บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 องค์ประกอบทางเคมีบางชนิดในเนื้อปูม้าและในส่วนผสมที่ใช้ในการผลิต

5.1.1 ปริมาณโลหะทองแดงและเหล็ก

ผลจากตารางที่ 4.1.1 ทำให้ทราบว่าส่วนก้ามและขาของปูจากอวนจมปู มีเหล็กและทองแดงสูงมากกว่าส่วนอื่นอย่างมาก ซึ่งสอดคล้องกับการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ที่นิยมแยกก้ามและขาออกจากเนื้อส่วนอื่น เพื่อแช่สารเคมีหรือต้มให้นานกว่าเนื้อส่วนอื่น ส่วนผสมหลักของน้ำบรรจุกระป๋อง พบว่าเกลือที่ใช้ในการทดลองมีเหล็กสูงมาก เป็นเกลือที่เรียกว่า vacuum salt การผลิตจึงควรเลือกเกลือที่มีเหล็ก หรือทองแดงต่ำที่สุด

5.1.2 ชนิดและปริมาณ amino acid ในเนื้อปูม้า

Cystine และ Methionine ที่คาดว่าเป็นแหล่งให้ H_2S ต่อผลิตภัณฑ์ในเนื้อปู พบในปริมาณน้อย แต่การบรรจุใช้เนื้อปูในปริมาณมาก ทำให้ระดับของ Cystine และ Methionine อาจมีปริมาณมากพอที่จะสังเกตความผิดปกติได้ ถ้าเนื้อปูผ่านความร้อนสูงและนาน เพราะเกิด FeS หรือ CuS

5.2 ปริมาณการใช้ EDTA ที่เหมาะสมในการผลิตเนื้อปูม้าบรรจุกระป๋อง

ผลจากการทดลองตามตาราง 4.2.1 - 4.2.4 ทำให้ทราบว่า EDTA มีอิทธิพลต่อคุณภาพ สี กลิ่น ยกเว้นเนื้อสัมผัส ระดับ EDTA ที่แตกต่างกันเพียง 0.1 % ที่ใช้ในการต้มและเติมลงในน้ำบรรจุกระป๋องเมื่อประเมินผลทางสถิติ ทำให้มีความแตกต่างด้านสีของเนื้อปูม้าอย่างชัดเจน แต่การใช้ EDTA โดยลำพังถึง 0.4 % ก็ยังให้คุณภาพสีเพียงแค่พอใช้ การใช้ EDTA ที่สูงกว่า 0.2 % ทำให้เกิดกลิ่นผิดปกติที่สังเกตได้ เป็นกลิ่นเฉพาะตัว การทดลองเพิ่มเติมโดยใช้ EDTA 0.6 % ทั้งในการต้มและน้ำบรรจุกระป๋อง จะให้สีที่ดีแสดงว่าโลหะหนักเป็นสาเหตุที่ทำให้สีผิดปกติจริง และการใช้ EDTA ที่เข้มข้น 0.4 % จะพบ EDTA ตกค้างมากกว่า 800 ppm นั่นแสดงว่าถ้าต้องการผลิตเนื้อปูบรรจุกระป๋อง ให้มี EDTA ตกค้างไม่เกิน 250 ppm จะต้องใช้ chelating agent อื่น ๆช่วยในการผลิต หรืออาจต้องใช้สารเคมีอื่นช่วยในการผลิตด้วย จากผลการทดลองได้ผลว่า EDTA ไม่มีอิทธิพลต่อเนื้อสัมผัสของปู และเกิดกลิ่นที่ดีกว่า control ซึ่งไม่ใช้ EDTA เล็กน้อย ซึ่งการที่อนุมูลโลหะบางชนิดถูกจับด้วย EDTA อาจมีส่วนเกี่ยวข้องถึงกลิ่นด้วยก็ได้ เช่นอาจขาด catalyst ในกระบวนการทางเคมีที่เกี่ยวข้องกับเรื่องกลิ่นเป็นต้น

5.3 คุณสมบัติของการใช้สารฟอสเฟตหรือโพลีฟอสเฟตในการผลิตเนื้อปูม้าบรรจุกระป๋อง

การใช้ฟอสเฟตในเนื้อปูม้าบรรจุกระป๋อง ที่ใช้อวนจมปูซึ่งมีความสดประมาณ 2 วัน มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของสีและกลิ่นอย่างมีนัยสำคัญ แต่ไม่พบว่าการเก็บเพื่อประเมินผล 1 และ 3 เดือน จะให้ความแตกต่างด้านคะแนนทั้งสีและกลิ่น จึงควรประเมินผลได้เมื่อครบ 1 เดือน มีข้อน่าสังเกตว่าการใช้ long chain phosphate หรือ polyphosphate เช่น SHMP ได้ผลดีกว่า monophosphate หรือ diphosphate phosphate ที่นำมาทดลองทุกตัวสามารถใช้ปรับปรุงคุณภาพสีในเนื้อปูบรรจุกระป๋องได้ โดยไม่ทำให้เนื้อสัมผัสด้อยลง แต่จะมีกลิ่นแปลกปลอมคล้ายกลิ่นยาเล็กน้อย sodium hexametaphosphate เป็น polyphosphate ที่นำมาทดแทน EDTA ได้ หากไม่พึงประสงค์ใช้ polyphosphate ก็สามารถทดแทนด้วย mono หรือ diphosphate การใช้ phosphate เพื่อทดลองสามารถประเมินผลได้เมื่อครบ 1 เดือน เพราะไม่มีผลที่แตกต่างต่อค่าสังเกตจากการประเมินเมื่อครบ 3 เดือน การใช้ที่ความเข้มข้นสูงกว่า 0.25 % จะไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ชัดเจนว่า phosphate ตัวใดดีกว่ากันเพราะให้สีดีเท่า ๆ กันหลายตัว ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องหาระดับความเข้มข้นของ sodium hexametaphosphate เข้มข้นต่ำกว่า 0.15 % อีก และที่ความเข้มข้นนี้ถือเป็นความเข้มข้นขั้นต่ำที่ให้สีไม่ดีนัก การทดลองที่ 3.3.3.2 จึงไม่จำเป็นต้องทำ การทดลองนี้ให้ผลสอดคล้องกับที่ Goodwin (35) กล่าวไว้

5.4 คุณสมบัติของการใช้กรดอะมิโนในการผลิตเนื้อปูม้าบรรจุกระป๋อง

การทดลองใช้ amino acid เข้มข้น 0.15 % ทั้งในน้ำต้มและน้ำบรรจุกระป๋อง ให้คะแนนสีอยู่ในเกณฑ์พอใช้ เช่นเดียวกับคะแนนเนื้อสัมผัส แต่มีคะแนนกลิ่นด้อยเล็กน้อย ซึ่งไม่แตกต่างจากการไม่ใช้ amino acid ในเชิงสถิติ สรุปได้ว่า amino acid ทุกตัวจากการทดลองสามารถนำมาใช้ปรับปรุงสีในเนื้อปูบรรจุกระป๋องได้ โดยเฉพาะ glycine แต่กลิ่นจะด้อยลงเล็กน้อย คือกลิ่นคาวคล้ายน้ำปลาเมื่อใช้ในปริมาณมาก glycine มีค่า stability constant ต่อ Cu^{+2}, Fe^{+2}, Fe^{+3} = 8.22,4.3,10.0 ในขณะที่ EDTA มีค่า stability constant ต่อ Cu^{+2}, Fe^{+2}, Fe^{+3} = 18.8,14.3,25.7 ซึ่งหมายความว่าความสามารถในการจับตัวกับอนุมูลเหล่านี้ EDTA จะดีกว่า glycine โดยที่ระดับความเข้มข้น 0.15 % เป็นระดับความเข้มข้นขั้นต่ำที่ให้สีพอใช้ ดังนั้นการทดลองที่ 3.4.3.2 จึงไม่จำเป็นต้องทำการทดลองอีก

