ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
245598

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการวิจัยเรื่อง

การใช้ฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนเพื่อลดการดูดซับน้ำมันทุเรียนทอด
และ
การเสริมแคลเซียมทุเรียนโดยการแช่ในสภาวะสุญญากาศ

โดย

รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ พิมพาและคณะ

พฤศจิกายน 2554

600253055

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
245598

สัญญาเลขที่ R2554B805

รายงานการวิจัย

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

โครงการวิจัยเรื่อง

การใช้ฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนเพื่อลดการดูดซับน้ำมันทุเรียนทอด และ การเสริมแคลเซียมทุเรียนโดยการแช่ในสภาวะสุญญากาศ

Use of durian seed starch film for fat-intake reduction of deep-fried durian chips and calcium fortification of durian slices by vacuum impregnation

คณะผู้วิจัย

รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ พิมพา

รองศาสตราจารย์พันธ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี

คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

สนับสนุนโครงการโดยกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยนเรศวร

งบประมาณแผ่นดิน ปี 2554

การใช้ฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนเพื่อลดการดูดซับน้ำมันทุเรียนทอดและการเสริมแคลเซียมทุเรียนโดยการแช่ในสภาวะสุญญากาศ

รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ พิมพา

รองศาสตราจารย์พันธ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี

ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

245598

เม็ดทุเรียนมีองค์ประกอบหลักเป็นแป้งประมาณร้อยละ 56 โดยน้ำหนักแห้ง และมีปริมาณไขมัน โปรตีน เถ้า และเยื่อใยหยาบในปริมาณต่ำ โดยอาศัยกระบวนการที่แยกแป้งออกจากเม็ดทุเรียนอย่างง่ายในระดับห้องปฏิบัติการ ให้ผลผลิตประมาณร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนักเปียก แป้งเม็ดทุเรียนมีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก เม็ดแป้งมีรูปร่างกลมขนาด 2-4 ไมโครเมตร ให้แป้งสุกที่มีลักษณะข้น เหนียว ยืดติด โปร่งแสง และไม่มีสี นอกจากนั้นยังได้ตรวจวัดสมบัติไฮเดรชันและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเม็ดแป้งเปรียบเทียบกับแป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลังดัดแปลงที่มีจำหน่ายทางการค้า จากผลที่ได้แสดงให้เห็นความเป็นไปได้ของการใช้แป้งเม็ดทุเรียนเป็นแหล่งใหม่ของแป้งในรูปของตัวดูดซับสูงในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์หรือใช้เป็นตัวพาในอุตสาหกรรมอาหารได้

ฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนถูกนำมาใช้เป็นสารเคลือบในกระบวนการทอดน้ำมันของชิ้นทุเรียนเพื่อทดสอบความสามารถในการลดการดูดซับน้ำมันโดยทำหน้าที่เป็นตัวกีดกั้นน้ำมันและความชื้น สารละลายที่ใช้เคลือบสำหรับลดการดูดซับน้ำมันของชิ้นทุดเรียนทอดประกอบด้วยแป้งเม็ดทุเรียนร้อยละ 5 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร กลีเซอรอล และกรดซิตริกร้อยละ 30 และ 10 โดยน้ำหนักแป้ง ตามลำดับ และตรวจวัดปริมาณน้ำมัน ปริมาณความชื้น และเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ในแต่ละช่วงเวลาในระหว่างการทอด โดยทำการศึกษาผลของอุณหภูมิน้ำมันที่ใช้ทอดที่มีผลต่อการนำเข้าน้ำมันในผลิตภัณฑ์ทอดที่ 150, 170 และ 190 องศาเซลเซียส พบว่ามีผลอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ต่อเนื้อสัมผัสและปริมาณน้ำมันที่เป็นองค์ประกอบในผลิตภัณฑ์ทอด ชิ้นทุเรียนทอดที่เคลือบฟิล์มจะมีลักษณะชุ่มฉ่ำมากกว่าและมีปริมาณน้ำมันต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้เคลือบฟิล์ม เมื่อทอดตัวอย่างที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 และ 4 นาที การเคลือบฟิล์มจะช่วยลดปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์ทอดได้ร้อยละ 79 และ 27 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทอดที่ไม่ได้เคลือบฟิล์ม นอกจากนั้นยังได้ทำการศึกษาวิธีการจัดการฟิล์มที่เคลือบตัวอย่าง (ใช้และไม่ใช้ความร้อน) ก่อนหรือหลังนำไปทอดด้วย และใช้เทคนิคจุลทรรศน์อิเลกตรอนแบบส่องกราดเพื่อสังเกตความแตกต่างของโครงสร้างจุลภาคของชิ้นทุเรียนทอดจากแต่ละทรีตเมนต์ จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า

