บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

ตอนที่ 1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60, 72 และพันธุ์ 329

จากการนำตัวอย่างสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 60, 72 และพันธุ์ 329 มาวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณแอนโทไซยานินที่ผิว ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งผล และอัตราส่วนน้ำตาลต่อกรด ได้ผลดังตาราง 4.1

ตาราง 4.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลสตรอเบอรี่แต่ละสายพันธุ์

ปัจจัย	สายพันธุ์สตรอเบอรี่		
	พระราชทาน 60	พระราชทาน 72	329
ความเป็นกรด-ด่าง	3.40^{a}±0.20	3.48^{a}±0.01	3.37^{a}±0.04
ปริมาณกรดทั้งหมด (% กรดซิตริก)	0.88^{b}±0.04	0.98^{ab}±0.04	1.04^{a}±0.03
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	7.7^{a}±0.7	8.4^{a}±0.2	8.8^{a}±0.4
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง (%)	5.57^{b}±0.08	5.95^{a}±0.10	5.11^{c}±0.08
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)	6.30^{a}±0.19	6.58^{a}±0.09	5.41^{b}±0.06
ปริมาณแอนโทไซยานินที่ผิว (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)	19.24^{b}±0.28	22.09^{a}±1.13	13.47^{c}±0.75
ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งผล (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)	14.93^{a}±0.01	9.78^{b}±0.06	8.74^{c}±0.01
อัตราส่วนน้ำตาลต่อกรด	7.16^{a}±0.06	6.77^{b}±0.28	5.19^{c}±0.14

*หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

จากตาราง 4.1 เห็นได้ว่าสตรอเบอรี่ทั้ง 3 สายพันธุ์มีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 3.37 –3.48 และปริมาณกรดทั้งหมด (% กรดซิตริก) อยู่ในช่วง 0.88–1.04% ตามลำดับ โดยที่สตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 มีค่าความเป็นกรดมากที่สุดคือ 3.37±0.04%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งผลที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองของนิธิยา และคณะ (2548) ที่ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 ที่เก็บเกี่ยวที่ระยะผิวเป็นสีแดง 90-100% มีค่าเท่ากับ 3.37 เช่นกันสำหรับสายพันธุ์พระราชทาน 60 และ 72 มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.40±0.20 และ 3.48±0.01 ตามลำดับ แต่ค่าที่ได้มีค่าน้อยกว่าผลการทดลองของชัยพิชิต (2548) ที่ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในผลสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวที่ระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดง 75% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.68±0.03 และพบว่าผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 มีค่าพีเอชเพิ่มขึ้นเมื่อผลมีระยะการพัฒนาสีผิวเป็นสีแดงมากขึ้นในขณะที่ปริมาณกรดที่ไตเตรตได้มีค่าลดลง ซึ่งปริมาณกรดอินทรีย์มีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าพีเอชภายในเซลล์ และมีอิทธิพลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน และสีของผลสตรอเบอรี่ จากการวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมด (% กรดซิตริก) ของสตรอเบอรี่ทั้ง 3 สายพันธุ์ปรากฏว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่สตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 จะมีปริมาณกรดมากที่สุด คือ 1.04±0.03% ซึ่งได้ค่ามากกว่าผลการทดลองของนิธิยา และคณะ (2548) ที่วัดปริมาณกรดของผลสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 ในรูปกรดซิตริกได้ 0.60% การที่ปริมาณกรดต่างกัน อาจเนื่องจากผลสตรอเบอรี่ที่นำมาวิเคราะห์มีความสุกน้อยกว่า ทำให้มีปริมาณกรดสูงกว่า ส่วนสายพันธุ์พระราชทาน 72 ซึ่งมีปริมาณกรดอยู่ที่ 0.98±0.04% มีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองของชัยพิชิต (2548) ที่วิเคราะห์ได้ 1.02±0.03% สำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดพบว่าสตรอเบอรี่ทั้ง 3 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 7.7–8.8 องศาบริกซ์ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำตาล และกรดอินทรีย์ดังนั้นปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้จึงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำตาล และกรดอินทรีย์ในผลสตรอเบอรี่ (ดนัย และนิธิยา, 2548) ในสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังวันที่ 21 นับจากเริ่มติดผล เมื่อผลเริ่มสุกปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีปริมาณสูงสุดในวันที่ 28 นับจากเริ่มติดผล หลังจากนั้นของแข็งที่ละลายน้ำได้จะลดลง (Montero *et al.*,1996)

ส่วนปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดพบว่า สตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 จะมีค่ามากที่สุด คือ 5.95±0.10% และ 6.58±0.09% ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของชัยพิชิต (2548) ที่วิเคราะห์หาปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดอยู่ในช่วง 4.12±0.11% และ 6.40±0.10% ตามลำดับ โดยผลสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 75% มีน้ำตาลรีดิวซิ่งมากกว่าผลที่เก็บเกี่ยวเมื่อผิวเป็นสีแดง 50 และ 25% ในขณะที่ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะการพัฒนาสีผิว (ชัยพิชิต, 2548) สตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง และน้ำตาลทั้งหมดต่ำที่สุด ทำให้สตรอเบอรี่พันธุ์ 329 มีรสเปรี้ยวมากกว่า จากการศึกษาของ Mentero *et al.*(1996) พบว่าในสตรอเบอรี่พันธุ์ Chandler

