ผลของการทำแห้งโดยใช้ลมร้อนต่อปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอท

นางสาว สิริมา สุขพรรณ์

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-แคโรทีนในแครอท

โดย นางสาว สิริมา สุขพรรณ์

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณา ตุลยชัญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลาหสงคราม)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สิริมา สุขพรรณ์ : ผลของการทำแห้งโดยใช้ลมร้อนต่อปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอท (EFFECT OF AIR DRYING ON BETA-CAROTENE CONTENT OF CARROT) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. พัชรี ปานกุล, 99 หน้า. ISBN 974-332-130-6

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปริมาณบีตา-แคโรทีนที่สูญเสียระหว่างกระบวนการอบแห้ง และหาแนวทางในการรักษาปริมาณบีตา-แคโรทีนให้คงอยู่ในผลิตภัณฑ์ให้มากที่สุด ในขั้นตอนแรกได้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการลวกแครอทรูปลูกเต๋า ขนาด 1 X 1 X 1 cm^3 โดยใช้ไอน้ำ พบว่า เวลาในการลวกที่เหมาะสมคือ 4 นาที จากนั้นหาความเข้มข้นของสารละลาย corn starch ที่เหมาะสมต่อการชุบเคลือบแครอท พบว่า การชุบเคลือบแครอทด้วยสารละลาย corn starch 2.5 % (w/v) สามารถรักษาปริมาณบีตา-แคโรทีนได้เป็นปริมาณสูงและผลิตภัณฑ์มีลักษณะปรากฏที่ดี ต่อมาศึกษาผลของการชะล้าง soluble solid การแช่สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ ความเข้มข้น 1 % (w/v) และการชุบเคลือบแครอทด้วย corn starch ความเข้มข้น 2.5 % พบว่า การชะล้าง soluble solid จะทำให้เกิดการสูญเสียบีตา-แคโรทีนมากขึ้น ส่วนการใช้โซเดียมซัลไฟต์ ความเข้มข้น 1 % ร่วมกับการชุบเคลือบแครอทด้วย corn starch ความเข้มข้น 2.5 % สามารถรักษาปริมาณบีตา-แคโรทีนไว้ได้มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) จากนั้นศึกษาเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งแครอท แปรอุณหภูมิที่ใช้เป็น 3 ระดับ คือ 60 และ 55 °C 70 และ 65 °C และ 80 และ 75 °C พบว่า การอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 100 นาที แล้วลดอุณหภูมิเป็น 65 °C อบต่อเป็นเวลา 50 นาที จะให้ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ค่าสี ค่าความแน่นเนื้อ และปริมาณบีตา-แคโรทีนสูง จึงเลือกตัวอย่างนี้เพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป โดยทำการหาองค์ประกอบทางเคมี ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และน้ำหนักหลังการคืนรูปของผลิตภัณฑ์แครอทอบแห้ง พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้น 4.13 % โปรตีน 9.03% ไขมัน 2.03% คาร์โบไฮเดรต 66.12% เถ้า 7.47% เส้นใย 11.21 % ปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์คงเหลือ 1464.95 ppm. ปริมาณบีตา-แคโรทีน 232.65 µg./ g. ซึ่งคิดเป็น 50.37 % เมื่อเทียบกับปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอทสด จากนั้นทำการศึกษาผลของค่า water activity (a_w) ที่มีต่อปริมาณบีตา-แคโรทีน ในช่วง a_w 0.42 - 0.65 พบว่า แครอทอบแห้งที่มีค่า a_w สูงจะสามารถรักษาปริมาณบีตา-แคโรทีนในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10°C ไว้ได้มากกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีค่า a_w ต่ำ อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศ พบว่า ปริมาณบีตา-แคโรทีนมีแนวโน้มลดลงเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้น โดยเริ่มมีความแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ภายหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 2 เดือน ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 100 โคโลนี / กรัม

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต สิริมา สุขพรรณ์
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อและบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เป็นการพิมพ์ถ่ายจากต้นฉบับเดิม

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 cm^3 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 ^{o}C, 70 and 65 ^{o}C, and 80 and 75 ^{o}C were studied and it was found that drying at 70 ^{o}C for 100 minutes and 65 ^{o}C 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 ^{o}C 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 ลายมือชื่อนิสิต สิริมา สุขพรรณ์
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2541 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พัชรี ปานกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูงที่ท่านได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วรรณา ตุลยชัญ ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลาหสงคราม และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ ที่ได้สละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณบริษัท สตรองแพ็ค จำกัด (มหาชน) ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์บรรจุภัณฑ์

ขอขอบพระคุณภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ใช้เครื่องวัดค่า water activity

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย

ขอขอบพระคุณเพื่อนๆ และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ เป็นอย่างดี

ท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งให้โอกาส กำลังใจและช่วยเหลือทุกอย่างแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

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. วิจารณ์ผลการทดลอง 62
6. สรุปผลการทดลอง 70

