

เครื่องเจาะและแยกน้ำมะพร้าวปลอดเชื้อ

Aseptic fresh coconut juice machine

อิสรา โรจนะ¹ สายประสิทธิ์ เกิดนิยม^{2*}

^{1,2}ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800

โทร 66(2)9132500-24 ต่อ 8303 โทรสาร 66(2)5870026 ต่อ 111

*E-mail: saps@kmitnb.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและจัดสร้างชุดเครื่องต้นแบบเพื่อเจาะและแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อ โดยน้ำมะพร้าวที่ได้มีคุณภาพผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขที่กำหนดไว้และได้รสชาติเหมือนน้ำมะพร้าวที่ดื่มจากลูกโดยตรง หลักการทำงานชุดเครื่องแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อนี้ใช้วิธีการแยกน้ำมะพร้าวออกจากลูกมะพร้าวโดยใช้ชุดเข็มเจาะแบบพิเศษที่ได้ออกแบบไว้เจาะลูกมะพร้าว และทำการอัดก๊าซไนโตรเจนเข้าไปในลูกมะพร้าวผ่านทางชุดเข็มเจาะเพื่อทำการไล่น้ำมะพร้าวให้ไหลย้อนขึ้นไปตามทางเข็มเจาะชุดเดียวกัน จากนั้นน้ำมะพร้าวที่ได้จากกระบวนการบรรจุลงในภาชนะที่ปิดสนิทที่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว โดยพยายามให้น้ำมะพร้าวมีโอกาสสัมผัสกับอากาศภายนอกน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปะปนอยู่ในอากาศ ส่วนการฆ่าเชื้อชุดเข็มเจาะมะพร้าวและระบบท่อต่างๆ ภายในเครื่องตลอดจนส่วนหัวของลูกมะพร้าว งานวิจัยนี้ใช้ไอน้ำในการฆ่าเชื้อโดยปล่อยไอน้ำจากเครื่องกำเนิดไอน้ำเพื่อฆ่าเชื้อทั้งระบบเป็นเวลา 2, 4 และ 6 นาที จากการทดลองทั้งหมดที่ได้ปฏิบัติในงานวิจัยนี้สรุปได้ว่ากระบวนการเจาะและแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อนี้มีความปลอดภัยของระบบแยกน้ำมะพร้าวที่ดีในระดับหนึ่ง สังเกตได้จากผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ซึ่งมีอยู่ในปริมาณน้อย และไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโทษแก่ร่างกาย

คำหลัก น้ำมะพร้าว ปลอดเชื้อ เครื่องเจาะมะพร้าว

Aseptic fresh coconut juice machine prototype has been invented in order to obtain coconut juice that can pass the health minister regulation. Thus, the taste of coconut juice can be maintained. The process starts with pinning a special tube down through the coconut shell in order to blow the nitrogen gas. As a result, the coconut juice can flow through the special tube and keep it inside a hygiene bottle. During the process, the coconut juice should not be exposed to the air in order to avoid the contamination. For hygiening the equipment

is used by passing through the stream high temperature tube and equipment for 2, 4 and 6 minutes responding. For laboratory test results it is evaluated that process of pinning and blow nitrogen gas can obtain Aseptic fresh coconut juice for a certain extent. In addition, there is no bacteria that can be hazardous to being human.

Keyword: coconut juice, aseptic fresh coconut juice, perforating coconut machine

1. ที่มาของงานวิจัย

มะพร้าว เป็นพืชผลทางเศรษฐกิจที่สำคัญ ทุกส่วนของมะพร้าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย “น้ำมะพร้าว” เป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้มาจากผลของมะพร้าว และเป็นหนึ่งในน้ำผลไม้ที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคไม่แพ้ผลไม้ชนิดอื่นๆ ดังจะเห็นได้จากการที่มีอุตสาหกรรมผลิตน้ำมะพร้าวบรรจุขวด เพื่อรองรับความต้องการของผู้บริโภค เพื่อความสะดวกในการรับประทาน และสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน กระบวนการส่วนใหญ่ของอุตสาหกรรมผลิตน้ำมะพร้าวบรรจุในภาชนะปิดสนิทนั้น จะต้องนำน้ำมะพร้าวที่ได้จากผลมะพร้าวมาผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่สภาวะหนึ่งก่อน เพื่อเป็นการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำมะพร้าว ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค และเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำมะพร้าวเสีย เชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้จะถูกปนเปื้อนมาจากกระบวนการผลิต และโดยเฉพาะอย่างยิ่งการที่น้ำมะพร้าวต้องสัมผัสกับอากาศภายนอก เป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำมะพร้าว แต่การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำมะพร้าวด้วยความร้อนโดยการต้มนั้น จะทำให้น้ำมะพร้าวเสียรสชาติ คุณค่าและความสดไป

