

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 การวิเคราะห์ปริมาณและสมบัติของเพคตินในแอลบิโดส้มโอพันธุ์ต่าง ๆ

ผลการวิเคราะห์ปริมาณ และสมบัติของเพคตินที่สกัดได้จากแอลบิโดส้มโอ พันธุ์ขาวมัน พันธุ์ขาวพวง พันธุ์ขาวจีบ พันธุ์ทองดี และพันธุ์ขุนนนท์ ในภาวะ pH=2.00 อัตราส่วนน้ำหนัก แอลบิโดสดต่อปริมาตรสารละลายกรด = 1:4 อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.1

การวิเคราะห์ปริมาณและคุณภาพเพคตินในแอลบิโดส้มโอทั้ง 5 พันธุ์ แสดงในรูปของ ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ (โดยน้ำหนักแห้ง) และปริมาณ A.U.A. จากการทดลองพบว่าปริมาณทั้งสองค่าดังกล่าว มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ และปริมาณ A.U.A. ของเพคตินที่สกัดได้จากแอลบิโดส้มโอทั้ง 5 พันธุ์ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.1

จากผลการทดลองแสดงว่าพันธุ์ของส้มโอมีผลต่อปริมาณ และคุณภาพของเพคติน จากตารางที่ 4.1 พบว่าแอลบิโดส้มโอพันธุ์ขาวมัน ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงสุดคือ 33.54% ส่วน เพคตินที่สกัดจากแอลบิโดส้มโอพันธุ์ ขาวมัน ขาวจีบ และขุนนนท์จะมีปริมาณ A.U.A. สูงสุดใน ระดับเดียวกันคือ 85.80% 78.66% และ 82.64% ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาปริมาณแก้ว และความชื้นของเพคตินที่สกัดได้จากแอลบิโดส้มโอทั้ง 5 พันธุ์ (ตารางที่ 4.1) พบว่าปริมาณแก้วและความชื้นของเพคตินสกัดดังกล่าว ไม่มีความแตกต่างอย่าง มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข)

การประเมินสมบัติของเพคตินที่สกัดได้จากแอลบิโดส้มโอทั้ง 5 พันธุ์ จะพิจารณาได้จาก ค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ผลการวิเคราะห์ค่าดังกล่าวแสดงในตารางที่ 4.1 จากการ วิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินที่สกัดได้จากแอลบิโดส้มโอ ทั้ง 5 พันธุ์ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) แสดงว่าชนิดของพันธุ์ส้มโอไม่มีผลต่อค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินที่สกัดได้

การพิจารณาเลือกพันธุ์ของส้มโอที่เหมาะสม

จากผลการทดลองสกัดเพคติน การพิจารณาเลือกพันธุ์ของส้มโอเพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป โดยใช้เกณฑ์การเลือกดังนี้

1. มีปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูง
2. มีค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. สูง

จากผลการทดลอง พบว่าการสกัดเพคตินจากแอลบิโดส้มโอพันธุ์ขาวแป้นให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงที่สุดคือ 33.54% ส่วนค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัดในแต่ละพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 จึงไม่นำมาประกอบการพิจารณาเลือก แต่สำหรับการทดลองขั้นต่อไปจะเลือกแอลบิโดส้มโอพันธุ์ขาวแป้น เนื่องจากแอลบิโดส้มโอพันธุ์ขาวแป้นให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงที่สุด (ตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.1) และส้มโอพันธุ์ขาวแป้นมีอัตราส่วนน้ำหนักแอลบิโดต่อน้ำหนักผลที่สูง (อัตราส่วนน้ำหนักแอลบิโดต่อน้ำหนักผลของส้มโอพันธุ์ขาวแป้น เท่ากับ 0.46)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

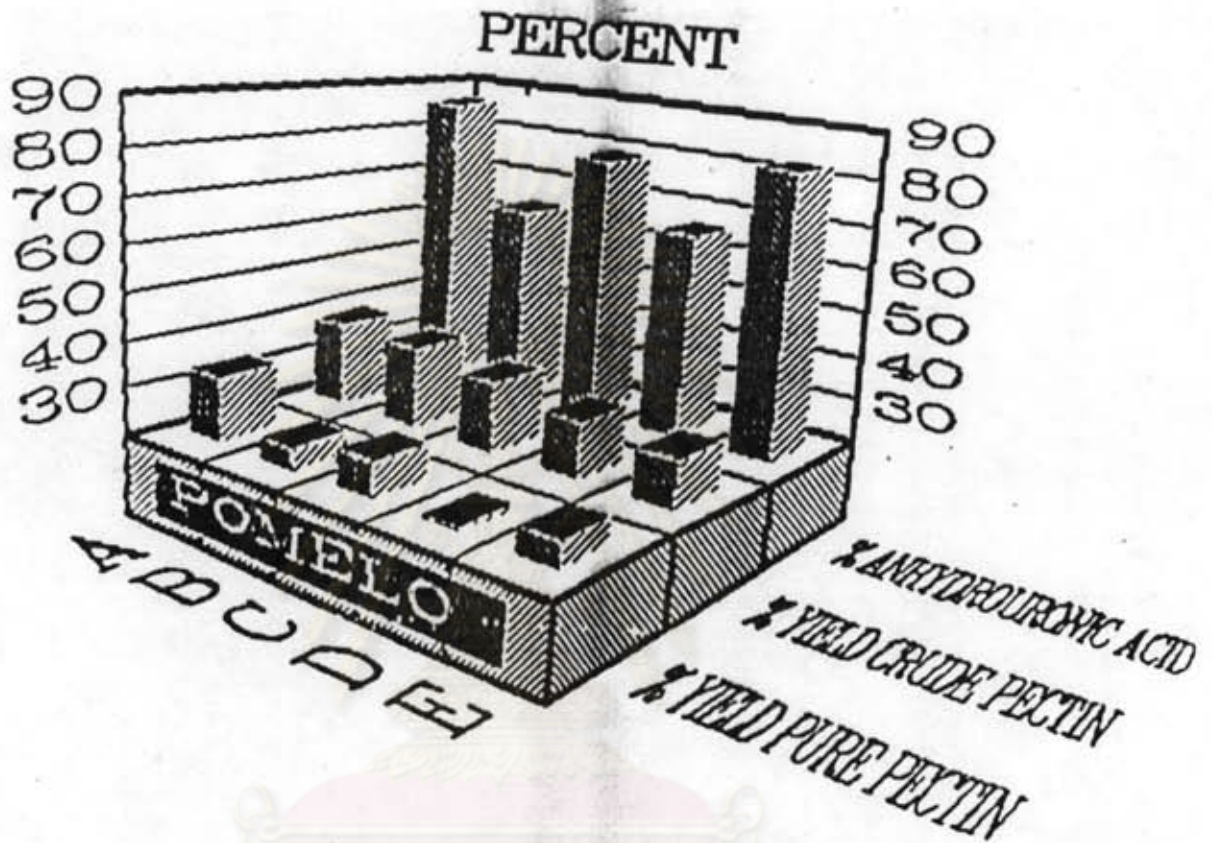
ตารางที่ 4.1 ปริมาณและสมบัติของเพคตินที่สกัดได้จากแอลบิโดส้มโอ พันธุ์ขาวแป้น พันธุ์ขาวพวง พันธุ์ขาวจีบ พันธุ์ทองดี และพันธุ์ขนนมห

| ปริมาณร้อยละและสมบัติ ของเพคตินสกัด | พันธุ์ส้มโอ | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | ขาวแป้น | ขาวพวง | ขาวจีบ | ทองดี | ขนนมห |
| ปริมาณร้อยละเพคตินที่ปราศจากเถ้า และความชื้น (โดยน้ำหนักแห้ง) | 38.54 ± 2.86 a | 38.01 ± 1.17 a | 35.11 ± 1.93 ab | 31.86 ± 1.12 bc | 30.27 ± 4.47 c |
| ปริมาณร้อยละ เพคตินบริสุทธิ์ (โดยน้ำหนักแห้ง) | 33.54 ± 2.86 a | 24.39 ± 1.47 bc | 27.62 ± 0.51 eb | 21.08 ± 1.60 c | 25.02 ± 0.55 b |
| ปริมาณร้อยละความชื้น ของเพคตินสกัด | 12.18 ± 0.06 ns | 11.01 ± 0.25 ns | 12.39 ± 0.32 ns | 11.34 ± 0.03 ns | 11.84 ± 0.10 ns |
| ปริมาณร้อยละเถ้า ของเพคตินสกัด | 0.44 ± 0.08 ns | 0.60 ± 0.07 ns | 0.50 ± 0.13 ns | 0.37 ± 0.06 ns | 0.33 ± 0.14 ns |
| ปริมาณร้อยละ Anhydrouronic acid (A.U.A.) | 85.80 ± 0.04 a | 64.17 ± 5.30 b | 78.66 ± 1.78 a | 66.17 ± 2.47 b | 82.64 ± 0.45 a |
| Equivalent weight. (Eq.Wt) | 407 ± 22 ns | 429 ± 27 ns | 396 ± 10 ns | 408 ± 15 ns | 403 ± 20 ns |
| ปริมาณร้อยละ Methoxyl content (MeO.) | 8.46 ± 0.21 ns | 8.38 ± 0.10 ns | 8.67 ± 0.26 ns | 8.42 ± 0.17 ns | 8.47 ± 0.18 ns |

หมายเหตุ : a,b,c, ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

: ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



A : แอลบีโตสึมไฮทันรุษขาวแป้น B : แอลบีโตสึมไฮทันรุษขาวหาง

C : แอลบีโตสึมไฮทันรุษขาวขิม D : แอลบีโตสึมไฮทันรุษทองคำ

E : แอลบีโตสึมไฮทันรุษขุนนท์

รูปที่ 4.1 ปริมาณเพคตินที่ปราศจากเถ้าและความชื้น (% yield crude pectin) เพคตินบริสุทธิ์ (% yield pure pectin) และ Anhydrouronic acid (A.U.A.) ของเพคตินที่สกัดได้จากแอลบีโตสึมไฮทันรุษต่าง ๆ

4.2 ศึกษาผลการใช้เอสเอชเอ็มพีในการสกัดเพคตินที่ pH ระดับต่าง ๆ

ผลการสกัดเพคตินจากแอลบิโดส้ม โอปันธุ์ขาวแป้น ในภาวะอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที อัตราส่วนน้ำหนักแอลบิโดสต่อสารละลายกรด = 1:4 โดยมีปัจจัยแปรเปลี่ยนคือสารเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดเอสเอชเอ็มพีความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 0% 1.0% 3.0% 5.0% (โดยน้ำหนักแอลบิโดส) และ pH 4 ระดับคือ 2.00 3.00 4.00 5.00 ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.4-4.9

4.2.1 ผลของความเข้มข้นเอสเอชเอ็มพีและ pH ที่มีต่อประสิทธิภาพการสกัด

การประเมินผลประสิทธิภาพการสกัดเพคตินจะแสดงในรูปของปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ (โดยน้ำหนักแห้ง) ซึ่งจากการทดลองพบว่าปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่ได้จากการสกัดในแต่ละภาวะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) โดยที่ปัจจัยความเข้มข้นเอสเอชเอ็มพี และ pH มีผลร่วมต่อปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่สกัดได้จากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) แสดงในตารางที่ 4.2

จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.4 เมื่อพิจารณาภาวะการสกัดที่ไม่ใช้เอสเอชเอ็มพี และระดับ pH=2.00-5.00 พบว่าที่ภาวะการสกัดที่ pH=2.00 ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงสุด เมื่อ pH เพิ่มขึ้นเป็น 3.00 ถึง 5.00 ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์จะลดลงตามลำดับ ซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้สามารถอธิบายได้ว่าภาวะการสกัดที่ปราศจากเอสเอชเอ็มพีและ pH=2.00 การสกัดเกิดจากไฮโดรเจนไอออน (H^+) ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเปลี่ยนสารจำพวกเพคตินที่ไม่ละลายน้ำเช่น โพรโตเพคติน และแคลเซียมเพคตินให้เป็นสารเพคตินที่ละลายน้ำได้ (6) ดังนั้นเมื่อ pH ของการสกัดสูงขึ้นเป็น 3.00-5.00 ปริมาณไฮโดรเจนไอออนของระบบการสกัดลดลงตามลำดับ จึงทำให้การเปลี่ยนสารเพคตินที่ไม่ละลายน้ำเป็นสารเพคตินที่ละลายน้ำได้โดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเกิดน้อยลง

เมื่อพิจารณาภาวะการสกัดที่ใช้เอสเอชเอ็มพีเป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดที่ระดับ pH=2.00-5.00 พบว่าภาวะที่ใช้เอสเอชเอ็มพีความเข้มข้น 1.0% 3.0% 5.0% และที่ pH=2.00 จะให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงมาก (ตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.4) และมีปริมาณไม่แตกต่างกับปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่ได้จากการสกัดในภาวะที่ไม่ใช้เอสเอชเอ็มพีที่ pH=2.00 แสดงว่าที่ pH=2.00 การใช้เอสเอชเอ็มพีไม่มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดเพคตินจากแอลบิโดส้มโอ การสกัดเพคตินที่ pH=2.00 ส่วนใหญ่เกิดจากไฮโดรเจนไอออน (H^+) ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส

และเอสเอชเอมพีที่เติมลงในระบบการสกัดที่ภาวะ pH=2.00 ไม่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดได้ ซึ่งผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานทดลองของนัยทัศน์ (28) สาเหตุดังกล่าวอธิบายได้ว่า เอสเอชเอมพีเมื่อละลายน้ำจะแตกตัวให้ orthophosphate (Na_3PO_4) ในภาวะที่ pH=2.00 Na_3PO_4 จะอยู่ในรูป H_2PO_4^- เนื่องจาก H_3PO_4 มีค่าคงที่การแตกตัว (K_a) ของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสคือ $K_{a1}=7.58 \times 10^{-3}$ $K_{a2}=6.10 \times 10^{-8}$ และ $K_{a3}=2.14 \times 10^{-13}$ (29) ดังนั้นที่ pH=2.00 เอสเอชเอมพีไม่สามารถแตกตัวทำหน้าที่เป็น chelating agent ของแคลเซียมได้

เมื่อพิจารณาการสกัดที่ pH=3.00-5.00 พบว่าการใช้เอสเอชเอมพีความเข้มข้น 1.0% ที่ pH=3.00-5.00 ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ต่ำมาก โดยที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับ การสกัดที่ไม่ใช้เอสเอชเอมพีที่ pH=3.00-5.00 ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญ แสดงว่าที่ pH=3.00 เอสเอชเอมพีสามารถแตกตัวทำหน้าที่เป็น chelating agent ได้จึงสามารถเปลี่ยนแคลเซียมเพคตินให้เป็นเพคตินที่ละลายน้ำได้ และช่วยป้องกันการจับตัวของแคลเซียมกับเพคตินในระบบการสกัด (24) จึงทำให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงขึ้น แต่ปริมาณเพคตินที่สกัดได้ยังต่ำ เพราะปริมาณเอสเอชเอมพีที่ใช้ในระบบการสกัดยังน้อยเกินไป

เมื่อพิจารณาการสกัดที่ใช้เอสเอชเอมพีความเข้มข้น 3.0% และ 5.0% ที่ pH=3.00-5.00 พบว่าเมื่อ pH เพิ่มขึ้นเป็น 3.00 ถึง 5.00 ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่ได้จากการสกัดจะสูงขึ้นตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.4) โดยเฉพาะการสกัดที่ใช้เอสเอชเอมพี 3.0% และ 5.0% ที่ pH=5.00 และ 5.0% ที่ pH=4.00 จะให้ปริมาณเพคตินสูงที่สุด แสดงว่าการสกัดเพคตินที่ใช้เอสเอชเอมพี pH=4.00-5.00 ให้ประสิทธิภาพการสกัดสูงกว่าการสกัดที่ pH=2.00 การเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้อธิบายได้ว่าการสกัดเพคตินที่ใช้เอสเอชเอมพีความเข้มข้น 3.0% และ 5.0% ที่ pH=3.00-5.00 เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของเอสเอชเอมพีเป็นหลัก เมื่อ pH ของระบบการสกัดเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการสกัดจะสูงขึ้นเพราะเอสเอชเอมพีแตกตัวทำหน้าที่เป็น chelating agent ของแคลเซียมได้ดีขึ้น แต่เมื่อใช้ความเข้มข้นเอสเอชเอมพี 3.0% ถึง 5.0% ให้ประสิทธิภาพการสกัดที่ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าความเข้มข้นเอสเอชเอมพี 3.0% จะเพียงพอต่อการใช้สกัดเพคติน

4.2.2 ผลของความเข้มข้นเอสเอชเอ็มพีและ pH ที่มีต่อปริมาณเถ้าในเพคตินสกัด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของเพคติน ที่ได้จากการสกัดในแต่ละภาวะแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.5 จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปัจจัยความเข้มข้นเอสเอชเอ็มพีและ pH มีผลต่อปริมาณเถ้าของเพคตินสกัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณเถ้าของเพคตินที่ได้จากการสกัดที่ภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) แสดงในตารางที่ 4.2

เมื่อพิจารณาผลการสกัดที่ pH=2.00-5.00 และระดับความเข้มข้นเอสเอชเอ็มพี 0%-5.0% พบว่าที่ระดับความเข้มข้นเอสเอชเอ็มพีเท่ากัน การสกัดเพคตินที่ pH=2.00 จะให้ปริมาณเถ้าของเพคตินสกัดต่ำสุด เมื่อ pH เพิ่มขึ้น 3.00 ถึง 5.00 ปริมาณเถ้าของเพคตินสกัดจะสูงขึ้นตามลำดับ แสดงว่าที่ pH=2.00 เถ้าในระบบการสกัดสามารถละลายน้ำได้ในปริมาณสูง และเมื่อ pH ของระบบการสกัดเพิ่มขึ้นปริมาณไฮโดรเจนไอออนจะลดลงทำให้ปริมาณเถ้าของเพคตินที่ได้จากการสกัดสูงขึ้น ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Sabir และคณะ (18) ซึ่งทดลองสกัดเพคตินจากดอกทานตะวัน โดยใช้เอสเอชเอ็มพีเป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดที่ pH=4.5 3.0 2.0 1.5 และ 1.0 พบว่าเมื่อ pH ลดลงปริมาณเถ้าของเพคตินที่สกัดได้จะลดลงตามลำดับดังนี้ 37.1% 34.6% 30.6% 23.8% และ 22.8% ดังนั้นการสกัดเพคตินที่ pH ต่ำจะช่วยลดปริมาณเถ้าของเพคตินสกัดได้

