บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. การเตรียมเซลลูโลสจากกากอ้อย

การเตรียมเซลลูโลสจากกากอ้อยในการวิจัยครั้งนี้ ใช้กากอ้อยที่ได้จากการหีบน้ำอ้อยขาย เนื่องจากกากอ้อยนี้ไม่มีเปลือก และสะดวกในการจัดหาวัตถุดิบ กากอ้อยที่ได้นำมาเตรียมเป็นเซลลูโลสโดยผ่านกระบวนการต่างๆตามผังในรูป 3.1 เพื่อกำจัดสารที่ไม่ต้องการออกจากกากอ้อย ขั้นตอนแรกคือนำกากอ้อยไปอบและย่อยขนาด เพื่อช่วยให้การกำจัดสารที่ไม่ต้องการและฟอกสีเกิดปฏิกิริยาได้ดีขึ้น เนื่องจากเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวของกากอ้อย จากนั้นล้างด้วยน้ำเพื่อกำจัดน้ำตาลและสิ่งสกปรกพวกฝุ่นละออง ในขั้นตอนนี้มีผลให้ร้อยละของผลผลิตลดลงเหลือ 65.43 โดยน้ำหนักแห้ง กากอ้อยที่ได้นำไปผ่านกระบวนการต้มย่อยด้วยด่าง เพื่อกำจัดเฮมิเซลลูโลส, ลิกนิน, hydrophobic lipid materials และสารประกอบพวก phenolic ขั้นตอนนี้ทำ 2 ครั้ง เพื่อกำจัดเฮมิเซลลูโลสให้ได้มากที่สุด โดยสังเกตจากสีของสารละลาย เมื่อผ่านขั้นตอนต้มย่อยด้วยด่างครั้งแรกจะมีสีเข้มออกดำ แต่เมื่อผ่านขั้นตอนต้มย่อยครั้งที่ 2 สีของสารละลายจะจางลงออกเป็นสีเหลือง จากนั้นฟอกสีด้วย sodium hypochlorite ซึ่งสารตัวนี้มีสมบัติเป็น strong oxidant นอกจากจะช่วยฟอกสีเซลลูโลสจากกากอ้อยแล้ว ยังจะช่วยกำจัดสารพวกเพคติน, แป้ง เฮมิเซลลูโลส, โปรตีน และ non-cellulosic material ด้วย (Mark และคณะ, 1985) เซลลูโลสจากกากอ้อยที่ได้จะมีสีขาวอมเหลือง ขั้นตอนการกำจัดสารที่ไม่ต้องการด้วยด่างและการฟอกสีมีผลให้ได้ผลผลิตเหลือเป็นร้อยละ 34.53 และ 13.34 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ สำหรับสาเหตุที่ทำให้ร้อยละของผลผลิตลดลงมาก มี 2 ประการ คือ มีการกำจัดสารที่ไม่ต้องการออก และสายเซลลูโลสอาจถูกทำลายได้ในขั้นตอนการกำจัดด้วยด่างและการฟอกสี (Cosgrove, Head และ Lewis, 1985)

2. <u>การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของเซลลูโลสที่ใช้</u>

เซลลูโลสที่ใช้ในงานวิจัยมี 3 ชนิด คือ เซลลูโลสจากกากอ้อยที่เตรียมได้ เซลลูโลสผงทางการค้า "Solka floc UF-900FCC" และเมทิลเซลลูโลส มีชื่อทางการค้า "Methocel A4M" นำเซลลูโลสเหล่านี้มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพ ดังผลในตารางที่ 4.2 และ 4.3 พบว่าร้อยละของปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ ปริมาณคลอรีน และ ปริมาณเซลลูโลส ของเซลลูโลสจากกากอ้อยที่เตรียมได้ใกล้เคียงกับ Solka floc และค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ Food Chemical Codex(1981) กำหนดไว้ให้ใช้ในอาหารได้(ภาคผนวก จ) Methocel มีร้อยละความชื้นต่ำเป็นร้อยละ 2.86 แต่ปริมาณเถ้า ของแข็งที่ละลายน้ำได้ และเซลลูโลสสูงกว่าเซลลูโลสจากกากอ้อยและSolka floc เนื่องจากMethocel เป็นเมทิลเซลลูโลส(Dow Chemical Company, 1991) จึงมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกับเซลลูโลส และมีมาตรฐานที่แตกต่างจากเซลลูโลสผง โดย Food Chemical Codex(1981) ได้กำหนดให้เมทิลเซลลูโลสมีปริมาณความชื้น< 3.0 % ปริมาณเถ้า< 1.5 % ดังนั้นความชื้นของ Methocelที่วิเคราะห์ได้จึงต่ำกว่าเซลลูโลสอีก 2 ชนิด (มาตรฐานของเมทิลเซลลูโลสดังแสดงในภาคผนวก ก)

เมื่อพิจารณาสมบัติทางกายภาพของเซลลูโลสทั้ง 3 ชนิด พบว่า Solka floc มีค่า water retention capacity สูงกว่าเซลลูโลสจากกากอ้อย คือมีค่าเท่ากับ 938 และ 793 กรัมน้ำ/เซลลูโลส 100 กรัม แต่ไม่สามารถวัดค่า water retention capacity ของ Methocelได้ เนื่องจาก Methocel เป็นเมทิลเซลลูโลสมีสมบัติละลายน้ำได้ จึงละลายน้ำจนหมด(Glicksman, 1969) สำหรับค่าoil retention capacity นั้น Solka floc มีค่า oil retention capacity สูงสุด และMethocel มีค่า oil retention capacity ต่ำสุด คือมีค่าเท่ากับ 833 และ 312 กรัมน้ำมัน/เซลลูโลส100 กรัม ตามลำดับ จะเห็นว่าเซลลูโลสจากกากอ้อยและSolka floc มีค่าwater retention capacities สูงกว่าoil retention capacities เนื่องจากเซลลูโลสจากกากอ้อยและSolka floc มีสมบัติเป็นhydrophilic มากกว่าhydrophobic เป็นผลให้เซลลูโลสทั้งสองสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงระหว่างน้ำกับเซลลูโลส(Ang, 1990)

