ว. วิชาการ กษ. 6 : 79–83 (2531)

การฟอกปอด้วยจุลินทรีย์

สำเนา ศรุตานนท์[1]

บทคัดย่อ

ปอแก้วจัดเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง ปลูกกันมากในทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย และทำรายได้ให้กับประเทศ โดยเฉพาะปอฟอก นอกจากจะใช้ป้อนโรงงานทอกระสอบแล้วยังทำเป็นผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ส่งไปขายยังต่างประเทศอีกด้วย ในบทความได้กล่าวถึงการจำแนกชนิดของเส้นใย วิธีการแยกเส้นใย การย่อยสลายสารเพกทินด้วยเอนไซม์ กระบวนการเกิดจุลินทรีย์ในการแช่ฟอก ระยะต่าง ๆ ในการแช่ฟอก และปัจจัยสำคัญที่ทำให้การฟอกได้ผลดี

ปอแก้วนับเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ส่วนใหญ่ปลูกกันใน 16 จังหวัดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เพราะเป็นพืชที่ขึ้นได้ดีในที่แห้งแล้งและดินมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ นอกจากนี้ยังปลูกกันในบางจังหวัดของภาคอื่น ๆ เช่น เชียงราย พะเยา เชียงใหม่ เพชรบูรณ์ พิษณุโลก สุโขทัย สุราษฎร์ธานี ฉะเชิงเทรา และปราจีนบุรี ฯลฯ ในปี พ.ศ. 2509 พื้นที่ปลูกขยายสูงสุดถึง 3.2 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 662,400 ตัน หลังจากนั้นเนื้อที่ค่อย ๆ ลดลง จนในปี พ.ศ. 2519 เนื้อที่เหลือเพียง 1 ล้านไร่เศษ เนื่องจากว่าเกษตรกรหันไปปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งราคาดีกว่าและไม่มีโรคและแมลงรบกวน ในปี พ.ศ. 2521 เนื้อที่ปลูกเพิ่มขึ้นเป็น 2 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 337,800 ตัน แล้วก็ค่อย ๆ ลดลงมาอีกจนเหลือ 1.1 ล้านไร่ในปี พ.ศ. 2521 ในปี พ.ศ. 2530–2531 มีเนื้อที่ปลูกปอ 1.19 ล้านไร่ ได้ผลผลิต 0.20 ล้านตัน ซึ่งลดลงจากปี 2529–2530 ในอัตราร้อยละ 7 และ 13 ตามลำดับ (นิรนาม, 2530) ปอแก้วนอกจากใช้ป้อนโรงงานทอกระสอบและโรงงานผลิตผลปออื่น ๆ แล้ว ยังส่งเป็นสินค้าปอฟอกออกไปขายยังต่างประเทศอีกด้วย ในปี พ.ศ. 2500 ไทยส่งปอฟอกไปขายต่างประเทศเพียง 14,580 ตัน เป็นมูลค่า 46 ล้านบาท และได้เพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อย ๆ จนในปี พ.ศ. 2509 ส่งไปถึง 473,269 ตัน แต่ในปี พ.ศ. 2530 ไทยส่งออกผลิตภัณฑ์ปอและปอฟอกไปทั้งสิ้น 133,613 ตัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 28 จากปี พ.ศ. 2529 (นิรนาม, 2530)

ปอฟอกจะได้ราคาสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับคุณภาพของเส้นใยเป็นสำคัญ และการที่จะทำให้เส้นใยมีคุณภาพดีจะต้องอาศัยจุลินทรีย์ฟอกปอที่มีประสิทธิภาพเข้าช่วยในการฟอก และนอกจากนั้นยังต้องอาศัยปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรดด่าง อาหาร อายุและพันธุ์ของปอ

[1]นักวิชาการโรคพืช กลุ่มงานบักเตรี กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ 10900

การจำแนกชนิดของเส้นใย

เส้นใยปอแก้วจำแนกเป็นชนิดต่าง ๆ (นิรนาม, 2516) คือ.–

1. เส้นใยปอกลีบแห้ง (Dry ribbon fiber) เป็นเส้นใยที่ได้จากการลอกเปลือกของต้นปอออกจากลำต้น แล้วนำมาตากแดดให้แห้ง วิธีการนี้มักจะทำกันเป็นอุตสาหกรรมภายในครอบครัวเป็นส่วนมาก เส้นใยชนิดนี้ใช้สำหรับมัดของแทนเชือก โดยทั่วไปปอกลีบตากแห้งราคาจะต่ำกว่าปอฟอก

2. เส้นใยปอกลีบขูดผิด หรือเส้นใยปอขูด (Decorticated fiber) เป็นเส้นใยที่ได้จากการลอกเปลือกสดออกจากต้น แล้วขูดผิวออกให้เหลือแต่เส้นใยแล้วตากแดดให้แห้ง วิธีนี้ชาวไร่ไม่นิยมกระทำกันเพราะเส้นใยชนิดนี้ราคาถูกกว่าเส้นใยปอฟอก

3. เส้นใยปอกลีบสดฟอก (Fresh ribbon fiber) คือ เส้นใยที่ได้จากการลอกเปลือกสดออกแล้วนำไปแช่ฟอก วิธีนี้เหมาะสำหรับบริเวณที่มีน้ำค่อนข้างน้อย

4. เส้นใยปอฟอก (Retted fiber) เป็นเส้นใยที่ได้จากการนำต้นปอทั้งต้นไปแช่ในน้ำให้เปื่อย แล้วนำมาฟอกเป็นเส้นใย เป็นวิธีการที่มีการปฏิบัติกันมากที่สุดในแหล่งที่มีน้ำพอเพียง

การแยกเส้นใย

วิธีการแยกเส้นใย (Anon, 1959) ทำได้ดังนี้.–

1. การแยกเส้นใยโดยใช้เครื่องมือกล (Mechanical fiber extraction) เส้นใยที่ได้ คือ ปอกลีบสด ปอกลีบแห้ง เส้นใยปอกลีบขูดผิวหรือเส้นใยปอขูด การขูดผิวออกนั้น อาจจะใช้

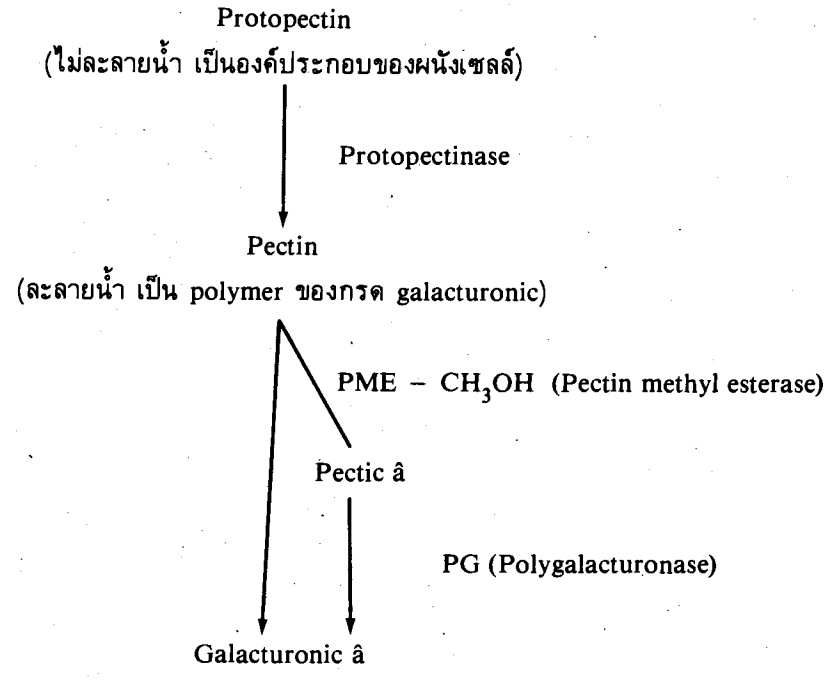
มีดขูดออก ซึ่งต้องเปลืองแรงงานมากและกระทำได้ช้า ต่อมาจึงได้ใช้เครื่องกลขูดแทน ซึ่งนับว่าสะดวกและทุ่นแรงได้มาก แต่คุณภาพของเส้นใยชนิดนี้สู้ปอฟอกไม่ได้ แต่ในแง่อุตสาหกรรมแล้ว ถ้าหากใช้เส้นใยปอขูดกับเส้นใยปอฟอกผสมกันในการทอกระสอบจะได้กระสอบซึ่งมีคุณภาพดีกว่าการใช้เส้นใยปอฟอกแต่เพียงอย่างเดียว

2. การแยกเส้นใยโดยใช้สารเคมี (Chemical fiber extraction) เส้นใยที่ได้ คือ เส้นใยปอฟอก สารเคมีพวกนี้ได้แก่ NaOH, Na_2CO_3, Na_2S, $CaCl_2$, $Ca(OH)_2$ และ C_2H_5OH โดยใช้ความเข้มข้นจาก 0.02% ถึง 5% และอุณหภูมิจาก 40°C ถึง 100°C ใช้เวลาแช่ 5 นาทีถึง 15 นาที แล้วล้างด้วย CH_3COOH หรือ HCl จากการทดลอง (Anon, 1959) พบว่า การใช้ NaOH หรือ Na_2CO_3 จะให้ผลการฟอกดีที่สุด แต่วิธีการนี้เหมาะสำหรับใช้แต่ในงานทดลอง ไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ทางการค้า เพราะต้นทุนสูง

3. การแยกเส้นใยโดยใช้จุลินทรีย์ (Biological fiber extraction) เส้นใยที่ได้คือเส้นใยปอฟอก วิธีการมีทั้งการนำต้นปอไปแช่น้ำและฝังดิน การฝังดินพอจะอนุโลมเป็นปอฟอกได้ และเหมาะสำหรับไร่ปอแก้วที่ห่างไกลแหล่งน้ำหรือหาน้ำแช่ฟอกไม่ได้ หลุมหมักควรลึกประมาณ 50 ซม. ความยาวของหลุมประมาณเท่ากับความยาวของต้นปอ ส่วนความกว้างก็แล้วแต่ปริมาณของปอที่ใช้ วิธีการทำโดยนำต้นปอมาวางเรียงในหลุมเป็นชั้น ๆ แต่ละชั้นใช้ดินกลบบาง ๆ แล้วกลบปากหลุมให้แน่น รดน้ำบนปากหลุมทุกวันเพื่อช่วยให้จุลินทรีย์ในดินทำงานได้ดีขึ้น หลังจาก 30 วันจึงขุดดินออก แล้วนำมาลอกเส้นใยจากแกนปอและล้างน้ำให้สะอาด ส่วนการแยกเส้นใยโดยการแช่น้ำถือว่าเป็นวิธีการที่มีการปฏิบัติกันมากที่สุด

การแยกเส้นใยหรือการฟอกปอด้วยจุลินทรีย์

Venning (1958) ได้พิสูจน์ว่า เส้นใยของปอแก้วถูกล้อมรอบอยู่ด้วยเซลล์ 3 ชนิด คือ cortical parenchyma, phloem rays และ functional phloem cells การแยกเส้นใยหรือการฟอกปอจึงหมายถึงการแยก living parenchyma ทั้ง 3 ออกจากมัดเส้นใย ซึ่งเซลล์ parenchyma ที่ล้อมรอบมัดเส้นใยเหล่านี้ถูกยึดติดกันด้วย middle lamella intercellular substance ซึ่งเป็นสารพวก pectic substances ในขณะที่เส้นใยถูกยึดติดกันด้วยสารพวก lignin ดังนั้น การแยกเส้นใยด้วยจุลินทรีย์ก็คือการสลาย middle lamella intercellular substances โดยจุลินทรีย์ย่อยสลายสาร pectin ซึ่งได้แก่พวกบักเตรีและเชื้อรา จุลินทรีย์เหล่านี้จะปล่อย pectic enzyme มาย่อยสาร pectin ใน middle lamella ให้เป็นโมเลกุลขนาดเล็กเพื่อใช้เป็นพลังงานและการเจริญเติบโต (ดูผังการย่อย)



ผังแสดงการย่อยสลายสาร Pectin (Alexander, 1961)

กระบวนการเกิดจุลินทรีย์ในการแช่ฟอกปอ

ขั้นตอนการเกิดจุลินทรีย์ในการแช่ฟอก (Love, 1958) แบ่งเป็น 2 ระยะ.–

ระยะที่ 1 เป็นกระบวนการของจุลินทรีย์ที่ใช้อากาศ เพราะในระยะแรกปอและน้ำที่แช่ฟอกยังมีออกซิเจนอยู่มาก ดังนั้น จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระยะนี้จึงเป็นพวกที่ใช้อากาศบักเตรี ได้แก่ พวก *Bacillus* spp. เช่น *B. subtilis, B. vulgatus., B. cereus., B. mycoides., B. macerans., B. polymyxa* นอกจากนี้ก็มีพวก *Pseudomonas* spp. เช่น *Ps. fluorescens, Arthrobacter, Aerobacter, Erwinia* และ *E. coli* gr. ส่วนเชื้อรา ได้แก่ พวก *Fusarium* spp. เช่น *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici., Chaetomium., Mucor, Phoma. Aspergillus* และ *Penicillium* sp.

ระยะที่ 2 เป็นกระบวนการของจุลินทรีย์ที่ไม่ใช้อากาศ เนื่องจากออกซิเจนในน้ำและต้นปอถูกใช้หมดไปแล้วในระยะที่หนึ่ง ดังนั้น จุลินทรีย์ที่ทำปฏิกิริยาต่อจึงเป็นพวกที่ไม่ต้องการอากาศ ซึ่งได้แก่พวก *Clostridium* spp. เช่น *C. pectinovarum, C. felsineum., C. butyricum, C. tertium,* (Lanigan, 1951)

ระยะต่าง ๆ ในการแช่ฟอกปอ (Anon, 1959) แบ่งได้เป็น 4 ระยะ.–

1. **Physical phase** ระยะนี้น้ำจะซึมเข้าไปแทนที่อากาศ ทำให้เนื้อเยื่อฟองน้ำ จุลินทรีย์จึงสามารถเข้าไปได้ง่ายขึ้น

2. **Preliminary หรือ early biological phase** ระยะนี้จะมีจุลินทรีย์เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก เนื่องจากสารที่ละลายออกมาจากต้นปอจะเป็นแหล่งอาหารอย่างดี ซึ่งจะทำให้เกิดการสลายของพวกคาร์โบไฮเดรตและสารประกอบไนโตรเจน จะมีการสะสมของกรดอินทรีย์และเกิดก๊าซต่าง ๆ ขึ้นในระยะนี้

3. **Principal biological phase** จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระยะที่ 2 จะละลาย middle lamella ของเนื้อเยื่อ parenchyma ทำให้เส้นใยแยกออกจาก cortex และ phloem ในระหว่างการสลายของสาร pectin ใน middle lamella จะมีก๊าซต่าง ๆ เช่น H_2, CO_2 เกิดขึ้น นอกจากนั้นยังมีกรดอินทรีย์ เช่น acetic, lactic, succinic และ butyric เกิดขึ้นเป็นจำนวนมากอีกด้วย

4. **Termination** ระยะนี้เป็นระยะที่สำคัญที่สุด คือ เส้นใยจะแยกตัวออกจากเนื้อเยื่อ parenchyma ระยะนี้ต่างกับระยะที่ 3 คือเกือบไม่มีกรดเกิดขึ้นเลย

ปัจจัยสำคัญที่ทำให้การฟอกปอได้ผลดี

Love, (1958) ได้รายงานถึงปัจจัยที่สำคัญในการฟอกปอไว้ดังนี้:–

1. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 32 ±2°C

2. ความเป็นกรดด่างของน้ำ คือ pH ควรอยู่ระหว่าง 6.0–6.8 และ pH ไม่ควรต่ำกว่า 5.5

3. ปริมาณของน้ำ อัตราส่วนที่เหมาะสมของน้ำ : ปอ = 20 : 1 โดยน้ำหนัก

4. ปริมาณของจุลินทรีย์ในน้ำ ควรอยู่ระหว่าง 20–40% โดยปริมาตร

5. อายุของต้นปอ ถ้าต้นปออายุน้อยการฟอกก็จะเร็วขึ้น

6. ชนิดของน้ำ ถ้าแช่ในน้ำกระด้างจะทำให้เส้นใยหยาบ น้ำที่ใช้ฟอกควรเป็นน้ำอ่อนที่มีการไหลช้า ๆ เพราะจะพาเอาสารที่สกปรกต่าง ๆ ให้ละลายออกไป

7. อาหารของจุลินทรีย์ พบว่าการเติม $NaNO_3$ 1% ลงไปจะทำให้การฟอกเร็วขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเส้นใย

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเส้นใย เสรีวัฒน์, (2526) สามารถแยกออกได้เป็น 2 ปัจจัย คือ.–

1. **ปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้** ส่วนมากได้แก่สภาพแวดล้อมต่าง ๆ ในการปลูก เช่น.–

ชนิดของดิน ดินที่เหมาะสมคือดินร่วนซึ่งจะให้เส้นใยละเอียดมีคุณภาพดี ดินทรายจะทำให้เส้นใยปอหยาบ ดินเหนียวจะทำให้เส้นใยเป็นปุ่ม

สภาพภูมิอากาศ พื้นที่ ๆ มีฝนตกชุกจะทำให้บริเวณโคนของลำต้นมีปุ่ม ซึ่งจะทำให้เส้นใยเป็นปุ่มด้วย ถ้าฝนแล้งเส้นใยจะสั้นเพราะลำต้นเตี้ย

คุณภาพของน้ำ ถ้าเป็นน้ำอ่อนก็จะได้เส้นใยมีคุณภาพดี

2. **ปัจจัยที่ควบคุมได้** ได้แก่.–

พันธุ์ พันธุ์ที่อายุสั้นจะให้เส้นใยที่มีคุณภาพดี เพราะขณะที่แช่ฟอกยังมีน้ำอยู่อย่างพอเพียง และอุณหภูมิของน้ำก็ยังสูงอยู่

ระยะปลูกที่เหมาะสม จะได้ต้นปอที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เมื่อนำไปแช่ฟอกก็จะทำให้เน่าเปื่อยพร้อมกัน

การกำจัดวัชพืช ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ขนาดของต้นปอใกล้เคียงกัน

ปริมาณของปุ๋ย พบว่าถ้าใส่ไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้เส้นใยเปราะ

การป้องกันโรค โรคจะทำให้เส้นใยมีคุณภาพไม่ดี

การกำจัดแมลง แมลงก็เป็นปัญหาสำคัญอันหนึ่งที่ทำให้คุณภาพเส้นใยลดลง

การค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับการฟอกปอในประเทศไทย

ได้มีการค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับการฟอกปอในประเทศไทยบ้างแต่ไม่มากนัก จึงทำให้ข้อมูลต่าง ๆ ในเรื่องนี้มีน้อย เช่น Greenhil and Nopakun (1965) ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับการฟอกปอด้วย dry ribbon เปรียบเทียบกับ fresh ribbon และ stalk ปรากฏว่าการใช้ dry ribbon ได้ผลดีพอสมควร ถึงแม้ว่าจะใช้เวลานานกว่าการใช้ fresh ribbon ก็ตาม เพราะข้อดีของการใช้ dry ribbon คือ เหมาะสำหรับในแหล่งที่มีน้ำน้อย หรือแหล่งน้ำห่างไกล เพราะสะดวกในการขนส่ง หรืออาจจะเก็บไว้จนถึงฤดูที่มีน้ำเพียงพอก็ได้ ต่อมา Vardhanabhuti et al. (1967) ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับจุลินทรีย์ฟอกปอ พบบักเตรีที่ใช้อากาศชนิดหนึ่งซึ่งแยกได้จากเปลือกต้นปอให้ผลการฟอกเส้นใยปอกลีบสดและแห้ง และต้นปอสดและแห้งได้ดี ซึ่ง Vardhanabhuti et al. (1969) ได้วิเคราะห์ว่าเป็น *Bacillus subtilis* และจากการทดลองของสำเนา (2521, 2528) พบ *Fusarium* sp. และ *Bacillus* sp. มีประสิทธิภาพสูงในการฟอก แต่เมื่อนำมาทดลองในสภาพธรรมชาติให้ผลไม่ดี (สำเนา, 2529) เนื่องจากในสภาพธรรมชาติมีปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องมาก ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่เติมลงไป เช่น การแข่งขันกับจุลินทรีย์ที่มีอยู่เดิมตามธรรมชาติ ความเป็นกรดด่างของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ สารอาหาร จึงต้องหาวิธีปรับสภาพแวดล้อมเหล่านี้ให้เหมาะสมเพื่อจุลินทรีย์ที่เติมลงไปจะได้เพิ่มจำนวนและกิจกรรม ซึ่งก็จะทำให้ผลการฟอกปอดีตามที่ต้องการ

ต่อมา สุรเวทย์ และคณะ (2531) รายงานว่า สมาคมอุตสาหกรรมทอกระสอบไทยร่วมกับกรมวิชาการเกษตรและกรมส่งเสริมการเกษตร ได้พัฒนาเครื่องลอกปอกลีบสดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบข้อดีของการลอกปอกลีบสดว่าจะทำให้ได้ปอฟอกมีคุณภาพดีกว่าการใช้ปอทั้งต้นแช่ฟอก เพราะใช้เวลาในการแช่น้อยกว่า แต่ได้ปริมาณปอฟอกมากกว่า และลดเนื้อที่ในการแช่ฟอกลง ซึ่งถือว่าเป็นข้อดีอย่างยิ่งในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีปัญหาเรื่องแหล่งน้ำมาก ถึงแม้ว่าการใช้ปอกลีบสดฟอกจะใช้น้ำน้อยลงก็ตาม แต่ก็ยังต้องการน้ำให้เพียงพอในการแช่ฟอก ซึ่งในบางครั้งปริมาณน้ำอาจไม่เพียงพอ ดังนั้น การใช้ปอกลีบแห้งจะเหมาะสมกับบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากกว่าการใช้ปอกลีบสด เพราะในกรณีที่ใช้ปอกลีบแห้งฟอกก็สามารถจะเก็บเอาไว้จนถึงเวลาที่มีน้ำเพียงพอได้ เพียงแต่จะต้องหาวิธีที่จะทำให้การฟอกได้เส้นใยที่มีคุณภาพดีเท่าเทียมกับการใช้ปอกลีบสดเท่านั้น ซึ่งจากการรายงานของ Greenhill and Nopakum (1965) ก็กล่าวว่า การใช้ปอกลีบสดและปอกลีบแห้งฟอก คุณภาพที่ได้ใกล้เคียงกัน เพียงแต่ใช้เวลาในการแช่ฟอกนานกว่ากันเล็กน้อยเท่านั้น และจากการทดลองของสำเนา (2521, 2528, 2529) ก็ได้ใช้แต่ปอกลีบแห้งและต้นแห้งเท่านั้น ซึ่งก็ปรากฏว่าได้เส้นใยคุณภาพดีตามต้องการ

เอกสารอ้างอิง

นิรนาม. 2516. ปอแก้ว. หน้า 164–178 ใน : คู่มือประกอบคำบรรยายพืชไร่ 211 (พืชเศรษฐกิจ) โดยคณาจารย์หมวดวิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร ม. เกษตร บางเขน 282 หน้า.

นิรนาม. 2530. สถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2530/31. เอกสารสถิติการเกษตร. ศูนย์สถิติการเกษตร, สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 314 หน้า.

สำเนา ศรุตานนท์. 2521. การศึกษาเพื่อหาจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการฟอกปอแก้วให้มีคุณภาพดีที่สุด. รายงานผลการค้นคว้าวิจัยประจำปี 2521. กองโรคพืช กรมวิชาการเกษตร. หน้า 758–763.

สำเนา ศรุตานนท์. 2528 การคัดเลือกบักเตรีที่มีประสิทธิภาพในการฟอกปอ. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2528. กองโรคพืช กรมวิชาการเกษตร. หน้า 312–319.

สำเนา ศรุตานนท์. 2529. การศึกษาประสิทธิภาพของบักเตรีฟอกปอในสภาพธรรมชาติ เปรียบเทียบกับในสภาพห้องทดลอง. รายงานผลการค้นคว้าวิจัย ประจำปี 2529. กองโรคพืช กรมวิชาการเกษตร. หน้า 84–90.

สุรเวทย์ และคณะ. 2531. การใช้เครื่องลอกปอกลีบสดเพื่อพัฒนาคุณภาพปอฟอก. กสิกร 61 : 419–425.

เสรีวัฒน์ จัตตุพรพงษ์. 2526. เอกสารประกอบการบรรยาย การอบรมการปลูกปอ ครั้งที่ 4. สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร. หน้า 32–41.

Alexander, M. 1961. Introduction to soil microbiology. Toppan company Ltd., Tokyo, Japan. p. 214–218.

Anonymous. 1959. Kenaf-Investigaciones canducidas en Cuba. Boletin No. 74 Ministerio de Agricultura, Estacion Experimental Agronomica, Comision de Investigacion Agricola, USOM to Cuba La Havana.

Greenhill, W.L. and Nopakun, N. 1965. Report No. 3. Some preliminary investigations of the retting of kenaf ribbon. Applied scientific research corporation of Thailand. 7 pp.

Lanigan, G.D. 1951. The bacterial flora of Australian flax retting. Aus. J. Sci. Res, Ser B. 4, 461–485.

Love, H.T. 1958. Proceeding of the world conference on kenaf Havana, Cuba. 141–161.

Vardhanabhuti, S. *et al.* 1967. Preliminary studies on microbial flora of kenaf retting. Applied scientific research corporation of Thailand 12 pp.

Vardhanabhuti, S. et al. 1969. *Bacillus subtilis,* a potent kenaf retter. Applied scientific research corporation of Thailand. 13 pp.

Venning D.F. 1958. Development morphology and physiology of kenaf as related to the production of fiber. Paper presented at the Kenaf Conference, October 27–31 1958. Havana, Cuba.

Microbiological Retting of Kenaf

By

Samnao Sarutananda

Division of Plant Pathology and Microbiology, Department of Agriculture, Bangkhen, Bangkok, Thailand 10900.

ABSTRACT

Kenaf (*Hibiscus sabdariffa* var. *altissima*) is one of the economically important crops in Thailand for which a significant export income is derived from retted kenaf. This paper describes the classification and separation of the fiber, pectic substances, pectic enzymes, microbiological processes and factors effecting kenaf retting.