245598

ฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนสามารถเกิดเป็นชั้นป้องกันในระหว่างกระบวนการทอด และโดยวิธีการนี้สามารถใช้สำหรับเตรียมชิ้นทุเรียนทอดเพื่อลดการนำเข้าของน้ำมันได้

นอกจากนั้นในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการเสริมแคลเซียมของชิ้นทุเรียนโดยให้ผ่านกระบวนการแช่ในสุญญากาศก่อนกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันที่สภาวะปกติโดยใช้สารละลายซูโครสเข้มข้นร้อยละ 20 และ 55 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร พบว่ากระบวนการแช่ในสุญญากาศมีผลต่อปริมาณแคลเซียมและความแข็งของเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการที่แคลเซียมถูกเติมลงในโครงสร้างที่มีความพรุนของตัวอย่าง การเติมแคลเซียมที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนักของตัวอย่างลงในสารละลายออสโมติก จะทำให้ผลิตภัณฑ์สุดท้ายมีปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้น 2 เท่าจากตัวอย่างผลไม้สด อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของแคลเซียมที่เข้าสู่ภายในโครงสร้างของชิ้นทุเรียนขึ้นกับปริมาณแคลเซียมที่เติมลงในสารละลายออสโมติก ดังนั้นจึงสามารถใช้กระบวนการแช่ในสภาวะสุญญากาศในช่วงเวลาสั้น ๆ ก่อนกระบวนการออสโมติกที่สภาวะปกติเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์สำหรับเสริมแคลเซียมของชิ้นทุเรียนได้โดยไม่ก่อให้เกิดความสูญเสียลักษณะพิเศษของทุเรียนไป

คำสำคัญ : ทุเรียน เม็ด แป้ง ทอดน้ำมัน แคลเซียม

Use of durian seed starch film for fat-intake reduction of deep-fried durian chips and calcium fortification of durian slices by vacuum impregnation

Assoc. Prof. Dr. Warin Pimpa

Assoc. Prof. Pannarong Junsangsree

Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resource and Environment,

Naresuan University

245598

Durian seed composed principally of starch about 56% by dried weight and low concentration of lipid, protein, ash and crude fiber. The process performed to isolate the starch from durian seed was simple and easy to realize at laboratory scale with an average starch yield of 20-30% of the fresh seed. Durian seed starch with 25% amylose content was characterized by rounded granules ranging in size 2 to 4 μm. It formed thick, cohesive, translucent, and colorless pastes. The starch hydration properties and granular morphology were also investigated compared to commercial modified corn starch and cassava starch. The aspects evaluated in this research, suggests that DSS can be considered an interesting new starch source as a high absorbent in the cosmetic industry or as a carrier in the food industry.

