

Jahresbericht 2000

Inhaltsverzeichnis

Arbeiten zum Genusswert von Lebensmitteln

- Aroma und Geschmack als Qualitätsparameter
 - Aromastoffe in handgepresstem Grapefruitsaft
 - Einfluss der Herkunft auf Aromastoffe in Paprikapulver
 - Aromastoffe in Hopfen (Varietät: Spalter Select) - Einfluss der Trocknung
 - Veränderungen potenter Aromastoffe von grünem Arabica-Kaffee beim Rösten
 - Aromasimulation für Lebensmittel mit fester Matrix auf der Basis der Aromastoff-Zusammensetzung in der Gasphase
 - Studien zum Krumenaroma von Sauerteig-Roggenbroten
 - Modellstudien zur Strecker-Reaktion: Einfluss von Sauerstoff
 - Studien zum Einfluss von L-Cystein auf die Bildung bitter schmeckender Aminohexosereductone aus Glucose und L-Prolin - Identifizierung eines neuen Furo-[2,3-b]-thiazins
- Farbe als Qualitätsparameter
 - Das Farbwertkonzept - Ein neues Verfahren zur Erforschung nicht-enzymatischer Bräunungsreaktionen in Lebensmitteln
 - Charakterisierung der Vorstufen und Klärung der Bildungsabläufe eines 2H,7H,8aH-Pyran[2,3-b]pyran-3-on-Chromophores aus Pentosen - Quantitative Studien und ¹³C-Markierungsexperimente

Entwicklung spezieller Analysenverfahren

- Entwicklung einer Isotopenverdünnungsanalyse zur quantitativen Bestimmung von proteingebundenem N-(1-Desoxy-D-fructos-1-yl)-L-lysin mittels ¹³C-markiertem internen Standard
- Modellstudien zum Diffusionsverhalten des Mykotoxins Patulin in Äpfeln, Tomaten und Weißbrot

Arbeiten zu Struktur/Wirkungsbeziehungen bei Biopolymeren

- Hitzeinduzierte Thiol/Disulfid-Austauschvorgänge bei Milchproteinen: Untersuchungen an beta-Lactoglobulin
- Lokalisierung proteingebundener Thiolgruppen in Weizenmehl
- Modellstudien zur Bildung von Disulfiden in Peptiden des LMW-Typs durch Disulfidisomerase
- Beitrag der Gluteningene von Aegilops tauschii zu den Backeigenschaften von Weizen

- [Wirkung von HMW- und LMW-Untereinheiten des Glutenins auf die rheologischen Eigenschaften von Weizenteig und das Gebäckvolumen](#)
- [Einfluss des Heißlufttrocknung auf die Qualität von Trockenkleber](#)
- [Quantifizierung der Kleberproteine in Weizenmehl: Anwendungsbeispiele](#)
- [Entwicklung einer nephelometrischen Methode zur Bestimmung kleiner Mengen Gliadin](#)
- [Struktur-Wirkungsbeziehungen synthetischer Emulgatoren zur Schokoladenherstellung](#)

[Tabellenwerk zum Nährstoffgehalt von Lebensmitteln](#)

Zusammenfassungen

1. ARBEITEN ZUM GENUSSWERT VON LEBENSMITTELN

1.1. Aroma und Geschmack als Qualitätsparameter

1.1.1 Aromastoffe in handgepresstem Grapefruitsaft

Ausgangslage: Citrus-Fruchtsäfte werden im Handel entweder als sog. Direktsäfte angeboten, die nach der Pressung und Abfüllung lediglich einer Pasteurisierung unterzogen werden oder als sog. Säfte aus Konzentrat. Letztere werden in der Regel im Anbauland konzentriert, wobei verschiedene Fraktionen anfallen. Diese werden schließlich in den Verbraucherländern rekombiniert und mit Trinkwasser rückverdünnt. Im Vergleich zum Aroma frisch gepresster Säfte führt die Verarbeitung in der Regel zu einer signifikanten Veränderung im Aroma.

Forschungsziel: Wie bereits im Bericht 1998 am Beispiel von frisch gepresstem Orangensaft gezeigt, sollten in der vorliegenden Studie die wichtigsten Aromastoffe von Grapefruitsaft charakterisiert werden. Die Daten sind die Basis, um die Saft-Technologie hinsichtlich des Qualitätsparameters Aroma zu optimieren.

Ergebnis: Durch Anwendung der Aromaextraktverdünnungsanalyse auf einen Aromaextrakt aus handgepresstem Grapefruitsaft konnten 37 geruchsaktive Zonen bei der GC/ Olfaktometrie detektiert werden. Der Flavor-Dilution (FD)-Faktorbereich betrug 4-256. Die Identifizierungsexperimente ergaben Buttersäureethylester (fruchtig), (Z)-3-Hexenal (grün), 4,5-Epoxy-(E)-2-decenal (metallisch), 4-Mercapto-4-methylpentan-2-on (johannisbeerartig), 1-Hepten-3-on (pilzartig) und Weinlacton (würzig) mit den höchsten FD-Faktoren. Neben den fünf letztgenannten Verbindungen wurden 13 weitere Aromastoffe erstmalig in Grapefruitsaft beschrieben. 1-Hepten-3-on wird erstmalig als Lebensmittelaromastoff identifiziert. Die Daten zeigten u.a., dass das vor 18 Jahren erstmals in Grapefruit beschriebene 1-p-Menthen-8-thiol (nach Grapefruit) zwar am Geruchsprofil der Grapefruit beteiligt ist, dass aber andere Komponenten ebenfalls notwendig sind, um das typische Grapefruitaroma zu erzeugen.

[Index](#)

1.1.2. Einfluss der Herkunft auf Aromastoffe in Paprikapulver

Ausgangslage: Bisher existiert keine Möglichkeit, die Herkunft von Paprikapulver objektiv analytisch festzustellen. In der Literatur wird berichtet, dass Paprikapulver aus

unterschiedlichen Herkunftsländern deutlich unterschiedliche Aromen aufweisen. Die den Geruch des jeweiligen Pulvers hervorrufenden Verbindungen sind aber noch offen.

Forschungsziel: Identifizierung der wichtigsten Aromastoffe in Edelsüß-Paprikapulvern aus Ungarn und Marokko. Vergleich ihrer Geruchsintensität auf der Basis von Flavor Dilution (FD) Faktoren.

Ergebnis: Durch direkte Kombination von chemisch-instrumenteller mit sensorischer Analyse (GC/Olfaktometrie) wurden in Edelsüß-Paprikapulver aus Ungarn (UP) 35 geruchsaktive Verbindungen detektiert, in einer entsprechenden Probe aus Marokko (MP) 42 Geruchsstoffe. In der ungarischen Probe trugen insbesondere β -Ionon (veilchenartig), 4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3(2H)-furanon (karamelartig), 3-Hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanon (nach Maggi) sowie 2- und 3-Methylbuttersäure mit den höchsten Geruchsaktivitäten zum Aroma des Pulvers bei (FD-faktoren 8192-32768). In der marokkanischen Probe wurden alle Aromastoffe identifiziert, die auch in UP charakterisiert wurden. Unterschiede traten allerdings in den FD-Faktoren, d.h. in der quantitativen Zusammensetzung beider Proben auf. Das unterschiedliche Gesamtaroma des MP im Vergleich zum UP wird auf der Basis der bisherigen Ergebnisse durch (a) die wesentlich niedrigeren FD-Faktoren der fünf o.g. Aromastoffe bei (b) gleichzeitig höheren FD-Faktoren von 10 Verbindungen, z.B. (Z)-1,5-Octadien-3-on hervorgerufen. Insgesamt ergaben die Arbeiten 20 geruchsaktive Verbindungen, die bisher in flüchtigen Fraktionen von Paprikapulvern nicht beschrieben wurden.

