

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้แยกการทดลองออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการพัฒนาเนื้อสัมผัสของอาราเร่ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ตอนคือ ตอนแรกศึกษาการลดความแข็งของอาราเร่โดยผสมแป้งที่ก่อเจลแล้วลงในข้าวเหนียวที่นึ่งสุก จึงนำส่วนผสมนี้เป็นโค และยังเป็นอาราเร่ต่อไป สำหรับแป้งที่ใช้ได้แก่ แป้งมันสำปะหลังดัดแปร แป้งข้าวโพดดัดแปร (waxy corn starch pregel) แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวเจ้า แป้งท้าวยายหม่อม แป้งข้าวโพด แป้งข้าวเหนียว กัมชนิดต่างๆ มันฝรั่งและเผือกนึ่งสุก พบว่าแป้งที่เหมาะสมในการลดความแข็งของผลิตภัณฑ์ได้ ได้แก่ แป้งข้าวโพด pregel และมันฝรั่งนึ่ง แต่เนื่องจากกลิ่นแรงของมันฝรั่งปิดบังกลิ่นของข้าว ผู้ประกอบการจึงไม่แนะนำให้ทดลองต่อไป ส่วนแป้งข้าวโพด pregel มีราคาค่อนข้างสูงจึงไม่เป็นที่สนใจของผู้ประกอบการ ดังนั้นการพัฒนาในตอนที่ 2 จึงต้องใช้วิธีดัดแปลงกระบวนการผลิตแทน หรือหาแป้งราคาถูกกว่ามาทดแทนจากการศึกษาอุณหภูมิในการไล่ความชื้นของโคก่อนอย่าง พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม ได้แก่ 45 องศาเซลเซียส จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวบาง และโครงสร้างในส่วนของเนื้อภายในไม่หนาเกินไป ส่วนความชื้นของโคก่อนอย่างที่เหมาะสม คือ 27-30% จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จที่มีความแข็งตามต้องการ

ตอนที่สองศึกษาการลดความแข็งของอาราเร่โดยดัดแปลงขั้นตอนการผลิตตามคำแนะนำของไทยนิจิ โดยผสมแป้งดิบลงในข้าวเหนียวคุด จากนั้นนำไปนึ่งเป็นเจลพร้อมกัน และจึงนำส่วนผสมที่นึ่งสุกเป็นโคก่อนอย่างเป็นอาราเร่ต่อไป พบว่าชุดควบคุมซึ่งเป็นโคที่ผสมแป้งข้าวโพดดัดแปร และแป้งมันฝรั่งดัดแปร สามารถลดความแข็งของผลิตภัณฑ์ลงได้ เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ของไทยนิจิ (S-03) สรุปได้ว่าวิธีการผสมแป้งลงในโคอาราเร่ ไม่ว่าจะใช้วิธีในตอนแรกของการทดลอง หรือตอนที่สอง ก็สามารถลดความแข็งของผลิตภัณฑ์สำเร็จได้เหมือนกัน จากการศึกษาการลดความแข็งของอาราเร่โดยใช้ข้าวเหนียวคุดที่มีความละเอียดต่างๆ พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความแข็งไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากความละเอียดของข้าวเหนียวคุดที่ใช้มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (60-100 mesh) จึงไม่เห็นความแตกต่างของเนื้อสัมผัสของอาราเร่สำเร็จที่ชัดเจน หากปรับปรุงเนื้อสัมผัสที่เด่นชัด ควรใช้ข้าวเหนียวคุดที่มีความละเอียดเพิ่มขึ้น (มากกว่า 150 หรือ 200 mesh)

ส่วนที่สองเป็นการพัฒนานัตโตะ โดยใช้ถั่วเหลือง 2 พันธุ์ ได้แก่ เชียงใหม่ 60 และสจ. 2 นำถั่วเหลืองเมล็ดแห้งมาแช่น้ำที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 16 ชั่วโมง นึ่งภายใต้ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ผันแปรเวลาการให้ความร้อนแก่ถั่วเหลือง 2 ระดับ คือ 40 และ 50 นาที ทำการหมักด้วยเชื้อบริสุทธิ์ *Bacillus natto* ที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24