จากแนวคิดที่ว่า “น้ำมะพร้าวที่อยู่ในลูก” ไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์” ดังจะเห็นได้จากการที่เราสามารถดื่มน้ำมะพร้าวจากลูกได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อ และน้ำมะพร้าวที่อยู่ในลูกก็ยังสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เกิดการเน่าเสียอีกด้วย ดังนั้นหากเราสามารถนำน้ำมะพร้าวที่อยู่ในลูก บรรจุลงในภาชนะที่ปลอดเชื้อได้โดยตรง โดยที่น้ำมะพร้าวไม่ต้องสัมผัสกับอากาศภายนอก และปฏิบัติงานด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อภายใต้

สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม ก็จะได้น้ำมะพร้าวที่ปลอดเชื้อ ไม่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และสอดคล้องตามมาตรฐานของประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ. 2543 เรื่องเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

เพื่อสานแนวคิดดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงออกแบบและจัดสร้าง “เครื่องเจาะและแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อ” ขึ้น โดยยึดหลักการการแยกน้ำมะพร้าวออกจากลูกโดยตรง ไม่ให้น้ำมะพร้าวต้องสัมผัสกับอากาศภายนอก โดยใช้หัวเจาะพิเศษที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ซึ่งภายในชุดเข็มเจาะมีท่อที่เป็นทางเดินของก๊าซไนโตรเจนที่ใช้ในกระบวนการแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อ ลงไปภายในลูกมะพร้าวเพื่อไล่ให้น้ำมะพร้าวขึ้นมาตามท่อที่เตรียมไว้ ภายใต้สภาวะแวดล้อมที่ปลอดเชื้อขณะทำการเจาะเพื่อแยกน้ำมะพร้าว

2. การควบคุมจุลินทรีย์ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม

การควบคุมจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตอาหารและเครื่องดื่มนั้นมีพื้นฐานอยู่ที่การควบคุมจุลินทรีย์ใน “ที่นั้น หรือ บริเวณนั้น” ซึ่งหมายถึง ไม่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์มาติดอยู่ ไม่ทำให้จำนวนเชื้อเพิ่มขึ้น กำจัดเชื้อที่มีอยู่ และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ [4] จุดประสงค์ของการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร คือ เพื่อให้อาหารมีคุณภาพและมีความปลอดภัยซึ่งการควบคุมจุลินทรีย์เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง และวิธีการควบคุมจุลินทรีย์สามารถปฏิบัติได้หลายวิธี เช่น การกำจัดเชื้อ การฆ่าเชื้อ การจำกัดเชื้อ และการป้องกันเชื้อ ในแต่ละวิธีการยังแบ่งเป็นวิธีการย่อยๆ ได้ ซึ่งการควบคุมจุลินทรีย์นี้เป็นความรู้พื้นฐานสำคัญเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิต สำหรับวิธีการล้างเป็นหนึ่งในวิธีที่นิยมในการทำความสะดวก ซึ่งการล้างหมายถึง การกำจัดสิ่งที่มีโทษ หรือสิ่งที่ไม่ต้องการ เช่น เศษอาหาร ทราย ผุ่นผงที่ติดมา รวมทั้งจุลินทรีย์ที่มีโทษ ถ้าการล้างที่มีประสิทธิภาพจะส่งผลดี คือ 1. สามารถลดปริมาณสัมบูรณ์ของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อน ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีอยู่ลดน้อยลง 2. กำจัดแหล่งอาหารที่จำเป็นต่อการแพร่พันธุ์ของจุลินทรีย์ที่มีโทษ ทำให้อาหารของจุลินทรีย์หมดไป ทำให้สามารถป้องกันการแพร่ขยายได้ 3. การล้างเพียงอย่างเดียวไม่สามารถกำจัดสิ่งแปลกปลอม และสิ่งที่ไม่ต้องการออกได้หมด หากผสมผสานวิธีการล้างและการฆ่าเชื้อเข้าด้วยกัน จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อได้ 4. ยกระดับความปลอดภัยและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วยวิธีการล้างถูกต้อง ทำให้สิ่งสกปรก สิ่งแปลกปลอม และจุลินทรีย์ที่มีโทษก็จะหมดไป สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพซึ่งจะนำไปสู่การยกระดับมาตรฐานคุณภาพการผลิตในที่สุด [4] การล้างเป็นวิธีการกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่ปะปนมาได้ระดับหนึ่ง แต่การล้างเพียงอย่างเดียวไม่สามารถชำระสิ่งแปลกปลอมให้หลุดออกได้หมด ดังนั้นการล้างจึงต้องปฏิบัติตามคู่กันกับการฆ่า