[Index](#)

1.1.3. Aromastoffe in Hopfen (Varietät: Spalter Select) - Einfluss der Trocknung

Ausgangslage: Der im Brauprozess verwendete Hopfen dient im wesentlichen der Optimierung der Bitterkeit von Bier sowie andererseits der Generierung einer typisch "hopfenartigen" Aromanote. In Abhängigkeit von der Varietät enthält der Hopfen entweder vornehmlich Bitter- oder vornehmlich Aromastoffe. Es ist aber bisher noch offen, welche Verbindungen das typische Aroma von Hopfen ursächlich hervorrufen und wie diese bei der Trocknung der Dolden verändert werden.

Forschungsziel: Identifizierung der entscheidenden Aromastoffe in einer definierten Hopfenvarietät; Untersuchungen zum Einfluss der Trocknung auf die Stabilität wichtiger Verbindungen.

Ergebnis: Durch Anwendung der Aromaextraktverdünnungsanalyse auf einen Aromaextrakt aus getrockneten Hopfendolden der Varietät "Spalter Select" konnten 23 geruchsaktive Verbindungen im FD-Faktorbereich 16 bis 4096 detektiert werden. Die Identifizierungsexperimente in Kombination mit den FD-Faktoren zeigten trans 4,5-Epoxydecenal, Linalool und Myrcen als die wichtigsten Aromastoffe auf, gefolgt von Isobuttersäureethylester, 2-Methylbuttersäureethylester, (Z)-1,5-Octadien-3-on, Nonanal sowie (E,Z)-1,3,5-Undecatrien und 1,(E)-3,(Z)-5,9-Undecatetraen. Neben der letztgenannten Verbindung, die erstmals in Hopfen bzw. Lebensmittelaromen identifiziert wurde, werden 9 weitere Verbindungen erstmals als Hopfenaromastoffe beschrieben. In einem Aromaextrakt aus frischem, ungetrocknetem Hopfen, wurde neben den o.g. Aromastoffen insbesondere (Z)-3-Hexenal mit hohem FD-Faktor identifiziert. Diese Komponente ist wesentlich an der grün, grasigen Note des frischen Hopfens beteiligt.

[Index](#)

1.1.4. Veränderungen potenter Aromastoffe von grünem Arabica-Kaffee beim Rösten

Ausgangslage: Aus der Literatur ist bekannt, dass thermostabile 3-Alkyl-2-methoxypyrazine wesentlich zum erbsigen Aroma von Rohkaffee beitragen. Systematische Untersuchungen über die potenten Aromastoffe von Rohkaffee und über ihr Verhalten beim Röstprozess fehlen aber.

Forschungsziel: Identifizierung der potenten Aromastoffe in einem sortenreinen Arabica-Kaffee aus Columbien. Bestimmung ihrer Konzentrationen vor und nach der Röstung.

Ergebnis: 3-Isobutyl-2-methoxypyrazin (I), 2-Methoxy-3,5-dimethylpyrazin (II), Ethyl-2-methylbutyrat (III), Ethyl-3-methylbutyrat (IV) und 3-Isopropyl-2-methoxypyrazin (V) wurden bei Aromaextrakt-Verdünnungsanalysen von Rohkaffee als potente Aromastoffe identifiziert. Nach Quantifizierung wurden die Aromawerte auf der Basis von Geruchsschwellenwerten in Cellulose berechnet und die höchsten Aromaaktivitäten für I gefolgt von II, IV und V gefunden. Demnach ist das Methoxypyrazin I für das erbsige Aroma von Rohkaffee verantwortlich. Insgesamt 12 Geruchsstoffe, die im Rohkaffee vorkommen, und (E)- β -Damascenon wurden auch nach dem Röstprozess quantifiziert. Die Konzentrationen des Methoxypyrazins I änderte sich nicht, Methional, 3-Hydroxy-4,5-dimethyl-2(5H)-furanon, Vanillin, (E)- β -Damascenon, 4-Vinyl- und 4-Ethylguajacol nahmen stark zu. Diese Verbindungen und andere Aromastoffe, die nur beim Rösten entstehen (z.B. 2-Furfurylthiol), maskieren offensichtlich den erbsigen Geruch, der vom 3-Isobutyl-2-methoxypyrazin ausgeht.

[Index](#)

1.1.5. Aromasimulation für Lebensmittel mit fester Matrix auf der Basis der Aromastoff-Zusammensetzung in der Gasphase

Ausgangslage: Das Aroma eines flüssigen Lebensmittels kann durch Lösen der Aromastoffe in einem Medium rekonstruiert werden, dessen Zusammensetzung sich weitgehend an die des Originals anlehnt. Bei festen Lebensmitteln ergeben sich naturgemäß Schwierigkeiten, die Matrix und die Verteilung der Aromastoffe zu reproduzieren. Einen Ausweg kann hier die Simulierung des Aromas auf der Basis seiner Zusammensetzung in der Gasphase bieten, die mit einem Verfahren gemessen werden kann, das in der DFA entwickelt worden ist (vgl. Bericht 1997).

Forschungsziel: Die Aromasimulation für ein festes Lebensmittel soll am Beispiel gerösteter Kaffeebohnen untersucht werden.

Ergebnis: Die Konzentrationen von 22 Aromastoffen, zu denen Acetaldehyd, Methylpropanal, 2- und 3-Methylbutanal, 2,3-Butandion, 2,3-Pentandion, 2-Furfurylthiol, 2-Ethyl-3,5-dimethylpyrazin und 2,3-Diethyl-5-methylpyrazin gehörten, wurden in der Gasphase einer gerösteten und gemahlten Kaffeeprobe bestimmt. Entsprechend dem Ergebnis wurden die Aromastoffe gemischt und in einem Olfaktometer verdampft. Sechs Prüfer stellten fest, dass das Aroma der Mischung sehr gut mit dem des Originals übereinstimmt. Auch nach Verringerung der Mischung auf die bereits genannten neun Aromastoffe war das Aroma noch kaffee-typisch.

Index

1.1.6. Studien zum Krumenaroma von Sauerteig-Roggenbroten

Ausgangslage: Aus ökonomischen Gründen wird die zur Roggenbrotherstellung traditionell dreistufig durchgeführte Sauerteigführung häufig durch verkürzte Teigführungen bzw. Trocken-Sauerteige ersetzt. Die derart hergestellten Brote zeigen aber insbesondere im Krumenaroma deutliche Veränderungen im Vergleich zu Broten aus länger geführten Teigen.

