

## Jahresbericht 1998

### Inhaltsverzeichnis

#### Arbeiten zum Genußwert von Lebensmitteln - Aroma und Geschmack als Qualitätsparameter

- Vergleichende Untersuchungen über die Schlüsselaromastoffe verschiedener Olivenöle
- Schlüsselaromastoffe in Reaktionsaromen
  - Identifizierung wichtiger Aromastoffe in Cystein/Kohlenhydrat-Mischungen unter Röstbedingungen
  - Wichtige Aromastoffe in Prolin/Glucose-Mischungen
  - Modellstudien zur Bildung intensiv popcornartig riechender Verbindungen aus der Maillard-Reaktion von Prolin
- Geruchs- und Geschmacksstoffe von Camembert Käse
- Quantitative Analyse von 2-Methyl-3-furanthiol, 2-Furfurylthiol, 3-Mercapto-2-pentanon und 2-Mercapto-3-pentanon in erhitztem Fleisch
- Heuartiger Aromafehler bei getrockneter Petersilie
- Aroma von Orangensaft
  - Wichtige Geruchsstoffe in frisch gepreßtem Saft aus Valencia late Orangen
  - Freisetzung von flüchtigen Verbindungen beim Verzehr von Orangen bzw. Orangensaft
- Studien zur Entwicklung selektiver Chemosensorsysteme für Röstaromen
- Arbeiten zur nicht-enzymatischen Bräunung erhitzter Lebensmittel
  - Strukturaufklärung farbiger Verbindungen aus der Maillard-Reaktion von Furan-2-carboxaldehyd und Aminosäuren
  - Untersuchung von Melanoidinen aus der Maillard-Reaktion von Casein und Furan-2-carboxaldehyd - Charakterisierung einer L-Lysin-gebundenen farbigen Substruktur
  - Klärung der Bildungsabläufe farbiger 1H-Pyrrol-3(2H)-one aus der Maillard-Reaktion von Furan-2-carboxaldehyd und L-Alanin mittels <sup>13</sup>C-Markierungsexperimenten

#### Arbeiten zu Struktur/Wirkungsbeziehungen bei Biopolymeren

- Bedeutung der Mengen und Mengenverhältnisse von HMW-Untereinheiten für die Weizenqualität
- Untersuchung der viskoelastischen Eigenschaften von Teigen und Kleber verschiedener Weizensorten am Stressrheometer
- Reoxidationsverhalten von Glutelinuntereinheiten aus Weizen und Roggen
- Untersuchungen zur Backwirksamkeit von DATEM

- [Einfluß von Sorte und Standort auf Ertrag und Qualität von Dinkel aus ökologischem Landbau](#)

### **Arbeiten zur Charakterisierung toxischer Strukturen in Proteinen**

- [Wirkung einzelner Gliadinkomponenten auf den fetalen Kükendarm](#)
- [Untersuchungen über die Affinität einzelner Gliadinkomponenten in einem Enzymimmunoassay des Handels](#)

### **Tabellenwerk zum Nährstoffgehalt von Lebensmitteln**

- [Aktualisierung der Tabellen](#)
- [Regionale Einflüsse auf den Zink-Gehalt von Lebensmitteln](#)X

## **Zusammenfassungen**

### **1. ARBEITEN ZUM GENUSSWERT VON LEBENSMITTELN - AROMA UND GESCHMACK ALS QUALITÄTSPARAMETER**

#### **1.1. Vergleichende Untersuchungen über die Schlüsselaromastoffe verschiedener Olivenöle**

**Ausgangslage:** Das Aroma ist für Olivenöl ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Das Thema ist bereits in den Jahren 1990-1992 an der DFA bearbeitet worden. Es wurde wieder aufgegriffen, da wir uns mit einer Reihe unzulänglicher Arbeiten auseinandersetzen mußten, die inzwischen, gefördert von der EU, zu diesem Thema publiziert worden sind.

**Forschungsziel:** Identifizierung und quantitative Analyse der Aromastoffe, die das Aroma von Olivenölen unterschiedlicher Provenienz hervorrufen. Simulation des Aromas auf der Basis instrumentell ermittelter Daten.

**Ergebnis:** Olivenöle italienischer, spanischer und marokkanischer Herkunft, die im Aroma stark differierten, wurden durch die kombinierte Anwendung chemisch-instrumenteller und sensorischer Methoden analysiert. Die identifizierten potenten Aromastoffe wurden in den gefundenen Konzentrationen in einem geruchlosen Pflanzenöl gelöst. Ein Vergleich der Originale mit den Rekombinaten ergab in allen drei Fällen eine weitgehende Übereinstimmung der Flavourprofile. Dieses Ergebnis erlaubt den Schluß, daß eine Objektivierung der Aromen von Olivenölen möglich ist. Es können somit Indikatoren zur Bestimmung der Aromaqualität definiert werden. Die Ergebnisse tragen auch zur Verbesserung der sensorischen Charakterisierung von Olivenölen bei, da wichtige Noten in den Flavourprofilen mit Hilfe von Geruchsstoffen definiert werden können, die diese Noten auch in den –len hervorrufen.

Ein Vergleich mit der Literatur ergab, daß die schweren Mängel der genannten Arbeiten darauf beruhen, daß die analytischen Methoden unzureichend waren. Wichtige, in Spuren vorkommende Aromastoffe sind übersehen worden, da keine Anstrengungen unternommen wurden, sie soweit anzureichern, daß eine Identifizierung möglich wird. Außerdem wurde deutlich, daß der in diesen Arbeiten unternommene Versuch, die flüchtigen Verbindungen durch Korrelationsberechnungen zu den Attributen des Aromaprofils von Olivenöl in Beziehung zu setzen, in die Irre führt.

## Index

### 1.2. Schlüsselaromastoffe in Reaktionsaromen

#### 1.2.1. Identifizierung wichtiger Aromastoffe in Cystein/Kohlenhydrat-Mischungen unter Röstbedingungen

**Ausgangslage:** Die Umsetzung von reduzierenden Kohlenhydraten mit der Aminosäure Cystein (Maillard-Reaktion) spielt bei der Erzeugung von Reaktionsaromen mit röstig, fleischartiger Geruchsnote eine entscheidende Rolle. Kenntnisse insbesondere über den Einfluß von Reaktionsparametern (Temperatur, pH-Wert, Wassergehalt) auf den Umfang der Bildung einzelner Schlüsselaromastoffe sind noch sehr lückenhaft.

**Forschungsziel:** In vorangehenden Arbeiten (vgl. Bericht 1997) konnten wir die wichtigsten Aromastoffe identifizieren, die bei der Erhitzung von Cystein/Kohlenhydrat-Mischungen in wäßriger Lösung gebildet werden. Die Verbindungen sollten nun mit denjenigen Komponenten verglichen werden, die bei Rösttemperaturen unter wasserarmen Bedingungen entstehen.

**Ergebnis:** Die Anwendung der Aromaextraktverdünnungsanalyse auf die flüchtigen Fraktionen, die bei der Erhitzung (6 min; 180°C; 10 % H<sub>2</sub>O) von Cystein/Ribose- (I), Cystein/Glucose- (II) und Cystein/Rhamnose-Mischungen (III) gebildet wurden, zeigte folgende Ergebnisse: In I zeigten 2-Acetyl-2-thiazolin (AT; röstig, popcornartig) und 2-Furfurylthiol (FFT; röstig, kaffeeartig) die höchsten Flavor Dilution (FD)-Faktoren, in II trat neben FFT und AT noch das 2-Propionyl-2-thiazolin (PT) mit hohem FD-Faktor auf, wohingegen in III neben AT und PT noch 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon (karamelartig), 5-Methyl-2-furfurylthiol (röstig, kaffeeartig) und das nach Kartoffelchips riechende (Z)-2-Propenyl-3,5-dimethylpyrazin unter den wichtigsten Aromastoffen identifiziert wurden. Ein Vergleich mit den unter wäßrigen Bedingungen (145°C; 20 min) erhaltenen Ergebnissen zeigte, daß unter Röstbedingungen insbesondere die Bildung der röstig, popcornartig riechenden Verbindungen 2-Acetyl- und 2-Propionyl-2-thiazolin begünstigt ist, daneben entstanden die beiden Pyrazine 2-Ethyl-3,5-dimethyl- und 2,3-Diethyl-5-methylpyrazin mit vergleichsweise höheren FD-Faktoren. 2-Ethenyl- und (Z)-2-Propenyl-3,5-dimethylpyrazin, beide mit intensivem Röstkartoffelaroma, entstanden hingegen selektiv in Gegenwart von Ribose bzw. Rhamnose. Bildungsabläufe zur Entstehung der beiden letztgenannten Pyrazine werden vorgeschlagen.

## Index

### 1.2.2. Wichtige Aromastoffe in Prolin/Glucose-Mischungen

**Ausgangslage:** Vorangehende Arbeiten hatten gezeigt, daß die für die Röstnote in Weißbrotkruste sowie Popcorn verantwortlichen Schlüsselaromastoffe 2-Acetyl-1-pyrrolin und 2-Acetyltetrahydropyridin beim Erhitzen der Aminosäure Prolin in Gegenwart von Kohlenhydraten gebildet werden. Es ist bisher offen, ob neben beiden Verbindungen noch weitere Aromastoffe aus der Maillard-Reaktion von Prolin hervorgehen.

**Forschungsziel:** Charakterisierung geruchsaktiver Komponenten, die bei der thermischen Behandlung von Prolin/Glucose-Mischungen gebildet werden; Studien zum Einfluß der Reaktionsbedingungen.

**Ergebnis:** Die Anwendung der Aromaextraktverdünnungsanalyse auf ein Aromadestillat, das durch Kochen einer Prolin/Glucose-Mischung erhalten wurde, zeigte das röstig, popcornartige 2-Acetyltetrahydropyridin (ATHP; zwei Tautomere) als wichtigsten Aromastoff unter den 7, durch GC/Olfaktometrie detektierten, geruchsaktiven Verbindungen auf (FD-Faktorbereich 16-4096). In einer Prolin/Glucose-Mischung, die 10 min bei 160°C unter wasserarmen Bedingungen erhitzt worden war, wurde 2-Acetyl-1-pyrrolin (AP), mit ebenfalls röstig, popcornartiger Geruchsnote, sowie das karamelartig riechende 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon mit den höchsten FD-Faktoren identifiziert. Neben AP und ATHP wurden als weitere, intensive Röstaromastoffe die Homologen 2-Propionyl-1-pyrrolin und 2-Propionyltetrahydropyridin (2 Tautomere) erstmals auf der Basis der synthetisierten Referenzaromastoffe in einer Prolin/Maillard-Mischung charakterisiert.

## Index

### **1.2.3. Modellstudien zur Bildung intensiv popcornartig riechender Verbindungen aus der Maillard-Reaktion von Prolin**

**Ausgangslage:** Eine Reihe vorangehender Untersuchungen an der DFA haben gezeigt, daß in einigen Lebensmitteln 2-Acetyl-1-pyrrolin (AP; Weißbrotkruste, Popcorn, Mais, gerösteter Sesam), 2-Acetyltetrahydropyridin (ATHP; Popcorn, Mais, Weißbrotkruste) und 2-Propionyl-1-pyrrolin (PP; Popcorn, gebratenes Huhn) entscheidend zur Röstnote der genannten Lebensmittel beitragen. Kürzlich konnten wir zeigen, daß neben AP und ATHP auch das PP sowie das bis dahin unbekannte 2-Propionyltetrahydropyridin (PTHP) aus der Maillard-Reaktion der Aminosäure Prolin hervorgeht. Intermediate und Abläufe der Bildung von ATHP, sowie insbesondere PP und PTHP sind in der Literatur bisher nur unvollständig geklärt.

**Forschungsziel:** Klärung von Wegen, die zur Bildung der 4 Röstaromastoffe 2-Acetyl-1-pyrrolin (AP), 2-Acetyltetrahydropyridin (ATHP), 2-Propionyl-1-pyrrolin (PP) und 2-Propionyltetrahydropyridin (PTHP) in Prolin-Maillard-Systemen führen.

**Ergebnis:** Markierungsexperimente mit ubiquitär <sup>13</sup>C-markierter Glucose und unmarkiertem Prolin zeigten den Einbau von drei <sup>13</sup>C-Atomen in beide Tautomere von ATHP. In Übereinstimmung damit und auf der Basis quantitativer Experimente konnten 1-Pyrrolin und Hydroxypropanon als effektive Intermediate zur ATHP-Bildung erkannt werden. Als Schlüsselintermediat wurde 2-(1-Hydroxy-2-oxopropyl)pyrrolidin charakterisiert, das synthetisiert wurde und beim Kochen in Wasser mit einer Ausbeute von 30 % zum ATHP abgebaut wurde. Im PTHP, das aus der Reaktion von [<sup>13</sup>C<sub>6</sub>]-Glucose und Prolin isoliert wurde, konnten 4 markierte C-Atome gefunden werden. In Übereinstimmung damit ergab die analoge Reaktion von 1-Hydroxy-2-butanon mit 1-Pyrrolin signifikante Mengen des Aromastoffes.

Die Markierungsexperimente mit [<sup>13</sup>C<sub>6</sub>]-Glucose zeigten hauptsächlich zwei (70 %) zu einem geringen Teil auch drei (30 %) markierte Kohlenstoffatome im AP aus Prolin. Weitere Daten bestätigten 1-Pyrrolin und 2-Oxopropanal als wichtige Intermediate der Bildung von AP. Die homologe Reaktion von 1-Pyrrolin mit 2-Oxobutanal ergab signifikante Mengen von PP, das aus der Reaktion mit [<sup>13</sup>C<sub>6</sub>]-Glucose im wesentlichen mit 4 markierten C-Atomen (70 %) hervorging. Die Daten lassen den Schluß zu, daß 2-(1,2-Dioxopropyl)- bzw. 2-(1,2-Dioxobutyl)-pyrrolidin als wichtige Intermediate zur Bildung von AP bzw. PP anzusehen sind. Bildungsmechanismen, die eine Abspaltung von CO<sub>2</sub> bei der Bildung von AP und PP annehmen, werden diskutiert.

## Index

### **1.3. Geruchs- und Geschmacksstoffe von Camembert Käse**

**Ausgangslage:** In der Literatur wird über zahlreiche flüchtige Verbindungen berichtet, die bei der Reifung von Camembert entstehen. Welche Verbindungen das Aroma verursachen ist bisher nicht geklärt worden. Ebenso sind die Geschmacksstoffe unbekannt.

**Forschungsziel:** Identifizierung der Geruchs- und Geschmacksstoffe unter Anwendung von Methoden, die sich bei der Analyse von Emmentaler Käse bewährt haben.

**Ergebnis:** Die potenten Geruchsstoffe von zwei Proben Camembert (CAM) wurden mittels Aromaextraktverdünnungs- und Konzentrierungsanalysen sowie durch Gaschromatographie-Olfaktometrie von Headspace-Proben ausgewählt. Nach der Quantifizierung wurden die Aromawerte der Verbindungen (AV) auf der Basis von Geruchsschwellen in Sonnenblumenöl (neutrale Geruchsstoffe) und Wasser (Säuren) berechnet. In der neutralen Fraktion hatten Methanthiol, Methional und Dimethylsulfid die höchsten AV und dürften deshalb für die schweflig/knoblauchartige Note im Aromaprofil von CAM verantwortlich sein. Obwohl der Aromawert von 1-Octen-3-ol relativ niedrig war, rief dieser Aromastoff gemeinsam mit dem entsprechenden Keton die Pilz-Note im CAM hervor. In der sauren Fraktion waren Essig-, Butter- und Caprinsäure am aktivsten. Auch die Geschmacksstoffe, bei denen es sich um Bernsteinsäure, Natriumglutamat, Ammoniak und Kochsalz handelte, wurden durch eine Kombination von chemischen mit sensorischen Methoden identifiziert. Cadaverin, Ornithin und Citrullin können oberhalb bestimmter Konzentrationen eine bittere Geschmacksnote verursachen.

Auf der Basis eines ungeriefen Käses vom Mozzarella-Typ wurde durch Zusatz der Verbindungen, die sich als wichtige Geruchs- und Geschmacksstoffe erwiesen hatten, ein Aroma-Modell für CAM hergestellt. Sensorische Bewertungen ergaben, daß sein Geruchs- und Geschmacksprofil mit dem des originalen CAM weitgehend übereinstimmt.

## Index

### **1.4. Quantitative Analyse von 2-Methyl-3-furanthiol, 2-Furfurylthiol, 3-Mercapto-2-pentanone und 2-Mercapto-3-pentanone in erhitztem Fleisch**

**Ausgangslage:** Die schwefelhaltigen Aromastoffe 2-Methyl-3-furanthiol (MFT), 2-Furfurylthiol (FFT), 3-Mercapto-2-pentanone (3M2P) und 2-Mercapto-3-pentanone (2M3P) entstehen beim Erhitzen von Fleisch und leisten wichtige Beiträge zum Aroma. Da insbesondere MFT, 3M2P und 2M3P sehr instabil sind, gibt es bisher keine quantitativen Daten über die im Fleisch vorliegenden Mengen.

**Forschungsziel:** Durch die Verwendung von Isotopomere der Aromastoffe als interne Standardsubstanzen können die Verluste, die bei der Anreicherung der Analyten auftreten, kompensiert werden. Ziel der Arbeit war die Ausarbeitung eines entsprechenden Verfahrens für die vier Aromastoffe und seine Erprobung bei erhitztem Fleisch verschiedener Tierarten.

**Ergebnis:** Zur Bestimmung der vier Aromastoffe wurden die flüchtigen Verbindungen der Fleischprobe mit Dichlormethan extrahiert, das definierte Mengen der mit Deuterium markierten internen Standardsubstanzen enthielt. Die Analyten und die Standards wurden angereichert durch Reaktion mit p-Hydroxymercuribenzoessäure, dann freigesetzt durch

Reaktion mit Cystein und schließlich quantifiziert durch dynamische Headspace-Analyse in Verbindung mit massenspektrometrischer Detektion. Die folgenden Mengen ( g/kg) wurden in Fleischproben gefunden, die 45 min gekocht worden waren: Rind (MFT 7-28, FFT 13-42, 3M2P 55-73, 2M3P 20-44), Schwein (MFT 6-9, FFT 8-10, 3M2P 66-117, 2M3P 11-14), Lamm (MFT 5-11, FFT 9-14, 3M2P 30, 2M3P 10). Huhn enthielt 4,5 MFT, 2,4 FFT, 100 3M2P und 13 2M3P nach einer Kochzeit von 60 min.

## [Index](#)

### **1.5. Heuartiger Aromafehler bei getrockneter Petersilie**

**Ausgangslage:** Durch Trocknung und Lagerung verändert sich das Aroma von Petersilie. Es tritt ein heuartiger Aromafehler auf.

**Forschungsziel:** Identifizierung der Aromastoffe, die den heuartigen Aromafehler hervorrufen, sowie Ermittlung der Vorläufer. Objektivierung der Aromaveränderungen, die sich bei der Lagerung von getrockneter Petersilie bemerkbar machen.

**Ergebnis:** Die Quantifizierung von 27 potenten Geruchsstoffen, die bei Verdünnungsanalysen ausgewählt worden waren, und die Berechnung der Aromawerte zeigten, daß der heuartige Aromafehler bei getrockneter Petersilie in erster Linie von 3-Methyl-2,4-nonandion (I) verursacht wird. Zwei Furanfettsäuren, die aus der Literatur als Vorläufer von Dion I bekannt sind, wurden in getrockneter Petersilie nachgewiesen. Die Abnahme in den Intensitäten der petersilienartigen, metallischen und grünen Noten im Aromaprofil während der Lagerung von getrockneter Petersilie wurde durch die Abnahme von p-Mentha-1,3,8-trien (II), Myrcen (III) und (Z)-6-Decenal (IV) verursacht. Schweflige, kohlarartige und malzige Noten wurden durch Dimethylsulfid (V), Methylpropanal (VI), 2- und 3-Methylbutanal (VII/VIII) hervorgerufen. Die Wirkung unterschiedlicher Wasseraktivitäten (aw 0,15, 0,25, 0,35) bei der Lagerung von getrockneter Petersilie auf die Konzentrationen von I bis VIII wurde untersucht.

## [Index](#)

### **1.6. Aroma von Orangensaft**

#### **1.6.1. Wichtige Geruchsstoffe in frisch gepreßtem Saft aus Valencia late Orangen**

**Ausgangslage:** Der größte Teil des im Handel befindlichen Orangensaftes ist sog. Saft aus Konzentrat, der durch Rückverdünnung aus Saft-Konzentrat unter Verwendung verschiedener Saft-Fractionen, die beim Konzentrierprozeß in den Erzeugerländern anfallen, hergestellt wird. Das Aroma solcher Säfte unterscheidet sich signifikant vom Aroma eines frisch gepreßten Orangensaftes. Da die entscheidenden Aromastoffe von frischem Orangensaft bisher unklar sind, können solche Aromaveränderungen nicht ursächlich geklärt werden.