เมื่อพิจารณาผลการเติมเอสเอชเอ็มพีต่อปริมาณเถ้าในเพคตินพบว่า การสกัดที่ pH ระดับเดียวกัน (ตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.5) การสกัดที่ไม่ใช้เอสเอชเอ็มพีจะให้เพคตินที่สกัดได้มีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด เมื่อความเข้มข้นเอสเอชเอ็มพีเพิ่มขึ้นเป็น 1.0%-5.0% ปริมาณเถ้าของเพคตินที่ได้จากการสกัดจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) อย่างไรก็ตามปริมาณเถ้าของเพคตินที่ได้จากการสกัดในการทดลองนี้พบว่า มีปริมาณที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของเพคติน ซึ่งกำหนดปริมาณร้อยละเถ้าของเพคตินได้ไม่เกิน 10% (9)

4.2.3 ผลของความเข้มข้นเอสเอชเอ็มพีและ pH ที่มีต่อปริมาณ (A.U.A.) ของเพคตินสกัด

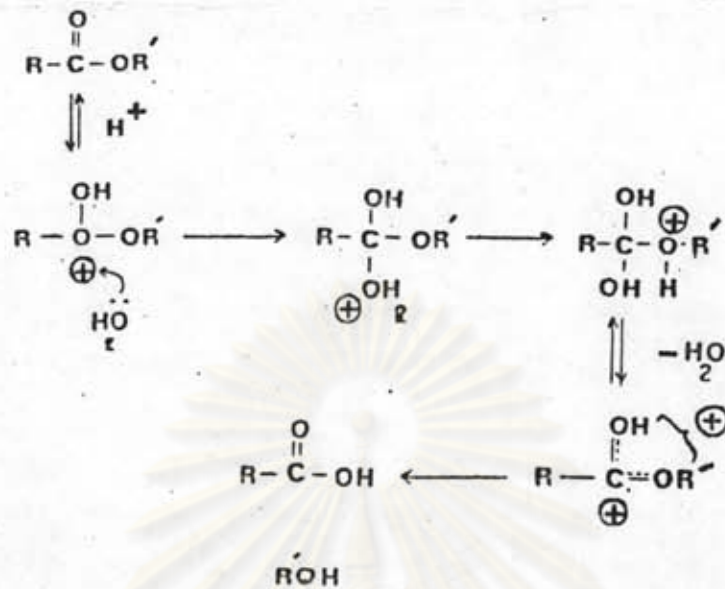
เพคตินที่สกัดได้จากการที่ใช้เอสเอชเอ็มพีความเข้มข้น 0%-5.0% และ pH=2.00-5.00 เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณ A.U.A. ของเพคตินสกัด ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.6 จากการทดลองพบว่าปริมาณ A.U.A. ของเพคตินที่สกัดได้จากแต่ละภาวะไม่มีความ

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) แสดงว่าปัจจัยความเข้มข้นของเอสเอชเอมพีและ pH ของระบบการสกัดไม่มีผลต่อปริมาณ A.U.A. ของเพคตินที่สกัดได้ ปริมาณ A.U.A. ของเพคตินสกัดในภาวะต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ย 87.48% ซึ่งเป็นระดับ A.U.A. ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของเพคตินที่กำหนดโดย FAO FCC และ ECC ซึ่งกำหนดยอมให้มีได้ต่ำที่สุด 65.00%-70.00% (9)

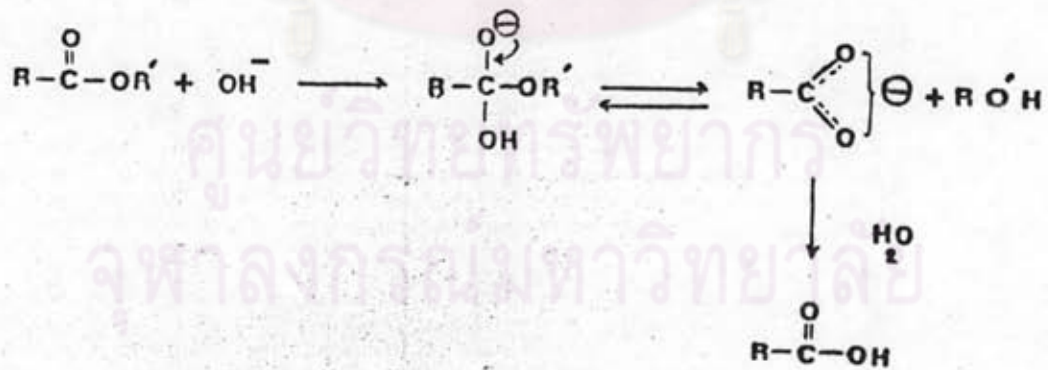
4.2.4 ผลของความเข้มข้นเอสเอชเอมพี และ pH ที่มีต่อค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัด

เมื่อพิจารณาค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัดจากภาวะต่าง ๆ (ตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.7-4.8) พบว่าค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัดในแต่ละภาวะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยที่ปัจจัยความเข้มข้นของเอสเอชเอมพีและปัจจัย pH มีผลร่วมต่อค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. (ภาคผนวก ข) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ในเพคตินที่สกัดได้จากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.2

เมื่อพิจารณากภาวะการสกัดที่ pH=2.00-5.00 ระดับความเข้มข้นเอสเอชเอมพี 0%-5.0% พบว่าเมื่อ pH ของระบบการสกัดเพิ่มขึ้นจาก 2.00-4.00 ค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัดจะสูงขึ้นตามลำดับ แต่ที่ pH=5.00 ค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัดจะลดลง ซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่าภาวะการสกัดที่ pH=2.00 ระดับความเข้มข้นเอสเอชเอมพี 0%-5.0% ระบบการสกัดมีปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H^+) สูงทำให้กลุ่ม $-COOH$ ของโมเลกุลเพคตินในรูป ester เกิดปฏิกิริยา deesterification โดยมีไฮโดรเจนไอออนเป็นตัวเร่ง (acid-catalyzed) (30) (รูปที่ 4.2) เมื่อ pH เพิ่มขึ้นเป็น 3.00 และ 4.00 ปฏิกิริยา deesterification ดังกล่าวจะเกิดขึ้นน้อยลงตามลำดับ เนื่องจากปริมาณไฮโดรเจนไอออนลดลงทำให้เพคตินที่สกัดได้มีค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. เพิ่มขึ้นและที่ pH=5.00 ปฏิกิริยา deesterification จะเกิดขึ้นอีกครั้ง แต่การเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวที่ภาวะ pH=5.00 เป็นผลมาจากไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ซึ่งที่ pH=5.00 มีปริมาณไฮดรอกไซด์ไอออนอยู่ 10^{-9} mole/dm³ การเกิดปฏิกิริยา deesterification ภาวะที่มีไฮดรอกไซด์ไอออนจะเกิดได้ดีกว่าภาวะที่มีไฮโดรเจนไอออน (6) กลไกการเกิดปฏิกิริยา deesterification โดยมีด่างเป็นตัวเร่ง (base-catalyzed) แสดงได้ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.2 กลไกการเกิดปฏิกิริยา deesterification โดยมีกรดเป็นตัวเร่ง (30)



รูปที่ 4.3 กลไกการเกิดปฏิกิริยา deesterification โดยมีด่างเป็นตัวเร่ง (30)

เมื่อพิจารณาผลของความเข้มข้นเอสเอชเอ็มที่มีต่อค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. พบว่าการสกัดที่ใช้เอสเอชเอ็มที่ระดับความเข้มข้น 0%-5.0% ที่ pH ระดับเดียวกันเพคตินที่สกัดได้มีค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ลดลงตามลำดับเนื่องจากเอสเอชเอ็มที่ใช้ในการสกัดจะเปลี่ยน calcium pectinate ให้เป็น pectinic acid ทำให้เพคตินที่สกัดได้มีปริมาณกลุ่ม -COOH (คาร์บอกซิลิก แอซิด) อิสระมากขึ้น ดังนั้นค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. จึงลดลง

4.2.5 ผลของความเข้มข้นเอสเอชเอ็มและ pH ที่มีต่อค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้

เมื่อพิจารณาค่า Jelly grade ของเพคตินที่ได้จากการสกัดในแต่ละภาวะดังแสดงในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.9 พบว่าค่า Jelly grade ของเพคตินสกัดในแต่ละภาวะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยปัจจัยของความเข้มข้นเอสเอชเอ็มและ pH จะมีผลร่วมต่อค่า Jelly grade (ภาคผนวก ข) และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย Jelly grade ของเพคตินสกัดจากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) แสดงดังตารางที่ 4.2

เมื่อพิจารณาการสกัดที่ใช้เอสเอชเอ็มในช่วง 0%-5.0% พบว่าการสกัดที่ pH=2.00 ให้ค่า Jelly grade ของเพคตินสกัดต่ำสุด เมื่อ pH เพิ่มขึ้น 3.00-4.00 ค่า Jelly grade สูงขึ้นตามลำดับจนที่ pH=5.00 ค่า Jelly grade ของเพคตินสกัดจะลดลงอีกครั้ง ซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวสามารถอธิบายได้ว่า ภาวะการสกัดที่ pH=2.00 ระบบการสกัดมีปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H^+) สูงทำให้เกิดปฏิกิริยา depolymerization ของโมเลกุลเพคตินโดยไฮโดรเจนไอออน (6,9) เมื่อ pH เพิ่มขึ้น 3.00-4.00 ปฏิกิริยา depolymerization จะเกิดน้อยลงตามลำดับ ทำให้เพคตินที่สกัดได้มีค่า Jelly grade สูงขึ้น

ที่ pH=5.00 เพคตินที่สกัดได้มีค่า Jelly grade ลดต่ำลงและน้อยกว่าค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้ที่ pH=4.00 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 เพราะที่ภาวะดังกล่าวเพคตินที่สกัดได้มีปริมาณแก็กซ์สูง (รูปที่ 4.5) เมื่อนำมาเตรียม acid sugar jelly จะทำให้ความแข็งของเจลต่ำลง ผลการทดลองที่ได้นี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Sabir และคณะ (18) ซึ่งรายงานผลว่า เพคตินที่สกัดที่มีปริมาณแก็กซ์สูงเมื่อนำมาเตรียม acid sugar jelly จะได้เจลที่มีความแข็งต่ำ เพราะปริมาณแก็กซ์ดังกล่าวจะมีผลรบกวนการแข็งตัวของเจลทำให้ค่า Jelly grade ลดลง

เมื่อพิจารณาผลของความเข้มข้นของเอสเอชเอ็มที่มีต่อค่า Jelly grade จากตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.9 พบว่าเมื่อความเข้มข้นของเอสเอชเอ็มเพิ่มจาก 0%-5.0%

เพคตินที่สกัดได้จะมีค่า Jelly grade ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ทั้งนี้เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นเอสเอสเอมที่จะทำให้เพคตินที่สกัดได้มีปริมาณแก้วสูง (รูปที่ 4.5) ดังนั้นเมื่อนำมาเตรียม acid sugar jelly จึงทำให้เฮลลิตี้ได้มีความแข็งที่ลดลง

การพิจารณาเลือกภาวะการสกัดเพคตินที่เหมาะสมโดยใช้เอสเอสเอมที่เป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดร่วมกับสารละลายกรด

จากผลการทดลองสกัดเพคตินในภาวะการใช้เอสเอสเอมที่ความเข้มข้น 0%-5.0% ที่ pH=2.00-5.00 ในการพิจารณาภาวะการสกัด เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไปโดยจะใช้เกณฑ์การเลือกดังนี้

1. มีปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูง
2. มีค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. สูง
3. มีค่า Jelly grade สูง

พิจารณาภาวะการสกัดที่ pH=2.00 และใช้เอสเอสเอมที่ความเข้มข้น 0%-5.0% เป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด พบว่าให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ค่อนข้างสูง และเพคตินสกัดได้มีปริมาณแก้วที่ต่ำ แต่ขณะเดียวกันจะให้ค่า Jelly grade Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ที่ค่อนข้างต่ำ แต่ยังคงจัดเป็นประเภท HM-pectin ดังนั้นที่ภาวะการสกัดที่ pH=2.00 ความเข้มข้นเอสเอสเอมที่ 0%-5.0% จึงไม่เหมาะสมต่อการเลือกนำไปใช้สกัดเพคติน

พิจารณาภาวะการสกัดที่ pH=3.00 และใช้เอสเอสเอมที่ความเข้มข้น 0%-5.0% เป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด พบว่าภาวะการสกัดที่ใช้เอสเอสเอมที่ความเข้มข้น 0% และ 1.0% ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ต่ำมาก แต่ที่ภาวะการสกัดที่ใช้เอสเอสเอมที่ความเข้มข้น 3.0% และ 5.0% ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่สูงและมีปริมาณแก้วไม่สูงนัก แต่เพคตินที่สกัดได้จากภาวะ pH=3.00 นี้มีค่า Jelly grade Eq.wt. และปริมาณ MeO. ที่ต่ำเกินไป ดังนั้นที่ภาวะการสกัดนี้ไม่เหมาะสมต่อการเลือกนำไปใช้สกัดเพคติน

พิจารณาภาวะการสกัดที่ pH=5.00 และใช้เอสเอสเอมที่ความเข้มข้น 0%-5.0% เป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด พบว่าภาวะการสกัดที่ใช้เอสเอสเอมที่ความเข้มข้น 0% และ 1.0% ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ต่ำมาก แต่ที่ภาวะการสกัดที่ใช้เอสเอสเอมที่ความเข้มข้น 3.0% และ 5.0% ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่สูงมาก แต่มีปริมาณแก้วสูงไป นอกจากนี้ภาวะการสกัดที่ pH=5.00 เพคตินที่ได้มีค่า Jelly grade Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ที่ค่อนข้างต่ำ ดังนั้นที่ภาวะการสกัดนี้ไม่เหมาะสมต่อการเลือกนำไปใช้สกัดเพคติน

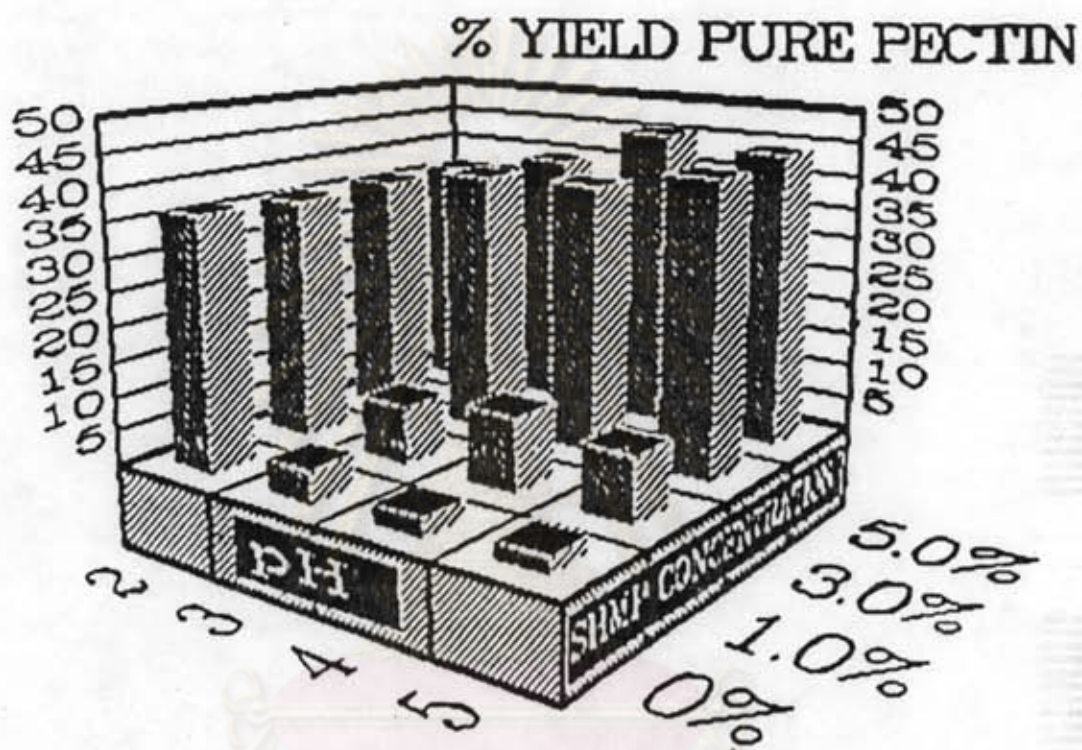
พิจารณาภาวะการสกัดที่ pH=4.00 และใช้เอสเอชเอมที่ความเข้มข้น 0%–5.0% เป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด พบว่าที่ระดับความเข้มข้นเอสเอชเอมที่ 0% และ 1.0% ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่ต่ำมากจึงไม่เหมาะสมต่อการเลือกนำไปใช้สกัดเพคติน แต่ภาวะการสกัดที่ใช้เอสเอชเอมที่ 3.0% และ 5.0% ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่สูงมาก และมีค่า Eq.Wt. ปริมาณ MeO. สูงที่สุด แต่ค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้จากภาวะการใช้เอสเอชเอมที่ 3.0% จะสูงกว่าการสกัดที่ใช้เอสเอชเอมที่ 5.0% มาก นอกจากนี้ยังมีปริมาณเถ้าที่ต่ำกว่า

ดังนั้นภาวะการสกัดที่ pH=4.00 ความเข้มข้นเอสเอชเอมที่ 3.0% จึงเหมาะสมต่อการเลือกนำไปใช้สกัดเพคตินต่อไป