5.5 คุณสมบัติของกรดอินทรีย์ที่บริโภคได้ในการผลิตเนื้อปูม้าบรรจุกระป๋อง

การใช้กรดทุกชนิดจากการทดลอง จะทำให้สีปูม้าดีกว่าการไม่ใช้ แต่การใช้กรดเพียง 0.1 % เพื่อการต้ม และปรับ pH น้ำบรรจุกระป๋องเป็น 4.0 ยังไม่เพียงพอต่อการพัฒนาสีของ

phytic และ citric ดีกว่ากรดอื่น ๆ ที่ใช้ในการทดลอง ความจำเป็นในการใช้กรดเพื่อปรับ pH ของเนื้อปูบรรจุกระป๋องให้อยู่ในระดับ 6 - 6.2 เพื่อป้องกันการเกิด hydrogen sulfide ยังมีความจำเป็น citric acid มีราคาถูกกว่า phytic acid มาก แต่คุณภาพด้อยกว่าเล็กน้อย จึงควรเลือก citric acid เป็นตัวปรับ pH ของเนื้อปูบรรจุกระป๋อง จากการทำการทดลองเบื้องต้น พบว่ากรดทุกตัวสามารถป้องกัน discoloration ได้ถ้าใช้ในปริมาณมากพอ เช่นที่ 0.5 % ขึ้นไปแต่จะมีผลทำให้เนื้อปูกระด้างเพราะเสียน้ำ ให้กลิ่นกรดชัดเจน และรสเปรี้ยว การใช้กรดจึงมีระดับที่จำกัดและไม่ควรใช้โดยลำพังเพื่อพัฒนาสี และน่าสังเกตว่ากรด phytic acid มีจำนวน carboxylic group มาก รองลงมาคือ citric acid เนื่องจากเนื้อปูมี pH สูงประมาณ 7.5- 8.0 โดยเฉพาะปูจากอวนลากจะสูงกว่านี้ กรดจะทำหน้าที่ไปสะเทินด่างในเนื้อปูขณะต้ม ดังนั้นจึงควรใช้กรดเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ปูจากอวนลาก

5.6. <u>การสร้างสูตรปูม้าบรรจุกระป๋อง</u>

5.6.1 <u>ผลการพัฒนาสูตรประเภทใช้ Sulphurdioxide -ไม่ใช้ EDTA</u>

<u>สูตรพัฒนาที่ 1</u> ใช้ Phosphate - Sulphurdioxide

การใช้ sodium hexametaphosphate 0.4 % ในการต้มปูร่วมกับการใช้กรด citric เข้มข้น 0.15 % และ sodium metabisulphite 0.04 % จะได้ผลิตภัณฑ์เนื้อปูบรรจุกระป๋อง ที่มีคะแนนสีอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับ เนื้อสัมผัสก็เป็นที่ยอมรับด้วยเช่นกัน แต่กลิ่นจะแตกต่างจากธรรมชาติจนสังเกตได้ กล่าวคือมีกลิ่นเฉพาะตัวของสารเคมีแต่ไม่น่ารังเกียจ การเก็บเพื่อประเมินผลนาน 1 และ 3 เดือนไม่มีความแตกต่างด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัส แต่สีจะแตกต่างกันบ้าง การผลิตเชิงอุตสาหกรรมจึงต้องแต่งกลิ่นด้วยกลิ่นปูลังเคราะห์ ซึ่งโรงงานทั่วไปใช้มีการใช้อยู่แล้ว ระดับ SO_2 วัดได้ช่วงไม่เกิน 20 ppm จึงเป็นที่ยอมรับเพราะไม่เกิน 30 pppm

<u>สูตรพัฒนาที่ 2</u> ใช้ Amino acid - Sulphurdioxide

การใช้ glycine 0.5 % ร่วมกับ citric 0.15 % และ sodium metabisulfite 0.04 % ต้มปู และใช้ glycine 0.3 % , citric acid 0.25 % sorbitol 0.04 % ในน้ำบรรจุกระป๋อง จะได้ผลิตภัณฑ์เนื้อปูบรรจุกระป๋องที่มีสีและเนื้อสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ดีเป็นที่ยอมรับ แต่กลิ่นจะผิดปกติเล็กน้อยคือให้กลิ่นคล้ายกลิ่นเนื้อสัตว์ การใช้ sorbitol ก็เพื่อป้องกันปฏิกิริยาของ Maillard reaction จาก glycine ซึ่งเป็น amino acid อาจทำปฏิกิริยากับน้ำตาลทรายที่ถูก hydrolyse เป็น glucose และ fructose ได้ การเก็บเพื่อประเมินผลนาน 1 และ 3 เดือน ไม่มีความแตกต่างด้านกลิ่นและเนื้อสัมผัส จึงประเมินผลได้ที่ 1 เดือน การผลิตเชิงอุตสาหกรรมต้องแต่งกลิ่นด้วยกลิ่นปู

สังเคราะห์หากพบว่าสามารถตรวจพบกลิ่นที่ผิดธรรมชาติขึ้น

5.6.2 ผลการพัฒนาสูตรประเภทไม่ใช้ Sulphurdioxide -EDTA

สูตรพัฒนาที่ 3 ผลจากการทดลองได้ว่า เราสามารถใช้ citric acid 0.15 % sodium hexametaphosphate 0.5 % ต้มปูที่ผ่านการแช่ H_2O_2 0.1% มานาน 10 นาที โดยมีน้ำบรรจุกระป๋องที่มี sodium hexametaphosphate 0.20 % และ citric 0.25 % ด้วย จะให้ผลิตภัณฑ์เนื้อปูบรรจุกระป๋อง ที่มีสี และเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับ แต่กลิ่นจะด้อยกว่าธรรมชาติเล็กน้อย คือมีกลิ่นสารเคมีเฉพาะตัว จึงควรแต่งกลิ่นด้วยกลิ่นปูสังเคราะห์เมื่อผลิตเป็นอุตสาหกรรม การใช้ H_2O_2 0.1 % ทำให้สีปูดีขึ้นคาดว่า H_2O_2 ไป oxidize อนุมูลโลหะซึ่งเป็น positive ion ทำให้เกิดสภาวะเสถียร การ bond กับเนื้อปูอ่อนกำลังลงหรือหมดไป เมื่อผ่านการล้างน้ำสะอาด จึงช่วยลดปริมาณโลหะโดยเฉพาะทองแดงและเหล็กออกจากเนื้อปูม้า

สูตรพัฒนาที่ 4 สรุปได้ว่าการใช้ glycine 0.50 % ร่วมกับ citric acid 0.15 % ต้มปูที่ผ่านการแช่ H_2O_2 0.1 % นาน 10 นาที แล้วเติมน้ำบรรจุกระป๋องที่มีส่วนผสมของ glycine 0.30 % และ citric acid 0.25 % sorbitol 0.4 % ร่วมกับเกลือ น้ำตาล และผงชูรส สามารถทดแทนการใช้ SO_2 และ EDTA ในการผลิตเนื้อปูบรรจุกระป๋องได้ โดยมีคะแนนสีและเนื้อสัมผัสเป็นที่ยอมรับ แต่กลิ่นผิดปกติเล็กน้อยซึ่งสามารถกลบเกลื่อนด้วยกลิ่นปูสังเคราะห์ได้เมื่อผลิตเชิงอุตสาหกรรม การเติม sorbitol ลงไปเพื่อป้องกันการเกิด Maillard reaction