เชื้อ การฆ่าเชื้อในอุตสาหกรรมผลิตอาหารและเครื่องดื่มนั้น หากสามารถฆ่าเชื้อที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสีย การแปรสภาพ การเสื่อมสภาพของเชื้อที่ทำให้อาหารเป็นพิษ และเชื้อที่ทำให้เกิดโรคอื่นๆ ได้ วิธีการฆ่าเชื้อสามารถแบ่งประเภทใหญ่ๆ ได้เป็น การฆ่าเชื้อด้วยความร้อน และการฆ่าเชื้อด้วยความเย็น ซึ่งต่างก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป สำหรับการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนนั้นมี 2 วิธี คือ วิธีการใช้ความร้อนแห้ง (การทำให้แห้งด้วยเตาอบแก๊สหรือไฟฟ้า การให้ความร้อนด้วยลมร้อนใช้เตาอบในการสร้างความร้อน) และวิธีการใช้ความร้อนชื้น (การให้ความร้อนในสภาวะที่มีน้ำอยู่มาก ทำให้เกิดความร้อนชื้น) จากวิธีการฆ่าเชื้อทั้ง 2 วิธีมีหลักการการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนนั้นคือ ทำลายดีเอ็นเอ (DNA) ส่วนใดส่วนหนึ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตด้วยความร้อน หรือทำลายโครงสร้างส่วนใดส่วนหนึ่งของเชื้อ เช่น เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) จากการศึกษาพบว่าการใช้ความร้อนชื้นต่างๆ เช่น การพาสเจอร์ไรส์ (pasteurization) การต้ม หรือใช้ไอน้ำ เป็นต้นจะมีประสิทธิภาพสูงกว่าใช้ความร้อนแห้ง ทั้งนี้เกิดขึ้นได้เนื่องจากอนุของโมเลกุลของไอน้ำที่มีพลังงานความร้อนอยู่สามารถแทรกเข้าไปทำลายเซลล์ต่างๆ ของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ในขณะที่ความร้อนแห้งทำไม่ได้ [5] โดยการใช้ความร้อนชื้นจะต้องคำนึงถึง อุณหภูมิ เวลา จำนวนเชื้อแบคทีเรีย ถ้ามีมากต้องใช้เวลาในการฆ่าเชื้อมาก และชนิดของแบคทีเรีย สปอร์ของแบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัส ส่วนมากจะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 55-65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที ส่วนสปอร์ของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคส่วนใหญ่จะถูกทำลายที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที การใช้ความร้อนชื้นสามารถทำได้โดยใช้ไอน้ำเดือด ความดันสูง เป็นวิธีที่รวดเร็วและสามารถทำลายสปอร์ของแบคทีเรียได้ โดยหลักการจะใช้ไอน้ำเดือดพ่นเข้าไปแทนที่อากาศในภาชนะปิด โดยอุณหภูมิของไอน้ำขึ้นอยู่กับความดันภายในภาชนะปิด ยิ่งอุณหภูมิสูงและแบคทีเรียมีอยู่น้อยระยะเวลาที่ฆ่าเชื้อก็จะน้อยไปด้วย [6] เพื่อเป็นมาตรฐานในการฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำ ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน อุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโดยใช้ไอน้ำจะแสดงในตารางที่ 1 อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่ใช้ก็จะขึ้นอยู่กับปริมาณของเชื้อดังกล่าว ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของการประยุกต์ใช้ด้วย แต่ถ้าความร้อนแห้งนำมาใช้ในการฆ่าเชื้อระยะเวลาและอุณหภูมิจะสูงกว่าใช้ความร้อนชื้นดังแสดงในตารางที่ 2

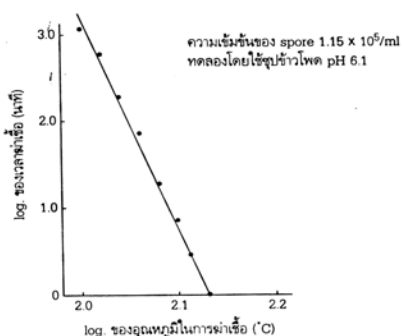
ความดัน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ (นาที)
15	121	15
20	126	10
30	134	3

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างความดัน อุณหภูมิ และเวลาที่ใช้ สำหรับความร้อนชื้น [6]

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ (นาที)
160	120
170	60
180	30

