

Aus dem Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie
Universität Hohenheim
Lehrstuhl Technologie und Analytik pflanzlicher Lebensmittel
Prof. Dr. habil. Dr. h.c. Reinhold Carle

Quality improvement of minimally processed leafy salads using innovative technological processes

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

Fakultät Naturwissenschaften
Universität Hohenheim

vorgelegt von
Florian Hägele
aus Stuttgart

2017

Die vorliegende Arbeit wurde am 08.05.2017 von der Fakultät Naturwissenschaften der Universität Hohenheim als „Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften“ angenommen.

Dekan:	Prof. Dr. Heinz Breer
1. berichtende Person :	Prof. Dr. Dr. h.c. Reinhold Carle
2. berichtende Person:	Prof. Dr. Walter Vetter
Eingereicht am:	20.03.2017
Mündliche Prüfung am:	16.06.2017

**Schriftenreihe des Lehrstuhls
Lebensmittel pflanzlicher Herkunft**

Herausgeber: Prof. Dr. habil. Dr. h. c. R. Carle
Universität Hohenheim
Institut für Lebensmittelwissenschaft
und Biotechnologie

Band 47/2017

Florian Hägele

**Quality improvement of minimally
processed leafy salads using innovative
technological processes**

D 100 (Diss. Universität Hohenheim)

Shaker Verlag
Aachen 2017

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: Hohenheim, Univ., Diss., 2017

Copyright Shaker Verlag 2017

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-5476-7

ISSN 1860-1367

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

„Die Neugier steht immer an erster Stelle eines Problems, das gelöst werden will.“

Galileo Galilei

DANKSAGUNG

An diesem Punkt möchte ich mich bei all denen bedanken, die zum erfolgreichen Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben. Mein besonderer Dank gilt

Herrn Prof. Dr. habil. Dr. h.c. Reinhold Carle für die Überlassung des Themas, für die hervorragenden Bedingungen im Arbeitskreis, für wertvolle Ratschläge und Anregungen, für das mir entgegengebrachte Vertrauen sowie für seine wissenschaftliche und persönliche Förderung.

Herrn Dr. Ralf Martin Schweiggert für die engagierte Mitbetreuung der Arbeit, hilfreiche Anregungen und Diskussionen und stete Unterstützung meines wissenschaftlichen Vorhabens.

Herrn Prof. Dr. Walter Vetter, Institut für Lebensmittelchemie, Universität Hohenheim für die Übernahme des Co-Referats.

Frau Lena Nolte, Frau Svenja Baur, Frau Sophia Goßner und Frau Britta Graf für die wertvollen Beiträge, die sie im Rahmen ihrer Bachelor- bzw. Masterarbeiten erbracht haben sowie für die angenehme und unkomplizierte Zusammenarbeit.

Frau Karin Scholten für die enge, vertrauensvolle und freundschaftliche Zusammenarbeit als auch für ihre ausgezeichnete Unterstützung bei der Durchführung experimenteller Arbeiten.

Herrn Klaus Mix und Herrn Martin Leitenberger für die engagierte Unterstützung bei der Durchführung der Technikumsversuche bzw. der Bearbeitung analytischer Fragestellungen.

Allen Mitarbeitern des Lehrstuhls Technologie und Analytik pflanzlicher Lebensmittel für die kollegiale Zusammenarbeit, stete Hilfsbereitschaft und das angenehme Arbeitsumfeld.

Frau Simone Nübling, Frau Dr. Agnes Weiss und Herrn Prof. Dr. Herbert Schmidt für die ausgezeichnete Zusammenarbeit bei der Bearbeitung des FEI-Forschungsprojektes (AiF 17122N) und bei der Erstellung der gemeinsamen Publikationen.

Herrn Dr. Alexander Menegat und Herrn Prof. Dr. Roland Gerhards für die hervorragende Zusammenarbeit und die Möglichkeit zur Mitbenutzung des Chlorophyll-Fluoreszenz-*Imaging* Systems.

Der Firma Kronen Nahrungsmittel GmbH (Kehl am Rhein), insbesondere Herrn Eric Lefebvre, für die erfolgreiche Kooperation und sein großzügiges Engagement bei der Umsetzung der Technikumsversuche.

Den Firmen Gartenfrisch Jung GmbH (Jagsthausen), SaproS GmbH (Ilsfeld), Dinies Technologies GmbH (Villingendorf) und Amcor flexibles Europe (Ledbury, Großbritannien) für die freundliche Bereitstellung von Salaten, UV-C Entkeimungslampen und Verpackungsmaterialien.

Dem Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI), Godesberger Allee 142–148, 53175 Bonn, für die Förderung des IGF-Vorhaben AiF 17122N über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Meiner Familie, allen voran meinen großartigen Eltern und meiner Freundin für ihre uneingeschränkte Unterstützung und Rückhalt in allen Lebenslagen.

CONTENTS

CONTENTS

	PRELIMINARY REMARKS	I
	GENERAL INTRODUCTION	1
CHAPTER 1	Comparison of ultra-high-pressure water jet and conventional rotating blade cutting for the production of fresh-cut iceberg (<i>Lactuca sativa</i> L.) and endive (<i>Cichorium endivia</i> L.)	53
CHAPTER 2	Chlorophyll fluorescence imaging for monitoring the effects of minimal processing and warm water treatments on physiological properties and quality attributes of fresh-cut salads	77
CHAPTER 3	Effects of <i>Quillaja saponaria</i> extract and N ^α -lauroyl-L-arginine ethyl ester on reducing selected foodborne pathogens <i>in vitro</i> and maintaining quality of fresh-cut endive (<i>Cichorium endivia</i> L.) at pilot plant scale	105
CHAPTER 4	Quality improvement of fresh-cut endive (<i>Cichorium endivia</i> L.) and recycling of washing water by low-dose UV-C irradiation	127
	CONCLUDING REMARKS	151
	SUMMARY	161
	ZUSAMMENFASSUNG	163