**Forschungsziel:** Charakterisierung entscheidender Aromastoffe in frisch gepreßtem Orangensaft.

**Ergebnis:** Durch Anwendung der Aromaextraktverdünnungsanalyse auf einen Aromaextrakt aus 1 L frisch gepreßtem Saft aus Valencia late Orangen konnten 43 aroma-aktive Verbindungen mit Flavour Dilution (FD)-Faktoren zwischen 4 und 1024 erkannt werden. 41 der Aromastoffe wurden identifiziert. Die Ergebnisse der Identifizierungsarbeiten zeigten, daß darunter der fruchtig riechende Buttersäureethylester, (Z)-3-Hexenal mit einem intensiv grün,



grasigen Aroma und das 3a,4,5,7a-Tetrahydro-3,6-dimethyl-2(5H)-benzofuranon (süß, würzig) die höchsten FD-Faktoren aufwiesen. Als weitere wichtige Aromastoffe wurden die fruchtigen Ester 2-Methylpropionsäureethylester, (S)-2-Methylbuttersäureethylester sowie das metallisch riechende 4,5-Epoxy-(E)-2-decenal charakterisiert. Durch Anwendung der statischen Headspace/Olfaktometrie wurden R-(-Pinen, R-Limonen und Acetaldehyd als weitere, wichtige Aromastoffe ermittelt.

## Index

### **1.6.2. Freisetzung von flüchtigen Verbindungen beim Verzehr von Orangen bzw. Orangensaft**

**Ausgangslage:** Beim Verzehr eines Lebensmittels gelangen die Aromastoffe sowohl orthonasal, d.h. über die Naseneingänge, als auch retronasal über den Rachen zur sog. Regio olfactoria (RO), den Rezeptoren des Riechepithels. Beim Verzehrsvorgang können (i) unterschiedliche Geschwindigkeiten bei der Freisetzung einzelner Aromastoffe aus der Lebensmittelmatrix, (ii) strukturabhängige Adsorptionsvorgänge an der Mund- bzw. Nasenschleimhaut oder auch (iii) der Einfluß des Speichels zu Veränderungen in der quantitativen Zusammensetzung der Aromastoffmischung führen, die die RO erreicht. Dadurch können sich ortho- und retronasale Aromawahrnehmungen deutlich unterscheiden. Eine Meßmethode, die eine kontinuierliche Erfassung solcher Veränderungen in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung von Aromastoffen in der menschlichen Atemluft ermöglicht, ist die sog. "Nosespace"-Analyse. Sind die entscheidenden Aromastoffe eines Lebensmittels bekannt, können somit Aromaveränderungen beim Verzehrprozeß sichtbar gemacht werden.

**Forschungsziel:** Erfassung des zeitlichen Verlaufes der sensorischen Wahrnehmung von sechs ausgewählten Orangenaromastoffen beim Verzehr von Fruchtsegmenten und Saft.

**Ergebnis:** Sechs flüchtige Verbindungen, deren Beteiligung am Orangensaftaroma erkannt wurde (vgl. 3.1.1.6.1), wurden beim Verzehr von Orangen kontinuierlich durch Atmospheric Pressure Chemical Ionisation-Massenspektrometrie (APCI-MS) in der Atemluft von Probanden gemessen. Die Ergebnisse zeigten, daß beim Verzehr von Orangensegmenten Buttersäure- und Hexansäureethylester bereits nach wenigen Sekunden ihr Intensitätsmaximum in der Atemluft erreichten, aber bereits nach kurzer Zeit stark an Intensität verloren. Acetaldehyd und Ethanol erreichten zwar ihr Intensitätsmaximum später, verblieben dafür aber sehr lange in der Atemluft. Durch Korrelation der in der Atemluft gemessenen Konzentrationen der sechs Aromastoffe mit den Schwellenwerten in Luft wurde aber gezeigt, daß Buttersäureethylester über den gesamten Meßzeitraum von 90 s die aromaaktivste Verbindung blieb. Beim Verzehr von Orangensaft war insbesondere die Bedeutung von Limonen deutlich geringer als beim Kauen der Orangensegmente.

## Index

### **1.7. Studien zur Entwicklung selektiver Chemosensorsysteme für Röstaromen**

**Ausgangslage:** Flüchtige Verbindungen können in Luft durch sog. Chemosensoren erfaßt werden, wobei die Signalintensität zum einem vom Sensormaterial, zum anderen von der Struktur des Analyten abhängig ist. Dieses Meßprinzip wird in sog. "elektronischen Nasen" bereits empirisch zur Bewertung der Qualität von Lebensmittelaromen erprobt. Die Ergebnisse sind bisher allerdings nicht befriedigend, da nur sehr lückenhafte Kenntnisse über

die Selektivität und Sensitivität von Sensormaterialien vorliegen. Solche Daten sind aber erforderlich, um Sensorsysteme zu entwickeln, deren "Aromabewertung" zuverlässig, z.B. zur Kontrolle von Röst- oder Garprozessen genutzt werden kann.

**Forschungsziel:** Wie im Bericht 1997 dargestellt, wurde an der DFA eine Methode entwickelt (HRGC/SOMMSA), die systematische Studien zu Wechselwirkungen von Einzelkomponenten mit Sensoroberflächen gestattet. Mit Hilfe des Verfahrens, und auf der Basis unserer Kenntnisse über Aromastoffe in Weißbrotkruste und Toastbrot, sollte ein Sensorsystem zur Bewertung des Röstgrades von Weißbrot entwickelt werden.

**Ergebnis:** Wie vorangehende Arbeiten an der DFA gezeigt haben, tragen 2-Acetyl-1-pyrrolin (AP), 3-Methylbutanal, Methional, (E)-2-Nonenal und 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon entscheidend zum frischen Krustenaroma von Weißbrot bei und sind auch wesentlich am Aroma von getoastetem Weißbrot beteiligt. Durch Einsatz der HRGC/SOMMSA-Technik wurden zunächst aus verschiedenen kommerziellen und selbst-hergestellten Sensormaterialien diejenigen Sensoren ermittelt, die die o.g. genannten Brotaromastoffe weitgehend selektiv detektieren konnten. Z.B. war ein ZnO/Pt-Sensor in der Lage, bei einer Betriebstemperatur von 300°C selektiv das AP zu detektieren. Ein Kupfer-Phthalocyanin-Sensor erkannte selektiv das (E)-2-Nonenal neben verschiedenen Pyrazinen. Auf der Basis der Modellstudien wurde ein tragbares Sensorsystem (4 Sensoren) konstruiert, welches in der Lage war, den Röstgrad von Toastbrot zu detektieren. Weitere Versuche deuteten daraufhin, daß die Kopplung der Headspace-HRGC mit der SOMMSA-Technik eine vielversprechende Methode zur Entwicklung maßgeschneiderter Sensorsysteme für die Aromadetektion ist.

## [Index](#)

### **1.8. Arbeiten zur nicht-enzymatischen Bräunung erhitzter Lebensmittel**

#### **1.8.1. Strukturaufklärung farbiger Verbindungen aus der Maillard-Reaktion von Furan-2-carboxaldehyd und Aminosäuren**

**Ausgangslage:** Die Maillard-Reaktion zwischen reduzierenden Kohlenhydraten und Aminosäuren stellt ein komplexes Reaktionsgeschehen dar, das neben der Aromabildung wesentlich an der Farbgebung von thermisch verarbeiteten Lebensmitteln wie z.B. Brotkruste oder Kaffee beteiligt ist. Über die Strukturen dieser Bräunungsprodukte sowie deren Bildung aus farblosen Vorstufen liegen bislang jedoch wenig Kenntnisse vor. Um diese Informationslücke zu füllen, ist es daher hilfreich in geeigneten Modellsystemen die Strukturen farbiger Verbindungen zu klären. Ein erfolgversprechender Ansatz zur Klärung von Farbstoffen ist es daher, bekannte Kohlenhydratabbauprodukte mit Aminosäuren im wässrigen Milieu zur Reaktion zu bringen und die gebildeten farbigen Strukturen zu charakterisieren.

**Forschungsziel:** Klärung der Struktur farbaktiver Verbindungen aus der Reaktion des Pentose-Abbauproduktes Furan-2-carboxaldehyd und L-Prolin sowie L-Alanin.

**Ergebnis:** Beim Erhitzen einer wässrigen Lösung von Furan-2-carboxaldehyd und L-Prolin wurde ein intensiv gelbes Reaktionsprodukt gebildet, das auf der Basis von ein- und zwei-dimensionalen NMR-Experimenten sowie mittels LC/MS-, UV/VIS- und IR-spektroskopischen Untersuchungen als die bislang unbekannte Maillard-Verbindung 5-(S)-(2-Carboxy-1-pyrrolidinyl)-2-hydroxy-(E,E)-2,4-pentadienal-(S)-(2-carboxypyrrolidin)-imin identifiziert werden konnte. Bei längerem Erhitzen erwies sich das Cyanin jedoch als instabil



und cyclisierte zum in der Literatur bisher nicht beschriebenen (E)-4,5-Bis-[(S)-2-carboxy-1-pyrrolidinyl]-2-cyclopenten-1-on. Zur Absicherung dieser Strukturen wurde L-Prolin durch die sekundären Amine Pyrrolidin sowie Piperidin substituiert, wobei die homologen N-Cyanine und Cyclopentenone erhalten werden konnten. Erhitzen einer wässrigen Lösung von Furan-2-carboxaldehyd in Gegenwart von L-Alanin führte andererseits zu einer intensiven Rotfärbung der Lösung. Nach Isolierung der Hauptfarbstoffe konnten deren Strukturen als (S)-4-[(E)-1-Formyl-2-(2-furyl)ethenyl]-5-(2-furyl)-2-[(E)-(2-furyl) methyliden]-2,3-dihydro(-amino-3-oxo-1H-pyrrol-6-essigsäure und dessen 2-[(Z)-(2-Furyl)methyliden]-Isomeres geklärt werden. Es ist somit erstmals gelungen unter lebensmittelrelevanten Bedingungen erzeugte Bräunungsfarbstoffe in deren Struktur zu klären.

## Index

### **1.8.2. Untersuchung von Melanoidinen aus der Maillard-Reaktion von Casein und Furan-2-carboxaldehyd - Charakterisierung einer L-Lysin-gebundenen farbigen Substruktur**

**Ausgangslage:** Aus gelchromatographischen Untersuchungen geht hervor, daß neben niedermolekularen Farbstoffen insbesondere gefärbte Makromoleküle, sog. Melanoidine, an der Bräunung erhitzter Lebensmittel beteiligt sind. Trotz zahlreicher Untersuchungen liegen bislang keinerlei Informationen über die chemische Natur der farbgebenden Substrukturen in Melanoidinen vor. Da Proteine im Vergleich zu freien Aminosäuren in Lebensmitteln mengenmäßig dominieren, ist über die Reaktion von Proteinseitenketten mit Kohlenhydratabbauprodukten eine Beteiligung dieser Biopolymere an der Bildung der Melanoidine in Lebensmitteln denkbar. Mittels systematischer Studien an Modell-Lebensmittelproteinen und Kohlenhydratabbauprodukten ist es möglich, Einblicke in die chromophoren Substrukturen von Melanoidinen zu erhalten.

**Forschungsziel:** Klärung der chemischen Struktur einer chromophoren Untereinheit von Casein/Furan-2-carboxaldehyd-Melanoidinen.

**Ergebnis:** Mittels Ultrazentrifugation konnten aus einer erhitzten wässrigen Lösung von Casein und Furan-2-carboxaldehyd braun-orange gefärbte Melanoidine mit Molekulargewichten >10000 Da isoliert werden. Nach vollständiger enzymatischer Hydrolyse des Protein-Skeletts gelang es zwei intensiv rot gefärbte Verbindungen im Melanoidin-Hydrolysat mittels HPLC/DAD sowie HPLC/LC-MS zu detektieren. Diese Verbindungen konnten nach Vergleich mit der synthetisierten Referenzsubstanz als (S)-2-Amino-6-{4-[(E)-1-formyl-2-(2-furyl)ethenyl]-5-(2-furyl)-2-[(E)-(2-furyl)methyliden]-2,3-dihydro-3-oxo-1H-pyrrol-1-yl}-hexansäure und dessen 2-[(Z)-(2-Furyl)methyliden]-Isomeres in deren Struktur geklärt werden. Anhand dieser bisher unbekannt Verbindungen ist es erstmals gelungen einen protein-gebundenen Bräunungsfarbstoff zu identifizieren und somit aufzuzeigen, daß Melanoidin-artige Farbstoffe durch kovalente Bindung niedermolekularer Chromophore an hochmolekulare, farblose Biopolymere aufgebaut werden können.

## Index

### **1.8.3. Klärung der Bildungsabläufe farbiger 1H-Pyrrol-3(2H)-one aus der Maillard-Reaktion von Furan-2-carboxaldehyd und L-Alanin mittels <sup>13</sup>C-Markierungsexperimenten**

**Ausgangslage:** In erhitzten wässrigen Lösungen von Furan-2-carboxaldehyd mit L-Alanin sowie Casein konnten bislang unbekannte rot gefärbte 1H-Pyrrol-3(2H)-one identifiziert werden. Über die Bildungsabläufe dieser chromophoren Strukturen ist bislang in der Literatur nichts bekannt. Die Kenntnis dieser Reaktionsabläufe wäre jedoch hilfreich, um Einblicke in grundlegende Reaktionsmechanismen der nicht-enzymatischen Bräunung von Lebensmitteln zu erhalten.

