222727

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาผลของปัจจัยในการทอดและการผลิตเพลเลตต่อคุณสมบัติของขนมขบเคี้ยวที่ได้ในการทอดรวมถึงสภาวะที่เหมาะสมในการทอดและการผลิตเพลเลต โดยศึกษาปัจจัยในการทอด 3 ปัจจัยได้แก่ ความชื้นเริ่มต้นของเพลเลตก่อนทอด 3 ช่วง คือ 3-5 %, 8-10 % และ 13-15% อุณหภูมิในการทอดที่ 160, 180 และ 200°C เวลาในการทอดที่ 20, 40 และ 60 วินาที ออกแบบการทดลองแบบแฟคทอเรียลที่ระดับ 3×3 วิเคราะห์ผลการทดลองโดยการวิเคราะห์พื้นผิวตอบสนอง พบว่าเมื่อทอดเพลเลตที่อุณหภูมิสูงและเวลานานขึ้น การดูดซับน้ำมันจะสูงมีค่าสูงสุดเมื่อทอดเพลเลตที่มีช่วงความชื้น 13-15% ที่อุณหภูมิ 200°C นาน 60 วินาที คือมีค่าเท่ากับ 29.57% สภาวะดังกล่าวจะได้ความสัมพันธ์ของปัจจัยในการทอดโดยค่าการดูดซับน้ำมันจะได้ความสัมพันธ์ออกมาเป็นสมการที่มีระดับ R^2 เท่ากับ 0.95 และได้สมการดังนี้คือ $113.849-12.46x_1-0.077x_2+0.004x_1^2+0.002\ x_1x_2$ โดย x_1 แทนอุณหภูมิในการทอด และ x_2 แทน สัดส่วนการพองตัวหลังทอดมีค่าสูงสุดเมื่อทอดเพลเลตที่มีช่วงความชื้น 13-15% ทอดที่อุณหภูมิ 160°C นาน 20 วินาที คือมีค่าเท่ากับ 13.92 เท่า ได้ความสัมพันธ์สมการถดถอยที่มีระดับ R^2 เท่ากับ 0.91 และได้สมการดังนี้คือ $-62.531+0.95x_1-0.113x_2-0.003x_1^2-0.001x_1x_2+0.001x_2^2$ แนวโน้มสัดส่วนการพองตัวเมื่อพิจารณาจากพื้นผิวตอบสนองพบว่ามีค่าสูงขึ้นเมื่อเพลเลตความชื้นมีความชื้นสูง ค่าแรงกดสูงสุดมีค่าต่ำสุดที่เมื่อทอดเพลเลตที่ช่วงความชื้น 13-15% ทอดที่อุณหภูมิ 200°C นาน 60 วินาที มีค่าเท่ากับ 11.31 N เป็นสภาวะเดียวกับที่ให้ค่าการดูดซับน้ำมันสูงสุด ได้ความสัมพันธ์สมการถดถอยที่มี R^2 0.92 และได้สมการดังนี้คือ $0.957+0.264x_1-0.488x_2-0.001x_1^2+0.001x_1x_2+0.003x_2^2$ ค่าแรงกดสูงสุดเมื่อพิจารณาจากพื้นผิวตอบสนองที่ได้มีแนวโน้มต่ำลงเมื่อทอดที่อุณหภูมิสูงและเวลาในการทอดนานขึ้น ค่า b* มีผลเป็นไปทิศทางเดียวกับการดูดซับน้ำมัน คือจะมีสีเหลืองเข้มขึ้นเมื่อทอดที่อุณหภูมิสูงและทอด