The durian seed starch film was tested for its potential as coating material in the deep-fat frying process of performed durian chips and for its properties as oil and moisture barriers. The blending suspension of 5% (w/v) durian seed starch, 30% (w/w starch) glycerol and 10% citric acid (w/w starch) was used in coating formulation to reduce oil uptake in fried durian chips. The oil content, moisture content and texture of the slices were measured periodically during frying. The effect of oil temperature in the total oil uptake in fried products was evaluated at three constant oil temperatures: 150, 170 and 190 $^{\circ}$C. The frying temperature had a significant effect ($P<0.05$) over the final texture and oil content of the fried products. The coated fried products were soggy and contained less oil than uncoated samples fried at all oil temperatures tested. Oil uptake reduction of products fried at 150 $^{\circ}$C for 2 and 4 min was 79 and 27%, respectively, compared to the uncoated samples. The different coated treatments (with and without heating) before or after

245598

frying to reduce oil uptake in fried durian chips were also evaluated. Scanning electron microscopy (SEM) allowed observing differences in the microstructure of fried durian chips obtained from different treatments. This results show that durian seed starch film may from a protective layer during frying process, and this process could be used for preparing fried durian chips with reduce oil uptake.

Calcium fortification of durian slices by applying vacuum impregnation before osmotic dehydration at room condition with 20% and 55% (w/v) sucrose solution was studied. Both calcium content and hardness value were observed to be affected by the amount of calcium incorporated into their porous structure by means of vacuum impregnation. The addition of 2% (w/w sample) calcium ion to the osmotic solution increased the calcium content in final products by about 2 times form the fresh fruit. However, the different calcium intake depended on the level of calcium incorporated to osmotic solution. Thus, the application of a short time of vacuum impregnation prior to osmotic dehydration at room condition can be considered as a useful tool for calcium fortification of durian slices without seriously reducing its specific characters.

Keywords : durian, seed, starch, deep-fat frying, calcium

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนสนับสนุนการวิจัยกองบริหารการวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร งบประมาณแผ่นดินปี 2554

งานวิจัยนี้จะสำเร็จลงไม่ได้เลย ถ้าขาดคุณจักรกฤษณ์ พิมพา ผู้อยู่เบื้องหลังของการทำงานเสมอมา

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	1
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	3
กิตติกรรมประกาศ	5
สารบัญเรื่อง	6
สารบัญรูปภาพ	8
สารบัญตาราง	10
บทที่ 1 บทนำ	
- ความสำคัญ ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	11
- วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	13
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	13
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารงานวิจัย	
- ทุเรียนและวัสดุเหลือทิ้งจากทุเรียน	14
- ฟิล์มที่บริโภคได้	15
- การแปรรูปโดยการทอดน้ำมัน	16
- อาหารเสริมแคลเซียม	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
- การเตรียมตัวอย่างและสกัดแยกแป้งจากเม็ดทุเรียน	20
- การวิเคราะห์สมบัติของแป้งเม็ดทุเรียน	20
- การศึกษาการลดการดูดซับน้ำมันของชิ้นทุเรียนทอดโดยใช้ฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียน	22
- การศึกษาการเสริมแคลเซียมของชิ้นทุเรียนโดยใช้กระบวนการแช่ในสภาวะสุญญากาศ	22
- การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีของชิ้นทุเรียน	23
- การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	23

บทที่ 4 ผลและอภิปรายผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การสกัดแยกแป้งจากเม็ดทุเรียนแลการศึกษาสมบัติของแป้งเม็ดทุเรียน 24

- สีและลักษณะที่ปรากฏ 24
- องค์ประกอบทางโภชนะ 25
- ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเม็ดแป้ง 27
- ความใสของแป้งสุก 28
- ความสามารถในการอุ้มน้ำ 31
- ความจุของการพองตัว 32
- ความหนืด 33
- เจลาติไนเซชัน 34

ตอนที่ 2 การพัฒนากระบวนการทอดน้ำมันของชิ้นทุเรียนโดยใช้ฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียน 35

- องค์ประกอบทางโภชนะและสมบัติทางกายภาพของทุเรียน 35
- ผลของอุณหภูมิน้ำมันที่ใช้ทอดและการเคลือบฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียน 37
- ผลของวิธีการเคลือบฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนบนชิ้นทุเรียนและการจัดการหลังทอด 52

ตอนที่ 3 การเสริมแคลเซียมชิ้นทุเรียนด้วยกระบวนการแช่ในสุญญากาศ 58

- ผลของการใช้กระบวนการแช่ในสุญญากาศ 59
- ผลของความเข้มข้นของแคลเซียม 61

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 65

บรรณานุกรม 68

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 1 ลักษณะที่ปรากฏของตัวอย่างเม็ดทุเรียนที่ใช้เพื่อสกัดแยกแป้ง 25

รูปที่ 2 ลักษณะที่ปรากฏและสีของแป้งเม็ดทุเรียน 25

รูปที่ 3 scanning electron micrograph ของแป้งเม็ดทุเรียน 28

รูปที่ 4 สมบัติความใสของแป้งเม็ดทุเรียนสุก 29

รูปที่ 5 สมบัติความใสของแป้งสุกของแป้งเม็ดทุเรียน แป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวโพด 30

รูปที่ 6 สมบัติความสามารถในการอุ้มน้ำของแป้งเม็ดทุเรียน 31

รูปที่ 7 สมบัติความจุของการพองตัวของแป้งเม็ดทุเรียน 32

รูปที่ 8 สมบัติความหนืดของแป้งสุกของแป้งเม็ดทุเรียน 33

รูปที่ 9 ลักษณะที่ปรากฏของตัวอย่างทุเรียนหมอนทองสำหรับทอดน้ำมัน 36

รูปที่ 10 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันหยาบของผลิตภัณฑ์ชิ้นทุเรียนทอดที่ไม่ได้เคลือบและเคลือบด้วยฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนเมื่อทอดด้วยน้ำมันที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 38

รูปที่ 11 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไขมันหยาบของตัวอย่างชิ้นทุเรียนทอดที่เคลือบและไม่ได้เคลือบด้วยฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนในระหว่างการทอดน้ำมันที่อุณหภูมิ 150, 170 และ 190°C 39

รูปที่ 12 เปรียบเทียบความสามารถในการลดการดูดซับน้ำมันเมื่อเคลือบด้วยแป้งเม็ดทุเรียนในช่วง 6 นาทีแรกของการทอดน้ำมันที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 40

รูปที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของตัวอย่างชิ้นทุเรียนทอดที่ไม่ได้เคลือบ และเคลือบด้วยฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนในระหว่างการทอดน้ำมันที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 42

รูปที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไขมันหยาบและปริมาณความชื้นของตัวอย่างชิ้นทุเรียนทอดที่ไม่ได้เคลือบและเคลือบด้วยฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียน 43

รูปที่ 15 ลักษณะที่ปรากฏของชิ้นทุเรียนทอดที่อุณหภูมิน้ำมัน 150 °C ของตัวอย่างที่ไม่ได้เคลือบฟิล์มและเคลือบด้วยฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนก่อนนำไปทอดน้ำมัน 44

รูปที่ 16 ลักษณะที่ปรากฏของชิ้นทุเรียนทอดที่อุณหภูมิน้ำมัน 170 °C ของตัวอย่างที่ไม่ได้เคลือบฟิล์มและเคลือบด้วยฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนก่อนนำไปทอดน้ำมัน 45

รูปที่ 17 ลักษณะที่ปรากฏของชิ้นทุเรียนทอดที่อุณหภูมิน้ำมัน 190 °C ของตัวอย่างที่ไม่ได้เคลือบฟิล์มและเคลือบด้วยฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนก่อนนำไปทอดน้ำมัน 45

รูปที่ 18 การเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์สี (L*, a* และ b*) ของตัวอย่างชิ้นทุเรียนทอดที่ไม่ได้เคลือบและเคลือบด้วยฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนในระหว่างการทอดน้ำมันที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 46

รูปที่ 19 การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของตัวอย่างชิ้นทุเรียนทอดที่ไม่ได้เคลือบและเคลือบด้วยฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนในระหว่างการทอดน้ำมันที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 48

รูปที่ 20 การเปลี่ยนแปลงค่าความแข็งของตัวอย่างชิ้นทุเรียนทอดที่เคลือบและไม่ได้เคลือบด้วยแป้งเม็ดทุเรียนในระหว่างการทอดน้ำมันที่อุณหภูมิ 150, 170 และ 190 $^{\circ}$C 49