**Forschungsziel:** Auf der Basis eines <sup>13</sup>C-Markierungsexperiments sollen die Bildungswege der 1H-Pyrrol-3(2H)-one am Beispiel der aus Furan-2-carboxaldehyd und L-Alanin gebildeten (S)-4-[(E)-1-formyl-2-(2-furyl)ethenyl]-5-(2-furyl)-2-[(E)-(2-furyl)methylidene]-2,3-dihydro-(-amino-3-oxo-1H-pyrrol-6-essigsäure aufgezeigt werden.

**Ergebnis:** Zur Klärung der Bildung von (S)-4-[(E)-1-Formyl-2-(2-furyl)ethenyl]-5-(2-furyl)-2-[(E)-(2-furyl)methylidene]-2,3-dihydro-(-amino-3-oxo-1H-pyrrol-6-essigsäure wurde ein Markierungsexperiment mit synthetischem Furan-2-[<sup>13</sup>C]-carboxaldehyd und L-Alanin durchgeführt. Die <sup>13</sup>C-angereicherten Positionen im Farbstoff konnten mittels 1H-Breitband-entkoppelter <sup>13</sup>C-NMR-Spektroskopie lokalisiert werden. Im Unterschied zur konventionellen Markierungsstrategie wurde vor der Reaktion mit L-Alanin der <sup>13</sup>C-markierte Furan-2-carboxaldehyd mit Furan-2-carboxaldehyd natürlichen <sup>13</sup>C-Gehaltes im Verhältnis 1+4 verdünnt, um homonukleare <sup>13</sup>C/<sup>13</sup>C-Spinnkopplungen zu unterdrücken und somit eine Überlagerung von Resonanzsignalen im <sup>13</sup>C-NMR-Spektrum zu verhindern. Durch Anwendung dieser Markierungsstrategie ist es erstmals gelungen, die Bildungsabläufe von farbigen 1H-Pyrrol-3(2H)-onen in der nicht-enzymatischen Bräunung abzusichern.

## [Index](#)

## **2. ARBEITEN ZU STRUKTUR/WIRKUNGSBEZIEHUNGEN BEI BIOPOLYMEREN**

### **2.1. Bedeutung der Mengen und Mengenverhältnisse von HMW-Untereinheiten für die Weizenqualität**

**Ausgangslage:** Obwohl den HMW-Untereinheiten des Glutenins eine entscheidende Bedeutung für die Qualität von Weizen beigemessen wird, gibt es nur wenige systematische Untersuchungen über den Einfluß ihrer Mengen und Mengenverhältnisse.

**Forschungsziel:** Klärung der Zusammenhänge zwischen der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung der HMW-Untereinheiten und deren Bezug zu wichtigen Qualitätsmerkmalen verschiedener Weizensorten.

**Ergebnis:** Aus den Mehlen eines internationalen Weizensortiments mit 13 Sorten und eines deutschen Sortiments aus drei Standorten mit je 16 Sorten wurden die Gluteninextrakte hergestellt. Die darin enthaltenen HMW-Untereinheiten wurden durch RP-HPLC an C8-Kieselgel getrennt und über die UV-Absorption bei 210 nm quantifiziert. Die Ergebnisse zeigen, daß die Mengen der HMW-Untereinheiten im Mehl wie diejenigen des Gesamtproteins und der übrigen Kleberproteintypen in Abhängigkeit von Sorte und Anbaubedingungen in einem weiten Bereich schwanken. Typisch für HMW-Untereinheiten ist jedoch, daß ihre Mengenverhältnisse bei gleicher Kombination nahezu konstant sind und von Sorte, Standort und Düngung kaum beeinflußt werden. Generell gehören die Untereinheiten Nr. 2, 5, 7, 10 und 12 zu den Hauptkomponenten und die Untereinheiten 1, 2\*, 6, 8 und 9 zu den Nebenkompenten. Die Mengen der HMW-Untereinheiten stehen in enger Beziehung zur Teigentwicklungszeit, zum maximalen Dehnwiderstand von Teig und Kleber

und zum Gebäckvolumen. Dabei haben die Untereinheiten vom x-Typ (Nr. 1-7) eine weitaus größere Bedeutung als die Untereinheiten vom y-Typ (Nr. 8-12). Innerhalb des x-Typs nehmen die Untereinheit Nr. 5 aufgrund ihrer strukturellen Sonderstellung (ein zusätzlicher Cysteinrest) und die Untereinheit Nr. 7 aufgrund ihrer Mengendominanz eine herausragende Stellung ein.

## [Index](#)

### **2.2. Untersuchung der viskoelastischen Eigenschaften von Teigen und Kleber verschiedener Weizensorten am Stressrheometer**

**Ausgangslage:** Zur Bestimmung von Viskosität und Elastizität, die als wichtige Qualitätsparameter für Weizenteig und Kleber gelten, bieten sich Messungen am Stressrheometer an. In der Literatur liegen jedoch nur wenige, nicht aussagekräftige Untersuchungen vor.

**Forschungsziel:** An einer größeren Anzahl von Weizensorten sollen mit einem Stressrheometer viskoelastische Eigenschaften von Teig und Kleber bestimmt werden, wobei verschiedene Messmethoden getestet wurden. Korrelationsberechnungen sollen zeigen, in welcher Beziehung die ermittelten Daten zu den Ergebnissen von Zug- und Backversuchen und zur Kleberproteinzusammensetzung stehen.

**Ergebnis:** Teig und Kleber von 18 Weizensorten wurden am Stressrheometer mittels Oszillationsmessung, Kriechversuch und Bestimmung der Fließgrenze (Stressrampe) untersucht. Die Ergebnisse der Oszillationsmessungen zeigen, daß  $G^*$  (Festigkeit) und  $\tan \delta$  (Verhältnis Viskosität/Elastizität) nur von Kleber, nicht aber von Teig, in enger Beziehung zum maximalen Dehnwiderstand des Zugversuchs und zum Mengenverhältnis Gliadin/Glutenin bzw. Gliadin/HMW-, LMW-Untereinheiten stehen. Für die Untersuchung von Teig eignen sich Kriechversuche sowie die Bestimmung der Fließgrenze. Die Werte für das Verhältnis Viskosität/Elastizität (V/E) und der Fließgrenze ( $\sigma$ ) sind mit dem maximalen Dehnwiderstand und dem Mengenverhältnis von Gliadin zu Glutenin bzw. Gluteninuntereinheiten hoch korreliert. Klebereigenschaften lassen sich mit dieser Methode aufgrund von störenden Wandgleiteteffekten jedoch nicht bestimmen. Keine der Methoden gibt Hinweise auf das zu erwartende Backergebnis.

## [Index](#)

### **2.3. Reoxidationsverhalten von Glutelinuntereinheiten aus Weizen und Roggen**

**Ausgangslage:** Den Glutelinuntereinheiten aus Weizen wird eine entscheidende Rolle am Aufbau des dreidimensionalen Klebernetzwerkes in Weizenteigen zugesprochen, das aus hochmolekularen Proteinaggregaten besteht, die über intermolekulare Disulfidbindungen verknüpft sind. In vorangegangenen Arbeiten wurden Untersuchungen über das Oxidationsverhalten von HMW-Untereinheiten des Weizens durchgeführt. Über das Aggregationsverhalten von LMW-Untereinheiten aus Weizen und HMW-Untereinheiten von Roggen, die homolog zu denen des Weizens sind, ist noch nichts bekannt.

**Forschungsziel:** Isolierung von LMW- und HMW-Untereinheiten aus Weizen- und Roggenmehlen und Vergleich des Aggregationsverhaltens unter verschiedenen Reoxidationsbedingungen.

**Ergebnis:** Die HMW- und LMW-Untereinheiten aus Weizen (HMW-REK, LMW-REK) und die HMW-Untereinheiten aus Roggen (HMW-DAN) wurden mit Hilfe eines kombinierten Extraktion/Fällungsverfahrens in reduziertem Zustand aus den entsprechenden Mehlen isoliert und Reoxidationsversuchen mit KBrO<sub>3</sub> und KIO<sub>3</sub> unterzogen. Die Abnahme des Thiolgehaltes wurde photometrisch mit Ellman's Reagenz und das Aggregationsverhalten mittels Gelchromatographie untersucht. Hinsichtlich der Reaktionskinetik bestehen zwischen LMW- und HMW-Untereinheiten keine Unterschiede. In Abhängigkeit von der Konzentration des Oxidationsmittels erfolgt mit KBrO<sub>3</sub> eine kontinuierliche Abnahme des Thiolgehaltes über einen Zeitraum von 6 h, während KIO<sub>3</sub> die Thiolgruppen innerhalb von 5 min vollständig oxidiert. Die Molekulargewichtsverteilung zeigt, daß HMW-REK und HMW-DAN mit KBrO<sub>3</sub> hochmolekulare Proteinaggregate bilden, während der Anteil an Polymeren mit KIO<sub>3</sub> weitaus geringer ist. LMW-REK bildet mit beiden Oxidationsmitteln hochmolekulare Aggregate aus, wobei der Anteil an polymeren Proteinen mit KIO<sub>3</sub> höher ist als mit KBrO<sub>3</sub>.

## [Index](#)

### **2.4. Untersuchungen zur Backwirksamkeit von DATEM**

**Ausgangslage:** Der Emulgator DATEM ist eine komplexe Mischung aus verschiedenen Mono- und Diacylglyceriden, verestert mit Mono- und Diacetylweinsäure. Bisher unbekannt sind die Wirkungen von Einzelkomponenten aus DATEM.

**Forschungsziel:** Durch die Anwendung rheologischer Untersuchungsmethoden und durch Backversuche in kleinem Maßstab soll die Wirkung von Komponenten, die aus DATEM durch chromatographische Methoden isoliert werden, untersucht werden. Dadurch sollen die Komponenten identifiziert werden, die das Knet- und Backverhalten von Weizenteigen verbessern.

**Ergebnis:** Ein DATEM Handelsprodukt wurde durch Gelchromatographie an Sephadex LH20 in 6 Fraktionen vorgetrennt, die sich mengenmäßig und in ihren Wein- und Essigsäuregehalten in charakteristischer Weise unterschieden. Ihre unterschiedliche Zusammensetzung wurde durch HPLC dokumentiert. Die Fraktionen wurden mit einem Mikrobackversuch und mit rheologischen Methoden im Mikromaßstab (10 g Mehl) auf ihre Wirksamkeit untersucht. Von den 6 Fraktionen wiesen die Fraktionen F3, F4 und F5 eine hohe Wirksamkeit auf. Die Fraktionen F3 und F5 wurden dann durch präparative HPLC an einer Diolphase weiter in jeweils 20 Fraktionen (Rohsubstanzen) aufgetrennt, die wiederum mit dem Mikrobackversuch auf ihre Aktivität untersucht wurden. Dabei wurde festgestellt, daß nur die später eluierten, polaren Komponenten Backwirksamkeit aufwiesen. Hohe Volumensteigerungen wurden durch die Rohsubstanzen F3-10, F5-8, F5-10 und F5-12 hervorgerufen. Die Fraktion F5-8 war sowohl die Hauptkomponente der Fraktion 5 der Gelchromatographie (38 Gew.-%) als auch von DATEM (16,4 Flächen-%). Die Rechromatographie der genannten Rohsubstanzen durch analytische HPLC ergab Einzelkomponenten, deren Molekulargewichte durch Massenspektrometrie mit Electrospray Ionisation (ESI-MS) ermittelt wurden und aus denen die entsprechenden Strukturen abgeleitet wurden. Bei den Einzelkomponenten P5-8-1, P5-12-1 und P5-12-2 wurden die Strukturen durch ein- und zweidimensionale NMR Messungen bestätigt.

## [Index](#)

## **2.5. Einfluß von Sorte und Standort auf Ertrag und Qualität von Dinkel aus ökologischem Landbau**

**Ausgangslage:** Dinkel eignet sich aufgrund seiner anspruchslosigkeit und Robustheit sowie seines hohen Stickstoffaneignungsvermögens weit mehr für den ökologischen Anbau als Saatweizen. Es liegen jedoch keine sorten- und standortspezifischen Untersuchungen über Anbaueigenschaften, technologische Eigenschaften und Kleberproteinzusammensetzung von ökologisch angebautem Dinkel vor.

**Forschungsziel:** Charakterisierung verschiedener Dinkelsorten (reine Dinkel, mit Weizen gekreuzte Dinkel) aus ökologischem Landbau an verschiedenen Standorten in Bezug auf Anbaueigenschaften, rheologische Teig- und Klebereigenschaften und Backqualität sowie qualitative und quantitative Kleberproteinzusammensetzung im Vergleich zu Saatweizen.

**Ergebnis:** Drei reine Dinkel, vier mit Weizen gekreuzte Dinkel (Weizendinkel) und eine Weizensorte wurden an zwei verschiedenen Standorten unter ökologischen Bedingungen angebaut. Vier weitere Dinkelsorten stammten von einem dritten Standort. Die reinen Dinkel unterschieden sich mit Ausnahme von Bauländer Spelz (sehr große Lagerneigung) von den Weizendinkeln und noch stärker vom Weizen durch höheren Pflanzenwuchs, stärkere Lageranfälligkeit und niedrigere Kernerträge. Die Dinkel erreichten im Gegensatz zu Weizen auch im ökologischen Landbau befriedigende Rohproteingehalte der Mehle. Das HPLC-Muster der Gliadine erlaubte die Identifizierung der Dinkelsorte und mit einer Ausnahme auch den Nachweis der Weizeneinkreuzung. Die Menge der Gliadine stand standortunabhängig in enger Beziehung zum Rohproteingehalt, nicht hingegen die Menge der Glutenine, die bei einigen Sorten stark vom Standort beeinflusst wurde. Wichtiges Unterscheidungsmerkmal für Dinkel gegenüber Weizen war das signifikant erhöhte Gliadin/Glutenin-Verhältnis. Teig und Kleber der Dinkel waren weniger fest und dehnbarer, und die Teigentwicklungszeit war länger. Setzte man einen speziell für Dinkel optimierten Backversuch ein, so wiesen auch die ökologisch angebauten Dinkel ein ansprechendes Gebäckvolumen auf, wobei die reinen Dinkel am besten abschnitten. –ökologisch angebaute Weizen hingegen zeigte sowohl im Dinkel- wie auch im Weizenstandardbackversuch sehr schlechte Backqualität.

### **Index**

## **3. ARBEITEN ZUR CHARAKTERISIERUNG TOXISCHER STRUKTUREN IN PROTEINEN**

### **3.1. Wirkung einzelner Gliadinkomponenten auf den fetalen Kükendarm**

**Ausgangslage:** Es ist seit langem bekannt, daß Gliadin von Weizen bei entsprechend disponierten Personen Zöliakie auslöst. Über die Wirkung einzelner Proteintypen des Gliadins (alpha-, beta-, gamma-Gliadine) liegen hingegen keine gesicherten Kenntnisse vor.

**Forschungsziel:** In der Menge dominierende Komponenten des alpha-, beta- und gamma-Gliadintyps sollen mittels RP-HPLC typenrein präpariert und nach peptisch-tryptischer Partialhydrolyse mit Hilfe eines zöliakiespezifischen fetalen Kükendarm-Tests auf Zöliakieaktivität untersucht werden.

**Ergebnis:** Aus Gliadin der Weizensorte Rektor wurden durch präparative RP-HPLC 13 Hauptkomponenten - 1 (-Gliadin sowie 8 (- und 4 (-Gliadine - gewonnen. Die Ausbeuten



lagen zwischen 4,8 und 9,6 mg. Die N-terminale Sequenzierung bestätigte die Typenreinheit der Präparate. Die Gliadine wurden mit trägergebundenem Pepsin und Trypsin gespalten und 0,5 mg der Partialhydrolysate in jeweils 2-6 Ansätzen im fetalen Kükendarm-Test auf Zöliakieaktivität untersucht. Als Maß für die Wirkung wurde die Reduzierung der Saccharaseaktivität im Vergleich zum Kontrollansatz ohne Gliadin herangezogen. Die Ergebnisse zeigen, daß von allen untersuchten Gliadinen eine deutliche Wirkung ausgeht, wobei die drei verschiedenen Gliadintypen insgesamt keine und einzelne Komponenten nur in wenigen Fällen wesentliche Unterschiede aufweisen.

## [Index](#)

### **3.2. Untersuchungen über die Affinität einzelner Gliadinkomponenten in einem Enzymimmunoassay des Handels**

*Ausgangslage:* Arbeiten der Literatur zeigen, daß der für den Gliadinnachweis in glutenfreien Lebensmitteln entwickelte und im Handel angebotene Enzymimmunoassay nach Skerritt (monoklonale Antikörper gegen (-Gliadine) mit verschiedenen Referenzgliadinen sehr unterschiedlich reagiert, wodurch die Analysenergebnisse in Frage gestellt werden. Die Ursachen hierfür sind nicht bekannt.

*Forschungsziel:* Klärung der Frage, ob die in den einzelnen Weizenarten und -sorten in unterschiedlichen Kombinationen und Mengen vorliegenden (-Gliadine von den Antikörpern unterschiedlich gebunden werden.

*Ergebnis:* Für die Untersuchungen im Enzymimmunoassay nach Skerritt wurden 6 (-, 15 (- und 6 (-Gliadine des Winterweizens Rektor sowie 6-10 (-Gliadine des Sommerweizens CWRS, der Weizen/Roggen-Hybride Herzog sowie je einer Dinkel-, Hartweizen-, Emmer- und Einkornsorte durch RP-HPLC isoliert. Ihre Umsetzung im Immunoassay ergab stark ausgeprägte Unterschiede sowohl zwischen dem Weizentyp als auch zwischen den einzelnen (-Gliadinen. Die (-Gliadine von CWRS und Herzog zeigten die höchste Affinität zu den Antikörpern, gefolgt von den Dinkel- und Emmergliadinen. Bei Rektor war die Affinität weitaus schwächer und bei Hartweizen und Biodur kaum meßbar. Daraus folgt, daß die (-Gliadine in sehr unterschiedlichem Ausmaß von den monoklonalen Antikörpern gebunden werden und dadurch die Analysenergebnisse sehr stark vom Weizentyp abhängen. Ergänzende Untersuchungen an (- und (-Gliadinen von Rektor zeigten, daß in diesem Fall der Beitrag unspezifischer Bindungen von (-Gliadinen größer war als der Beitrag spezifischer Bindungen von (-Gliadinen.

## [Index](#)

### **4. TABELLENWERK ZUM NÄHRSTOFFGEHALT VON LEBENSMITTELN**

#### **4.1. Aktualisierung der Tabellen**

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

*Forschungsziel:* Das von Souci, Fachmann und Kraut (SFK) gegründete Tabellenwerk ist durch Erfassung der gesamten einschlägigen Literatur und mit Hilfe der PC-Datenbank SFKDB ständig auf dem aktuellen wissenschaftlichen Stand zu halten. Dies gilt auch für die



davon abgeleitete kleine Lebensmitteltabelle. In Zukunft soll sich das Spektrum der Inhaltsstoffe der großen Nährwerttabelle verstärkt nach präventiv-medizinischen Gesichtspunkten ausrichten.

**Ergebnis:** Für die Herausgabe der 6. Auflage wurden im Berichtszeitraum folgende Arbeiten durchgeführt:

- Hauptbestandteile, Mineralstoffe, Spurenelemente, Kohlenhydrate, Fettsäuren und Sterine: Aktualisierung der Daten.
- Bioaktive Verbindungen: Aufnahme der Mengendaten von Flavonen und Flavonolen in die Datenbank.
- Neugestaltung des bisherigen Tabellenformats für die VI. Auflage sowie Erstellung der dafür erforderlichen Software.
- Vorbereitung der 3. Auflage des "kleinen Souci-Fachmann-Kraut, Lebensmitteltabelle für die Praxis".

## [Index](#)

### **4.2. Regionale Einflüsse auf den Zink-Gehalt von Lebensmitteln**

Die Globalisierung unseres Marktes betrifft auch das Angebot an Lebensmitteln, die infolgedessen in steigendem Maße aus sehr unterschiedlichen Regionen importiert werden. Am Beispiel des Zinkgehaltes von Lebensmittelrohprodukten werden die Unterschiede in Abhängigkeit von der regionalen Herkunft dargestellt. Ein Vergleich von Daten aus europäischen Ländern wie Dänemark, Deutschland, Schweden, England sowie aus außereuroäischen Ländern wie USA, Südafrika ergab eine relativ geringe Schwankungsbreite der Werte u.a. für Kuhmilch, Weizenkörner, Kartoffeln. Wesentlich größere Abweichungen von den Mittelwerten wurden dagegen bei Blattgemüsen und bei Früchten festgestellt.

## [Index](#)