien weitgehend gesichert, jedoch kann häufig keine gute Wertschöpfung erzielt werden. Die Veredelung des Reststoffes Brauereiresthefe zum hochwertigen Verkapselungsrohstoff für die Lebensmittelindustrie beinhaltet daher ein hohes Potenzial zur Steigerung der Wertschöpfung von Brauereien und Hefeverwertern.

Die Entwicklung eines Verfahrens, das die Nutzung von Hefezellwandfragmenten aus Brauereiresthefen als Rohstoff für die Mikroverkapselung ermöglicht, war vorrangiges Ziel des vorliegenden Forschungsvorhabens. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde im ersten Schritt ein geeignetes Aufreinigungs- und Stabilisierungskonzept entwickelt, um Brauereiresthefe von anhaftenden Würzebestandteilen und Gärungsnebenprodukten schonend zu reinigen und zu entbittern (AP 1). Dazu wurden die Hefezellen durch Zugabe von Hopfenpellets (60 Bittereinheiten) gezielt verbittert. Die Optimierung der Aufreinigung erfolgte durch vollfaktorielle Variation des pH-Wertes (pH 8, 9), der Zeit (10 min, 30 min) und der Temperatur (0 °C, 6 °C). Der Erfolg der Entbitterung wurde durch Messung der Iso- $\alpha$ -Säure mittels HPLC-Analytik (EBC- Methode 7.8), als auch photometrisch mittels einer modifizierten MEBAK Methode beurteilt. Eine maximale Entbitterung von 45 % der Hefezellen erfolgte bei einer Temperatur von 6 °C, einem pH-Wert von 9, eingestellt über NaOH, und einer Entbitterungsdauer von 30 Minuten.

Um Hefezellen, die ein makromolekulares Geflecht von Polysacchariden und Glycoproteiden darstellen, als Verkapselungsrohstoff nutzen zu können ist ein Zellaufschluss erforderlich, der die Entleerung der Hefezellen und Separierung der Hefezellwandfragmente („Z-Fraktion“) ermöglicht (AP 2). Im Projekt wurden die Hochdruckhomogenisation, die Plasmolyse sowie eine Kombination von Plasmolyse & Hochdruckhomogenisation als Zellaufschlussverfahren für Erntebierhefzellen erprobt und optimiert. Mit einer Hochdruckhomogenisation bei 800 bar und 3 Durchläufen konnten maximale Zellaufschlussgrade von >90% (basierend auf Lebendzellanteilen) erzielt werden. Mit einem kombinierten Verfahren auf Basis des Selbstverdaus (Autolyse) bei optimalem pH-Wert, unterstützt durch Salzzugabe (Plasmolyse) und anschließender Hochdruckhomogenisation (3 \* 800 bar) wurden vergleichbar hohe Zellaufschlussgrade erreicht. Der Einfluss der Erntebierhefetyphen und -qualitäten (obergärig, untergärig, Hopfen verbittert; entbittert; Erntehefe/Reinzucht, Zahl der Führungen) konnte anhand der Kriterien „Aufschlussgrad der Zellen“ und „Anreicherung(-sfaktor) der Polysaccharide-Anteile“ in den Zellwandfraktionen beurteilt werden. Die untergärigen, entbitterten Erntebierhefen (4-5 Führungen) erreichten

die höchsten Aufschlussgrademit rund 80% (basierend auf Stickstoff im Überstand). Die Anreicherungsfaktoren der Struktur- Polysaccharide „Gesamt-Glucan“ und „ $\beta$ -Glucan“ dieser Hefetypen erreichten Werte von  $> 2,5$ , was für eine gute mechanische Separierbarkeit der Zellwandfragmente vom Zellinneren spricht.

Parallel zu den Untersuchungen zur Aufreinigung und zum Zellaufschluss wurde eine globale und strukturelle Charakterisierung der aus den Zellaufschlussverfahren erhaltenen Fraktionen vorgenommen (AP 3). Hierbei wurde auch eine Methode zur Schnell-Charakterisierung der Proben auf Basis von NIR-Spektralmessungen und Korrelationen zur Vorhersage der chemischen Zusammensetzung erarbeitet. Die globale chemische Charakterisierung der Hefezellwandfragmente (Z-Fraktion) und der Überstände der aufgeschlossenen Hefezellen, mit den Parametern „Glucan“, „ $\beta$ -Glucan“ und „Mannan“-Gehalte, Rohprotein und assimilierbarer Stickstoff-Gehalt sowie der Trockensubstanz wurden ermittelt. Diese Daten(-banken) und die Chemometrie-Kalibrationen (Korrelation Spektren gegen Daten) erlauben eine schnelle Vorhersage der Zusammensetzung weiterer, gleichartiger Proben durch die direkte NIR- Spektroskopie, ohne jeweils eine vollständige nasschemische Analyse durchführen zu müssen.

Bei der strukturellen Charakterisierung wurden die Partikelgrößen verschiedener Hefezellen durch Messung der statischen Lichtstreuung (Mastersizer) untersucht. Hierbei zeigte sich ein deutlicher Unterschied in der Volumenverteilung. Entbitterte Hefe wies einen mittleren Durchmesser bei 50 % aller gemessenen Partikel (D(50)-Wert) von  $6,92 \mu\text{m}$  auf. Dieser Wert lag unter dem Wert einer Reinzuchtheife mit  $13,45 \mu\text{m}$ . Hingegen war der Durchmesser der Zellwände einer mittels Hochdruckhomogenisation aufgeschlossenen Probe bei  $4,39 \mu\text{m}$  und somit deutlich kleiner als die intakten Hefezellen. Im Falle einer Anzahlverteilung konnte bei der entbitterten Hefe ein Durchmesser von  $6,21 \mu\text{m}$ , bei der Reinzuchtheife  $8,08 \mu\text{m}$  und bei den aufgeschlossenen Zellen  $0,0875 \mu\text{m}$  gemessen werden. Daraus ist ersichtlich, dass die Größe der Fragmente nach erfolgtem Zellaufschluss unterhalb von  $1 \mu\text{m}$  liegt.

Um die Machbarkeit der Mikroverkapselung mit Hefezellwänden zu evaluieren wurden Versuche zur Verkapselung von Leinöl als Modellsubstanz für mehrfach ungesättigte Fettsäuren unter Verwendung einer industriell erprobten Referenzrezeptur auf Basis von Gummi arabicum und Maltodextrin durchgeführt (AP 4). Hierbei wurde Gummi arabicum sukzessive durch Zellwandfragmente aus dem Hochdruckaufschluss substituiert sowie verschiedene Ölgehalte (9-25%) und Hefetypen untersucht. Die Verkapselungsversuche zeigten, dass sich Hefezellwände als Verkapselungsmaterial von Fettsäuren eignen und Gummi arabicum ersetzen können. Es konnten hohe, mit dem Referenzsystem aus Gummi arabicum vergleichbare Verkapselungseffizienzen von  $> 90\%$  erzielt werden. In einigen Fällen, vor allem aber bei Verwendung entbitterter Hefen, übertrafen diese sogar die Effizienz des Referenzsystems.

Um die Effektivität des entwickelten Verkapselungssystems zu bewerten, konnten abschließend Kapseln mit Leinöl und mit Zitronenöl hergestellt und in ein Modelllebensmittel Typ Erfrischungsgetränk eingearbeitet, sensorisch charakterisiert und einem forcierten Lagertest unterzogen werden (AP 5). Die sensorische Bewertung des untersuchten

Modelldrinks zeigte direkt nach der Herstellung der Kapseln, dass lediglich geschulte Verkoster einen signifikanten Unterschied zwischen den 3 Proben (eine Getränkeprobe mit Kapseln und zwei Getränkeproben ohne Kapselzugabe) feststellen konnten. Für ungeschulte Verkoster konnte keine signifikante Abweichung der Proben erkannt werden. Signifikante Veränderungen ergaben sich hinsichtlich der Alterungsversuche der Kapseln.

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:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Das IGF-Vorhaben 19196 N der Forschungsvereinigung Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e. V. – IVLV, Giggerhauser 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 Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestags gefördert.