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาที่ใช้สำหรับความร้อนแห้ง

นอกจากวิธีการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่มีส่วนสำคัญในการควบคุมจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิต ความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์ก็ยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สำคัญสำหรับการควบคุมจุลินทรีย์ การทนความร้อนของจุลินทรีย์สามารถแสดงด้วยค่าเทอร์มอลเดธไทม์ (Thermal Death Time, TDT) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์จำนวนหนึ่งที่อุณหภูมิที่กำหนด ซึ่งความสามารถในการทนความร้อนของจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน รวมถึงอุณหภูมิและเวลาในการฆ่าเชื้อ การฆ่าเชื้อด้วยสภาวะเดียวกัน อุณหภูมิยิ่งสูง เวลาในการฆ่าเชื้อก็ยิ่งสั้น ความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถแสดงได้ดังกราฟที่ 1



กราฟที่ 1 แสดงความสัมพันธ์ของเวลาและอุณหภูมิในการทำลายสปอร์ (Spore)

แนวทางการจำกัดการเจริญเติบโตของเชื้อสามารถทำได้โดยลดแหล่งอาหารในบริเวณที่จะทำให้ปลอดเชื้อก่อนโดยวิธีการชะล้าง ถ้าในระบบอุตสาหกรรมที่มีอุปกรณ์ยึดต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมผลิตอาหารและเครื่องดื่ม การชะล้างสามารถทำได้โดยวิธีการล้างภายในระบบซึ่งเรียกว่า CIP (Cleaning-In-Place) แล้วทำการฆ่าเชื้อโดยวิธีการต่างๆ เช่น ใช้ความร้อน สารเคมี รังสี หรือแสงอัลตราไวโอเลต เป็นต้น การล้างด้วยระบบ CIP เป็นการล้างโดยใช้กระแสน้ำไหลวนในช่วงที่เกิดการไหลแบบ Turbulent flow ภายในท่อ โดยกระแสน้ำที่ไหลภายในท่อจะต้องมีอุณหภูมิสูงเพียงพอเพื่อเพิ่มความสามารถในการละลายเศษอาหารและสิ่งตกค้าง อีกทั้งคุณสมบัติของน้ำที่ใช้ในการล้างจะต้องมีความเป็นด่างพอสมควรเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการชะล้างสูง โดยทั่วไปการชะล้างครั้งแรก ด้วยน้ำเพื่อไล่เศษอาหารที่ตกค้างออกไป จากนั้นปล่อยให้ดีเทอร์เจนต์ (detergent) หมุนเวียนในระบบเพื่อล้างคราบที่ผิวหน้าอุปกรณ์เครื่องมือ แล้วจึงล้าง

ด้วยน้ำสะอาดเพื่อไล่คราบสกปรกและดีเทอร์เจนต์ (detergent) ที่ตกค้างในระบบ จากนั้นทำลายจุลินทรีย์ที่หลงเหลือในระบบโดยใช้น้ำยาฆ่าเชื้อ แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง การทำความสะอาดแบบ CIP จะให้ผลที่ดีขึ้นขึ้นอยู่กับแรงดันของน้ำหรือสารละลายที่ฉีดเข้าไปในระบบ เพราะทำให้เกิดการชะล้างคราบที่ติดที่ผิวอุปกรณ์ให้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งเวลาที่ปล่อยให้สารทำความสะอาดหรือน้ำสัมผัสกับคราบ ในกรณีของการไหลในท่อส่ง ความเร็วของสารทำความสะอาดหรือน้ำที่ใช้ ควรประมาณ 1.5 เมตรต่อวินาที เพื่อให้เกิดการไหลแบบปั่นป่วนภายในท่อ ทำให้สามารถทำความสะอาดได้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น สำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพของการล้างสามารถทำได้โดยตรวจสอบปริมาณสิ่งสกปรกที่เป็นแป้ง ไขมัน และโปรตีน หรือตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างจากน้ำที่ใช้ในการชะล้างโดยวิธีการทางเคมีต่างๆ เป็นต้น [4]

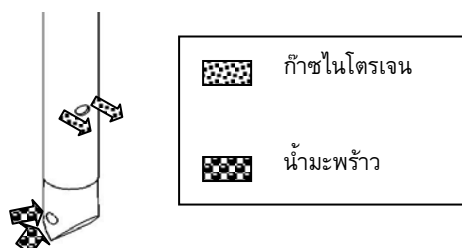
จากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ. 2543 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท สามารถสรุปใจความสำคัญของเนื้อหาได้ดังนี้ คือ 1. มีกลิ่นและรสตามลักษณะเฉพาะของเครื่องดื่มนั้น 2. ไม่มีตะกอน เว้นแต่ตะกอนอันมีตามธรรมชาติของส่วนประกอบนั้น 3. ตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม (Coliforms) น้อยกว่า 2.2 ต่อเครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร โดยวิธี MPN (Most Probable Number) แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มเป็นดัชนีในการบอกถึงการปนเปื้อนกับสิ่งปนเปื้อนหรือให้ทราบถึงลักษณะการสุภาพภาพของการผลิตอาหารนั้นๆ 4. ตรวจไม่พบแบคทีเรียชนิด อี.โคไล (Escherichia coli) แบคทีเรียชนิดนี้ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่พบในลำไส้ของสัตว์ทุกชนิดรวมทั้งมนุษย์ ถ้าหากตรวจหาเชื้อที่ใช้อากาศในอุจจาระก็จะพบเชื้อตัวนี้เป็นหลักปกติ อี.โคไล (E. coli) ก็มักมีประโยชน์ในด้านการลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ให้อาหารสัตว์ และยังสังเคราะห์วิตามินบางตัวด้วย แต่ก็มี อี.โคไล (E. coli) ส่วนน้อยบางชนิดที่ทำให้เกิดการเจ็บป่วยแก่มนุษย์ในหลายรูปแบบ อี.โคไล (E. coli) เป็นชนิดที่ค่อนข้างหายากแต่เป็นพิษและทำลายเยื่อของลำไส้ค่อนข้างมาก พิษที่เกิดขึ้นคือ เวอร์โรทอกซิน (Verotoxin) จุลินทรีย์ชนิดนี้มีค่าเทอร์มอลเดธไทม์ (Thermal Death Time, TDT) ที่อุณหภูมิ 60 ($^{\circ}\text{C}$) เวลา 6 นาที

3. การออกแบบชุดเข็มเจาะเพื่อใช้ในระบบการผลิตน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อและขั้นตอนการฆ่าเชื้อ

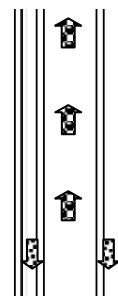
เนื่องจากกระบวนการแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อต้องการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากกระบวนการผลิตแบบอื่นๆ ทำให้ลักษณะการออกแบบต้องการความสามารถป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอากาศ ที่ติดอยู่บริเวณเครื่องมือ อุปกรณ์ และที่ผิวมะพร้าวขณะดำเนินการกระบวนการผลิต จากการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มี

ผลต่อความปลอดภัยของกระบวนการพบว่า การใช้ความร้อนสำหรับการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เป็นวิธีการที่ดีและเหมาะสมที่ใช้ในขั้นตอนการทำความสะอาด

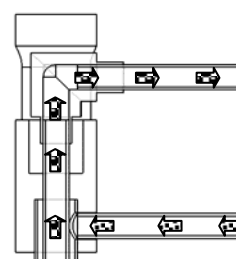
ลักษณะการทำงานของชุดเข็มเจาะเพื่อกระบวนการแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อ คือ ทำการเจาะมะพร้าวที่ได้ทำการปาดผิวแล้วด้วยกลไก ชุดเข็มเจาะจะเจาะผ่านเปลือกและกะลามะพร้าว หัวเข็มของชุดเข็มเจาะถูกดันลงไปหยุดที่ก้นกะลามะพร้าว ด้วยลักษณะพิเศษของชุดเข็มเจาะซึ่งมีทางเดินของก๊าซไนโตรเจนและทางเดินของน้ำมะพร้าวที่สามารถแบ่งการไหลของทั้งสอง จากนั้นทำการอัดก๊าซไนโตรเจนผ่านตามทางเดินของก๊าซไนโตรเจนออกทางรูทางออกของก๊าซไนโตรเจน ก๊าซไนโตรเจนนี้จะเข้าไปแทนที่น้ำมะพร้าวที่อยู่ในลูก และดันให้น้ำมะพร้าวไหลเข้าไปในหัวเข็มเจาะที่มีรูทางเข้าของน้ำมะพร้าวโดยเฉพาะ และน้ำมะพร้าวจะไหลไปตามทางเดินของน้ำมะพร้าวออกไปยังส่วนที่เก็บบรรจุภัณฑ์ ระหว่างกระบวนการน้ำมะพร้าวจะไม่สัมผัสกับอากาศภายนอกจึงช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากกระบวนการทั้งต้องการอุปกรณ์ในการดำเนินการที่สะอาดและปลอดเชื้อ ดังนั้นขั้นตอนการฆ่าเชื้ออุปกรณ์จึงมีความสำคัญ เพราะฉะนั้นก่อนเริ่มกระบวนการครั้งหนึ่งๆ ต้องมีการทำความสะอาดอุปกรณ์และส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้วยไอน้ำ (ไอน้ำเปือก) โดยชุดแชมเบอร์ (Chamber) เป็นห้องทำความสะอาดผิวด้านนอกของอุปกรณ์ชุดเข็มเจาะ ทำการปล่อยไอน้ำเข้าไปในชุดแชมเบอร์ (Chamber) และนำชุดเข็มเจาะเคลื่อนเข้าสู่ชุดแชมเบอร์เพื่อทำการฆ่าเชื้อ ระหว่างขั้นตอนการฆ่าเชื้อชุดเข็มเจาะบริเวณผิวด้านนอกจะมีวาล์วควบคุมการไหลของไอน้ำเพื่อทำการฆ่าเชื้อและทำความสะอาดผิวด้านในของชุดเข็มเจาะ (ทางเดินของก๊าซไนโตรเจนและทางเดินของน้ำมะพร้าว) รวมทั้งการฆ่าเชื้อที่บริเวณผิวมะพร้าวที่จะทำการเจาะด้วย เนื่องจากชุดแชมเบอร์ (Chamber) ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนบนทำหน้าที่ทำความสะอาดผิวด้านนอกของชุดเข็มเจาะ และส่วนล่างจะครอบบริเวณผิวมะพร้าวที่จะถูกเจาะด้วยชุดเข็มเจาะ ตรงส่วนนี้จะมีการปล่อยไอน้ำเพื่อทำการฆ่าเชื้ออยู่ตลอดเวลา ตั้งแต่เริ่มกระบวนการจนจบกระบวนการ ทำให้สามารถลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในกระบวนการได้หลายขั้นตอน



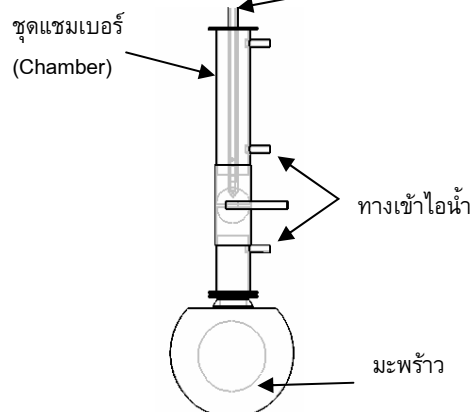
รูปที่ 1 แสดงการทำงานของชุดเข็มเจาะของกระบวนการแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อ



รูปที่ 2 แสดงการทำงานของทางเดินของก๊าซไนโตรเจนและน้ำมะพร้าว



รูปที่ 3 แสดงการทำงานของฝาคอขวดเข็มชุดเข็มเจาะ



รูปที่ 4 ขั้นตอนการฆ่าเชื้อชุดเข็มเจาะด้วยชุดแชมเบอร์ (Chamber)



รูปที่ 5 แสดงเครื่องเจาะและแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อ



รูปที่ 6 แสดงลักษณะของหัวเข็มเจาะ



รูปที่ 7 แสดงลักษณะของฝาครอบเข็ม

4. การทดสอบแนวคิดและระบบปลอดเชื้อของ เครื่องแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อ

การทดสอบกระบวนการแยกน้ำมะพร้าวด้วยหลักการ
ใช้อากาศแทนที่น้ำ มีขั้นตอนการปฏิบัติดังต่อไปนี้ คือ

1. เตรียมลูกมะพร้าวโดยการปาดเปลือกด้าน
หัวและด้านล่างออก
2. นำมะพร้าวที่เตรียมไว้มาวางที่ชุดจับยึด
มะพร้าว และทำการจับยึดให้แน่น
3. เจาะมะพร้าวด้วยชุดเข็มเจาะที่ได้เตรียมไว้
เมื่อสามารถเจาะมะพร้าวทะลุกลาและเปลือกของ
มะพร้าวเข้าไปได้แล้ว จากนั้นนำสายลมมาต่อเข้าที่
ท่อทางเข้าในโตรเจนของชุดเข็มเจาะ และทำการ
ปล่อยลมซึ่งลมนี้เปรียบเสมือนก๊าซไนโตรเจนเข้า
แทนที่น้ำมะพร้าวในลูก นำภาชนะมารอบรรจุน้ำ
มะพร้าวที่ได้จากการทดลอง

ผลที่ได้รับคือ กระบวนการแยกน้ำมะพร้าวด้วยชุดเข็ม
เจาะที่ออกแบบไว้และอาศัยหลักการใช้อากาศแทนที่น้ำนั้น
สามารถเกิดขึ้นได้จริง และปริมาณน้ำที่คงเหลืออยู่ลูก
มะพร้าวแทบจะไม่มี ส่วนน้ำมะพร้าวที่ได้จากกระบวนการมี
เศษของเนื้อมะพร้าวปะปนออกมาเพียงเล็กน้อย และไม่มี
ส่วนของเปลือกมะพร้าวปะปนออกมากับน้ำมะพร้าว

จากการทดลองข้างต้นสรุปได้ว่า กระบวนการแยกน้ำ
มะพร้าวโดยอาศัยหลักการใช้อากาศแทนที่น้ำสามารถเกิดขึ้น
ได้จริง และมีประสิทธิภาพการแยกน้ำมะพร้าวที่ดีระดับหนึ่ง

ส่วนขั้นตอนต่อไปจะทำการทดลองกระบวนการแยกน้ำ
มะพร้าวด้านความสะอาดและปลอดเชื้อ โดยใช้แก้วน้ำ
พลาสติกแทนลูกมะพร้าวเพื่อทดสอบกระบวนการแยกน้ำ
มะพร้าว เป็นทดสอบความปลอดเชื้อของระบบเพียงอย่าง
เดียว ไม่มีปัจจัยอย่างอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง มีวิธีการปฏิบัติดังนี้
คือ

1. ทำการฆ่าเชื้อทั้งระบบเป็นเวลา 2 นาที
2. เลื่อนชุดยกมะพร้าวที่จับยึดน้ำบรรจุแก้ว
พลาสติกเข้าหาชุดแชมเบอร์ (Chamber) ด้านล่าง
3. ทำการกดชุดเข็มเจาะเพื่อทำการเจาะและแยก
น้ำที่บรรจุอยู่ในขวดพลาสติก จากนั้นเปิดวาล์ว 4 ปล่อยก๊าซ
ไนโตรเจนเข้าสู่ระบบเพื่อแยกน้ำออกจากแก้วพลาสติก
4. เก็บน้ำที่ได้จากกระบวนการในภาชนะที่ปิด
สนิท
5. เพิ่มเวลาการฆ่าเชื้อเป็น 4 และ 6 นาที และ
ปฏิบัติตามข้อ 2-4

ผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ของกระบวนการ
แยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อที่ใช้น้ำเปล่าแทนน้ำมะพร้าว
แสดงตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ของ
กระบวนการแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อ

เวลาในการฆ่า เชื้อของระบบ (นาที)	ผลการวิเคราะห์	
	Coliforms	E. coli
2	8	0
4	3	0
6	1	0

จากการทดลองพบว่า ปริมาณของจุลินทรีย์มีปริมาณ
ลดลงเมื่อเวลาในการฆ่าเชื้อเพิ่มมากขึ้นและสามารถสรุปได้
ว่าระบบการแยกน้ำมะพร้าวที่ได้ออกแบบและจัดสร้างมีความ
สะอาดและปลอดเชื้ออยู่ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ ไม่พบจุลินทรีย์ที่
ก่อให้เกิดโรค

ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดสอบกระบวนการเจาะและ
แยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อ มีขั้นตอนการปฏิบัติ
ดังต่อไปนี้

1. ทำการฆ่าเชื้อทั้งระบบเป็นเวลา 2 นาที
2. เลื่อนชุดยกมะพร้าวที่จับยึดมะพร้าวบรรจุน้ำ
ขึ้นหาชุดแชมเบอร์ (Chamber)
3. ทำการกดชุดเข็มเจาะเพื่อทำการเจาะมะพร้าว
จากนั้นเปิดวาล์วเพื่อปล่อยก๊าซไนโตรเจนไปแทนที่น้ำ
มะพร้าวเพื่อแยกน้ำมะพร้าวออกจากลูก
4. เก็บน้ำที่ได้จากกระบวนการในภาชนะที่ปิด
สนิท

5. ดำเนินการทดลองตามข้อที่ 1-3 และเปลี่ยน
เพิ่มเวลาในการฆ่าเชื้อระบบเป็น
4 และ 6 นาทีตามลำดับ

เวลาที่ใช้ ในการฆ่า เชื้อระบบ (นาที)	ผลการวิเคราะห์				
	Coliforms	E.coli	Yeast	Mold	S. aureus
2	0	0	0	0	0
4	0	0	8	7	21
6	1	0	0	4	51

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์ของน้ำมะพร้าว
ที่ผ่านกระบวนการเจาะ และแยกแบบปลอดเชื้อ

การทดลองกระบวนการดังกล่าวกับน้ำมะพร้าวจริง
และจากผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์พบว่าไม่มีจุลินทรีย์
ชนิด อี. โคไล (E. coli) และมีปริมาณของจุลินทรีย์ชนิดโคลิ
ฟอร์ม (Coliforms) น้อย ซึ่งหมายถึงน้ำมะพร้าวมีคุณภาพอยู่
ในเกณฑ์ที่น่าพอใจ แต่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดสแตป
โตคอคคัส ออเรียส (S. aureus) และมีรากับยีสต์
เกิดขึ้นบางส่วน ซึ่งจุลินทรีย์ชนิดดังกล่าวสามารถพบได้ตาม
ผิวหนังของมนุษย์ดังนั้นการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ดังกล่าว
อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการเจาะ ขณะทำการเจาะเพื่อแยก
น้ำมะพร้าวนั้น หัวเข็มเจาะสัมผัสถูกกับผิวมะพร้าวซึ่ง
อุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมผิวมะพร้าวก่อนทำการเจาะยังไม่มี
ความสะอาดเพียงพอจึงอาจเกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ใน
ขั้นตอนนี้ได้ และอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการปนเปื้อน คือ
ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างซึ่งใช้ภาชนะบรรจุที่ไม่เหมาะสม ขนาด
เล็กเกินไป ขณะทำการทดลองและเก็บตัวอย่างอาจมีการ
สัมผัสกับมือของผู้ทดลอง จากสาเหตุดังกล่าวสามารถสรุป
ได้ว่าวิธีการเตรียมมะพร้าวก่อนเริ่มกระบวนการและการ
บรรจุยังไม่ปลอดเชื้อและมีประสิทธิภาพเพียงพอ

จากการดำเนินงานทั้งหมดในงานวิจัยฉบับนี้อาจกล่าว
ได้ว่า กระบวนการเจาะและแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอดเชื้อใน
โครงการนี้มีความปลอดเชื้อของระบบแยกน้ำมะพร้าวที่ดีใน
ระดับหนึ่ง สังเกตได้จากผลการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์
ซึ่งมีอยู่ในปริมาณน้อย และไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโทษแก่
ร่างกาย แต่มีข้อบกพร่องในขั้นตอนการเตรียมมะพร้าวก่อน
ทำเริ่มกระบวนการและการบรรจุผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้าย
ของกระบวนการ จึงทำให้มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บาง
ชนิดซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถพบได้ตามผิวหนังของมนุษย์
และที่ต่างๆ

5. สรุป

1. กระบวนการเจาะและแยกน้ำมะพร้าวแบบปลอด
เชื้อโดยใช้หลักการของอากาศแทนที่น้ำที่ผ่านเจาะด้วยชุด
เข็มที่ได้ออกแบบไว้สามารถปฏิบัติงานได้จริง น้ำมะพร้าวที่
ได้จากกระบวนการมีเนื้อมะพร้าวและกากมะพร้าวปะปน
ออกมาเพียงเล็กน้อย

2. ความสะอาดของกระบวนการแยกน้ำมะพร้าวแบบ
ปลอดเชื้อ เมื่อทำการทดสอบกระบวนการแยกด้วยน้ำเปล่า
พบว่ากระบวนการและอุปกรณ์ที่ใช้มีความสะอาดและปลอด
เชื้อในระดับที่น่าพอใจ โดยพิจารณาจากผลวิเคราะห์ทางด้าน
จุลินทรีย์ ไม่พบจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโทษกับร่างกาย

3. น้ำมะพร้าวที่ได้จากกระบวนการแยกน้ำมะพร้าว
แบบปลอดเชื้อมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ชนิดสแตปไฟโร
คอคคัส ออเรียส (S. aureus) สาเหตุของการปนเปื้อนอาจจะ
มาจากขั้นตอนการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ยังไม่ดีพอ ระหว่างการบรรจุ
ผลิตภัณฑ์ยังสามารถสัมผัสกับอากาศภายนอกได้ ซึ่งจุลิน
ทรีย์ที่พบนี้สามารถพบได้ตามผิวหนังของมนุษย์ และบริเวณ
ต่างๆ ทั่วไป

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] U. S. Food and Drug Administration (FDA) 5600
Fishers Lane, Rockville MD 20857-0001, 1-888-INFO-
FDA (1-888-463-6332) <http://www.fda.gov>
- [2] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา
<http://www.fda.moph.go.th>
- [3] ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 214) พ.ศ.2543
เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท
[http://www.fda.moph.go.th/fda-
net/html/product/food/ntfmoph/ntf230.htm](http://www.fda.moph.go.th/fda-net/html/product/food/ntfmoph/ntf230.htm)
- [4] สุวิมล กิจดิษฐ์ และ บัณฑิต ประดิษฐ์นางวงษ์ (แปลและ
เรียบเรียง), 'การควบคุมจุลินทรีย์ในโรงงานอุตสาหกรรม
อาหาร' สำนักพิมพ์ ส.ส.ท สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-
ญี่ปุ่น) ISBN 974-8329-80-1, 2545
- [5] สุมาลี เหลืองสกุล, คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางอาหาร ,
ISBN 974-596-935-4, 2540
- [6] พงนิย โกลลภิส ,แบคทีเรียพื้นฐาน พิมพ์ครั้งที่ 1
มหาวิทยาลัยมหิดล, 2536
- [7] Russell, A. D., Hugo, W.B. and Ayliffe, G.A.J,
'Principles and Practice of Disinfection, Preservation and
Sterilization', Blackwell science