

ผลของการทำแห้งโดยใช้ลมร้อนต่อปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอท



นางสาว สิริมา สุขพรรณ

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-130-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18 ก.ย. 2545

I 19236748

EFFECT OF AIR DRYING ON BETA-CAROTENE CONTENT OF CARROT



MISS SIRIMA SUKKAPUN

**สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Food Technology**

Department of Food Technology

Graduate School

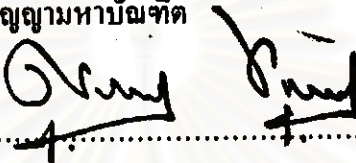
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

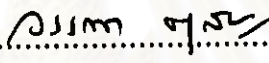
ISBN 974-332-130-6

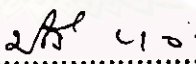
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของการทำแห้งโดยใช้ลมร้อนต่อปริมาณบีตา-แคโรทีนในแคโรท
โดย นางสาว สิริมา สุขพรรณ
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล

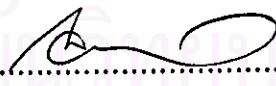
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

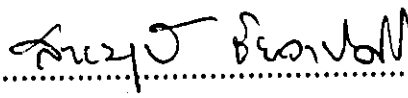

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรณา ทูดยัชฌู)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. กัญญา เลาหสงคราม)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ)

** C827532 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD:

AIR DRYING / DRIED CARROT / BETA-CAROTENE

SIRIMA SUKKAPUN : EFFECT OF AIR DRYING ON BETA-CAROTENE CONTENT OF CARROT. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PATCHAREE PANKUN, Ph.D.

99 pp. ISBN 974-332-130-6.

The objective of this research was to determine the beta-carotene loss during drying and to maintain a high beta-carotene retention of final product. Blanching was investigated and it was found that the suitable condition was blanching 1 X 1 X 1 cm³ diced carrots with water vapor for 4 minutes. For the second step, the appropriate corn starch concentration was studied and it was revealed that 2.5% corn starch coated carrots had good appearance and contained high amount of beta-carotene. In the third step, the effect of leaching soluble solid, soaking with 1% sodium sulfite, coating with 2.5% corn starch suspension and their combination were studied. The results showed that leaching soluble solid increased beta-carotene loss but the combination of sulfiting and corn starch coating could maintain the highest amount of beta-carotene ($p \leq 0.05$). For the fourth step, the suitable time and temperature for air drying at 60 and 55^oC, 70 and 65^oC, and 80 and 75^oC were studied and it was found that drying at 70^oC for 100 minutes and 65^oC for 50 minutes resulted dried carrot with highest sensory characteristic scores regarding to color, texture and high beta-carotene content. The product contained 4.13% moisture content, 9.03% protein, 2.03% fat, 66.12% carbohydrate, 7.47% ash, 11.21% fiber, 1464.95 ppm. sulfur dioxide, 232.65 µg / g beta-carotene and retained 50.37% of fresh carrot beta-carotene. In the fifth step, the effect of water activity (a_w) from a_w 0.42 - 0.65 at 10^oC on beta-carotene content was studied and it was found that high a_w resulted in higher beta-carotene retention. ($p \leq 0.05$) Finally, the storage of dried carrot in vacuum condition was studied. The result showed that beta-carotene content decreased with storage time significantly after 2 month storage but the total plate count and yeast and mold counts were still less than 100 colonies / g.

ภาควิชา..... เทคโนโลยีทางอาหาร
สาขาวิชา..... เทคโนโลยีทางอาหาร
ปีการศึกษา..... 2541

ลายมือชื่อนิสิต..... สิริมา สุขพรรณ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... 2/83 413
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... -

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พัชร ปานกุล อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ และตรวจทานแก้ไข วิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วรณา ดุลยธัญ ในฐานะประธานกรรมการ สอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลหาสงคราม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศายวรุฬ ชัยวานิชศิริ ที่ได้สละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบริษัท สดรองแพ็ค จำกัด (มหาชน) ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ บรรจุภัณฑ์

ขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัย มหาสารคาม ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องวัดค่า water activity

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ เป็นอย่างดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งให้โอกาส กำลังใจและช่วยเหลือทุก อย่างแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฐ
บทที่	
1. บทนำ	1
2. วรรณสารปริทัศน์	3
3. อุปกรณ์และขั้นตอนการทดลอง	22
4. ผลการทดลอง	32
5. วิจัยผลผลการทดลอง	62
6. สรุปผลการทดลอง	70
รายการอ้างอิง	71
ภาคผนวก ก	76
ภาคผนวก ข	93
ภาคผนวก ค	95
ประวัติผู้เขียน	99

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ปริมาณแร่ธาตุและวิตามินของแครอทส่วนที่รับประทานได้ต่อ 100 กรัม	4
2.2 วิตามินเอ แอคติวิตีของแคโรทีนอยด์บางชนิด	8
4.1 ความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ลวกกับแอคติวิตีของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส	32
4.2 เปอร์เซ็นต์ yield ของแครอทภายหลังการลวกและทำให้เย็น โดยแปรเวลาในการลวกต่างกัน	33
4.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ yield ของแครอทภายหลังการลวกและ ทำให้เย็น โดยแปรเวลาในการลวกต่างกัน	33
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณบิตา-แคโรทีนกับเวลาที่ใช้ในการลวกแครอท	34
4.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณบิตา-แคโรทีนในแครอทภายหลังการลวก โดยแปรเวลาที่ใช้ในการลวกต่างกัน	34
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณบิตา-แคโรทีนกับความเข้มข้นของสารละลาย corn starch ..	35
4.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณบิตา-แคโรทีนในแครอทภายหลังการชุบเคลือบ ด้วยสารละลาย corn starch โดยแปรความเข้มข้นของสารละลาย corn starch ต่างกัน..	36
4.8 ผลของการชะล้าง soluble solid การแช่สารละลายโซเดียมซัลไฟด์และการชุบเคลือบ ด้วยสารละลาย corn starch ต่อปริมาณบิตา-แคโรทีนในแครอท	37
4.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณบิตา-แคโรทีนในแครอทภายหลังการชะล้าง soluble solid การแช่สารละลายโซเดียมซัลไฟด์ และการชุบเคลือบด้วยสารละลาย corn starch	37
4.10 เปอร์เซ็นต์ water insoluble solid และเปอร์เซ็นต์ leaching loss ของแครอทที่ผ่าน การชะล้าง soluble solid	38
4.11 Rehydration ratio และ Rehydration rate ของแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ ต่างๆ กัน	45
4.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Rehydration ratio ของแครอทที่ผ่านการอบแห้ง ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน	45
4.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Rehydration rate ของแครอทที่ผ่านการอบแห้ง ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.14 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่ อุณหภูมิต่างๆ กัน	48
4.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ แครอทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ กัน	48
4.16 ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแครอทสด แครอทลวก และแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ผ่านการคั้นรูปแล้ว	49
4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแครอทสด แครอทลวก และแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ผ่านการคั้นรูปแล้ว ...	49
4.18 ค่าความแน่นเนื้อของแครอทสด แครอทลวก และแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ผ่านการคั้นรูปแล้ว	50
4.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแน่นเนื้อของแครอทสด แครอทลวก และ แครอทอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ผ่านการคั้นรูปแล้ว	50
4.20 ปริมาณบิตา-แคโรทีนในแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ กัน	52
4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณบิตา-แคโรทีนในแครอทที่ผ่านการอบแห้ง ที่อุณหภูมิต่างๆ กัน	52
4.22 องค์ประกอบทางเคมี และเปอร์เซ็นต์ yield ของผลิตภัณฑ์แครอทอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 65 °C	53
4.23 ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแครอทอบแห้งที่แปรระดับ a_w และเวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน	54
4.24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแครอทอบแห้งที่แปรระดับ a_w และเวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน	55
4.25 ปริมาณบิตา-แคโรทีนของแครอทอบแห้งที่แปรระดับ a_w และเวลาในการเก็บรักษา ต่างๆ กัน	56
4.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณบิตา-แคโรทีนของแครอทอบแห้งที่แปร ระดับ a_w และเวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน	57
4.27 ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแครอทอบแห้งที่เวลา ในการเก็บรักษาต่างๆ กัน	59
4.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแครอทอบแห้งที่เวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน	59

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.29 ปริมาณบิตา-แคโรทีนของแครอทอบแห้งที่เวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน	60
4.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณบิตา-แคโรทีนในแครอทอบแห้งที่เวลา ในการเก็บรักษาต่างๆ กัน	60
4.31 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) ในผลิตภัณฑ์แครอทอบแห้งที่เวลาการเก็บรักษาต่างๆ กัน	61



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะทั่วไปของแคโรท	4
2.2 โครงสร้างของหมู่ไอโซพรีน (C_5H_8)	5
2.3 สูตรโครงสร้างของแคโรทีนชนิดต่างๆ	6
2.4 การเปลี่ยนบีตา-แคโรทีนเป็นวิตามินเอ	9
2.5 การรวมตัวของบีตา-แคโรทีนเรดิคัล	11
2.6 การเปลี่ยนรูปของบีตา-แคโรทีนเนื่องจากความร้อน แสง และรังสี	12
2.7 สารประกอบอียพอกไซด์ชนิดต่างๆ จากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของบีตา-แคโรทีน ในสถานะที่เป็นกรด	13
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ $60^{\circ}C$	39
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการอบแห้งกับเวลาที่อุณหภูมิ $60^{\circ}C$	39
4.3 สัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ $55^{\circ}C$	40
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ $70^{\circ}C$	40
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการอบแห้งกับเวลาที่อุณหภูมิ $70^{\circ}C$	41
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ $65^{\circ}C$	42
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ $80^{\circ}C$	42
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการอบแห้งกับเวลาที่อุณหภูมิ $80^{\circ}C$	43
4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 และ $75^{\circ}C$	44
4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง Rehydration ratio กับเวลา	46
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง Rehydration rate กับเวลา	47
4.12 โครงสร้างเซลล์ของแคโรทสดและแคโรทอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ภายหลังจากคืนรูป กำลังขยาย 200 เท่า	51
4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณบีตา-แคโรทีนกับเวลาของผลิตภัณฑ์แคโรทอบแห้งที่มี ค่า a_w ต่างๆ กัน	57
4.14 moisture sorption isotherm ของผลิตภัณฑ์แคโรทอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ $65^{\circ}C$	58
ก.1 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้ peak กับปริมาณความเข้มข้นของ บีตา-แคโรทีน	78

สารบัญรูป (ต่อ)

ก.2 peak ของบีตา-แคโรทีนมาตรฐาน (retention time ประมาณ 13 นาที) วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC	79
ก.3 peak ของบีตา-แคโรทีนได้จากแคโรทีนวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC	79
ก.4 Modified Rankine Apparatus	86
ก.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงและเวลาในการวัดค่าความแน่นเนื้อของแคโรทีน	89
ค.1 ผลึกภัณฑ์แคโรทีนที่อุณหภูมิ 70 และ 65°C และแคโรทีนรูป	95
ค.2 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส	96
ค.3 แผ่นเปรียบเทียบค่าสีของ Minolta Colormetric Technology	97
ค.4 เครื่องวัดสี	98



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย