อิทธิพลของการเตรียมแครอทและอุณหภูมิของการอบแห้งต่อสมบัติทางกายภาพ

Influences of Carrot Pretreatment and Drying Temperature on Its Physical Properties

ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์[1] ณัฐอาภา ดิษรัก[1] และ ละมุล วิเศษ[1]
Songchai Wiriyaumpaiwong[1], Natarpa Dissarak[1] and Lamul Wiset[1]

Abstract

Nowadays, carrot is usually processed to be used as an ingredient in the instant food mostly in the form of dried carrot. This research aimed to study the influences of pretreatment methods and drying temperatures on the physical properties of carrot. The cubic carrot with the size of 1 cm^3 was then treated with different pretreatments such as steamed carrot, steamed carrot followed by immersing in 2.5% of corn starch and steamed carrot followed by immersing in 1% of sodium sulfide and 2.5% of corn starch, respectively. The drying temperatures were 60 and 80°C. Sample with the initial moisture content about 1,018-1,211 % dry basis was dried down to 10% dry basis by using infrared. Samples were then analyzed based on its hardness and rehydration. The results showed that the optimum condition of infrared drying of carrot was at temperature of 80°C for 180 min, and the sample was prepared by steaming, immersing in 1% of sodium sulfide and 2.5% of corn starch, respectively.

Keywords: infrared, drying, carrot

บทคัดย่อ

ปัจจุบันแครอทมักจะถูกแปรรูปเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในอาหารกึ่งสำเร็จรูป ส่วนใหญ่ในรูปแบบของแครอทอบแห้ง งานวิจัยนี้จึงศึกษาอิทธิพลของวิธีการเตรียมตัวอย่าง และอุณหภูมิของการอบแห้งและต่อสมบัติทางกายภาพของแครอท ใช้แครอทรูปทรงลูกเต๋าขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร จากนั้นนำตัวอย่างมาเตรียมการก่อนอบแห้งด้วยวิธีการแตกต่างกัน คือ แครอทลวกด้วยไอน้ำ แครอทลวกด้วยไอน้ำแล้วนำไปจุ่มในสารละลายแป้งข้าวโพดเข้มข้น 2.5% และแครอทลวกด้วยไอน้ำแล้วนำไปชุบในสารละลายโซเดียมซัลไฟต์เข้มข้น 1% และสารละลายแป้งข้าวโพดเข้มข้น 2.5% ตามลำดับ อุณหภูมิของการอบแห้ง คือ 60 และ 80 องศาเซลเซียส ตัวอย่างที่มีความชื้นเริ่มต้นร้อยละ 1,018-1,211 ถูกอบแห้งจนเหลือร้อยละ 10 มาตรฐานแห้ง โดยใช้รังสีอินฟราเรด จากนั้นนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ ความแข็ง และการดูดน้ำกลับ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เงื่อนไขของการอบแห้งแครอทด้วยรังสีอินฟราเรดที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 นาที เมื่ออบแห้งตัวอย่างที่เตรียมโดยการลวกด้วยไอน้ำแล้วนำไปชุบในสารละลายโซเดียมซัลไฟต์เข้มข้น 1% และสารละลายแป้งข้าวโพดเข้มข้น 2.5% ตามลำดับ

คำสำคัญ: อินฟราเรด การอบแห้ง แครอท

คำนำ

แครอท (Carrot) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Daucus carata* Linn. มีเบต้า-แคโรทีนสูง ช่วยป้องกันโรคมะเร็งได้ ร่างกายจะเปลี่ยนเบต้า-แคโรทีนให้เป็นวิตามินเอ ป้องกันโรคตาบอดกลางคืน โรคตาฟาง ช่วยให้ระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายทำงานได้ตามปกติ ในหัวแครอทมีปริมาณเกลือโพแทสเซียมสูง ช่วยขับปัสสาวะ (ปวีณา, 2553) ด้วยสรรพคุณทางยานี้ แครอทจึงมักจะถูกเตรียมและแปรรูปด้วยการใช้ความร้อน เพื่อยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลเนื่องจากเอนไซม์และความร้อน (ยุทธพงษ์, 2552) และยับยั้งการเสื่อมเสียเนื่องจากน้ำอิสระของแครอท

การเตรียมแครอทก่อนแปรรูปมีหลายวิธี อาทิเช่น การลวกด้วยน้ำร้อน (Water blanching) การลวกด้วยไอน้ำ (Steam blanching) การใช้สารประกอบซัลไฟด์ (Use of sulfide compounds) และการใช้สารละลายแป้ง (Use of starch solutions) การลวกด้วยไอน้ำให้ผลดีและเป็นที่นิยมมากกว่าการลวกด้วยน้ำร้อน ซึ่งจะช่วยลดการสูญเสียของสารอาหารภายในเซลล์ของผักผลไม้ทำให้มีคุณภาพดี การแปรรูปแครอทส่วนใหญ่ มักจะนำไปอบแห้งเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร

[1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ขามเรียง กันทรวิชัย มหาสารคาม 44150
[1] Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamraing, Kantarawichai, Mahasarakham. 44150

กึ่งสำเร็จรูป การอบแห้งมีหลายวิธี ได้แก่ การอบแห้งด้วยอากาศร้อน (Hot air drying) การอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรด (Infrared drying) การอบแห้งด้วยเครื่องสูบอัดความร้อน (Heat pump drying) เป็นต้น การเตรียมและการแปรรูปแครอทด้วยการใช้ความร้อนสูงเป็นระยะเวลานานๆ ทำให้สมบัติทางกายภาพของแครอทเปลี่ยนแปลง สันติ (2551) ศึกษาการอบแห้งแครอทด้วยอากาศร้อน พบว่า อุณหภูมิของอากาศร้อนที่ 50-60°C เป็นเงื่อนไขที่เหมาะสม ในการอบแห้งแครอทให้ได้สีที่ต้องการ และ Mohamed and Hussein (1994) เสนอแนะว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการให้ความร้อนมีผลต่อการสูญเสียแคโรทีนอยด์ในแครอทมากกว่าระยะเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อน ดังนั้นในระหว่างกระบวนการผลิตไม่ควรให้ความร้อนสูงและเวลาสั้น

Zhao and Chang (1995) พบว่า ปริมาณเบต้าแคโรทีนในตัวอย่างที่แช่สารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์ 0.2% จะมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงกว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่แช่ในสารละลายโซเดียมไบซัลไฟต์ 0.05% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากซัลไฟต์มีสมบัติในการเป็นแอนติออกซิแดนท์จึงช่วยให้เบต้าแคโรทีนคงตัว แต่ผลของซัลไฟต์ในการป้องกันการสูญเสียเบต้าแคโรทีนยังขึ้นกับระดับของซัลไฟต์อีกด้วย สิริมา (2550) ศึกษาการลวกด้วยไอน้ำ แล้วนำไปชุบเคลือบด้วยสารละลายแป้งข้าวโพด เพื่อรักษาปริมาณเบตาแคโรทีนให้คงไว้ให้มากที่สุด พบว่า เวลาในการลวกที่เหมาะสม คือ 4 นาที และชุบเคลือบแครอทด้วยสารละลายแป้งข้าวโพดเข้มข้น 2.5% (w/v) จากการทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมา งานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาการเตรียมด้วยวิธีแตกต่างกัน ได้แก่ การลวกด้วยไอน้ำ การใช้สารประกอบซัลไฟต์ และการใช้สารละลายแป้งข้าวโพด แล้วนำไปอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน ที่ส่งผลต่ออัตราการอบแห้ง และสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ความแข็งและการดูดน้ำกลับของแครอทแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

แครอทที่นำมาศึกษาจัดซื้อมาจากท้องตลาดในครั้งเดียวกัน นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด จากนั้นนำไปหั่นเป็นแครอทรูปทรงลูกเต๋าขนาด 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตัวอย่างแครอทถูกแบ่งออกเป็น 6 กลุ่ม เพื่อศึกษาอิทธิพลของการเตรียมที่แตกต่างกัน 3 วิธี คือ การลวกด้วยไอน้ำ การลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสาละลายแป้งข้าวโพดเข้มข้น 2.5% (w/v) และการลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสารละลายโซเดียมซัลไฟต์เข้มข้น 1% และสารละลายแป้งข้าวโพดเข้มข้น 2.5% ตามลำดับ ตัวอย่างหลังการเตรียมที่มีความชื้นร้อยละ 1,120 ถูกอบแห้งจนเหลือร้อยละ 10 มาตรฐานแห้ง โดยใช้รังสีอินฟราเรด ที่อุณหภูมิของการอบแห้ง คือ 60 และ 80 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ความแข็งด้วยเครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส โดยใช้หัววัดแบบเข็มเหล็กกล้าไร้สนิมขนาด 2 มิลลิเมตร อัตราเร็วก่อนทดสอบ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราเร็วขณะทดสอบ 2 มิลลิเมตรต่อวินาที อัตราเร็วหลังทดสอบ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที และวิเคราะห์การดูดน้ำกลับด้วยวิธี Ranganna โดยการนำแครอทแห้ง 0.5 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำอุณหภูมิ 80°C ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงบีกเกอร์ แล้วแช่บีกเกอร์ลงในอ่างน้ำที่ควบคุมอุณหภูมิ 80°C จากนั้นเทน้ำออกแล้วชั่งน้ำหนักทุกๆ 1 นาที แล้วนำมาคำนวณอัตราส่วนการดูดน้ำกลับ ดังสมการ 1

อัตราส่วนการดูดน้ำกลับ = น้ำหนักแครอทหลังการดูดน้ำกลับ / น้ำหนักแครอทแห้ง (1)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

อิทธิพลของการเตรียมแครอทที่มีต่อจลนศาสตร์การอบแห้ง

แครอทที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำ การลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสารละลายแป้งข้าวโพด และการลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสารละลายโซเดียมซัลไฟต์ และสารละลายแป้งข้าวโพด ตามลำดับ ทั้ง 3 วิธี มีความชื้นหลังการเตรียมแครอทก่อนนำไปอบแห้งร้อยละ 1,021 1,201 และ 1,221 ตามลำดับ โดยอบแห้งจนเหลือความชื้นสุดท้ายร้อยละ 10 โดยประมาณ การลวกด้วยไอน้ำ (ตัวควบคุม) มีความชื้นเริ่มต้นก่อนอบแห้งต่ำกว่าอีก 2 วิธีการเตรียมอยู่ประมาณ ร้อยละ 200

การอบแห้งแครอทที่ผ่านกระบวนการเตรียมที่แตกต่างกัน 3 วิธี ด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 60°C ดัง Figure 1 จะเห็นได้ว่าแครอทที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสารละลายแป้งข้าวโพด (300 นาที) และแครอทที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ และสารละลายแป้งข้าวโพด ตามลำดับ (300 นาที) ใช้เวลาในการอบแห้งสั้นกว่าแครอทที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำเพียงอย่างเดียว (360 นาที) ที่ใช้เป็นตัวควบคุม แสดงว่าวิธีการเตรียมแครอทก่อนอบแห้งทั้ง 3 วิธี ส่งผลต่อการอบแห้ง แม้การจุ่มในสารละลายแป้งข้าวโพด หรือการจุ่มในสารละลายโซเดียม ซัลไฟด์ และสารละลายแป้งข้าวโพดจะเพิ่มความชื้นเริ่มต้นก่อนอบแห้งให้มีค่าสูงขึ้น แต่ยังคงสามารถลดความชื้นได้รวดเร็วกว่าตัวควบคุม (การลวกด้วยไอน้ำเพียงอย่างเดียว) เป็นไปได้ว่า การจุ่มในสารละลายทั้ง 2 ชนิด นี้ อาจจะช่วยตรึงเซลล์ของเนื้อแครอทไม่ให้หดตัวมากระหว่างการอบแห้ง จึงทำให้การแพร่ของน้ำออกจากแครอทเร็วกว่าไม่จุ่มในสารละลาย

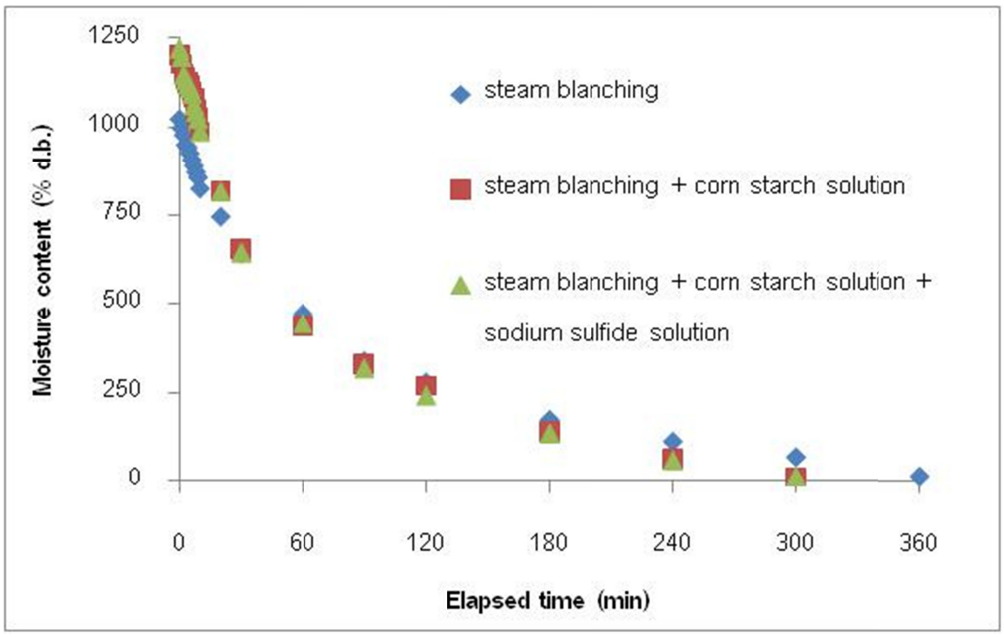

Figure 1 Drying kinetics of carrot undergoing various pretreatments at 60°C constant drying temperature

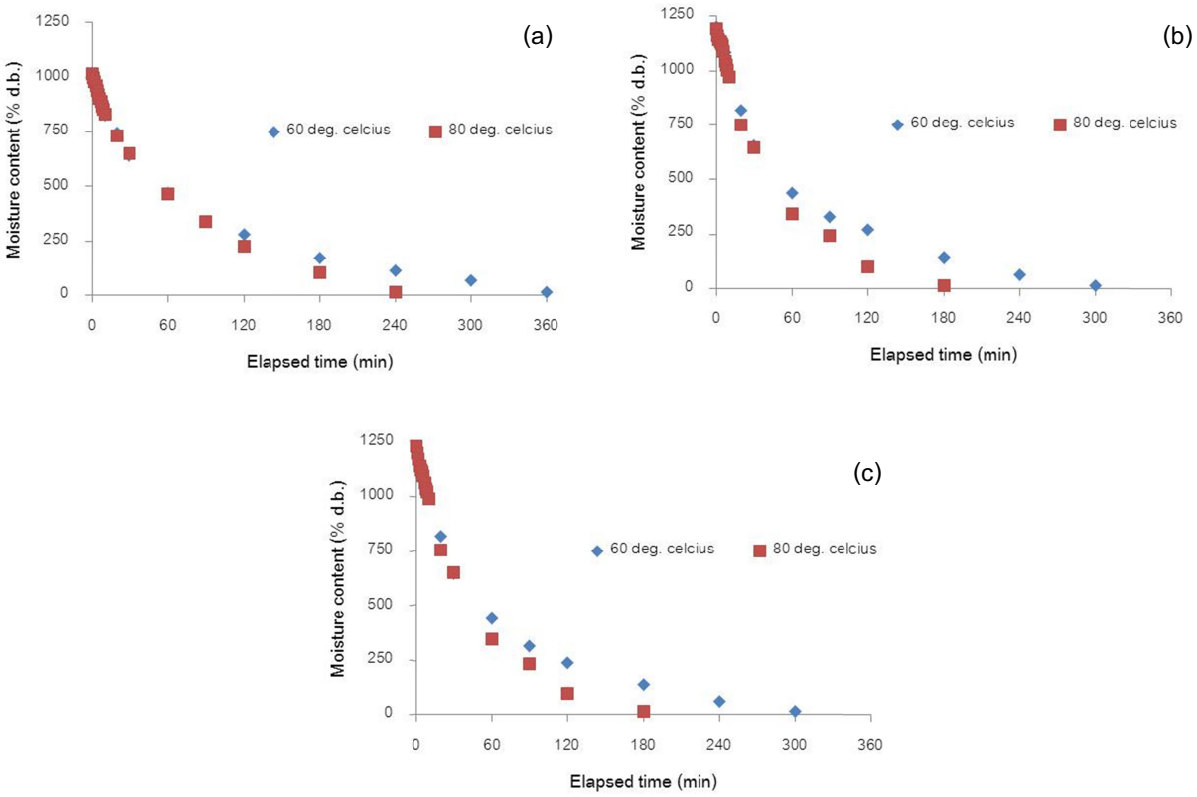

Figure 2 Drying kinetics of carrot using infrared at the various drying temperatures (a) steam blanching (b) steam blanching followed by immersing in 2.5% of corn starch (c) steam blanching followed by immersing in 1% of sodium sulfide and 2.5% of corn starch

อิทธิพลของอุณหภูมิการอบแห้งที่มีต่อจลนศาสตร์การอบแห้ง

Figure 2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงความชื้นและเวลาในการอบแห้งด้วยรังสีอินฟราเรดที่อุณหภูมิ 60°C และ 80°C จากผลการทดลองพบว่าที่อุณหภูมิ 80°C สามารถลดความชื้นแครอทได้รวดเร็วกว่าอุณหภูมิ 60°C อย่างชัดเจน ใช้เวลาการอบแห้งสั้นกว่าประมาณ 120 นาที ในทุกๆ วิธีการเตรียมแครอท โดยแครอทที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำ ตาม

ด้วยการจุ่มในสารละลายแป้งข้าวโพด และแครอทที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ และสารละลายแป้งข้าวโพด ตามลำดับ มีอัตราการอบแห้ง และเวลาของการอบแห้งใกล้เคียงกัน แสดงว่าทั้งอุณหภูมิการอบแห้งและการตรึงเซลล์ด้วยสารละลายทั้ง 2 ชนิด ส่งผลต่ออัตราการอบแห้งและเวลาของการอบแห้งอย่างมาก

อิทธิพลของการเตรียมแครอทและอุณหภูมิการอบแห้งที่มีต่อความแข็งและอัตราส่วนการดูดน้ำกลับ

จากที่กล่าวมาข้างต้น แครอทที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสารละลายแป้งข้าวโพด และแครอทที่ผ่านการลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ และสารละลายแป้งข้าวโพด ตามลำดับ และอุณหภูมิการอบแห้ง 80°C น่าจะเป็นเงื่อนไขที่เหมาะสม เมื่อพิจารณาความแข็งและอัตราส่วนการดูดน้ำกลับ พบว่า ทั้งวิธีการเตรียมแครอทและอุณหภูมิการอบแห้งส่งผลต่อความแข็งและอัตราส่วนการดูดน้ำกลับ เพียงเล็กน้อย แต่มีแนวโน้มว่าอุณหภูมิการอบแห้ง 80°C ทำให้อัตราส่วนการดูดน้ำกลับลดลง ในขณะที่การลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสารละลายแป้งข้าวโพด และการลวกด้วยไอน้ำ ตามด้วยการจุ่มในสารละลายโซเดียมซัลไฟด์ และสารละลายแป้งข้าวโพด ที่อุณหภูมิการอบแห้ง 60°C มีแนวโน้มทำให้อัตราส่วนการดูดน้ำกลับสูงขึ้น ดัง Table 1

Table 1 Hardness and rehydration ratio of carrot at various pretreatments

Pretreatments	Hardness (N)		Rehydration ratio @ 8 min (-)	
	60°C	80°C	60°C	80°C
Steam blanching	9.64 ± 1.32	7.96 ± 1.45	2.44	2.51
Steam blanching followed by immersing in corn starch solution	8.79 ± 1.29	8.43 ± 1.09	2.65	2.52
Steam blanching followed by immersing in sodium sulfide and corn starch solutions	8.66 ± 1.32	9.26 ± 0.63	2.79	2.52

สรุปผล

ทั้งอุณหภูมิการอบแห้งและการเตรียมแครอทด้วยสารละลายโซเดียม ซัลไฟด์ และสารละลายแป้งข้าวโพด ส่งผลต่ออัตราการอบแห้งและเวลาของการอบแห้งอย่างมาก เงื่อนไขของการอบแห้งแครอทด้วยรังสีอินฟราเรดที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 180 นาที เมื่ออบแห้งตัวอย่างที่เตรียมโดยการลวกด้วยไอน้ำแล้วนำไปชุบในสารละลายโซเดียมซัลไฟต์เข้มข้น 1% และสารละลายแป้งข้าวโพดเข้มข้น 2.5% ตามลำดับ แต่ถ้าพิจารณาคุณภาพแครอทแห้งด้านความแข็งและอัตราส่วนการดูดน้ำกลับ เงื่อนไขของการอบแห้งแครอทด้วยรังสีอินฟราเรดที่เหมาะสม คือ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 300 นาที เมื่ออบแห้งตัวอย่างที่เตรียมโดยการลวกด้วยไอน้ำแล้วนำไปชุบในสารละลายโซเดียมซัลไฟต์เข้มข้น 1% และสารละลายแป้งข้าวโพดเข้มข้น 2.5% ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้งบประมาณและสถานที่ในการดำเนินงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ปวีณา ประดับญาติ. 2553. (ระบบออนไลน์). แหล่งที่มา: http://www.pathum2.net/kmc/?name=research&file=readresearch&id=286 (20 สิงหาคม 2555)

ยุทธพงษ์ ปัญญาดา. 2552. ผลของความดันสูงและความร้อนต่อคุณภาพทางกายภาพเคมีและจุลชีววิทยาของน้ำแครอท. วารสารอาหาร 39 (4): 331-337.

สิริมา สุขพรรณ์. 2541. ผลของการทำแห้งโดยใช้ลมร้อนต่อปริมาณบีตา-แคโรทีนในแครอท. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 99 หน้า.

สันติ สุดเฉลียว, ทรงชัย วิริยะอำไพวงศ์ และอำไพศักดิ์ ทีบุญมา. 2551. จลนพลศาสตร์การอบแห้งแครอทด้วยสนามไฟฟ้าร่วมอากาศร้อน. วารสารวิจัย. มหาวิทยาลัยขอนแก่น 13 (2): 261-268.

Mohamed, S. and R. Hussein. 1994. Effect of Low Temperature Blanching, Cysteine-HCl, N-Acetyl-L-Cysteine, Na Metabisulphite and Drying Temperatures on the Firmness and Nutrient Content of Dried Carrots. Journal of Food Processing and Preservation 18(4): 343-348.

Zhao, Y. P. and K. C. Chang. 1995. Sulfite and Starch Affect Color and Carotenoids of Dehydrated Carrots (*Daucus carota*) during Storage. Journal of Food Science 60(2): 324-326.