การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการแปรรูปด้วยความดันสูงในผลิตภัณฑ์น้ำแตงโมพร้อมดื่ม

Optimization of High Pressure Processing Condition on Watermelon Juice

นลัทพร รัตนตรัยวงศ์[1], ณัฐกานต์ นามมะกุนา[2], อรอินทุ์ ประไชโย[1], ปริตา ธนสุกาญจน์[1] และ ปุณฑริกา รัตนตรัยวงศ์[1,2*]

Ratanatrivong, N.[1], Nammakuna, N.[2], Prachaiyo, O.[1] Thanasukarn, P.[1] and Ratanatriwong, P.[1,2*]

[1]ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

[2]สถานที่ปรึกษาอุตสาหกรรมอาหารภูมิภาคอาเซียน–อเมริกา อุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือตอนล่าง มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

[1]Department of Agro Industry, Faculty of Agriculture Natural Resource and Environment Naresuan University, 65000, Thailand

[2]ASEAN–American Industrial Food Consulting Center (AAIF), Lower–Northern Science Park, Naresuan University, 65000, Thailand

*Corresponding author: puntarikar@nu.ac.th, rikaja@yahoo.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการแปรรูปน้ำแตงโมพร้อมดื่มด้วยความดันสูง (High Pressure Processing; HPP) ที่เหมาะสมในการยับยั้งเชื้อก่อโรค ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ระดับความดัน อุณหภูมิตัวอย่าง และระยะเวลาในการผลิต รวมถึงประสิทธิภาพในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค โดยทำการปลูกถ่าย *S.* Typhimurium TISTR292 ลงในตัวอย่างน้ำแตงโมให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 10^5-10^7 CFU/ml จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการ HPP ที่ระดับความดัน 500 และ 600 MPa อุณหภูมิตัวอย่าง 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15, 25 และ 35 นาที พบว่าตัวอย่างน้ำแตงโมทั้งหมดที่ผ่านการแปรรูปด้วย HPP ที่ระดับความดัน 500 และ 600 MPa โดยมีอุณหภูมิตัวอย่าง 25 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15, 25 และ 35 นาที สามารถลดปริมาณ *S.* Typhimurium TISTR292 ลงได้มากกว่า 5 log reductionดังนั้นเทคโนโลยีการแปรรูป HPP จึงมีศักยภาพสูงที่สามารถใช้ยับยั้งการเจริญของเชื้อก่อโรคในน้ำแตงโมพร้อมดื่มโดยที่ยังคงรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ดี

คำสำคัญ: การแปรรูปที่ไม่ใช้ความร้อน, การแปรรูปด้วยความดันสูง, การยับยั้ง, *S.* Typhimurium TISTR292, น้ำแตงโมพร้อมดื่ม

ABSTRACT

The aim of this study was to develop the optimal process condition for pathogen reduction in fresh watermelon juice using High Pressure Processing; (HPP). In this experiment, factors which were investigated including pressure level, sample' s temperature and holding time. In addition, the efficacy of pathogen reduction was also investigated. *S.* Typhimurium TISTR292 was inoculated into watermelon juice to the initial level of 10^5-10^7 CFU/ml then subjected to HPP. The samples were treated with HPP conditions at 500 and 600 MPa, at 25°C for 15, 25 or 35 mins. The results demonstrated that all conditions used in this study can reduced *S.* Typhimurium TISTR292 for more that 5 log reduction. Therefore, HPP Technology is promising for pathogen inactivation in fresh watermelon juice while maintaining the good qualities of products.

Keywords: Non–thermal processing, High Pressure Processing, Inactivation, *S.* Typhimurium, watermelon juice

บทนำ

เนื่องจาก *Salmonella* spp. ถูกระบุว่าเป็นสาเหตุหลักของการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษในแตงโม (Walsh *et al*, 2014) อีกทั้งเป็นสาเหตุสำคัญของการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษที่ร้ายแรงถึงชีวิตที่ในผลไม้จำพวกเมล่อน ดังนั้นผลิตภัณฑ์น้ำแตงโมสดจึงมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของ *Salmonella* spp. และอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ดังนั้นกระบวนการพาสเจอร์ไรส์จึงถูกนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทน้ำผลไม้เพื่อยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค แต่เนื่องจากการพาสเจอร์ไรส์เป็นกระบวนการแปรรูปที่ใช้ความร้อนจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์น้ำผลไม้มีรสชาติ คุณภาพทางประสาทสัมผัสเปลี่ยนแปลงไปจากน้ำผลไม้สด อีกทั้งยังสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการบางส่วนไป ดังนั้นการนำเทคโนโลยีการแปรรูปด้วยความดันสูง (High Pressure Processing technology: HPP) ซึ่งเป็นกระบวนการแปรรูปแบบไม่ใช้ความร้อน (Non-thermal processing) ที่ FDA ประเทศสหรัฐอเมริกาได้ประกาศอย่างเป็นทางการให้การฆ่าเชื้อโดยเทคโนโลยีความดันสูงสามารถใช้แทนการฆ่าเชื้อแบบใช้ความร้อนได้ในอุตสาหกรรมการแปรรูปอาหาร ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการ HPP จึงมีรสชาติและคุณภาพทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงของสด อีกทั้งยังคงคุณค่าทางโภชนาการ และช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ โดยความดันสูงจะส่งผลต่อสัณฐานวิทยา เซลล์เมมเบรน ผนังเซลล์ ปฏิกิริยาเคมี และกลไกทางพันธุกรรมของแบคทีเรียซึ่งนำไปสู่การตายของเซลล์ในที่สุด (Alpas *et al*., 2003) แต่เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคได้มีการกำหนดระดับความเชื่อมั่นในการลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรค โดยต้องสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคที่สำคัญในผลิตภัณฑ์ได้ไม่ต่ำกว่า 5 log reduction จึงถือว่าอยู่ในระดับที่ไม่เป็นปลอดภัยต่อผู้บริโภค (Huang, *et al*. 2017 และ FDA, 2004) ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อ *S.* Typhimurium TISTR292 ในน้ำแตงโมพร้อมดื่มด้วย HPP

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาในตัวอย่างน้ำแตงโมที่ไม่ผ่านการแปรรูป

ตัวอย่างน้ำแตงโมจากผู้ประกอบการน้ำแตงโมพร้อมดื่ม (บริษัทบุญมี ดริ้ง จำกัด กทม.) จะอยู่ภายใต้สภาวะแช่แข็ง (-20 องศาเซลเซียส) จนกว่าจะนำมาทำการทดลอง ก่อนการทดลองตัวอย่างจะถูกละลายในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) เป็นเวลาประมาณ 12-24 ชั่วโมง เมื่อละลายจนหมดจะถูกนำมาบรรจุในขวด PET ขนาด 150 มิลลิลิตร และนำไปตรวจเชื้อเริ่มต้นตามมาตรฐานน้ำผลไม้พร้อมดื่มชนิดกรดต่ำ และมาตรฐานจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 356 และ 364 ตามลำดับ (Table 1) สุ่มตัวอย่างเพื่อตรวจเช็คคุณภาพทางเคมีและกายภาพได้แก่ สี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ตามสเปคที่กำหนด โดยข้อมูลไม่ได้นำเสนอ ณ ที่นี้

การศึกษาประสิทธิภาพของ HPP ต่อ ปริมาณจุลินทรีย์เหลือรอดและสัดส่วนการลดลงของเชื้อ (log reduction ratio)

การเตรียมตัวอย่าง

ละลายตัวอย่างในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อละลายจนหมดจึงนำมาบรรจุในขวดแก้วขนาด 400 มิลลิลิตร จากนั้นทำให้ตัวอย่างปลอดเชื้อด้วยการฆ่าเชื้อด้วยความดันไอน้ำ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที หลังจากนั้นทำตัวอย่างให้เย็นลงจนได้อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพื่อทำการปลูกถ่ายเชื้อก่อโรคต่อไป

การเตรียมหัวเชื้อตั้งต้นและการปลูกถ่ายเชื้อ

เชื้อที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้แก่ *S.* Typhimurium TISTR292 จากสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จ.ปทุมธานี โดยเชื้อจะถูกเลี้ยงตามวิธีของ Mukhopadhyay, 2016 ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic Soy Broth (TSB) ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 – 24 ชั่วโมง ซึ่งมีปริมาณเซลล์ตั้งต้นประมาณ 10^7 – 10^9 CFU/ml จากนั้นนำตัวอย่างน้ำแตงโมที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วนำมาบรรจุในขวด PET ขนาด 150 มิลลิลิตร แล้วทำการปลูกถ่ายเชื้อลงในตัวอย่างน้ำแตงโมโดยให้มีปริมาณเชื้อตั้งต้นที่ระดับ 10^5 – 10^7 CFU/ml

การแปรรูปด้วยความดันสูง (High Pressure Processing)

ตัวอย่างน้ำแตงโมที่ผ่านการปลูกถ่ายเชื้อจะนำไปผ่านกระบวนการ HPP โดยใช้เครื่องแปรรูปด้วยความดันสูง (Baotou JoJo Technology Development Co., Ltd, China) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) แปรผันสภาวะที่ใช้ในการแปรรูปด้วยการใช้ความดันสูง โดยแปรผันระดับความดัน 500 และ 600 MPa อุณหภูมิตัวอย่าง 25 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 15, 25 และ 35 นาที ซึ่งระดับความดัน อุณหภูมิและเวลาที่เลือกศึกษานี้ คัดเลือกมาจากการทดลองเบื้องต้น (Preliminary study) ซึ่งไม่ได้นำเสนอข้อมูล ณ ที่นี้ จากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์เหลือรอด เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดยมีตัวอย่างน้ำแตงโมที่ไม่มีการปลูกถ่ายเชื้อก่อโรคเป็นตัวอย่างควบคุมลบ (Negative control) และตัวอย่างที่มีการปลูกถ่ายเชื้อก่อโรคที่ไม่ผ่านกระบวนการ HPP เป็นตัวอย่างควบคุมบวก (Positive control) ทำการทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อเหลือรอดและสัดส่วนการลดลงของเชื้อ (log reduction ratio) หลังการแปรรูปด้วยความดันสูง

การคำนวณปริมาณเชื้อเหลือรอด คำนวณจากปริมาณเชื้อเหลือรอดทั้งหมด ซึ่งรวมปริมาณเซลล์แข็งแรง (Healthy cell) และปริมาณเซลล์บาดเจ็บ (Injured cell) เพื่อยืนยันประสิทธิภาพของ HPP ในการยับยั้งเชื้อก่อโรค โดยพิจารณาเลือกสภาวะที่สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ลงได้มากกว่า 5 log reduction โดยใช้อาหารคัดเลือก (Selective) สำหรับ *S.* Typhimurium TISTR292 คืออาหาร Bismuth Sulphite Agar (BSA) สำหรับตรวจนับปริมาณเชื้อแข็งแรง และการตรวจนับปริมาณเชื้อที่ได้รับบาดเจ็บใช้วิธี Thin Agar Layer (TAL) (Wu, 2008) ซึ่งจะช่วยในการฟื้นตัวของเซลล์ที่ได้รับบาดเจ็บโดยการนำตัวอย่าง 0.1 ml มาเกลี่ยบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารไม่คัดเลือก (Non–selective media) (Tryptic Soy Agar; TSA) เททับบนอาหารคัดเลือก (Selective) Bismuth Sulphite Agar (BSA)

ผลการทดลองและวิจารณ์

คุณภาพทางจุลชีววิทยาในตัวอย่างน้ำแตงโมที่ไม่ผ่านการแปรรูป

จากการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของตัวอย่างน้ำแตงโมจากผู้ประกอบการ ตามมาตรฐานน้ำผลไม้พร้อมดื่มชนิดกรดต่ำและมาตรฐานจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 356 และ 364 พบว่าตัวอย่างน้ำแตงโมสดมีคุณภาพทางจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐาน (Table 1) จึงสามารถสุ่มตัวอย่างนำมาตรวจคุณภาพทางเคมีและกายภาพ (ไม่นำเสนอข้อมูล) เพื่อใช้ในการควบคุมคุณภาพของตัวอย่างให้สม่ำเสมอในทุก lot ที่ใช้ในงานวิจัย

การศึกษาประสิทธิภาพของ HPP ต่อ ปริมาณจุลินทรีย์เหลือรอดและสัดส่วนการลดลงของเชื้อ (Log reduction ratio)

การศึกษาประสิทธิภาพของ HPP ต่อ ปริมาณจุลินทรีย์เหลือรอดและสัดส่วนการลดลงของเชื้อ*S.* Typhimurium TISTR292 ในตัวอย่างน้ำแตงโม ซึ่งตามข้อแนะนำของ USFDA เรื่อง น้ำผลไม้ปลอดภัย กล่าวว่ากระบวนการฆ่าเชื้อจะต้องสามารถลดปริมาณเชื้อก่อโรคที่สำคัญในผลิตภัณฑ์นั้นๆ ลงได้ไม่ต่ำกว่า 5 log reduction ผลการทดลองใน Table 2 พบว่าปริมาณเชื้อ *S.* Typhimurium TISTR292 ทั้งหมดในตัวอย่างควบคุมบวกเท่ากับ 8.33 x 10^7 CFU/ml (7.92 log) โดยมีปริมาณเซลล์ที่แข็งแรง 4.76 x 10^7 CFU/ml ซึ่งนับจากอาหาร Bismuth Sulphite Agar และเซลล์บาดเจ็บ 3.56 x 10^7 CFU/ml นับจากอาหารเลี้ยงเชื้อ Bismuth Sulphite Agar ที่มีอาหาร Tryptic Soy Agar เททับบนผิวหน้า

เมื่อนำตัวอย่างน้ำแตงโมผ่านการแปรรูปด้วยความดันสูงที่ระดับความดัน 500 และ 600 MPa อุณหภูมิตัวอย่าง 25 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 15, 25 และ 35 นาที พบว่าตัวอย่างที่ผ่านการแปรรูปในสภาวะทั้ง 500 และ 600 MPa ไม่พบเชื้อเหลือรอดของ *S.* Typhimurium TISTR292 ในตัวอย่างเลย แสดงให้เห็นว่าการใช้สภาวะในการแปรรูปน้ำแตงโมด้วยความดันสูงที่ระดับความดัน 500 MPa และ 600 MPa สามารถลดปริมาณเชื้อของ *S.* Typhimurium ลงได้ โดยมีสัดส่วนการลดลง 7.92 log reduction ซึ่งเป็นค่าที่สูงกว่าค่า 5 log reduction ที่กำหนดไว้ในแนวทางการผลิตน้ำผลไม้ปลอดภัย (FDA, 2004) ในหลายการศึกษากล่าวว่าอุณหภูมิ ความดันสูงและระยะเวลา นั้นมีผลต่อการลดลงของเชื้อลงได้ โดยความดัน

สูงทำให้เซลล์เนื้อเยื่อแบคทีเรียแตกออกหรือถูกทำลาย โปรตีนที่ผนังเซลล์เนื้อเยื่อของแบคทีเรียเสียสภาพ สูญเสียความสามารถในการควบคุมการเข้าออกของสารระหว่างสารภายในและสารภายนอกเซล เป็นสาเหตุให้เชื้อแบคทีเรียตาย อีกทั้งอุณหภูมิของอาหารที่ไม่สูงเกินไป (mild heat) มีส่วนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียด้วยการแปรรูปแบบ HPP ด้วย (Hsu *et al*, 2013) นอกจากนี้ความทนทานของเชื้อต่อสภาวะการแปรรูปจะขึ้นอยู่กับชนิดเชื้อนั้น ๆ ดังนั้นการเลือกใช้อุณหภูมิ จึงต้องคำนึงถึงชนิดของเชื้อและคุณลักษณะของอาหารที่ด้วย ทั้งนี้ตัวอย่างเป็นน้ำผลไม้ต้องการให้มีคุณภาพทางโภชนาการ คุณลักษณะ กลิ่นรสที่คล้ายกับของสดมากที่สุด ดังนั้นการเลือกใช้อุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้คุณลักษณะและกลิ่นรสที่คล้ายกับของสดไปได้ การทดลองนี้จึงเลือกใช้อุณหภูมิต่ำเพื่อช่วยคงคุณค่าและคุณลักษณะที่ดีของน้ำแตงโมในระหว่างการแปรรูป ในการแปรรูป ซึ่งในระดับอุตสาหกรรมการใช้ความดันที่สูงและระยะเวลานานส่งผลต้นทุนสูงเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้ยังทำให้เครื่องจักรเสื่อมสภาพได้เร็วกว่าการใช้ความดันต่ำและระยะเวลาสั้น จากการศึกษาการแปรรูปด้วยความดันสูงทั้งในระดับความดัน 500 และ 600 MPa อุณหภูมิตัวอย่าง 25 องศาเซลเซียส และระยะเวลา 15, 25 และ 35 นาทีสามารถทำลายเชื้อก่อโรคได้ทั้งหมด (7.92 log CFU/ml) ดัง Figure 1 และสามารถลดได้มากกว่าที่แนวทางมาตรฐาน USFDA กำหนด ดังนั้นการศึกษานี้จึงเลือกสภาวะที่ระดับความดัน 500 MPa อุณหภูมิตัวอย่าง 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เป็นสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปน้ำแตงโมพร้อมดื่มด้วยความดันสูง เพื่อให้เหมาะสมกับการนำไปปรับใช้ในระดับอุตสาหกรรม

สรุป

ในการเลือกสภาวะการแปรรูปด้วยความดันสูงในผลิตภัณฑ์น้ำแตงโมพร้อมดื่ม เมื่อคำนึงถึงความเหมาะสมในการปรับใช้ในระดับอุตสาหกรรมการศึกษานี้จึงเลือกสภาวะการแปรรูปที่ระดับความดัน 500 MPa อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที เป็นสภาวะการแปรรูปที่เหมาะสม เนื่องจากสามารถลดปริมาณเชื้อ *S.* Typhimurium TISTR292 มากกว่า 5 log และไม่มีเชื้อบาดเจ็บหลงเหลือ นอกจากนี้การศึกษานี้สามารถนำไปเป็นแนวทางการพัฒนากระบวนการแปรรูปด้วยความดันสูงที่สามารถทำลายเชื้อก่อโรค คงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ โครงการพัฒนาศักยภาพของผู้ประกอบการขนาดเล็กและขนาดกลางในกลุ่มอุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมอื่นที่เกี่ยวข้อง (สกว.) ที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัย บริษัทบุญมี ดริ้ง จำกัด ที่สนับสนุนน้ำแตงโมเป็นตัวอย่างการศึกษา สถานที่ปรึกษาอุตสาหกรรมอาหารภูมิภาคอาเซียน–อเมริกา อุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือตอนล่าง (AAIF) และภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่อำนวยความสะดวกด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ในงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

Alpas, H., Lee, J., Bozoglu, F. and Kaletunc, G. (2003). Evaluation of high hydrostatic pressure sensitivity of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* O157: H7 by differential scanning calorimetry. International Journal of Food Microbiology, 87(3), 229–237.

Huang, H. W., Hsu, C. P., Yang, B. B. and Wang, C. Y. (2013). Potential utility of high–pressure processing to address the risk of food allergen concerns. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 13(1), 78–90.

Styles, M. F., Hoover, D. G. and Farkas, D. F. (1991). Response of *Listeria monocytogenes* and *Vibrio parahaemolyticus* to High Hydrostatic Pressure. Food Science. 56, 1404–1407.

Walsh, K. A., Bennett, S. D., Mahovic, M. and Gould L. H. (2014). Outbreaks associated with cantaloupe, watermelon, and honeydew in the United States, 1973–2011. Foodborne Pathogens Disease. 12, 945–952.

Wu, V. C. H. (2008). A review of microbial injury and recovery methods in food. Food Microbiology. 25(6), 735–744.

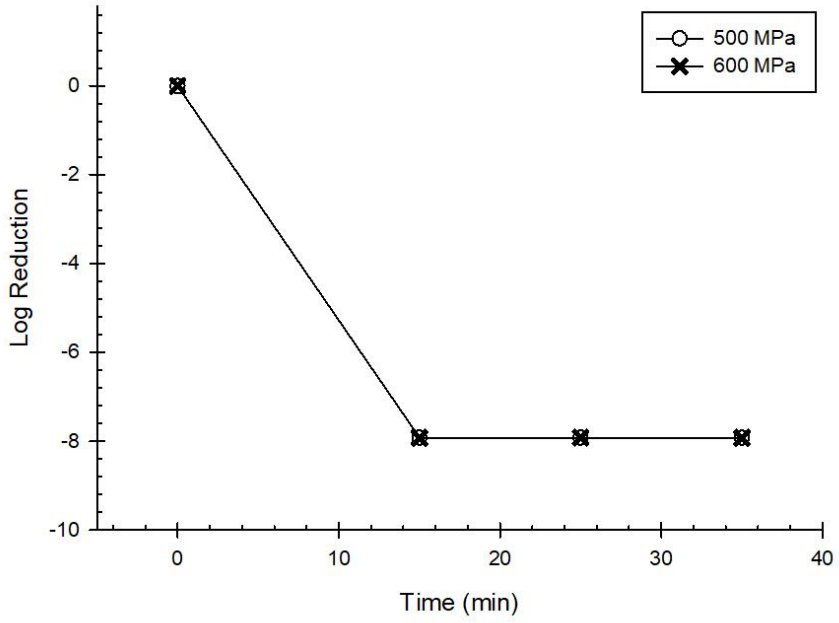

Figure 1 Log reduction of *S.* Typhimurium TISTR292 in watermelon juice after treated by HPP 500 MPa and 600 MPa at sample temperature of 25 °C.

Table 1 Standards for Pathogenic Microorganisms by Notification of the Ministry of Public Health (No.364), 2013 and Microbiological quality of non–HPP watermelon juice (control).

List	**Requirement**	non–HPP watermelon juice
Total plate count (CFU/ml)	$1.00x10^4$	360
Salmonella spp. (in 25 ml sample)	Not found	Not found
S. aureus (in 0.1 ml sample)	Not found	Not found
B. cereus (CFU/ml)	<100	<100
Coliform bacteria (MPN/100 ml)	<2.2	<1.1
E. coli (in 100 ml)	Not found	Not found
Cl. perfringens (in 0.1 ml sample)	<100	Not found
L. monocytogenes (in 25 ml sample)	Not found	Not found
Yeast and mold (CFU/ml)	<100	<1

Table 2 Total cell and log reduction of *S.* Typhimurium TISTR292 in watermelon juice.

Pressure (MPa)	**Temp. (^oC)**	**Time (min)**	**Healthy cell (CFU/ml)**	**Injured cell (CFU/ml)**	**Total cell (CFU/ml)**	**Total cell (Log CFU/ml)**	**Log reduction ratio**
Negative control			0.00	0.00	0.00	0.00	-
Positive control			$4.76x10^7$	$3.56x10^7$	$8.33x10^7$	7.92	-
500	25	15	0.00	0.00	0.00	0.00	7.92
		25	0.00	0.00	0.00	0.00	7.92
		35	0.00	0.00	0.00	0.00	7.92
600	25	15	0.00	0.00	0.00	0.00	7.92
		25	0.00	0.00	0.00	0.00	7.92
		35	0.00	0.00	0.00	0.00	7.92