3. การศึกษาชนิด ปริมาณการใช้เซลลูโลส และสภาวะในการทอดที่เหมาะสมของแป้งชุบทอด

3.1 คัดเลือกชนิดของเซลลูโลสที่เหมาะสมในการลดการอมน้ำมัน

งานวิจัยนี้ได้ทดลองคัดเลือกเซลลูโลส 3 ชนิด คือ เซลลูโลสจากกากอ้อยที่เตรียมได้ ตามผังในรูปที่ 3.1 Solka floc เซลลูโลสผงทางการค้า และ Methocel เมทิลเซลลูโลส(Dow Chemical Company, 1986) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าชนิดของเซลลูโลสมีผลต่อ ค่าความหนืด การเกาะติด ความชื้น และปริมาณไขมัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ไม่ว่าจะเป็นที่ระดับความเข้มข้นของเซลลูโลสที่ร้อยละ 1, 2 และที่ร้อยละ 2 แต่ไม่เติมกัวกัม ดังแสดงในตารางที่ 4.4-4.6 และรูปที่ 4.1-4.3

เมื่อพิจารณาค่าความหนืด พบว่า Methocel จะให้ batter ที่มีความหนืดสูงสุดไม่ว่าที่ระดับความเข้มข้นของเซลลูโลสร้อยละ 1 หรือ 2 เนื่องจาก Methocel เป็นเมทิลเซลลูโลส มีสมบัติเป็น thickening agent ช่วยเพิ่มความหนืดให้กับสารละลาย สำหรับเซลลูโลสจากกากอ้อยและSolka floc นั้นให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความหนืดมากกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพราะเซลลูโลสมีสมบัติในการดูดซับน้ำได้(Pigman, Horton และHerp, 1970) จึงมีผลให้น้ำอิสระใน batter ลดน้อยลง ทำให้ความหนืดของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของ Ang(1991)ที่พบว่าการใช้เซลลูโลสร่วมกับ thickening agent ส่งผลให้ความหนืดเพิ่มขึ้น แต่ความหนืดที่ได้น้อยกว่าความหนืดของ Methocel เนื่องจากโครงสร้างของเซลลูโลส และMethocel ต่างกัน โดยเซลลูโลสมีโครงสร้างเป็นเส้นตรงการดูดซับน้ำจะน้อย สำหรับ Methocelเป็นเมทิลเซลลูโลส มีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านสามารถละลายน้ำและให้สารละลายที่มีความข้นหนืด(Kulp และ Loewe, 1990) และ batter ที่มีความหนืดสูงมีผลให้การเกาะติดเพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน

เนื่องจาก Methocel เป็นเมทิลเซลลูโลสมีสมบัติเป็นสารเพิ่มความข้นหนืด ดังนั้นเมื่อนำไปใช้ร่วมกับกัวกัมมีผลให้ความหนืดของ batter เพิ่มสูงขึ้นมากเมื่อใช้ Methocel ในปริมาณร้อยละ 2 จึงได้ทดลองไม่เติมกัวกัมในสูตรแป้งชุบทอดที่ใช้เซลลูโลสในปริมาณร้อยละ 2 ดังรูปที่ 4.3 พบว่าที่ปริมาณกัวกัมเป็น 0 ชนิดของเซลลูโลสมีผลต่อความหนืด การเกาะติด และความชื้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่อปริมาณไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งให้ผลลักษณะเช่นเดียวกับเมื่อใช้กัวกัมและ

เซลลูโลสร้อยละ 1 เมื่อพิจารณาปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณไขมันเฉลี่ย พบว่าแป้งชุบทอดที่ใช้ Methocel ร้อยละ 2 ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันต่ำสุด ซึ่งการลดลงของน้ำมันเนื่องจาก Methocel มีสมบัติในการเกิดเจลที่อุณหภูมิสูง (Thermal gelation) และสร้างฟิล์มที่มีความสม่ำเสมอห่อหุ้มชิ้นอาหาร ซึ่งฟิล์มนี้สามารถกั้นขวางไขมันและน้ำได้ (Dow Chemical Company, 1991; Kulp และ Loewe, 1990) การเกิดเจลของ Methocel เกิดขึ้นเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของสารละลายMethocel สูงขึ้น ช่วงแรกสารละลายจะมีความหนืดลดลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจนถึงอุณหภูมิในการเกิดเจล(gelation temperature)คือประมาณ 50-55 องศาเซลเซียส (Dow Chemical Company, 1991) สารละลายจะมีความหนืดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเกิดเป็นเจล สำหรับเซลลูโลสจากกากอ้อยและ Solka floc ลดการอมน้ำมันในผลิตภัณฑ์ได้เท่ากัน โดยเซลลูโลสนี้สามารถดูดซับน้ำได้ดีกว่าน้ำมัน เนื่องจากเซลลูโลสจากกากอ้อยและ Solka floc มีค่า water retention capacities สูงกว่า oil retention capacites คือมีค่า water retention capacities เท่ากับ 793 และ 938 กรัมน้ำ/เซลลูโลส100กรัม และมีค่า oil retention capacities เท่ากับ 641 และ 838 กรัมน้ำมัน/เซลลูโลส100กรัม ตามลำดับ จึงมีผลให้แป้งชุบทอดที่ได้มีปริมาณไขมันลดลงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ(Ang และคณะ, 1990) ซึ่งเมื่อพิจารณาค่าความชื้นประกอบ พบว่าแป้งชุบทอดที่ใช้ Methocel มีความชื้นสูงสุด เนื่องจากฟิล์มที่สร้างโดย Methocel นี้ช่วยกั้นขวางน้ำในชิ้นอาหารออกสู่ภายนอก และแป้งชุบทอดที่ใช้ Solka floc และเซลลูโลสจากกากอ้อยจะมีความชื้นสูงรองลงมา ตามลำดับ

ดังนั้นจึงเลือกใช้ Methocel ซึ่งมีค่า oil retention capacities ต่ำกว่าเซลลูโลสจากกากอ้อยและSolka floc คือมีค่าเท่ากับ 312 กรัมน้ำมัน/เซลลูโลส100กรัม ร่วมกับกัวกัมร้อยละ 0.1 ในการลดการอมน้ำมันของแป้งชุบทอด เนื่องจากสามารถการอมน้ำมันได้มากกว่า Solka floc และเซลลูโลสจากกากอ้อย เมื่อใช้ในปริมาณที่เท่ากัน

3.2 ศึกษาปริมาณเซลลูโลสที่เหมาะสมเพื่อนำมาใช้ในแป้งชุบทอด

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างความเข้มข้นของ Methocel และอัตราส่วนของแป้งผสม:น้ำ มีผลต่อความหนืดของ batter อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของความเข้มข้นของ Methocel หรืออัตราส่วนของแป้งผสมต่อน้ำ พบว่ามีผลต่อความหนืดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.7 และ 4.10 แต่เนื่องจากความหนืดของ batter ที่มากกว่า 4000 cps. ไม่เหมาะต่อการนำ batter นั้นมาใช้เป็นแป้งชุบทอด จึงได้เลือก batter ที่มีความหนืดต่ำกว่า 4000 cps. มาใช้ในการทดลองต่อไป ได้แก่ แป้งชุบทอดที่ใช้ความเข้มข้นของMethocel ร้อยละ 1 ที่อัตราส่วนของแป้งผสม:น้ำ 1:1.5 และ 1:2 ที่ความเข้มข้นของ Methocel ร้อยละ 2 ที่อัตราส่วนของแป้งผสม:น้ำ 1:1.5 และ 1:2 และที่ความเข้มข้นของ Methocel ร้อยละ 2 ที่อัตราส่วนของแป้งผสม:น้ำ 1:2 ซึ่งมีค่าความหนืดเท่ากับ 592, 315, 2056, 688 และ 982 cps. ตามลำดับ

เมื่อนำสภาวะทั้ง 5 ทำการทดลองต่อมาได้ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 4.8 จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าที่ปริมาณ Methocel และอัตราส่วนของน้ำต่างกัน มีผลต่อค่าการเกาะติดของแป้งชุบทอดกับชิ้นอาหาร, ความชื้นและปริมาณไขมันในส่วนแป้งชุบทอดที่ทอดแล้ว มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และไม่มีผลต่อค่า bulk density อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่ปริมาณ Methocel ร้อยละ2 ที่อัตราส่วนแป้งผสม:น้ำ 1:1.5 และที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 อัตราส่วนแป้งผสม:น้ำ 1:2 ปริมาณไขมันที่ได้จะต่ำสุดและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) คือมีปริมาณไขมันร้อยละ 39.08 และ 37.44 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ และไม่มีผลต่อค่า bulk density ของแป้งชุบทอดที่ได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาค่าการเกาะติดและความชื้น ปริมาณ Methocel ที่ร้อยละ 2 อัตราส่วนแป้งผสม:น้ำ 1:1.5 มีค่าการเกาะติดสูงกว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 อัตราส่วนแป้งผสมต่อน้ำ 1:2 คือมีความชื้นร้อยละ 22.71 และ 9.98 ค่าการเกาะติดร้อยละ 47.75 และ 25.03 ตามลำดับ เนื่องจาก batter มีความหนืดสูงกว่า (ตารางที่ 4.7) จึงมีผลให้ค่าการเกาะติดสูง(Suderman, 1983) สำหรับปริมาณความชื้นที่สูงนั้น อาจจะเป็นผลต่อเนื่องมาจากการเกาะติดของ batter สูง จึงมีปริมาณแป้งห่อหุ้มอาหารหนากว่า ประกอบกับการที่Methocel สามารถ

สร้างฟิล์มที่ป้องกันการซึมผ่านของไต้ (Dow Chemical Company, 1991) กับสภาวะที่ใช้ทอดยังไม่เหมาะสม คือใช้อุณหภูมิหรือเวลาในการทอดต่ำไป

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแป้งชุบทอด ในตารางที่ 4.9 ประกอบด้วยจะเห็นว่าที่ปริมาณ Methocel ร้อยละ 2 อัตราส่วนของแป้งผสม:น้ำ 1:1.5 และ Methocel ร้อยละ 3 อัตราส่วนของแป้งผสม:น้ำ 1:2 คะแนนทางด้านสี, ความกรอบ, การอมน้ำมัน และความชุ่มน้ำของเนื้อไก่ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงพิจารณาเลือกความเข้มข้นของMethocelที่ร้อยละ 2 ที่อัตราส่วนของแป้งผสม:น้ำ 1:1.5 เพื่อใช้ในการลดการอมน้ำมัน เพราะที่ความเข้มข้นและอัตราส่วนแป้งผสม:น้ำนี้ให้ผลทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากการใช้ปริมาณ Methocel ที่ร้อยละ 3 อัตราส่วนแป้งผสม:น้ำ 1:2 และสามารถลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์แป้งชุบทอดได้ไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้ batter ที่ได้มีการเกาะติดของชิ้นอาหารดีกว่าเมื่อใช้ Methocel ร้อยละ 2 ที่อัตราส่วนแป้งผสม:น้ำ 1:2

