

รายงานการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2559

1. ชุดโครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มผลผลิตและความมั่นคงทางอาหาร
2. โครงการวิจัย วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและการแปรรูปถั่วเหลือง
 กิจกรรม การแปรรูปถั่วเหลือง
3. ชื่อการทดลอง(ภาษาไทย) อัตราส่วนแป้งสาลีที่เหมาะสมสำหรับผลิตเฟรนช์ฟรายถั่วเหลือง
 ชื่อการทดลอง(ภาษาอังกฤษ) Optimum Ratio of Wheat Flour for producing Soybean French Fries
4. คณะผู้ดำเนินงาน
 หัวหน้าโครงการวิจัย กัลยา วิถี
 หัวหน้าการทดลอง ละอองดาว แสงหล้า
 ผู้ร่วมงาน ปัทมพร วาสนาเจริญ สุพรรณณี เป็งคำ ศุภมาศ กลิ่นขจร
5. บทคัดย่อ

การใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองในรูปแบบใหม่ เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วเหลือง การศึกษามีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนแป้งสาลีที่เหมาะสมในการผลิตเฟรนช์ฟรายถั่วเหลือง การทดลองดำเนินการที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ ปี 2559 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ กรรมวิธีคือ อัตราส่วนแป้งสาลี ได้แก่ 100 200 300 400 และ 500 กรัม ต่อกากถั่วเหลือง 500 กรัมและน้ำมันถั่วเหลือง 250 กรัม ผลการทดลองพบว่า การใช้แป้งสาลีที่อัตราส่วน 300 กรัม เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด เนื่องจากเฟรนช์ฟรายมีคุณภาพทั้งแบบดิบและแบบทอดรวมถึงรสชาติ ดีกว่าการใช้ที่อัตราส่วนอื่นๆ ดังนี้ ให้เฟรนช์ฟรายถั่วเหลืองแบบดิบ มีโปรตีน 31.3 และไขมัน 13.2 เปอร์เซ็นต์ มีสีเหลืองอ่อน ผิวเรียบ ไม่มีกลิ่นถั่ว ส่วนเฟรนช์ฟรายถั่วเหลืองแบบทอด มีสีเหลืองเข้ม รสชาติดีกว่าการใช้แป้งสาลีอัตราส่วนอื่นๆทั้งหมด มีผิวเรียบ ไม่มีกลิ่นถั่ว และมีความกรอบปานกลาง โดยความกรอบจะมีค่าลดลงตามอายุการเก็บรักษาและจะหายไปเมื่อเก็บรักษานาน 6 ชั่วโมง คุณภาพทั้งแบบดิบและแบบทอดจะไม่มีเปลี่ยนแปลง เมื่อเก็บรักษาในสภาพแช่แข็ง (-18 °C) เป็นเวลา 2 เดือน

คำสำคัญ: ถั่วเหลือง เฟรนช์ฟรายถั่วเหลือง สารอะคริลามัด

ABSTRACTS

The new way of soybean utilization may enhance value-added of soybean. This study aimed to investigate the optimum ratio of wheat flour for producing soybean french fries. The experiment was conducted at CMFCRC in 2016. It was CRD with 4 replications and five ratios of wheat flour (100 200 300 400 and 500 gram) were measured. Soybean variety CM 60 was prepared by planting in the dry season during December, 2015 to March, 2016. Results revealed that 300 gram of wheat flour was the optimum ratio for producing soybean french fries. Raw type contained 31.3 and 13.2 % of protein and crude fat contents. It had light yellow color, smooth texture, odorless. Also, fried type had dark yellow color, good taste, smooth texture, odorless, and moderate crispy. The crispiness of all treatments were gradual dropped according

to the increasing shelf life and was gone when stored for 6 hours. Freezing point (-18 °C) and storage duration (2 months) did not affect on both raw and fried types quality.

Key words: soybean, soybean french fries, acrylamide compound

6. คำนำ

เฟรนช์ฟราย หมายถึง มันฝรั่งทอดที่สามารถแปรรูปเป็นแบบแท่งหรือเป็นลักษณะอย่างอื่น มีที่มาจากประเทศเบลเยียม และมีความนิยมอย่างแพร่หลายในหลายๆประเทศ แต่เฟรนช์ฟรายมีสารที่เรียกกันว่า อะคริลาไมด์ (acrylamide) ซึ่งเป็นสารที่ก่อมะเร็งในสัตว์ค่อนข้างสูง มีสูงมากเมื่อเทียบกับอาหารหลายอย่างที่ใช้บริโภค สารอะคริลาไมด์เกิดจากกรดอะมิโนแอสปาราจีน (asparagine) ที่มีมากในมันฝรั่ง เนื้อสัตว์ และธัญพืช(โอ๊ต, 2551) กรดอะมิโนแอสปาราจีนนี้เมื่อทำปฏิกิริยาในความร้อนสูงจากการทอด ที่เรียกว่าทอดท่วม (deep frying) จะเกิดการสร้างสารอะคริลาไมด์ขึ้นมา โดยมีปริมาณที่ตรวจพบอยู่ในช่วง น้อยกว่า 50 ถึง 3,500 พีพีพี ระดับอันตรายในร่างกายมนุษย์ 0.3-0.8 ไมโครกรัมของสารอะคริลาไมด์ต่อน้ำหนัก 1 กิโลกรัมต่อวัน สารดังกล่าวทำให้ยื่นเปลี่ยนรูปนำไปสู่การเป็นโรคมะเร็งหลายประเภท มะเร็งเต้านมและมะเร็งปากมดลูกด้วย จากผลการวิจัยของทีมนักวิทยาศาสตร์ชาวสวีเดน พบว่า ทำให้ผู้บริโภคเฟรนช์ฟรายเป็นอาหารหลักบางกลุ่มคนเกิดอาการวิตกกังวล ปัจจุบันมีบางประเทศที่เริ่มมีการใช้วัตถุดิบอื่นที่มีสารอะคริลาไมด์น้อย แทนมันฝรั่ง เช่น ประเทศเยอรมัน โดยมีการใช้มันสำปะหลังของไทย พันธุ์ห่านาที่ ถั่วเหลืองก็เป็นทางเลือกตัวใหม่ในการผลิต ทั้งนี้เนื่องจากเป็นพืชที่มีกรดอะมิโนแอสปาราจีนอยู่น้อย นอกจากนี้ยังอุดมไปด้วยสารสำคัญอื่นๆที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ โปรตีน เส้นใย ไกโรดไขมันไม่อิ่มตัว และสารพฤกษเคมีที่สำคัญ ได้แก่ ไอโซฟลาโวน กาบ้า เลซิทิน ซาโปนิน และอุดมไปด้วย โพลีฟีนอล เหล็ก วิตามินดี วิตามินบี วิตามินอี แคลเซียม ธาตุเหล็ก สังกะสี โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส คอปเปอร์ แมกนีเซียม แมงกานีส (AboutkidsHealth, 2007; เพิ่มศักดิ์ และ สมศักดิ์, 2550) ซึ่ง สามารถลดความเสี่ยงจากโรคหัวใจ มะเร็ง อาการวัยทองและโรคกระดูกพรุน (Caroll and Kurowska, 1995; Lathia and Kruchten, 1996) ความต้องการใช้ถั่วเหลืองเพื่อการบริโภคและอุตสาหกรรมอาหารสุขภาพได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เช่น นมถั่วเหลือง เต้าหู้ ฟองเต้าหู้ ซอสปรุงรส เต้าฮวย ถั่วเน่า เป็นต้น อย่างไรก็ตาม การผลิตถั่วเหลืองในประเทศไทย ส่วนใหญ่ผลิตเพื่อนำไปสกัดน้ำมันและทำอาหารสัตว์ การนำมาแปรรูปเพื่อการบริโภคในรูปแบบอื่นๆ ยังไม่ได้รับความนิยมมากนัก ซึ่งจำกัดอยู่เฉพาะกลุ่ม เช่น กลุ่มมังสวิวัติ กลุ่มชีวิต ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อจำกัดทั้งในเรื่องรสชาติ รูปแบบ เทคนิคในการผลิตและชนิดของผลิตภัณฑ์และการเลือกใช้พันธุ์ที่เหมาะสมในการผลิต ดังนั้นแนวทางการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองในรูปแบบใหม่ จึงน่าจะเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ถั่วเหลืองและทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภค

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ถั่วเหลืองพันธุ์ เชียงใหม่ 60
2. แป้งสาลี เกลือ น้ำมัน
3. อุปกรณ์ผลิตเฟรนช์ฟราย คือ เครื่องหั่น ถาดสี่เหลี่ยม เครื่องชั่ง ถุงซีป

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design จำนวน 7 ซ้ำ กรรมวิธี คือ อัตราส่วนแป้งสาาลี มี 5 อัตรา คือ 100 200 300 400 และ 500 กรัม ต่อกากั่วเหลือง 500 กรัมและน้ำมันั่วเหลือง 250 ซีซี ดำเนินการในพันธุ์ เชียงใหม่ 60 และมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมเมล็ดั่วเหลืองและการเตรียมน้ำมันั่วเหลือง

ปลุกั่วเหลือง ปฏิบัติดูแลรักษาตามคำแนะนำของกรมกรวิชาการเกษตร เก็บเกี่ยวและนวดั่วเหลืองที่ระยะ R8 ลดความชื้นให้เหลือ 10 เปอร์เซ็นต์ ทำความสะอาด คัดเมล็ดเสียและสิ่งเจือปนออก สุ่มั่วเหลืองจำนวน 1 กิโลกรัมต่อพันธุ์ต่อซ้ำ มาดำเนินการทดลอง และบันทึกลักษณะทางกายภาพ ได้แก่ สีตา สีเปลือกหุ้มเมล็ด น้ำหนัก และวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนและไขมัน และนำั่วเหลืองแต่ละพันธุ์มาแช่น้ำในอัตราส่วน 1:8 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ทำความสะอาดและเอาเปลือกออก นำไปปั่นให้ละเอียด กรองแยกกากออก และนำน้ำมันั่วเหลืองไปต้ม ใช้ไม้พายคนตลอด เป็นเวลา 15 นาทีหรือจนเดือด(อุณหภูมิ 100 °C)

ขั้นตอนที่ 2 การผลิตเฟรนช์ฟรายั่วเหลือง

นำกากั่วเหลือง 500 กรัม มาผสมกับแป้งสาาลีอัตราส่วนตามกรรมวิธี นำไปตั้งไฟ เติมน้ำมันั่วเหลือง 250 ซีซี กวนจนส่วนผสมสุก ยกออกจากเตา นำส่วนผสมไปเทลงในถาดอะลูมิเนียมสี่เหลี่ยมให้หนา 0.5 นิ้ว ปาดหน้าให้เรียบ นำไปแช่แข็งเป็นเวลา 3 ชั่วโมง พอครบกำหนดนำออกมาหั่นเป็นแท่งขนาด 4.5 x 0.5 นิ้ว จากนั้นแบ่งเฟรนช์ฟรายั่วเหลือง ออกเป็น 3 ส่วน วิเคราะห์คุณภาพตามมาตรฐาน Codex standard of quick frozen French fries potato(2014) and Fritsch (1981) โดยส่วนที่ 1 นำไปวิเคราะห์คุณภาพในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ โปรตีน ไขมัน (AOAC, 2000) และทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี เนื้อสัมผัส และกลิ่น โดยใช้คนจำนวน 20 คน ส่วนที่ 2 บรรจุในภาชนะปิดสนิทเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่แข็ง (-18 °C) เป็นเวลา 2 เดือน สุ่มวิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ทุกๆ 1 เดือน และส่วนที่ 3 นำไปทอดในน้ำมันจนเหลือง ตักขึ้นพักให้สะเด็ดน้ำมัน วิเคราะห์คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส ความกรอบ และกลิ่น

เวลาและสถานที่

ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่เชียงใหม่ อำเภอสันทราย จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่ ตุลาคม พ.ศ. 2558-กันยายน พ.ศ. 2559

8.ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

ปริมาณโปรตีนและไขมัน

การใช้แป้งสาาลีที่อัตราต่างๆทำให้เฟรนช์ฟรายั่วเหลืองที่ผลิตได้มีโปรตีนและไขมันแตกต่างกันทางสถิติที่ $P < 0.05$ โดยการใช้ที่อัตราส่วน 100 กรัม ทำให้เฟรนช์ฟรายั่วเหลือง มีโปรตีนและไขมันสูงสุด คือ 36.5 และ 17.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยโปรตีนและไขมันจะลดลงตามอัตราส่วนแป้งสาาลีที่เพิ่มขึ้น

คุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพการบริโภค

การใช้อัตราส่วนแป้งสาาลีทุกกรรมวิธี ทำให้เฟรนช์ฟรายมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพการบริโภคแตกต่างกันทางสถิติที่ $P < 0.05$ การใช้อัตราส่วนแป้งสาาลีทุกกรรมวิธี ให้เฟรนช์ฟรายแบบดิบมีสีเหลืองอ่อนและการใช้แป้งสาาลีที่อัตราที่สูงขึ้น คือ 300 กรัมขึ้นไป จะทำให้เฟรนช์ฟรายมีเนื้อสัมผัสที่เรียบและทำให้กลิ่นั่ว

หมดไป เนื่องจากมีสัดส่วนของกากถั่วเหลืองลดลง ส่วนคุณภาพการบริโภค พบว่า การนำไปทอดจะมีสีเหลืองเข้มเมื่อใช้แป้งสาธิตอัตราที่ 200 กรัมขึ้นไป ส่วนการใช้ที่อัตราส่วน 100 และ 200 กรัม ทำให้เฟรนช์ฟรายมีกลิ่นถั่วเล็กน้อย และไม่มีกลิ่นถั่วเมื่อใช้อัตรา 300 กรัมขึ้นไปเช่นเดียวกับเฟรนช์ฟรายแบบดิบ นอกจากนี้ การใช้ที่อัตราส่วน 100 กรัม ทำให้มีผิวขรุขระและมีกรอบและเปราะง่ายมากกว่า เนื่องจากที่อัตราส่วน 100 กรัม เฟรนช์ฟรายถั่วเหลืองจะมีสัดส่วนของกากถั่วเหลืองสูงสุดและสัดส่วนแป้งต่ำสุด ซึ่งกากถั่วเหลืองทำให้เฟรนช์ฟรายมีผิวสัมผัสเป็นรูพรุนซึ่งมีพื้นที่ผิวมากในการสัมผัสกับน้ำมัน ส่งผลให้ใช้เวลาสั้นในการทอดและมีความกรอบเพิ่มขึ้น ส่วนการใช้ที่อัตราส่วน 200 และ 300 กรัม ทำให้เฟรนช์ฟรายถั่วเหลืองมีผิวเรียบ มีความกรอบปานกลาง เนื่องจากเป็นสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างแป้งสาธิตกับกากถั่วเหลือง สำหรับที่อัตราส่วน 400 และ 500 กรัม แม้จะมีสัดส่วนของกากถั่วเหลืองลดลงแต่มีสัดส่วนแป้งสาธิตเพิ่มขึ้น ซึ่งมีผลต่อผิวสัมผัสและความกรอบของเฟรนช์ฟราย คือ มีผิวเรียบและเฟรนช์ฟรายเกิดการพองตัวเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ อรอนงค์(2526) จึงทำให้มีความกรอบเช่นเดียวกับการใช้ที่อัตราส่วน 100 กรัม โดยความกรอบจะมีค่าลดลงตามอายุการเก็บรักษาและจะหายไปเมื่อเก็บรักษานาน 6 ชั่วโมง การใช้แป้งสาธิตที่อัตรา 100 และ 200 กรัม สามารถคงความกรอบได้นานกว่าการใช้ที่อัตราอื่นๆ เพราะมีสัดส่วนของกากสูงกว่าอัตราอื่นๆ อย่างไรก็ตาม อาจมีปัจจัยอื่นๆ เข้ามาเกี่ยวข้องกับ ความกรอบของเฟรนช์ฟรายถั่วเหลือง ได้แก่ ความชื้นของผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิที่ใช้ทอดและวิธีการทอดและวิธีการจัดเก็บ หลัง การทอด (ทัศนวิวรรณ และ ธงชัย, 2546; Stastny *et al.*, 2014; Ruttanadech and Chungcharoen, 2015) ซึ่งควรมีการศึกษาต่อไป ส่วนรสชาตินั้น พบว่า การใช้แป้งสาธิตที่อัตราส่วน 300 กรัม ให้รสชาติที่ดีที่สุด

คุณภาพการเก็บรักษาในสภาพแช่แข็ง (-18 °C) เป็นเวลา 2 เดือน พบว่า เฟรนช์ฟรายถั่วเหลืองทั้งแบบดิบและแบบทอดจะไม่มีเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตาม จากการประเมินความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบ พบว่า การใช้แป้งสาธิตที่อัตราส่วน 300 กรัม มีคะแนนความชอบสูงสุด ส่วนที่อัตราส่วน 100 กรัม มีคะแนนความชอบต่ำสุด

9.สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การใช้แป้งสาธิตที่อัตราส่วน 300 กรัม เป็นอัตราส่วนที่ดีที่สุด เนื่องจากเฟรนช์ฟรายถั่วเหลืองมีคุณภาพทั้งแบบดิบและแบบทอดรวมถึงรสชาติ ดีกว่าการใช้ที่อัตราส่วนอื่นๆ ดังนี้ เฟรนช์ฟรายถั่วเหลืองแบบดิบ มีโปรตีน 31.3 และไขมัน 13.2 เปอร์เซ็นต์ มีสีเหลืองอ่อน ผิวเรียบ ไม่มีกลิ่นถั่ว ส่วนให้เฟรนช์ฟรายถั่วเหลืองแบบทอด มีสีเหลืองเข้ม รสชาติดีกว่าการใช้อัตราส่วนอื่นๆทั้งหมด มีผิวเรียบ ไม่มีกลิ่นถั่ว และมีความกรอบปานกลางโดยความกรอบจะมีค่าลดลงตามอายุการเก็บรักษาและจะหายไปเมื่อเก็บรักษานาน 6 ชั่วโมง คุณภาพทั้งแบบดิบและแบบทอดจะไม่มีเปลี่ยนแปลง เมื่อเก็บรักษาในสภาพแช่แข็ง (-18 °C) เป็นเวลา 2 เดือน การวิจัยในอนาคตควรวิจัยในถั่วเหลืองพันธุ์อื่นๆและวิเคราะห์สารอะคลิลาไมด์เพิ่มเติม รวมทั้งพัฒนาเครื่องตัดเฟรนช์ฟรายเพื่อให้มีขนาดสม่ำเสมอ และศึกษาเทคโนโลยีเพื่อคงความกรอบได้นานขึ้น และวิจัยและพัฒนาด้านบรรจุภัณฑ์

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

1. ถ่ายทอดผลงานวิจัยให้แก่ผู้ประกอบการแปรรูปถั่วเหลืองและผู้สนใจทั่วไป

2. วิจัยและพัฒนาต่อยอดงานวิจัยด้าน พันธุ์ถั่วเหลือง เครื่องตัดเฟรนช์ฟรายถั่วเหลือง เทคโนโลยีเพื่อความกรอบ และวิจัยและพัฒนาด้านบรรจุภัณฑ์

11. เอกสารอ้างอิง

ทัศนวิวรรณ สำราญพันธ์ และ ชงชัย หลิมสกุล.2546.การศึกษาของอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อการเปลี่ยนแปลงสีและความกรอบของกล้วยทอด ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น
เพิ่มศักดิ์ สุภาพรเหมินทร์ และ สมศักดิ์ ศรีสมบุญ. ความสำคัญของถั่วเหลือง(ออนไลน์)สืบค้นจาก

Available URL <http://www.doa.go.th/fieldcrops/soy/oth/002.HTM>(25 กันยายน 2550.)

อรอนงค์ นัยวิกุล.2526.การศึกษาลักษณะความกรอบหรือกรอบพองของแป้งชนิดต่างๆ เพื่อใช้ประกอบอาหารทอด ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โอภาส บุญเสียง. 2551. มันสำปะหลังทำเฟรนช์ฟราย. วารสารกสิกร. ปีที่ 79 ฉบับที่ 1.

AboutKidsHealth. Soy what? (Online) Available URL

<http://www.aboutkidshealth.ca/News/Soy-what.aspx>? (September 28, 2007)

AOAC, 2000. Official Method of Analysis of Official Agricultural Chemists. AOAC. International 17th ed.The Association Official Analytical Chemists. Maryland, USA. 1481 p.

Caroll, K.K. and E. M. Kurowska, 1995. Soy consumption and cholesterol reduction review of animal and human studies. J. of Nutrition. 25:5945-5975.

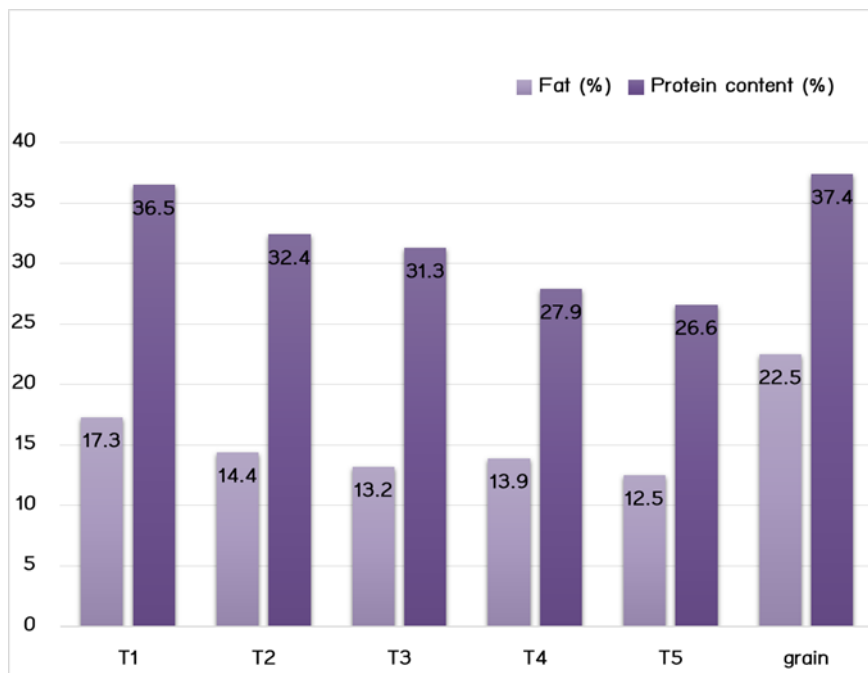
Codex Standard of Quick Frozen French Fried Potato(Codex Stan 114-1981). Codex standard of quick frozen French fried potato. 1-7 p. (April , 2014)

Fritsch, C.W. 1981. Measurement of frying fat deterioration. A brief review. J. Am Oil Chem. Soc.58:272-274.

Lathia, D. and S. Kruchten.1996. Potential nutritional and health benefits of newly developed fermented soymilk dessert. Second International Symposium on the Role of Soy in Preventing and Treating Chronic Diseases., September 15-18. Belgium.

Ruttanadech,N. and T, Chungcharoen.2015. Effect of temperature and time on the physical properties of banana by vacuum frying technique. International Conference on Advances in Agricultural, Biological & Environmental Sciences, July 22-23, 2015.London, UK.

Stastny, S., J. Keith, C, Hall., and J. G. Robinson.2014. Flash-frying vs. Deep-fat frying: Fat content and sensory evaluation of fish fried using two methods. Food Studies. An Interdisciplinary Journal.26 pp.



T1 = wheat flour 100 g, T2 = wheat flour 200 g, T3 = wheat flour 300 g, T4 = wheat flour 400 g, T5 = wheat flour 500 g.

Fig.1 Protein and fat content of soybean French Fries produced by different ratios of wheat flour at CMFCRC, 2016.

Table 1 Sensory quality of both raw and fried types of soybean French Fries produced by different ratios of wheat flour at CMFCRC, 2016.

Treatment*	Sensory characteristics**								Overall Acceptability
	Raw type			Fried type					
	color	texture	odor	color	taste	texture	crispiness	Odor	
T1	1.5	3.0 c	2.0 b	1.3 b	2.0 b	2.8 b	3.0 a	2.2 c	2.5 c
T2	1.3	3.0 c	2.0 b	2.0 a	2.0 b	1.5 a	1.5 bc	2.0 bc	2.0 bc
T3	1.0	1.2 ab	1.3 a	2.0 a	1.3 a	1.0 a	1.0 c	1.5 ab	1.0 a
T4	1.0	1.0 a	1.0 a	2.0 a	2.0 b	1.0 a	2.0 b	1.0 a	1.8 b
T5	1.0	1.0 a	1.0 a	2.0 a	2.3 b	1.0 a	2.0 b	1.0 a	2.0 bc
F-test	NS	*	*	*	*	*	*	*	*
CV(%)	19.7	13.6	15.4	12.1	15.4	13.6	13.5	12.0	18.4

Mean in the same column followed by a common letter are not significantly different at $P < 0.05$ by DMRT.

*T1 = wheat flour 100 g. + soybean cake 500 g. + soybean milk 250 g. (1: 5: 2.5)

** Tested by 20 testers

T2 = wheat flour 200 g. + soybean cake 500 g. + soybean milk 250 g. (1: 2.5: 1.25)

T3 = wheat flour 300 g. + soybean cake 500 g. + soybean milk 250 g. (1: 1.7: 0.8)

T4 = wheat flour 400 g. + soybean cake 500 g. + soybean milk 250 g. (1: 1.25: 0.6)

T5 = wheat flour 500 g. + soybean cake 500 g. + soybean milk 250 g. (1: 1: 0.5)

Color; 1 = light yellow white; 2 = dark yellow; 3 = light brown

Odor; 1 = odorless; 2 = slight odor; 3 = moderate odor

Taste; ; 1 = excellent; 2 = good; 3 = fairly good

Texture; 1 = smooth; 2 = moderate rough; 3 = very rough

Overall acceptability; 1 = excellent; 2 = good; 3 = fairly good

soybean characteristics variety CM 60 seed coat color = yellow

protein content = 37.4 %

hilum color = brown

crude fat content = 22.5 %

moisture content = 7.2 %

SDW = 13.5 g./100 seeds