บทคัดย่อ

การทดลองนี้เพื่อใช้ประโยชน์จากเห็ดสำหรับผลิตเป็นซอสเห็ดปรุงรส ทดลองย่อยเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้าแห้งด้วยกรดเกลือ 18, 20 และ 22 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร และปริมาณเห็ดต่อกรด 1:1.5, 1:2 และ 1:2.5 ภายใต้ความดันสูง (15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว 121 องศาเซลเซียส) ได้โปรตีนไฮโดรไลเสทที่มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดจากเห็ดทั้งสองชนิด เท่ากับ 6.92 และ 8.05 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ เมื่อใช้กรดเกลือเข้มข้น 18 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน 1:1.5 เวลา 6 ชั่วโมง การย่อยเห็ดด้วยกรดภายใต้ความดันสูงมีการเกิดสาร 3-MCPD ปนเปื้อนสูงมาก มีปริมาณระหว่าง 299.40 - 495.89 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แม้ซอสเห็ดปรุงรสที่ผลิตได้มีคุณภาพยอมรับทางประสาทสัมผัส แต่ไม่เหมาะสมสำหรับการบริโภค จึงได้ทดลองการย่อยเห็ดด้วยกรดเกลือที่ไม่ใช้ความดันสูง การย่อยด้วยด่างและการย่อยด้วยเอนไซม์ทางการค้า เพื่อผลิตเป็นซอสเห็ดปรุงรสต่อไป

การผลิตซอสปรุงรสจากเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้าโดยการย่อยด้วยกรดแบบปราศจากความดัน ด้วยด่างภายใต้ความดัน และด้วยเอนไซม์โปรตีเอสทางการค้า เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดสาร 3-MCPD รวมถึงคุณภาพและการยอมรับผลิตภัณฑ์ การย่อยโปรตีนด้วยกรดโดยไม่ใช้ความดัน ย่อยเห็ดแห้งด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 18 และ 22 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4, 6, 8 และ12 ชั่วโมง พบว่า ที่เวลาการย่อย 12 ชั่วโมง อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ได้ไฮโดรไลเสทที่มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด การย่อยโปรตีนด้วยด่างภายใต้ความดัน ย่อยเห็ดแห้งด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 5 และ 6 โมลาร์ อัตราส่วนเห็ดต่อด่าง 1:2, 1:3 และ 1:4 (กรัม:มิลลิลิตร) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลา 3 ชั่วโมง พบว่า ด่าง 5 โมลาร์ อัตราส่วน1:2 (กรัม:มิลลิลิตร) ได้ไฮโดรไลเสทที่มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด

ผลิตซอสเห็ดปรุงรสจากไฮโดรไลเสทย่อยด้วยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 18 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 12 ชั่วโมง และไฮโดรไลเสทเห็ดนางรมย่อยด้วยด่าง 5 โมลาร์ ปรุงรสด้วยน้ำตาล 4 ระดับ คือ 3, 5, 7 และ 9 เปอร์เซ็นต์ และผงชูรส (MSG:Sodium-5′-inosinate:Sodium-5′-guanylate; 98:1:1) ปริมาณ 0.25 เปอร์เซ็นต์ ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสปรุงรสด้วยวิธี QDA พบว่า ซอสปรุงรสจากไฮโดรไลเสทย่อยด้วยกรด ปรุงรสด้วยน้ำตาลปริมาณ 9 เปอร์เซ็นต์ มีคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด และไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับซอสปรุงรสทางการค้า ซึ่งซอสที่ได้มีกลิ่นของเห็ดอย่างชัดเจน และพบว่าซอสเห็ดปรุงรสจากไฮโดรไลเสทที่ย่อยด้วยด่าง 5 โมลาร์ อัตราส่วน 1:4 (กรัม:มิลลิลิตร) มีคะแนนการยอมรับรวมมากที่สุด

การย่อยโปรตีนในเห็ดแห้งด้วยเอนไซม์ทางการค้า Flavourzyme® และ Neutrase® ที่พีเอช 6.5 ได้สภาวะการย่อยที่เหมาะสมประกอบด้วยอุณหภูมิ 50 และ 45 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ย่อยที่ความเข้มข้นเอนไซม์ 2.5 เปอร์เซ็นต์ (w/w) อัตราส่วนเห็ดต่อน้ำ 1:5 (กรัม:มิลลิลิตร) นอกจากนี้การให้ความร้อนที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาทีกับเห็ดก่อนเติมเอนไซม์ ได้ไฮโดรไลเสทที่มีระดับการย่อยสลายสูงสุดที่เวลาย่อย 6 ชั่วโมง เป็น 53.91 เปอร์เซ็นต์

ผลิตซอสเห็ดปรุงรสแบบข้นโดยเติมแป้งดัดแปรจากไฮโดรไลเสทที่ย่อยด้วยเอนไซม์ พบว่าซอสปรุงรสจากเห็ดนางรมและเห็ดนางฟ้ามีองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพอยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ซอสหอยนางรม (มอก. 1317-2538) และมีปริมาณโปรตีน ไนโตรเจนทั้งหมด อะมิโนแอซิดไนโตรเจนสูงกว่าซอสเห็ดปรุงรสทางการค้า ($p<0.05$) การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซอสเห็ดปรุงรสด้วยวิธี QDA พบว่า ซอสปรุงรสจากเห็ดมีสี ความหนืด ความเค็ม ความหวาน รสอร่อย รสขม และการยอมรับรวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับซอสทางการค้า แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีกลิ่นเห็ดสูงกว่าซอสทางการค้าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