3.3 <u>ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทอดไก่ชุบแป้งทอด</u>

เนื่องจากอุณหภูมิและเวลาในการทอดมีผลต่อการอมน้ำมันของอาหารที่ทอดแบบ deep fat frying ในงานวิจัยนี้จึงได้เลือกศึกษาอุณหภูมิในการทอดที่ 175, 185 และ 195 องศาเซลเซียส และแปรเวลาในการทอดเป็น 5, 6 และ 7 นาทีสำหรับสาเหตุที่ไม่เลือกศึกษาเวลาในการทอดที่ 4 นาที เพราะสภาวะทอดที่อุณหภูมิ 185 องศาเซลเซียส 4 นาที ไก่ชุบแป้งทอดที่ผลิตโดยใช้ Methocel ร้อยละ 2 อัตราส่วนของแป้งผสม:น้ำ 1:1.5 มีปริมาณความชื้นในส่วนของแป้งชุบทอดสูงเกินไป

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติตามตารางที่ 4.13 พบว่าเมื่อใช้ Methocel ในปริมาณร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนของแป้งผสม:น้ำ 1:1.5 แล้ว อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการทอดมีผลต่อปริมาณความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p\leq0.05$) แต่ไม่มีผลต่อค่า bulk density และปริมาณไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ดังนั้นในการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจึงแยกพิจารณาค่า bulk density โดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของอุณหภูมิในการทอด ดังตารางที่ 4.15 พบว่า อุณหภูมิในการทอดมีผลต่อ bulk density อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) โดยที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส มีค่า bulk density สูงสุด แสดงว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการพองตัวต่ำ และที่อุณหภูมิ 185 และ195

องศาเซลเซียส ค่า bulk density ต่ำและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าที่อุณหภูมิทั้งสองนี้ผลิตภัณฑ์มีการพองตัวสูง

ปริมาณไขมันเมื่อพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของเวลาในการทอดตามตารางที่ 4.16 พบว่า เวลาในการทอดมีผลต่อปริมาณไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) โดยที่เวลาในการทอด 5 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณไขมันเฉลี่ยต่ำสุดคือร้อยละ40.79 โดยน้ำหนักแห้ง และเวลาในการทอดนาน 6 และ 7 นาที ปริมาณไขมันเฉลี่ยที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p>0.05$) เพราะเมื่อเพิ่มเวลาในการทอดนานขึ้นระยะเวลาที่อาหารสัมผัสกับน้ำมันเพิ่มขึ้น ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการอมน้ำมันมากขึ้น (Lawson, 1985) ดังนั้นจึงเลือกพิจารณาเวลาในการทอด 5 นาที ที่อุณหภูมิในการทอดทั้ง 3 ระดับ คือ 175, 185, และ 195 องศาเซลเซียส

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของแป้งชุบทอด ซึ่งทอดที่อุณหภูมิ 175, 185, และ 195 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ดังตารางที่ 4.17 ประกอบ โดยพิจารณาคะแนนทางด้านสี และความกรอบ ซึ่งเป็นสมบัติที่ต้องการของแป้งชุบทอดแล้ว พบว่า คะแนนทางด้านสีเมื่อทอดที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที คะแนนที่ได้ต่ำเป็น 10.92 ซึ่งอยู่ในช่วงคะแนนที่มีสีอ่อนเกินไป เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ทอดต่ำเกินไป ซึ่งจากตารางที่ 4.13 จะเห็นว่าแป้งชุบทอดที่ทอดที่อุณหภูมิ175 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แป้งชุบทอดที่ได้มีปริมาณไขมันต่ำเป็นร้อยละ 39.22 โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งต่ำกว่าที่ใช้อุณหภูมิในการทอดที่ 185 องศาเซลเซียส และ 195 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสีอ่อนเกินไป จึงไม่เลือกสภาวะนี้ในการทอดแป้งชุบทอด แต่เมื่อทอดที่อุณหภูมิ 185 และ 195 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที คะแนนทางด้านสีที่ได้ไม่แตกต่างกัน จากนั้นพิจารณาคะแนนทางด้านความกรอบที่อุณหภูมิในการทอดทั้งสาม พบว่าเมื่อทอดที่อุณหภูมิ 195 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที คะแนนความกรอบสูงกว่าในกรณีที่ใช้อุณหภูมิในการทอดที่ 175 และ 185 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ดังนั้นจึงเลือกสภาวะในการทอดของแป้งชุบทอดที่อุณหภูมิ 195 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที โดยใช้ความเข้มข้นของ Methocel ร้อยละ 2 อัตราส่วนแป้งผสม:น้ำ 1:1.5 ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการอมน้ำมันต่ำ และมีคะแนนทางด้านสี และความกรอบสูง

4. การศึกษาชนิด ปริมาณการใช้เซลลูโลสและสภาวะในการทอดโดนัตเค้กเพื่อใช้ในการลดการอมน้ำมัน

4.1 ศึกษาชนิดของเซลลูโลสที่เหมาะสมที่ใช้ในการลดการอมน้ำมันของโดนัต

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ตามตารางที่ 4.19 พบว่าชนิดของเซลลูโลสที่ใช้มีผลต่อความชื้นและปริมาณไขมันในตัวอย่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อใช้ปริมาณเซลลูโลสเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 1 เป็นร้อยละ 3 โดยน้ำหนักแป้ง มีผลให้ปริมาณไขมันในโดนัตเค้กลดลงมากขึ้น โดยที่การใช้เซลลูโลสในปริมาณร้อยละ 1 โดยน้ำหนักแป้ง ในโดนัตเค้กไม่สามารถลดปริมาณไขมันในโดนัตให้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ แต่เมื่อใช้เซลลูโลสในปริมาณร้อยละ 3 โดยน้ำหนักแป้ง ปริมาณไขมันในโนัตเค้กที่ใช้เซลลูโลสจากกากอ้อยและ Solka floc มีปริมาณไขมันเป็นร้อยละ 34.64 และ 35.87 โดยน้ำหนักแห้ง และผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีปริมาณไขมันเป็นร้อยละ 45.58 โดยน้ำหนักแห้ง และปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ทั้งสองนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้เป็นเพราะเซลลูโลสจากกากอ้อยและ Solka floc เป็นเซลลูโลสซึ่งมีสมบัติในการดูดซับน้ำได้ โดยเซลลูโลสมีสมบัติเป็นhydrophilic มากกว่าhydrophobic ทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงระหว่างน้ำกับเซลลูโลสในอาหาร (Ang, 1990; Pigman, Horton และHerp, 1970)

ในการทดลองนี้จึงได้เลือกใช้เซลลูโลสจากกากอ้อยในการลดการอมน้ำมันของโดนัตเค้ก เนื่องจากสามารถลดการอมน้ำมันได้มาก และเป็นเซลลูโลสซึ่งสามารถผลิตได้เอง

4.2 ศึกษาปริมาณเซลลูโลสที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้ในโดนัตเค้ก

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติตามตารางที่ 4.13 พบว่า ความเข้มข้นของเซลลูโลสจากกากอ้อยมีผลต่อความชื้น และปริมาณไขมันของโดนัตเค้กอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาที่ความเข้มข้นของเซลลูโลสร้อยละ 4 และ 6 โดยน้ำหนักแป้ง ปริมาณไขมันของโดนัตเค้กที่ได้มีปริมาณต่ำ และไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)ซึ่งมีค่าเท่ากับร้อยละ 36.49 และ 35.84 โดยน้ำหนักแห้งตามลำดับ สำหรับผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีปริมาณไขมันร้อยละ 50.03 โดยน้ำหนักแห้ง เมื่อพิจารณาปริมาณความชื้น

และปริมาตรจำเพาะที่ความเข้มข้นของเซลลูโลสจากกากอ้อยทั้ง 2 พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเซลลูโลสให้สูงขึ้นมีผลทำให้ปริมาณไขมันลดต่ำลง แต่ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น เนื่องจากเซลลูโลสจากกากอ้อยมีสมบัติดูดซับน้ำได้ โดยสร้างพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของน้ำในโดนัตเค้กกับเซลลูโลสได้(Ang, 1990)

เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสในตาราง 4.23 ประกอบพบว่าที่ ความเข้มข้นของเซลลูโลสจากกากอ้อยร้อยละ 4 และ 6 โดยน้ำหนัก คะแนนทางด้านลักษณะปรากฏ, สีของเนื้อโดนัต, กลิ่น, ลักษณะเนื้อภายใน และความนุ่มของเนื้อ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่คะแนนทางด้านสีของผิวนอกที่ความเข้มข้นของเซลลูโลสจากกากอ้อยร้อยละ 4 โดยน้ำหนักแป้ง มีคะแนนสูงกว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นที่ร้อยละ 6 โดยน้ำหนักแป้ง คะแนนทางด้านความชุ่มชื้นของโดนัตเค้กที่ความเข้มข้นของเซลลูโลสจากกากอ้อยร้อยละ 4 โดยน้ำหนักแป้ง มีคะแนนน้อยกว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นร้อยละ 6 โดยน้ำหนักแป้ง เพราะเมื่อใช้ความเข้มข้นของเซลลูโลสสูงขึ้น โมเลกุลของเซลลูโลสสามารถดูดซับน้ำได้มากขึ้น ทำให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์สูงขึ้น (มากกว่าเมื่อใช้ความเข้มข้นของเซลลูโลสร้อยละ 4 โดยน้ำหนักแป้ง) มีผลให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้น (Ang, 1990) ถึงแม้คะแนนทางด้านสีของผิวนอกและความชุ่มชื้นที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 โดยน้ำหนักแป้ง จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่คะแนนของสีผิวนอกและความชุ่มชื้นที่ความเข้มข้นทั้งสองนั้นอยู่ในช่วงคะแนนเดียวกัน คือมีสีค่อนข้างอ่อนและมีความชุ่มชื้นพอดี สำหรับสาเหตุที่สีของผิวนอกของโดนัตเค้กเมื่อมีการเติมเซลลูโลสจากกากอ้อยจะอ่อนกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ไม่มีการเติมเซลลูโลส เพราะเซลลูโลสไม่เกิด nonenzymic browning reaction(Ang, 1990) อันประกอบด้วยปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเกิดจากน้ำตาลทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนแล้วได้มิลานอยดิน (Melanoidin) ซึ่งเป็นสารสีน้ำตาล และการเกิดคาราเมล (caramelization) อันเนื่องมาจากความร้อนทำให้น้ำตาลเปลี่ยนสภาพเป็นสีน้ำตาล (Fennema, 1985) แม้แป้งจะไม่เกิดคาราเมลและปฏิริยาเมลลาร์ด แต่แป้งก็มีส่วนเกี่ยวข้องในการเกิดน้ำตาลซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการเกิดปฏิกิริยาเกิดสีทั้งสอง โดยในแป้งสาลีมีเอนไซม์อะมิเลส (amylase) สามารถย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาลได้ (Inglett, 1974)

ดังนั้นเมื่อมีการเติมเซลลูโลสจากกากอ้อยแทนที่แป้งทำให้ปริมาณแป้งลดลง ปริมาณน้ำตาลที่เกิดจากแป้งลดลงด้วยเช่นกัน และเซลลูโลสไม่เกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดและคาราเมล

ดังนั้นจึงเลือกใช้เซลลูโลสจากกากอ้อยที่ความเข้มข้นร้อยละ 4โดยน้ำหนัก ซึ่งเป็นปริมาณต่ำสุด เพื่อใช้ในการลดการอมน้ำมันในโดนัตเค้ก

4.3 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทอดโดนัตเค้ก

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ตามตารางที่ 4.25 พบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลามีผลต่อความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) และไม่มีผลต่อปริมาตรจำเพาะและปริมาณไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) เมื่อแยกพิจารณาปริมาณไขมันโดยพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของเวลาในการทอด ในตารางที่ 4.27 พบว่ามีผลต่อปริมาณไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่เวลาในการทอด 1.5 นาทีผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณไขมันเฉลี่ยต่ำสุดคือร้อยละ 38.00 โดยน้ำหนักแห้ง และเมื่อเพิ่มเวลาในการทอดนาน 2 นาที และ 2.5 นาที ปริมาณไขมันเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็นร้อยละ 40.11 และ 41.63 โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะเมื่อเพิ่มเวลาในการทอดนานขึ้น ทำให้ระยะเวลาที่อาหารสัมผัสกับน้ำมันเพิ่มขึ้น มีผลให้ผลิตภัณฑ์มีการอมน้ำมันมากขึ้น (Lawson, 1985) ดังนั้นจึงเลือกพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสประกอบ เมื่อใช้เวลาในการทอดที่ 1.5 นาที ที่อุณหภูมิในการทอดทั้ง 3 ระดับคือ 175, 185 และ 195 องศาเซลเซียส

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ตามตารางที่ 4.28 พบว่า อิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการทอด มีผลต่อลักษณะปรากฏ, สีของผิวนอก, สีเนื้อโดนัต, กลิ่น, ความชุ่มชื้น และความนุ่มเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และไม่มีผลต่อลักษณะเนื้อภายในอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) พิจารณาอุณหภูมิในการทอดที่ 195 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 นาที คะแนนทางด้านลักษณะปรากฏ, สีของผิวนอก, สีเนื้อโดนัต, กลิ่น, ความชุ่มชื้น และความนุ่มเนื้อ ค่อนข้างต่ำกว่าที่อุณหภูมิในการทอดที่ 175 และ 185 องศาเซลเซียส ที่เวลาในการทอดเดียวกัน ดังนั้นอุณหภูมิในการทอดที่ 195 องศาเซลเซียส นาน 1.5 นาที แม้จะมีปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์ต่ำร้อยละ 38.92 โดยน้ำหนักแห้ง แต่ก็ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการทอดโดนัตเค้ก เพราะคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสที่ได้ต่ำผลิตภัณฑ์มีสีของผิวนอกเข้มมาก มีความชุ่มชื้นและความนุ่มเนื้อน้อย เนื่องจากใช้อุณหภูมิในการทอดสูงเกินไป จนทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกหมดและเกิดปฏิกิริยาcaramelization มาก

เพราะใช้อุณหภูมิสูงในการทอด

เมื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิในการทอดที่ 175 และ 185 องศาเซลเซียส ที่เวลาในการทอด 1.5 นาที พบว่า คะแนนทางด้านสี, กลิ่น, ลักษณะเนื้อภายใน, ความชุ่มชื้นและความนุ่มเนื้อของผลิตภัณฑ์ ที่สภาวะทั้งสองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่คะแนนทางด้านลักษณะปรากฏของโดนัตเค้ก เมื่อทอดที่อุณหภูมิ 185 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 นาที สูงกว่าทอดที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส ที่ใช้เวลาในการทอดเดียวกัน ดังนั้นสภาวะในการทอดที่เหมาะสมของโดนัตเค้ก เมื่อใช้เซลลูโลสจากกากอ้อยในการลดการอมน้ำมัน ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 โดยน้ำหนักแป้ง คือ ที่อุณหภูมิ 185 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.5 นาที

5. การศึกษาชนิดและปริมาณการใช้เซลลูโลสที่เหมาะสมในโดนัตยีสต์

5.1 คัดเลือกชนิดของเซลลูโลสที่เหมาะสมในการลดการอมน้ำมัน

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติตามตารางที่ 4.30 พบว่า ชนิดของเซลลูโลสที่ใช้ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นและไขมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$)