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

มีปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง (reducing sugar) เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งมีปริมาณสูงสุดในวันที่ 35 นับจากเริ่มติดผล หลังจากนั้นปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งจะลดลง การที่ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่งเพิ่มสูงขึ้นนี้ส่งผลให้ผลสตรอเบอรี่มีรสหวานมากขึ้น Forney and Breen (1986) รายงานว่าไม่พบน้ำตาลซูโครสในผลสตรอเบอรี่ระยะช่วงแรกของการติดผลจนกระทั่งผลพัฒนาได้ 10 วันหลังจากดอกบาน จึงพบน้ำตาลซูโครส และในช่วงของการพัฒนาผลสตรอเบอรี่จะมีน้ำตาลซูโครสเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่เมื่อผลเริ่มสุกแดงปริมาณน้ำตาลซูโครสจะคงที่ และลดลงเล็กน้อย ส่วนน้ำตาลกลูโคสและฟรุกโตสมีปริมาณใกล้เคียงกัน และมากกว่าน้ำตาลซูโครส ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะผันแปรไปตามฤดูกาล แต่อัตราส่วนของน้ำตาลกลูโคสต่อฟรุกโตส และ % ของปริมาณน้ำตาลแต่ละชนิดคิดเป็นสัดส่วนต่อปริมาณน้ำตาลทั้งหมดจะผันแปรน้อยมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ทางภูมิศาสตร์ สายพันธุ์ และฤดูกาล

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินที่ผิวของสตรอเบอรี่ทั้ง 3 สายพันธุ์พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยที่สตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 มีปริมาณแอนโทไซยานินที่ผิวสูงที่สุดคือ 22.09±1.13 มิลลิกรัม/100กรัมน้ำหนักสด ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองของชัยพิชิต (2548) ที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินที่ผิวสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 72 ที่มีระยะผิวเป็นสีแดง 75% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 22.52±0.55 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด สำหรับสายพันธุ์พระราชทาน 60 และพันธุ์ 329 พบว่ามีปริมาณแอนโทไซยานินที่ผิวเท่ากับ 19.24±0.28 และ 13.47±0.75 มิลลิกรัม/100กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งผลโดยที่สตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งผลสูงที่สุด คือ 14.93±0.01 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด รองลงมาคือสายพันธุ์พระราชทาน 72 และพันธุ์ 329 ซึ่งมีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งผลเท่ากับ 9.78±0.06 และ 8.74±0.01 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ตามลำดับ ซึ่งได้น้อยกว่าผลการทดลองของนิธิยา และคณะ (2548) ที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินในผลสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 ที่เก็บเกี่ยวที่ระยะผิวเป็นสีแดง 90-100% ซึ่งมีค่าเท่ากับ 32.70 มิลลิกรัม/100 กรัมน้ำหนักสด ทั้งนี้เนื่องจากสตรอเบอรี่ที่ทดลองมีระยะผิวเป็นสีแดง 75% ซึ่งต่ำกว่าของนิธิยาและคณะ ทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินที่ได้ต่างกัน จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณแอนโทไซยานินที่ผิวของสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 มีค่าน้อยกว่าพันธุ์พระราชทาน 72 แต่เมื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินทั้งผลปรากฏว่าสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 กลับมีค่ามากกว่า ทั้งนี้เพราะว่าพันธุ์พระราชทาน 60 เมื่อผลสุกเต็มที่ทั้งที่ผิว และเนื้อในจะมีสีแดง แต่ในพันธุ์พระราชทาน 72 นั้นเมื่อผลสุกเต็มที่จะมีสีแดงเฉพาะที่ผิวส่วนเนื้อในจะมีสีขาวและสีชมพู ซึ่งจากการศึกษาของ Silva *et al.* (2004) ที่ได้ทำการวิเคราะห์สารสีกลุ่มแอนโทไซยานินในสตรอเบอรี่ที่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แตกต่างกัน 5 สายพันธุ์ (cv. Eris, Oso Grande, Carisma, Tudnew and Camarosa) ได้ให้ข้อสังเกตไว้ว่าความผันแปรของปริมาณแอนโทไซยานินในสตรอเบอรี่ที่เป็นสายพันธุ์เดียวกันจะขึ้นอยู่กับระยะความสุกของสตรอเบอรี่ที่เก็บเกี่ยว สภาพภูมิอากาศ และภูมิประเทศที่ใช้ปลูกสตรอเบอรี่ รวมทั้งวิธีการเก็บสตรอเบอรี่ภายหลังการเก็บเกี่ยวจากผลการทดลองของชัยพิชิต (2548) ที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินที่ผิวของผลสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 ที่ระยะผิวเป็นสีแดง 25, 50 และ 75% พบว่าที่ระยะผิวเป็นสีแดง 75% มีปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่าที่ระยะผิวเป็นสีแดง 25% ประมาณ 3.38 เท่า นั่นคือผลสตรอเบอรี่มีปริมาณแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นตามระยะของการพัฒนาสีผิว และมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอายุผล หรือจำนวนวันหลังดอกบานเต็มที่ อายุของผลมีอิทธิพลต่อการสังเคราะห์แอนโทไซยานินในระยะการพัฒนาของเนื้อเยื่อ ซึ่งสอดคล้องกับผลเชอรี่เปรี้ยวที่มีการสังเคราะห์แอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจากระยะผลแก่จนถึงระยะผลสุก เช่นเดียวกับในผลราสเบอรี่สายพันธุ์ Mecker ที่มีปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมดเพิ่มขึ้น 4 เท่าในผลสุก (Gross, 1987) นอกจากนี้ปริมาณแอนโทไซยานินยังผันแปรไปตามสภาพพีเอชของสารละลายในแวคิวโอล ปริมาณน้ำตาลในเซลล์ ระยะการสุก แสง อุณหภูมิ และระดับฮอร์โมนในพืช (ชัยพิชิต, 2548)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 2 ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการใช้เอนไซม์ในการสกัดน้ำสตรอเบอรี่

ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการใช้เอนไซม์ในการสกัดน้ำสตรอเบอรี่ได้ผลดังตารางที่ 4.2-4.3