รายการอ้างอิง 71

ภาคผนวก ก 76

ภาคผนวก ข 93

ภาคผนวก ค 95

ประวัติผู้เขียน 99

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ปริมาณแร่ธาตุและวิตามินของแครอทส่วนที่รับประทานได้ต่อ 100 กรัม	4
2.2	วิตามินเอ แอคติวิตี้ของแคโรทีนอยด์บางชนิด	8
4.1	ความสัมพันธ์ของเวลาที่ใช้ลวกกับแอคติวิตี้ของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส	32
4.2	เปอร์เซ็นต์ yield ของแครอทภายหลังการลวกและทำให้เย็น โดยแปรเวลาในการลวกต่างกัน	33
4.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ yield ของแครอทภายหลังการลวกและทำให้เย็น โดยแปรเวลาในการลวกต่างกัน	33
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณบีตา-แคโรทีนกับเวลาที่ใช้ในการลวกแครอท	34
4.5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอทภายหลังการลวก โดยแปรเวลาที่ใช้ในการลวกต่างกัน	34
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณบีตา-แคโรทีนกับความเข้มข้นของสารละลาย corn starch	35
4.7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอทภายหลังการชุบเคลือบด้วยสารละลาย corn starch โดยแปรความเข้มข้นของสารละลาย corn starch ต่างกัน	36
4.8	ผลของการชะล้าง soluble solid การแช่สารละลายโซเดียมซัลไฟต์และการชุบเคลือบด้วยสารละลาย corn starch ต่อปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอท	37
4.9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอทภายหลังการชะล้าง soluble solid การแช่สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ และการชุบเคลือบด้วยสารละลาย corn starch	37
4.10	เปอร์เซ็นต์ water insoluble solid และเปอร์เซ็นต์ leaching loss ของแครอทที่ผ่านการชะล้าง soluble solid	38
4.11	Rehydration ratio และ Rehydration rate ของแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ กัน	45
4.12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Rehydration ratio ของแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ กัน	45
4.13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Rehydration rate ของแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ กัน	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.14 คะแนนเฉลี่ยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ กัน 48
4.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ กัน 48
4.16 ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแครอทสด แครอทลวก และแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ผ่านการคืนรูปแล้ว 49
4.17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแครอทสด แครอทลวก และแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ผ่านการคืนรูปแล้ว ... 49
4.18 ค่าความแน่นเนื้อของแครอทสด แครอทลวก และแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ผ่านการคืนรูปแล้ว 50
4.19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความแน่นเนื้อของแครอทสด แครอทลวก และแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ที่ผ่านการคืนรูปแล้ว 50
4.20 ปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ กัน 52
4.21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอทที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ 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 ปริมาณบีตา-แคโรทีนของแครอทอบแห้งที่แปรระดับ a_w และเวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน 56
4.26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณบีตา-แคโรทีนของแครอทอบแห้งที่แปรระดับ a_w และเวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน 57
4.27 ค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแครอทอบแห้งที่เวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน 59
4.28 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสว่าง (L) ค่าสีแดง (a) และค่าสีเหลือง (b) ของแครอทอบแห้งที่เวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน 59

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.29 ปริมาณบีตา-แคโรทีนของแครอทอบแห้งที่เวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน 60
4.30 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอทอบแห้งที่เวลาในการเก็บรักษาต่างๆ กัน 60
4.31 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) ในผลิตภัณฑ์แครอทอบแห้งที่เวลาการเก็บรักษาต่างๆ กัน 61

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ลักษณะทั่วไปของแครอท 4

2.2 โครงสร้างของหมู่ไอโซพรีน (C_5H_8) 5

2.3 สูตรโครงสร้างของแคโรทีนชนิดต่างๆ 6

2.4 การเปลี่ยนบีตา-แคโรทีนเป็นวิตามินเอ 9

2.5 การรวมตัวของบีตา-แคโรทีนแรดิคัล 11

2.6 การเปลี่ยนรูปของบีตา-แคโรทีนเนื่องจากความร้อน แสง และรังสี 12

2.7 สารประกอบอีพอกไซด์ชนิดต่างๆ จากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของบีตา-แคโรทีน ในสภาวะที่เป็นกรด..... 13

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C 39

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการอบแห้งกับเวลาที่อุณหภูมิ 60°C 39

4.3 สัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 และ 55°C..... 40

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C 40

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการอบแห้งกับเวลาที่อุณหภูมิ 70°C 41

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 65°C 42

4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C 42

4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราเร็วในการอบแห้งกับเวลาที่อุณหภูมิ 80°C 43

4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นกับเวลาในการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 และ 75°C 44

4.10 ความสัมพันธ์ระหว่าง Rehydration ratio กับเวลา 46

4.11 ความสัมพันธ์ระหว่าง Rehydration rate กับเวลา 47

4.12 โครงสร้างเซลล์ของแครอทสดและแครอทอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ภายหลังการคืนรูป กำลังขยาย 200 เท่า 51

4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณบีตา-แคโรทีนกับเวลาของผลิตภัณฑ์แครอทอบแห้งที่มีค่า a_w ต่างๆ กัน 57

4.14 moisture sorption isotherm ของผลิตภัณฑ์แครอทอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 65°C 58

ก.1 กราฟมาตรฐานความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใต้ peak กับปริมาณความเข้มข้นของบีตา-แคโรทีน 78

สารบัญรูป (ต่อ)

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

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย