ผลของการใช้ความดันสูงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้อ่อน

Effect of High Pressure on Physical and Sensory Properties of Soft Tofu

ชูศักดิ์ รับพร

Chusak Rapporn

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิชาเทคโนโลยีอาหาร

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Food Technology

Prince of Songkla University

2547

เลขหมู่ TP438.S6 ท75 2547

Bib Key 241004

27 มี.ค. 2547

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของการใช้ความดันสูงต่อคุณสมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้อ่อน

ผู้เขียน นายชูศักดิ์ รับพร

สาขาวิชา เทคโนโลยีอาหาร

ปีการศึกษา 2546

บทคัดย่อ

การศึกษาถึงผลของการใช้ความดันสูง (0.1 200 400 600 และ 800 เมกกะปาสคาล นาน 30 นาที) กับน้ำนมถั่วเหลืองที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 10 12 และ 14 จากนั้นผ่านหรือไม่ผ่านความร้อน 70 องศาเซลเซียส 30 นาที พบว่าการเพิ่มขึ้นของปริมาณของแข็งทั้งหมดและระดับความดันสูงส่งผลให้ค่าความแข็ง (hardness) ค่าความยืดหยุ่น (springiness) ค่าความหยุ่นตัว (gumminess) และค่าความคงทนต่อการบดเคี้ยว (chewiness) มีค่าสูงขึ้น และชุดการทดลองที่ผ่านความร้อนจะมีค่าคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสดังกล่าวสูงกว่าชุดการทดลองที่ผ่านความดันเพียงอย่างเดียว เต้าหู้อ่อนชุดการทดลองที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 14 ผ่านความร้อนและความดันสูงระดับ 800 เมกกะปาสคาล มีค่าสูงสุดและใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากเต้าหู้อ่อนทางการค้า (ชุดควบคุม) กิจกรรมของเอนไซม์ไลพอกซิจิเนสซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดกลิ่นรสเหม็นเขียว (beany flavor) ลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อได้รับความดันสูงมากกว่า 200 เมกกะปาสคาล ($p<0.05$) และจะยิ่งลดลงมากขึ้นเมื่อมีการใช้ความร้อนร่วมกับความดัน สอดคล้องกับผลค่ากลิ่นรสถั่วซึ่งทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี Multisample Difference Test ส่วนค่าการละลายของโปรตีนในเต้าหู้อ่อนชุดการทดลองต่างๆ แสดงให้เห็นว่าเต้าหู้อ่อนที่ได้รับความร้อนและความดันสูงจะมีพันธะไฮโดรโฟบิก พันธะไดซัลไฟด์และพันธะไฮโดรเจนเป็นพันธะที่มีบทบาทสำคัญในโครงสร้างเจล แตกต่างกับเต้าหู้อ่อนที่ได้รับความร้อนซึ่งจะมีพันธะไดซัลไฟด์เป็นพันธะสำคัญ นอกจากนี้ความร้อนและความดันสูงยังมีผลต่อค่าสี L* a* และ b* โดยชุดการทดลองที่ได้รับความดันสูง จะมีค่า L* สูง แต่ค่า a* และ b* ต่ำกว่าชุดการทดลองที่ได้รับความร้อน เมื่อเติมสารตกตะกอนโปรตีนชนิดต่างๆ (สารแคลเซียมซัลเฟต สารแคลเซียมซัลเฟตผสมกับกลูโคโนเดลต้าแลคโตน สารกลูโคโนเดลต้าแลคโตน และสารแมกนีเซียมคลอไรด์) ลงในน้ำนมถั่วเหลืองก่อนการให้ความร้อน 70 องศาเซลเซียส 30 นาที หรือความดันสูงระดับ 400 เมกกะปาสคาล นาน 30 นาที

พบว่าชนิดของสารตกตะกอนโปรตีนที่เติมลงไปมีผลต่อค่าคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสของเต้าหู้อ่อน ($p<0.05$) โดยเต้าหู้อ่อนชุดการทดลองที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 14 เติมสารกลูโคโนเดลต้าแลคโตน แล้วให้ความดันสูงมีค่าคุณลักษณะทางเนื้อสัมผัสด้านความหยุ่นตัว ค่าความคงทนต่อการบดเคี้ยว ค่าความยึดเกาะ ค่าความยึดติด และค่าความยืดหยุ่นใกล้เคียงกับเต้าหู้อ่อนทางการค้า ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Multisample Difference Test พบว่าการเติมสารตกตะกอนโปรตีนที่ต่างชนิดกันไม่มีผลต่อกลิ่นรสแต่มีผลเล็กน้อยต่อความฝาดและความขม โดยเต้าหู้อ่อนชุดการทดลองที่เติมสารแคลเซียมซัลเฟตจะให้ความฝาดสูงที่สุด เต้าหู้อ่อนชุดการทดลองที่เติมสารกลูโคโนเดลต้าแลคโตนมีค่าของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นรสถั่ว ความขม และความฝาดต่ำสุดในทุกระดับของปริมาณของแข็งทั้งหมด และพบว่าชนิดของสารตกตะกอนมีผลต่อค่าสีอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารกลูโคโนเดลต้าแลคโตน (ร้อยละ 0.1, 0.2 และ 0.3) พบว่าการเติมสารกลูโคโนเดลต้าแลคโตนในปริมาณสูงขึ้นมีผลทำให้ค่าคุณลักษณะด้านเนื้อสัมผัสสูงขึ้น ($p<0.05$) และการเติมสารกลูโคโนเดลต้าแลคโตนก่อนหรือหลังการให้ความดันสูงส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสเพียงเล็กน้อย ($p<0.05$) ชุดการทดลองที่เติมสารกลูโคโนเดลต้าแลคโตนร้อยละ 0.3 โดยน้ำหนัก ความดันสูงระดับ 600 เมกกะปาสคาล และผ่านความร้อนมีค่าความแข็งสูงที่สุด การศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคของเต้าหู้อ่อนโดยวิธี Scanning Electron Microscope (SEM) พบว่า ลักษณะโครงสร้างของเต้าหู้อ่อนที่ได้รับความร้อนเป็นแบบกลุ่มก้อน ส่วนเต้าหู้อ่อนที่ได้รับความดันสูงจะมีลักษณะโครงสร้างเป็นแบบโครงข่ายร่างแห และเต้าหู้ที่เติมสารกลูโคโนเดลต้าแลคโตนเมื่อได้รับความดันสูงตั้งแต่ 600 เมกกะปาสคาล 30 นาที เส้นใยของโครงข่ายร่างแหมีความหนามากขึ้น

การศึกษาด้านการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเต้าหู้อ่อนของชุดการทดลองที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 14 ให้ความดันระดับ 800 เมกกะปาสคาล จากนั้นผ่านความร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 30 นาที และชุดการทดลองที่เติมสารกลูโคโนเดลต้าแลคโตนร้อยละ 0.3 แล้วให้ความดันระดับ 600 เมกกะปาสคาล รวมทั้งชุดเลียนแบบเต้าหู้อ่อนทางการค้าระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน พบว่าเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาการเก็บรักษาทุกชุดการทดลองมีปริมาณจุลินทรีย์น้อยกว่า 10^6 cfu/g.tofu และชุดการทดลองที่มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ต่ำสุด คือ ชุดการทดลองที่ผ่านความดันสูงระดับ 800 เมกกะปาสคาล แล้วผ่านความร้อน การทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบวิธี Multisample Difference Test พบว่าคุณลักษณะ

ด้านกลิ่นรสผิดปกติสูงขึ้น ขณะที่ค่าความแข็งของทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงเมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ($p<0.05$) และการทดสอบการยอมรับแบบ Hedonic scale (9 คะแนน) แสดงให้เห็นว่าในวันที่ 15 ผู้ทดสอบชิมไม่ยอมรับชุดการทดลองที่ผ่านความดัน 800 เมกกะปาสคาล แล้วผ่านความร้อนขณะที่ตัวอย่างอื่นๆ ยังได้รับการยอมรับ

Thesis Title Effect of high pressure on physical and sensory properties of soft tofu

Author Mr. Chusak Rapporn

Major Food Technology

Academic 2003

Abstract

Effects of high pressure (0.1 200 400 600 and 800 MPa for 30 min) on soymilk containing 10, 12 and 14 % total solid (TS), with and with out subsequent heating at 70 °C 30 min were studied. Texture profile analysis (TPA) results indicated that hardness, springiness, gumminess and chewiness of soft tofu increased with increasing TS. and pressure level ($p<0.05$). The heat treated sample generally had higher values than the pressure treated sample. The soymilk with 14 % TS heated and pressurized at 800 MPa had the highest values, which was comparable to commercial soft tofu (the control). Activity of lipoxygenase, responsible for beany flavor, sharply decreased with pressurization above 200 MPa ($p<0.05$) and decreased to a higher extent with the combined heating. The decreased activity was concomitant with lower values of beany flavor by multisample difference test. Protein solubility test indicated that hydrophobic and hydrogen bonds were important in maintaining network structure of pressure-induced gel. On the others hand, disulfide bond was shown to stabilize the heat-induced gel. Furthermore, samples with pressure treatment had higher L* but lower a* and b* than those with heat treatment. Soymilk (14% TS) added with $CaSO_4$, $MgCl_2$, GDL and $CaSO_4$+GDL and heated at 70 °C for 30 min or pressurized at 400 MPa, 30 min rendered different soft tofu texture characteristic. Soft tofu added with GDL and pressurized had gumminess, chewiness, cohesiveness, adhesiveness and springiness similar to the control. Sensory score showed that the different types of coagulants had a slight effect on astringentness and bitterness but not on flavor.

Samples with $CaSO_4$ – treatment had the highest astringentness, whereas those with GDL – treatment had the lowest values in astringentness, beany flavor as well as bitterness at all total solid levels tested. Colorimetric values showed that type of coagulants significantly affected L*, a* and b* values ($p<0.05$). An increase in GDL concentration resulted in the increasing values of texture characteristic of soft tofu ($p<0.05$). However, adding of coagulant before or after pressurization had a slight effect on texture characteristic ($p<0.05$). Samples added with 0.3 % GDL, pressurized at 600 MPa and heated had the highest value of hardness.

Microstructure study of soft tofu by scanning electron microscope (SEM) revealed that the structure of soft tofu prepared by heat treatment was coagulum type, While pressurized soft tofu had the network structure. Soft tofu with GDL addition and pressurization up to 600 MPa. for 30 min had denser network than those treated with lower pressure.

Changes in quality of soft tofus with 14 % TS prepared by different conditions : 1) soymilk added with 0.3 % GDL, then pressurized at 600 MPa 2) soymilk pressurized at 800 MPa 30 min and heated at 70 °C, 30 min and 3) an imitated commercial soft tofu during storage at 10 °C for 15 days were studies. Total bacterial count (TVC) for psychrophile of all samples were less than 10^6 CFU/g. tofu throughout the storage time.

Sensory evaluation by multisample difference test showed that off-flavor increased, while hardness decreased with increasing storage time. A 9-points hedonic scale indicated that the panelist rejected the sample pressurized at 800 MPa for 30 min, followed by heating at 70 °C for 30 min at day 15. However, The other samples were still acceptable.