ตาราง 4.2 ปริมาณผลผลิตของน้ำสตรอเบอรี่ที่สกัดได้

สิ่งทดลองที่	ความเข้มข้นของเพคติเนส (%)	เวลาที่ใช้ในการบ่ม (ชั่วโมง)	ปริมาณผลผลิต (%)		
			พระราชทาน 60	พระราชทาน 72	329
1	0.003	2	72.06±0.35	66.00±0.01	53.70±1.99
2	0.003	6	74.74±0.80	71.98±1.96	63.23±1.25
3	0.03	2	74.10±0.62	67.65±1.40	59.90±2.17
4	0.03	6	76.21±0.57	76.25±2.11	67.86±2.55
5	0.0165	4	75.80±0.58	70.65±2.07	64.98±4.07
6	0.0165	4	74.05±0.91	71.57±1.94	63.22±4.46

*หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตาราง 4.2 แสดงให้เห็นว่าปริมาณผลผลิตที่ได้แปรผันตามเวลาที่ใช้ในการสกัด และปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์ กล่าวคือ เวลาที่ใช้ในการสกัดยิ่งมาก ปริมาณผลผลิตที่ได้ยิ่งเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับความเข้มข้นของเอนไซม์ซึ่งพบว่า เวลาที่ใช้ในการสกัดเท่ากัน ถ้าเพิ่มความเข้มข้นของเอนไซม์ ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย โดยการสกัดที่สภาวะความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส 0.03% เวลาในการบ่ม 6 ชั่วโมงให้ปริมาณผลผลิตสูงสุดในทุกสายพันธุ์

การที่เพิ่มปริมาณความเข้มข้นของเอนไซม์ และเพิ่มเวลาในการบ่ม จะทำให้เอนไซม์สามารถย่อยสลายเพคตินที่อยู่ในส่วนของผนังเซลล์ และมิดเดิลลาเมลลาแตกออก ทำให้น้ำถูกปล่อยออกมาได้มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Landbo *et al.* (2007) ที่พบว่าปริมาณน้ำ elderberry เพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเอนไซม์ และเพิ่มเวลาในการบ่ม และสอดคล้องกับผลการทดลองของ Versari *et al.* (1998) ที่ใช้ Grindamyl Pectinase LM ช่วงความเข้มข้น 0.003–0.03% บ่มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส และเพิ่มระยะเวลาในการบ่มจาก 2 ชั่วโมงไปเป็น 4 และ 6 ชั่วโมง พบว่าเวลาที่เพิ่มทำให้เกิดการสลายตัวของเพคตินในระดับที่สูงขึ้น และทำให้ระดับของ Oligogalacturonic acid (OGAs) ทั้งหมดที่ประกอบด้วย Degree of polymerization (DP) ≥4 หน่วยเพิ่มขึ้นจาก 78 เป็น 771 mg/L

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.3 ความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่ที่สกัดได้

สิ่งทดลองที่	ความเข้มข้นของเพคติเนส (%)	เวลาที่ใช้ในการบ่ม (ชั่วโมง)	ความหนืด (cP)		
			พระราชทาน 60	พระราชทาน 72	329
1	0.003	2	3.80±2.04	16.20±2.97	64.75±4.74
2	0.003	6	3.23±0.09	7.85±0.50	11.00±9.90
3	0.03	2	2.43±1.31	4.32±0.85	11.60±13.29
4	0.03	6	1.84±0.09	2.16±0.60	8.40±1.70
5	0.0165	4	3.20±0.56	5.62±5.26	9.30±0.85
6	0.0165	4	3.32±1.46	5.64±0.68	9.65±4.03

*หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตาราง 4.3 พบว่าการใช้เอนไซม์เพคติเนสมีผลทำให้ความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่ลดลง โดยเอนไซม์เพคติเนสไปย่อยเพคตินซึ่งมีคุณสมบัติอุ้มน้ำให้แตกออก ทำให้น้ำในเซลล์ไหลออกมาส่งผลให้ความหนืดลดลง (Lee *et al*., 2006) และทุกสายพันธุ์มีค่าความหนืดลดลงแปรผันตามความเข้มข้นของเอนไซม์ที่ใช้ และเวลาบ่ม แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณความหนืดที่ลดลงในทุกความเข้มข้นของเอนไซม์ทุกระยะเวลาบ่มของทุกสายพันธุ์ เมื่อพิจารณาค่าความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่ที่สกัดได้ เห็นได้ชัดว่า สายพันธุ์พระราชทาน 60 มีค่าความหนืดต่ำสุด ขณะที่พันธุ์ 329 มีค่าความหนืดสูงสุด การที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องจากสตรอเบอรี่แต่ละสายพันธุ์มีปริมาณของเพคติน เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน และแทนนินแตกต่างกัน

ดังนั้นจึงนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ RSM ด้วยโปรแกรม Design-Expert v.7.1.3 โดยนำค่าเฉลี่ยของปริมาณผลผลิต และความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่ที่สกัดได้ของทั้ง 3 สายพันธุ์มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (ความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนสที่ใช้ และเวลาในการบ่ม) กับตัวแปรตาม (ปริมาณผลผลิต และความหนืด) ได้ผลดังตาราง 4.4 และผลการวิเคราะห์สมการถดถอยซึ่งเป็นสมการเส้นตรง (Linear model) ได้ผลดังตารางที่ 4.5 และ 4.6 และเมื่อนำสมการถดถอยของแต่ละค่าตอบสนองมาสร้างกราฟพื้นที่การตอบสนองดังภาพ 4.1-4.5

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.4 ANOVA ของแต่ละค่าตอบสนองของน้ำสตรอเบอรี่ที่สกัดได้

Source of variance	df	Sum of squares					
		พระราชทาน 60		พระราชทาน 72		329	
		ปริมาณผลผลิต (%)	ความหนืด (cP)	ปริมาณผลผลิต (%)	ความหนืด (cP)	ปริมาณผลผลิต (%)	ความหนืด (cP)
Model	2	17.63**	4.49^{NS}	123.87***	228.85***	211.74***	4453.33**
Residual	7	3.85	6.38	14.64	15.59	33.23	634.77
Lack-of-fit	2	0.84^{NS}	0.50^{NS}	4.03^{NS}	6.40^{NS}	14.97^{NS}	334.66^{NS}
Pure error	5	3.01	5.88	10.61	9.19	18.26	300.11
R^2		0.8208	0.4132	0.8943	0.9362	0.8644	0.8752
C.V.		1.00	32.52	2.05	22.30	3.53	48.87