Forschungsziel: Durch Anwendung des Aromawertkonzeptes sowie Aroma-Rekombinationen sollten zunächst die entscheidenden Aromastoffe von Roggenbrot aus langgeführtem Sauerteig geklärt werden. Erste Einblicke in Aromastoffveränderungen auf dem Weg vom "Mehl zum Brot" sollten dann anhand einer Quantifizierung einzelner Schlüsselverbindungen erhalten werden.

Ergebnis: Durch Anwendung der Aromaextraktverdünnungsanalyse, gefolgt von einer Quantifizierung von 22 Krumenaromastoffen und abschließenden Aromarekombinationsversuchen konnten 3-Methylbutanal (malzig), Methional (nach Kartoffel), Phenylacetaldehyd (honigartig), 2,3-Butandion (butterartig), verschiedene Lipidabbauprodukte (Hexanal, (E)-2-Nonenal, (E,E)-2,4-Decadienal) sowie Vanillin, Essigsäure und 2- und 3-Methylbuttersäure als entscheidende Krumenaromastoffe charakterisiert werden. Quantitative Studien zum Einfluss einzelner Herstellungsstufen (vom Mehl zum Brot) zeigten, dass z.B. 3-Methylbutanal bereits bei der Sauerteigfermentation in signifikantem Umfang zunimmt, wogegen z.B. Methional bei diesem Prozess-Schritt abgebaut wird. Letzterer Aldehyd liegt erstaunlicherweise bereits im Mehl in nahezu der gleichen Konzentration vor wie in der fertigen Brotkrume.

Index

1.1.7. Modellstudien zur Strecker-Reaktion: Einfluss von Sauerstoff

Ausgangslage: Durch oxidative Desaminierung von -Aminosäuren in Gegenwart von -Dicarbonylverbindungen entstehen insbesondere bei der thermischen Verarbeitung von Lebensmitteln, z.B. Fleisch, Backwaren oder Kakao, geruchsaktive Aldehyde, die sog. Streckeraldehyde. Da häufig auch die analogen Säuren als Aromastoffe im Lebensmittel vorliegen, z.B. 3-Methylbutanal/3-Methylbuttersäure, wird angenommen, dass letztere aus der Oxidation des Aldehydes hervorgeht.

Forschungsziel: Klärung von Reaktionsparametern die die Bildung von "Strecker Säuren" und Streckeraldehyden im Verlauf des Abbaus von -Aminosäuren beeinflussen.

Ergebnis: Durch Anwendung der Aromaextraktverdünnungsanalyse auf die flüchtigen Reaktionsprodukte einer thermisch behandelten Glucose/Phenylalanin-Mischung (100°C, 30 min) wurden Phenylacetaldehyd und Phenylelessigsäure als wichtigste Geruchsstoffe bestätigt. Die quantitative Bestimmung von vier -Dicarbonylverbindungen (2-Oxopropanal, Glyoxal (GLY), 3-Desoxyoson (3-DDO), Glucoson), die als Reaktionsintermediate gebildet werden, zeigten 3-DDO und GLY als "erste" Zuckerabbauprodukte, während 2-Oxopropanal erst nach ca. 4 Stunden dominierte. Letztere Verbindung zeigte sich in weiteren Studien auch als effektivster "Katalysator" der Bildung von Phenylacetaldehyd (PA) sowie auch der Phenylelessigsäure (PAA). Allerdings hatte der pH-Wert einen signifikanten Einfluß auf die Mengen beider Verbindungen: bei pH 3 betrug das Verhältnis PA/PAA 3+1, wogegen bei pH

9 PAA überwog (PA/PAA: 1+5). Sauerstoff begünstigte ebenfalls die Bildung von PAA, allerdings konnte die direkte Oxidation von PA zu PAA durch Markierungsexperimente ausgeschlossen werden. Die Daten erlauben die Formulierung eines neuen Weges der Strecker-Reaktion, der auf der Oxidation eines Reaktionsintermediates als wichtigstem Schritt zur Bildung der Säure (z.B. PAA) beruht.

[Index](#)

1.1.8. Studien zum Einfluss von L-Cystein auf die Bildung bitter schmeckender Aminohexosereduktone aus Glucose und L-Prolin - Identifizierung eines neuen Furo-[2,3-b]-thiazins

Ausgangslage: Neben dem erwünschten Beitrag der Maillard-Reaktion zur Bildung der typischen Aromen und Bräunungsprodukte von Lebensmitteln sind Kohlenhydrat/Aminosäure-Reaktionen insbesondere bei der Entstehung des bitteren Geschmacks hoch erhitzter Lebensmittel wie Brotkruste, Röstkaffee oder gegrilltes Fleisch von Bedeutung. Frühere Arbeiten stellten dabei L-Prolin als effektivste Bitterstoffvorstufe unter den Aminosäuren heraus. Auch bei der Herstellung von Reaktionsaromen, die die Maillard-Reaktion zur Generierung von Aromen gezielt ausnutzen, ist gelegentlich ein intensiver Bittergeschmack feststellbar. Da dieser vom Verbraucher allerdings nicht akzeptiert wird, ist das Interesse sehr groß, die Bildung von Bitterstoffen gezielt zu unterdrücken. Da im Gegensatz zum L-Prolin aus der Maillard-Reaktion von L-Cystein keine bitteren Geschmacksqualitäten hervorgehen, wäre es denkbar, dass in Gegenwart von Cystein auch die Bildung der Bitterstoffe aus Prolin unterdrückt werden kann.

Forschungsziel: Untersuchung des Einflusses von L-Cystein auf die Bitterstoffbildung aus Kohlenhydraten und L-Prolin.

Ergebnis: Das Rösten von Glucose in Gegenwart von L-Prolin führte zur Entwicklung eines starken Bittergeschmacks, was mit der Bildung des bitter schmeckenden Bispyrrolidinoxosereduktions einherging. Hingegen wurde beim Erhitzen der Glucose/Prolin-Mischung in Gegenwart von Cystein eine dosis-abhängige Reduktion der Bitterintensität beobachtet, die gut mit der Abnahme der Konzentration des Bispyrrolidinoxosereduktions korrelierte. Systematische Untersuchungen zum Mechanismus dieser Cystein-induzierten Unterdrückung der Bitterstoffbildung ergaben, dass die Vorstufe der Aminohexosereduktone, das Acetylformoin, schneller mit L-Cystein zum bislang unbekanntem, geschmacklosen 7-Hydroxy-4a,6-dimethyl-2H,3H,4aH-furo-[2,3-b]-thiazin als mit L-Prolin zu bitteren Aminohexosereduktoren reagierte und somit die Bildung von Bitterstoffen blockierte.

[Index](#)

1.2. Farbe als Qualitätsparameter

1.2.1. Das Farbwertkonzept - Ein neues Verfahren zur Erforschung nicht-enzymatischer Bräunungsreaktionen in Lebensmitteln

Ausgangslage: Trotz intensiver Studien sind die bei der Lebensmittelverarbeitung zur Bräunung führenden Reaktionen zwischen Kohlenhydraten und Aminosäuren bislang weitgehend unbekannt. Um die Qualität gebräunter Lebensmittel z.B. durch gezielte Steuerung der Bräunung zu erhöhen, sind detaillierte Kenntnisse über die Strukturen und die

Bildungsabläufe der Farbstoffe jedoch erforderlich. Da diese Bräunungsmechanismen aus einem komplexen Netzwerk an Einzelreaktionen bestehen, gilt die Charakterisierung dieser Mechanismen in lebensmittelnahen Modellstudien als besonders erfolgversprechend. Kürzlich konnten Kondensationsreaktionen zwischen Carbonylverbindungen und methylenaktiven Verbindungen als ein wichtiger Reaktionstyp dieser Bräunung aufgezeigt werden. Da im Verlauf des Aminosäure-induzierten Kohlenhydratabbaus eine Reihe von Carbonylverbindungen und methylenaktiven Produkten gebildet wird, die aufgrund ungerichteter Kondensationen viele Kombinationsmöglichkeiten eröffnen, ist eine Vielfalt an farbigen Reaktionsprodukten in jeweils geringen Ausbeuten zu erwarten. Es schien daher ein erfolgversprechender Lösungsansatz, in Modellversuchen durch Verwendung eines überschusses der gleichen Carbonylkomponente die Reaktion mit verschiedenen methylenaktiven Intermediaten in eine Richtung zu drängen und somit die komplexe Vielfalt an Derivaten eines Farbstofftypus auf jeweils eine Leitstruktur zu reduzieren. Da Furan-2-aldehyd beim Erhitzen von Lebensmitteln in relativ großen Mengen aus Kohlenhydraten hervorgeht, gilt die Verwendung dieser Carbonylkomponente als besonders erfolgversprechend.

Forschungsziel: Identifizierung von Schlüsselchromophoren in einer gebräunten Lösung von Xylose, Furan-2-aldehyd und L-Alanin.

Ergebnis: Da das Spektrum der aus Xylose, Furanaldehyd und L-Alanin gebildeten Verbindungen relativ komplex zusammengesetzt war, wurden zunächst Reaktionsprodukte mit hoher Farbintensität mittels eines Screeningverfahrens, das auf Bestimmung der relativen Detektionsschwellenwerte einzelner HPLC-Fraktionen basiert, lokalisiert und in ihrem relativen Farbbeitrag gestaffelt. Mittels dieser sog. Farbverdünnungsanalyse gelang es zwanzig gefärbte Fraktionen in deren Farbaktivität zu wichten und dabei die intensivsten Farbstoffe als zwei gelbe 3(2H)-Furanone, ein rotes 3(2H)-Pyrrolinon, zwei orange Pyrano[2,3-b]pyranone und ein gelbes Dion zu identifizieren. Anschließend wurden dann die Konzentrationen sowie die visuellen Detektionsschwellenwerte dieser Chromophore ermittelt, um deren prozentuale Beteiligung an der Gesamtfarbe der gebräunten Lösungen auf der Basis von Farbaktivitätswerten (Quotient aus Konzentration und Detektionsschwellenwert einer Verbindung) zu bestimmen. Durch Anwendung dieses analytischen Konzeptes, das wir als Farbaktivitätskonzept bezeichnen, gelang es bereits 13,5 % der Gesamtfarbe der gebräunten Maillard-Lösung mit lediglich fünf Schlüsselchromophoren bekannter Struktur zu erklären.

[Index](#)

1.2.2. Charakterisierung der Vorstufen und Klärung der Bildungsabläufe eines 2H,7H,8aH-Pyrano[2,3-b]pyran-3-on-Chromophores aus Pentosen - Quantitative Studien und ¹³C-Markierungsexperimente

Ausgangslage: Durch Anwendung des Farbwertkonzeptes gelang es kürzlich die orangefarbene Verbindungen (1R,8aR)- und (1S,8aR)-4-(2-Furyl)-7-[(2-furyl)methylidene]-2-hydroxy-2H,7H,8aH-pyrano-[2,3-b]-pyran-3-on als Schlüsselchromophore des Pentoseabbaus zu identifizieren. Die an der Farbstoffbildung beteiligten farblosen Pentoseabbauprodukte sowie die Reaktionsabläufe, die zu diesem Farbstoff führen, sind bislang allerdings unklar.

Forschungsziel: Mittels quantitative Modellstudien sowie ¹³C-Markierungsexperimenten sollen die Vorstufen und der Bildungsweg dieses Chromophores geklärt werden.

Ergebnis: Quantitative Studien zur Bestimmung der Precursoraktivität einzelner Pentoseabbauprodukte ergaben 3-Deoxypentos-2-ulose, Furan-2-aldehyd und Hydroxyacetaldehyd als effektive Vorstufen der Bildung von (1R,8aR)- und (1S,8aR)-4-(2-Furyl)-7-[(2-furyl)methylidene]-2-hydroxy-2H,7H,8aH-pyrano-[2,3-b]-pyran-3-on. In einem Markierungsexperiment mit [¹³C1]-Xylose gelang es mittels ¹³C-NMR-spektroskopischer Detektion des ¹³C-angereicherten Kohlenstoffatoms aufzuzeigen über welche Reaktionswege diese Pentoseabbauprodukte das Chromophor aufbauen.

[Index](#)

2. ENTWICKLUNG SPEZIELLER ANALYSENVERFAHREN

2.1. Entwicklung einer Isotopenverdünnungsanalyse zur quantitativen Bestimmung von proteingebundenem N-(1-Desoxy-D-fructos-1-yl)-L-lysin mittels ¹³C-markiertem internen Standard

Ausgangslage: Die bei der thermischen Verarbeitung sowie der Lagerung von Lebensmitteln ablaufenden Reaktionen zwischen Kohlenhydraten und -Aminogruppen von proteingebundenem Lysin tragen mit der Bildung von N-(1-Desoxy-D-fructos-1-yl)-L-lysin (DFLys) maßgeblich zum Verlust der biologischen Wertigkeit von Proteinen bei. Es wurde in den vergangenen Jahren deshalb eine Vielzahl an analytischen Methoden entwickelt um diese Veränderungen quantifizierbar zu machen. Die sog. "Furososin-Methode" basiert z.B. auf der Erkenntnis, dass bei der sauren Hydrolyse von Lysin-glykosylierten Proteinen im konstanten Verhältnis Furososin (32 %) und Pyridosin (10 %) gebildet und Lysin regeneriert werden. Obwohl diese Methode seit langem verwendet wird, konnte kürzlich gezeigt werden, dass die dabei erhaltenen Werte generell um den Faktor 4-5 zu niedrig liegen. Es sind deshalb Analyseverfahren erforderlich, die solche Maillard-Modifikationen an Proteinen schnell und exakt quantifizierbar machen.

Forschungsziel: Entwicklung einer Isotopenverdünnungsanalyse zur Bestimmung von glucosylierten Lysin-Seitenketten in Proteinen.

Ergebnis: Es wurden Synthesen zur Herstellung des markierten Amadori-Produktes [¹³C6]-N-(1-Desoxy-D-fructos-1-yl)-L-lysin ([¹³C6]-DFLys) und des markierten, glucosylierten Tetrapeptids Ala-[¹³C6]-DFLys-Leu-Gly entwickelt. Diese Verbindungen wurden dann zur Quantifizierung des Ausmaßes einer Glucosylierung von Rinderserumalbumin nach enzymatischer Proteinhydrolyse verwendet. Dabei zeigte sich, dass die Verwendung der markierten Standards in Kombination mit der LC/MS-Analyse eine akurate Quantifizierung proteingebundener Amadoriprodukte mit einer hohen Wiederfindungsrate von 95 % und einer niedrigen Nachweisgrenze von 5 nmol/mg Protein ermöglicht. Weiterhin konnte gezeigt werden, dass das DFLys im Zuge der enzymatischen Proteinhydrolyse in signifikantem Ausmaß abgebaut wurde und zudem die Enzymhydrolyse nicht vollständig verlief. Beide Fehlerquellen konnten jedoch durch Verwendung des markierten Tetrapeptides als internem Standard ausgeschaltet werden.

[Index](#)

2.2. Modellstudien zum Diffusionsverhalten des Mykotoxins Patulin in Äpfeln, Tomaten und Weißbrot

Ausgangslage: Beim Herstellen von Apfel- und Traubensäften werden teilweise braunfaule Früchte verwendet, was zur häufigen Kontamination dieser Produkte mit dem Mykotoxin Patulin führt. Aufgrund seiner Hitze- und Säurestabilität wird das Toxin aber kaum während der Produktion und Lagerung in den Säften abgebaut. Daher sind zur Herstellung toxinfreie Rohstoffe einzusetzen, wobei unklar ist, ob schimmelbefallenes Obst grundsätzlich ungeeignet ist. Es stellt sich daher die Frage, ob Patulin durch Ausschneiden der Faulstelle entfernt werden kann.

Forschungsziel: Um beurteilen zu können, wie weit Patulin bei einem Schimmelbefall von der Faulstelle ins intakte Gewebe vordringt, soll die Diffusion des Toxins durch Äpfel untersucht werden. Im Gegensatz zu bisherigen Studien wird dazu die kürzlich entwickelte Isotopenverdünnungsanalyse eingesetzt, die erstmals sichere Daten liefern kann. Im Vergleich dazu soll festgestellt werden, wie das Toxin durch Tomaten und Weißbrot diffundiert.

Ergebnis: In Äpfeln drang das Toxin nicht weiter als zwei Zentimeter vom Rand der Faulstelle in die Frucht ein, während bei faulen Tomaten Patulin in der ganzen Frucht nachweisbar war. Für die Herstellung von Apfelprodukten ist daher abzuleiten, dass es zum Entfernen von Patulin ausreicht, die Faulstelle zwei Zentimeter tief auszuschneiden. Da ein Ausschneiden bei der gewerblichen Apfelsaftherstellung oft nicht praktisch durchführbar ist, muss auf ein Aussortieren braunfauler Früchte geachtet werden. Aus schimmeligem Brot könnte Patulin durch vier Zentimeter tiefes Ausschneiden der Schimmelstelle entfernt werden. Bei einem spontanen Schimmelbefall, wie er im Haushalt üblich ist, ist jedoch das Auftreten von Organismen zu erwarten, die Aflatoxine bilden können. Da diese krebserregenden Toxine aber weiter als Patulin in das Brot eindringen, muss zur Vorsorge der gesamte befallene Laib verworfen werden.

[Index](#)

3. ARBEITEN ZU STRUKTUR/WIRKUNGSBEZIEHUNGEN BEI BIOPOLYMEREN

3.1. Hitzeinduzierte Thiol/Disulfid-Austauschvorgänge bei Milchproteinen: Untersuchungen an beta-Lactoglobulin

Ausgangslage: Bei der Erhitzung von Milch entstehen Proteinaggregate durch Thiol/Disulfid-Austausch der Proteine in der Milch. Dabei werden die funktionellen Eigenschaften der Molkenproteine mehr oder weniger stark beeinträchtigt. beta-Lactoglobulin und Rinderserumalbumin enthalten als einzige Milchproteine eine freie Thiolgruppe, die Thiol/Disulfid-Austauschreaktionen initiieren kann. Aufgrund seiner höheren Konzentration in der Milch wird dem beta-Lactoglobulin eine bedeutendere Rolle als dem Rinderserumalbumin beim Thiol/Disulfid-Austausch zugeschrieben.

Forschungsziel: Ziel war der Nachweis von Thiol/Disulfid-Austauschreaktionen durch die Identifizierung, Isolierung und Sequenzanalyse von cystein- und cystinhaltigen Peptiden aus enzymatischen Partialhydrolysaten des hitzebehandelten beta-Lactoglobulins.

Ergebnis: Die Untersuchungen erfolgten an nativem beta-Lactoglobulin, das aus Milch einer homozygoten Kuh isoliert wurde. Freie SH-Gruppen wurden zur besseren Detektion mit einem SH-Reagenz alkyliert, dessen Derivat Licht im sichtbaren Bereich absorbierte. Cystinpeptide in tryptischen Partialhydrolysaten des beta-Lactoglobulins wurden durch Differenzchromatographie vor und nach Reduktion identifiziert. Relevante Peptide wurden isoliert, sequenziert und der Aminosäuresequenz des beta-Lactoglobulins zugeordnet.

Erhitzung von betaLactoglobulin auf 60-90°C führte zu einer teilweisen Wanderung der freien Thiolgruppe in der Position 121/119 der Sequenz in die Position 160 in der Nähe des C-Terminus, die sich durch eine hydrophilere Umgebung auszeichnet. Peptide mit Disulfidbindungen wurden direkt, ohne vorherige Reduktion, sequenziert. Die Position der Disulfidbrücke wurde anhand von Di-PTH-Cystin identifiziert, das unmittelbar neben dem PTH-Tyrosin eluiert wird. Die Reaktivität der in der nativen Konformation des beta-Lactoglobulins freien SH-Gruppe in der Position 121/119 der Sequenz zeigte sich auch durch den Nachweis einer "neuen" Disulfidbindung Cys121/119-Cys160. Der Cysteinrest in Position 160 ist im nativen Zustand mit dem Rest in Position 66 verbunden.

[Index](#)

3.2. Lokalisierung proteingebundener Thiolgruppen in Weizenmehl

Ausgangslage: Die Thiol/Disulfid-Struktur der Kleberproteine ist für die rheologischen Eigenschaften von Weizenteigen von großer Bedeutung. Etwa 5 % des Gesamtcysteins in Mehl liegen als freies Thiol vor; davon entfallen ca. 0,5 % auf niedermolekulare Thiolverbindungen (z.B. Glutathion, Cystein) und ca. 4,5 % auf proteingebundenes Cystein. über die Verteilung proteingebundener Thiolgruppen auf einzelne Proteinfractionen und -komponenten sowie über ihre Positionen in den Proteinen ist nur wenig bekannt.

Forschungsziel: Quantifizierung freier Thiolgruppen in den Osborne-Fractionen von Weizenmehl und deren Lokalisierung in einzelnen Kleberproteinen durch Markierung mit einem Fluoreszenzreagenz.

Ergebnis: Die als Ausgangsmaterial eingesetzten Mehle der Sorten "Rektor" und "Contra" hatten einen Thiolgehalt von 1,21 bzw. 0,80 µmol/g. Die Mehle wurden nacheinander mit Wasser, Salzlösung, 60 % Ethanol und SDS-Lösung unter Ausschluss von Luftsauerstoff extrahiert. Die Extrakte wurden mit dem Fluoreszenzreagenz DACM (N-(7-Dimethylamino-4-methyl-oxo-3-chromenyl)maleinimid) umgesetzt. Die Fluoreszenzmessungen ergaben, dass bei beiden Sorten die Gliadinfraktionen etwa 60 % und die SDS-löslichen Glutenfraktionen etwa 20 % der im Mehl vorkommenden freien Thiolgruppen enthielten. Durch RP-HPLC an C8-Kieselgel wurden aus der Gliadin- und reduzierten Glutenfraktion von "Rektor" insgesamt je drei - und -Gliadine sowie eine LMW-Untereinheit isoliert, die freie Thiolgruppen trugen. Die im SDS-Extrakt vorkommenden markierten Proteine wurden mit Thermolysin partiell hydrolysiert und die erhaltenen Peptidgemische durch RP-HPLC an C18-Kieselgel unter Fluoreszenzdetektion aufgetrennt. Die Sequenzanalyse der markierten Peptide ergab, dass die Cysteinreste Cb*, Cc und Cz eines -Gliadins, Cz eines -Gliadins und Cx einer LMW-Untereinheit in Mehl als Thiole vorlagen.

[Index](#)

3.3. Modellstudien zur Bildung von Disulfiden in Peptiden des LMW-Typs durch Disulfidisomerase

Ausgangslage: Die Bildung intermolekularer Disulfidbindungen zwischen monomeren Proteinen in Weizenmehl wird als der wesentliche Schritt zur Ausbildung der viskoelastischen Eigenschaften von Weizenteigen angesehen. Es ist jedoch noch weitgehend unklar, ob diese Reaktionen beim Anteigen zufällig oder gerichtet erfolgen.

Forschungsziel: Modell-Untersuchungen zur Reaktivität von Disulfid-Isomerase (DSI) gegenüber synthetischen Thiol-Peptiden sowie deren Disulfid-Dimeren mit Sequenzanalogie zu LMW-Proteinen; Vergleich der Reaktionsgeschwindigkeit mit den entsprechenden "chemischen" Reaktionen.

Ergebnis: In einem Modellversuch zur oxidativen Kopplung der Peptide LGQCV und FSQQQPCS mit DSI unter substöchiometrischen Bedingungen (Thiol/Enzym 10+1) wurde im pH Bereich von 5-9 eine signifikante Beschleunigung der Disulfidbildung im Vergleich zur Kontrollreaktion ohne Enzym beobachtet. Ein Thiol-Disulfidaustausch im System (LGQCV)₂ und FSQQQPCS wurde hingegen nur im pH Bereich 7-9 katalysiert. Auch eine Erniedrigung der Enzymmenge (Thiol/Enzym: 2000+1) beschleunigte die Disulfidbildung gegenüber der Kontrollreaktion ohne Enzym, allerdings wurde unter diesen Bedingungen auch das gemischte Disulfid mit Glutathion gebildet. Letzteres ist zur Regenerierung des Enzyms als Reaktionspartner notwendig. Gegenüber größeren Cystein-Peptiden (MW >2500) sank die Reaktivität von DSI deutlich ab, so dass hier die Bildung von Glutathion-Addukten überwog.

[Index](#)

3.4. Beitrag der Gluteningene von *Aegilops tauschii* zu den Backeigenschaften von Weizen

Ausgangslage: Genetische Untersuchungen haben gezeigt, dass der hexaploide Brotweizen (Genom AABBDD) durch Kreuzung von tetraploidem Weizen (AABB) und diploidem *Aegilops*-Weizen (DD) entstanden ist. Den auf den D-Chromosomen codierten HMW-Untereinheiten von Glutenin wird eine große Bedeutung für die Backeigenschaften beigemessen, doch gibt es hierfür nur wenige direkte Beweise mit synthetischem Weizen.

Forschungsziel: Untersuchung der Bedeutung von HMW-Untereinheiten des D-Genoms für die Backeigenschaften von hexaploiden Weizen, die von tetraploiden Durum- und diploiden *Aegilops*-Eltern abstammen.

Ergebnis: Durumweizen mit den HMW-Untereinheiten 7+8 wurde mit drei verschiedenen *Aegilops*-Weizen (zwei mit den HMW-Untereinheiten 7+8 und 5+10, einer mit den Untereinheiten 7+8 und 2+T1+T2) gekreuzt. Die synthetischen hexaploiden Weizen wurden vermehrt und ihre Mehle backtechnisch untersucht. Aus Teigen wurden die Kleber ausgewaschen und mit Zugversuchen charakterisiert. Die SDS-PAGE ergab, dass die HMW-Untereinheiten der Eltern additiv auf die synthetischen Weizen übertragen wurden. Die rheologischen Eigenschaften der Kleber sowie die im Mikrobackversuch untersuchten Backeigenschaften der synthetischen Weizen entsprachen weitgehend denjenigen der *Aegilops*-Weizen. Sowohl die diploiden wie auch die hexaploiden Weizen mit den HMW-Untereinheiten 2+T1+T2 bildeten einen sehr weichen Kleber aus und hatten ein sehr niedriges Gebäckvolumen. Die Weizen mit den Untereinheiten 5+10 hatten einen wesentlich festeren Kleber und ein relativ hohes Gebäckvolumen. Die Ergebnisse zeigten insgesamt sehr deutlich, dass *Aegilops*-Weizen mit dem D-Genom die Eigenschaften der hexaploiden synthetischen Linien weitaus stärker bestimmten als der Durumweizen mit dem AB-Genom.

[Index](#)

3.5. Wirkung von HMW- und LMW-Untereinheiten des Glutenins auf die rheologischen Eigenschaften von Weizenteig und das Gebäckvolumen

Ausgangslage: Vorgegangene Untersuchungen haben gezeigt, dass die rheologischen Eigenschaften von Kleber durch Zusätze isolierter Proteinfractionen (Gliadine, LMW- und HMW-Untereinheiten; reduziert oder reoxidiert) in unterschiedlicher Weise und unterschiedlichem Ausmaß verändert werden.

Forschungsziel: In Fortsetzung der Arbeiten soll die Wirkung der verschiedenen Proteinfractionen auf die rheologischen Eigenschaften von Teig und das Backverhalten studiert werden.

Ergebnis: Die Isolierung der HMW- und LMW-Untereinheiten aus Weizenmehl der Sorte "Rektor" erfolgte durch ein spezifisches Extraktion/Präzipitations-Verfahren. Die Wirkung dieser Proteinfractionen (reduziert oder mit KBrO_3 bzw. KIO_3 reoxidiert) wurde nach ihrem Zusatz zu Weizenmehl mit Hilfe von Zug- und Backversuchen im Mikromaßstab studiert. Der Dehnwiderstand des Teiges wurde durch Zusatz von reduzierten und mit KBrO_3 reoxidierten HMW-Untereinheiten deutlich erhöht. Eine etwas schwächere Wirkung zeigten die mit KIO_3 reoxidierten HMW-Untereinheiten und die mit KBrO_3 oder KIO_3 reoxidierten LMW-Untereinheiten, während reduzierte LMW-Untereinheiten und Gliadine den Dehnwiderstand stark verringerten. Die Dehnbarkeit wurde durch reduzierte HMW-Untereinheiten und Gliadine signifikant erhöht. Die mit KBrO_3 reoxidierten HMW-Untereinheiten hatten keine Wirkung, und alle anderen Fraktionen erniedrigten die Dehnbarkeit. Der Effekt von Mischungen aus HMW- und LMW-Untereinheiten hing sowohl vom Oxidationsmittel als auch von den Bedingungen (getrennt oder zusammen reoxidiert) ab. Das Gebäckvolumen wurde durch die mit KBrO_3 reoxidierten HMW-Untereinheiten erhöht und durch reoxidierte LMW-Untereinheiten erniedrigt.

Index

3.6. Einfluss des Heißlufttrocknung auf die Qualität von Trockenkleber

Ausgangslage: Die Qualität der industriell hergestellten Trockenkleber ist großen Schwankungen unterworfen und hängt von zahlreichen Parametern des Herstellungsprozesses ab. Dabei ist nicht bekannt, in welchem Ausmaß Rohstoff und einzelne Trocknungsbedingungen die Qualität des Endproduktes beeinflussen, und welche Methoden zur Qualitätsprüfung aussagekräftig sind.

Forschungsziel: Objektivierung des Einflusses von Prozessparametern, insbesondere der thermischen Behandlung, bei der Trocknung in Abhängigkeit von der Qualität des eingesetzten Weizenmehles und Entwicklung von effizienten Verfahren zur Qualitätsprüfung von Trockenkleber.

Ergebnis: Aus Mehlen, die mühlenüblich aus zwei Mischungen verschiedener Weizensorten (A = Backmehl, C = Keksmehl) hergestellt worden waren, wurden Feuchtkleber gewonnen und im halbertechnischen Maßstab mit einer Mahltrocknungsanlage (Ultra-Rotor) getrocknet. Dabei wurden Heißlufttemperatur (230, 330 °C), Trockensubstanzgehalt (60, 65 %) und Anzahl der Durchläufe (1, 2, 3) variiert. Die Eigenschaften der Trockenkleber oder der rehydratisierten Trockenkleber wurden rheologisch (Knet- und Zugversuche, Messungen am Stressrheometer und Glutographen) sowie backtechnisch (Mikro- und Makrobackversuche) charakterisiert. Für die Knet- und Backversuche im Mikromaßstab wurden zwei Modelle auf der Basis von Maisstärke und von Roggenmehl entwickelt. Die Untersuchungen zeigten, dass alle drei variablen Prozessparameter die Qualität des Trockenklebers signifikant beeinflussten; eine Qualitätsminderung ging besonders mit der Anzahl der Durchläufe, aber

auch mit höherer Temperatur und niedrigerem Trockensubstanzgehalt einher. Kleber von Mehl C, das einen weichen Teig bildete, wurde durch die Trocknung weniger geschädigt als Kleber von Mehl A, das zu festen Teigen führte. Die mit rheologischen Methoden ermittelte Teigentwicklungszeit (Knetversuch mit Stärkemodell), Scherzeit (Scherversuch) und Dehnwiderstand sowie Dehnbarkeit (Zugversuch) von rehydratisiertem Kleber und das Gebäckvolumen (Mikrobackversuch mit Stärkemodell) erwiesen sich als geeignete Qualitätsindikatoren. Dagegen erlaubten einfache chemisch-analytische Methoden wie Extraktion und Fluoreszenzmessung keine sichere Einstufung der Kleberqualität.

[Index](#)

3.7. Quantifizierung der Kleberproteine in Weizenmehl: Anwendungsbeispiele

Ausgangslage: In vorangegangenen Arbeiten wurden ein Extraktionsverfahren im Mikromaßstab und eine Quantifizierungsmethode mittels HPLC entwickelt, die die quantitative Bestimmung aller Kleberproteingruppen und -typen in Weizenmehl erlauben. Damit wurden die Einflüsse von Sorte und Anbaubedingungen auf die quantitative Kleberproteinzusammensetzung studiert.

Forschungsziel: Klärung der Frage, ob diese Quantifizierungsmethode auch zur Bestimmung des Dämpfgrades von Mehlen und zur Beurteilung von Weizensorten mit abweichender Qualitätsnorm geeignet ist.

Ergebnis: Zur Einschätzung des Dämpfgrades wurden verschiedene industriell eingesetzte Weizenmehle (ungedämpft, gedämpft, getrocknet, chlorbehandelt) mit Hilfe des Extraktion/HPLC-Verfahrens analysiert. Die Ergebnisse zeigten, dass der prozentuale Anteil extrahierbarer Gliadine am Kleberprotein oder das Verhältnis der mit 60 % Ethanol extrahierbaren Proteine zu den nicht-extrahierbaren Proteinen als Maß für die Hitzebehandlung dienen kann. So sinkt letzteres Verhältnis von 1,72 (ungedämpftes Mehl) auf 0,57 (gedämpftes Mehl) oder 0,21 (stark gedämpftes Mehl). Getrocknete Mehle (Feuchte <4 %) und chlorbehandelte Mehle haben hingegen Werte wie ungedämpfte Mehle. Die Versuche zeigten auch, dass die Extrahierbarkeit der Gliadine ein besserer Indikator für den Grad der Hitzebehandlung ist als die Aktivität von Enzymen.

Die Zusammensetzung der HMW-Untereinheiten (UE) von Glutenin ist nach wie vor ein wichtiges Selektionskriterium in der Weizenzüchtung. Die Kombination UE 5+10 steht für gute und UE 2+12 für schlechte Backqualität. Es existiert jedoch eine Reihe von Weizensorten, die nicht in diese Norm passen. So besitzt die österreichische Neuzüchtung Achat mit UE 2+12 gute und die französische Sorte Tilburi mit UE 5+10 schlechte Backeigenschaften. Die Quantifizierung der Kleberproteine von Achat ergab, dass diese Sorte überdurchschnittliche Mengen an HMW-Untereinheiten des x-Typs enthält, der für die Backqualität besonders wichtig ist. Dazu trägt die Anwesenheit von UE 1 und die außergewöhnlich großen Mengen von UE 2 bei. Die schlecht backfähige Sorte Tilburi hat zwar die für gute Sorten charakteristisch hohen Mengen an x-HMW-Untereinheiten; ausschlaggebend sind hier die geringen Mengen an LMW-Untereinheiten und Gliadinen, die mit einem stark erniedrigten Mehlproteingehalt einhergehen.

[Index](#)

3.8. Entwicklung einer nephelometrischen Methode zur Bestimmung kleiner Mengen Gliadin

Ausgangslage: Weizenstärke ist als Bestandteil glutenfreier Lebensmittel erwünscht, da sie ihre Qualität erhöht, aber nur dann erlaubt, wenn ihr Gliadinegehalt unter 100 ppm liegt. Eine zuverlässige Quantifizierung von Gliadin in Weizenstärke ist jedoch nicht möglich, da die bisher entwickelten immunochemischen Methoden zu wenig empfindlich, ungenau oder unspezifisch und im Handel nur teilweise erhältlich sind.

Forschungsziel: Entwicklung einer einfachen nicht-immunochemischen Methode, die die quantitative Bestimmung kleiner Mengen Gliadin zumindest in Weizenstärke erlaubt.

Ergebnis: Aufgrund der bisherigen Erfahrungen mit der Bestimmung größerer Gliadinmengen in Weizenmehl mit Hilfe eines Extraktion/Fällungs-Verfahrens und anschließender Trübungsmessung im Durchlicht (Turbidimetrie) sollte für kleine Gliadinmengen die empfindlichere Streulichtmessung (Nephelometrie) Basis der zu entwickelnden Methode sein. Als Referenz dienten ein aus Mehl der Sorte "Rektor" gewonnener definierter Gliadinextrakt (54,7 mg Protein in 10 mL 60 %igem Ethanol) und ein lyophilisierter Gliadinstandard (84,1 % Protein). Aliquote Anteile des Extraktes (0,6-3,0 mg Protein) wurden mit 60 %igem Ethanol auf 10 mL aufgefüllt, mit 20 mL 2-Propanol versetzt und im Nephelometer über einen Zeitraum von 60 min vermessen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Streulichtmessung mindestens um den Faktor 10 empfindlicher ist als die Durchlichtmessung. Vor allem im niedrigeren Konzentrationsbereich (<1 mg/10 mL) wurde jedoch das Maximum der Streulichtintensität innerhalb von 60 min nicht erreicht. Zur Optimierung wurden deshalb anstelle von 2-Propanol folgende organische Lösungsmittel sowie deren Mischungen als Fällungsmittel getestet: Ethanol, Butanol, Aceton, Tetrahydrofuran und tert. Butylmethylether (TBME). Die Mischungen TMBE/Ethanol (1:1, v/v) und TMBE/2-Propanol (1:3, v/v) erwiesen sich am günstigsten. Die Messung verschiedener Gliadinmengen (15-300 µg, gelöst in 60 % Ethanol/0,1 mol/L NaCl) und gefällt mit TBME/2-Propanol, zeigte wiederum sehr deutlich die Abhängigkeit der Messergebnisse von Konzentration und Messzeit. Während mit 300 µg bereits nach 6 min das Maximum erreicht wurde, dauerte dies bei 15 µg etwa 90 min. Trägt man die Maxima gegen die Konzentration auf, so ergibt sich eine lineare Beziehung über den gesamten Konzentrationsbereich. Was die Empfindlichkeit der Messung betrifft, so würde die Menge von 15 µg einer Nachweisgrenze von 15 ppm (bei 1 g Stärke und 10 mL Ethanolextrakt) entsprechen, was bei einem Grenzwert von 100 ppm ausreichend wäre. Die Messung war mit einem Variationskoeffizienten von 1,8 % (12 Bestimmungen) sehr gut reproduzierbar.

[Index](#)

3.9. Struktur-Wirkungsbeziehungen synthetischer Emulgatoren zur Schokoladenherstellung

Ausgangslage: Polare Lipide können als Emulgatoren wirken und werden wie z.B. Lecithin oder PGPR bei der Schokoladenherstellung eingesetzt. Unter der Bezeichnung PGPR (Polyglycerin-Polyricinoleat) werden Ester von polykondensierten Rizinusölsäuren mit polykondensiertem Glycerin zusammengefasst. PGPR senkt die Viskosität und die Fließgrenze von Schokoladenmassen.

Forschungsziel: Da über die Wirkung einzelner Komponenten von PGPR bisher noch nichts bekannt ist, sollen ein kommerzielles Präparat aufgetrennt, Fraktionen und Einzelkomponenten isoliert und in ihrer Struktur aufgeklärt werden. Dadurch soll die Wirkung von PGPR auf definierte chemische Strukturen zurückgeführt werden.

Ergebnis: Ein kommerzielles PGPR-Präparat wurde zunächst physikalisch-chemisch charakterisiert. Zur Fraktionierung wurde es über eine flüssig-flüssig-Verteilung mit Hexan/Methanol aufgetrennt. Die Methanolfraktion wurde dann durch HPLC weiter fraktioniert. Die isolierten Fraktionen wurden hydrolysiert und die enthaltenen Fettsäuren quantitativ bestimmt. Aus diesen Unterfraktionen wurden durch Rechromatographie mittels HPLC bzw. HPLC-GPC einzelne Komponenten isoliert, deren Molekulargewichte durch MALDI-TOF Massenspektrometrie bestimmt wurden. Die Verbindungen wurden NMR-spektroskopisch als cyclische Polyricinolsäuren identifiziert. Durch die cyclische Struktur und die Abwesenheit von Glycerin weist diese Verbindungsklasse im Vergleich zu den anderen Polyglycerin-Polyricinoleat-Komponenten keinen polaren Molekülteil auf und besitzt daher nur eine geringe Emulgatoraktivität in der Schokoladenmasse.

[Index](#)

4. TABELLENWERK ZUM NÄHRSTOFFGEHALT VON LEBENSMITTELN

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 und Kraut begründete Tabellenwerk ist durch Erfassung der gesamten einschlägigen Literatur mit Hilfe der PC-Datenbank SFKDB ständig auf dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand zu halten. Dies gilt auch für die davon abgeleitete kleine Lebensmitteltabelle. Das Spektrum der Inhaltsstoffe soll sich weiterhin verstärkt nach präventiv-medizinischen Gesichtspunkten ausrichten.

Ergebnis: Die 6. Auflage des großen Tabellenwerks ist im Juni 2000 erschienen. Mit dem Jahreswechsel zum Jahr 2000 war im Zuge des "Millenium-Problems" ein Update der Software der SFKDB notwendig, um die weitere Lauffähigkeit der Datenbank zu garantieren. Um dem Tabellenbenutzer eine aktuellere und dem Entwicklungsstand der Medien entsprechende Form der Nährwerttabellen zur Verfügung zu stellen, wird eine On-Line-Version erstellt, welche dem Benutzer neben den im Buch enthaltenen Informationen einerseits, analog der Diskettenversion zur V. Auflage, einige Suchfunktionen zu Lebensmitteln und Inhaltsstoffen bzw. deren Konzentrationen sowie andererseits eine Berechnungsmöglichkeit für zusammengesetzte Lebensmittel bietet.

Die Arbeit an der 7. Auflage wurde aufgenommen. Das steigende Interesse in der Öffentlichkeit und die zunehmenden Diskussionen über die Gruppe der bioaktiven Substanzen sollen dabei weiter berücksichtigt werden. Ein anderer Aspekt ist die Überarbeitung von älteren Daten im Zuge der fortschreitenden Methodenentwicklung, wie z. B. zur Bestimmung von Iod und Folsäure.

Die 3. Auflage der kleinen Lebensmitteltabelle ist in Vorbereitung.

[Index](#)