

ผลของการเคียวริงขมิ้นที่มีต่อลักษณะ เนื้อเยื่อขมิ้นและเวลาการทำแห้ง

Effect of Curing on Turmeric Tissue and Drying Time

สายสนม ประดิษฐ์ดวง¹ ประสาทร์ เกื้อมณี ²
วรรณวิบูลย์ กาญจนกฤษณ์¹ กานดา วนิชกาญจนกุล¹

Saisanom Praditdoug, Prasart Kaewmanee,
Wunwiboon Ganjanagoonchorn, and Kanda Wanichgarnjanakul

ABSTRACT

Microscopic study of cured and uncured turmeric tissue during different drying time showed that non-curing turmeric tissue consisted of native starch granules spread from outer through inner parts of rhizome. All starch granules stained red of safranin O. After 60 hrs. of drying at 60-65°C some granules located at peripheral stained green of fast green FCF and small intracellular spaces were also observed. Curing turmeric by boiling for 30 minutes in water caused gelatinization of starch. The starch granules were damaged the granules and the starch was released outside and packed within cells. It was observed as green stained within the cells which indicated that gelatinized starch stained green of the fast green FCF. During drying period gelatinized starch shrinked and intracellular space increases which enhances water diffusion and shorten the time of drying. Drying time of curing turmeric were 18 hours but non-curing turmeric were 108 hours.

Key words: turmeric tissue, curing, drying time

บทคัดย่อ

จากการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างเนื้อเยื่อขมิ้นระหว่างการทำแห้งของขมิ้นที่ไม่

ผ่านและผ่านการเคียวริงโดยการเตรียมสไลด์ถาวรและย้อมสี พบว่าขมิ้นที่ไม่ผ่านการเคียวริงเมื่อนำไปทำแห้ง ในระยะแรกเมื่อดูดสีไม่มีการเปลี่ยนแปลง ยังคงกระจายตัวอยู่ทั่วไปและติดสีแดงของ Safranin O

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Food Science and Technology, Faculty of Agro-industry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

² ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand.

ไม่พบช่องว่างในเซลล์ทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำจากชั้นในของชั้นไขมันออกสู่ผิวนอกเป็นไปอย่างเชื่องช้า หลังจากทำให้นาน 60 นาทีที่อุณหภูมิ 60-65°C มีความร้อนมากพอจึงเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงของเม็ดสตาร์ชจากด้าน นอกติดสีเขียวของ Fast green FCF และมีช่องว่างภายในเซลล์ปรากฏให้เห็นบ้าง ส่วนไขมันที่ผ่านการเคียวรังโดยต้มในน้ำเดือด 30 นาทีนั้นการกระจายความร้อนเป็นไปอย่างรวดเร็วและสูงพอที่มีผลให้ เม็ดสตาร์ชเกิดการเจลาติไนซ์และแตกตัวติดสีเขียวของ Fast Green FCF อย่างชัดเจน เม็ดสตาร์ชที่แตกตัวจะเข้าไปรวมตัวอยู่ในเซลล์และหลุดเมื่อนำไปทำแห้ง ทำให้เกิดช่องว่างภายในเซลล์มากขึ้น จึงเป็นผลให้น้ำเคลื่อนที่ออกสู่ผิวนอกได้รวดเร็วขึ้นจึงใช้เวลาในการทำแห้งเพียง 18 ชั่วโมง ส่วนไขมันที่ไม่ผ่านการเคียวรังต้องใช้เวลาทำแห้งถึง 108 ชั่วโมง

คำนำ

ผลิตภัณฑ์ไขมันแห้งและไขมันผงซึ่งเป็นสินค้าเครื่องเทศที่ได้จากธรรมชาตินิยมใช้อย่างแพร่หลายในการแต่งสีและกลิ่นอาหาร มีความปลอดภัยสูงกว่าการใช้สีและกลิ่นสังเคราะห์ คุณภาพของ ผลิตภัณฑ์ไขมันจะขึ้นอยู่กับความสะอาด ปริมาณรังควาณและน้ำมันหอมระเหย ปัจจัยที่มีผลโดยตรง ต่อคุณภาพดังกล่าวคือกระบวนการผลิตโดยเฉพาะขั้นตอนที่เรียกว่าเคียวรัง (curing) คือการนำแห้ง ไขมันมาต้มในน้ำเดือดหรือในอ่างอ่อนจะช่วยให้สีและกลิ่นคงตัวดี (Pruthi, 1980) Sampathu *et al.* (1988) ได้รายงานว่าการเคียวรังนั้นจะมีผลต่อเวลาการทำแห้งด้วย โดยกล่าวว่าไขมันที่ไม่ผ่านการ เคียวรังจะใช้เวลาถึง 30 วันในการทำแห้งด้วยแสงแดด ถ้าใช้เครื่องอบแห้งจะใช้เวลา 68 ชั่วโมง เทียบกับไขมันที่ผ่านการเคียวรังใช้เวลาเพียง 11 วันในการทำแห้งด้วยแสงแดด และจะใช้เวลาเพียง

32 ชั่วโมงถ้าใช้เครื่องอบแห้ง ทั้งนี้สอดคล้องกับผลงานของสายสนมและวราภา (2537) ซึ่งพบว่าการเคียวรังไขมันจะย่นเวลาการทำแห้งลงได้เกือบ 4 เท่า เมื่อเทียบกับการทำแห้งไขมันที่ไม่ผ่านการเคียวรังซึ่งนับว่ามีความสำคัญมากต่อการผลิต แต่ยังหาคำอธิบายถึงผลดังกล่าวไม่ได้ งานวิจัยนี้จึงศึกษาการเปลี่ยนแปลงเซลล์เนื้อเยื่อของไขมันซึ่งผ่านและไม่ผ่านการเคียวรัง เพื่ออธิบายผลของการเคียวรังที่มี ต่อเวลาการทำแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างเนื้อเยื่อของไขมันสดและไขมันผ่านการเคียวรัง

1.1 เตรียมสไลด์ถาวรตัวอย่างไขมันสดและไขมันที่ผ่านการเคียวรัง โดยต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 5, 10, 20 และ 30 นาที การเตรียมตัวอย่างไขมันตามวิธีดัดแปลงของ Johansen (1940) เริ่มด้วยการตัดตัวอย่างไขมันให้มีขนาด 0.5×0.5 ซม. นำไปตรึงในน้ำยาคงสภาพเซลล์ซึ่งเป็นสารละลายผสมของ Formalin-acetic acid-alcohol ความเข้มข้น ร้อยละ 50 ทำการดึงน้ำออกจากเซลล์โดยแทนที่น้ำด้วย ethyl alcohol เข้มข้นร้อยละ 50, 70, 85, 95 และ 100 ตามลำดับ ฝังตัวอย่างในพาราฟิน แล้วเตรียมสไลด์ถาวรโดยตัดตัวอย่างซึ่งฝังอยู่ในพาราฟินเป็นแผ่นหนาประมาณ 10 ไมครอน ติดตัวอย่างบนสไลด์แก้วแล้วย้อมสีด้วย safranin O และ fast green FCF

1.2 ตรวจสอบตัวอย่างโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้ลำแสงธรรมดานิดเลินส์วัตถุเดียวเพื่อเปรียบเทียบโครงสร้างเนื้อเยื่อและเม็ดสตาร์ชในเนื้อเยื่อของไขมันสดและไขมันที่ผ่านการเคียวรัง

2. ศึกษาเปรียบเทียบโครงสร้างเนื้อเยื่อไขมันอบแห้งที่ไม่ผ่านและผ่านการเคียวรัง ก่อนการทำแห้ง

2.1 นำขมิ้นสดและขมิ้นผ่านการเคียวรีง โดยการต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา 30 นาที หั่นเป็นชิ้น ทำให้แห้งในเครื่องอบแห้งแบบเป่าลมร้อน (tray dryer) ที่อุณหภูมิ 60-65°C ระหว่างการอบแห้งได้ทำการเก็บตัวอย่างขมิ้นเพื่อนำมาเตรียมสไลด์ถาวรในช่วงเวลาต่าง ๆ ดังนี้

- ขมิ้นสด เก็บตัวอย่างที่เวลาการทำแห้ง 0, 4, 48, 60, 72, 84, 96 และ 108 ชม.
- ขมิ้นผ่านการเคียวรีง เก็บตัวอย่างที่เวลาการทำแห้ง 0, 4, 8, 12, 16 และ 18 ชม.

2.2 ตรวจสอบตัวอย่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้ลำแสงธรรมชาติเส้นส่วตัดดูเดี่ยว เพื่อเปรียบเทียบโครงสร้างเนื้อเยื่อ และการกระจายตัวของเม็ดสตาโรสที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการทำแห้งขมิ้นสด และขมิ้นผ่านการเคียวรีงในเวลาต่าง ๆ กัน ตามข้อ 2.1

ผลและวิจารณ์

1. เปรียบเทียบโครงสร้างเนื้อเยื่อของขมิ้นสด และขมิ้นผ่านการเคียวรีง

จากการศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อเยื่อภาคตัดขวางของขมิ้นสดจากสไลด์ถาวร พบว่าโครงสร้างของเซลล์ส่วนนอกสุดมีลักษณะเป็นเซลล์รูปร่างสี่เหลี่ยมหลายชั้นซ้อนกันอยู่ คือ periderm (per) ถัดเข้าไปด้านในของโครงสร้างจะพบเม็ดสตาโรสซึ่งติดสีแดงของ Safranin O ซึ่งจะติดสีเฉพาะเม็ดสตาโรสขิบบมีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปบริเวณด้านนอกและหนาแน่นมากขึ้นด้านใน (Figure 1.1A) แสดงว่าขมิ้นมี สตาโรสเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูง Tainter and Grenis (1993) รายงานว่าขมิ้นมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบอยู่สูงถึงร้อยละ 64.93 และ Pruthi (1980) ได้รายงานว่าขมิ้นมีสตาโรสเป็นองค์ประกอบอยู่สูงถึงร้อยละ 24.41 เม็ดสตาโรสมีรูปร่างกลมรีคล้าย ลูกสะบ้า

(Figure 1.2A & 1.3B) เซลล์ของเนื้อเยื่อขมิ้นอยู่ติดกันไม่มีช่องว่าง ระหว่างเซลล์ให้เห็น และพบกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารกระจายตัวอยู่ทั่วไป ซึ่งเป็นลักษณะที่พบได้ทั่วไปในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว และพบอีกว่ามีการจัดเรียงตัวของกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร เป็นวงโดยรอบของลำต้นใต้ดิน (rhizome) ซึ่งเป็นลักษณะที่พบในพืชใบเลี้ยงคู่ (Figure 3.3A และ 3.6A) (Fuller, 1955; Haupt, 1956; Benson, 1959) ดังนั้นการจัดเรียงตัวของกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารในเนื้อเยื่อของขมิ้นจึงมีลักษณะทั้งที่พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและใบเลี้ยงคู่อยู่ร่วมกันทั้งที่ขมิ้นจัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

โครงสร้างเนื้อเยื่อขมิ้นที่ผ่านการเคียวรีงโดยการต้มในน้ำเดือดนาน 5, 10, 20 และ 30 นาทีนั้นพบว่าเม็ดสตาโรสเปลี่ยนแปลงโดยเกิดการเจลาติไนซ์ถึงขั้นที่เม็ดสตาโรสแตกตัวมีการรวมตัว และเกาะกันเป็นก้อนหนาแน่นภายในเซลล์ และมีการหดตัวเล็กน้อยจึงมีช่องว่างภายในเซลล์ปรากฏ ให้เห็นซึ่งเจลาติไนซ์สตาโรสจะติดสีเขียวของ Fast green FCF ไม่ติดสีแดงของ Safranin O ดังแสดงใน Figure 1.3A - 1.6A และ 1.1B) ซึ่งแตกต่างกันอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับขมิ้นสด (Figure 1.3B) การ เคียวรีงที่เวลาต่างกันมีผลบ้างเล็กน้อยกับขนาดของช่องว่างภายในเซลล์ (Figure 1.1B และ 1.4B) ส่วนโครงสร้างเซลล์ด้านนอกในชั้นของเพอริเดิร์มนั้นไม่เปลี่ยนแปลงเพราะโครงสร้างผนังเซลล์มีความแข็งแรง

2. เปรียบเทียบโครงสร้างเนื้อเยื่อของขมิ้นอบแห้งที่ไม่ผ่านและผ่านการเคียวรีง ก่อนการทำแห้ง จากผลการศึกษาลักษณะโครงสร้างเนื้อเยื่อของขมิ้นทั้งสองตัวอย่างระหว่างการทำ แห้งนั้นพบว่า โครงสร้างเนื้อเยื่อขมิ้นส่วนนอกในชั้นของเพอริเดิร์ม ยังคงสภาพเดิมไม่เปลี่ยนแปลง แสดงว่าระดับอุณหภูมิ ที่ 60-65 องศาเซลเซียส และเวลาในการทำแห้งขมิ้น ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ในชั้นเพอริเดิร์ม (Figure 2 , 3) ส่วนเม็ดสตาโรสในขมิ้นที่

ไม่ผ่านการเคียวรีงนั้นยังคงติดสีแดง เมื่อผ่านการทำ
หึ่งนานขึ้นจะเริ่มเปลี่ยนแปลงบ้างด้านการติดสีใน
บริเวณที่ใกล้กับชั้นของเพอริเดิร์ม เมื่อดูดซับบาง
ส่วนจะติดสีเขียวมากขึ้นเมื่อผ่านการทำหึ่งไป 60
ชั่วโมง ดัง Figure 2.4 แต่ในส่วนของชั้นด้านในเมื่อด
ดูดซับยังคงติดสีแดงเนื่องจากเซลล์ชั้นนอกจะได้รับ
ความร้อนสูง กว่าและนานกว่า จนส่งผลให้เมื่อดูดซับ
บางส่วน เริ่มพองตัวและอุ้มน้ำไว้ แต่ยังคงรูปให้เห็น
เป็นเมื่อดูดซับ กระจายตัวอยู่อย่างชัดเจน ดังแสดงใน
Figure 4.2 แม้จะมีการเคลื่อนตัวเข้าไปซ้อนกันอยู่
จนเกิดเป็นช่องว่างให้เห็นบ้างเล็กน้อยเพื่อเป็นช่อง
เปิดให้น้ำระเหยไปได้บ้าง จาก Figure 2.5-2.7 จะ
เห็นว่าการทำหึ่งขมิ้นที่ไม่ผ่านการเคียวรีงแม้จะผ่าน
ไปเป็นเวลา 72-96 ชั่วโมงก็ยังไม่ปรากฏส่วนของเมื่อด
ดูดซับที่ติดสีแดงอยู่บ้างเพราะ ณ อุณหภูมิและช่วง
เวลานั้นยังไม่ถึงขั้นที่จะทำให้เมื่อดูดซับเกิดการ
เจลาติไนซ์ได้ทั้งหมดแต่ใน Figure 2.8 ซึ่งใช้เวลา
ทำหึ่งถึง 108 ชั่วโมงและขมิ้นแห้งสนิทแล้ว พบ
ว่าเมื่อดูดซับจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวทั้งหมดและจาก
Figure 4.3 ซึ่งเป็นภาพขยาย 100 เท่าของขมิ้นที่ไม่
ผ่านการเคียวรีงและแห้งสนิทแล้วจะยังพบเมื่อดูดซับ
ปรากฏอยู่บ้าง เมื่อดูดซับบางส่วนแตกและมีการรวม
ตัวกัน พบช่องว่างภายในเซลล์บ้างที่เปิดโอกาสให้น้ำ
ระเหยออกไปได้แต่เป็นไปอย่างเชื่องช้ามาก

เมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อเยื่อขมิ้นที่ไม่ผ่านการเคียวรีง
(Figure 4.4) พบว่าเมื่อดูดซับจะเกิดเจลาติไนซ์และ
ติดสีเขียวอย่างชัดเจน และรวมตัวกันเป็นก้อนอยู่
ภายในเซลล์ซึ่งมีช่องว่างภายในเซลล์โดยรอบ จึงเป็น
ช่องว่างที่ปล่อยให้น้ำระเหยออกไปได้ง่ายและเร็วเมื่อ
ทำหึ่งเพียง 8 ชั่วโมง (Figure 4.5) จะเห็นชัดว่า
เมื่อดูดซับที่เจลาติไนซ์แล้วจะหดตัวเข้าไปและมีช่อง
ว่างในเซลล์มากขึ้น ซึ่งช่วยให้มีช่องระบายความชื้น
ออกไปจากเนื้อเยื่อได้รวดเร็วขึ้นอีก ด้วยเหตุดังกล่าว
จึงเป็นผลให้อัตราเร็วในการทำหึ่งของขมิ้นที่ผ่าน

การเคียวรีงเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก ใช้เวลาเพียง 18
ชั่วโมง เทียบกับขมิ้นที่ไม่ผ่านการเคียวรีงใช้เวลา 108
ชั่วโมง ที่อุณหภูมิการทำหึ่งระดับเดียวกัน ซึ่งจะช่วย
ประหยัดพลังงานไปได้มากและช่วยรักษาคุณภาพของ
ขมิ้นไว้ได้อีกด้วย

สรุป

จากการศึกษาเพื่อจะสรุปผลได้ดังนี้คือ การ
เคียวรีงขมิ้นช่วยลดเวลาการทำหึ่งลงได้มาก
เนื่องจากเมื่อดูดซับในขมิ้นได้รับความร้อนขณะต้ม
ในน้ำเดือดเกิดการเจลาติไนซ์และแตกตัวติดสีเขียวของ
Fast Green FCF ชัดเจน และรวมตัวอยู่ในเซลล์เมื่อ
นำไปทำหึ่งเมื่อดูดซับที่แตกตัวจะหดตัวเพิ่มช่องว่าง
ในเซลล์ ทำให้น้ำเคลื่อนออกสู่ผิวนอกได้รวดเร็วมาก
ซึ่งต่างจากขมิ้นที่ไม่ผ่านการเคียวรีง ดังนั้นการเคียวรีง
ขมิ้นในสภาพที่เหมาะสมจะช่วยลดเวลาการทำหึ่งลง
ได้มากเป็นการประหยัด พลังงาน แม้จะทำหึ่งโดย
อาศัยความร้อนจากแสงแดด ถ้าใช้เวลาสั้นจะช่วยลด
การปนเปื้อนจากฝุ่น ละอองและสิ่งสกปรกอื่น ๆ ได้
ด้วย

เอกสารอ้างอิง

- สายสนม ประดิษฐ์ดวง และ วราภา มหากาญจนกุล.
2537. การปฏิบัติการหลังการเก็บเกี่ยวสมุนไพร
และแปรรูปเครื่องเทศ. น.63 ในรายงานการ
สัมมนาผลการดำเนินงานโครงการวิจัย KIP
ประจำปี 2536. สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 16-19 พฤษภาคม
2537. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
Benson, L. 1959. Plant Classification. D.C. Heath and
company. Lexington, Massachusetts. 688p.
Fuller, H.J. 1955. General botany. 4th ed., Barnes &

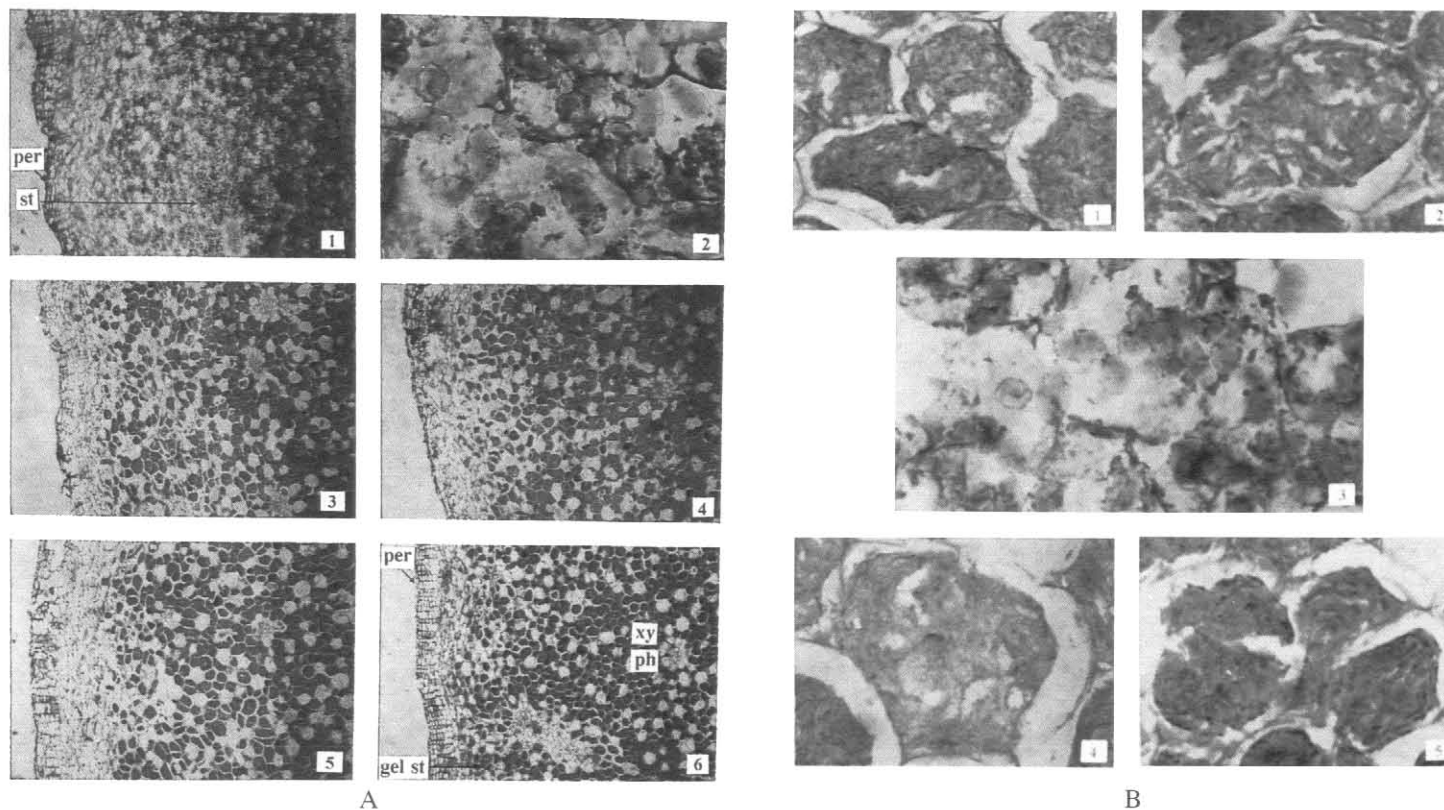


Figure 1 A : Micrograph of turmeric tissue; fresh and after curing at different time, staining with Safranin O and Fast Green FCF (10 x, except 2A = 100 x).
B : Micrograph of starch grain in turmeric tissue, fresh and after curing (100x).

- | | | | |
|---------|-------------------------------------|---------|--------------------------------------|
| 1A | Fresh turmeric tissue | 4A & 2B | Cell structure after curing 10 mins. |
| 2A & 3B | Starch grain in fresh tissue | 5A & 4B | Cell structure after curing 20 mins. |
| 3A & 1B | Cell structure after curing 5 mins. | 6A & 5B | Cell structure after curing 30 mins. |
| per | - periderm | xy | - xylem |
| st | - starch grain | ph | - phloem |
| gel st | - gelatinized starch | | |

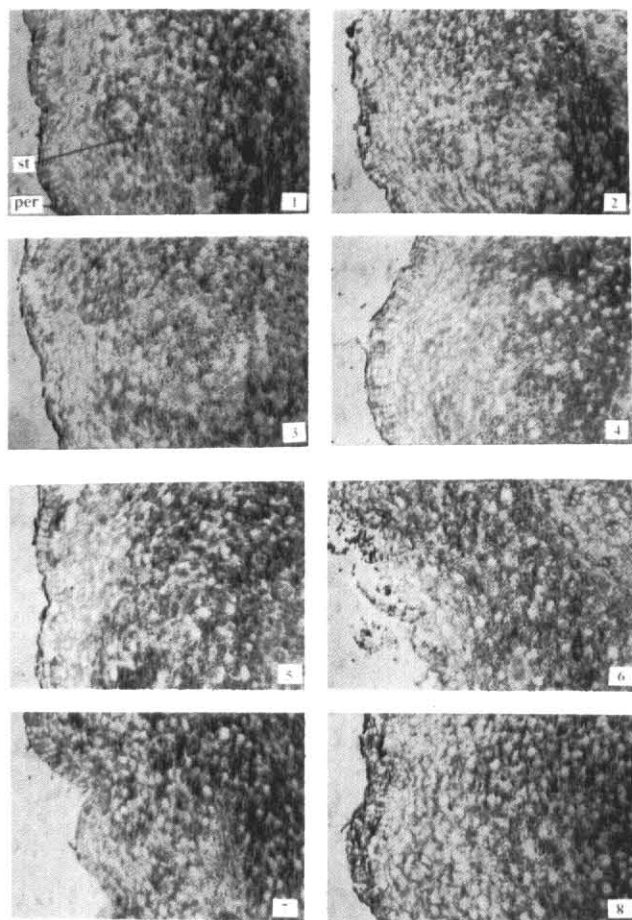
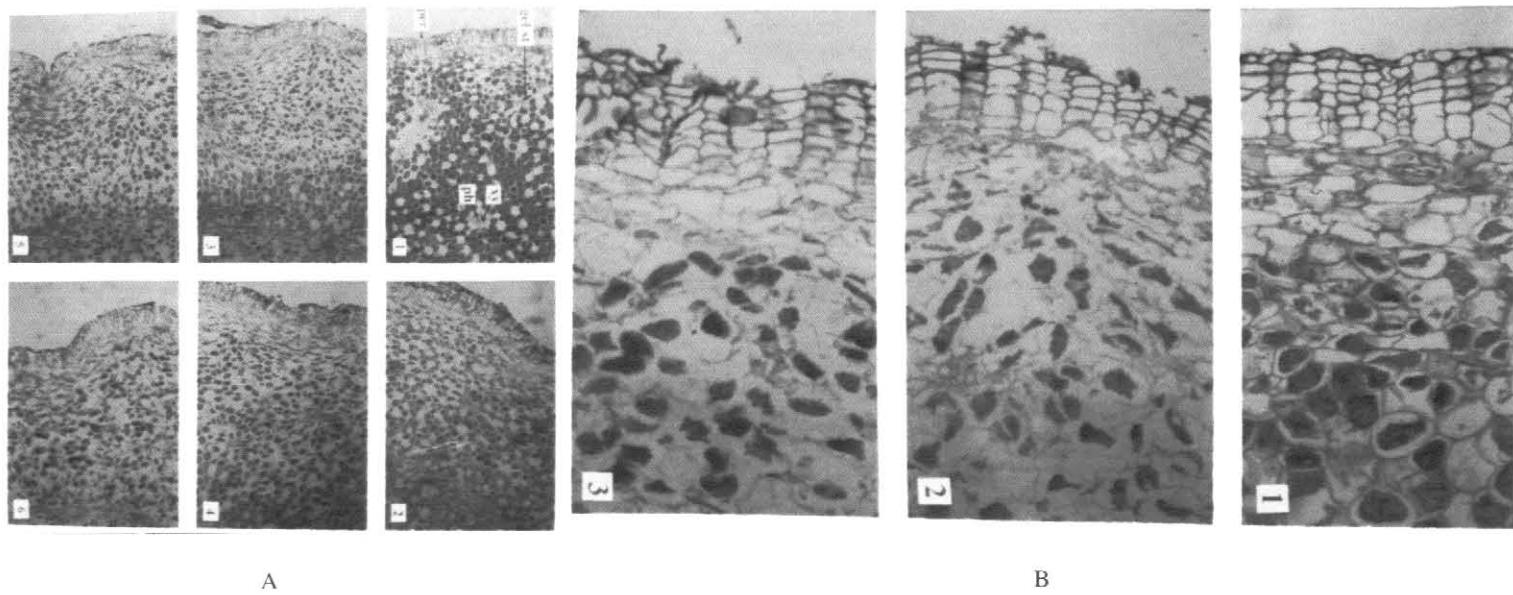


Figure 2 Micrograph of fresh and dried turmeric tissue at different drying time (60-65°C, 0-108 hrs.), without curing (10x)

1 Drying time	0 hrs.	5 Drying time	72 hrs.
2 Drying time	4 hrs	6 Drying time	84 hrs.
3 Drying time	48 hrs.	7 Drying time	96 hrs.
4 Drying time	60 hrs.	8 Drying time	108 hrs.
st - starch grain			
per - periderm			



๓. ไมโครกราฟ (๑๐x) และ (๒๕x) ๓๐ นาที ๔

Figure 3 (A+B) Micrograph of 30 minutes curing turmeric tissue after drying at different time A-magnification 10 and B-magnification 25

1A and 1B	Drying time	0 hrs.	4A	Drying time	12 hrs.
2A	Drying time	4 hrs	5A	Drying time	16 hrs.
3A and 2B	Drying time	8 hrs.	6A and 3B	Drying time	18 hrs.

gel st - gelatinized starch per - periderm xy - xylem ph - phloem

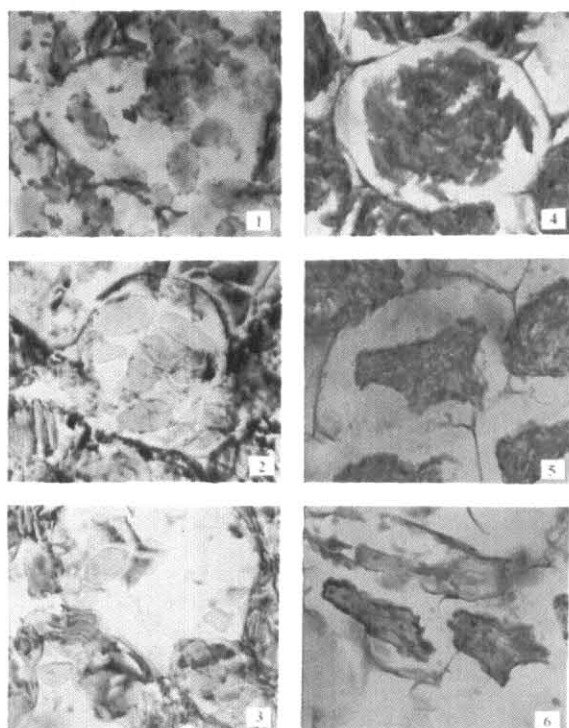


Figure 4 Micrograph of starch grain in fresh and dried turmeric tissue. (100x)

- 1 Fresh turmeric tissue 0 hrs
- 2 Turmeric without curing and drying for 60 hrs
- 3 Turmeric without curing and drying for 108 hrs
- 4 Turmeric tissue after curing 0 hrs
- 5 Turmeric tissue after curing and drying for 8 hrs
- 6 Turmeric tissue after curing and drying for 18 hrs

Noble, Inc., New York. 196p.

Haupt, A.W. 1956. An introduction to botany. 3rd ed., McGraw-Hill Book Company, Inc., New York. 447p.

Johansen, D.A. 1940. Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Company. New York. 523p.

Pruthi, J.S. 1980. Spices and Condiments : Chemistry, Microbiology and Technology. Advanced in Food Research Suppl . 4. Academic Press Publ.

Co, Inc., New York. 449p.

Sampathu, S.R., N. Krishnamurthy, H.B. Sowbhagya, and M.L. Shankaranarayana. 1988. Studies on quality of turmeric (*Curcuma longa*) in relative to curing methods. J. Food Sci. Technol. 25 : 152-155.

Tainter, D.R. and A.T. Grenis. 1993. Spices and Seasonings : A Food Technology Handbook. VCH Publishers, Inc., New York. 226p.