หมายเหตุ : ** แสดงค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.01$

*** แสดงค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.001$

NS แสดงค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p > 0.05$

ตาราง 4.5 สมการถดถอยที่ไม่ได้ถอดรหัสของค่าตอบสนองของน้ำสตรอเบอรี่

สายพันธุ์	ค่าตอบสนอง	สมการความสัมพันธ์	R^2
พระราชทาน 60	ปริมาณผลผลิต(%)	74.40 + 0.88A + 1.2B	0.8208
พระราชทาน72	ปริมาณผลผลิต (%)	70.59 + 1.48A + 3.64B	0.8943
	ความหนืด (cP)	7.23 – 4.39A – 2.63B + 1.55AB	0.9362
329	ปริมาณผลผลิต (%)	62.76 + 2.71A + 4.37B	0.8644
	ความหนืด (cP)	21.05 – 13.94A – 14.24B + 12.64AB	0.8752

* หมายเหตุ : A แทน ความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.003-0.03%

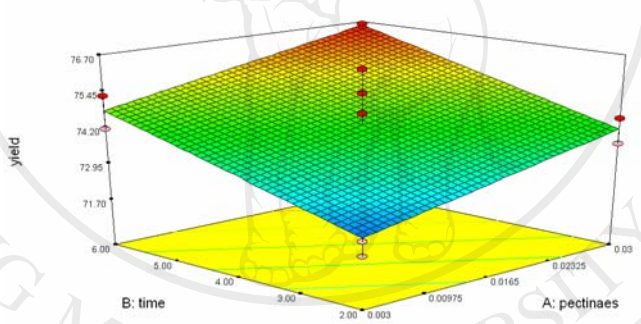
B แทน เวลาในการบ่มโดยมีค่าอยู่ในช่วง 2-6 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

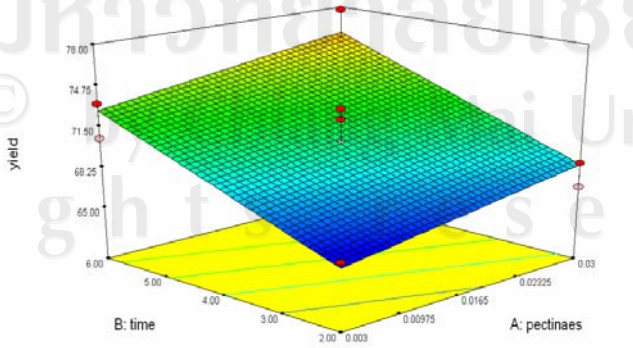
ตาราง 4.6 สมการถดถอยที่ถอดรหัสแล้วของน้ำสตรอเบอรี่

สายพันธุ์	ค่าตอบสนอง	สมการความสัมพันธ์	R^2
พระราชทาน 60	ปริมาณผลผลิต(%)	70.93747+65.09259A+0.59812B	0.8208
พระราชทาน72	ปริมาณผลผลิต (%)	61.48806+109.81481A+1.82250B	0.8943
	ความหนืด (cP)	21.64139–554.62963A–2.26069B+	
		57.31481AB	0.9362
329	ปริมาณผลผลิต (%)	49.69681+200.64815A+2.18687B	0.8644
	ความหนืด (cP)	97.44639–2904.62963A–	
		14.84167B+468.05556AB	0.8752

* หมายเหตุ : A แทน ความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.003-0.03%
B แทน เวลาในการบ่มโดยมีค่าอยู่ในช่วง 2-6 ชั่วโมง

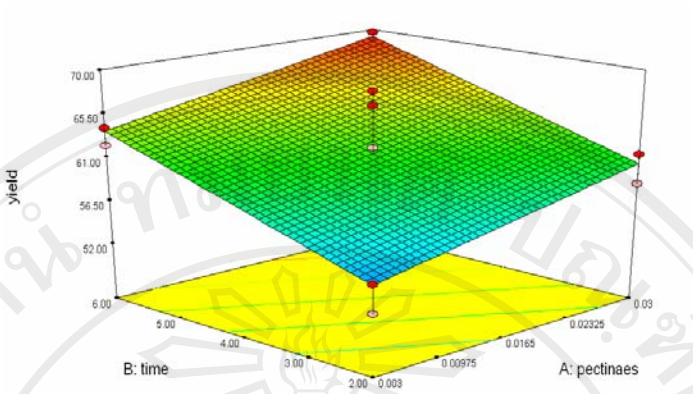


ภาพ 4.1 พื้นที่การตอบสนองของปริมาณผลผลิตน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 เมื่อใช้เอนไซม์เพคติเนสและเวลาในการบ่มที่ต่างกัน

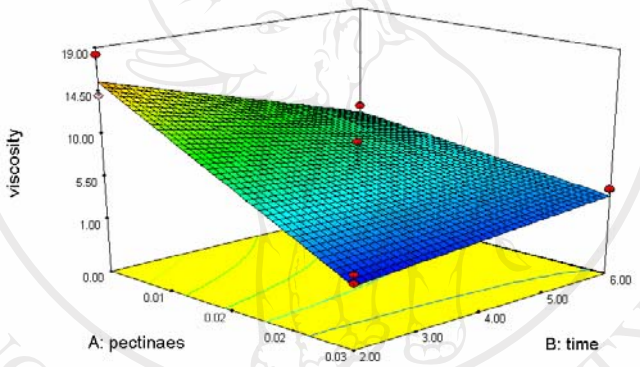


ภาพ 4.2 พื้นที่การตอบสนองของปริมาณผลผลิตน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 เมื่อใช้เอนไซม์เพคติเนสและเวลาในการบ่มที่ต่างกัน