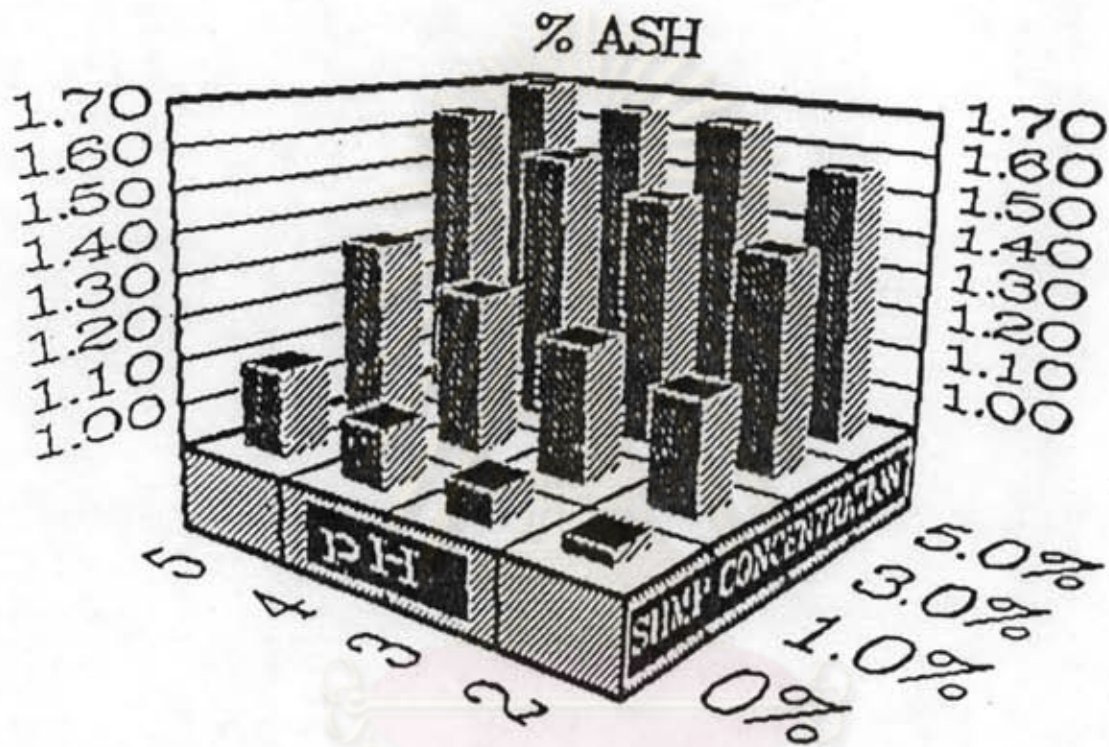
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

| ปริมาณร้อยละและสมบัติ ของเพคตินที่สกัดได้ | ความเข้มข้นเอสโตรเจนและ pH ของสภาวะการสกัด | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | 0x SHMP | | | | 1.0x SHMP | | | | 3.0x SHMP | | | | 5.0x SHMP | | | |
| | pH=2.00 | pH=3.00 | pH=4.00 | pH=5.00 | pH=2.00 | pH=3.00 | pH=4.00 | pH=5.00 | pH=2.00 | pH=3.00 | pH=4.00 | pH=5.00 | pH=2.00 | pH=3.00 | pH=4.00 | pH=5.00 |
| ปริมาณร้อยละ เพคตินที่ปราศจากเก๋าะ และความชื้น (โดยน้ำหนักแห้ง) | 44.70 ± 0.15 d | 5.87 ± 0.06 f | 3.46 ± 0.81 f | 3.16 ± 0.20 f | 44.48 ± 1.88 d | 10.01 ± 1.75 e | 12.93 ± 0.30 e | 11.59 ± 2.64 e | 44.41 ± 1.47 d | 47.74 ± 0.17 c | 48.51 ± 1.11 c | 52.78 ± 3.20 b | 44.32 ± 1.26 d | 47.96 ± 1.88 c | 55.48 ± 0.77 a | 54.20 ± 0.41 a |
| ปริมาณร้อยละ เพคตินบริสุทธิ์ (โดยน้ำหนักแห้ง) | 37.14 ± 0.15 c | 4.86 ± 0.11 ef | 2.82 ± 0.64 f | 2.58 ± 0.13 f | 36.35 ± 2.00 c | 8.29 ± 1.34 de | 10.67 ± 0.33 d | 9.51 ± 2.49 d | 36.73 ± 1.81 c | 39.39 ± 0.65 bc | 39.99 ± 0.25 bc | 42.99 ± 2.48 b | 36.61 ± 0.93 c | 39.65 ± 1.36 bc | 45.39 ± 0.84 a | 44.13 ± 0.10 a |
| ปริมาณร้อยละความชื้น ของเพคตินสกัด | 10.13 ± 0.07 ns | 10.09 ± 0.84 ns | 9.89 ± 0.12 ns | 10.17 ± 0.11 ns | 10.45 ± 0.82 ns | 10.13 ± 0.87 ns | 10.45 ± 0.25 ns | 10.37 ± 0.34 ns | 10.22 ± 0.39 ns | 10.07 ± 0.85 ns | 9.99 ± 0.15 ns | 10.16 ± 0.06 ns | 10.08 ± 1.26 ns | 9.97 ± 0.55 ns | 9.96 ± 0.06 ns | 10.01 ± 0.17 ns |
| ปริมาณร้อยละ เก๋าะ ของเพคตินสกัด | 0.94 ± 0.01 k | 0.98 ± 0.03 k | 1.04 ± 0 j | 1.10 ± 0.01 i | 1.16 ± 0.03 h | 1.21 ± 0.01 h | 1.27 ± 0.72 g | 1.34 ± 0.06 f | 1.41 ± 0.02 e | 1.50 ± 0.68 d | 1.56 ± 0 c | 1.64 ± 0.03 b | 1.57 ± 0.01 c | 1.65 ± 0 ab | 1.66 ± 0.01 ab | 1.70 ± 0.03 a |
| ปริมาณร้อยละ Anhydrowronic acid (A.U.A.) | 83.07 ± 0.63 ns | 82.83 ± 0.90 ns | 81.68 ± 0.58 ns | 81.73 ± 1.12 ns | 82.90 ± 0.98 ns | 82.79 ± 0.93 ns | 82.43 ± 0.66 ns | 82.05 ± 0.42 ns | 82.69 ± 0.93 ns | 82.51 ± 1.65 ns | 82.48 ± 1.38 ns | 81.47 ± 0.34 ns | 83.67 ± 0.25 ns | 82.67 ± 1.33 ns | 81.81 ± 0.38 ns | 81.42 ± 0.79 ns |
| Equivalent weight. (Eq.Wt) | 386 ± 20 cd | 432 ± 34 bc | 580 ± 32 a | 453 ± 22 b | 362 ± 6 de | 450 ± 17 b | 560 ± 53 a | 440 ± 3 bc | 352 ± 14 de | 346 ± 31 de | 431 ± 16 bc | 335 ± 24 de | 305 ± 11 e | 361 ± 14 de | 443 ± 7 bc | 324 ± 1 de |
| ปริมาณร้อยละ Methoxy content (MeO.) | 8.24 ± 0.51 c | 9.35 ± 0.14 b | 11.19 ± 0.21 a | 9.38 ± 0.27 b | 7.81 ± 0.08 cd | 9.26 ± 0.09 b | 10.93 ± 0.10 a | 9.35 ± 0.11 b | 7.30 ± 5.09 de | 7.42 ± 0.11 cde | 9.10 ± 0.28 b | 7.27 ± 0.09 de | 6.56 ± 0.21 e | 8.06 ± 0.18 cd | 9.27 ± 0.09 b | 6.75 ± 0.21 e |
| Jelly grade | 133.98 ± 6.29 d | 187.03 ± 8.99 fg | 233.27 ± 1.64 fg | 200.32 ± 4.74 fg | 124.73 ± 4.23 d | 188.53 ± 4.54 ef | 230.09 ± 1.82 e | 222.98 ± 5.42 e | 136.61 ± 8.73 d | 181.06 ± 10.22 c | 233.91 ± 4.65 e | 214.36 ± 9.25 a | 108.43 ± 2.62 e | 187.03 ± 6.41 bc | 190.92 ± 9.59 a | 180.70 ± 3.78 b |



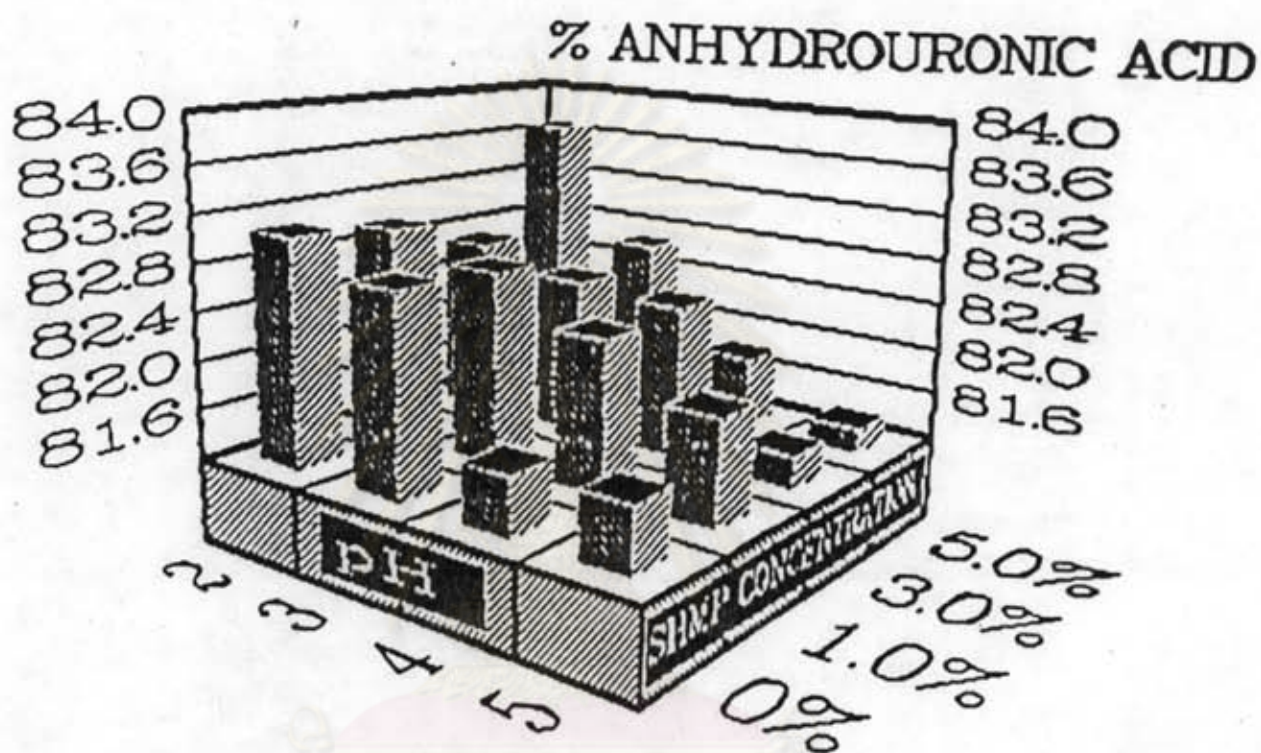
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอสเอชเอ็มพีและ pH ที่มีผลต่อปริมาณเพคตินบริสุทธิ์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

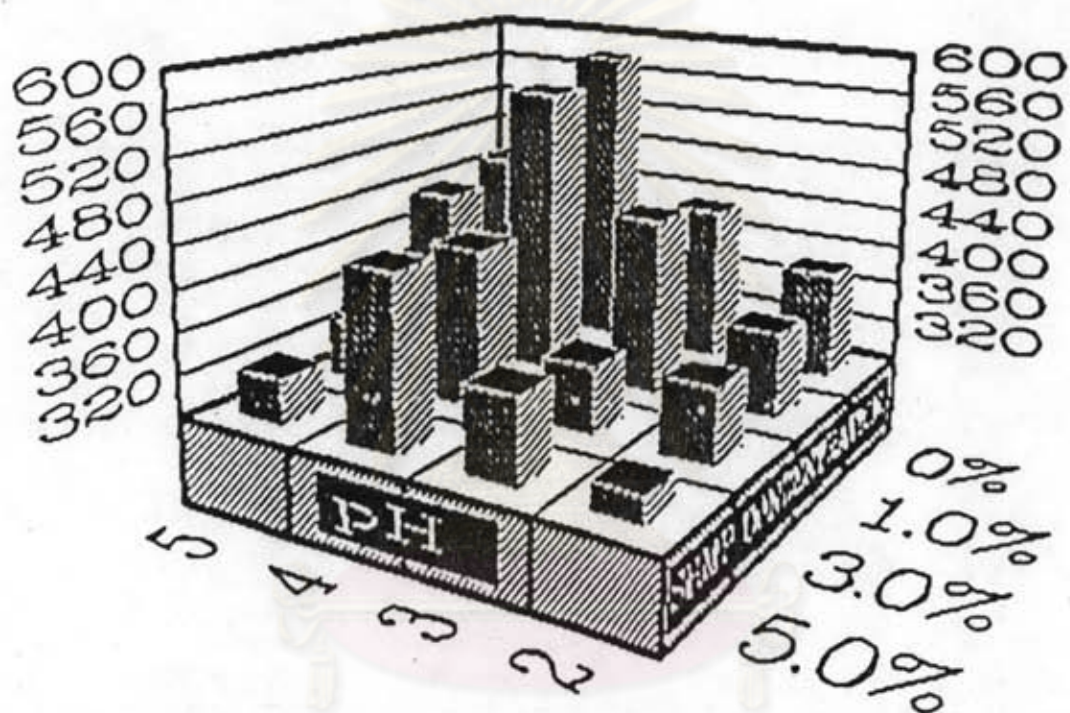
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอสเอสเอ็มพีและ pH ที่มีผลต่อปริมาณแก้วของ
เพคตินที่สกัดได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอสเอสเอ็มทีและ pH ที่มีผลต่อปริมาณ Anhydrouronic acid (% A.U.A.) ของเพศต้นที่สกัดได้

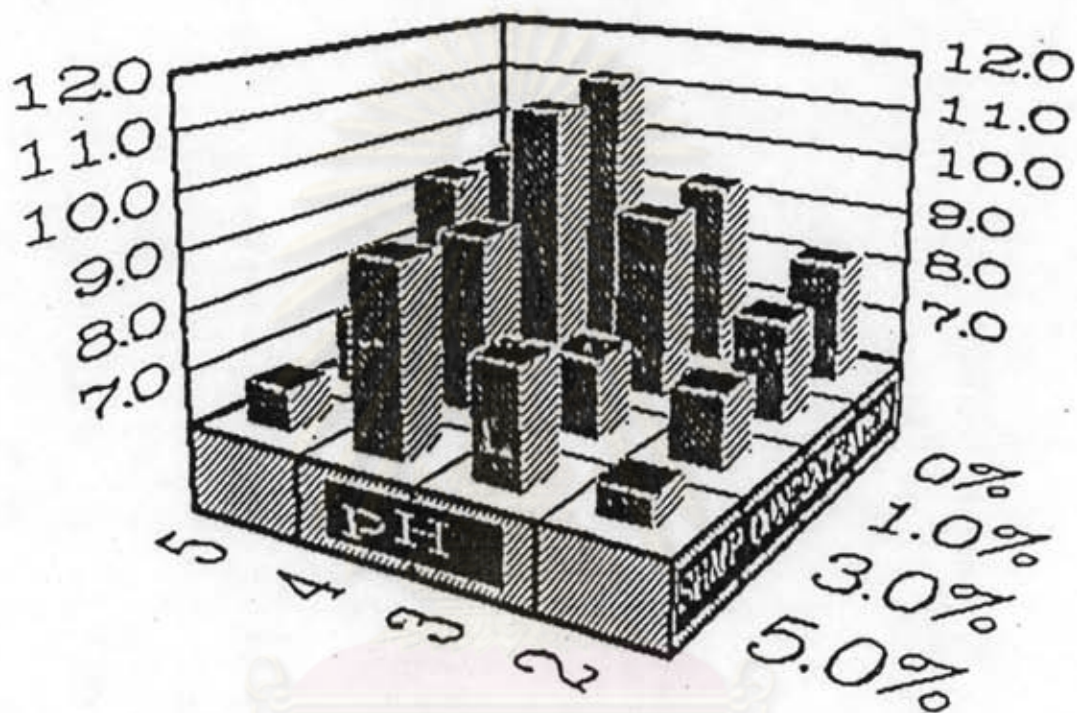
EQUIVALENT WEIGHT



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

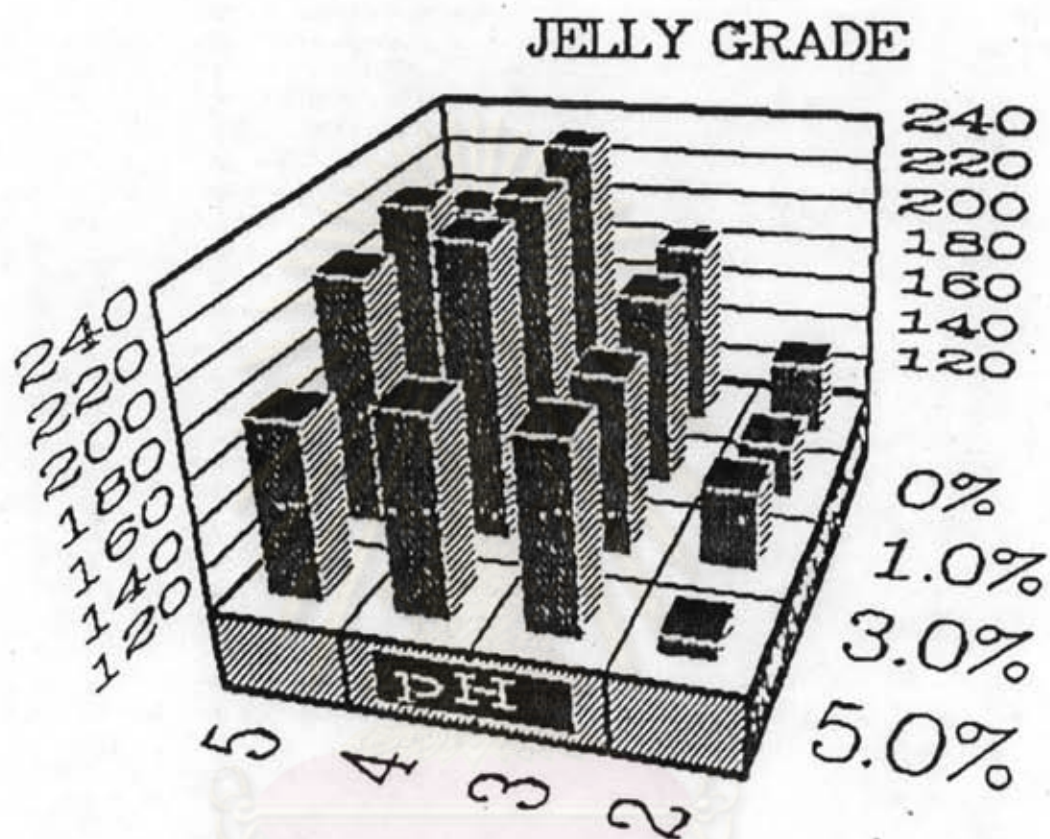
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอสเอสเอ็มทีและ pH ที่มีผลต่อค่า Equivalent weight (Eq.Wt.) ของเพคตินที่สกัดได้

% METHOXYL CONTENT



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอสเอชเอ็มเฟนและ pH ที่มีผลต่อปริมาณ Methoxy l content (% MeO.) ของเพคตินที่สกัดได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของเอสเอชเอ็มพีและ pH ที่มีผลต่อค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้

4.3 ศึกษาผลการใช้อัตที่เอในการสกัดเพคตินที่ pH ระดับต่าง ๆ

ผลการสกัดเพคตินจากแอลมิโดส้มโอพันธุ์ขาวบ้าน ในภาวะอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที อัตราส่วนน้ำหนักแอลมิโดสต่อปริมาตรสารละลายกรด = 1:4 โดยมีปัจจัยแปรเปลี่ยนคือสารเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดอัติที่เอความเข้มข้น 4 ระดับ คือ 0% 1.0% 1.5% 2.0% (โดยน้ำหนักแอลมิโดส) และ pH 4 ระดับคือ 2.00 3.00 4.00 5.00 ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.11-4.16

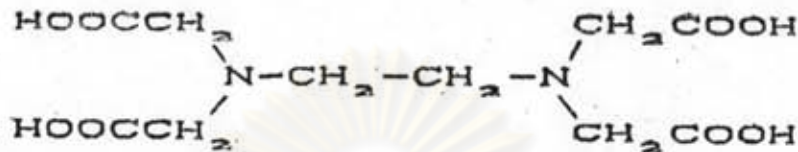
4.3.1 ผลของความเข้มข้นอัติที่เอและ pH ที่มีต่อประสิทธิภาพการสกัด

การประเมินผลประสิทธิภาพการสกัดเพคตินจะแสดงในรูปของปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ (โดยน้ำหนักแห้ง) ซึ่งจากการทดลองพบว่าปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่ได้จากการสกัดในแต่ละภาวะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) โดยที่ปัจจัยความเข้มข้นอัติที่เอ และปัจจัย pH มีผลร่วมต่อปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่สกัดได้จากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.3

จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.11 เมื่อพิจารณาภาวะการสกัดที่ปราศจากอัติที่เอ และระดับ pH=2.00-5.00 พบว่าที่ภาวะการสกัดที่ pH=2.00 ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูง เมื่อ pH เพิ่มขึ้น 3.00 ถึง 5.00 ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์จะลดลงตามลำดับซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้สามารถอธิบายได้ว่า ภาวะการสกัดที่ปราศจากอัติที่เอและ pH=2.00 การสกัดเกิดจากไฮโดรเจนไอออน (H^+) ทำปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเปลี่ยนสารจำพวกเพคตินที่ไม่ละลายน้ำ เช่น โปรโตเพคติน และแคลเซียมเพคติน ให้เป็นสารเพคตินที่ละลายน้ำได้ (6) ดังนั้นเมื่อ pH ของการสกัดสูงขึ้นเป็น 3.00-5.00 ปริมาณไฮโดรเจนไอออนของระบบการสกัดลดลงตามลำดับ ทำให้การเปลี่ยนสารจำพวกเพคตินที่ไม่ละลายน้ำ เป็นสารเพคตินที่ละลายน้ำได้โดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเกิดน้อยลง

เมื่อพิจารณาภาวะการสกัดที่ใช้อัตที่เอที่ระดับ pH=2.00-5.00 พบว่าภาวะที่ใช้ อัติที่เอความเข้มข้น 1.0% 1.5% 2.0% และ pH=2.00 จะให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงสุดในระดับเดียวกัน และมีค่าไม่แตกต่างกับปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่ได้จากการสกัดในภาวะปราศจากอัติที่เอและ pH=2.00 แสดงว่าที่ pH=2.00 การใช้อัตที่เอไม่มีผลช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดเพคตินจากแอลมิโดส้มโอ ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอธิบายได้ว่าที่ pH=2.00 การสกัดเพคตินส่วนใหญ่เกิดจากไฮโดรเจนไอออน (H^+) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น และอัติที่เอที่เติมลงในระบบการสกัด

ที่ภาวะ pH=2.00 ไม่สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดได้เพราะ โมเลกุลอ็อกซีเอมีกลุ่ม -COOH 4 กลุ่มตั้งรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 โครงสร้างโมเลกุลของอ็อกซีเอ (31)

ซึ่งโมเลกุลอ็อกซีเอดังกล่าวมีค่าคงที่การแตกตัว (K_a) ของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสคือ $K_{a_1}=1.0 \times 10^{-2}$ $K_{a_2}=2.2 \times 10^{-3}$ $K_{a_3}=6.9 \times 10^{-7}$ และ $K_{a_4}=5.5 \times 10^{-11}$ (31) ดังนั้นที่ pH=2.00 การแตกตัวของโมเลกุลอ็อกซีเอเกิดขึ้นน้อยจึงไม่สามารถทำหน้าที่เป็น chelating agent ของแคลเซียมได้ดีเท่าที่ควร

เมื่อพิจารณาการสกัดที่ pH=3.00-5.00 พบว่าการใช้อ็อกซีเอความเข้มข้น 1.0% -2.0% ที่ pH=3.00 ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ต่ำที่สุดและเมื่อ pH ของการสกัดที่เพิ่มเป็น 4.00 และ 5.00 พบว่าปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่ได้จากการสกัดจะสูงขึ้นตามลำดับ โดยเฉพาะการสกัดที่ pH=5.00 และความเข้มข้นอ็อกซีเอ 1.0% 1.5% 2.0% จะให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงสุด (32.16% 35.32% และ 36.38% ตามลำดับ) นอกจากนี้พบว่าปริมาณเพคตินสกัดที่ได้ไม่แตกต่างจากการสกัดที่ pH=2.00

จากผลดังกล่าวแสดงได้ว่าเมื่อ pH ของระบบการสกัดเพคตินเพิ่มจาก 3.00 เป็น 5.00 การสกัดเพคตินโดยปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสเกิดขึ้นน้อยลงตามลำดับ เพราะปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H^+) ลดลง แต่ในขณะที่เดียวกันอ็อกซีเอที่เดิมลงในระบบการสกัดจะเริ่มแตกตัวได้มากขึ้นเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจาก 3.00 ถึง 5.00 จึงทำให้โมเลกุลอ็อกซีเอทำหน้าที่เป็น chelating agent ของแคลเซียมไอออนได้ดี ดังนั้นการสกัดเพคตินที่ pH=3.00-5.00 จะเป็นผลมาจากอิทธิพลของอ็อกซีเอเป็นหลัก

4.3.2 ผลของความเข้มข้นอีซีทีเอและ pH ที่มีต่อปริมาณของเถ้าในเพคตินสกัด

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของเพคติน ที่ได้จากการสกัดในแต่ละภาวะแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.12 จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปัจจัย pH มีผลต่อปริมาณเถ้าของเพคตินที่สกัดได้เพียงปัจจัยเดียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณเถ้าของเพคตินที่ได้จากการสกัดในภาวะ pH ระดับต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาการสกัดที่ใช้อีซีทีเอความเข้มข้น 0%-2.0% และ pH=2.00-5.00 พบว่าการสกัดเพคตินที่ pH ของระบบการสกัด = 2.00 ปริมาณเถ้าของเพคตินสกัดจะต่ำสุด และเมื่อ pH เพิ่มขึ้นเป็น 3.00 ถึง 5.00 ปริมาณเถ้าของเพคตินสกัดจะสูงขึ้นตามลำดับ แสดงว่าที่ pH =2.00 เถ้าในระบบการสกัดสามารถละลายน้ำได้ในปริมาณสูงเมื่อ pH ของระบบการสกัดเพิ่มขึ้นเป็น 3.00-5.00 ปริมาณไฮโดรเจนไอออนจะลดลงตามลำดับ จึงทำให้ปริมาณเถ้าของเพคตินที่ได้จากการสกัดจึงสูงขึ้น ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Sabir และคณะ (18) ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ซึ่งสรุปได้ว่าการสกัดเพคตินที่ pH ต่ำจะช่วยลดปริมาณเถ้าของเพคตินสกัดได้ และจากการทดลองนี้พบว่าเพคตินที่สกัดได้จากเอลบิโดส้มโอในทุกภาวะมีปริมาณเถ้าที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนดของเพคติน ซึ่งกำหนดให้มีปริมาณเถ้าได้ไม่เกิน 10% (9)

4.3.3 ผลของความเข้มข้นอีซีทีเอและ pH ที่มีต่อปริมาณ A.U.A. ของเพคตินสกัด

เพคตินที่สกัดได้จากภาวะที่ใช้อีซีทีเอความเข้มข้น 0%-2.0% และ pH=2.00-5.00 เมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณ A.U.A. ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.13 จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ (27) พบว่าปริมาณ A.U.A. ในเพคตินที่สกัดได้จากแต่ละภาวะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) ดังนั้น ปัจจัยความเข้มข้นอีซีทีเอและ pH ของระบบการสกัดไม่มีผลต่อปริมาณ A.U.A. ของเพคตินที่สกัดได้ ปริมาณ A.U.A. ของเพคตินสกัดในภาวะต่าง ๆ มีค่าเฉลี่ย 82.15% ซึ่งเป็นระดับ A.U.A. ที่อยู่ในขอบข่ายมาตรฐานเพคตินที่กำหนดโดย FAO FCC และ ECC ที่ยอมให้มีได้ต่ำที่สุด 65.00% (9)

4.3.4 ผลของความเข้มข้นอิทธิเอและ pH ที่มีต่อค่า Eq.Wt. และปริมาณ Meo. ของเพคตินสกัด

เมื่อพิจารณาจากค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัดจากภาวะต่าง ๆ (ตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.14-4.15) พบว่าค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัดในแต่ละภาวะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) โดยที่ปัจจัยความเข้มข้นของอิทธิเอและปัจจัย pH มีผลร่วมต่อค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ในเพคตินที่สกัดได้จากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.3

เมื่อพิจารณาภาวะการสกัดที่ pH=2.00-5.00 ระดับความเข้มข้นอิทธิเอ 0%-2.0% พบว่าเมื่อ pH ของระบบการสกัดเพิ่มขึ้นจาก 2.00-4.00 ค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัดจะสูงขึ้นตามลำดับ แต่ที่ pH=5.00 ค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัดจะลดลง ซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวเป็นผลมาจากการเกิดปฏิกิริยา deesterification ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

เมื่อพิจารณาผลของความเข้มข้นอิทธิเอที่มีต่อค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. พบว่าการสกัดที่ระดับความเข้มข้นอิทธิเอเพิ่มขึ้นจาก 0% ถึง 2.0% ที่ระดับ pH เดียวกันค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. จะลดลงตามลำดับ เนื่องจากอิทธิเอที่ใช้ในการสกัด จะเปลี่ยน calcium pectinate ให้เป็น pectinic acid ทำให้เพคตินที่สกัดได้มีปริมาณกลุ่ม -COOH (คาร์บอกซิลิก แอซิด) อิสระมากขึ้น ดังนั้นค่า Eq.Wt. และปริมาณร้อยละ MeO. จึงลดลง

4.3.5 ผลของความเข้มข้นอิทธิเอและ pH ที่มีต่อค่า Jelly grade ของเพคตินสกัด

เมื่อพิจารณาจากค่า Jelly grade ของเพคตินที่ได้จากการสกัดในแต่ละภาวะดังแสดงในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.16 จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติค่า Jelly grade ของเพคตินสกัดในแต่ละภาวะพบว่าปัจจัยของ pH เท่านั้นที่มีผลต่อค่า Jelly grade อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) และผลการเปรียบเทียบความแตกต่างค่า Jelly grade ของเพคตินที่ได้จากภาวะการสกัดที่ pH ระดับต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) แสดงผลในตารางที่ 4.4

จากตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.16 เมื่อพิจารณาการสกัดที่ใช้อิทธิเอในช่วง 0%-2.0% พบว่าการสกัดที่ pH=2.00 ให้ค่า Jelly grade ของเพคตินสกัดต่ำสุด เมื่อ pH เพิ่มขึ้นเป็น 3.00 ถึง 4.00 ค่า Jelly grade สูงขึ้นตามลำดับ แต่ที่ pH=5.00 ค่า Jelly grade

ของเพคตินสกัดจะลดลงอีกครั้ง ซึ่งสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวเนื่องจากภาวะการสกัดที่ pH=2.00 ระบบการสกัดมีปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H^+) สูงจึงทำให้เกิดปฏิกิริยา depolymerization ของโมเลกุลเพคตินโดยไฮโดรเจนไอออน ดังนั้นสมบัติการเกิดเจลของเพคตินสกัดจะลดลง (6, 12) เมื่อ pH เพิ่มขึ้นเป็น 3.00-4.00 ปฏิกิริยา depolymerization ของโมเลกุลเพคตินจะเกิดน้อยลงตามลำดับ จึงทำให้ค่า Jelly grade เพิ่มขึ้นแต่ที่ pH=5.00 เพคตินสกัดที่ได้มีค่า Jelly grade ที่ต่ำลงทั้งนี้เนื่องมาจากภาวะการสกัดดังกล่าวดังกล่าวเพคตินที่สกัดได้มีปริมาณแฉะสูงสุด (รูปที่ 4.12) ดังนั้นเมื่อนำมาเตรียม acid sugar jelly จะทำให้ความแข็งของเจลต่ำลง (18)

การพิจารณาเลือกภาวะการสกัดเพคตินที่เหมาะสม โดยใช้ข้อดีเอเป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดร่วมกับสารละลายกรด

จากผลการทดลองสกัดเพคตินในภาวะการใช้ข้อดีเอความเข้มข้น 0%-2.0% ที่ pH=2.00-5.00 ในการพิจารณาภาวะการสกัด เพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นตอนต่อไปโดยจะใช้เกณฑ์การเลือกดังนี้

1. มีปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูง
2. มีค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. สูง
3. มีค่า Jelly grade สูง

พิจารณาภาวะการสกัดที่ pH=2.00 และใช้ข้อดีเอความเข้มข้น 0%-2.0% พบว่าให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงมากและเพคตินสกัดที่ได้มีปริมาณแฉะที่ต่ำสุดแต่ขณะเดียวกันเพคตินที่สกัดได้มีค่า Jelly grade Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ที่ค่อนข้างต่ำแต่ยังจัดเป็นประเภท HM-pectin ดังนั้นที่ภาวะการสกัดนี้ไม่เหมาะสมต่อการเลือกนำไปใช้สกัดเพคติน

พิจารณาภาวะการสกัดที่ pH=3.00 และใช้ข้อดีเอความเข้มข้น 1.0%-2.0% พบว่าให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ต่ำเกินไป และเพคตินที่สกัดได้มีค่า Jelly grade Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ที่ต่ำ แต่มีปริมาณแฉะไม่สูงนัก ดังนั้นที่ภาวะการสกัดนี้ไม่เหมาะสมต่อการเลือกนำไปใช้สกัดเพคติน

พิจารณาภาวะการสกัดที่ pH=5.00 และใช้ข้อดีเอความเข้มข้น 1.0%-2.0% พบว่าให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงมาก และมีค่า Jelly grade ที่ค่อนข้างสูงแต่เพคตินสกัดที่ได้มีค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ที่ค่อนข้างต่ำ และมีปริมาณแฉะสูงเกินไป ดังนั้นที่ภาวะการสกัดนี้ไม่เหมาะสมต่อการเลือกนำไปใช้สกัดเพคติน

พิจารณาภาวะการสกัดที่ pH=4.00 และใช้อัตราความเข้มข้น 1.0%-2.0% พบว่าให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ค่อนข้างสูงพอสมควรมีค่า Eq.Wt. ปริมาณ MeO. Jelly grade สูงและเพคตินที่สกัดได้มีปริมาณเกินไม่สูงเกินไป ดังนั้นภาวะการสกัดที่ pH=4.00 นี้เหมาะสมต่อการเลือกนำไปใช้สกัดเพคตินต่อไป

ส่วนความเข้มข้นของอัตราที่เอที่เหมาะสมจะเท่ากับ 1.0% เพราะที่ความเข้มข้นดังกล่าวเพคตินที่สกัดได้มีค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. สูงกว่าการสกัดที่ภาวะการใช้อัตราความเข้มข้น 1.5% และ 2.0% ส่วนปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ ปริมาณเกิน Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้จากภาวะการใช้อัตราที่เอระดับต่าง ๆ จะมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก

ดังนั้นภาวะการสกัดที่เลือกไว้สำหรับใช้ในการสกัดเพคตินในขั้นตอนต่อไป คือภาวะที่ใช้อัตราที่เอ 1.0% (ต่อน้ำหนักแอลบีโดสด) และ pH=4.00

จากผลการพิจารณาเลือกภาวะการสกัดเพคตินโดยใช้เอสเอชเอมพี และอัตราที่เอ เป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพนั้น เราได้ภาวะที่เหมาะสม 2 ภาวะคือ

1. การใช้เอสเอชเอมพีเป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดที่ระดับความเข้มข้น 3.0% ที่ pH=4.00
2. การใช้อัตราที่เอเป็นสารช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดที่ระดับความเข้มข้น 1.0% ที่ pH=4.00

จากผลการทดลองสกัดเพคตินที่ภาวะทั้งสองพบว่า ภาวะการสกัดที่ 1 ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ ค่า Eq.Wt. ปริมาณ MeO. ค่า Jelly grade และปริมาณเกินเท่ากับ 39.99 431 9.10 237.91 และ 1.56 ตามลำดับ ภาวะการสกัดที่ 2 ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ ค่า Eq.Wt. ปริมาณ MeO. ค่า Jelly grade และปริมาณเกินเท่ากับ 16.12 560 10.75 229.94 และ 1.04 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2 และ 4.3) เมื่อเปรียบเทียบภาวะการสกัดทั้งสองจะเห็นว่าภาวะการสกัดที่ 1 จะให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ และค่า Jelly grade สูงกว่าภาวะการสกัดที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 148.08 และ 1.97 แต่ภาวะการสกัดที่ 2 จะให้ค่า Eq.Wt. ปริมาณ MeO. สูงกว่าภาวะที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 29.93 18.13 ตามลำดับ และมีปริมาณเกินต่ำกว่า 50% ซึ่งจากเกณฑ์การพิจารณาเลือกภาวะการสกัดเพคตินที่เหมาะสมจะเห็นว่า ภาวะที่ 1 มีความเหมาะสมมากกว่าภาวะที่ 2 เนื่องจากให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์และค่า Jelly grade ที่สูงกว่ามาก ส่วนค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินที่ได้จากภาวะที่ 1 ก็ยังอยู่ในเกณฑ์สูง และปริมาณเกินอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ดังนั้นการทดลองขั้นตอนต่อไปจะเลือกใช้ภาวะการสกัดที่ 1 คือใช้เอสเอชเอมพีที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 3.0% และ pH=4.00

ตารางที่ 4.3 ปริมาณและสมบัติของเพคตินที่สกัดได้จากภาวะการไฮโดรลิซิสที่ระดับความเข้มข้น 0%-2.0% (โดยน้ำหนักแอสบิโตส) และ pH=2.00-5.00

| ปริมาณร้อยละและสมบัติ ของเพคตินที่สกัดได้ | ความเข้มข้นที่เอชพีของภาวะการสกัด | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | 0% EDTA | | | | 1.0% EDTA | | | | 1.5% EDTA | | | | 2.0% EDTA | | | |
| | pH=2.00 | pH=3.00 | pH=4.00 | pH=5.00 | pH=2.00 | pH=3.00 | pH=4.00 | pH=5.00 | pH=2.00 | pH=3.00 | pH=4.00 | pH=5.00 | pH=2.00 | pH=3.00 | pH=4.00 | pH=5.00 |
| ปริมาณร้อยละ เพคตินที่ปราศจากเก๋าะ และความชื้น (โดยน้ำหนักแห้ง) | 44.70 ± 0.15 ab | 5.87 ± 0.06 g | 3.46 ± 0.81 h | 3.16 ± 0.20 h | 44.14 ± 1.90 ab | 9.12 ± 0.44 f | 19.70 ± 2.36 d | 39.54 ± 1.60 c | 46.14 ± 1.84 a | 10.83 ± 0.10 ef | 20.48 ± 1.17 d | 43.34 ± 1.73 b | 45.30 ± 2.21 a | 12.84 ± 0.40 e | 21.09 ± 0.63 d | 44.82 ± 1.65 ab |
| ปริมาณร้อยละ เพคตินบริวคท์ (โดยน้ำหนักแห้ง) | 37.14 ± 0.15 ab | 4.86 ± 0.11 g | 2.82 ± 0.64 h | 2.58 ± 0.13 h | 37.29 ± 2.03 a | 7.52 ± 0.34 f | 16.12 ± 1.67 d | 32.16 ± 0.20 c | 38.13 ± 1.43 a | 8.92 ± 0.90 ef | 16.80 ± 1.02 d | 35.32 ± 1.42 b | 37.59 ± 1.48 a | 10.59 ± 0.15 e | 17.25 ± 0.42 d | 36.38 ± 1.40 ab |
| ปริมาณร้อยละความชื้น ของเพคตินสกัด | 10.13 ± 0.07 ns | 10.09 ± 0.84 ns | 9.89 ± 0.12 ns | 10.17 ± 0.11 ns | 10.06 ± 0.01 ns | 10.07 ± 0.10 ns | 10.14 ± 0.05 ns | 10.16 ± 0.14 ns | 10.14 ± 0.03 ns | 10.01 ± 0.01 ns | 10.04 ± 0.06 ns | 9.98 ± 0.21 ns | 10.14 ± 0.06 ns | 10.07 ± 0.06 ns | 10.18 ± 0.03 ns | 10.11 ± 0.03 ns |
| ปริมาณร้อยละเก๋าะ ของเพคตินสกัด | 0.94 ± 0.01 d | 0.98 ± 0.03 cd | 1.04 ± 0 abcd | 1.10 ± 0.01 ab | 0.94 ± 0.08 d | 1.00 ± 0.10 bcd | 1.04 ± 0.13 abcd | 1.10 ± 0.15 ab | 0.96 ± 0.09 cd | 1.02 ± 0.06 abcd | 1.05 ± 0.06 abcd | 1.11 ± 0.16 a | 0.96 ± 0.06 cd | 1.01 ± 0.10 abcd | 1.04 ± 0.05 abcd | 1.11 ± 0.03 a |
| ปริมาณร้อยละ Anhydrous acid (A.U.A.) | 83.07 ± 0.63 ns | 82.83 ± 0.90 ns | 81.68 ± 0.58 ns | 81.73 ± 1.12 ns | 82.61 ± 1.00 ns | 82.54 ± 0.23 ns | 81.84 ± 1.19 ns | 81.32 ± 0.61 ns | 82.75 ± 0.58 ns | 82.38 ± 1.56 ns | 82.00 ± 0.59 ns | 81.48 ± 0.31 ns | 82.83 ± 0.78 ns | 82.49 ± 1.36 ns | 81.76 ± 0.22 ns | 81.16 ± 0.54 ns |
| Equivalent weight. (Eq. Wt.) | 386 ± 20 cdef | 432 ± 34 bcd | 580 ± 32 a | 453 ± 22 bc | 380 ± 14 defg | 424 ± 6 bcde | 560 ± 25 a | 440 ± 23 bcd | 357 ± 17 efg | 402 ± 6 bcdef | 462 ± 7 b | 348 ± 14 fg | 348 ± 9 fg | 394 ± 11 bcdef | 461 ± 10 b | 321 ± 16 g |
| ปริมาณร้อยละ Methoxyl content (MeO.) | 8.24 ± 0.51 cde | 9.35 ± 0.14 b | 11.19 ± 0.21 a | 9.38 ± 0.27 b | 8.07 ± 0.11 de | 8.92 ± 0.51 bc | 10.75 ± 0.64 a | 9.32 ± 0.26 b | 7.74 ± 0.11 def | 8.63 ± 0.23 bcd | 9.32 ± 0.16 b | 7.41 ± 0.35 ef | 7.78 ± 0.37 de | 8.41 ± 0.20 cd | 9.00 ± 0.25 bc | 6.89 ± 0.32 f |
| Jelly grade | 133.90 ± 6.29 c | 187.83 ± 8.89 b | 233.27 ± 1.64 a | 200.32 ± 4.74 b | 122.73 ± 1.44 c | 194.74 ± 17.17 b | 229.94 ± 21.78 a | 200.28 ± 3.72 b | 119.31 ± 3.51 bc | 187.24 ± 11.60 e | 231.80 ± 4.78 cd | 195.93 ± 8.88 a | 117.84 ± 7.16 c | 177.92 ± 15.62 b | 224.65 ± 11.64 a | 186.40 ± 4.00 b |

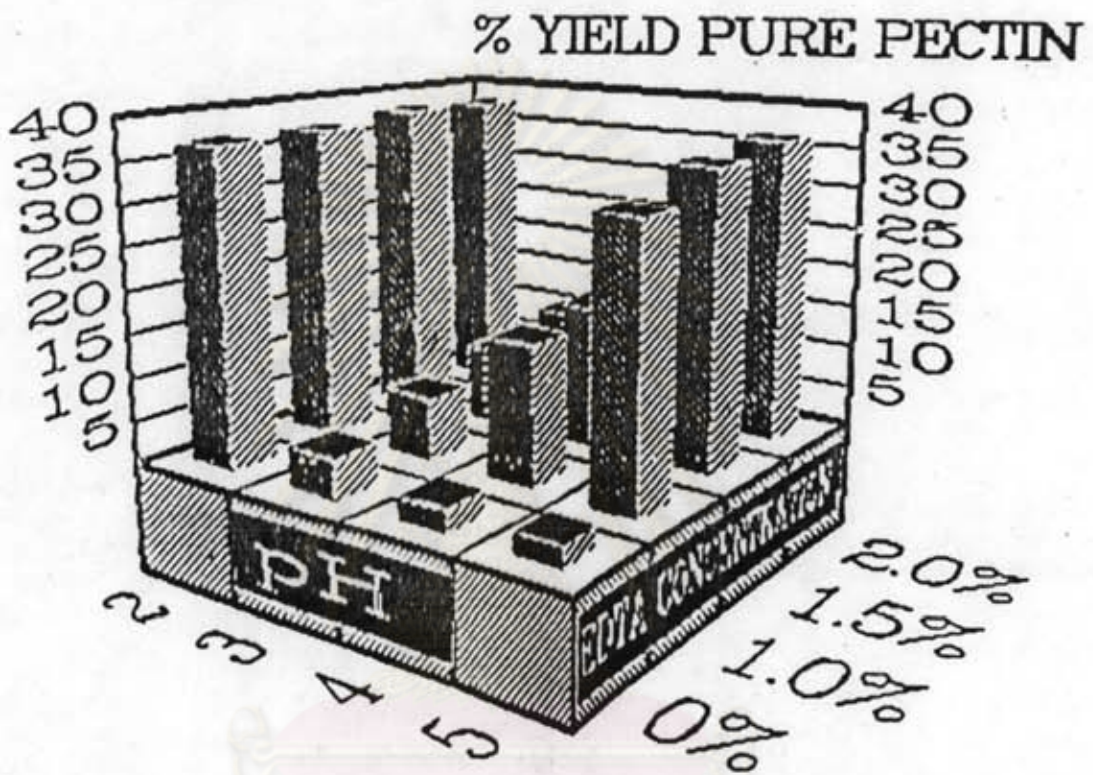
หมายเหตุ : a,b,c,d,e,f,g,h,i,j,k ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกัน ในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
: ns ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ปริมาณแก้ว และค่า Jelly grade ของเพคติน ที่ได้จากการสกัดในภาวะ pH=2.00-5.00 โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test.

| สมบัติของเพคติน ที่สกัดได้ | pH=2.00 | pH=3.00 | pH=4.00 | pH=5.00 |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| ปริมาณแก้ว (%) | 0.95 _d | 1.00 _c | 1.04 _b | 1.10 _a |
| ค่า Jelly grade | 123.46 _c | 186.73 _b | 229.91 _a | 195.73 _b |

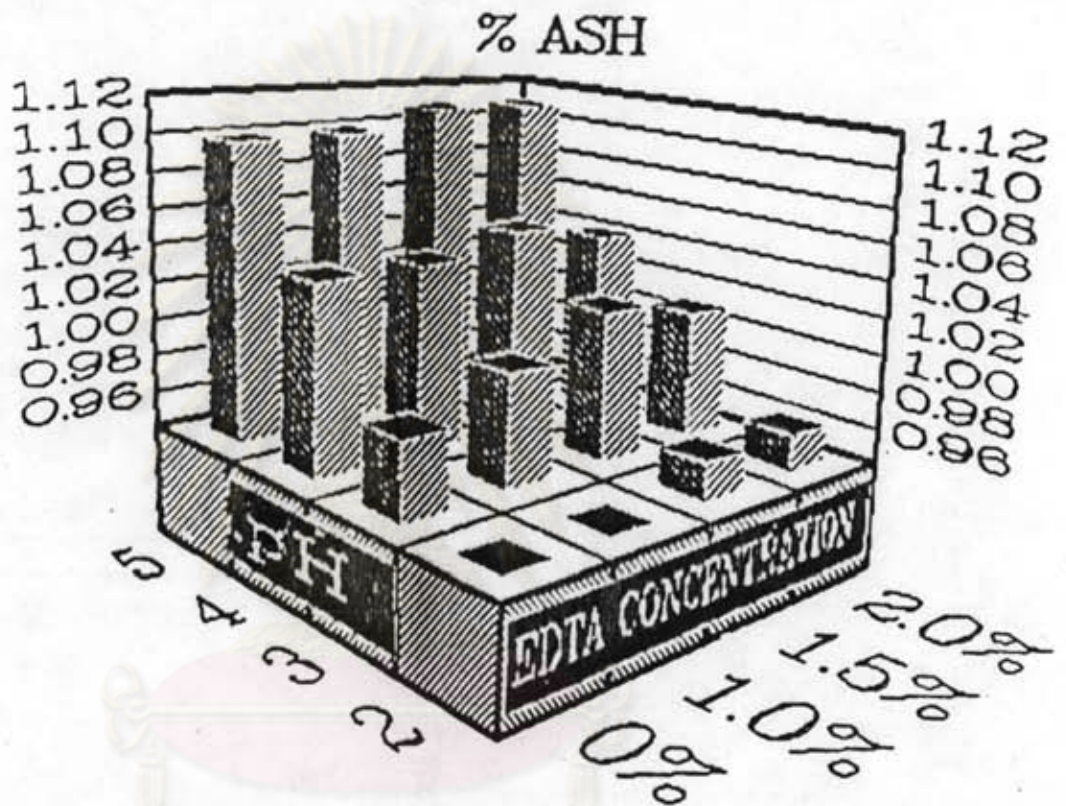
หมายเหตุ : a,b,c,d ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



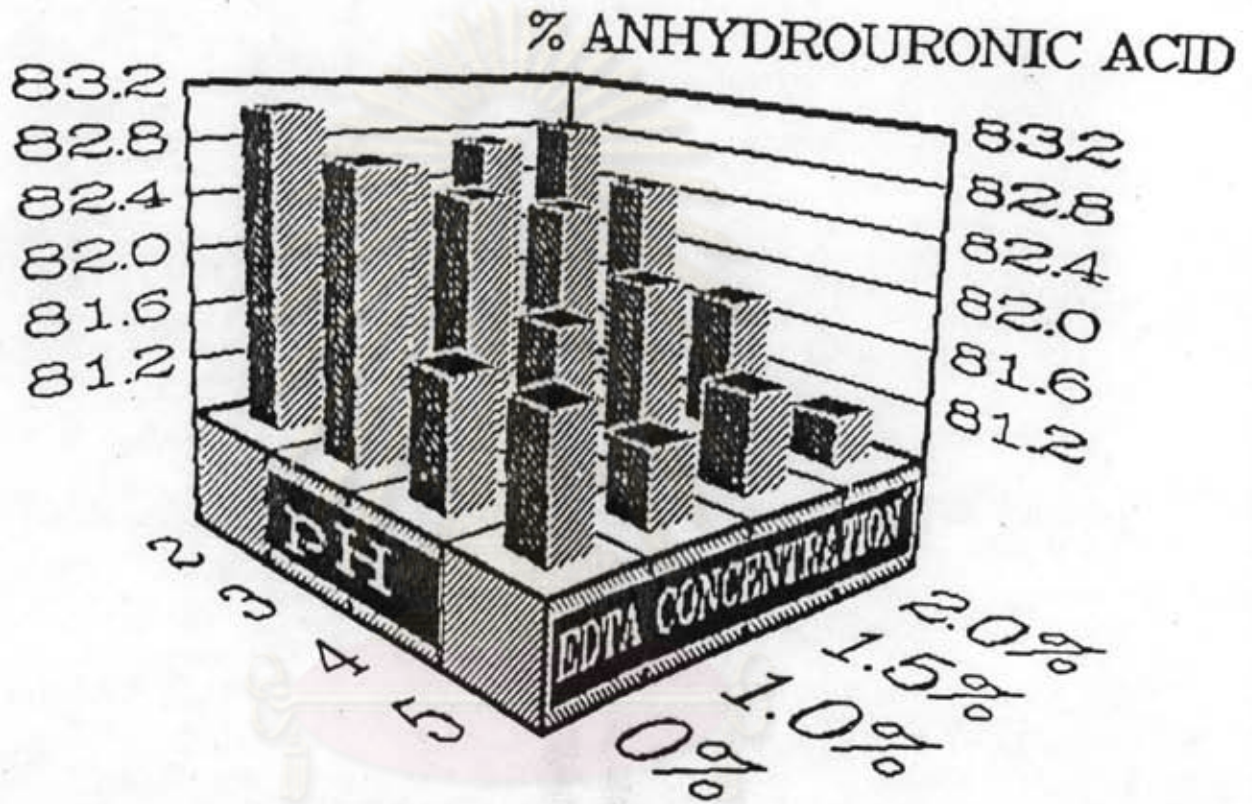
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอีดีเอ และ pH ที่มีผลต่อปริมาณเพคตินบริสุทธิ์



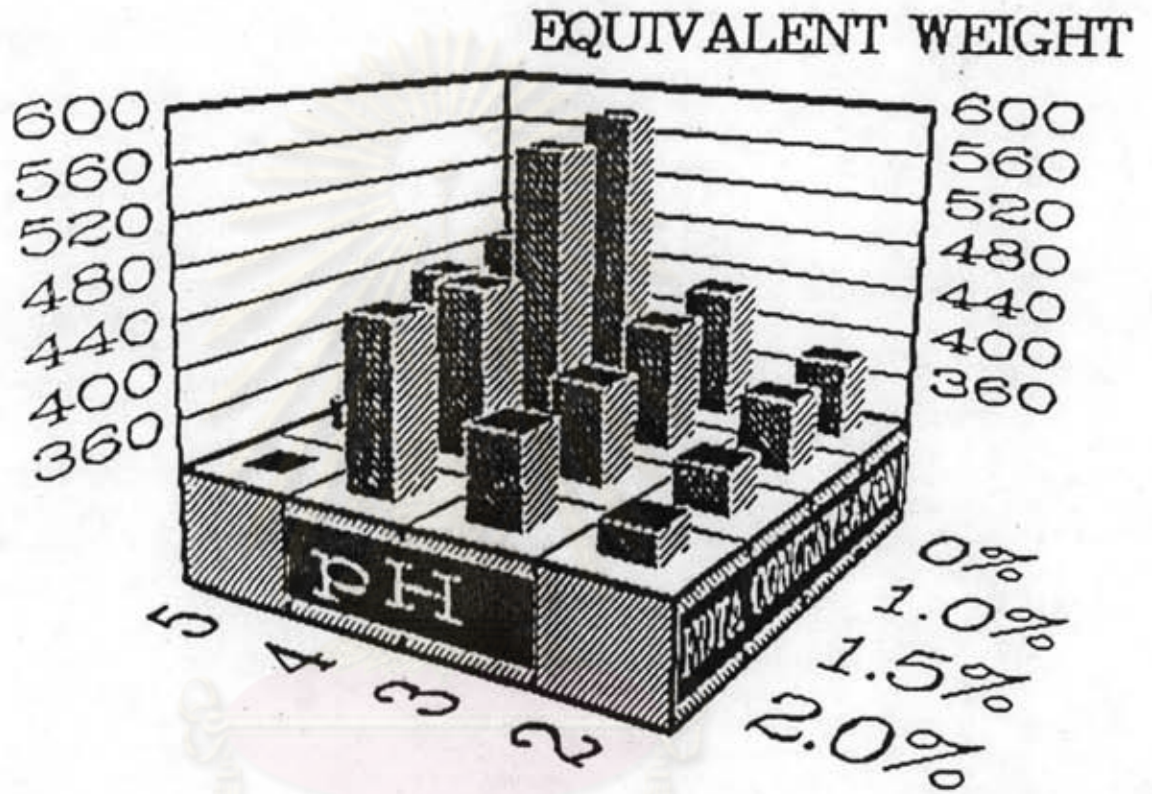
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอีดีเอ และ pH ที่มีผลต่อปริมาณเถ้าของเพคตินที่สกัดได้



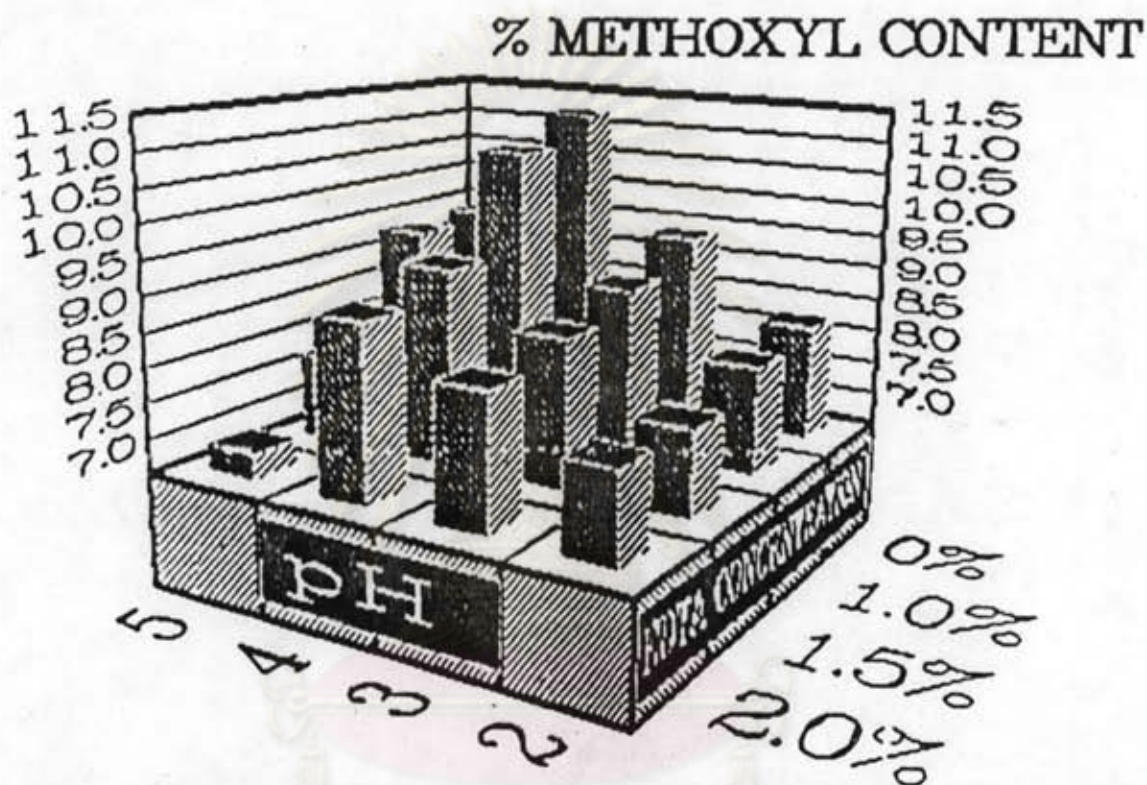
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอีดีทีเอ และ pH ที่มีผลต่อปริมาณ Anhydrouronic acid (% A.U.A.) ของเฟคตินที่สกัดได้



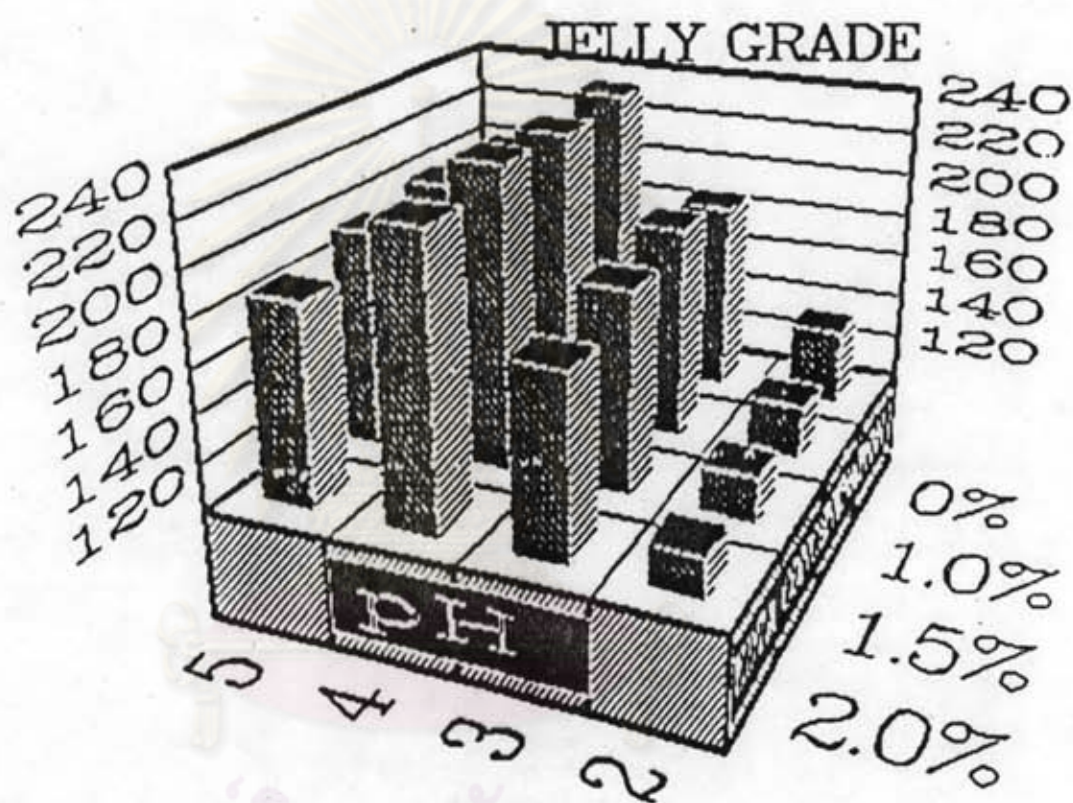
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอีควิวเลนต์เอ และ pH ที่มีผลต่อค่า Equivalent weight (Eq.Wt.) ของเพคตินที่สกัดได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอีทีเอ และ pH ที่มีผลต่อปริมาณ Methoxyl content (% MeO.) ของพอลิเมอร์ที่สกัดได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของอิตีเอนและ pH ที่มีผลต่อค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้

4.4 ผลของอัตราส่วนน้ำหนักแอลบิโดสดต่อปริมาณสารละลายกรดที่ใช้ในการสกัดเพคติน

ผลของการใช้อัตราส่วนน้ำหนักแอลบิโดสดต่อปริมาณสารละลายกรด 3 ระดับคือ 1:3 1:4 และ 1:5 ในการสกัดเพคตินจากแอลบิโดส้มโอพันธุ์ขาวแป้นในภาวะอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที และใช้เอสเอสเอ็มที่ความเข้มข้นร้อยละ 3.0 (โดยน้ำหนักแอลบิโดสด) แสดงในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.17-4.18

การประเมินผลประสิทธิภาพการสกัดเพคตินในภาวะการใช้อัตราส่วนน้ำหนักแอลบิโดสดต่อปริมาณสารละลายกรดแสดงในรูปของปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ (โดยน้ำหนักแห้ง) จากผลการทดลองพบว่าปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่ได้จากการสกัดในแต่ละภาวะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) แสดงว่าปัจจัยของอัตราส่วนแอลบิโดสดต่อปริมาณสารละลายกรดมีผลต่อประสิทธิภาพการสกัด เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่สกัดได้จากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.5 จากตารางดังกล่าวพบว่าประสิทธิภาพการสกัดเพคตินในภาวะการใช้อัตราส่วนเท่ากับ 1:3 ให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ต่ำสุด (33.82%) ลักษณะเพคตินที่สกัดได้มีสีน้ำตาลอ่อน เมื่ออัตราส่วนเพิ่มขึ้นเป็น 1:4 และ 1:5 ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์จะสูงขึ้นและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ดังนี้ 39.99% และ 39.67% ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.19) ซึ่งสาเหตุดังกล่าวอธิบายได้ว่า การสกัดโดยใช้อัตราส่วนเท่ากับ 1:3 มีปริมาณสารละลายสกัด (extractant) น้อยเกินไปทำให้ภาวะการสกัดมีความหนืดสูง การไหลเวียนและการแพร่กระจายของสารละลายสกัดไปสู่แอลบิโดเป็นไปได้ไม่ดีเท่าที่ควร จึงทำให้ประสิทธิภาพการสกัดเพคตินต่ำ (32) เมื่ออัตราส่วนเพิ่มขึ้นเป็น 1:4 และ 1:5 การไหลเวียนและการแพร่กระจายดังกล่าวเกิดได้ดีขึ้น ประสิทธิภาพการสกัดจึงสูงขึ้น ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวสอดคล้องกับผลงานวิจัยของ Agrawal และคณะ (16) ซึ่งทดลองสกัดเพคตินจากเปลือกส้มแมนดาริน โดยใช้อัตราส่วนแอลบิโดสดต่อปริมาณสารละลายกรดของระบบการสกัด 1:2 1:3 1:4 1:5 พบว่าประสิทธิภาพการสกัดจะสูงขึ้นเมื่ออัตราส่วนแอลบิโดสดต่อปริมาณสารละลายกรดของระบบการสกัดเพิ่มขึ้น จนกระทั่งอัตราส่วนเท่ากับ 1:4 ประสิทธิภาพการสกัดจึงสูงสุด หลังจากนั้นถ้าเพิ่มอัตราส่วนดังกล่าวต่อไป ประสิทธิภาพการสกัดจะคงที่ นอกจากนี้ Joslyn (3) รายงานไว้ว่า อัตราส่วนแอลบิโดสดต่อปริมาณสารละลายกรดของการสกัดเพคตินจากเปลือกผลไม้ตระกูลส้มที่เหมาะสมจะเท่ากับ 1:4

ส่วนการประเมินผลสมบัติของ เพคตินที่สกัดได้จากภาวะการใช้อัตราส่วนแอลมิโดสต่อ ปริมาตรสารละลายกรดเท่ากับ 1:3 1:4 และ 1:5 ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.5 และ รูปที่ 4.17 จากตารางพบว่าปริมาณค่า ความชื้น A.U.A MeO. และค่า Eq.Wt. ของ เพคตินที่สกัดได้จากภาวะดังกล่าว ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) แสดงว่าปัจจัยของอัตราส่วนแอลมิโดสต่อปริมาตรสารละลายกรด ไม่มีผลต่อสมบัติดังกล่าวของเพคตินที่สกัดได้

ผลการประเมินค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้จากภาวะการใช้อัตราส่วนแอล มิโดสต่อปริมาตรสารละลายกรดเท่ากับ 1:3 1:4 และ 1:5 แสดงในตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.18 พบว่าค่า Jelly grade ของเพคตินที่ได้จากการสกัดในแต่ละภาวะมีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) แสดงว่าปัจจัยของอัตรา ส่วนแอลมิโดสต่อปริมาตรสารละลายกรดมีผลต่อค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้ เมื่อ เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้จากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.5 จาก ตารางดังกล่าวพบว่าค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้จากภาวะการใช้อัตราส่วนเท่ากับ 1:3 มีค่า Jelly grade เฉลี่ยต่ำสุดคือ 177.10 เมื่ออัตราส่วนเพิ่มเป็น 1:4 และ 1:5 ค่า Jelly grade จะสูงในระดับเดียวกันคือ 233.91 และ 232.71 สาเหตุดังกล่าวอธิบาย ว่าการสกัดโดยใช้อัตราส่วนแอลมิโดสต่อปริมาตรสารละลายกรดน้อยเกินไป เมื่อให้ความร้อนแก่ ระบบการสกัดความร้อนส่วนหนึ่งถูกใช้ในการระเหยของน้ำ อีกส่วนหนึ่งจะถ่ายเทให้แก่เพคตินใน ระหว่างการสกัด เมื่อเวลาผ่านไปปริมาณน้ำในระบบการสกัดที่ภาวะนี้ลดต่ำมากทำให้ความเข้มข้น ของสารละลายกรดสูงขึ้น และเพคตินในระบบการสกัดได้รับความร้อนมากขึ้น ดังนั้นพันธะที่เชื่อม ระหว่างหน่วยย่อยของสายโมเลกุลเพคตินจึงถูกทำลายทำให้สมบัติการเกิดเจลลดต่ำลง (6,9) ดังนั้นเพคตินที่สกัดได้จะมีค่า Jelly grade ที่ต่ำ นอกจากนี้ผลของความร้อนดังกล่าวที่เพคตินได้ รับจะทำให้เพคตินที่สกัดได้มีสีน้ำตาลอ่อน เมื่ออัตราส่วนแอลมิโดสต่อปริมาตรสารละลายกรดของ ระบบการสกัดเพิ่มขึ้นเป็น 1:4 และ 1:5 การเกิดสภาพดังกล่าวจะลดลง เนื่องจากปริมาณน้ำ ในระบบการสกัดมีมากผลกระทบต่อเพคตินจึงเกิดน้อยลง

จากผลการทดลองสกัดเพคตินในภาวะการใช้อัตราส่วนน้ำหนักแอลบิโดสดต่อปริมาณสารละลายกรดทั้งสามระดับนั้น การพิจารณาเลือกอัตราส่วนเพื่อนำไปใช้ในการทดลองขั้นต่อไป จะใช้เกณฑ์การเลือกดังนี้

1. มีปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูง
2. มีค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. สูง
3. มีค่า Jelly grade สูง

จากผลการทดลองพบว่าการสกัดเพคตินที่ใช้อัตราส่วนเท่ากับ 1:4 และ 1:5 จะให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์และมีค่า Jelly grade ที่สูงสุดในระดับเดียวกัน ส่วนค่า Eq.Wt. ปริมาณ MeO. A.U.A. และค่าของเพคตินที่สกัดได้จากภาวะที่ใช้อัตราส่วนทั้ง 3 ระดับไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการใช้อัตราส่วน 1:4 และ 1:5 จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการสกัดขั้นต่อไป แต่ในการทดลองขั้นต่อไปได้เลือกภาวะการใช้อัตราส่วนเท่ากับ 1:4 ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณสารละลายกรดในการปรับ pH และปริมาณเอทานอลในการตกตะกอนและล้างเพคติน

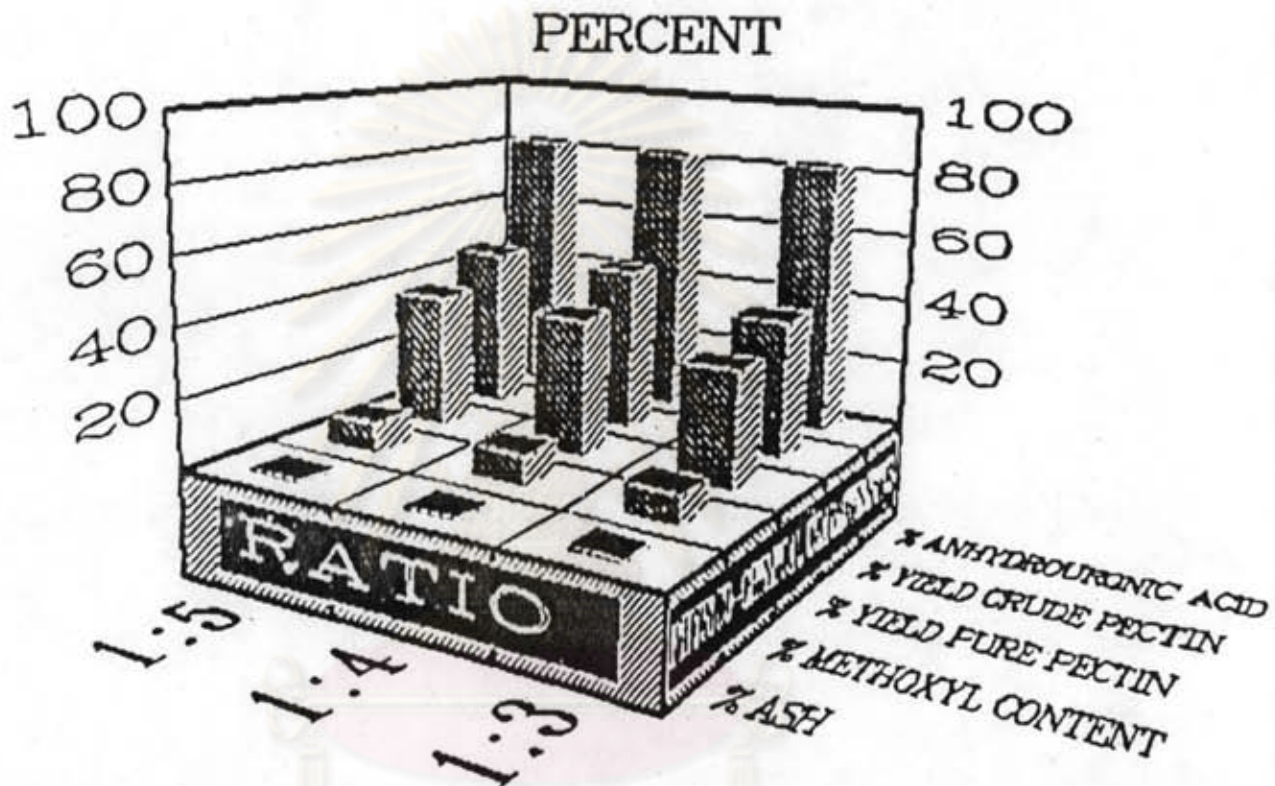


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ปริมาณและสมบัติของ เพคตินที่สกัดได้จากแอลบิโคของส้มโอพันธุ์ขาวแตง โดยใช้อัตราส่วนน้ำหนักแอลบิโคต่อปริมาณสารละลายกรดเท่ากับ 1:3 1:4 และ 1:5

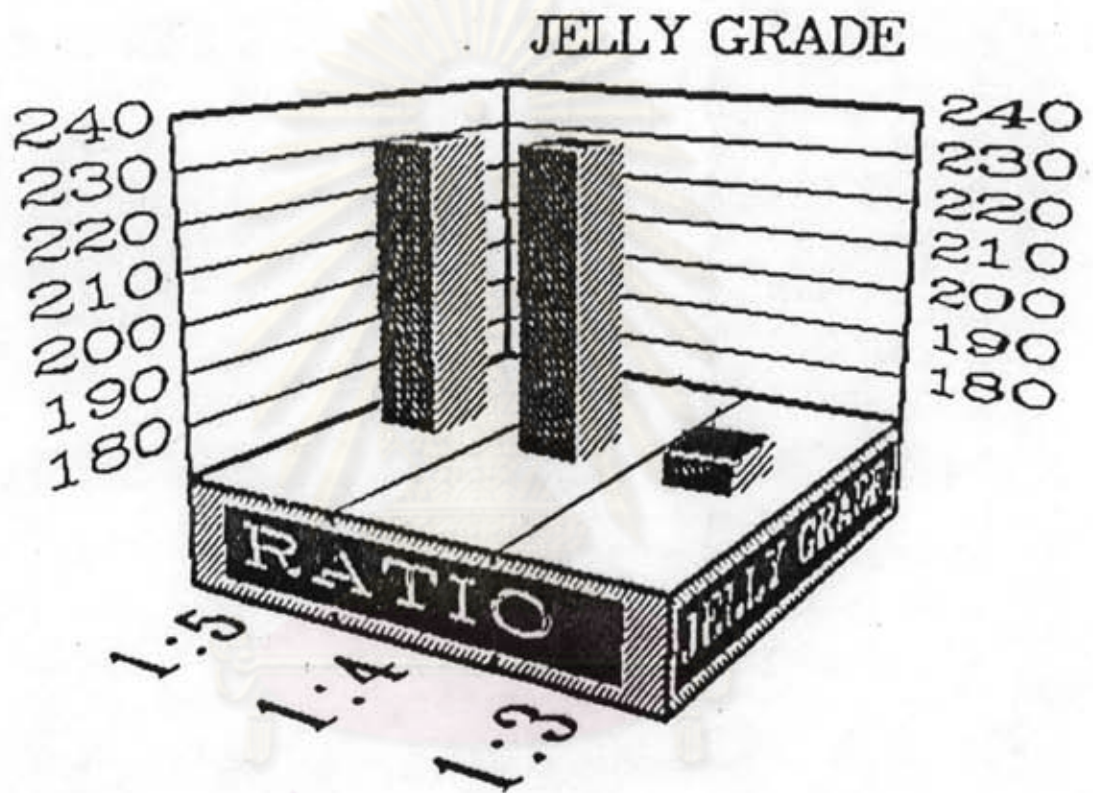
| ปริมาณร้อยละและสมบัติของเพคตินสกัด | อัตราส่วนแอลบิโคต่อปริมาณสารละลายกรด | | |
|---|--------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | 1:3 | 1:4 | 1:5 |
| ปริมาณร้อยละ เพคตินที่ปราศจากน้ำตาลและความชื้น (โดยน้ำหนักแห้ง) | 40.89 ± 0.13 b | 48.51 ± 1.11 a | 48.02 ± 0.28 a |
| ปริมาณร้อยละ เพคตินบริสุทธิ์ (โดยน้ำหนักแห้ง) | 33.82 ± 0.54 b | 39.99 ± 1.59 a | 39.67 ± 0.69 a |
| ปริมาณร้อยละความชื้นของเพคตินสกัด | 9.99 ± 0.15 ns | 9.98 ± 0.15 ns | 10.06 ± 0.08 ns |
| ปริมาณร้อยละน้ำตาลของเพคตินสกัด | 1.57 ± 0.02 ns | 1.56 ± 0 ns | 1.54 ± 0.03 ns |
| ปริมาณร้อยละ Anhydrouronic acid (A.U.A.) | 82.70 ± 1.05 ns | 82.48 ± 1.38 ns | 82.61 ± 0.96 ns |
| Equivalent weight. (Eq.Wt) | 381 ± 10 ns | 431 ± 16 ns | 424 ± 15 ns |
| ปริมาณร้อยละ Methoxyl content (MeO.) | 8.50 ± 0.17 ns | 9.10 ± 0.28 ns | 8.93 ± 0.24 ns |
| Jelly grade | 177.10 ± 1.10 b | 233.91 ± 4.65 a | 232.71 ± 6.17 a |

หมายเหตุ : a, b ค่าเฉลี่ยที่มีพยัญชนะภาษาอังกฤษเหมือนกันในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95
ns ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.17 ผลของอัตราส่วนน้ำหนักแอลบิโตสต่อปริมาณสารละลายกรด ที่มีต่อปริมาณเพคตินที่ปราศจากแก้วและความชื้น เพคตินบริสุทธิ์ แก้ว Anhydrouronic acid (% A.U.A.) และ Methoxyl content (%MeO.)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.18 ผลของอัตราส่วนน้ำหนักแอลมิโดสต่อปริมาณสารละลายกรด ที่มีต่อ
ค่า Jelly grade

4.5 ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการสกัดเพคติน

ผลการสกัดเพคตินจากแอลมิโดสึม โอฟันซ์ขาวแป้น ในภาวะที่ใช้เอสเอสเอ็มพีความเข้มข้นร้อยละ 3.0 เป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด ที่ pH=4.00 และอัตราส่วนน้ำหนักแอลมิโดสซึมต่อสารละลายกรดเท่ากับ 1:4 โดยแปรเปลี่ยนอุณหภูมิในการสกัด 2 ระดับคือ อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส และเวลา 3 ระดับคือ 30 60 90 นาที ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.19-4.24

4.5.1 ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อประสิทธิภาพการสกัดและสมบัติของเพคติน

การประเมินผลประสิทธิภาพการสกัดเพคติน ในภาวะการสกัดที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 60 และ 90 นาที แสดงในรูปของปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ (โดยน้ำหนักแห้ง) จากผลการทดลองพบว่าปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่ได้จากการสกัดในแต่ละภาวะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) โดยปัจจัยของอุณหภูมิและเวลามีผลร่วมต่อประสิทธิภาพการสกัด เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่สกัดได้จากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.6

ผลจากการทดลองพบว่า เมื่ออุณหภูมิของระบบการสกัดเพิ่มจากอุณหภูมิห้องเป็นอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ที่สกัดได้จะสูงขึ้น (ตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.19) ผลการทดลองดังกล่าวนี้สอดคล้องกับผลงานทดลองของ Rouse และ Crandall (17) ซึ่งทดลองสกัดเพคตินจากเปลือกมะนาว (lime) พบว่าประสิทธิภาพการสกัดจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิและเวลาของระบบการสกัดสูงขึ้น Kratchanov, Marev, Kirchev และ Bratanoff (32) ได้อธิบายถึงสาเหตุดังกล่าวไว้ว่า การสกัดที่อุณหภูมิต่ำการแพร่ของสารละลายสกัดเข้าสู่เนื้อเยื่อพืช และการแพร่ของโมเลกุลเพคตินออกจากเนื้อเยื่อพืชเกิดในอัตราที่ช้า จึงทำให้ประสิทธิภาพการสกัดต่ำ แต่เมื่ออุณหภูมิของระบบการสกัดเพิ่มประสิทธิภาพการสกัดจะสูงขึ้นเพราะสารละลายสกัดและโมเลกุลเพคตินจะแพร่ได้ดีขึ้น

จากการสกัดเพคตินที่อุณหภูมิห้องพบว่าที่เวลา 30 นาทีให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์ต่ำสุด และเมื่อเวลาการสกัดเพิ่มเป็น 60 และ 90 นาทีปริมาณเพคตินบริสุทธิ์จะสูงขึ้นตามลำดับ Kratchanov และคณะ (32) อธิบายว่า การสกัดเพคตินเกิดขึ้นโดยสารละลายสกัดจะแพร่เข้าไปในเนื้อเยื่อพืช แล้วไฮโดรไลซิโมเลกุลเพคตินออกจากเซลล์และโมเลกุลโพลีเมอร์อื่น ๆ หลังจากนั้นโมเลกุลเพคตินจะเคลื่อนที่ออกจากเนื้อเยื่อพืชสู่สารละลายสกัดภายนอก ในลักษณะของ

การแพร่ ซึ่งการแพร่ของสารละลายสกัดไปสู่เนื้อเยื่อพืชและการแพร่ของ โมเลกุลเพคตินจากเนื้อเยื่อพืชสู่สารละลายสกัดดังกล่าวนี้ต้องใช้ระยะเวลา ดังนั้นเมื่อเวลาของการสกัดเพิ่มขึ้นประสิทธิภาพการสกัดจะเพิ่มขึ้นเช่นกัน ส่วนการสกัดเพคตินที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 60 และ 90 นาที พบว่าการสกัดที่ภาวะทั้งสามให้ปริมาณเพคตินบริสุทธิ์สูงสุดในระดับเดียวกัน ทั้งสามภาวะ (ตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.19) แสดงว่า การสกัดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีนั้นกระบวนการสกัดเพคตินเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์แล้ว ดังนั้นเมื่อเวลาการสกัดเพิ่มเป็น 60 และ 90 นาทีจึงไม่มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการสกัด

4.5.2 ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อปริมาณแก้วของเพคตินที่สกัดได้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณแก้วของเพคตินที่ได้จากภาวะการสกัดที่ อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 60 และ 90 นาที แสดงดังตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.20 จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ปริมาณแก้วของเพคตินที่สกัดได้จากภาวะดังกล่าว ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) แสดงว่า ปัจจัยอุณหภูมิและเวลาไม่มีผลต่อปริมาณแก้วและความชื้นของเพคตินที่สกัดได้

4.5.3 ผลของอุณหภูมิและเวลาที่มีต่อปริมาณ A.U.A ของเพคตินที่สกัดได้

เพคตินที่สกัดได้จากภาวะอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่เวลา 30 60 และ 90 นาทีเมื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณ A.U.A. ผลที่ได้แสดงในตารางที่ 4.6 และรูปที่ 4.21 จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าปริมาณ A.U.A. ในเพคตินที่สกัดได้จากแต่ละภาวะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) โดยปัจจัยอุณหภูมิและเวลามีผลร่วมต่อปริมาณ A.U.A. ของเพคตินที่สกัดได้ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างปริมาณ A.U.A. ในเพคตินที่สกัดได้จากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.6

เมื่อพิจารณาภาวะการสกัดที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 60 และ 90 นาที พบว่าเพคตินที่สกัดในภาวะอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นจาก 30 นาทีถึง 90 นาที ปริมาณ A.U.A. ของเพคตินที่สกัดได้จะสูงขึ้นตามลำดับ แสดงว่าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาการสกัดเพิ่มขึ้นระบบการสกัดได้รับความร้อนมากขึ้นอาจทำให้สารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่จับอยู่กับโมเลกุลเพคติน เช่น neutral sugar กรดอินทรีย์ แดกตัว แยกออกจากโมเลกุลเพคติน จึงทำให้ปริมาณ A.U.A. ของเพคตินมีปริมาณมากขึ้น แต่การสกัดที่ภาวะอุณหภูมิห้องพบว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่อปริมาณ A.U.A.

4.5.4 ผลของอุณหภูมิและเวลามีต่อค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินที่สกัดได้ ค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินที่สกัดได้จากภาวะอุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสที่เวลา 30 60 และ 90 นาที แสดงดังตารางที่ 4.6 รูปที่ 4.22-4.23 พบว่าค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินสกัดในแต่ละภาวะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) โดยที่ปัจจัยอุณหภูมิและเวลามีผลร่วมต่อค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ในเพคตินที่สกัดได้จากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.6

การสกัดที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 60 และ 90 นาที พบว่าเพคตินที่สกัดในภาวะอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเมื่อเวลาเพิ่มขึ้นจาก 30 นาทีถึง 90 นาที ค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ในเพคตินที่สกัดได้จะลดลงตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากความร้อนทำให้เกิดปฏิกิริยา deesterification ได้มากขึ้น (6,12) ดังนั้นค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. จึงลดลง แต่การสกัดที่ภาวะอุณหภูมิห้องในระยะเวลาดังกล่าวไม่มีผลต่อค่า Eq.Wt. และปริมาณ MeO. ของเพคตินที่สกัดได้

4.5.5 ผลของอุณหภูมิและเวลามีต่อค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้

การประเมินค่า Jelly grade ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.6 รูปที่ 4.24 จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่าค่า Jelly grade ของเพคตินสกัดในแต่ละภาวะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวก ข) โดยที่ปัจจัยอุณหภูมิและเวลามีผลร่วมต่อค่า Jelly grade เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้จากภาวะต่าง ๆ โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (27) ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 4.6

การสกัดที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 60 และ 90 นาที พบว่าเพคตินที่สกัดที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นจาก 30 นาทีถึง 90 นาที ค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้จะลดลงตามลำดับ แสดงว่าอุณหภูมิมีผลต่อการสลายตัวของพันธะในโมเลกุลเพคติน จึงส่งผลให้ประสิทธิภาพการเกิดเจลลดลง ดังนั้นค่า Jelly grade ของเพคตินดังกล่าวจึงต่ำ (17) แต่การสกัดที่ภาวะอุณหภูมิห้องปัจจัยของเวลาไม่มีผลต่อค่า Jelly grade ของเพคตินที่สกัดได้

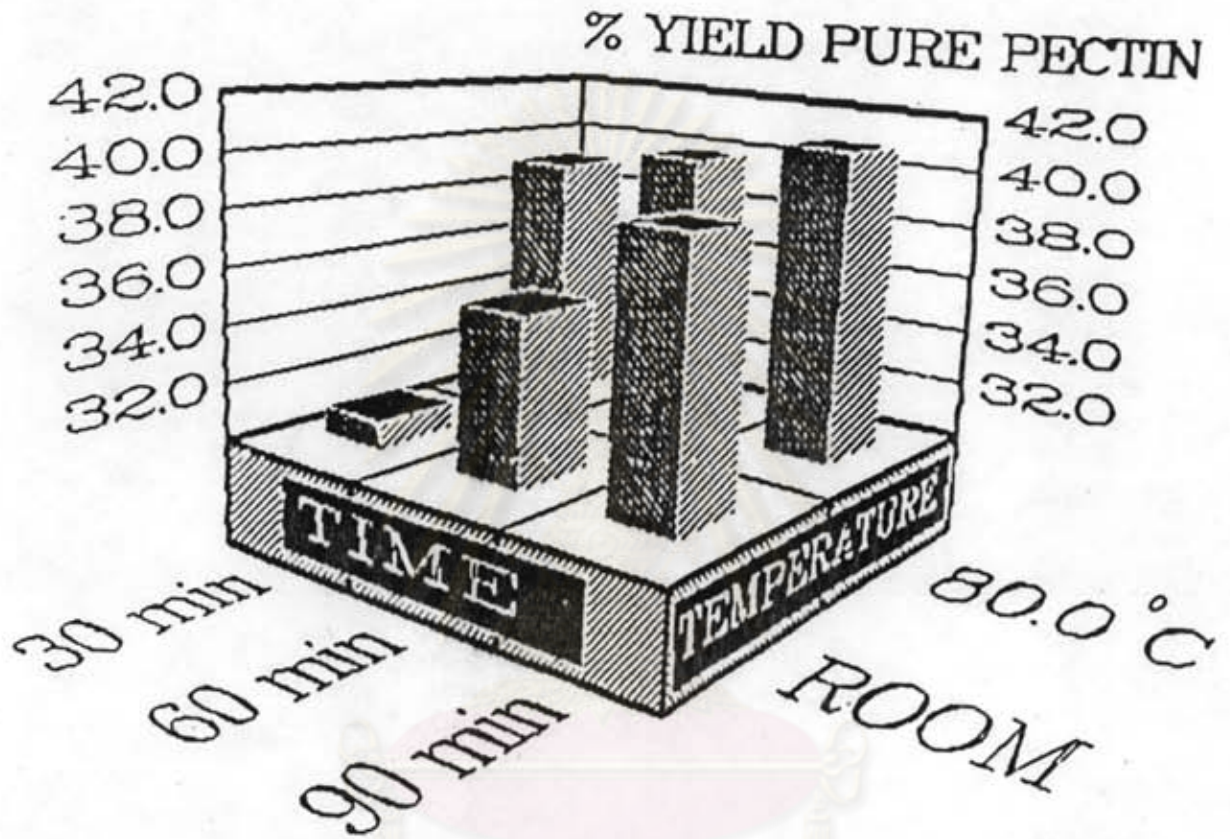
ตารางที่ 4.6 ปริมาณและสมบัติของเพคตินที่สกัดได้จากแอลมิโคของส้มโอพันธุ์ขาวแตงกวา
อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 60 และ 90 นาที

| ปริมาณร้อยละและสมบัติ ของเพคตินสกัด | อุณหภูมิและเวลาในการสกัด | | | | | |
|---|--------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | อุณหภูมิห้อง | | | อุณหภูมิ 80 °C | | |
| | 30 นาที | 60 นาที | 90 นาที | 30 นาที | 60 นาที | 90 นาที |
| ปริมาณร้อยละ เพคตินที่ปราศจากเถ้า และความชื้น (โดยน้ำหนักแห้ง) | 38.77 ± 0.25 c | 44.56 ± 0.21 b | 48.72 ± 1.06 a | 48.84 ± 0.08 a | 48.51 ± 1.11 a | 48.19 ± 0.96 a |
| ปริมาณร้อยละ เพคตินบริสุทธิ์ (โดยน้ำหนักแห้ง) | 30.97 ± 0.12 c | 35.71 ± 0.26 b | 39.26 ± 1.07 a | 39.14 ± 0.20 a | 39.99 ± 0.25 a | 40.96 ± 0.87 a |
| ปริมาณร้อยละความชื้น ของเพคตินสกัด | 10.57 ± 1.15 ns | 10.81 ± 0.02 ns | 10.68 ± 0.54 ns | 10.53 ± 0.36 ns | 9.98 ± 0.15 ns | 10.05 ± 0.22 ns |
| ปริมาณร้อยละเถ้า ของเพคตินสกัด | 1.59 ± 0.03 ns | 1.54 ± 0.05 ns | 1.50 ± 0.07 ns | 1.51 ± 0.02 ns | 1.55 ± 0.02 ns | 1.53 ± 0.02 ns |
| ปริมาณร้อยละ Anhydrouronic acid (A.U.A.) | 79.91 ± 0.81 c | 80.04 ± 0.32 c | 80.57 ± 0.46 c | 80.13 ± 0.28 c | 82.48 ± 0.38 b | 85.01 ± 0.13 a |
| Equivalent weight. (Eq.Wt) | 500 ± 6 a | 498 ± 10 a | 493 ± 5 a | 460 ± 10 b | 431 ± 16 c | 389 ± 6 d |
| ปริมาณร้อยละ Methoxyl content (MeO.) | 10.02 ± 0.04 a | 10.10 ± 0.15 a | 9.93 ± 0.05 a | 9.66 ± 0.04 a | 9.10 ± 0.28 b | 8.62 ± 0.06 c |
| Jelly grade | 264.56 ± 4.25 a | 260.31 ± 2.85 a | 257.43 ± 3.40 a | 244.31 ± 0.81 b | 233.91 ± 4.65 c | 216.06 ± 1.80 d |

หมายเหตุ : a,b,c,d ค่าเฉลี่ยที่มีพยัญชนะภาษาอังกฤษเหมือนกัน ในแถวเดียวกัน ไม่มีความแตกต่าง

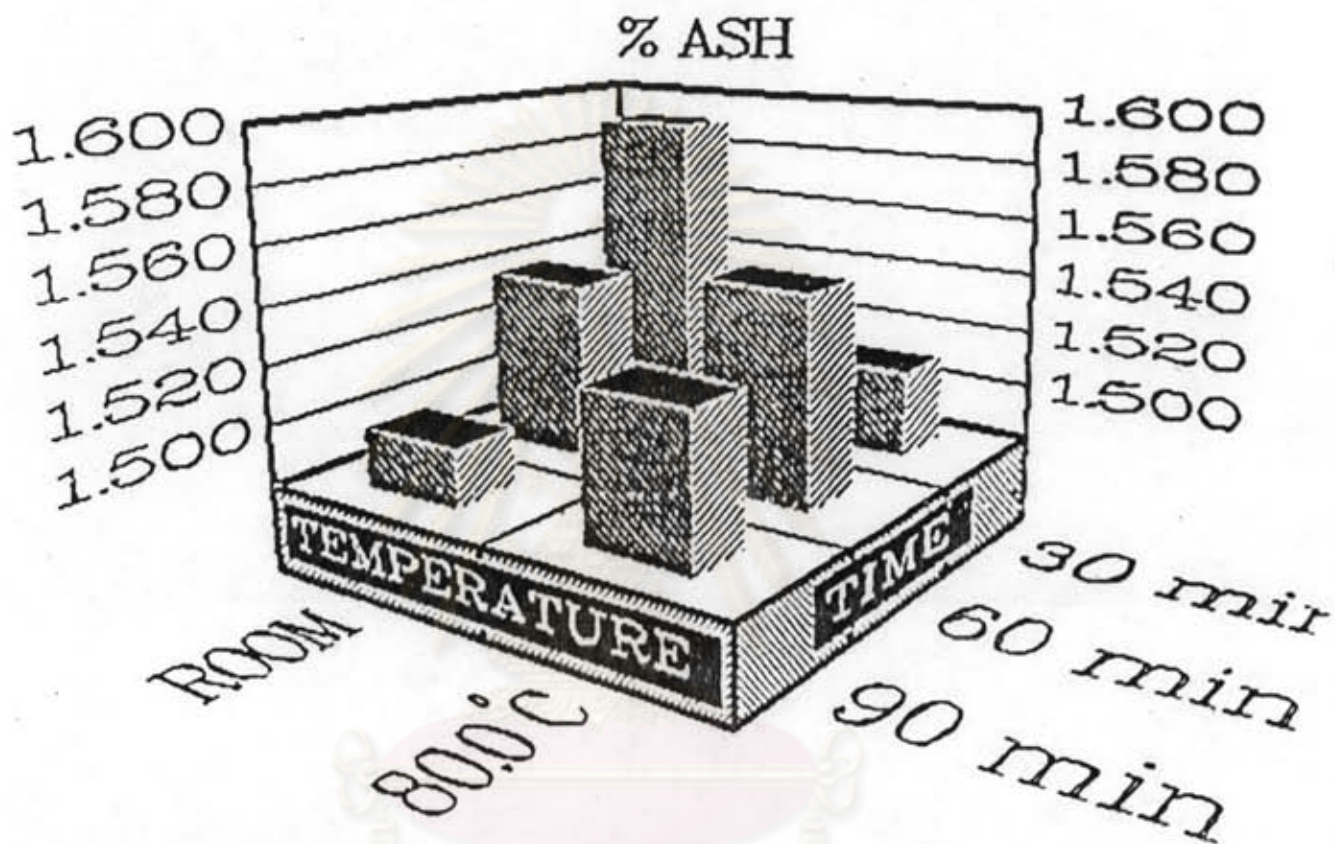
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

: ns ค่าเฉลี่ยที่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95



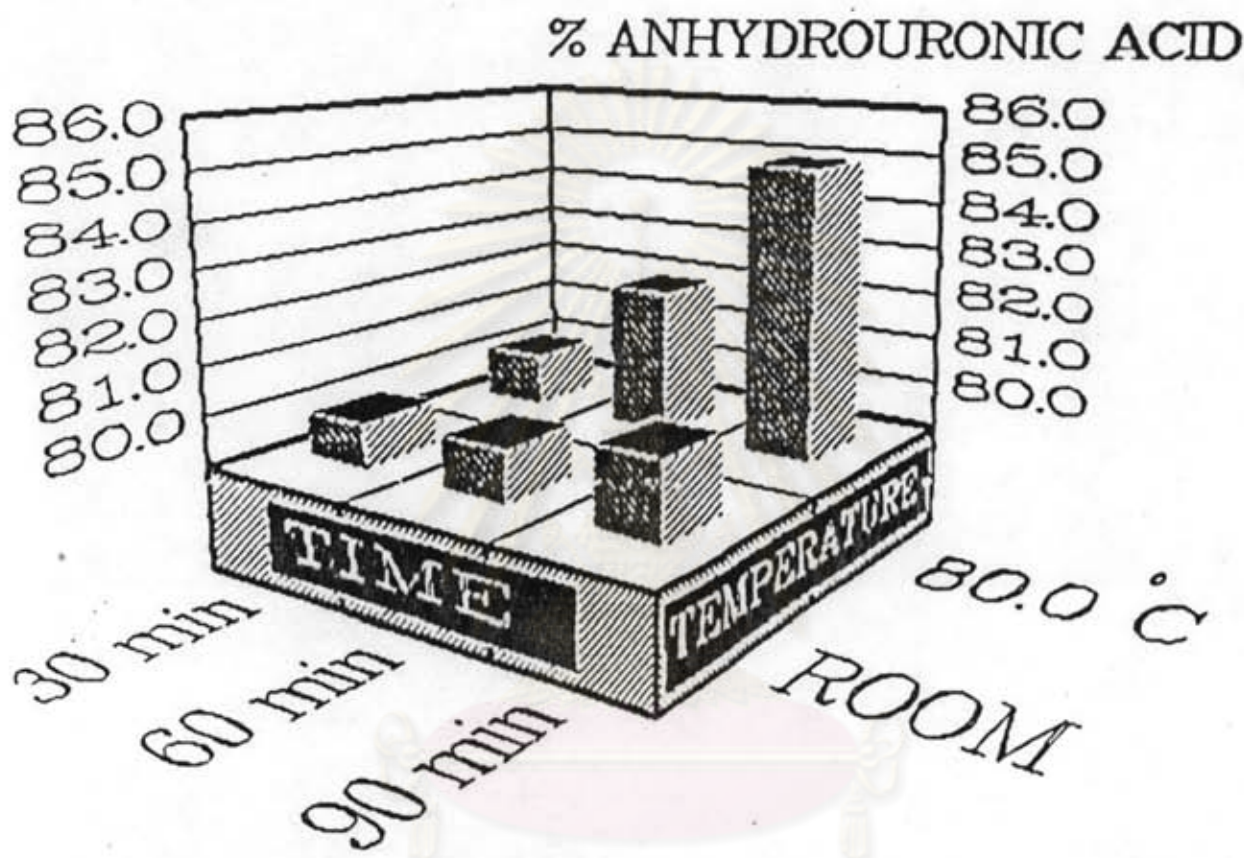
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่มีผลต่อปริมาณเพคตินบริสุทธิ์



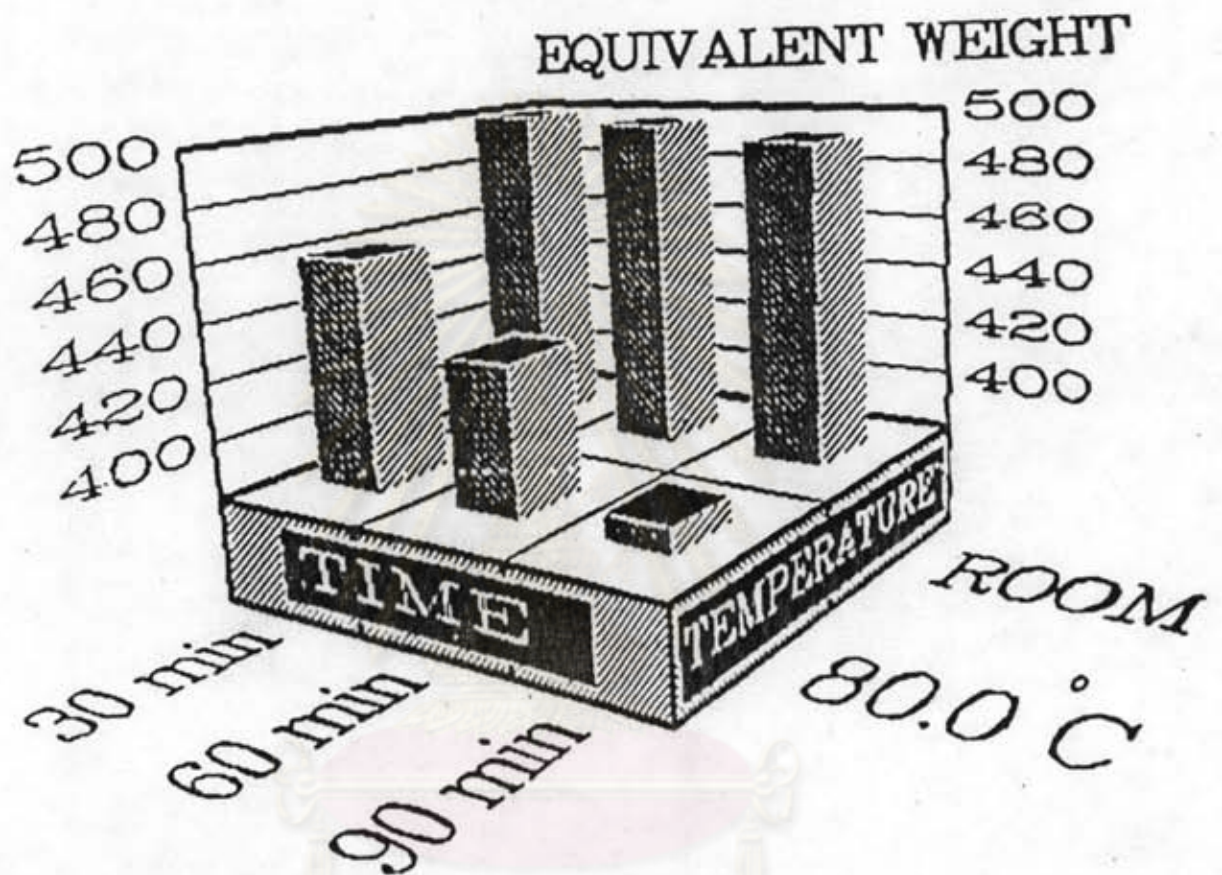
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่มีผลต่อปริมาณเถ้าของพืชดินที่สกัดได้



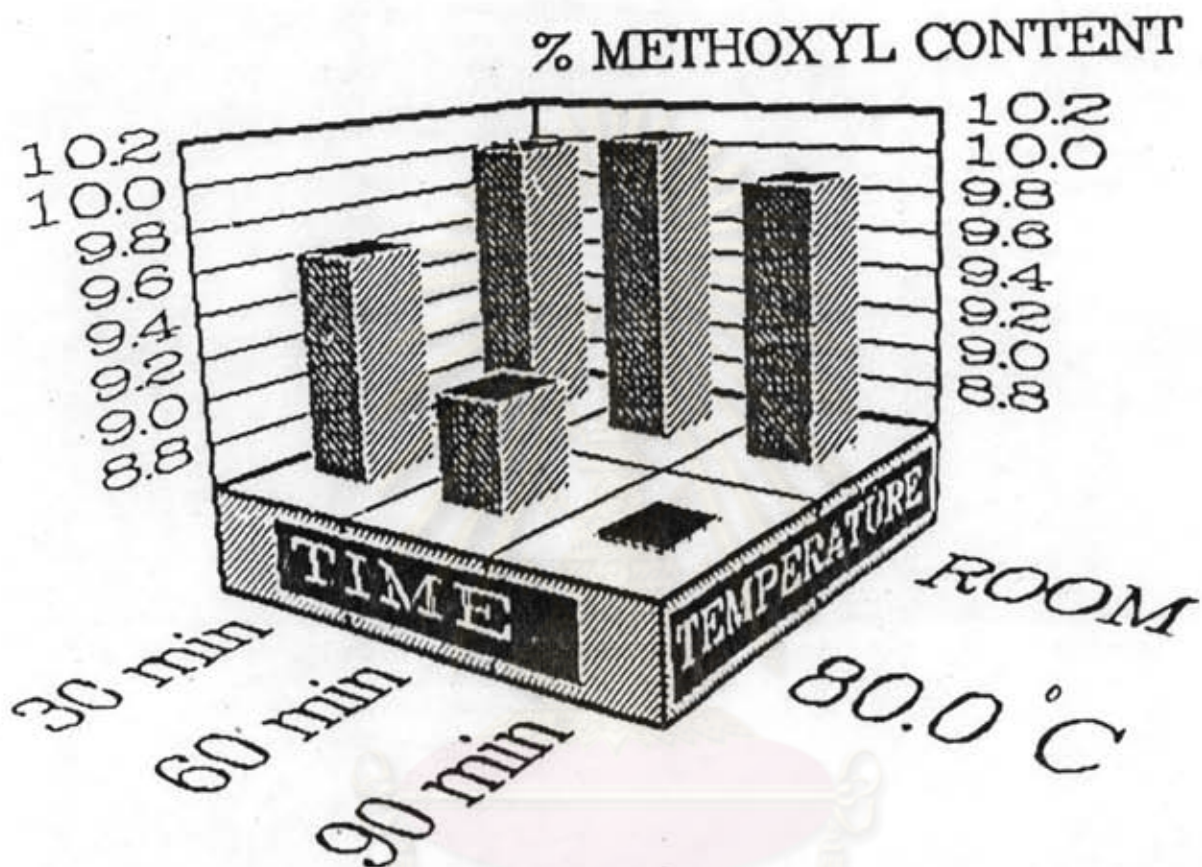
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่มีผลต่อปริมาณ Anhydrous uronic acid (% A.U.A) ของพืชที่สกัดได้



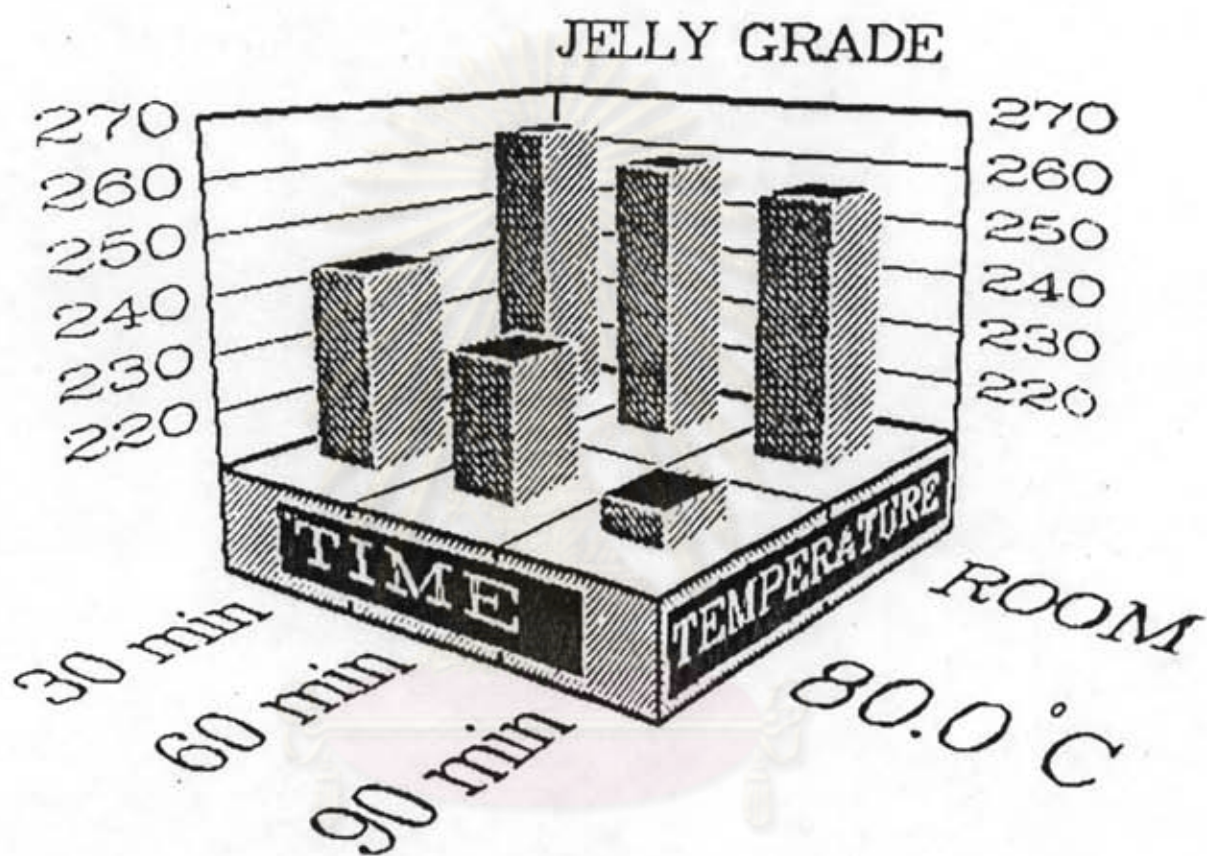
ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่มีผลต่อค่า Equivalent weight (Eq. Wt.) ของเฟคตินที่สกัดได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่มีผลต่อปริมาณ Methoxyl content (% MeO.) ของพอลิเมอร์ที่สกัดได้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในการสกัดที่มีผลต่อค่า Jelly grade ของ เพคตินที่สกัดได้