รูปที่ 21 โครงสร้างทางจุลภาคเมื่อตรวจวัดด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดของผลิตภัณฑ์ชิ้นทุเรียนทอดที่ทอดน้ำมันอุณหภูมิ 150 $^{\circ}$C 51

รูปที่ 22 ปริมาณไขมันหยาบและปริมาณความชื้นของตัวอย่างชิ้นทุเรียนทอดที่เคลือบด้วยแป้งเม็ดทุเรียนที่ใช้การจัดการหลังการเคลือบที่แตกต่างกันก่อนนำมาทอดพ 55

รูปที่ 23 โครงสร้างจุลภาคของชิ้นทุเรียนสด ชิ้นทุเรียนทอดที่ไม่ได้เคลือบฟิล์ม และชิ้นทุเรียนทอดที่เคลือบฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาทีก่อนนำไปทอด 56

รูปที่ 24 โครงสร้างจุลภาคของชิ้นทุเรียนทอดของตัวอย่างที่มีวิธีการจัดการหลังเคลือบฟิล์มแตกต่างกัน 56

รูปที่ 25 ปริมาณไขมันหยาบและปริมาณความชื้นของตัวอย่างชิ้นทุเรียนทอดที่เคลือบด้วยแป้งเม็ดทุเรียนเมื่อใช้การจัดการหลังการเคลือบที่แตกต่างกัน 57

รูปที่ 26 โครงสร้างจุลภาคของชิ้นทุเรียนทอดของตัวอย่างชิ้นทุเรียนสดที่เคลือบฟิล์มแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที ทอดที่ 170 $^{\circ}$C และหลังทอดอบที่ 60 $^{\circ}$C 30 นาที 58

รูปที่ 27 โครงสร้างจุลภาคของชิ้นทุเรียนของตัวอย่างชิ้นทุเรียนสด และหลังผ่านกระบวนการนำเข้าแคลเซียม เมื่อใช้สารละลายซูโครสเข้มข้น 20% และ 55% 63

รูปที่ 28 โครงสร้างจุลภาคของชิ้นทุเรียนของตัวอย่างหลังผ่านกระบวนการนำเข้าแคลเซียมโดยแช่ในสภาวะสุญญากาศเป็นเวลา 5 นาที แล้วตามด้วยออสโมติกดีไฮเดรชันที่บรรยากาศปกติ 15 นาที เมื่อใช้ความเข้มข้นแคลเซียม 0-6% (w/w sample) 64

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สถิติการผลิตทุเรียนของไทยในปี 2546 – 2552 15

ตารางที่ 2 สถิติปริมาณและมูลค่าการส่งออกทุเรียนสดแช่เย็น แช่แข็ง และผลิตภัณฑ์แปรรูป 15

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางโภชนะและสมบัติของแป้งเม็ดทุเรียน แป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลัง 26

ตารางที่ 4 องค์ประกอบของตัวอย่างทุเรียนหมอนทอง 36

ตารางที่ 5 สมบัติทางด้านสีและเนื้อสัมผัสของชิ้นทุเรียนทอดที่อุณหภูมิ 150 °C ของตัวอย่างที่เคลือบและไม่ได้เคลือบด้วยฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียน 47

ตารางที่ 6 ผลของวิธีการเคลือบฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนต่อปริมาณไขมันหยาบ ปริมาณความชื้น ความแข็ง และค่าพารามิเตอร์สีของผลิตภัณฑ์ชิ้นทุเรียนทอด 54

ตารางที่ 7 ผลของการใช้กระบวนการแช่ในสภาวะสุญญากาศร่วมกับกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันในบรรยากาศปกติต่อปริมาณแคลเซียมและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชิ้นทุเรียน 60

ตารางที่ 8 ผลของความเข้มข้นของไอออนแคลเซียมในสารละลายออสโมติกต่อปริมาณแคลเซียมและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชิ้นทุเรียน 62