TET-14

อิทธิพลของการสร้างสภาวะความชื้นเทียม และการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มน้ำมัน

* ณัฐฐาภรณ์ ภักดีสรสุข[1], ประสันต์ ชุ่มใจหาญ[1] และ ธนกร ตันธนวัฒน์[1,]

[1] หลักสูตรวิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

[2] ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ 114 อุทยานวิทยาศาสตร์ประเทศไทย
ถ.พหลโยธิน ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 12120

ติดต่อผู้เขียน: ณัฐฐาภรณ์ ภักดีสรสุข (nuttharporn@gmail.com)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการสร้างสภาวะความชื้นเทียมและการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มน้ำมัน โดยการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำ เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ และตัวแปรที่เกี่ยวข้องได้แก่ ระยะเวลาที่แช่ผลปาล์มน้ำมันในน้ำ การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลปาล์มน้ำมัน เมื่อศึกษาตัวแปรที่เกี่ยวข้องพบว่า ระยะเวลาที่แช่ผลปาล์มน้ำมันในน้ำส่งผลให้ผลปาล์มน้ำมันมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น โดยในช่วงแรกจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของความชื้นคงที่ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 0 - 45 และจะเริ่มลงลงเมื่อแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำนาน 48 ชั่วโมง จนกระทั่งผลปาล์มน้ำมันได้ดูดซับน้ำไปถึงจุดอิ่มตัวแล้ว อัตราการเพิ่มขึ้นของความชื้นของผลปาล์มน้ำมันจะเริ่มเปลี่ยนแปลงไปอย่างไม่เป็นรูปแบบ ส่งผลทำให้ผิวของผลปาล์มน้ำมันมีรอยแตก ซึ่งสามารถสังเกตได้ชัด คือ ผิวของผลปาล์มมีเนื้อปาล์มน้ำมันบางส่วนมีลักษณะหลุดออกมาเล็กน้อย ทำให้สูญเสียเนื้อปาล์มน้ำมันบางส่วนในขณะที่แช่น้ำทิ้งไว้ ส่วนพื้นที่หน้าตัดที่มีเนื้อปาล์มน้ำมันหลุดออกไปจากการแช่น้ำทิ้งไว้ ส่งผลให้เนื้อปาล์มน้ำมันได้รับน้ำหรือสามารถดูดซับน้ำกลับเข้าไปได้อีก จึงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน, แช่น้ำ, การสร้างสภาวะความชื้นเทียม

1. บทนำ

ปาล์มน้ำมันเป็นพืชอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากปาล์มน้ำมันสามารถไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายอีกทั้งยังเป็นพืชที่ให้ผลผลิตน้ำมันสูง รัฐบาลจึงได้กำหนดนโยบายให้มีการสนับสนุนเกษตรกรปลูกปาล์มน้ำมันเพื่อนำมาใช้ในการผลิตไบโอดีเซล โดยมีการจัดตั้งโครงการต่างๆ ในภาตะวันออก ภาคตะวันออกเฉียง-เหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ [1]

นอกจากนี้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้จัดทำแผนพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมัน ปี 2551-2555 โดยกำหนดเป้าหมายขยายพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมัน 2.5 ล้านไร่ พื้นที่ปลูกทดแทนสวนปาล์มน้ำมันเก่าด้วยปาล์มพันธุ์ดี 0.5 ล้านไร่ และเพิ่มผลผลิตจาก 3.0 ตัน

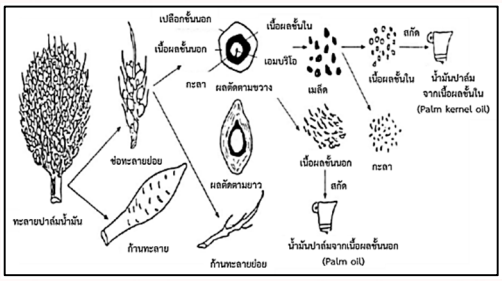
ต่อไร่ เป็น 3.5 ตันต่อไร่ต่อปี อัตราน้ำมันจากร้อยละ 17 เป็น ร้อยละ 18 ซึ่งผลผลิตน้ำมันปาล์มได้นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตสินค้าอุปโภคและบริโภคเพื่อการส่งออก นอกจากนี้เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของเกษตรกร จึงได้มีการเตรียมการรองรับผลกระทบจากการเปิดการค้าเสรีอาเซียน และเป็นการเตรียมความพร้อมแก่เกษตรกรรายย่อยให้สามารถปรับตัวต่อสู้กับการค้าเสรีในอนาคต รวมทั้งสนับสนุนแผนพัฒนาอุตสาหกรรมปาล์มน้ำมันและน้ำมันปาล์ม กรมส่งเสริมการเกษตรจึงได้จัดทำโครงการเพิ่มการผลิตปาล์มน้ำมัน เพื่อให้เกษตรกรเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตปาล์มน้ำมันและสามารถผลิตได้อย่างยั่งยืน [2]

ลักษณะทั่วไปของทะลายปาล์มน้ำมัน คือ ช่อดอกตัวเมียที่ได้รับการผสมแล้ว ประกอบด้วย ก้านทะลาย ช่อทะลายย่อย ผลปาล์มน้ำมัน ซึ่งในแต่ละทะลายจะมีปริมาณผลประมาณ 55.0 – 65.0% โดยน้ำหนัก ปาล์มน้ำมันสามารถผลิตทะลายได้ไม่ต่ำกว่า 12% ทะลายต่อต้นต่อปี น้ำหนักของทะลายปาล์มน้ำมันจะแปรผันตามอายุและแปรผกผันกับจำนวนทะลายต่อต้น คือ ปาล์มน้ำมันที่มีอายุน้อยจะมีจำนวนทะลายต่อต้นมาก แต่ทะลายจะมีขนาดเล็ก และเมื่อ

TSAE

ปาล์มน้ำมันมีอายุมากขึ้นก็จะมีจำนวนทะลายต่อต้นน้อยลง แต่ขนาดของทะลายจะมีขนาดใหญ่ขึ้น [3]

ผลปาล์มน้ำมัน ประกอบด้วยเปลือกผลชั้นนอก เนื้อผลชั้นนอก กะลา เนื้อผลชั้นใน และเอมบริโอ ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1: ส่วนประกอบของทะลายปาล์มน้ำมัน (ที่มา : นคร,2545) [3]

ปาล์มน้ำมันที่ที่ใช้ในการศึกษานี้เป็นสายพันธ์เทเนอร่า มีองค์ประกอบผลปาล์มประมาณ 55.0–65.0% ที่เหลือ 35.0–45.0% เป็นทะลายปาล์มเปล่า เมื่อทำการย่อยผลปาล์มน้ำมัน จะได้เปลือกนอก 45.0–55.0% และเมล็ด 10.0–14.0% ในส่วนของเปลือกนอกจะมีน้ำมัน 22.5–27.5% ส่วนเมล็ดนำไปกะเทาะกะลาออกและนำเนื้อไปสกัดน้ำมันได้ กะลา 6.0-9.0% และเมล็ดในปาล์ม 3.3–5.0% [4]

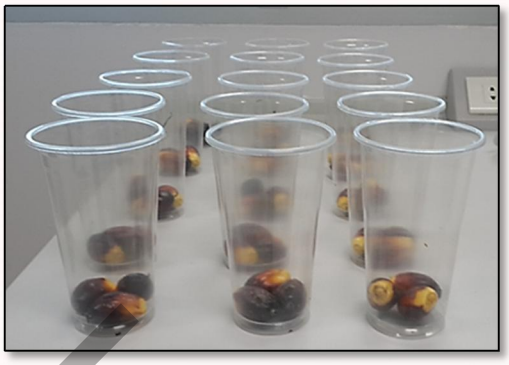
การจำลองความชื้นผลปาล์มด้วยวิธีการแช่น้ำ เป็นวิธีการหนึ่งในการสร้างสภาวะความชื้นเทียม สามารถนำมาใช้ประโยชน์สำหรับเตรียมตัวอย่างเพื่อใช้สร้างสภาวะความชื้นที่แตกต่างกัน ดังเช่น งานวิจัยของ Aremu และ Fadela ได้ทำการสร้างสภาวะความชื้นในผลอินทผาลัมโดยวิธีการแช่น้ำเป็นระยะเวลานาน 3, 7, 16, และ 35 ชั่วโมง สามารถสร้างสภาวะให้ผลอินทผาลัมที่มีความชื้นเริ่มต้น 19.39%(wb) ให้มีความชื้นเท่ากับ 24.17%, 33.52%, 43.04% และ 56.27%(wb) ตามลำดับ[5] และงานวิจัยของ Olaniyan, และ Oje ได้ทำการสร้างสภาะความชื้นของผล Shea nut ด้วยการแช่ผล Shea nut ลงในน้ำเป็นเวลานาน 3, 12, และ 48 ชั่วโมง ผลจากการทดลองพบว่าผล Shea nut ที่มีความชื้นเริ่มต้น 6.81% (db) หลังจากแช่ลงในน้ำแล้ว จะมีความชื้นเท่ากับ 18.06%, 32.35% และ 62.80% (db) ตามลำดับ[6]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของการสร้างสภาวะความชื้นเทียมต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มน้ำมัน โดยการแช่ผลปาล์ม

2. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การเตรียมตัวอย่าง

ตัวอย่างผลปาล์มน้ำมันที่นำมาศึกษาเก็บมาจากสวนปาล์มรังสิต ตำบลบึงกาสาม อำเภอหนองเสือ จังหวัดปทุมธานี (รูปที่2) เป็นทะลายปาล์มสดสายพันธุ์เทเนอร่า (Tenera) โดยใช้ผลปาล์มน้ำมันด้านนอกและเป็นผลที่อยู่บริเวณส่วนกลางของทะลาย (Equatorial) ใช้วิธีแยกผลออกจากทะลายด้วยมือ และเป็นทะลายปาล์มที่เก็บเกี่ยวภายในวันเดียวกันตลอดการทดลอง ซึ่งเป็นแนวทางเดียวกับงานวิจัยของ Umudee [7]



รูปที่ 2: การเตรียมตัวอย่างผลปาล์มสำหรับการสร้างสภาวะความชื้นเทียม

การทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของการสร้างสภาวะความชื้นเทียมและการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มน้ำมันโดยวิธีการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำ เป็นเวลานาน 90 ชั่วโมง ซึ่งตัวแปรที่ได้ศึกษามีดังนี้ คือ ระยะ-เวลาที่แช่ผลปาล์มน้ำมันในน้ำที่อุณหภูมิห้องต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักของผลปาล์มน้ำมัน โดยทำการบันทึกผลทุกๆ 3 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ค่าความชื้นเริ่มต้นของผลปาล์มน้ำมัน

นำผลปาล์มน้ำมันจำนวน 40±0.1 กรัม (ประมาณ 3 ผล) หาความชื้นเริ่มต้นด้วยเครื่องวิเคราะห์ความชื้น (Moisture Analyzer) รุ่น MX-50 ยี่ห้อ AND จำนวน 3 ซ้ำ ที่อุณหภูมิ 105±1°C ซึ่งดัดแปลงวิธีการวัดค่าความชื้นจากวิธีมาตรฐาน AOAC (AOAC, 2005) [8] ซึ่งคำนวณหาค่าความชื้นของผลปาล์มน้ำมันก่อนและหลังการอบแห้ง (รูปที่3) โดยมีสมการดังแสดงในสมการ (1)

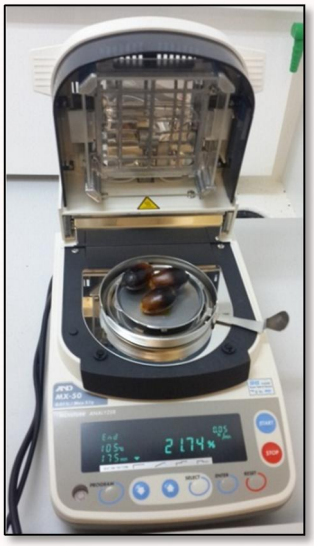
$$M_w = \frac{M_I - M_F}{M_I} \times 100 \qquad \ldots(1)$$

เมื่อ M_w คือ ค่าความชื้นมาตรฐานเปียก (%wb)

M_I คือ น้ำหนักเริ่มต้นของผลปาล์มน้ำมัน (g)

M_F คือ น้ำหนักสุดท้ายของผลปาล์มน้ำมัน (g)

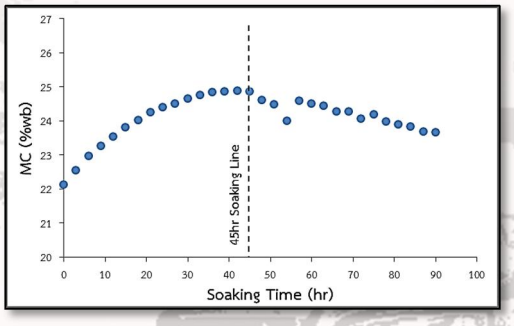
TSAE



รูปที่ 3: การวิเคราะห์ค่าความชื้นเริ่มต้นของผลปาล์มน้ำมันด้วยเครื่อง Moisture Analyzer รุ่น MX-50 ยี่ห้อ AND

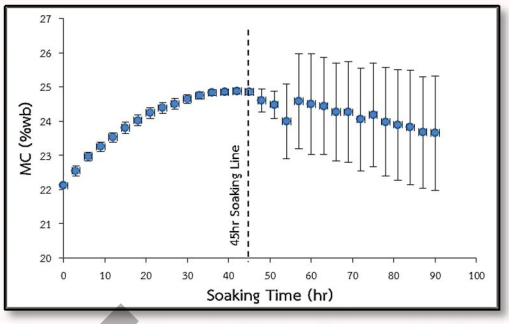
3. ผลการทดลองและการอภิปรายผล

จากการศึกษาพบว่าเมื่อทำการจำลองสภาวะความชื้นเทียมของผลปาล์มน้ำมันโดยวิธีการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำเป็นเวลานาน 90 ชั่วโมง พบว่าความชื้นเริ่มต้นของผลปาล์มมีค่าเท่ากับ 21.74%, 22.14%, 22.46% (wb) ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.11% (wb) เมื่อพิจารณาผลปาล์มที่ผ่านการแช่ในน้ำทุกๆ 3 ชั่วโมง ในช่วงแรกสภาวะความชื้นเฉลี่ยสามารถจำลองได้จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น จนกระทั่งแช่ผลปาล์มลงในน้ำเป็นเวลา 36-45 ชั่วโมง การจำลองสภาวะความชื้นเฉลี่ยของผลปาล์มน้ำมันเริ่มเข้าสู่สมดุลที่ระดับความชื้นประมาณ 25%(wb) และมีค่าความชื้นเฉลี่ยจะเริ่มลดต่ำลงเล็กน้อยจากความชื้นสมดุล เมื่อมีการแช่นานขึ้นกว่า 45 ชั่วโมง ดังแสดงในรูปที่ 4

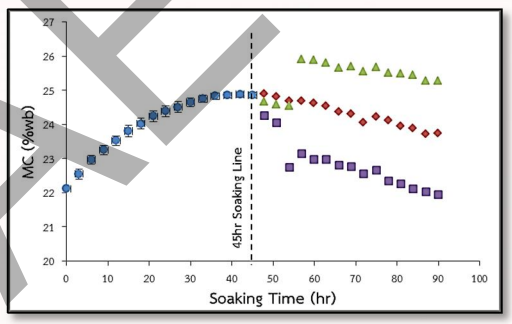


รูปที่ 4: ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำ (ชั่วโมง) และเปอร์เซนต์ความชื้น(ฐานเปียก)

แต่เมื่อพิจารณาจากการกระจายตัวค่าความชื้นผลปาล์มน้ำมันดังแสดงในรูปที่ 5 แสดงให้เห็นว่าในช่วง 45 ชั่วโมงแรกของการแช่น้ำ ผลปาล์มน้ำมันมีค่าการกระจายตัวของความชื้นค่อนข้างต่ำ แต่เมื่อทำการแช่น้ำนานกว่า 45 ชั่วโมงแล้วนั้น ค่าการกระจายตัวของความชื้นผลปาล์มน้ำมันมีค่ากว้างขึ้น ซึ่งเมื่อนำผลความชื้นที่เวลานานกว่า 45ชั่วโมง มาทำการแยกวิเคราะห์พบว่าข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบอย่างชัดเจน ดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 5: การกระจายตัวของข้อมูลความชื้นผลปาล์มน้ำมันที่เวลาในการแช่ผลปาล์มต่างๆ กัน



รูปที่ 6: รูปแบบข้อมูลความชื้นผลปาล์มน้ำมันที่ผ่านการแช่น้ำก่อน 45 ชั่วโมง และนานกว่า 45 ชั่วโมง

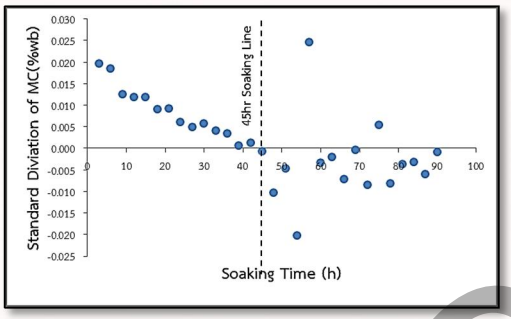
ลักษณะ 3 แบบของผลปาล์มน้ำมันที่ผ่านการแช่ในน้ำนานกว่า 45 ชั่วโมง สามารถแบ่งออกได้เป็น Type I, II และ III ดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้ คือ Type I เป็นลักษณะผลปาล์มน้ำมันที่เมื่อผ่านการแช่น้ำนานกว่า 45 ชั่วโมงแล้ว มีความชื้นเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเกิดจากผิวของผลปาล์มน้ำมันที่เปิดออกกว้างของผลปาล์มและเป็นร่องลึกจึงทำให้น้ำสามารถเข้าแทรกไปยังด้านในของผลปาล์มได้มาก สำหรับ Type II เป็นลักษณะผลปาล์มน้ำมันที่เมื่อผ่านการแช่น้ำนานกว่า 45 ชั่วโมง ความชื้นจะค่อยๆลดลงหลังจากที่ความชื้นเข้าสู่สมดุลแล้ว ลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มน้ำมันจะมีรอยช้ำเพียงเล็กน้อย ที่ผิวของผลปาล์มน้ำมันมีรอยที่ใกล้จะเปิดออก สำหรับ Type III ลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มน้ำมันเมื่อแช่ในน้ำนานกว่า 45 ชั่วโมง มีการหลุดออกของผิวอย่างเห็นได้ชัด แต่ไม่เป็นร่องลึกดังเช่น Type I บริเวณผิวของผลปาล์มน้ำมันเกิดการสูญเสียบางส่วน ทำให้ความชื้นต่ำลงหลังจากที่ผลปาล์มน้ำมันนั้นเข้าสู่สมดุลแล้ว

TSAE

Type I Type II Type III

รูปที่ 7: ลักษณะผลปาล์มน้ำมัน Type I, II, III ตามลำดับ ที่ผ่านการแช่ในน้ำที่เวลานานกว่า 45 ชั่วโมง

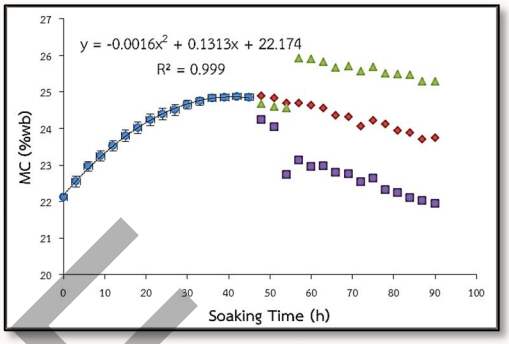
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของระยะเวลาในการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำ (ชั่วโมง) กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความชื้น ดังแสงในรูปที่ 8



รูปที่ 8: ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำ (ชั่วโมง) กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความชื้น

พบว่า เมื่อระยะเวลาในการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำในช่วงแรกจะมีค่าลดลง จนกระทั่งผลปาล์มน้ำมันอยู่ในสภาวะอิ่มตัวค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานจะมีค่าเท่ากับศูนย์ ณ ชั่วโมงที่ 45 โดยที่ลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มน้ำมันยังคงสภาพไม่มีรอยแตก หรือช้ำ จนกระทั่งแช่ในน้ำเป็นเวลานานกว่า 45 ชั่วโมง พบว่าการเปลี่ยนแปลงค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นไปอย่างไม่เป็นรูปแบบ เนื่องมาจากลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มน้ำมันที่เปลี่ยนแปลงไป คือ มีรอยแตก ทำให้เมื่อแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำมีเนื้อของผลปาล์มน้ำมันบางส่วนหลุดออกมา จึงทำให้เกิดการสูญเสียเนื้อของผลปาล์มน้ำมันบางส่วน ในขณะเดียวกันน้ำก็สามารถแทรกเข้าสู่เนื้อของผลปาล์มน้ำมัน จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักอย่างไม่คงที่ ซึ่งเป็นผลทำให้สภาวะความชื้นที่จำลองได้เริ่มเป็นไปอย่างไม่เป็นรูปแบบ เมื่อแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำเป็นเวลานานกว่า 45 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำ (ชั่วโมง) และเปอร์เซนต์ความชื้น (ฐานเปียก) ดังแสดงในรูปที่ 9 พบว่าการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำในช่วงชั่วโมงที่ 0–45 เมื่อนำมาทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการแช่ผลปาล์มลงในน้ำและเปอร์เซนต์ความชื้น พบว่ามีค่า R2 เท่ากับ 0.999 โดยเป็นไปตามสมการ $y = -0.0016x2 + 0.1313x + 22.174$ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าทั้งสองตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในระดับสูงเมื่อทำการสร้างสภาวะความชื้นเทียมของผลปาล์มน้ำมันโดยการแช่ลงในน้ำเป็นระยะเวลาไม่เกิน 45 ชั่วโมง โดยที่ผลปาล์มมีลักษณะทางกายภาพคงสภาพเดิม



รูปที่ 9: ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำ (ชั่วโมง) และเปอร์เซนต์ความชื้น(ฐานเปียก)

4. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาอิทธิพลของการสร้างสภาวะความชื้นเทียมและการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพของผลปาล์มน้ำมัน ที่มีน้ำหนัก 40±0.1 กรัม พบว่าเมื่อทำการสร้างสภาวะความชื้นของผลปาล์มน้ำมันที่มีค่าความชื้นเริ่มต้น 22.11% โดยวิธีการแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำเป็นระยะเวลานาน 90 ชั่วโมง พบว่าเมื่อแช่ผลปาล์มน้ำมันลงในน้ำในช่วงแรกอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นในช่วงแรกจะเพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งผลปาล์มได้ดูดซับน้ำจนกระทั่งอิ่มตัวแล้ว คือ ในช่วงชั่วโมงที่ 36 ถึง 45 ซึ่งเมื่อแช่ผลปาล์มน้ำมันจนกระทั่งถึงชั่วโมงที่ 45 จะสามารถสร้างสภาวะความชื้นได้สูงสุด คือ มีค่าความชื้นเท่ากับ 24.88% และสามารถสร้างสภาวะความชื้นได้ต่ำสุดเท่ากับ 22.55% โดยทำการแช่ผลปาล์มลงในน้ำเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง จนกระทั่งผลปาล์มน้ำมันได้ดูดซับน้ำไปถึงจุดอิ่มตัวแล้ว อัตราการเพิ่มขึ้นของความชื้นของผลปาล์มน้ำมันจะเริ่มเปลี่ยนแปลงไปอย่างไม่เป็นรูปแบบ ส่งผลทำให้ผิวของผลปาล์มน้ำมันมีรอยแตก ซึ่งสามารถสังเกตได้ชัด คือ ผิวของผลปาล์มมีเนื้อปาล์มน้ำมันบางส่วนมีลักษณะหลุดออกมาเล็กน้อย ทำให้สูญเสียเนื้อปาล์มน้ำมันบางส่วนในขณะที่แช่น้ำทิ้งไว้ ส่วนพื้นที่หน้าตัดที่มีเนื้อปาล์มน้ำมันหลุดออกไปจากการแช่น้ำทิ้งไว้ ส่งผลให้เนื้อปาล์มน้ำมันได้รับน้ำหรือสามารถดูดซับน้ำกลับเข้าไปได้อีก จึงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น

TSAE

จากการศึกษาการสร้างสภาวะความชื้นของผลปาล์มโดยวิธีการแช่น้ำพบว่าเป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถช่วยสร้างความชื้นของผลปาล์มน้ำมันให้มีความชื้นสูงขึ้นโดยผลปาล์มยังคงสภาพ ไม่มีรอยแตก หรือช้ำ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเตรียมสภาวะความชื้นในผลปาล์มน้ำมันให้มีค่าความชื้นที่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาสมบัติทางความร้อนของผลปาล์มเมื่อมีความชื้นที่แตกต่างกัน หรือนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาการอบผลปาล์มด้วยวิธีการให้ความร้อนรูปแบบต่างๆที่สภาวะความชื้นที่แตกต่างกัน เป็นต้น

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ หลักสูตรวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติที่สนับสนุนโครงการวิจัยนี้ให้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน.-(2558).[ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.-dede.-go.th/dede/index.php?option=com_content&view=article&id=898&Itemid=123, เข้าดูเมื่อวันที่ 2/01/2558

[2] กรมส่งเสริมการเกษตร. (2558) [ระบบออนไลน์] โครงการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตพืช(ปาล์มน้ำมัน)http://www.-plan.doae.go.th/project/projecttool/userfiles/palmOil56_11Dec55W.doc, เข้าดูเมื่อวันที่ 3/01/2558

[3] นคร สาระคุณ. (2545) คู่มือน้ำมันปาล์มและการจัดการสวน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

[4] อิบรอเฮม ยีดำ. (2551) ปาล์มน้ำมัน [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.natres.psu.ac.th/Depart-ment-/PlantScience/5 1 0 - 2 1 1 / lecturenote/slide-PPT/-oilpalm.ppt , เข้าดูเมื่อวันที่ 3/01/-2558

[5] Aremu A.K. and Fadele O.K. (2010) Moisture Dependent Thermal Properties of Doum Palm Fruit (Hyphaene Thebaica)Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS) 1 (2): 199-204. Scholarlink Research Institute Journals, 2010 (ISSN: 2141-7016)

[6] Olaniyan A.M., Oje K. (2002) Some Aspects of the Mechanical Properties of Shea Nut. Biosystems Engineering 81(4), 413-420.

[7] Umudee I., Chongcheawchamnan M., Kiatwee-rasakul M., and Tongurai C. (2013) Sterilization of Oil Palm Fresh Fruit Using Microwave Technique. International Journal of Chemical Engineering and Applications, Vol. 4, No. 3, June 2013.

[8] AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 18th eds. Methods: 981.10, Association of Official Ana-lytical Chemists, Washington DC.

TSAE