สาเหตุที่เซลลูโลสทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ เซลลูโลสจากกากอ้อย Methocel และ Solka floc ไม่ลดปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์โดนัตยีสต์ เนื่องจากในสูตรการผลิตโดนัตยีสต์ปริมาณน้ำที่ใช้มีน้อยและจำกัดนี้ต้องทำหน้าที่ละลายส่วนผสมต่าง ๆ เช่น น้ำตาล เกลือและผงฟู นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ช่วยให้เกิดโครงสร้างในโดนัตยีสต์ คือในขั้นตอนการผสมโดนัตยีสต์ แป้งจะดูดซับน้ำไว้ โปรตีนไกลอะดินและกลูเตนินในแป้งจะรวมตัวกันเกิดเป็นกลูเตน ในขณะที่เซลลูโลสจากกากอ้อยและ Solka floc มีสมบัติในการดูดซับน้ำได้ ส่วน Methocel สามารถละลายน้ำได้ ดังนั้นเมื่อใช้เซลลูโลสเติมในผลิตภัณฑ์โดนัตยีสต์ เพื่อลดการอมน้ำมัน ทำให้เกิดการแข่งขันแย่งน้ำภายในระบบของโด สารที่ละลายน้ำได้ และเซลลูโลสที่ใช้เติมทั้ง 3 ชนิด จึงมีปริมาณน้ำอิสระเหลือน้อยไม่สามารถจับกับน้ำได้เพียงพอ เซลลูโลสจึงไม่สามารถทำหน้าที่ในการลดการอมน้ำมันของโดนัตยีสต์

5.2 ศึกษาปริมาณเซลลูโลสที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มใยอาหารในโดนัตยีสต์

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ ตามตารางที่ 4.32 พบว่า ชนิดและปริมาณของเซลลูโลสที่ใช้มีผลต่อปริมาตรจำเพาะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และไม่มีผลต่อความชื้นและไขมันในผลิตภัณฑ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

พิจารณาปริมาตรจำเพาะของโดนัตยีสต์ เมื่อแปรชนิดและปริมาณของเซลลูโลส พบว่า ปริมาตรจำเพาะของโดนัตยีสต์เมื่อใช้เซลลูโลสทั้ง 3 ชนิด เป็นปริมาณร้อยละ 3 และใช้เซลลูโลสจากกากอ้อย และ Methocel ปริมาณร้อยละ 5 ไม่มีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะเห็นว่าปริมาตรจำเพาะของโดนัตยีสต์ที่ใช้เซลลูโลสจากกากอ้อย และ Solka floc มีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้เซลลูโลสสูงกว่าร้อยละ 3 เพราะโมเลกุลเซลลูโลสสามารถดูดซับน้ำได้ ส่วนแป้งสามารถดูดซึมน้ำเข้าไปในโมเลกุลได้เช่นกัน และทำให้เม็ดแป้งเกิดการพองตัวขึ้น จึงเกิดการแข่งขันกันระหว่างโมเลกุลของเซลลูโลสและเม็ดแป้งในการดูดซับและดูดซึมน้ำ มีผลให้เม็ดแป้งดูดซึมน้ำได้น้อยลง เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเซลลูโลส ทำให้การพองตัวของเม็ดแป้งลดลง มีผลให้ปริมาตรจำเพาะลดลงด้วย นอกจากนี้เซลลูโลสเมื่อถูกความร้อนไม่เกิดการพองตัว (Schultz, Cain และ Wrolstad, 1969; Mark และคณะ, 1985) แต่สำหรับ Methocel ปริมาณที่ใช้เติมไม่มีผลต่อปริมาตรจำเพาะไม่ว่าที่ปริมาณร้อยละ 3 หรือ 5 โดยน้ำหนักแป้ง โดยมีปริมาตรจำเพาะเป็น 2.61 และ 2.62 มิลลิลิตรต่อกรัม ตามลำดับ อาจจะเนื่องมาจากปริมาณ Methocel ที่ใช้ระดับนี้ยังน้อย จึงทำให้การละลายของ Methocel ไม่มีผลแย่งน้ำกับเม็ดแป้งเพื่อให้เกิดการพองตัว

จากการวิเคราะห์ผลคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโดนัตยีสต์ ในตารางที่ 4.34 พบว่า ชนิดและปริมาณของเซลลูโลสที่ใช้มีผลต่อสีผิวนอก ลักษณะเนื้อภายใน ความชุ่มชื้น และความนุ่มเนื้อ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ไม่มีผลต่อลักษณะปรากฏ และ สีเนื้อโดนัต อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อพิจารณาผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสประกอบ ที่ใช้ปริมาณเซลลูโลสร้อยละ 3 โดยน้ำหนักแป้งของเซลลูโลสจากกากอ้อย Solka floc และ Methocel และที่ใช้เซลลูโลสปริมาณร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแป้งของเซลลูโลสจากกากอ้อย และ Methocel เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ พบว่าคะแนนทางด้านสีของผิวนอก ลักษณะเนื้อภายในและความชุ่มชื้นของโดนัตยีสต์ ไม่แตก

ต่างจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อพิจารณาคะแนนของความนุ่มเนื้อ พบว่าโดนัตยีสต์ที่ใช้เซลลูโลสจากกากอ้อยในปริมาณร้อยละ 3 และ 5 โดยน้ำหนักแป้ง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p \leq 0.05$) โดยมีคะแนนน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ มีคะแนนความนุ่มเนื้อเป็น 5.88, 5.71 และ 7.22 ตามลำดับ ดังนั้นเซลลูโลสจากกากอ้อยจึงไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเพิ่มใยอาหารในโดนัตยีสต์ ไม่ว่าที่ความเข้มข้นของเซลลูโลสร้อยละ 3 หรือ 5 โดยน้ำหนักแป้ง