วิเคราะห์ปริมาณสาร 3-MCPD ด้วยวิธี GC-MS พบสาร 3-MCPD 85.51 และ 17.72 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในไฮโดรไลเสทย่อยด้วยกรดไฮโดรคลอริก อุณหภูมิ 100 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ที่เวลา 12 ชั่วโมง และปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดสาร 3-MCPD คือ อุณหภูมิ และระยะเวลาในการย่อยวัตถุดิบ ในขณะที่ไม่พบสารนี้ในไฮโดรไลเสทย่อยด้วยด่าง

Abstract

The purpose of this experiment was to make use of mushrooms for making flavored mushroom sauce. Dried nangroam (*Pleurotus ostreatus* (Fr.) Kummer) and nangpha (*Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singers) mushrooms were mixed with hydrochloric acid (HCl) (18, 20 and 22%; v/v and mushroom to acid of 1:1.5, 1:2 and 1:2.5), hydrolyzed by under high pressure (15 lb/in^2, 121° C) for 4, 5 and 6 h. The highest protein contents in the hydrolysate obtained from both mushrooms were 6.92 and 8.05 %, respectively, when 18% HCl with the ratio of 1:1.5 was used for 6 h. By using acid hydrolysis under high pressure, the hydrolysate was contaminated with very high amounts of 3-MCPD ranging 299.40-495.89 mg/kg. Although the flavored mushroom sauce produced was accepted by the sensory panelists, the sauce was not suitable for consumption. Therefore, further experiments were done by using acid hydrolysis without applying high pressure, hydrolysis using alkali and enzymes for the flavored mushroom sauce production.

Flavored sauce was produced from mushrooms; nangroam and nangpha by hydrolysis with hydrochloric acid (HCl) without pressure, sodium hydroxide (NaOH) under pressure and commercial proteases. Formation of 3-MCPD in protein hydrolysate, qualities and sensory evaluation of the sauce products were investigated. For acid hydrolysis without pressure, dried mushrooms were hydrolyzed by HCl at the concentrations of 18 and 22% (v/v), temperature of 80, 90 and 100 °C for 4, 6, 8 and 12 h. At hydrolysis temperature of 100 °C for 12 h, the highest protein content was obtained. For alkaline hydrolysis, dried mushrooms were hydrolyzed by NaOH at the concentrations of 5 and 6 M, ratio of mushroom to NaOH; 1:2, 1:3 and 1:4 (g:mL), temperature at 100 °C at 15 lb/in^2 for 3 h. The highest protein content was obtained by using 5 M NaOH and the ratio of 1:2 (g:mL).

Flavored mushroom sauces were made using protein hydrolysate produced from selected conditions of 18 % HCl, 100 °C for 12 h and from alkaline hydrolysate of 5 M NaOH by adding sugar at 4 levels; 3, 5, 7 and 9% (w/v) and sodium glutamate plus sodium-5′-inosinate:sodium-5′-guanylate (98:1:1) 0.25 % (w/v). Sensory evaluation by QDA showed that the sauces made with 9% (w/v) sugar showed the highest score of overall acceptance. There were no significant differences ($p>0.05$) in overall acceptance among these flavored mushroom sauces and commercial soybean sauce. The flavored mushroom sauces had a good characteristic mushroom flavor. The sauce from alkaline hydrolysate with the ratio of 1:4 (g:mL) exhibited the highest score of overall acceptance.

For enzymatic hydrolysis, two dried mushrooms were hydrolyzed by commercial Flavourzyme® and Neutrase® at pH 6.5. The optimum conditions for enzyme hydrolysis were temperature at 50 and 45 °C, respectively, enzyme concentration at 2.5% (w/w) and with the ratio of mushroom to water of 1:5 (g:mL). In addition, heating the mushroom substrate at 121 °C at 15 lb/in^2 for 10 min before adding enzyme and hydrolysis for 6 h, the highest degree of hydrolysis (DH) was obtained up to 53.91% DH from nangroam mushroom.

The thick flavored mushroom sauces were made from enzymatic hydrolysis by adding modified starch. The mushroom sauces had chemical and physical qualities within the range of the Thai Industrial Standard for oyster sauce (TIS.1317-1995) and had higher protein, total nitrogen and amino acid nitrogen contents than commercial sauce ($p<0.05$). Sensory evaluation by QDA showed that the sauce made from mushrooms had similar ($p>0.05$) color, viscosity, salty, umami, bitterness and overall acceptance to those of commercial sauce. However, the flavored mushroom sauces had distinct characteristic of mushroom flavor than commercial sauce ($p<0.05$).

3-MCPD contents were analyzed by GC-MS, 3-MCPD 85.51 and 17.72 mg/kg were found in acid hydrolysate at 100 and 80 °C, respectively, for 12 h. The factors affected the occurence of 3-MCPD were temperature and hydrolysis time while there was no 3-MCPD detected in alkaline hydrolysate.