ชั่วโมง จากนั้นศึกษาคุณภาพทางเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยไทยนิจิ พบว่านัตโตะมีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วงของค่า 7.74 - 7.86 ค่าสี L แสดงความสว่างกว่าถั่วเหลืองนึ่งสุก ยังพบว่านัตโตะที่ใช้เวลานึ่งถั่วนานกว่าจะมีความแน่นเนื้อต่ำกว่า (4.29-5.47 kg) สำหรับนัตโตะสำเร็จมีปริมาณเชื้อ *B. natto* อยู่ในช่วง 9.56 – 9.79 log cfu/g, spore count อยู่ในช่วง 9.36 – 9.74 log cfu/g ตรวจไม่พบยีสต์และรา

การศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการอบกรอบนัตโตะและถั่วเหลืองด้วยลมร้อนและไมโครเวฟ คัดเลือกชนิดของนัตโตะโดยไทยนิจิ(ถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60)ไปอบ โดยค้นแปรอุณหภูมิลมร้อน 2 ระดับ ได้แก่ 210 และ 230 องศาเซลเซียส หรือค้นแปรไมโครเวฟ 2 ระดับ ได้แก่ 700 และ 900 วัตต์ พบว่าในการอบนัตโตะด้วยวิธีลมร้อน และวิธีไมโครเวฟ จนกระทั่งนัตโตะมีค่ากิจกรรมของน้ำต่ำกว่า 0.50 จะใช้เวลาการอบทั้งสิ้น 545, 515, 335 และ 305 นาที ตามลำดับ ส่วนถั่วเหลืองจะอบจนกระทั่งความชื้นลดลงต่ำกว่า 2% dry basis โดยใช้เวลาการอบทั้งสิ้น 56, 54, 20 และ 15 นาที ตามลำดับ

จากการศึกษาคุณภาพของนัตโตะและถั่วเหลืองอบกรอบ พบว่านัตโตะมีความชื้นอยู่ในช่วง 4.81 – 4.94% dry basis ค่ากิจกรรมของน้ำอยู่ในช่วง 0.481 – 0.495 ความแน่นเนื้อ (306-328 N) และความกรอบ (727-759 N.sec) ของนัตโตะที่อบด้วยลมร้อนสภาวะที่ 1 ลมร้อนสภาวะที่ 2 และไมโครเวฟสภาวะที่ 1 มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ยกเว้นการอบด้วยไมโครเวฟสภาวะที่ 2 จะมีค่าความแน่นเนื้อ (375 N) และความกรอบ (794 N.sec) สูงกว่าการอบในสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าจุลินทรีย์ที่ใช้ในนัตโตะสด สำหรับเชื้อ coliform และ *E. coli* มีปริมาณ < 3 MPN/g :ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของถั่วเน่า

ถั่วเหลืองอบกรอบ (พันธุ์เชียงใหม่ 60) พบว่ามีความชื้นอยู่ในช่วง 1.80 - 1.92% dry basis มีกิจกรรมของน้ำอยู่ในช่วง 0.285 - 0.296 ความแน่นเนื้อ และความกรอบอยู่ในช่วง 350-363 N และ 775-809 N.sec ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันในทุกหน่วยทดลองอย่างมีนัยสำคัญ ($p \geq 0.05$) ตรวจไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ในอากาศ เพราะมีปริมาณต่ำกว่า 10 cfu/g กรณี coliform และ *E. coli* มีปริมาณต่ำกว่า 3 MPN/g

งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาถั่วเหลืองเปลือกดำอบกรอบ ตามคำแนะนำของไทยนิจิ พบว่าได้ผลคล้ายคลึงกับถั่วเหลืองพันธุ์เชียงใหม่ 60อบกรอบ

Abstract

This investigation was divided into two individual parts. The first part was designed to develop arare which was subdivided into two different experiments. The first experiment was studied reduction of hardness of arare by mixing gelled flour or gum with steamed sticky crushed-rice to form dough, prior to grilling to the final product. Various flour and gums were used in this experiment such as modified tapioca starch, pre-gelled waxy-corn starch, potato starch, rice flour, arrow root starch, corn starch, sticky rice flour and gums as well as steamed potato and taro . Within these different addition, pregelled waxy-corn starch seemed to give superior texture of the finish product which was soft and crispy. Since its price is too high, hence this starch was not recommended by Thai Niji. Another addition of steamed potato also displayed soft texture, but it had relatively strong odor which covered the original rice odor, therefore this component was also not considered. To overcome this solution, modified processing condition or used appropriate cheap flour might be taken into account (see second part). A study of drying dough pieces was suggested that an optimum temperature of 45 °C could gave rise to thin crust and crumb of the final products. The optimum moisture content of pieces of dehydrated dough (prior to drying) was in the range 27-30% could brought about finish products with required texture.

Second experiment : study of reducing hardness of arare as recommended by Thai Niji, flour was first mixed with crushed rice then steamed to form gel and mixed into dough before the grilling process. In this modified method the flour and crushed rice were simultaneously cooked to form gel. The control finish products made from dough added pre-gelled waxy-corn starch or pre-gelled potato starch exhibited similar to the first experiment softer texture than those Thai Niji product (S-03). This could be indicated that either methods of incorporating gelled flour or non-gelled flour into crushed cooked rice (first experiment) or crushed raw rice (second experiment) could give similar result of softer products. A study of reducing hardness of arare by decreasing particle size of crushed rice, it was found that all finish products did not show significantly different hardness which was due primarily to the slight difference of particle size (60-100 mesh) of all used crushed-rice. To improve a

good pronounced texture of product, higher particle size of crushed-rice should be introduced e.g. more than 150-200 mesh.

Second part, to develop natto using two varieties of soy bean i.e. Chiangmai 60 and Sosjo 2 were studied. The dehydrated soy bean was soaked in drinking water for 16 hr. drained and steamed at pressure 15 lb./ in² (121°C) for processing time of 40 and 50 min. The cooked bean was inoculated with *Bacillus natto* and fermented at 42 °C for 24 hr. Physical, chemical and microbiological qualities as well as sensory evaluation assessed by Thai Niji of finish products were performed. The basic natto had pH 7.74-7.86, also had lighter color than those unfermented soy bean as indicated by higher L value. The natto made from soy bean with longer cooking time showed lower hardness (4.29-5.47 kg). Quantity of *B. natto* in the finish product was 9.56-9.79 log cfu /g, spore count was 9.36-9.74 log cfu /g. Yeast and mould could not be detected.

An investigation of optimum time for dehydrating natto and soy bean by hot air and microwave drying, a selected type of natto by Thai Niji was made from soy variety Chiangmai 60, subsequently, dehydrated under 2 levels of hot air i.e. 210 and 230 °C or under 2 levels of microwave heating 700 and 900 Watt. The dehydration time of these four conditions until a_w less than 0.5 were found to be 545, 515, 335 and 305 min. respectively, whereas dehydrated soy until moisture content less than 2% were 56, 54, 20 and 15 min. respectively.

Natto quality were assessed as follows; moisture content 4.81-4.94, a_w 0.48-0.50. Their hardness (306-328 N) and crispiness (727-759 N.sec) were not significantly different ($p \geq 0.5$) among three conditions of dehydration, except product dried under second condition of microwave had hardness (375 N) and crispiness (794 N.sec) significantly higher than those other products ($p \leq 0.5$). For microbiological quality, aerobic organisms were laid in the range of 9.02-9.12 log cfu /g which speculated as *B. natto* accumulated in the fresh natto. The amount of coliform and *E. coli* were less than 3 MPN /g which considered to be conformed with standard of community products for toa nou (Thai fermented soy bean).

The quality of dehydrated soy bean (Chiangmai 60 variety) had moisture content 1.8-1.9 %, a_w 0.28-0.3. Their hardness and crispiness were 350-363 N and

775-809 N.sec respectively which were not significantly different ($p \geq 0.5$) among four conditions of dehydration.

For microbiological aspect, aerobic bacteria was less than 10 cfu /g., coliform and *E. coli* were also less than 3 MPN /g. The result of dehydration of back soy bean from Thai Niji was identical with dehydrated soy bean Chiangmai 60 variety.