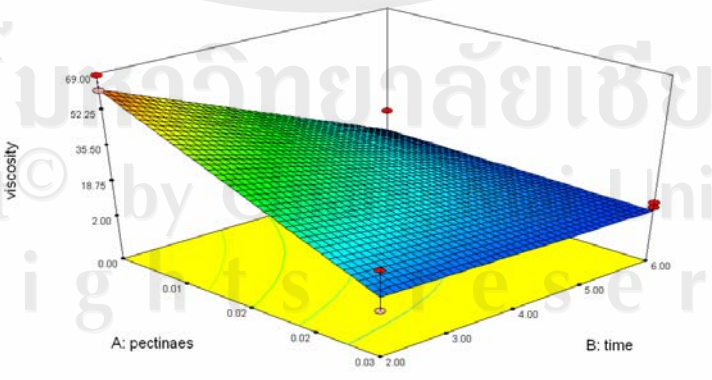
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 4.3 พื้นที่การตอบสนองของปริมาณผลผลิตน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 เมื่อใช้เอนไซม์เพคติเนสและเวลาในการบ่มที่ต่างกัน



ภาพ 4.4 พื้นที่การตอบสนองของความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 เมื่อใช้เอนไซม์เพคติเนสและเวลาในการบ่มที่ต่างกัน



ภาพ 4.5 พื้นที่การตอบสนองของความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 เมื่อใช้เอนไซม์เพคติเนสและเวลาในการบ่มที่ต่างกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เมื่อพิจารณาน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 ตาราง 4.4-4.6 และภาพ 4.1 พบว่าโมเดลของปริมาณผลผลิตมีความเหมาะสม โดยพิจารณาจากค่า Variance Ratio (Significant), ค่า Lack of fit (Non-significant) โดยค่า R^2 เท่ากับ 0.8208 (มีค่าอย่างน้อย 0.75) (อิศรพงษ์, 2550) แสดงว่าความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส และเวลาที่ใช้ในการบ่มมีผลแบบเส้นตรง (Linear effect) ต่อปริมาณผลผลิตน้ำสตรอเบอรี่ที่สกัดได้โดยตัวแปรทั้งสองไม่มี interaction ต่อกัน ในด้านความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่พบว่า ไม่มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส และเวลาบ่ม ดังนั้นในการเลือกสภาวะการสกัดที่เหมาะสมของน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 จึงพิจารณาเฉพาะสภาวะที่ให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดคือ ที่ความเข้มข้นของเพคติเนส 0.03% เวลาบ่ม 6 ชั่วโมง โดยผลผลิตที่ได้คิดเป็น 76.48 %

สำหรับน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 ตาราง 4.4-4.6 และภาพ 4.2 และ 4.4 พบว่าโมเดลของปริมาณผลผลิต และความหนืดมีความเหมาะสม โดยพิจารณาจากค่า Variance Ratio (Significant), ค่า Lack of fit (Non-significant) โดยค่า R^2 เท่ากับ 0.8943 และ 0.9362 (มีค่าอย่างน้อย 0.75) (อิศรพงษ์, 2550) เมื่อนำสมการมาทำการ optimize โดยกำหนดค่าตอบสนองให้ปริมาณผลผลิตมีค่าสูงสุด และความหนืดมีค่าต่ำสุด จะได้สภาวะการสกัดที่เหมาะสมที่สุด คือ ที่ความเข้มข้นของเพคติเนส 0.03% เวลาบ่ม 6 ชั่วโมง โดยผลผลิตที่ได้คิดเป็น 75.72% และความหนืดมีค่า 1.76 cP

สำหรับน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 ตาราง 4.4-4.6 และภาพ 4.3 และ 4.5 พบว่าโมเดลของปริมาณผลผลิต และความหนืดมีความเหมาะสมโดยพิจารณาจากค่า Variance Ratio (Significant), ค่า Lack of fit (Non-significant) โดยค่า R^2 เท่ากับ 0.8644 และ 0.8752 (มีค่าอย่างน้อย 0.75) (อิศรพงษ์, 2550) แสดงว่าความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส และเวลาที่ใช้ในการบ่มมีผลแบบเส้นตรง (Linear effect) ต่อปริมาณผลผลิตน้ำสตรอเบอรี่ที่สกัดได้โดยตัวแปรทั้งสองไม่มี interaction ต่อกัน และความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่มีความสัมพันธ์ในเชิงเส้นตรงกับความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส และเวลาบ่ม โดยตัวแปรทั้งสองมี interaction ต่อกันเช่นเดียวกับสายพันธุ์พระราชทาน 72 ดังนั้นในการเลือกสภาวะการสกัดที่เหมาะสมของน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 จึงพิจารณาสภาวะที่ให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด และความหนืดมีค่าต่ำสุด พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการสกัด คือ ที่ความเข้มข้นของเพคติเนส 0.03% เวลาบ่ม 6 ชั่วโมง โดยผลผลิตที่ได้คิดเป็น 68.84% และความหนืดมีค่า 5.51 cP

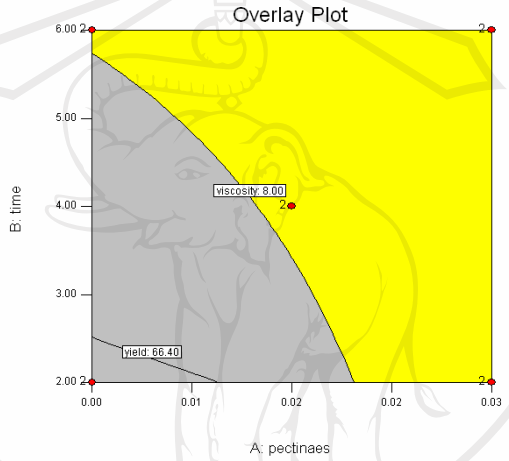
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.7 การกำหนดช่วงของค่าตอบสนองเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมของการสกัดน้ำสตรอเบอรี่โดยใช้เอนไซม์เพคติเนส

