

Untersuchung der Oxidationsstabilität von Fetten und Ölen unter thermischer Belastung

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)
Fakultät Naturwissenschaften
Universität Hohenheim

Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie

vorgelegt von
Heike Maren Kerwin
aus Reutlingen
2013

Eidesstattliche Versicherung gemäß § 7 Absatz 7 der Promotionsordnung der Universität Hohenheim zum Dr. rer. nat.

1. Bei der eingereichten Dissertation zum Thema

Untersuchung der Oxidationsstabilität von Fetten und Ölen unter thermischer Belastung

handelt es sich um meine eigenständig erbrachte Leistung.

2. Ich habe nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und mich keiner unzulässigen Hilfe Dritter bedient. Insbesondere habe ich wörtlich oder sinngemäß

aus anderen Werken übernommene Inhalte als solche kenntlich gemacht.

3. Ich habe nicht die Hilfe einer kommerziellen Promotionsvermittlung oder -beratung in Anspruch genommen.

4. Die Bedeutung der eidesstattlichen Versicherung und der strafrechtlichen Folgen einer unrichtigen oder unvollständigen eidesstattlichen Versicherung sind mir bekannt.

Die Richtigkeit der vorstehenden Erklärung bestätige ich: Ich versichere an Eides Statt, dass ich nach bestem Wissen die reine Wahrheit erklärt und nichts verschwiegen habe.

Ort und Datum

Unterschrift

Dissertation eingereicht am: 23. August 2013

Dekan Dr. rer.nat. Heinz Breer

1. Gutachter: Prof. Dr. Dr. h.c. Heinz-Dieter Isengard

2. Gutachter: Prof. Dr. Wolfgang Schwack

3. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. habil. Jörg Hinrichs

Tag der mündlichen Prüfung: 17. Dezember 2013

Berichte aus der Lebensmitteltechnologie

Heike Maren Kerwin

**Untersuchung der Oxidationsstabilität von
Fetten und Ölen unter thermischer Belastung**

D 100 (Diss. Universität Hohenheim)

Shaker Verlag
Aachen 2014

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Zugl.: Hohenheim, Univ., Diss., 2013

Copyright Shaker Verlag 2014

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2647-4

ISSN 1614-273X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Zielstellung und Hypothesen	3
3	Grundlagen.....	5
3.1	Der Frittierprozess.....	5
3.1.1	Physikalische Reaktionen beim Frittieren	5
3.1.2	Chemische Reaktionen beim Frittieren.....	6
3.1.3	Der Fettverderb.....	8
3.1.4	Oxidationsprodukte.....	10
3.1.5	Maßnahmen zur Lagerstabilisierung und Haltbarkeitserhöhung von Frittierfetten	11
3.1.5.1	Sauerstoffabschluss	11
3.1.6	Zugabe von Antioxidantien	12
3.1.6.1	Tocopherole.....	12
3.1.6.2	Ascorbinsäure und Ascorbylpalmitat.....	16
3.1.7	Analytische Möglichkeiten der Charakterisierung von Frittierfetten während des Gebrauchs.....	17
3.1.8	Rechtliche Bestimmungen.....	18
3.1.9	Charakteristika geeigneter Frittierfette	19
3.1.9.1	Palmöl.....	19
3.1.9.2	Rapsöl	21
3.1.9.3	Sonnenblumenöl.....	22
3.1.9.4	Oliveöl.....	23
3.2	Zwiebeln	25
3.2.1	Systematik der Zwiebel	25
3.2.2	Herkunft und Verbreitung	25
3.2.3	Inhaltsstoffe der Zwiebel.....	26
3.2.4	Sekundäre Pflanzenstoffe	27
3.2.4.1	Alliin	27
3.2.4.2	Flavone	27
3.2.4.2.1	Antioxidative Eigenschaften von Quercetin.....	29
3.2.4.3	Vitamine.....	30
3.2.4.3.1	Vitamin C – Ascorbinsäure	30
3.2.4.3.2	Tocopherole (Vitamin E)	30
3.2.4.4	Zuckerbestandteile der Zwiebel	31
3.2.5	Wassergehalt.....	31
4	Methodik	32
4.1	Frittierversuche.....	32
4.1.1	Industrierversuche.....	32
4.1.2	Laborversuche	34
4.2	Analytik	36
4.2.1	Fettgehaltsbestimmung nach Soxhlet.....	36
4.2.2	Fettgehaltsbestimmung mit Accelerated Solvent Extraction (ASE)	37
4.2.3	Bestimmung des Wassergehaltes nach Karl Fischer	39
4.2.4	Bestimmung der polaren Anteile	41
4.2.4.1	Bestimmung der polaren Anteile nach DGF-Einheitmethode C-III 3b (84) [DGF 2006]	41
4.2.4.2	Bestimmung der polaren Anteile nach DGF-Einheitmethode C-III 3e (06)	44
4.2.4.3	Bestimmung der polaren Anteile auf Basis der Dielektrizitätskonstante	46
4.2.5	Bestimmung der Tocopherole nach DGF F-II 4a (00)	48
4.2.6	Bestimmung der Oxidationsstabilität.....	49
4.2.7	Zwiebelanalytik - Flavonolanalyse mittels HPLC	51

III
Inhaltsverzeichnis

5	Ergebnisse	53
5.1	Frittierprozesse im Industriebetrieb und Labor	53
5.1.1	Versuche im diskontinuierlichen Verfahren	54
5.1.2	Verderbscharakteristika von Frittierfetten im Labor	57
5.1.3	Polare Anteile: Methoden im Vergleich	57
5.1.3.1	Einfluss der Polarität des Lösungsmittels	60
5.1.3.2	Einfluss des Bearbeiters auf das Messergebnis	62
5.1.3.3	Einfluss der Messtemperatur	64
5.1.3.4	Einfluss des Messzeitpunktes	66
5.2	Antioxidative Effekte des Frittierens	67
5.2.1	Wasser als Inhibitor des Fettverderbs	67
5.2.1.1	Titerbestimmung des Titriermittels bei der Karl-Fischer-Titration	67
5.2.1.2	Wassergehalte in den Zwiebeln	69
5.2.1.3	Wassergehalte im Fett	70
5.3	Frittierversuche unter Zugabe von Zwiebeln	73
5.3.1	Quercetin als Antioxidans	73
5.3.1.1	Erstellung der Kalibriergerade von Quercetin	73
5.3.1.2	Quercetiningehalte in frischen Zwiebeln	74
5.3.1.3	Quercetinglucoside	75
5.3.1.4	Identifizierung der Quercetinglucoside durch Vergleich der Maxima im UV-Spektrum	76
5.3.1.5	Identifizierung durch Aufstockung	77
5.3.1.6	Identifizierung durch Reihenfolge der Elution	79
5.3.2	Vitamin E als Antioxidans	80
5.3.2.1	Erstellung der Kalibriergerade von α -Tocopherol	80
5.3.2.2	Tocopherolabbau beim Frittiervorgang	81
5.3.2.3	Tocopherolabgabe durch Frittiergüter am Beispiel der Zwiebel	83
5.3.2.4	Zunahme polarer Anteile im Frittierfett bei verschiedenen Frittiergütern	84
5.3.3	Laborversuch unter Zugabe von Antioxidantien	87
5.3.3.1	Einzelzugabe von Antioxidantien	87
5.3.3.2	Synergistische Effekte bestimmter Antioxidantien	90
6	Diskussion	94
7	Zusammenfassung	98
8	Summary	101
9	Literaturverzeichnis	104
10	Danksagung	112