นานขึ้น สภาวะที่เหมาะสมในการทอด คือ เพลเลตช่วงความชื้น 8-10% ทอดที่อุณหภูมิคือ 180°C นาน 60 วินาที สภาวะดังกล่าวจะให้อัตราการพองตัว ค่าการดูดซับน้ำมัน ค่าแรงกดสูงสุด และค่า b* ดังนี้คือ 11.95 เท่า 20.92 %, 11.04 N และ 9.19 ตามลำดับ จากผลการศึกษาผลของปัจจัยในการผลิตเพลเลตโดยการวางแผนแบบ CCD ปัจจัยที่ทำการศึกษา ได้แก่ ความชื้นเริ่มต้นของแป้งผสม (25-38%) ความเร็วสกรูอัด (50-100 rpm) และอุณหภูมิหน้าแปลน (90-110°C) พบว่าเมื่อพิจารณาพื้นผิวตอบสนองของค่าการดูดซับน้ำมันที่สภาวะการผลิตต่างๆมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อความชื้นเริ่มต้นของแป้งผสม อุณหภูมิหน้าแปลน และความเร็วสกรูอัดมีค่าสูงขึ้น ได้ความสัมพันธ์สมการถดถอยที่มีระดับ R^2 เท่ากับ 0.92 และได้สมการดังนี้คือ $54.486+0.377x_1-0.134x_2-0.891x_3+0.006x_1^2+0.004x_3^2+0.006x_1^2+0.004x_3^2+0.001x_1x_2+0.001x_2x_3$ โดย x_1 แทนความชื้นของแป้งผสม x_2 แทนความเร็วสกรูอัด และ x_3 แทนอุณหภูมิหน้าแปลน สัดส่วนการพองตัวในแต่ละสภาวะการผลิตมีค่าเป็นไปในทิศทางเดียวกับการดูดซับน้ำมันและได้สมการถดถอยที่มีระดับ R^2 เท่ากับ 0.92 และได้สมการดังนี้คือ $-61.184+1.204x_1+0.321x_2+0.714x_3-0.003x_1^2-0.001x_2^2-0.003x_3^2-0.004x_1x_3-0.001x_1x_2-0.001x_2x_3$ ค่าความชื้นของขนมขบเคี้ยวและค่าสี b* มีค่าสูงขึ้นเมื่อใช้แป้งผสมความชื้นสูง ความเร็วสกรูอัดสูง อุณหภูมิหน้าแปลนต่ำ จากพื้นผิวตอบสนองค่าแรงกดสูงสุดมีแนวโน้มต่ำลงเมื่อใช้ช่วงอุณหภูมิหน้าแปลนสูงและความเร็วสกรูอัดต่ำ ได้สมการถดถอยที่มีระดับ R^2 เท่ากับ 0.80 และได้สมการดังนี้คือ $288.015-6.807x_1-0.939x_2-2.404x_3+0.091x_1^2+0.003x_2^2+0.010x_3^2+0.003x_1x_3+0.005x_1x_2+0.004x_2x_3$ พบว่าทั้งค่าการดูดซับน้ำมันและสัดส่วนการพองตัวเป็นผลมาจากระดับการเกิดเจลาติไนซ์เซชันของเพลเลตที่เป็นแนวโน้มเดียวกันคือเมื่อเกิดระดับเจลาติไนซ์เซชันสูง การดูดซับน้ำมันและสัดส่วนการพองตัวจะมีค่าสูงขึ้น จากความสัมพันธ์ของระดับการเกิดเจลาติไนซ์เซชันและสภาวะการผลิตจะได้จะได้สมการถดถอยที่มีระดับ R^2 เท่ากับ 0.84 และได้สมการความสัมพันธ์ดังนี้คือ $757.796-12.971x_1-1.354x_2-9.204x_3+0.174x_1^2+0.005x_2^2+0.036x_3^2+0.034x_1x_3-0.004x_2x_3+0.009x_2x_3$ ระดับการเกิดเจลาติไนซ์เซชันที่ให้คุณภาพของขนมดีกว่าสภาวะอื่นที่ทำการทดลองคือที่ระดับ 48-49% และสภาวะการผลิตเพลเลตที่ให้ขนมขบเคี้ยวที่มีคุณลักษณะต่างๆดีเทียบเท่ากับขนมขบเคี้ยวประเภทเดียวกันที่มีจำหน่ายในท้องตลาด คือ แป้งผสมความชื้น 31.50% ความเร็วสกรูอัดที่ 75 rpm และอุณหภูมิหน้าแปลนที่ 100°C

Abstract

The objectives of this research were to study the effects of frying factors and extrusion conditions on properties of snacks after frying, as well as the optimal conditions for frying and extrusion of pellets. Three frying factors, moisture content of pellet (3-5%, 8-10%, 13-15%) frying temperature (160, 180, 200^{O}C) and frying time (20, 40, 60 sec) were investigated using response surface methodology (RSM) 3×3 factorial design. The results showed that the oil adsorption of the snacks increased with the increased of frying time and temperature. The highest oil adsorption at 29.57% was obtained from pellets with 13-15% moisture content, fried at 200^{O}C for 60 sec. The relationship between oil adsorption and frying factors by regression was obtained as following: $113.849-1.246x_1-0.077x_2+0.004x_1^2+0.002x_1x_2-0.002x_2^2$ (R^2=0.95), whereas x_1 was frying temperature and x_2 was frying time. The highest expansion ratio at 13.92 was obtained when the pellets with 13-15% moisture content were fried at 160^{O}C for 20 sec. The regression equation between expansion ratio and frying factors was obtained as following: $-62.531+0.95x_1-0.113x_2-0.003x_1^2 -0.001x_1x_2+0.001x_2^2$ (R^2=0.91). RSM showed that expansion ratio was increased with the increase of moisture content of the pellets. Lowest maximum force of snacks at 11.31 N was obtained from pellets with moisture content 13-15%, fried at 200^{O}C for 60 sec, the same condition that showed maximum oil adsorption. Relationship between maximum force and frying factors was as following: $0.957+0.264\ x_1-0.488x_2 -0.001x_1^2+0.003\ x_2^2$ (R^2=0.92). Maximum force was reduced with the increase of frying temperature and time. Similar to oil adsorption results, the value of b* increased with the increase of frying temperature. The optimum frying conditions of the pellets were noted as moisture of the pellets at 8-10%, frying at 180^{O}C for 20 sec.

The effects of extrusion conditions on properties of snacks were studied using central composite design and RSM and to find out the optimal production conditions. The extrusion variables investigated in the study were the moisture of flour-mix (25-38%), screw speed (50-100 rpm), die temperature (90-110^{O}C). The results showed that oil adsorption increased with the increase of moisture of flour-mix, screw speed and die temperature. The regression equation was obtained to analyze and predict the oil adsorption as following: $54.486+0.377x_1-0.134x_2-0.891x_3-0.891x_3+0.006x_1^2+0.004x_3^2 +0.001x_1x_2+0.001x_2x_3$ (R^2=0.92), whereas x_1 was moisture of flour-mix, x_2 was screw speed and x_3 was die temperature. The relationship between expansion ratio and extrusion conditions was obtained from regression equation as following: $-61.184 +1.204x_1+0.321x_2+0.714x_3-0.003x_1^2-0.001x_2^2-0.003x_3^2-0.004x_1x_3-0.001x_1x_2 -0.001x_2x_3$. The moisture of fried snacks and b* value were increased with the increase of the moisture of flour-mix, screw speed and lower die temperature. RSM showed that the maximum force decreased with the increase of moisture of flour-mix, lower die temperature as well as screw speed, as shown by regression equation as following: $288.015-6.807x_1-0.939x_2-2.404x_3+0.091x_1^2+0.003x_2^2+0.010x_3^2-0.003x_1x_3+0.005x_1x_2 +0.004x_2x_3$ (R^2=0.88). The fried snacks showed higher oil adsorption and expansion ratio with the increase of degree of gelatinization. The regression equation of degree of gelatinization and extrusion conditions was obtained as following: $757.796–12.971x_1-1.354x_2-9.204x+0.174x_1^2+0.005x_2^2+0.036x_3^2+0.034x_1x_3-0.004x_2x_3 +0.009x_2x_3$ (R^2=0.84). The optimum extrusion conditions were moisture of flour-mix at 31.5%, screw speed at 75 rpm, die temperature at 100 ^{O}C and degree of gelatinization of pellets in the range 48-49%.