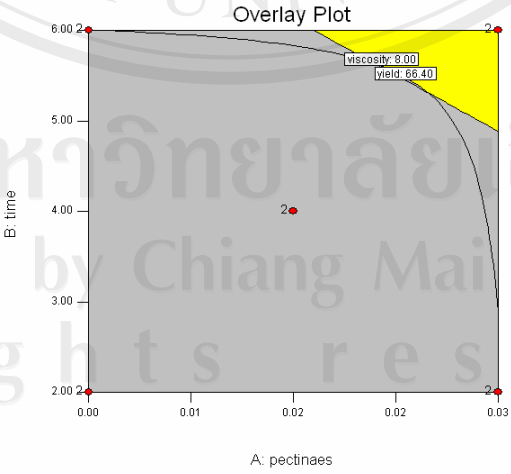
ค่าตอบสนอง	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
1. ปริมาณผลผลิต (%)[1]	66.40	78.90
2. ความหนืด (cP)[2]	1.11	8.00

ที่มา : 1. ดัดแปลงจาก Landbo and Meyer (2004)

2. ดัดแปลงจาก Rai *et al.* (2003) และ Vaillant *et al.* (1999)



ภาพ 4.6 กราฟแสดงพื้นที่ที่เหมาะสมในการสกัดน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72



ภาพ 4.7 กราฟแสดงพื้นที่ที่เหมาะสมในการสกัดน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการหาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดน้ำสตรอเบอรี่เมื่อกำหนดช่วงของแต่ละค่าตอบสนองที่โมเดลมีความเหมาะสม และการทำ optimize ซึ่งจะได้กราฟ contour plot แสดงพื้นที่สภาวะการสกัดที่เหมาะสมดังภาพ 4.6-4.7

จากการ optimization เพื่อหาความเข้มข้นของเอนไซม์เพคติเนส และเวลาในการบ่มที่เหมาะสมต่อการสกัดน้ำสตรอเบอรี่แต่ละสายพันธุ์ พบว่าการใช้เอนไซม์เพคติเนสที่ความเข้มข้น 0.03% และเวลาในการบ่ม 6 ชั่วโมงให้ปริมาณผลผลิตสูงสุดทั้ง 3 สายพันธุ์ และความหนืดมีค่าต่ำสุด

ตาราง 4.8 ปริมาณผลผลิตน้ำสตรอเบอรี่ที่สกัดโดยใช้เอนไซม์ในสภาวะที่เหมาะสมที่สุดเทียบกับสภาวะที่ไม่ใช้เอนไซม์

สิ่งทดลองที่	ความเข้มข้นของเพคติเนส (%)	เวลาที่ใช้ในการบ่ม (ชั่วโมง)	ปริมาณผลผลิต (%)		
			พระราชทาน 60	พระราชทาน 72	329
1	0.00	2	55.83^{c}±0.95	44.71^{c}±1.56	26.70^{c}±1.51
2	0.00	4	58.28^{b}±0.44	49.3^{bc}±1.95	29.20^{c}±0.52
3	0.00	6	58.49^{b}±1.16	51.98^{b}±3.36	38.15^{b}±0.59
4	0.03	6	76.21^{a}±0.57	76.25^{a}±2.11	67.86^{a}±2.55

*หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ $p \leq 0.05$

จากตาราง 4.8 การที่ปริมาณผลผลิตน้ำสตรอเบอรี่เพิ่มขึ้นภายหลังการเติมเอนไซม์ เกิดจากเอนไซม์เพคติเนสไปย่อยสลายโมเลกุลของเพคติน ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของเพคตินลดลง เป็นเหตุให้น้ำสตรอเบอรี่เพิ่มขึ้น เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ในสตรอเบอรี่แต่ละสายพันธุ์พบว่า เอนไซม์เพคติเนสมีผลต่อการเพิ่มปริมาณของน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 มากที่สุดซึ่งให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นถึง 2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ไม่ใช้เอนไซม์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 มีปริมาณเพคตินสูง เอนไซม์เพคติเนสที่เติมลงไปจึงย่อยสลายเพคตินทำให้ปริมาณผลผลิตในการสกัดเพิ่มขึ้น ขณะที่สตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 และ 72 ต่างก็มีปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นเช่นกันประมาณ 1.3-1.4 เท่า แต่น้อยกว่าสายพันธุ์ 329 ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะของผลสตรอเบอรี่ที่ปรากฏ คือ พันธุ์ 329 มีลักษณะแข็งมากกว่าพันธุ์พระราชทาน 60 และ 72

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 4.9 ความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่ที่สกัดโดยใช้เอนไซม์ในสภาวะที่เหมาะสมที่สุดเทียบกับสภาวะที่ไม่ใช้เอนไซม์

สิ่งทดลองที่	ความเข้มข้นของเพคติเนส (%)	เวลาที่ใช้ในการบ่ม (ชั่วโมง)	ความหนืด (cP)		
			พระราชทาน 60	พระราชทาน 72	329
1	0.00	2	17.32[a]±3.61	48.30[a]±15.56	4235.00[a]±1535.84
2	0.00	4	21.80[a]±0.42	62.20[a]±3.01	1581.00[b]±714.18
3	0.00	6	19.87[a]±2.30	55.37[a]±11.22	790.95[b]±367.77
4	0.03	6	1.84[b]±0.09	2.16[b]±0.60	8.40[b]±1.70

*หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ $p \leq 0.05$

จากตาราง 4.9 พบว่าการใช้เอนไซม์เพคติเนสมีผลต่อความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่ โดยเอนไซม์เพคติเนสไปย่อยสลายโมเลกุลของเพคติน ทำให้ปริมาณน้ำเพิ่มขึ้น เป็นเหตุให้ความข้นหนืดลดลงอย่างเห็นได้ชัดในทุกสายพันธุ์เมื่อเปรียบเทียบกับที่ไม่ใช้เอนไซม์ และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Yusof and Ibrahim (1994) ที่ศึกษาคุณภาพของน้ำ soursop ภายหลังจากการสกัดด้วยเอนไซม์เพคติเนส พบว่าการใช้เอนไซม์เพคติเนสช่วยลดความหนืดของน้ำ soursop อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสอดคล้องกับการทดลองของอรุณี และปราณี (2536) ที่ศึกษาการใช้เอนไซม์เพคติเนส เซลลูเลส และอะมัยเลส (Pectinex Ultra SP-L, Celluclast 1.5L และ Ban 240L ตามลำดับ) เพื่อช่วยในการสกัดน้ำกล้วยโดยใช้กล้วยที่มีความสุกระดับ 7-8 พบว่าการใช้เอนไซม์เซลลูเลส 0.06% ร่วมกับเพคติเนส 0.05% ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายเนื้อกล้วยหอม โดยพิจารณาจาก % ของความหนืดของเนื้อกล้วยหอมที่ลดลง และเมื่อพิจารณาความหนืดของน้ำสตรอเบอรี่ชุดควบคุมจะสังเกตว่าน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 และ 72 เมื่อเพิ่มเวลาในการบ่มความหนืดยิ่งมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น แต่น้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 ยิ่งบ่มนานความหนืดยิ่งลดลง ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบของผลสตรอเบอรี่ที่แตกต่างกันทั้งในส่วนของปริมาณน้ำ เพคติน เซลลูโลส และเฮมิเซลลูโลส ซึ่งเห็นได้ว่าสตรอเบอรี่พันธุ์ 329 เมื่อนำมาปั่นละเอียดจะมีลักษณะข้นหนืดมาก เนื่องจากโครงสร้างของเซลล์ที่แข็งกว่า เมื่อตั้งทิ้งไว้น้ำที่อยู่ภายในเซลล์จะค่อย ๆ ไหลออกมาทำให้ความข้นหนืดลดลง ประกอบกับในผลสตรอเบอรี่เองมีเอนไซม์อยู่ด้วย เอนไซม์บางชนิด เช่น เซลลูเลส อาจย่อยสลายเซลลูโลสให้เป็นสารละลายกลูโคสทำให้ความข้นหนืดลดลง (Tucker, 1993)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 3 การคัดเลือกสายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่เหมาะสมในการทำน้ำสตรอเบอรี่

นำน้ำสตรอเบอรี่ทั้ง 3 สายพันธุ์ที่ผ่านการสกัดด้วยเพคติเนสในสภาวะที่เหมาะสมที่สุด คือ การใช้เอนไซม์เพคติเนสที่ความเข้มข้น 0.03% เวลาบ่ม 6 ชั่วโมง มาวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมีได้ผลการทดลองดังตาราง 4.10

ตาราง 4.10 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำสตรอเบอรี่

สายพันธุ์	พระราชทาน 60	พระราชทาน 72	329
ปริมาณผลผลิต (%)	76.21^{a}±0.57	76.25^{a}±2.10	67.86^{b}±2.55
ความหนืด (cP)	1.84^{b}±0.08	2.16^{b}±0.60	8.40^{a}±1.70
ค่าสี L*	22.94^{b}±0.03	24.32^{b}±0.34	26.65^{a}±0.92
ค่าสี a*	36.96^{a}±0.62	33.94^{b}±0.69	31.30^{c}±0.99
ค่าสี b*	12.60^{a}±0.24	13.39^{a}±0.59	14.20^{a}±1.98
ค่าสี C*	39.06^{a}±0.68	36.49^{ab}±0.87	34.35^{b}±1.77
ค่าสี H^{o}	18.70^{b}±0.04	21.45^{ab}±0.50	24.35^{a}±2.33
ความเป็นกรด-ด่าง	3.38^{a}±0.01	3.41^{a}±0.02	3.23^{b}±0.01
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (องศาบริกซ์)	7.2^{b}±0.1	9.5^{a}±0.0	9.4^{a}±0.1
ปริมาณกรดทั้งหมด (% กรดซิตริก)	0.92^{c}±0.00	1.12^{b}±0.03	1.28^{a}±0.01
ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง (%)	4.96^{c}±0.06	6.42^{a}±0.09	6.04^{b}±0.08
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (%)	4.99^{c}±0.03	6.50^{a}±0.03	6.34^{b}±0.06
ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)	14.35^{a}±0.09	9.22^{b}±0.16	6.22^{c}±0.08
อัตราส่วนน้ำตาลต่อกรด	5.42^{c}±0.03	5.81^{a}±0.12	4.98^{c}±0.02

*หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เขียนกำกับที่แตกต่างกันในแนวนอนเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $p \leq 0.05$

จากตาราง 4.10 พบว่าสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 และ 60 ให้ปริมาณผลผลิตในการสกัดน้ำสตรอเบอรี่สูงสุด และมากกว่าพันธุ์ 329 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เช่นกัน สำหรับความหนืดพบว่าน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 มีค่าน้อยที่สุดแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 การวัดค่าสีของน้ำสตรอเบอรี่พบว่า ค่าสี L* ของน้ำสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 60 และ 72 พบว่าทั้ง 2 สายพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์ 329 สำหรับน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 พบว่ามีค่าสี a* มากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) รองลงมาคือน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 และพันธุ์ 329 โดยน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 มีสีแดงเข้มที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณแอนโทไซยานินที่มีสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นกันสำหรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปริมาณน้ำตาลรีดิวซิ่ง และปริมาณน้ำตาลทั้งหมด พบว่าน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 มีค่าสูงสุด และมากกว่าน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์สตรอเบอรี่สดซึ่งพบว่าสายพันธุ์พระราชทาน 72 มีรสหวาน และเปรี้ยวน้อยกว่าพันธุ์พระราชทาน 60 และพันธุ์ 329

ถึงแม้ว่าแต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันบ้างในความเป็นกรด–ด่าง ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ก็ตาม แต่ความหวาน และความเปรี้ยวนั้นสามารถปรับปรุงในกระบวนการผลิต และสามารถกำหนดความสุกของผลสตรอเบอรี่เพิ่มขึ้น ในการคัดเลือกสายพันธุ์สตรอเบอรี่ที่เหมาะสมในการนำมาทำน้ำสตรอเบอรี่จึงพิจารณาราคาสตรอเบอรี่ ปริมาณผลผลิต ความหนืด และปริมาณแอนโทไซยานินที่ได้เป็นปัจจัยหลัก เมื่อพิจารณาผลการทดลองจากตารางที่ 4.10 พบว่า สตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 และ 60 ให้ปริมาณผลผลิตในการสกัดน้ำสตรอเบอรี่สูงสุด และมากกว่าพันธุ์ 329 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนปริมาณแอนโทไซยานินในน้ำสตรอเบอรี่พบว่าน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 จะมีปริมาณแอนโทไซยานินสูงที่สุดคือ 14.32 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งมากกว่าสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 72 และพันธุ์ 329 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในด้านราคาพบว่าราคาสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 60 มีราคากิโลกรัมละ 80 บาท ซึ่งมีราคาถูกกว่าพันธุ์พระราชทาน 72 ที่มีราคากิโลกรัมละ 160 บาท เนื่องจากพันธุ์พระราชทาน 60 เป็นสายพันธุ์ที่ปลูกกันแพร่หลาย ให้ผลผลิตสูง ขนาดผลเล็กกว่าพันธุ์พระราชทาน 72 และไม่ทนทานต่อการขนส่งเท่ากับพันธุ์พระราชทาน 72 ดังนั้นผู้ทำการทดลองจึงคัดเลือกสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 เป็นสายพันธุ์ที่เหมาะสมในการทำน้ำสตรอเบอรี่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตอนที่ 4 การทดสอบการยอมรับของน้ำสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 60 ที่ได้รับการคัดเลือกและผลิตโดยใช้เอนไซม์เพคติเนส 0.03% เวลาบ่ม 6 ชั่วโมง

ผลการทดสอบการยอมรับของน้ำสตรอเบอรี่สายพันธุ์พระราชทาน 60 ที่ได้รับการคัดเลือก และผลิตโดยใช้เอนไซม์เพคติเนส 0.03% เวลาบ่ม 6 ชั่วโมง ด้วยการให้คะแนนตามวิธี 9-points hedonic scale ได้ผลดังตาราง 4.11

ตาราง 4.11 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสด้วยการให้คะแนนตามวิธี 9-points hedonic scale

ปัจจัยที่ทดสอบ	ผลคะแนนที่ได้
สี	7.28±1.11
กลิ่น	7.11±1.21
รสหวาน	4.05±1.88
รสเปรี้ยว	4.43±2.12
ลักษณะปรากฏ	6.80±1.18
การยอมรับโดยรวม	5.78±1.52

*หมายเหตุ : ตัวเลขที่แสดงในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากตาราง 4.11 พบว่าในด้านสี และกลิ่นของน้ำสตรอเบอรี่ ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบมากโดยให้คะแนนด้านสีเท่ากับ 7.28 ด้านกลิ่นเท่ากับ 7.11 ในด้านรสชาติพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความพอใจค่อนข้างต่ำ คือ อยู่ในเกณฑ์ไม่ค่อยชอบทั้งรสหวาน และรสเปรี้ยว โดยให้คะแนนเท่ากับ 4.05 และ 4.43 ตามลำดับ ในด้านลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์น้ำสตรอเบอรี่พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบเฉลี่ยในระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก (6.80±1.18) ในด้านการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำสตรอเบอรี่ที่สกัดโดยใช้เอนไซม์เพคติเนสพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับเฉลี่ยในระดับไม่ชอบเล็กน้อยไปจนถึงชอบปานกลาง (5.78±1.52)

การที่น้ำสตรอเบอรี่พันธุ์พระราชทาน 60 ได้คะแนนการยอมรับต่ำในด้านรสชาติเนื่องจากเป็นน้ำสตรอเบอรี่ 100% ไม่มีการเติมสารใด ๆ ทั้งสิ้น ประกอบกับสตรอเบอรี่ที่นำมาแปรรูปยังสุกไม่เต็มที่มีสีแดงเพียง 60–80% ส่งผลให้น้ำสตรอเบอรี่มีรสเปรี้ยวมาก หวานน้อย โดยมีค่าพีเอช 3.38 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 7.2 นอกจากนี้ผู้ชิมบางคนสามารถรับรู้ถึงรสฝาด และรสขมในผลิตภัณฑ์น้ำสตรอเบอรี่ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chang *et al.* (1995) ที่พบว่าการเติมความเข้มข้นของเอนไซม์มากกว่า 0.20% จะทำให้น้ำพลัมที่สกัดได้มีรสขม ดังนั้นในการผลิตเพื่อให้คะแนนการยอมรับในด้านรสชาติเพิ่มขึ้นจำเป็นต้องควบคุมความสุกของผลสตรอเบอรี่ให้มีความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สุกมากกว่า 90% และอาจมีการเพิ่มน้ำตาล และสารให้ความหวานอื่น ๆ ในน้ำสตรอเบอรี่ เนื่องจากน้ำสตรอเบอรี่ที่คั้นได้มีลักษณะขุ่นสาเหตุอาจเป็นเพราะกำลังของเครื่องในการแยกกากต่ำ ทำให้มีเศษเนื้อละเอียดปนมากับน้ำสตรอเบอรี่ เป็นเหตุให้คะแนนลักษณะปรากฏที่ได้น้อยกว่าสี และกลิ่น ดังนั้นจึงควรนำน้ำสตรอเบอรี่มาผ่านการกรองละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved