

Jahresbericht 1994

Inhaltsverzeichnis

Arbeiten zur Analytik

- [Abhängigkeit der 12-Methyltridecanal-Konzentration in Rindfleisch vom Alter des Tieres](#)
- [Quantitative Analyse von Kaffee- und Ferulasäure in Hafermehl - Vergleich einer konventionellen Methode mit einem Stable Isotope Dilution Assay](#)
- [Gaschromatographie/Olfaktometrie statischer Headspace-Proben \(GCO-H\)](#)
- [Quantitative Bestimmung von HMW-Gliadin in Mehlen verschiedener Weizensorten](#)
- [Schnelle Bestimmung von reduziertem Glutathion und Cystein in Weizenmehlen](#)
- [Große Nährwerttabelle Souci-Fachmann Kraus \(SFK\)](#)

Arbeiten zur Chemie, Biochemie und Mikrobiologie

- [Aroma von erhitztem Fleisch - Vorläufer der Ethyldimethylpyrazine und des 2,3-Diethylpyrazins](#)
- [Untersuchungen über Veränderungen des Erdbeeraromas bei der Verarbeitung](#)
- [Kartonartiger Geschmacksfehler bei Butterschmalz](#)
- [Vergleichende Untersuchungen der Aromastoffe verschiedener Olivenöle \(Jungfernöle\)](#)
- [Untersuchungen über das Aroma von Emmentaler Käse](#)
- [Aroma von Brot](#)
- [Disulfidbindungen in Weizenkleber](#)
- [Einfluß der N-Düngung auf die Zusammensetzung der Weizenmehlproteine](#)
- [Wirkung von HMW-Untereinheiten des Glutenins auf die rheologischen Eigenschaften von Weizenkleber](#)
- [Mikroskopische Studien der Kleberstrukturen in der Weizenbrotrume](#)
- [Dinkelweizen und Zöliakie](#)

Inhaltsverzeichnis

1. ARBEITEN ZUR ANALYTIK

1.1. Abhängigkeit der 12-Methyltridecanal-Konzentration in Rindfleisch vom Alter des Tieres

Ausgangslage: 12-Methyltridecanal (12-MT), das bei längerem Erhitzen aus den Plasmalogenen freigesetzt wird, trägt zum charakteristischen Aroma von geschmortem Rindfleisch wesentlich bei.

Forschungsziel: Bestimmung der Konzentration von 12-MT in der Phospholipidfraktion in Abhängigkeit vom Alter der Tiere.

Ergebnis: 12-MT wurde durch Isotopenverdünnungsanalyse in Proben aus neun Rindern unterschiedlichen Alters bestimmt. Die Ergebnisse, die auf den Phospholipid (PL)-Gehalt bezogen wurden, zeigen, daß das 12-MT mit dem Alter des Rindes linear ansteigt, z.B. von 36 µg/g PL bei einem 4 Monate alten Kalb auf 810 µg/g PL in einer 8 Jahre alten Kuh. Der Anstieg des 12-MT in den PL pro Monat schwankte zwischen 8,4 und 10,9 µg/g (Mittelwert 9,3 ± 0,78 µg/g). Möglicherweise ist das 12-MT als Indikator für die Altersbestimmung von Rindfleisch geeignet.

[Index](#)

1.2. Quantitative Analyse von Kaffee- und Ferulasäure in Hafermehl - Vergleich einer konventionellen Methode mit einem Stable Isotope Dilution Assay

Ausgangslage: Labile Inhaltsstoffe können mit Hilfe einer Isotopenverdünnungsanalyse (IVA) sehr genau in Lebensmitteln bestimmt werden.

Forschungsziel: Entwicklung von IVAs und Vergleich mit konventionellen Methoden.

Ergebnis: [¹³C]-Kaffee- und [¹³C]-Ferulasäure wurden synthetisiert und als interne Standardsubstanzen für die Bestimmung dieser Säuren (frei und verestert) in Hafermehl angewandt. Ein Vergleich ergab, daß von der Ferulasäure 84 %, aber von der leichter oxidablen Kaffeesäure nur 32 % mit einer konventionellen Methode erfaßt werden.

[Index](#)

1.3. Gaschromatographie/Olfaktometrie statischer Headspace-Proben (GCO-H)

Ausgangslage: Die Aromastoffe, die im Gasraum über einem Lebensmittel vorkommen und den ersten Geruchseindruck auslösen, beanspruchen besonderes Interesse. Zu ihrer Erfassung werden Proben aus dem Kopfraum über dem in ein Gefäß eingeschlossenen Lebensmittel direkt gaschromatographisch analysiert (statische Headspace-Analyse). Die Ergebnisse sind aber meist sehr unbefriedigend, weil wichtige Aromastoffe in so niedrigen Konzentrationen vorliegen, daß ihre Identifizierung nicht möglich ist.

Forschungsziel: Vollständige Erfassung der Aromastoffe, die im Gasraum über einem Lebensmittel vorkommen und Abschätzung ihrer Beiträge zum Geruch.

Ergebnis: Die Methode, die wir zur Gaschromatographie/Olfaktometrie von Headspace-Proben entwickelt haben (vgl. Jahresbericht 1993), wurde zur Erkennung der Geruchsstoffe angewandt, die bei extrudiertem Hafer einen Aromafehler verursachen. Auf der Basis einer vorangegangenen Aromaextraktverdünnungsanalyse wurden Hexanal, trans-2,3-Epoxyoctanal, Pentanal und (E,E)-2,4-Nonadienol als Fehleraromastoffe in Headspace-Proben von gelagerten Extrudaten identifiziert. Durch einen Zusatz von alpha-Tocopherol vor der Extrusion wurde die Autoxidation von Linolsäure, aus der diese Geruchsstoffe hervorgehen,

gehemmt. Die Wirkung des Antioxidans wurde durch die Bestimmung von Hexanal und GCO-H bewiesen.

[Index](#)

1.4. Quantitative Bestimmung von HMW-Gliadin in Mehlen verschiedener Weizensorten

Ausgangslage: Über den Anteil von HMW (high-molecular-weight)-Gliadin am Gesamtgliadin liegen nur wenige Daten vor, die sorten- und methodenbedingt stark variieren. Die zur quantitativen Bestimmung angewandten Verfahren sind zeitaufwendig und unempfindlich.

Forschungsziel: Ausarbeitung einer Methode, die eine schnelle und empfindliche Bestimmung von HMW-Gliadin erlaubt, sowie Analyse verschiedener Weizen- und Roggensorten.

Ergebnis: Durch Gelchromatographie an Superdex 200 und UV-Messung des Eluats kann der Anteil von HMW-Gliadin am Gesamtgliadin relativ schnell, gut reproduzierbar und empfindlich bestimmt werden. Gesamtgliadin von Weizen enthält durchschnittlich etwa 20 % HMW-Gliadin, wobei sortenbedingt Schwankungen (17-25 %) auftreten. Entsprechendes aggregiertes Protein von Roggen hat einen wesentlich höheren Anteil (35 %) am ethanollöslichen Gesamtprotein. HMW-Gliadin zeigt in seiner Extrahierbarkeit mit wäbr. Ethanol und in seinem Beitrag zu den rheologischen Teig- und Klebereigenschaften von Weizen eine große Ähnlichkeit mit den monomeren Gliadinen.

[Index](#)

1.5. Schnelle Bestimmung von reduziertem Glutathion und Cystein in Weizenmehlen

Ausgangslage: Glutathion (GSH) und Cystein können schon in sehr niedrigen Konzentrationen die Fließeigenschaften von Teigen und die Backergebnisse beeinflussen. Eine quantitative Analyse dieser Verbindungen ist deshalb von Interesse. Die bisher verfügbaren Methoden sind sehr langwierig.

Forschungsziel: Entwicklung einer Schnellmethode für GSH und Cys.

Ergebnis: GSH und Cys können durch Anwendung der Cyclovoltametrie (CV) sehr schnell (<1 h) in Mehlen bestimmt werden. Folgende Schritte sind erforderlich: Derivatisierung von Cys und GSH bei pH 4,5 mit 10 µmol N-Phenylmaleinsäureimid (NPMI). Rücktitration mit 10 µmol Cys und Bestimmung des Cys mit CV, das im Überschuß vorliegt und der Summe von Cys + GSH im Mehlextrakt entspricht. In einem parallel durchgeführten Experiment wird GSH durch Zusatz von Ascorbinsäure selektiv aus dem Extrakt entfernt. Das verbleibende Cys wird nach Zusatz von NPMI durch Rücktitration mit CV bestimmt. GSH wird berechnet durch Subtraktion des Cys von der Summe aus Cys + GSH. Die Ergebnisse, die für drei Mehle erhalten wurden, waren in guter Übereinstimmung mit denen, die eine Referenzmethode ergeben hatte; nur bei einem Mehl wurden unterschiedliche Werte für GSH gefunden.

[Index](#)

1.6. Große Nährwerttabelle Souci-Fachmann Kraus (SFK)

Ausgangslage: Dem jeweiligen Wissensstand entsprechende Tabellen über die Zusammensetzung von Lebensmitteln sind für die Administration, Ernährungsberatung, Wirtschaft und Wissenschaft unentbehrlich.

Forschungsziel: Das von Souci-Fachmann-Kraus begründete Tabellenwerk (SFK-Tabelle) ist durch die Erfassung der gesamten einschlägigen Literatur und durch eigene analytische Tätigkeit mit Hilfe der Datenbank SFKDB ständig auf dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand zu halten. Das gilt auch für die davon abgeleitete kleine Lebensmitteltabelle.

Ergebnis: Die Arbeiten an der 5. Auflage der großen Tabelle wurden abgeschlossen. Das Werk ist im Herbst 1994 erschienen.

[Index](#)

2. ARBEITEN ZUR CHEMIE, BIOCHEMIE UND MIKROBIOLOGIE

2.1. Aroma von erhitztem Fleisch - Vorläufer der Ethyldimethylpyrazine und des 2,3-Diethylpyrazins

Ausgangslage: Rohes Fleisch hat nur einen schwachen Geruch und einen blutähnlichen Geschmack. Das typische Fleischaroma entwickelt sich erst während des Erhitzens durch einen thermischen und oxidativen Abbau von Zuckern, Aminosäuren, ungesättigten Fettsäuren und Thiamin.

Forschungsziel: Identifizierung der flüchtigen Aromastoffe, die primär zum Geruch von erhitztem Fleisch beitragen. Untersuchungen des Einflusses der Tierart und des Zubereitungsverfahrens. Ermittlung von Fleischinhaltsstoffen aus denen wichtige Aromastoffe hervorgehen.

Ergebnis: Reaktionssysteme (pH 5,6), die wasserlösliche Substanzen von Rindfleisch in verschiedenen Kombinationen enthielten, wurden 7 min auf 180°C erhitzt. Fehlte Alanin in einer Mischung bestehend aus den freien Aminosäuren, Monosacchariden, Milchsäure, Carnosin und Kreatin, so war die Bildung von 2-Ethyl-3,6-dimethylpyrazin (I), 2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazin (II), 2-Ethyl-5,6-dimethylpyrazin (III) und 2,3-Diethyl-5-methylpyrazin (IV) stark gehemmt. Ein Zusatz von Carnosin oder Milchsäure steigerte die Bildung der vier Pyrazine bei der Reaktion von Fruktose und Alanin. Das aktivste Modell wurde erhalten, wenn die Fruktose in der zuletzt genannten binären Mischung durch 2-Oxopropanal ersetzt wurde. Pyrazin I war bei allen Reaktionen das Hauptprodukt, doch auf der Basis seiner viel niedrigeren Geruchsschwelle war das Pyrazin II der wichtigste Geruchsstoff von den Ethyldimethylpyrazinen.

[Index](#)

2.2. Untersuchungen über Veränderungen des Erdbeeraromas bei der Verarbeitung

Ausgangslage: Das Aroma von Erdbeerprodukten (Konfitüre, Fruchtkonzentrate) unterscheidet sich signifikant vom Aroma der frischen Früchte. Aromastoffe, die diese Veränderungen wesentlich hervorrufen, sind bisher unbekannt.

Forschungsziel: Der Aromaunterschied soll über die qualitative und quantitative Analyse der wichtigsten Aromastoffe objektiviert werden.

Ergebnis: Die Aromaextraktverdünnungsanalyse (AEVA) von frischem Erdbeersaft ergab 22 Geruchsstoffe unter denen 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon, Buttersäure, (Z)-3-Hexenal und Essigsäure gefolgt von Buttersäureethylester, 2,3-Butandion (Diacetyl) und 2- und 3-Methylbuttersäuremethylester die höchsten FD-Faktoren aufwiesen. In Erdbeersaft, der 30 min gekocht worden war, wurden neun Geruchsstoffe identifiziert, die im frischen Saft sensorisch nicht auftraten. Darunter wiesen (E)-beta-Damascenon und (E,E)-2,4-Decadienal die höchsten FD-Faktoren auf. Quantitative Unterschiede bei 14 Geruchsstoffen lassen den Schluß zu, daß insbesondere die Abnahme in den Konzentrationen des grün riechenden (Z)-3-Hexenals und der fruchtig riechenden Buttersäuremethyl- und Buttersäureethylester sowie die Zunahme der Konzentration des süß-honigartig riechenden (E)-beta-Damascenons die Aromaveränderung, die bei der Verarbeitung von Erdbeeren auftritt, hervorrufen. Eine starke Abnahme der Konzentrationen des (Z)-3-Hexenals wird auch beim Gefrier/Tau-Vorgang beobachtet.

[Index](#)

2.3. Kartonartiger Geschmacksfehler bei Butterschmalz

Ausgangslage: Während einer längeren Lagerung kann sich in Butterschmalz ein kartonartiger Fehlgeschmack entwickeln, der durch eine Autoxidation ungesättigter Fettsäuren hervorgerufen wird.

Forschungsziel: Identifizierung der Fehleromastoffe, Ermittlung der Vorläufer und Versuche zur Hemmung des Fehlgeschmacks durch Zusatz von Antioxidantien.

Ergebnis: In Butterschmalzproben, die bei 35°C gelagert worden waren, wurde der Anstieg der Fehleromastoffe (Z)-4-Heptenal (I), (Z)-2-Nonenal (II), (E)-2-Nonenal (III) und 1-Octen-3-on (IV) mit Hilfe von Isotopenverdünnungsanalysen gemessen. Bei niedrigem Autoxidationsgrad hemmten die Antioxidantien BHA, BHT, alpha-Tocopherol und gamma-Tocopherol (Zusätze von 0.47 mmol/kg) die Bildung von I-III zu 40-50 % und die von IV zu 20-30 %. Wurde die Autoxidation durch Kupferionen (1 und 8,5 mg/kg) beschleunigt, so erhöhte sich auch die Wirkung der Antioxidantien. Sensorische Tests ergaben, daß die Mischung von II (>1,5 µg/kg) und III (>23 µg/kg) den kartonartigen Aromafehler verursacht.

[Index](#)

2.4. Vergleichende Untersuchungen der Aromastoffe verschiedener Olivenöle (Jungfernöle)

Ausgangslage: Das Aroma ist für Olivenöl ein wichtiges Qualitätsmerkmal.

Forschungsziel: Identifizierung und quantitative Analyse der Aromastoffe, die das Aroma von Olivenöl hervorrufen. Untersuchungen über den Einfluß der Provenienz auf das Aroma und über die Bildung der Aromastoffe während der Reifung der Oliven.

Ergebnis: Die potenten Geruchsstoffe von zwei Olivenölen griechischer Herkunft (G-1, G-2) mit unterschiedlichem Aroma wurden mit Hilfe von Aromaextraktverdünnungsanalysen sowie durch Gaschromatographie/Olfaktometrie von Headspaceproben erkannt, dann

identifiziert und quantifiziert. Die Berechnung von Aromawerten zeigte, daß Hexanal, Octanal und (Z)-2-Nonenal für das fettige Aroma von G-1 und höhere Konzentrationen von 2-Methylbuttersäureethylester, Isobuttersäureethylester und (Z)-3-Hexenal für das fruchtig-grüne Aroma von G-2 verantwortlich waren.

In reifenden Oliven wurde die Bildung von neun Aromastoffen verfolgt. In unreifen Oliven dominierte das grüne Geruchsnoten hervorrufende (Z)-3-Hexenal; die fruchtigen Ester erschienen gegen Ende der Reifezeit und nahmen langsam zu.

[Index](#)

2.5. Untersuchungen über das Aroma von Emmentaler Käse

Ausgangslage: Eine Reihe von Arbeiten berichten über flüchtige und nichtflüchtige Inhaltsstoffe von Emmentaler Käse. Es fehlen aber Informationen über ihren Beitrag zum Gesamtgeschmackseindruck.

Forschungsziel: Emmentaler Käse soll auf flüchtige und nichtflüchtige Verbindungen analysiert werden mit dem Ziel, die sensorisch relevanten Geruchs- und Geschmacksstoffe zu ermitteln. Die gefundenen Verbindungen sind zur Objektivierung von Aromaveränderungen geeignet, die u.a. bei der Reifung von Emmentaler Käse stattfinden.

Ergebnis: Mit Hilfe von Auswahlverfahren wurden folgende Verbindungen als potente Geruchs- und Geschmacksstoffe erkannt: 3-Methylbutanal (I), Buttersäureethylester (II), 3-Methylbuttersäureethylester (III), Methional (IV), Capronsäureethylester (V), 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon (VI), 2-Ethyl-4-hydroxy-5-methyl-3(2H)-furanon (VII), Essigsäure (VIII), Propionsäure (IX), Milchsäure (X), Ammoniak (XI), Glutaminsäure (XII), Natriumdihydrogenphosphat (XIII), Calciumhydroxid (XIV) und Magnesiumhydroxid (XV). Mischungen der Verbindungen I bis XIV in verschiedenen Konzentrationen und in Konzentrationen wie in einer Probe Emmentaler wurden einem ungereiften, gefriergetrockneten Käse von Mozzarella-Typ zugesetzt und es wurde dann der Wassergehalt des Emmentaler eingestellt. Das Modell mit den Verbindungen IV, VI bis XV erwies sich bei der sensorischen Prüfung als weitgehend identisch mit dem Geruch und Geschmack von geriebenem Emmentaler.

[Index](#)

2.6. Aroma von Brot

Ausgangslage: Bei der Herstellung von Brot führen fermentative Vorgänge während der Teiggare sowie thermische Reaktionen beim Backvorgang zur Bildung einer Vielzahl flüchtiger Verbindungen. Eine Reihe dieser Verbindungen verursachen das Aroma.

Forschungsziel: Identifizierung der Geruchsstoffe, die aufgrund hoher Aromawerte die Aromen der Krusten und Krumen von Weißbrot und Roggenbrot prägen. Entwicklung von Verfahren zur quantitativen Analyse solcher Aromastoffe.

Ergebnis: Aromaextraktverdünnungsanalysen ergaben 28 Geruchsstoffe in frischer Roggenbrotkruste und 20 in der Krume. Aufgrund hoher FD-Faktoren gehörten Methional (Geruch nach gekochter Kartoffel), 3-Methylbutanal (malzartig), (E)-2-Nonenal (grün, talgig), (E,E)-2,4-Decadienal (fettig) und Essigsäure (sauer, stechend) zu den potenten

Geruchsstoffen der Kruste sowie Phenylacetaldehyd, (E)-2-Nonenal und (E,E)-2,4-Decadienal zu denen der Krume. Insbesondere die Geruchsaktivitäten von Methional, 3-Methylbutanal, 2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazin und 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon waren in der Krume deutlich niedriger als in der Kruste.

Die Berechnung von Aromawerten (Quotient aus Konzentration und Geruchsschwelle) zeigte, daß der erheblich höhere Aromawert des Methionals in der Roggenkruste und der des röstig, süß riechenden 2-Acetyl-1-pyrrolins in der Weißbrotkruste wesentlich zum Aromaunterschied beider Brotarten beiträgt.

[Index](#)

2.7. Disulfidbindungen in Weizenkleber

Ausgangslage: Obwohl die Disulfidbindungen der Kleberproteine eine große Bedeutung für die viskoelastischen Eigenschaften von Weizenteigen haben, wurden Typ und Positionen solcher Bindungen bisher nicht näher charakterisiert.

Forschungsziel: Experimenteller Nachweis intra- und intermolekularer Disulfidbindungen in monomeren Gliadinen und aggregierten Gluteninen des Weizenklebers.

Ergebnis: In Fortsetzung früherer Arbeiten wurden aus enzymatischen (Pepsin, Thermolysin) Partialhydrolysaten von Glutenin oder aus angereichertem Glutenin 19 weitere Cystinpeptide isoliert, analysiert und bekannten Sequenzen von Kleberproteinen zugeordnet. Zum ersten Mal wurde eine intermolekulare Disulfidbindung zwischen einer HMW-Untereinheit vom γ -Typ und einer LMW-Untereinheit nachgewiesen. Andere Peptide bestätigen bereits gefundene Disulfidbindungen von LMW-Untereinheiten und γ -Gliadinen. Weiterhin wurden aus Klebergliadin zwei α -Gliadine mittels RP-HPLC präpariert, mit Thermolysin gespalten und auf Cystinpeptide analysiert. Die Ergebnisse zeigen übereinstimmend für beide Proteine, daß eine intramolekulare Disulfidbindung innerhalb der Domäne III und zwei intramolekulare Disulfidbindungen zwischen Domäne III und Domäne V existieren. Aus den Untersuchungen kann insgesamt geschlossen werden, daß die intramolekularen Disulfidbindungen der Kleberproteine nicht zufällig verteilt, sondern streng gerichtet angeordnet sind. Bei den intermolekularen Disulfidbindungen können hingegen unterschiedliche Bindungskombinationen auftreten.

[Index](#)

2.8. Einfluß der N-Düngung auf die Zusammensetzung der Weizenmehlproteine

Ausgangslage: Die Versorgung des Weizens mit Stickstoff während des Wachstums bestimmt in starkem Maße die quantitative Zusammensetzung der Mehlproteine und damit die Teig- und Backeigenschaften. Untersuchungen darüber bezogen sich bisher meist nur auf das Gesamtprotein oder auf sehr heterogene Proteinfractionen.

Forschungsziel: Mit Hilfe eines kombinierten Extraktion/HPLC-Verfahrens soll der Einfluß der N-Düngung auf Menge und Mengenverhältnis aller im Mehl vorkommender Proteingruppen sowie einzelner Proteintypen untersucht werden.

Ergebnis: Die Menge der Albumin/Globulin-Fraktion wird von einer unterschiedlichen N-Düngung kaum, die der Kleberproteine stark beeinflußt. Innerhalb der Kleberproteine

reagieren die Gliadine intensiver als die Glutenine, wobei die mengenmäßig dominierenden Proteintypen (alpha- und gamma-Gliadine, LMW-Untereinheiten von Glutenin) von einem erhöhten N-Angebot am meisten profitieren. In Bezug auf den Anteil am Gesamtprotein nehmen die hydrophileren Proteine (x-Gliadine, HMW-Untereinheiten) stärker zu als die hydrophoberen Proteine (gamma-Gliadine, LMW-Untereinheiten von Glutenin). Dadurch kommt es zu einer signifikanten Verschiebung der Mengenverhältnisse der verschiedenen Proteintypen. Das Ausmaß der durch unterschiedliche N-Düngung erzielten Effekte wird maßgeblich von der Sorte geprägt. Dies gilt sowohl für die absoluten Mengen der einzelnen Proteintypen als auch für ihre Mengenverhältnisse.

[Index](#)

2.9. Wirkung von HMW-Untereinheiten des Glutenins auf die rheologischen Eigenschaften von Weizenkleber

Ausgangslage: Sortenbedingte Unterschiede in den rheologischen Eigenschaften von Weizenteig- und -kleber stehen in engen Beziehungen zur Menge und zum Mengenverhältnis bestimmter Kleberproteine. Eine besonders hohe Korrelation wurde zwischen der Menge der HMW-Untereinheiten und dem maximalen Dehnwiderstand sowie zwischen dem Mengenverhältnis Gliadin/HMW-Untereinheiten und der Dehnbarkeit gefunden.

Forschungsziel: Durch Zusatz von HMW-Untereinheiten variierender Zusammensetzung zu Standardmehlen und durch Zugversuche an daraus gewonnenem Kleber soll geprüft werden, ob die rheologische Wirkung der HMW-Untereinheiten experimentell bestätigt werden kann.

Ergebnis: Zusätze verschiedener Kleberproteine zu einem Standardmehl verändern die rheologischen Eigenschaften des daraus gewonnenen Klebers in unterschiedlicher Weise und unterschiedlichem Ausmaß. Die Dehnbarkeit des Klebers wird erhöht, wenn monomer vorliegende Proteine (Gliadine, reduzierte HMW-Untereinheiten) zugesetzt werden. Sie wird erniedrigt durch den Zusatz aggregierter Proteine (reoxidierte HMW-Untereinheiten). Der Dehnwiderstand des Klebers wird durch den Zusatz reoxidierter, überwiegend in aggregierter Form vorliegender Proteine (mit KBrO₃ reoxidierte HMW-Untereinheiten) erhöht. Hierbei ist neben der Molekulargewichtsverteilung des Reoxidationsproduktes auch der Gehalt an freien Thiolgruppen von besonderer Bedeutung. Sortenbedingte Unterschiede in der Kombination der einzelnen HMW-Untereinheiten haben nur einen geringen Einfluß, entscheidend ist die Menge der HMW-Untereinheiten im Mehl. Die Ergebnisse stehen damit in vollem Einklang mit früheren quantitativen Untersuchungen an Mehlen verschiedener Weizensorten.

[Index](#)

2.10. Mikroskopische Studien der Kleberstrukturen in der Weizenbrotkrume

Ausgangslage: Die in der Literatur beschriebenen mikroskopischen Untersuchungen von Brotkrume informieren zwar über die Porengröße und -wanddicke, es fehlen jedoch Aufnahmen höherer Vergrößerungen, die eine Differenzierung der Kleberstruktur erlauben.

Forschungsziel: Darstellung der Klebermatrix innerhalb einzelner Porenwände von Weizenbrotkrume mit Hilfe der Rasterelektronenmikroskopie.

Ergebnis: Die Kritisch-Punkt-Trocknung ermöglicht im Vergleich zur Gefriertrocknung eine wesentlich bessere elektronenmikroskopische Darstellung der Kleberstruktur von

Weizenbrotkrume. Die Aufnahmen zeigen, daß sich der Kleber an der Porenwandoberfläche in filmartigen Strukturen ausbreitet, in die die Stärkekörner eingebettet sind. Hochgespannte Filme sind teilweise zerrissen und bilden ein aus Fibrillen bestehendes Netzwerk. Auch innerhalb der Porenwände sind poröse Kleberfilme zu beobachten. Sie sind nur zum Teil parallel zur Oberfläche orientiert, sie sind auch quervernetzt. Die Kleberstrukturen in Weizenbrotkrume lassen sich auf die in früheren Untersuchungen beobachteten Strukturen in Mehlpartikeln zurückführen.

[Index](#)

2.11. Dinkelweizen und Zöliakie

Ausgangslage: Über Dinkel liegen bezüglich seiner Wirkung auf Zöliakieerkrankte keine Untersuchungen vor. Da eine klinische Testung aus ethischen Gründen nicht in Betracht kommt, sollen vergleichende Sequenzstudien an den alpha-Gliadinen von Dinkel und Weichweizen in chemischer Hinsicht zur Klärung dieser Frage beitragen.

Forschungsziel: Aufklärung der N-terminalen Aminosäuresequenzen von alpha-Gliadinen zweier Dinkelsorten im Vergleich mit Weichweizen.

Ergebnis: Durch N-terminale Sequenzanalysen von alpha-Gliadinen und der Isolierung und Aminosäureanalyse von zöliakieaktiven Peptiden aus enzymatischen Gliadinhydrolysaten wird gezeigt, daß hinsichtlich der für die Zöliakieauslösung relevanten Sequenzen zwischen Dinkel und Weichweizen kein entscheidender Unterschied besteht. Aus dieser Sicht muß davon ausgegangen werden, daß auch Dinkel Zöliakie auslöst und somit zur Herstellung glutenfreier Kost nicht geeignet ist.

[Index](#)