ดังนั้นในการเพิ่มใยอาหารของผลิตภัณฑ์โดนัตยีสต์ สามารถเลือกใช้ Solka floc ในปริมาณร้อยละ 3 ของน้ำหนักแป้ง โดยใช้แทนที่แป้งบางส่วน หรือใช้ Methocel ในปริมาณร้อยละ 3 หรือ ร้อยละ 5 ของน้ำหนักแป้ง โดยใช้แทนที่แป้งบางส่วน

6. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารทอด

6.1 วิเคราะห์คุณภาพของไก่ชุบแป้งทอด

เมื่อวิเคราะห์คุณภาพของไก่ชุบแป้งทอด พบว่า ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ มีค่า bulk density 2.62 กรัม/100 มิลลิลิตร ความชื้นร้อยละ 11.70 ไขมันร้อยละ 50.72 โดยน้ำหนักแห้ง และพลังงาน 8.96 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม ไก่ชุบแป้งทอดที่ใช้เซลลูโลสจากกากอ้อยร้อยละ 2 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด แทนที่แป้งบางส่วน มีค่า bulk density 3.68 กรัม/100 มิลลิลิตร ความชื้นร้อยละ 11.69 ไขมันร้อยละ 48.34 โดยน้ำหนักแห้ง และพลังงาน 8.67 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม ไก่ชุบแป้งทอดที่ใช้ Methocel ร้อยละ 2 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด แทนที่แป้งบางส่วน มีค่า bulk density 3.46 กรัม/100 มิลลิลิตร ความชื้นร้อยละ 12.58 ไขมันร้อยละ 43.84 โดยน้ำหนักแห้ง และพลังงาน 7.58 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของไก่ชุบแป้งทอดตามตารางที่ 4.36 พบว่าชนิดของเซลลูโลสไม่มีผลต่อคะแนนทางด้านความกรอบและการอมน้ำมัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และมีผลต่อสี และความชุ่มน้ำของเนื้อไก่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

6.2 วิเคราะห์คุณภาพของโดนัตเค้ก

เมื่อวิเคราะห์คุณภาพของโดนัตเค้ก พบว่า ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ มีปริมาตรจำเพาะ 1.83 มิลลิลิตร/กรัม ความชื้นร้อยละ 11.12 ไขมันร้อยละ 50.90 โดยน้ำหนักแห้ง และพลังงาน 8.14 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม ส่วนโดนัตเค้กใช้เซลลูโลสจากกากอ้อยร้อยละ 4 ของน้ำหนักแป้ง แทนที่แป้งบางส่วน มีปริมาตรจำเพาะ 1.49 มิลลิลิตร/กรัม ความชื้นร้อยละ 13.48 ไขมันร้อยละ 40.72 โดยน้ำหนักแห้ง และพลังงาน 6.28 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของโดนัตเค้ก เมื่อใช้เซลลูโลสจากกากอ้อยร้อยละ 4 โดยน้ำหนักแป้ง เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ในตารางที่ 4.40 พบว่าไม่มีผลต่อคะแนนทางด้านลักษณะปรากฏ สีของผิวนอก สีเนื้อโดนัต กลิ่นและลักษณะเนื้อภายใน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่มีผลต่อคะแนนทางด้านความชุ่มชื้นและความนุ่มเนื้อ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยโดนัตเค้กที่มีเซลลูโลสจากกากอ้อยร้อยละ 4 ของน้ำหนักแป้ง มีคะแนนความชุ่มชื้น และความนุ่มเนื้อสูงกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ประกอบ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ใช้เซลลูโลสจากกากอ้อยมีความชื้นสูงกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ เพราะเซลลูโลสจากกากอ้อยมีสมบัติในการดูดซับน้ำได้ โดยเซลลูโลสมีสมบัติเป็น hydrophilic มากกว่าhydrophobic ทำให้เกิดพันธะไฮโดรเจนที่แข็งแรงระหว่างน้ำกับเซลลูโลสในอาหาร (Ang, 1990; Pigman และคณะ, 1970)

7. การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์อาหารหลังการทอด

7.1 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของไก่ชุบแป้งทอดหลังการทอด

ผลการเปลี่ยนแปลงของไก่ชุบแป้งทอด เมื่อใช้ Methocel และ เซลลูโลสจากกากอ้อย ปริมาณร้อยละ 2 ของน้ำหนักส่วนผสมทั้งหมด เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ดังในรูปที่ 4.4 พบว่า Methocel มีความชื้นและความกรอบสูงสุด ตามด้วยเซลลูโลสจากกากอ้อย และผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยที่ปริมาณความชื้นในส่วนแป้งชุบทอดมีแนวโน้มสูงขึ้นและคะแนนความกรอบของผลิตภัณฑ์ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที สาเหตุที่ความชื้นของแป้งชุบทอดสูงขึ้น เนื่องจากความชื้นในเนื้อไก่แพร่ออกสู่แป้งชุบทอดบริเวณที่ติดกับผิวอาหาร

7.2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของโดนัตเค้กหลังทอด

ผลการเปลี่ยนแปลงของโดนัตเค้ก เมื่อใช้เซลลูโลสจากกากอ้อยในปริมาณร้อยละ 4 ของน้ำหนักแป้ง ดังในรูปที่ 4.5 พบว่าเซลลูโลสจากกากอ้อยให้ปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ คะแนนความชุ่มชื้นและคะแนนความนุ่มของเนื้อสูงกว่าผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และมีแนวโน้มลดลงเมื่อเวลาผ่านไปหลังจากทอด เนื่องจากความชื้นของโดนัตเค้กที่อยู่ส่วนผิวแพร่ออกสู่ภายนอก มีผลให้คะแนนความชุ่มชื้นและความนุ่มเนื้อลดลงด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย