และเมื่อสอบถามถึงความต้องการของทางกลุ่มเกษตรกรพบว่ากลุ่มเกษตรกรต้องการทราบแผนการผลิตหรือความต้องการของโรงงานที่แน่นอน เพื่อการวางแผนในการปลูกและเก็บเกี่ยว การควบคุมราคาปุ๋ย และยากำจัดวัชพืช ซึ่งเป็นต้นทุนหลัก การวิจัยเกี่ยวกับการส่งออกสับปะรดในลักษณะผลสดที่จะได้ราคาดีกว่า และการหาตลาดใหม่ๆ เนื่องจากปัจจุบันมีการแข่งขันสูงขึ้นในตลาดเดิม และการเติบโตของอุตสาหกรรมค่อนข้างคงที่

นอกจากนี้ เมื่อได้สอบถามเกษตรกรที่ทำสัญญากับทางโรงงานกรณีศึกษาซึ่งส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์พบว่า การปลูกเกษตรกรแต่ละรายจะมีพื้นที่ปลูกประมาณ 10 – 80 ไร่ โดยในการปลูกแต่ละครั้งจะใช้พื้นที่ปลูกประมาณ 5-30 ไร่ ปลูกประมาณ 4,000 – 10,000 ต้นต่อไร่ ได้น้ำหนักผลผลิตประมาณ 4- 10 ตันต่อไร่ แรงงานในครอบครัวประมาณ 2-3 คน ทำให้ต้องมีการจ้างแรงงานเพิ่มเติมในแต่ละขั้นตอนของการปลูก โดยความรู้ในการปลูกเกษตรกรมักจะเรียนรู้ด้วยตนเอง หรือสอบถามจากเพื่อนเกษตรกร หรือจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริมของทางโรงงาน วัสดุปลูกจะใช้หน่อในการปลูก และความหนาแน่นในการปลูกไม่มาก ค่าใช้จ่ายในการปลูกส่วนใหญ่จะอยู่ที่ค่าปุ๋ยและค่ายากำจัดวัชพืช รวมถึงสารบังคับดอก เกษตรกรมีความเข้าใจว่าการใช้ปุ๋ยในปริมาณมากและการหักจุกก่อนเก็บเกี่ยวจะทำให้ผลผลิตที่ได้มีน้ำหนักมาก แต่การหักจุกก็จะทำให้ปริมาณไนเตรทในผลผลิตเกินมาตรฐานที่โรงงานกำหนด ส่วนในการบำรุงรักษาในลักษณะอื่น ๆ เช่นการให้น้ำระหว่างการปลูก หรือหลังบังคับดอกเกษตรกรจะไม่ค่อยให้ความสำคัญมากนัก เนื่องจากพื้นที่ที่ใช้ปลูกเป็นลักษณะที่ราบเชิงเขาการชลประทานไม่ดี หากต้องการรดน้ำต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการขนส่งน้ำ และขณะให้ปุ๋ยก็จะมีการผสมน้ำกับปุ๋ยในเวลาเดียวกันอยู่แล้ว ในทางตรงข้าม เมื่อคณะผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์คุณนุกูล ฉุนราชา นายกสมาคมชาวไร่สับปะรด ที่จังหวัดเพชรบุรีพบว่าลักษณะการปลูกจะแตกต่างกัน โดยจำนวนต้นที่ปลูกประมาณ 10,000 ต้นต่อไร่ น้ำหนักผลผลิตสูงถึง 18 ตันต่อไร่ หรือเฉลี่ยประมาณ 10-12 ตันต่อไร่ ไม่มีการหักจุกก่อนเก็บเกี่ยวทำให้ปริมาณไนเตรทไม่สูงเกินมาตรฐาน และมีการวางแผนการให้น้ำอย่างเป็นระบบ

แต่ในเรื่องของราคานั้นก็จะคล้ายกับที่กลุ่มเกษตรกรกล่าวไว้คือราคาโรงงานเป็นผู้กำหนดและจะขึ้นลงตามปริมาณผลผลิต ซึ่งจากการสอบถามในระหว่างที่ทำการศึกษานี้ราคามีแนวโน้มลดลงโดยที่ล่าสุดอยู่ที่ราคา 2.50 บาทต่อกิโลกรัม

4.4 สภาพปัจจุบันของเครือข่ายโรงงาน

จากการสัมภาษณ์ คุณศักดิ์ณรงค์ อุตสาหกุล ผู้อำนวยการฝ่ายวิจัยและนโยบาย ของสถาบันอาหาร ที่ได้รับการแต่งตั้งจากคณะรัฐมนตรีให้ทำหน้าที่เป็น ผู้จัดการสับปะรดของประเทศไทย (Mr.Pineapple) เมื่อวันที่ 6 กุมภาพันธ์ 2549 โดย Mr.Pineapple กล่าวว่า ท่านได้รับการแต่งตั้งจากคณะรัฐมนตรี โดยอ้างอิงจากมติของคณะรัฐมนตรี เรื่องที่ 19 เลขที่หนังสือ/วันเดือนปี ที่มีมติ ๓๘๒๔

[๐๒/๐๓/๔๗] (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2547) ที่ให้ความเห็นชอบยุทธศาสตร์สับปะรด ตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมเสนอ โดยให้กระทรวงอุตสาหกรรมรับประเด็นอภิปรายของคณะกรรมการกลั่นกรองเรื่องเสนอคณะรัฐมนตรี คณะที่ 2 (ฝ่ายเศรษฐกิจ) เกี่ยวกับการจัดทำระบบ Zoning ความร่วมมือของทุกฝ่ายภายในประเทศทั้งกลุ่มเกษตรกรและโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรด และการจัดการของรัฐบาลในลักษณะของการจัดตั้งบริษัทกลาง โดยร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน ไปดำเนินการด้วย

ยุทธศาสตร์สับปะรดประกอบด้วยมาตรการ 4 ด้าน คือ

1. ด้านวัตถุดิบ ประกอบด้วย การจัดทำระบบ Zoning การส่งเสริมการรวมตัวของภาคเกษตรกร การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสับปะรดทั้งด้านปริมาณ คุณภาพ และช่วงเวลา รวมทั้งลดต้นทุนการผลิต

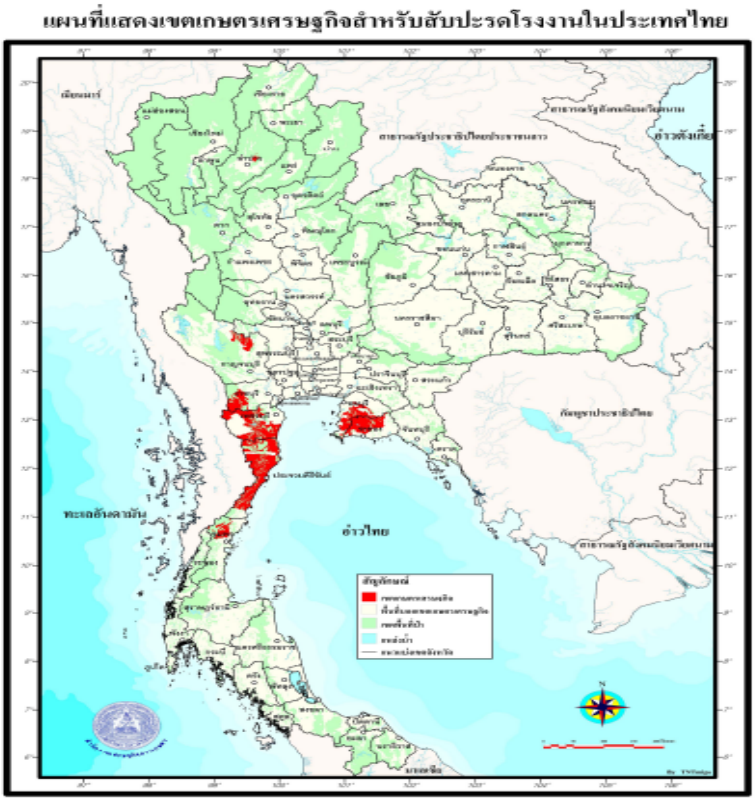
2. ด้านการสร้างสมดุลระหว่างวัตถุดิบกับการแปรรูป ได้แก่ การส่งเสริมให้มีการจัดระบบ Contract Farming ระหว่างกลุ่มเกษตรกรและโรงงานสับปะรดให้มีประสิทธิภาพ สนับสนุนให้โรงงานมีการผลิตที่มีมาตรฐานและความปลอดภัยในระดับสากล (GMP/ HACCP) สนับสนุนให้มีการค้นคว้าวิจัยการแปรรูปผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ในเชิงพาณิชย์สนับสนุนด้านสินเชื่อผ่อนปรนแก่เกษตรกรและโรงงาน และที่สำคัญคือ การจัดตั้งบริษัทกลางเพื่อเชื่อมโยงระบบการผลิตการแปรรูปและการตลาดของอุตสาหกรรมสับปะรดให้เกิดเอกภาพและมั่นคง โดยการจัดตั้งบริษัทกลางจะเป็นการร่วมลงทุนระหว่างภาคเกษตร (กลุ่มเกษตรกร) ภาคอุตสาหกรรม (โรงงานอุตสาหกรรมสับปะรด) และภาครัฐ (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม : สสว.) ในสัดส่วนการลงทุนร้อยละ 35 : 35 : 30 มีเงินทุนจดทะเบียนเริ่มต้น 30 ล้านบาท

3. ด้านการสร้างเอกภาพและส่งเสริมการส่งออก ได้แก่ การรณรงค์การบริโภคสับปะรดสดและผลิตภัณฑ์ในประเทศให้มากขึ้น การจัดระเบียบการส่งออกโดยใช้กลไกของบริษัทกลาง สนับสนุนการสร้างตราสินค้าสับปะรดไทยในตลาดโลก ส่งเสริมการจัดตั้งบริษัทร่วมทุนสับปะรดไทย – อินโดนีเซีย – ฟิลิปปินส์ เพื่อสร้างเสถียรภาพราคาตลาดโลก และการส่งเสริมการตลาดในรูปแบบต่าง ๆ

4. ด้านการบริหารจัดการ ได้แก่ การปรับปรุงองค์ประกอบของคณะกรรมการ นโยบายและพัฒนาสับปะรดแห่งชาติ จากเดิมที่อยู่ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงเกษตรและสหกรณ์มาอยู่ภายใต้การกำกับดูแลของกระทรวงอุตสาหกรรม โดยมีรัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมเป็นประธานกรรมการ และการสนับสนุนสำนักงานพัฒนาสับปะรดแห่งประเทศไทยให้สามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับผลที่คาดว่าจะได้รับ จะทำให้ราคาสับปะรดมีเสถียรภาพ เกษตรกรมีรายได้ที่มั่นคง เกิดดุลยภาพระหว่างการผลิตวัตถุดิบกับการแปรรูปในภาคอุตสาหกรรม การจัดตั้งบริษัทกลางจะก่อให้เกิดผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจให้แก่ประเทศขั้นต่ำปีละ 3,925 ล้านบาท และก่อให้เกิดความเป็น

เอกภาพในการผลิต และการส่งออก ส่งผลให้ประเทศไทยสามารถส่งออกผลิตภัณฑ์สับปะรดได้ 40,000 ล้านบาท ในปี 2555 ตามที่กำหนดเป้าหมายไว้ ทั้งนี้ ให้กระทรวงอุตสาหกรรมนำแนวทางการพัฒนาผลกีวีของประเทศนิวซีแลนด์มาศึกษาเปรียบเทียบในการดำเนินยุทธศาสตร์สับปะรดของประเทศไทยด้วย โดยรูปที่ 4.14 แสดงแผนที่เขตเกษตรเศรษฐกิจสำหรับสับปะรดโรงงานในประเทศไทย

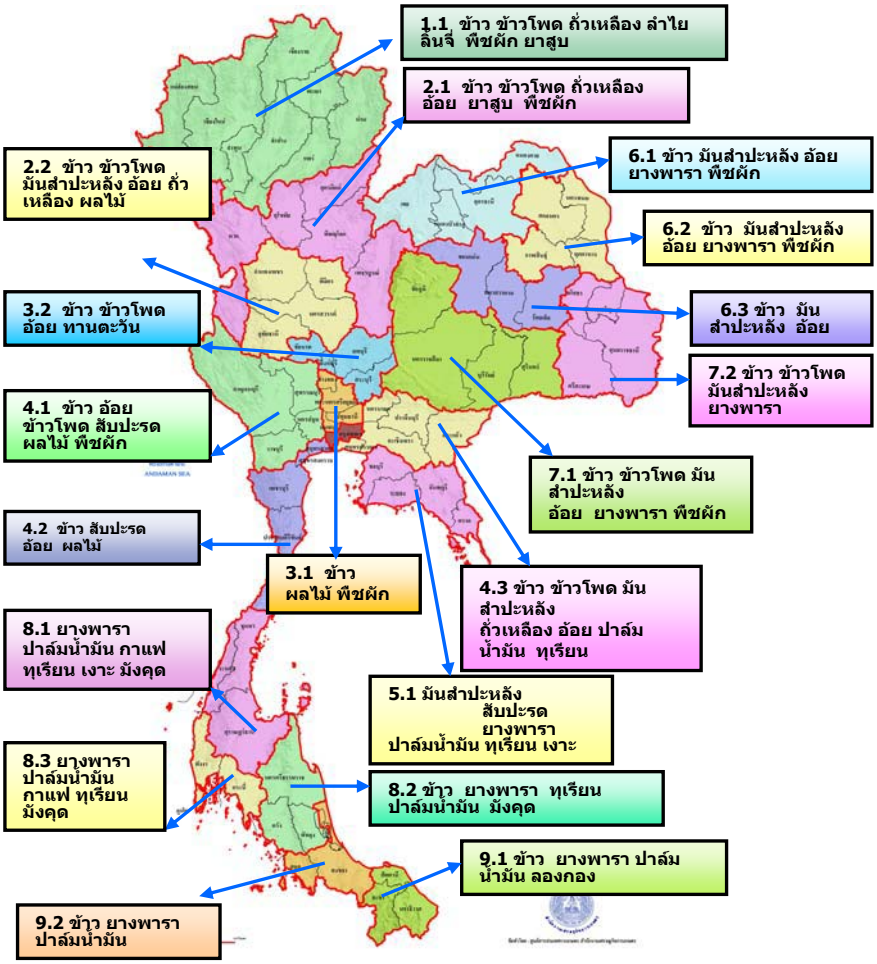


รูปที่ 4.14 พื้นที่เกษตรเศรษฐกิจสำหรับสับปะรดโรงงานในประเทศไทย

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547

ระบบ Zoning จำเป็นที่จะต้องได้รับความร่วมมือจากทุกฝ่ายภายในประเทศทั้งกลุ่มเกษตรกรและโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรด และการจัดการของรัฐบาล ดังนั้นรัฐบาลจึงได้จัดทำยุทธศาสตร์แต่ละจังหวัด โดยสำนักเศรษฐกิจเกษตร ทำหน้าที่รวบรวมและกำหนดยุทธศาสตร์ของแต่ละจังหวัด ดังแสดงในรูปที่ 4.15

แผนที่แสดงการเกษตรของประเทศไทย

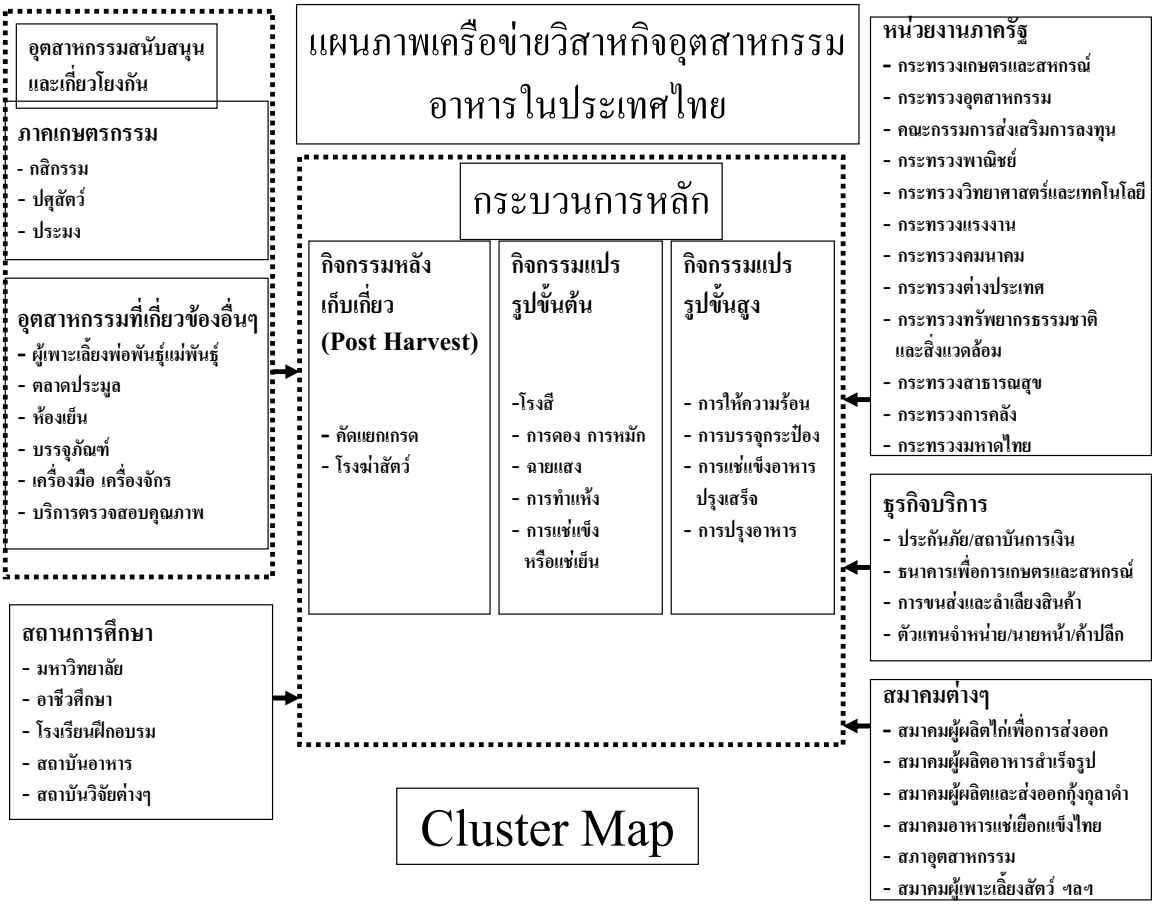


ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร

รูปที่ 4.15 แสดงแผนที่แสดงการเกษตรของประเทศไทย ตามยุทธศาสตร์จังหวัด CEO
ที่มา: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2546

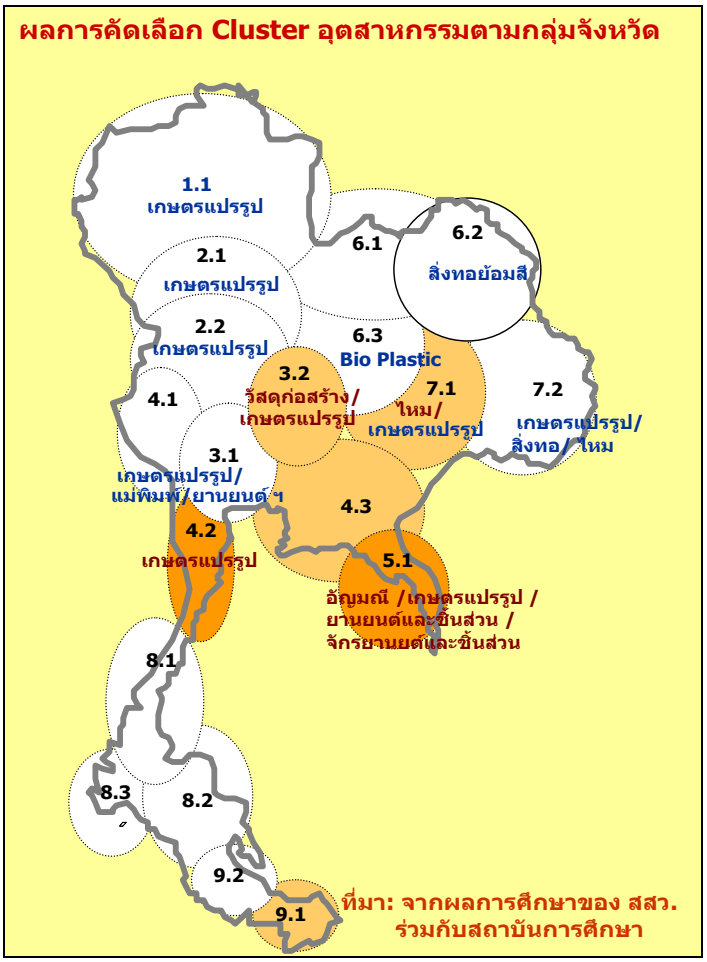
จากโครงการศึกษาพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศที่เกิดขึ้นโดยการสนับสนุนงบประมาณจากรัฐบาล และเป็นการร่วมมือของทีมงานศึกษา 2 ฝ่าย คือ ฝ่ายไทย ประกอบด้วยทีมเจ้าหน้าที่ สศช. และทีมงานจากสถาบันบัณฑิตบริหารธุรกิจ ศศินทร์ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับทีมงานของ Prof. Michael E. Porter แห่งมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด ประเทศสหรัฐอเมริกา ผู้ซึ่งมีชื่อเสียงและเป็นที่ยอมรับในระดับนานาชาติว่าเป็นผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์ความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ใช้ระยะเวลาศึกษา 6 เดือน (กุมภาพันธ์-กรกฎาคม 2546) โดยใช้กรอบการวิเคราะห์ตามแนวคิด Diamond Model ที่เชื่อว่าความสามารถในการแข่งขันอย่าง

ยั่งยืนต้องมีพื้นฐานมาจากความเข้มแข็งของปัจจัยภายในที่เกี่ยวข้องกับสภาพแวดล้อมทางธุรกิจ เนื่องจากปัจจัยภายนอกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา และเกิดจากการแข่งขันในระดับธุรกิจมิใช่ระดับประเทศ จากรายงานดังกล่าว (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2547/1) สรุปแผนภาพของเครือข่ายอุตสาหกรรมอาหารไว้ดังรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17 แสดงผลการคัดเลือก Cluster เกษตรแปรรูป ของ สสว. (สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2547) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเขตภาคใต้ตอนบนช่วง เพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และชุมพร เป็นคลัสเตอร์สำหรับเกษตรแปรรูป



รูปที่ 4.16 แผนภาพเครือข่ายวิสาหกิจอุตสาหกรรมอาหารของประเทศไทย

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2547



รูปที่ 4.17 ผลการคัดเลือก Cluster เกษตรแปรรูป ของ สสว.

ที่มา: สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2547

จากข้อมูลสำนักเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร กรมโรงงานอุตสาหกรรม inform@diw.go.th เมื่อวันที่ 21 เมษายน 2549 (กรมโรงงาน, 2549) พบมีโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋องและผลิตภัณฑ์สับปะรดอื่น ๆ รวม 53 โรงงาน โรงงานผลิตสับปะรดกระป๋อง ตั้งอยู่ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์มากที่สุด นอกจากนี้โรงงานที่กระจายอยู่ตามจังหวัดต่าง ๆ ได้แก่ จังหวัดเพชรบุรี นครปฐม สมุทรสาคร กาญจนบุรี ชลบุรี ระยอง หนองคาย นครพนม และชุมพร

ซึ่งจะเห็นได้ว่า เริ่มมีการพัฒนาเครือข่ายวิสาหกิจ (Cluster) (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2547/2) ซึ่งเป็นไปตามลักษณะทำเลที่ตั้งของแหล่งปลูกสับปะรด พ่อค้าคนกลาง และโรงงานแปรรูป โดยมีการกระจุกตัวอยู่บริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มการกระจุกตัวมากขึ้น โดยในส่วนของโรงงานแปรรูปส่วนใหญ่ ตั้งอยู่ในบริเวณจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ อันเป็นผลจากมาตรการส่งเสริมการลงทุนของภาครัฐ ดังรูปที่ 4.18

รูปที่ 4.18 คลัสเตอร์โรงงาน และพื้นที่การผลิตสับปะรด

ที่มา: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2547/1

คุณศักดิ์ณรงค์ อุตสาหกุล ได้กล่าวว่าปัจจุบัน นอกจากโรงงานที่มีการขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม ยังพบว่ามีโรงงานขนาดจิ๋วเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก และยังไม่มีการขึ้นทะเบียนแต่อย่างใด เนื่องจากโรงงานเหล่านี้เดิมเคยเป็นพ่อค้าคนกลาง ที่ทำหน้าที่เพียงเป็นผู้รวบรวมวัตถุดิบเพื่อป้อนเข้าโรงงาน เท่านั้น แต่ในปัจจุบันได้เพิ่มหน้าที่เป็นโรงงานย่อย ๆ ขนาดจิ๋ว ที่จ้างแรงงานมาปอก มาหั่นสับปะรดที่ไม่ได้ขนาดหรือขนาดเล็กที่ไม่สามารถเข้าโรงงานขนาดกลาง และใหญ่ได้ โดยจะทำหน้าที่คัดคุณภาพ ปอก หั่น เพื่อนำส่งให้กับโรงงานขนาดเล็ก ซึ่งจะทำให้ต้นทุนต่ำลงอย่างมาก ทำให้โรงงานขนาดเล็ก และจิ๋ว มีการรวมกันเป็นกลุ่ม หรือเครือข่ายมากขึ้น และเป็นไปโดยธรรมชาติ (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2547/2) คุณศักดิ์ณรงค์ ในฐานะที่เป็นผู้จัดการผลิตภัณฑ์สับปะรด มีแนวคิดที่จะทำการรวบรวมข้อมูลโรงงานจิ๋วดังกล่าว และทำการขึ้นทะเบียน เพื่อในอนาคตจะให้สถาบันสับปะรดแห่งประเทศไทย ที่จะมีคุณกำภู สะท้านไตรภพ ผู้เชี่ยวชาญเรื่องสับปะรดจากภายนอก มาดำเนินการในเรื่องนี้ภายใต้การดูแลของคณะกรรมการสับปะรดแห่งชาติที่มีรัฐมนตรีกระทรวงอุตสาหกรรมเป็นผู้ดูแล (ในขณะที่ทำการวิจัยนั้นคือรัฐมนตรีสุริยะ จึงรุ่งเรืองกิจ) เพื่อกำหนดอุปสงค์ อุปทานของสับปะรดให้เหมาะสม โดยจำกัดโรงงานให้

เพียงพอกับการผลิตในอนาคต ซึ่งปัจจุบันสำนักงานดังกล่าวยังไม่มีการดำเนินการที่เป็นทางการ และยังไม่มีข้อมูลดังกล่าวในขณะที่ทำรายงานขั้นต้นนี้ แต่อย่างไรก็ดีจากการสัมภาษณ์ข้อมูลในพื้นที่พบว่า โรงงานสับปะรดขนาดเล็กหรือขนาดจิ๋วเหล่านั้น ได้ปิดตัวไปหลายโรงงาน เนื่องจากไม่มีคำสั่งซื้อจากลูกค้าเข้ามา รวมทั้งราคาที่ได้ก็ต่ำมากเนื่องจากโรงงานขนาดเล็ก ๆ มีมากขึ้น ทำให้ราคาที่ได้ตกลงจนอาจได้กำไรประมาณ 5,000 บาทต่อตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 20 ฟุตเท่านั้น

4.5 สรุปสภาพปัจจุบันของโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรด

4.5.1 โซ่อุปทานของกรณีศึกษาขนาดใหญ่

จากการศึกษาโซ่อุปทานของกรณีศึกษาขนาดใหญ่เราสามารถสรุปเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

4.5.1.1 <u>การจัดการโซ่อุปทาน</u> ในมุมมองของการจัดการโซ่อุปทานพบว่า กรณีศึกษามีการวางระบบ Supply Chain Planning ที่ดี กล่าวคือ มีการพยากรณ์ความต้องการของลูกค้าล่วงหน้า มีการพยากรณ์ปริมาณสับปะรดล่วงหน้า มีการนำเอาการพยากรณ์ทั้งสองเข้ามารวบรวมเพื่อทำการแผนการส่งออก Export Plan ซึ่งเปรียบเสมือน Aggregate Planning ที่ทำให้บริษัทฯ สามารถรู้ถึงจำนวนสับปะรดที่จะต้องสั่งซื้อ ปริมาณการผลิตในช่วงเดือนต่าง ๆ แผนกำลังคนเพื่อให้การผลิตเป็นไปตามแผน รวมทั้งแผนการซ่อมบำรุงเครื่องจักรอุปกรณ์

อย่างไรก็ตาม การพยากรณ์ปริมาณสับปะรดนั้นยังคงขาดความแม่นยำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการพยากรณ์ปริมาณสับปะรดที่มีลักษณะของฤดูกาล ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ตลอดจน ราคา เข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ปริมาณการเข้ามาของสับปะรดตลอดจนคุณภาพของสับปะรดไม่ตรงกับปริมาณและคุณภาพของสับปะรดที่พยากรณ์ไว้

นอกจากนี้ แผนกำลังคนที่ถูกจัดทำขึ้นมาให้สอดคล้องกับปริมาณการผลิตที่วางไว้ใน Export Plan หรือ Aggregate Planning ก็ไม่สามารถทำได้ เนื่องจากสภาพการทำงานในโรงงานแปรรูปอาหารนั้นค่อนข้างร้อนและอบอ้าว ทำให้เกิดปัญหาด้านกำลังคนมาก

ส่วนในมุมมองของการจัดหา (Source) กรณีศึกษามีการวางระบบในการจัดหา ประเมินผล ตรวจติดตาม และพัฒนาเกษตรกรที่เป็น Contract Farm ที่ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งเสริมสนับสนุนให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกตาม GAP ยกเว้น กรณีของพ่อค้าคนกลาง และเกษตรกรอิสระ ที่ยังไม่มีระบบที่ดีนัก แต่จะใช้หลักการตรวจรับคุณภาพหน้าโรงงานเป็นหลัก

ในด้านการผลิต (Make) กรณีศึกษามีระบบการผลิตที่ถูกต้องตามมาตรฐานทั้ง GMP, HACCP, ISO 9000 และ ISO 14000 ทำให้ผลผลิตที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

ด้านการส่งมอบ (Delivery) มีระบบการจัดหาผู้ให้บริการโลจิสติกส์เพื่อการส่งสินค้าไปยังต่างประเทศ อย่างเป็นระบบ ตลอดจนมีการประเมินผู้ให้บริการโลจิสติกส์อย่างครบถ้วน

ด้านการรับคืน (Return) มีระบบการรับคืนสินค้า นอกจากนี้ทางกรณีศึกษา ได้จัดระบบ Traceability ไว้โดยมีการเก็บสินค้าที่ผลิตได้ตามระยะเวลาของ Shelf Life เพื่อให้สามารถตรวจสอบย้อนกลับได้

4.5.1.2 <u>การจัดการด้านคุณภาพ</u> กรณีศึกษามีระบบการผลิตที่เป็นไปตามระบบคุณภาพมาตรฐานสากล กล่าวคือ GMP, HACCP, ISO 9000 และ ISO 14000 และในขณะเดียวกัน ได้ทำการส่งเสริมให้เกษตรกรที่ทำสัญญากันได้ทำการเพาะปลูกตามวิธีการ GAP รวมทั้งมีการจัดอบรมเกษตรกรเพื่อเป็นการพัฒนาความรู้ความสามารถของเกษตรอย่างต่อเนื่อง

ในขณะเดียวกัน ทางกรณีศึกษาได้มีการจัดทำแปลงสับปะรดเพื่อทำการทดลองในการบำรุงพันธ์ การทดลองให้ปุ๋ยต่าง ๆ การให้น้ำต่าง ๆ เพื่อหาทางแนวทางในการลดต้นทุน เพิ่มผลผลิตและพัฒนาคุณภาพของสับปะรดอย่างต่อเนื่อง

4.5.1.3 <u>การจัดการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ</u> กรณีศึกษามีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในการบริหารงาน คือโปรแกรม MOVEX ซึ่งเป็นโปรแกรม ERP (Enterprise Resource Planning) ทำให้การบริหารงานภายในองค์กรระหว่างฝ่ายบริการลูกค้า ฝ่ายจัดหาวัตถุดิบ ฝ่ายวางแผนการผลิต ฝ่ายผลิต และฝ่ายคลังสินค้า สามารถมองเห็นถึงคำสั่งซื้อที่เข้ามา ตลอดจนสถานะปัจจุบันของแต่คำสั่งซื้ออย่างชัดเจน

นอกจากนี้โปรแกรมดังกล่าว ยังได้จัดเก็บข้อมูลของเกษตรกรที่เป็น Contract Farm เอาไว้อย่างเป็นระบบ ทำให้สามารถทราบว่า เกษตรกรรายนั้น ๆ ได้นำสับปะรดมาส่งในวันใดบ้าง จำนวนกี่ตัน คุณภาพเป็นอย่างไร และสามารถทำการวิเคราะห์ออกเป็นรายงานการประเมินผลเกษตรกรได้ด้วย อย่างไรก็ดีโปรแกรมดังกล่าวยังคงเป็นโปรแกรมที่ใช้ภายในองค์กร ยังไม่เชื่อมโยงไปยังผู้ส่งมอบหรือลูกค้า แต่เป็นโครงการที่จะดำเนินการในอนาคต

อย่างไรก็ตามระบบสารสนเทศที่กรณีศึกษานำมาใช้ ยังไม่ครอบคลุมการบริหารการจัดการในคลังสินค้า โดยการจัดการในคลังสินค้ายังใช้ระบบ Manual เป็นหลักในการบันทึกความเคลื่อนไหวและการจัดเก็บสินค้าในคลัง แต่ปัจจุบันกรณีศึกษากำลังมีนโยบายในการนำเอาระบบ Bar Code เข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อลดเอกสาร และความผิดพลาดในการจัดการสินค้าคงคลัง

4.5.1.4 <u>สรุป</u> เราสามารถสรุปประเด็นปัญหาในรูปของความไม่แน่นอนของกระบวนการของกรณีศึกษา คือ

1. ความไม่แน่นอนของวัตถุดิบ (Supply) มีความไม่แน่นอนของวัตถุดิบทั้งในแง่ของการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบที่ไม่เที่ยงตรง เนื่องจากมีหลายปัจจัยมี

ผลต่อปริมาณวัตถุดิบ ความไม่แน่นอนของวัตถุดิบ เช่น ได้สับปะรดมาจริง แต่สีอาจจะไม่ได้ตรงตามที่ลูกค้าต้องการ จำนวนวัตถุดิบไม่แน่นอน หากราคาท้องตลาดต่ำกว่าราคาประกัน จะทำให้มีสับปะรดล้นมาที่โรงงาน เป็นต้น

2. ความไม่แน่นอนของกระบวนการผลิต (Process) ความไม่แน่นอนของกระบวนการผลิตจะมีสาเหตุมาจากความไม่เพียงพอของพนักงานเท่านั้น ในด้านการบำรุงรักษาเครื่องจักรจะมีการวางแผนเป็นอย่างดี ไม่มีการเกิดเหตุการณ์เครื่องจักรเสียกระทันหัน
3. ความไม่แน่นอนของลูกค้า (Customer) ลูกค้าส่วนใหญ่ (60 – 70%) จะสั่งจองสินค้าล่วงหน้า และจะให้ทยอยตามกำหนดการที่ตกลงแน่นอน ส่วนลูกค้า 30 – 40% ที่เหลือ จะเป็นลูกค้าที่สั่งซื้อทันทีทันใด หากมีอยู่ในคลังสินค้าเพียงพอก็สามารถจัดส่งได้ทันที ซึ่งความต้องการของลูกค้าค่อนข้างแน่นอนไม่เปลี่ยนแปลง เพียงแต่ความไม่แน่นอนของวัตถุดิบทำให้ไม่สามารถรับคำสั่งซื้อในบางคำสั่งซื้อได้

4.5.2 โซ่อุปทานของกรณีศึกษาขนาดเล็ก

จากการศึกษาโซ่อุปทานของกรณีศึกษาขนาดใหญ่เราสามารถสรุปเป็นประเด็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

4.5.2.1 *<u>การจัดการโซ่อุปทาน</u>* กรณีศึกษาขนาดเล็กจะไม่มีการวางแผนโซ่อุปทาน (Supply Chain Planning) ดังนั้น การทำการพยากรณ์ยอดขาย การวางแผนจัดหา การวางแผนกำลังคนจะไม่มี จะมีเพียงการวางแผนแบบวันต่อวันเมื่อได้รับคำสั่งซื้อมา

ส่วนในมุมของการจัดหา จะเริ่มทำการจัดหาสารปรุงแต่ง ฉลาก หรือ อื่น ๆ เมื่อได้รับคำสั่งซื้อแล้ว ทางด้านการจัดหาสับปะรดหั่นชิ้น จะทำการตกลงกับแผงต่าง ๆ ที่ติดต่อกันเป็นประจำเพื่อแจ้งจำนวนสับปะรดที่ต้องการล่วงหน้าในแต่ละวัน

ด้านการผลิต กรณีศึกษาขนาดเล็กได้รับการรับรองระบบ GMP และ HACCP เพียงแต่กระบวนการปอกและหั่นชิ้นของสับปะรดที่แผงต่าง ๆ เหล่านั้น ยังมีหลาย ๆ แผงที่ยังไม่ถูกต้องตามสุขลักษณะของ GMP

ด้านการส่งมอบจะดำเนินการโดย Trader ที่จะเป็นผู้จัดหารถขนส่งมารับ และทำการส่งสินค้าไปยังลูกค้า ส่วนการส่งกลับนั้น ยังไม่เคยพบเหตุการณ์ดังกล่าว

4.5.2.2 *<u>การจัดการด้านคุณภาพ</u>* กรณีศึกษาขนาดเล็กได้รับการรับรองระบบ GMP และ HACCP แต่กระบวนการปอกและหั่นชิ้นของสับปะรดที่แผงต่าง ๆ เหล่านั้น ยังมีหลาย ๆ แผงที่ยังไม่ถูกต้องตามสุขลักษณะของ GMP

นอกจากนี้แผงสับปะรดต่าง ๆ ที่รวบรวมสับปะรดมาจากหลาย ๆ แห่งไม่สามารถทราบได้ว่าชาวไร่หรือเกษตรกรเหล่านั้นมีการเพาะปลูกตามระบบ GAP หรือไม่

4.5.2.3 *<u>การจัดการด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ</u>* ยังไม่มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการ ทั้งนี้กรณีศึกษาขนาดเล็กยังไม่ระบบโทรศัพท์พื้นฐานเข้าถึงด้วย

4.5.2.4 *<u>สรุป</u>* เราสามารถสรุปประเด็นปัญหาในรูปของความไม่แน่นอนของกระบวนการของกรณีศึกษา คือ

1) ความไม่แน่นอนของวัตถุดิบ (Supply) วัตถุดิบส่วนใหญ่มีเพียงพอในการผลิตเพราะสับปะรดที่ใช้เป็นสับปะรดที่ไม่ได้ขนาดตามที่โรงงานขนาดใหญ่ต้องการ ตลอดจนสีของสับปะรดก็ไม่ได้คุณภาพตามที่โรงงานขนาดใหญ่ต้องการ ดังนั้นปริมาณสับปะรดที่จะใช้ในการผลิตจึงมีมาก แต่ในประเด็นของคุณภาพสับปะรดหั่นชิ้นนั้นจะเป็นปัญหา เพราะแผงหั่นสับปะรดต่าง ๆ ยังไม่ได้มาตรฐานตาม GMP
2) ความไม่แน่นอนของกระบวนการผลิต (Process) ความไม่แน่นอนของกระบวนการผลิตจะมีสาเหตุมาจากความไม่เพียงพอของพนักงานเท่านั้น และต้องอาศัยแรงงานคนงานต่างด้าวเกือบ 80% ในด้านคุณภาพนั้นไม่มีปัญหา เนื่องจากผ่านการรับรองมาตรฐาน GMP/HACCP เพราะเป็นข้อกำหนดที่จำเป็นสำหรับการส่งออก
3) ความไม่แน่นอนของลูกค้า (Customer) ไม่มีระบบการจองสินค้าล่วงหน้าระยะยาว ดังนั้นความไม่แน่นอนของการเข้ามาของคำสั่งซื้อ การโดนตัดหรือกดราคาโดย Trader ต่าง ๆ จึงเป็นประเด็นปัญหาสำคัญของกรณีศึกษา ที่จะทำให้การดำเนินงานของโซ่อุปทานขาดความต่อเนื่องและเป็นสาเหตุให้โรงงานขนาดเล็กหลาย ๆ โรงได้ปิดตัวไป

4.5.3 เครือข่ายของธุรกิจสับปะรดกระป๋อง

ในธุรกิจสับปะรดกระป๋องมีเครือข่าย 3 เครือข่ายที่มีผลต่อธุรกิจสับปะรดกระป๋อง ได้แก่ สมาคมชาวไร่สับปะรดไทย สมาคมอุตสาหกรรมสับปะรดไทย และสมาคมผู้ผลิตอาหารสำเร็จรูป ซึ่งในอนาคต 3 สมาคมนี้จะประสานความร่วมมือกันในลักษณะของการจัดตั้งบริษัทกลาง โดยร่วมทุนระหว่างภาครัฐและเอกชน ตามมติของคณะรัฐมนตรี เรื่องที่ 19 เลขที่หนังสือ/วันเดือนปี ที่มีมติ ๓๘๒๔ [๐๒/๐๓/๔๗] (สำนักนายกรัฐมนตรี, 2547) ที่ให้ความเห็นชอบยุทธศาสตร์สับปะรด ตามที่กระทรวงอุตสาหกรรมเสนอ แต่อย่างไรก็ดี บริษัทกลาง หรือ บริษัทร่วมใจ ยังไม่ได้ดำเนินงานให้เห็นเป็นรูปธรรม ทำให้ยุทธศาสตร์ด้านต่าง ๆ เช่น ยุทธศาสตร์ด้านวัตถุดิบ ที่จะจดทะเบียนผู้ปลูกสับปะรด การสนับสนุนเกษตรกรเรื่องปัจจัยการผลิต ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างความสมดุลระหว่างวัตถุดิบกับการแปรรูป ยุทธศาสตร์ด้านการสร้างเอกภาพและส่งเสริมการส่งออก และยุทธศาสตร์ด้านบริหารจัดการ ยังไม่เริ่มดำเนินการ ดังนั้นปัญหาต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของ ปริมาณผลผลิตสับปะรดที่ไม่แน่นอน ส่งผลให้ราคามีความผันผวน ประสิทธิภาพการเพาะปลูกต่ำ การขาดความร่วมมือระหว่างผู้ประกอบการและผู้ส่งออก มีการขายต่ำกว่าทุน การตัดราคากันเอง จึงยังคงเกิดขึ้นอยู่ในปัจจุบัน

บทที่ 5
สถานการณ์การส่งออกสับปะรดกระป๋องของไทย

ในบทนี้จะเป็นการวิเคราะห์สถานการณ์การส่งออกสับปะรดกระป๋องของไทยในอนาคต โดยใช้ข้อมูลสถิติการส่งออกของไทยไปยังตลาดโลกเข้ามาทำการวิเคราะห์สถานการณ์การส่งออกในอนาคตด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป MiniTab ที่มีประสิทธิภาพและใช้งานง่ายในการทำการพยากรณ์ในเชิงอนุกรมเวลาที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้แต่โรงงานได้ เพื่อเป็นข้อมูลในการพยากรณ์ปริมาณการขายในแต่ละเดือนที่จะไปสอดคล้องกับการพยากรณ์ปริมาณสับปะรดสดในการเป็นข้อมูลตัดสินใจจัดทำแผนปริมาณการผลิตสับปะรดกระป๋องต่อไป

5.1 ประเทศผู้นำเข้าสับปะรดกระป๋องของไทย

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลย้อนหลังจาก World Trade Atlas ตั้งแต่ปี 2000 – 2005 ของประเทศที่นำเข้าสับปะรดกระป๋องจากไทยมากที่สุด 13 อันดับแรก โดยสหรัฐอเมริกานำเข้าสับปะรดกระป๋องจากไทยเป็นอันดับหนึ่ง คิดเป็น 25.34% ของมูลค่าการส่งออกตั้งแต่ปี 2000 – 2005 โดยอันดับสองได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น และ สหราชอาณาจักรเป็นอันดับที่สาม รายละเอียดของประเทศอื่น ๆ แสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 อันดับประเทศผู้นำเข้าสับปะรดกระป๋องของไทย

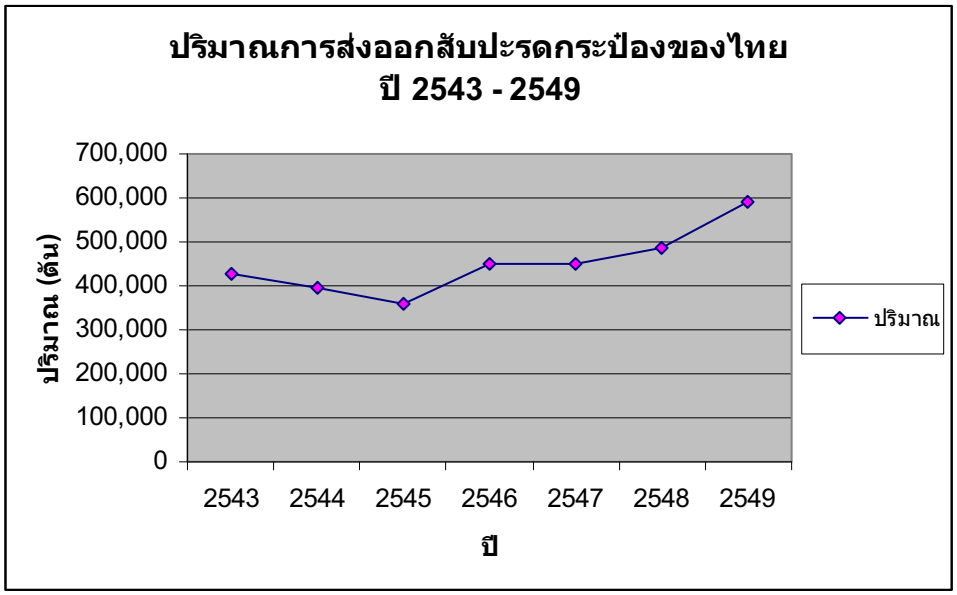
Rank	Country	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Percent
	--The World--	212.95	206.49	224.32	281.12	302.11	328.10	100.00
1	United States	47.12	46.07	54.53	69.46	81.80	95.08	25.34
2	Japan	20.95	20.93	20.54	18.91	21.74	24.18	8.18
3	United Kingdom	11.08	24.11	22.64	26.18	24.00	17.00	8.04
4	Netherland	18.17	13.45	11.44	16.78	23.99	23.87	6.93
5	Germany	24.80	3.36	4.38	5.48	11.09	20.80	4.50
6	Spain	6.12	9.91	12.16	11.95	12.64	13.00	4.23
7	France	8.17	9.39	9.93	10.33	12.27	11.98	3.99
8	Finland	4.41	4.81	5.30	7.22	7.03	5.89	2.23
9	Belgium	5.15	3.53	4.30	6.55	7.06	5.83	2.08

ตารางที่ 5.1 อันดับประเทศผู้นำเข้าสับปะรดกระป๋องของไทย (ต่อ)

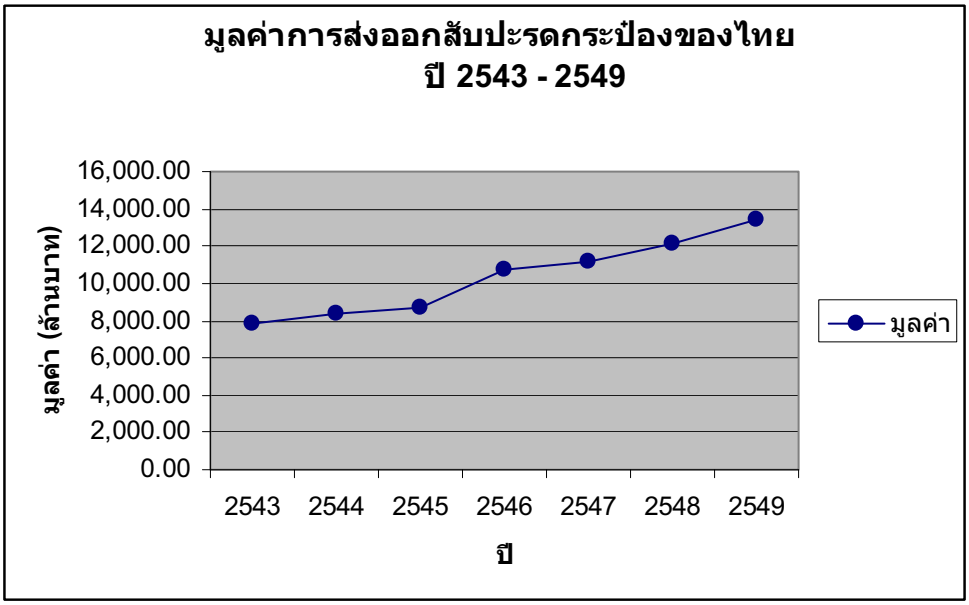
Rank	Country	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Percent
10	Australia	4.90	4.48	4.23	6.44	4.63	3.24	1.80
11	Italy	5.61	4.63	2.86	4.95	4.67	4.78	1.77
12	Taiwan	5.58	3.86	2.39	2.90	2.88	5.31	1.47
13	Canada	8.83	0.14	0.06	0.21	0.33	2.44	0.77

ที่มา : World Trade Atlas **หน่วย :** ล้านเหรียญสหรัฐ

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาปริมาณการส่งออกหน่วยเป็นตัน พบว่า ปริมาณการส่งออกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีตั้งแต่ปี 2545 เป็นต้นมา ดังแสดงในรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 แสดงมูลค่าการส่งออกหน่วยเป็นล้านบาท ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีเช่นกัน รายละเอียดการส่งออกสับปะรดกระป๋องรายเดือน แสดงในตารางที่ 5.2



รูปที่ 5.1 ปริมาณการส่งออกสับปะรดกระป๋องของไทย หน่วยเป็นตัน



รูปที่ 5.2 มูลค่าการส่งออกสับปะรดกระป๋องของไทย หน่วยเป็นล้านบาท

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของกรมศุลกากร

ตารางที่ 5.2 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกสับปะรดกระป๋องรายเดือนของไทย

ปริมาณ : ตัน

มูลค่า : ล้านบาท

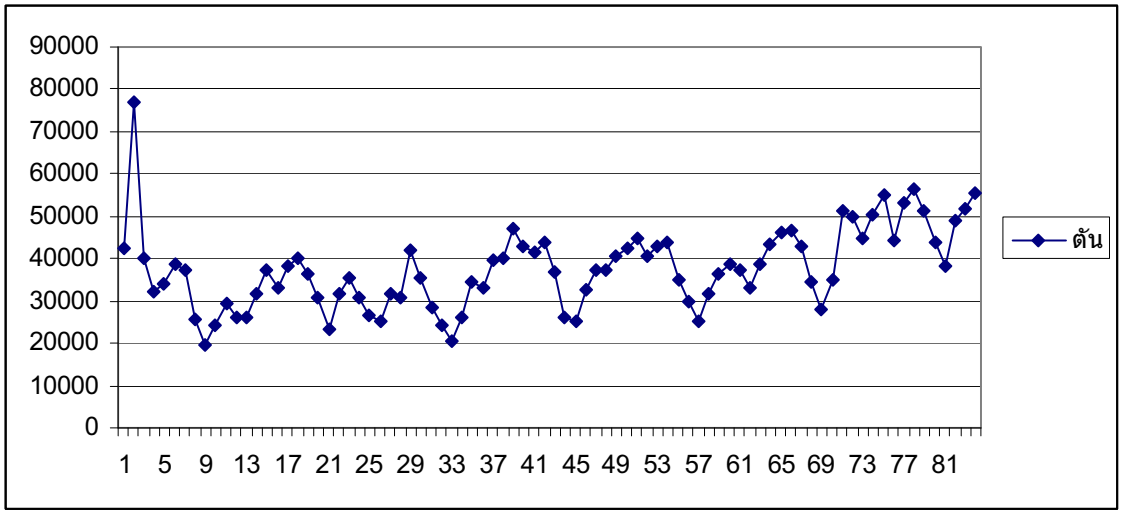
เดือน	2543		2544		2545		2546		2547		2548		2549	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
มค.	42,648	803.61	26,337	561.62	26,753	582.69	39,559	966.58	40,497	935.44	37,111	896.74	44,871	1,111.19
กพ.	76,998	744.25	31,509	654.88	25,013	569.93	40,177	956.43	42,257	944.34	32,931	787.91	50,221	1,173.91
มีค.	40,287	755.96	37,181	749.19	31,926	739.53	47,059	1,131.50	44,730	1,031.30	38,495	921.53	54,799	1,245.98
เมย.	32,246	614.42	33,013	682.55	30,610	747.55	42,830	1,000.36	40,663	983.55	43,291	1,035.79	44,211	1,014.57
พค.	34,101	651.27	38,130	784.25	41,912	1,021.26	41,452	984.10	42,776	1,034.58	45,978	1,127.57	53,066	1,197.53
มิย.	38,587	782.04	40,220	832.97	35,257	867.89	43,661	1,043.11	43,656	1,129.42	46,620	1,147.43	56,374	1,271.87
กค.	37,464	750.47	36,334	783.44	28,340	715.36	36,843	897.90	34,918	896.46	43,005	1,115.16	51,264	1,172.99
สค.	25,706	550.90	30,977	663.28	24,090	588.84	25,905	625.86	29,883	760.80	34,419	879.17	43,787	967.72
กย.	19,666	398.55	23,158	503.49	20,707	507.26	25,193	620.90	25,322	661.21	28,054	692.28	38,428	842.51
ตค.	24,126	545.46	31,913	680.81	26,068	653.63	32,444	763.78	31,728	841.81	35,003	891.90	48,797	1,056.69
พย.	29,507	685.30	35,473	793.70	34,739	889.01	37,287	868.63	36,425	969.94	51,349	1,321.08	51,832	1,132.79
ธค.	26,329	594.59	30,675	675.37	33,303	826.07	37,440	898.30	38,485	976.22	50,086	1,304.99	55,380	1,181.59
รวม	427,665	7,876.82	394,920	8,365.55	358,718	8,709.02	449,850	10,757.45	451,340	11,165.07	486,342	12,121.55	593,030	13,369.34

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของ กรมศุลกากร *ปรับปรุงครั้งสุดท้ายเมื่อ*

26/01/2007

5.2 การพยากรณ์ยอดการส่งออกสับปะรด

จากข้อมูลการส่งออกสับปะรดของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของกรมศุลกากรที่เป็นข้อมูลรายเดือนตั้งแต่ ม.ค. 2543 – ธ.ค. 2549 จำนวนทั้งสิ้น 84 เดือนได้ถูกนำมาจัดทำเป็นกราฟ แสดงให้เห็นว่าปริมาณการส่งออกสับปะรดนั้น มีลักษณะของความเป็นฤดูกาล และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกปี ดังแสดงในรูปที่ 5.3 จะเห็นได้ว่า ปริมาณการส่งออกจะมีแนวโน้มขึ้นและลงในทุกรอบ 12 เดือน แต่อย่างไรก็ตามค่าต่ำสุดของแต่ละรอบฤดูกาล (ฤดูกาลละ 12 เดือน) จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดตั้งแต่เดือนที่ 9 เป็นต้นไป



รูปที่ 5.3 ปริมาณการส่งออกสับปะรดกระป๋องรายเดือนตั้งแต่ม.ค. 2543 – ธ.ค. 2549

ดังนั้นในการพยากรณ์หรือคาดการณ์ปริมาณความต้องการสับปะรดในรูปแบบของอนุกรมเวลา หรือ Time Series ในที่นี้ จึงต้องทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคที่สามารถใช้วิเคราะห์หารูปแบบการพยากรณ์ด้วยวิธีฤดูกาลเท่านั้นจึงจะเหมาะสม คณะผู้วิจัย จึงได้ใช้ MiniTab ซึ่งเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพและใช้แพร่หลายในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมเข้ามาทำการพยากรณ์สถานการณ์การส่งออกของสับปะรดไทย

ผลการวิเคราะห์ด้วยMiniTab

จากการวิเคราะห์ด้วย MiniTab โดยแสดงค่า Mean Absolute Deviation (MAD) Mean Absolute Percentage Error (MAPE) และ MSD (Mean Squared Deviation : เป็นภาษาที่ใช้ใน

MiniTab ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสูตร MSD ก็เท่ากับ MSE หรือ Mean Squared Error เป็นเกณฑ์การคัดเลือกรูปแบบการพยากรณ์ที่ดีที่สุด เนื่องจากข้อมูลเป็นลักษณะฤดูกาล เทคนิคพยากรณ์ที่สามารถใช้ได้ประกอบด้วย Time Series Decomposition, Winter's Method และ Double Exponential Smoothing (Ragsdale, 2004) จากการประมวลผลด้วย MiniTab พบว่า วิธีที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ต่ำที่สุดคือ วิธี Time Series Decomposition ที่ให้ค่า MAPE เท่ากับ 11 หรือมีความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์กับค่าจริงเท่ากับ 11% ค่า MAD = 4175 หรือ มีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 4,175 ตัน และค่าความแตกต่างยกกำลังสอง หรือ MSD = 45479014 โดยรายละเอียดของค่าความคลาดเคลื่อนของวิธีการพยากรณ์ทั้งหมดที่ทำการทดลองแสดงในตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ค่าความคลาดเคลื่อนจากเทคนิคการพยากรณ์แบบต่าง ๆ จาก MiniTab

เทคนิค	MAPE	MAD	MSD
Time Series Decomposition	11	4175	45479014
Winter's Method	13	4830	43416373
Double Exponential Smoothing	17	6284	127338260

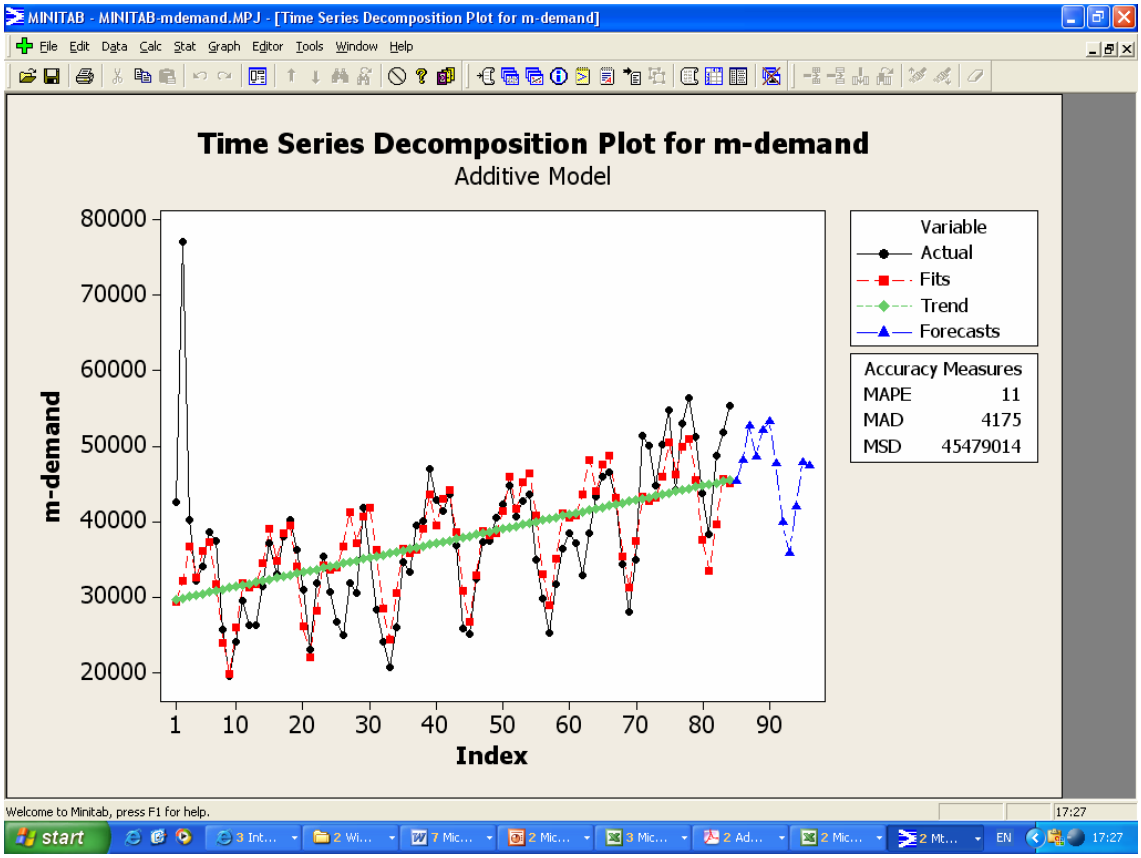
การสร้างค่าพยากรณ์ปริมาณสับปะรดกระป๋อง จากเทคนิค Time Series Additive Decomposition Model เราสามารถพยากรณ์ค่าความต้องการปริมาณการส่งออกอีก 12 เดือนข้างหน้า โดยคาดว่ามกราคม ปี 2550 จะมีความต้องการในการส่งออกสับปะรดเท่ากับ 45,429.3 ตัน และในเดือนกุมภาพันธ์ เท่ากับ 48,232.3 ตัน เป็นต้น รายละเอียดแสดงในตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ค่าพยากรณ์ความต้องการเฉลี่ยสับปะรดกระป๋องของไทยปี 2550

หน่วย : ตัน

เดือน	**มค.**	**กพ.**	**มีค.**	**เมย.**	**พค.**	**มิย.**
ปริมาณ	45,429.3	48,232.3	52,772.2	48,622.5	52,174.4	53,302.2
เดือน	**กค.**	**สค.**	**กย.**	**ตค.**	**พย.**	**ธค.**
ปริมาณ	47,767.2	39,955.7	35,854.4	42,030.8	47,941.9	47,368.6

แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงแนวโน้มของค่าเฉลี่ยความต้องสับปะรดจะพบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกปี ดังแสดงในรูปที่ 5.4 ซึ่งเป็นผลการประมวลจาก MiniTab ที่แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มมีการเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอในแต่ละปี



รูปที่ 5.4 ผลการพยากรณ์ด้วย MiniTab

5.3 การวิเคราะห์การส่งออกสับปะรด

สับปะรดกระป๋องของไทยยังมีแนวโน้มเติบโตเพิ่มขึ้นในตลาด แต่ประเด็นที่สร้างปัญหาในการส่งออกสับปะรดที่ทำให้ราคาสับปะรดไม่มีเสถียรภาพหรือทำให้ต้นทุนสับปะรดกระป๋องของไทยมีต้นทุนสูงมีหลายปัจจัย ได้แก่

1. การปลูกสับปะรดเป็นฤดูกาล ทั้ง ๆ ที่สับปะรดสามารถปลูกได้ในทุกฤดูกาล เพียงแต่ในฤดูแล้งที่ไม่มีฝนตก เกษตรกรควรจะให้น้ำสับปะรด เพื่อที่จะทำให้มีสับปะรดในทุกฤดูกาล การที่มีสับปะรดออกมาเยอะในช่วงฤดูกาลก็เป็นเหตุผลที่ทำให้ลูกค้าต่างประเทศมองเห็นโอกาสในการชะลอคำสั่งซื้อ หรือขอลดราคา ถ้าหากโรงงานไม่มีเงินทุนหมุนเวียนเพียงพอที่จะเก็บสับปะรดที่ออกมามากในช่วงฤดูกาล จึงเป็นผลสืบเนื่องไปยังราคาสับปะรดกระป๋อง

2. ขาดการวางแผนการเพาะปลูกร่วมกับโรงงานผู้แปรรูปเพื่อการส่งออก ทำให้ปริมาณและราคาของสับปะรดไม่สม่ำเสมอ
3. ต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดสูง เพราะการเพาะปลูกสับปะรดที่มีผลผลิตต่อไร่ต่ำ เนื่องจากการปลูกแบบต่อเนื่อง 3 ปี ทำให้มีสารไนเตรทตกค้างสูงด้วย
4. วิธีการเพาะปลูกยังไม่เป็นไปตามมาตรฐาน GAP ทำให้คุณภาพของสินค้าไม่คงที่
5. การเพาะปลูกสับปะรดที่เสรีจนไม่สามารถควบคุมปริมาณสับปะรดให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาดได้ ทำให้เกิดปัญหาที่เป็นในลักษณะวัฏจักรกล่าวคือ เกษตรกรจะหันมาเพาะปลูกสับปะรดมากขึ้นเมื่อราคาขึ้น ทำให้มีสับปะรดในท้องตลาดมากจนเกินไปทำให้ราคาตก เกษตรกรก็จะหันไปปลูกอย่างอื่น ทำให้สับปะรดมีปริมาณน้อยราคาก็ขึ้นอีก เป็นในลักษณะเช่นนี้อยู่เรื่อยไป ซึ่งไม่เป็นผลดีต่ออุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องของไทย

บทที่ 6
สภาพการณ์เพาะปลูกสับปะรดของเกษตรกร

สับปะรดเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย มีปริมาณการผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องสูงเป็นอันดับหนึ่งของโลก ด้วยมูลค่าการส่งออกมากกว่าหนึ่งหมื่นล้านบาทต่อปี โดยในปี 2549 ที่ผ่านมานั้นมีมูลค่ารวมถึง 20,207 ล้านบาท เปรียบเทียบกับมูลค่าการส่งออกในช่วงเดียวกันของปี 2548 มูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นในอัตราสูงถึงร้อยละ 12.24 (สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป กรมการค้าต่างประเทศ, 2550) แหล่งเพาะปลูกสับปะรดหลักอยู่ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์และกระจายอยู่แถบจังหวัดระยอง ชลบุรี เพชรบุรี กาญจนบุรี และราชบุรี มีศักยภาพในการปลูกประมาณ 1.2 ล้านไร่ มีพื้นที่เก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 4-6 แสนไร่ และมีผลผลิตโดยรวมประมาณ 2.0-2.2 ล้านตันต่อปี เฉลี่ยประมาณ 5.5 ตันต่อไร่ ผลผลิตสามารถออกสู่ตลาดได้ทั้งปี แต่มีปริมาณสูงในช่วงเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม และเดือนพฤศจิกายนถึงธันวาคม (สำนักตรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) ผลผลิตสับปะรดทั้งหมดจะมีการบริโภคภายในประเทศในรูปผลสดร้อยละ 26 ส่งออกในรูปผลสดร้อยละ 4 อีกร้อยละ 70 จะถูกส่งเข้าโรงงานแปรรูปเป็นสับปะรดกระป๋องและน้ำสับปะรด เพื่อส่งออก (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546) ถึงแม้ว่าประเทศไทยจะมีสภาพพื้นที่และดินฟ้าอากาศเหมาะสมกับการเพาะปลูกและมีความพร้อมด้านแรงงานในภาคการเกษตร มีคู่แข่งในตลาดโลกไม่มากนัก ทว่ามีปริมาณผลผลิตต่อไร่ต่ำ มีปริมาณและคุณภาพของผลผลิตไม่คงที่ มีปริมาณสารไนเตรทตกค้างที่เกินมาตรฐาน ซึ่งปัญหาเหล่านี้อาจเกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ เช่น สภาพพื้นที่ ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิและปัจจัยทางเทคโนโลยีการผลิตของเกษตรกร รวมถึงการรับรู้และปฏิบัติตามแนวทางเกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับสับปะรด (Good Agricultural Practice (GAP) for Pineapple)

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลสถานการณ์ปัจจุบันของการผลิตสับปะรดของเกษตรกรในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยรวบรวมข้อมูลในด้านประชากรศาสตร์ เทคโนโลยีการผลิต การปฏิบัติตามแนวทาง GAP และการเข้าร่วมภายใต้ระบบตลาดข้อตกลง (Contract Farming) เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการกำหนดแนวทางการพัฒนาระบบการผลิตเพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตสับปะรดที่มีปริมาณพอเพียงและมีคุณภาพได้มาตรฐาน นำไปสู่การเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องของไทย

6.1 วิธีการศึกษา

การศึกษารวบรวมข้อมูลสถานการณ์ปัจจุบันของการผลิตสับปะรดของเกษตรกรนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยการสัมภาษณ์และการใช้แบบสอบถามกับเกษตรกรในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ โดยในเบื้องต้นได้มีการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากเอกสารวิชาการ บทความ รายงานของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสับปะรด สัมภาษณ์ตัวแทนและกลุ่มผู้นำของกลุ่มเกษตรกรผู้ผลิตสับปะรดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เพื่อนำมาสร้างแบบสอบถามเบื้องต้นแล้วนำไปทดสอบกับเกษตรกรเพื่อปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ขึ้น แบบสอบถามที่พัฒนาขึ้น ประกอบด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมบางประการของเกษตรกร ประกอบด้วย ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์ จำนวนพื้นที่เพาะปลูก แรงงานเพาะปลูกสับปะรด ประสบการณ์การปลูกสับปะรด การปฏิบัติตามเกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับสับปะรด (GAP) แหล่งความรู้ของเกษตรกร และการติดต่อกับเจ้าหน้าที่กรมส่งเสริมการเกษตร เพื่อเป็นข้อมูลไปวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยพื้นฐานทางเศรษฐกิจและสังคมกับปริมาณและคุณภาพของผลผลิตสับปะรดของเกษตรกร

ส่วนที่ 2 การปฏิบัติของเกษตรกรที่เกี่ยวกับการผลิตสับปะรด ประกอบด้วย แหล่งเพาะปลูก การจัดการวัสดุพันธุ์ การปลูก การดูแลรักษา การป้องกัน การกำจัดศัตรูของสับปะรด และการเก็บเกี่ยว เพื่อวิเคราะห์หาปัจจัยการผลิตที่เหมาะสม

การสำรวจนี้ได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และยอมรับความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 0.6 ตันต่อไร่ ซึ่งสามารถคำนวณเพื่อกำหนดขนาดตัวอย่างในกรณีที่ไม่ทราบจำนวนประชากรที่แน่นอน (กัลยา, 2544) ดังสมการที่ 6.1 และสมการที่ 6.2

$$E = \frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma}{\sqrt{n}} \qquad (6.1)$$

$$n = \left(\frac{Z_{\frac{\alpha}{2}}\sigma}{E} \right)^2 \qquad (6.2)$$

เมื่อ n คือ จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามขั้นต่ำที่จำเป็นต้องใช้

Z คือ ค่าของตัวแปรสุ่มปรกติมาตรฐาน ที่ระดับความเชื่อมั่น 1- $\alpha/2$

σ คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

E คือ ครึ่งหนึ่งของความกว้างของช่วงความเชื่อมั่น

จากการสำรวจเบื้องต้น ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณผลผลิตรวมต่อไร่เฉลี่ย จากขนาดตัวอย่างจำนวน 10 ตัวอย่าง เท่ากับ 2.54 ตันต่อไร่ และกำหนดให้ α = 0.05 จะได้ Z มีค่าเท่ากับ 1.96 เมื่อแทนค่าตัวแปรในสมการข้างต้นจะได้จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามขั้นต่ำที่ต้องใช้คือ 69 คน ซึ่งงานวิจัยนี้ใช้จำนวนผู้ตอบแบบถามทั้งหมด 100 คน โดยประมาณ 80% เป็นเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลง (Contract Farming) กับกรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ และใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างตามความสะดวก

จากนั้น คณะวิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามและประมวลผลข้อมูลทั้งหมดด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติโดยเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ พรรณนาสถิติ ประกอบด้วย การวิเคราะห์แจกแจงความถี่ การหาค่าเฉลี่ย และการหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และอนุมานสถิติ ประกอบด้วย การทดสอบสมมติฐานทางสถิติ การวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยใช้โปรแกรม SPSS 12.0 และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรโดยใช้โปรแกรม MINITAB 11.0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.10

6.2 ผลการศึกษา

6.2.1 ลักษณะทางประชากรศาสตร์

เกษตรกรผู้ตอบแบบสอบถาม มีอายุอยู่ในช่วงวัยกลางคน (36-55 ปี) มากที่สุด และมีมากกว่าร้อยละ 80 ที่ใช้แรงงานในครอบครัวเพียงไม่เกิน 3 คน ดังนั้นจึงมีแนวโน้มที่จะมีแรงงานหลักในภาคการผลิตที่ลดลง ระดับการศึกษาของเกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ในระดับชั้นประถมศึกษา ซึ่งอาจส่งผลต่อการยอมรับและความสามารถในการรับการถ่ายทอดและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ โดยเฉพาะทางด้านสารสนเทศ ซึ่งจำเป็นต่อการบริหารจัดการระบบโซ่อุปทาน นอกจากนี้การถ่ายทอดความรู้ควรหลีกเลี่ยงการใช้ศัพท์ทางวิชาการ ประสบการณ์ของเกษตรกรในด้านการเพาะปลูก ค่อนข้างหลากหลาย มีทั้งที่ปลูกมามากกว่า 15 ปี และไม่เกิน 5 ปี แสดงให้เห็นว่าผลตอบแทนจากการผลิตสับปะรดยังเป็นที่จูงใจ เกษตรกรที่สำรวจมากกว่าร้อยละ 80 เป็นเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลง เป็นผู้รู้จักและปฏิบัติตามแนวทาง GAP สำหรับสับปะรด รายละเอียดดังแสดงใน ตารางที่ 6.1

6.2.2 ลักษณะการรับรู้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการปลูกสับปะรด

เกษตรกรในท้องที่ที่ทำการศึกษา ได้รับความรู้เกี่ยวข้องกับการปลูกสับปะรดจากแหล่งต่าง ๆ ซึ่งส่วนใหญ่ได้รับจากตัวแทนของบริษัทที่รับซื้อผลผลิตสับปะรด รองลงมาคือ จากสมาชิกในครอบครัวหรือญาติที่ปลูกสับปะรด (ตารางที่ 6.2) จะเห็นได้ว่าเกษตรกรสนใจรับรู้ข้อมูลเพิ่มเติมจากลูกค้า ญาติสนิทหรือเพื่อนบ้านที่มีประสบการณ์ในการเพาะปลูกมานานมากกว่าแหล่งความรู้จาก

ทางราชการ การที่เกษตรกรได้รับความรู้จากตัวแทนของบริษัทมากที่สุด เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่อยู่ภายใต้ระบบตลาดข้อตกลงของบริษัท และบริษัทมีการติดตามและส่งเสริมให้เกษตรกรปฏิบัติตามหลักการของ GAP เป็นประจำ สื่อข่าวสารความรู้เกี่ยวกับสับปะรดหลักที่เกษตรกรใช้คือคำแนะนำหรือเอกสารเผยแพร่ รองลงมาคือ วิทยุ ดังนั้นการส่งเสริมความรู้หรือเสนอแนะวิธีการแก้ไขปัญหาการผลิตสับปะรดของเกษตรกรควรจะเน้นการดำเนินการผ่านสื่อทั้ง 2 ประเภทนี้ เกษตรกรส่วนใหญ่ศึกษาหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองหรือปรึกษากับเพื่อนบ้าน เป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ และลักษณะการผลิตของเกษตรกรแต่ละรายไม่เหมือนกัน อย่างไรก็ตามเกษตรกรมากกว่าครึ่งหนึ่งมีการติดต่อกับเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรของรัฐบาลโดยเฉพาะในเรื่องระบบการลงทุนและการใช้ปุ๋ย

ตารางที่ 6.1 ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์ของเกษตรกรปลูกสับปะรด 100 ราย

ข้อมูลทางประชากรศาสตร์		ร้อยละ
อายุ	< 25 ปี	4.8
	26-35 ปี	19.2
	36-45 ปี	39.4
	46-55 ปี	27.9
	> 56 ปี	8.7
ระดับการศึกษา	ต่ำกว่าชั้นประถมศึกษา	2.9
	ชั้นประถมศึกษา	75.0
	ชั้นมัธยมศึกษา	15.4
	อนุปริญญา	1.9
	ปริญญาตรี	3.8
	สูงกว่าปริญญาตรี	1.0
ประสบการณ์ปลูก	< 5 ปี	17.3
	6-10 ปี	26.0
	11-15 ปี	8.7
	16-20 ปี	20.2
	> 21 ปี	27.9

ตารางที่ 6.1 ข้อมูลทางด้านประชากรศาสตร์ของเกษตรกรปลูกสับปะรด 100 ราย (ต่อ)

ข้อมูลทางประชากรศาสตร์		ร้อยละ
เกษตรกรระบบ Contract Farm	เป็น	85.5
	ไม่เป็น	14.5
เกษตรกรรู้จักระบบ GAP	รู้จัก	84.2
	ไม่รู้จัก	15.8
การปลูกสับปะรดตามหลัก GAP	ปฏิบัติตาม	82.4
	ไม่ปฏิบัติตาม	17.6

ตารางที่ 6.2 ลักษณะการรับรู้ข้อมูลความรู้เกี่ยวกับการปลูกสับปะรดของเกษตรกร

การรับรู้ข้อมูลความรู้		ร้อยละ
แหล่งความรู้	สมาชิกภายในครอบครัว/ญาติ	31.7
	เพื่อนบ้าน	20.2
	เจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร	8.7
	นักวิชาการ/อาจารย์	1.0
	ตัวแทนบริษัทเอกชน	28.8
	การฝึกอบรม	1.0
	อื่นๆ	7.7
สื่อที่ให้ความรู้	วิทยุ	14.7
	โทรทัศน์	7.4
	หนังสือพิมพ์	2.1
	คำแนะนำ/เอกสารเผยแพร่	63.2
	อื่นๆ	12.6
การปรึกษาบุคคล	เพื่อนบ้าน	26.9
	ญาติพี่น้อง	12.5
	ศึกษาด้วยตนเอง	39.4
	เกษตรกรผู้นำท้องถิ่น	4.8
	เจ้าหน้าที่ของรัฐ	1.9
	อื่นๆ	14.4
การติดต่อกับเจ้าหน้าที่	มีการติดต่อ	60.6
ส่งเสริมการเกษตร	ไม่มีการติดต่อ	39.4

6.2.3 ปัจจัยการผลิตสับปะรด

รูปแบบการถือครองที่ดินของเกษตรกรในท้องที่ทำการศึกษาจำนวน 100 คน แบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ พบว่า รูปแบบการถือครองที่ดินของเกษตรกรส่วนใหญ่เป็นของตนเองและเช่า คิดเป็นร้อยละ 52.9 โดยเกษตรกรที่ทำการศึกษามีจำนวนพื้นที่เพาะปลูกผันแปรอยู่ในช่วง 19-180 ไร่ คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50 ± 33 ไร่ ส่วนใหญ่มีพื้นที่การถือครองน้อยกว่า 40 ไร่ รองลงมาอยู่ในช่วง 41-70 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 39.4 และ 32.7 ตามลำดับ (ตารางที่ 6.3) เกษตรกรบางส่วนปลูกสับปะรดเป็นพืชแซมพืชประเภทอื่นๆ เช่น มะม่วง มะพร้าว ยางพารา เนื่องจากสับปะรดเป็นพืชที่ต้องการแสงแดดส่องถึง แต่ควรมีร่มเงาเล็กน้อย เพื่อป้องกันใบและผลเกิดอาการไหม้ (สำนักตรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547)

ลักษณะสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติของพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรในท้องที่ที่ทำการศึกษา พบว่า สภาพพื้นที่ปลูกของเกษตรกรมี 3 ลักษณะ ประกอบด้วย ที่ราบลุ่ม ที่ราบสูง และอื่นๆ ได้แก่ ที่เชิงเขา ส่วนใหญ่เกษตรกรมีสภาพพื้นที่ปลูกแบบที่ราบลุ่ม รองลงมาคือสภาพพื้นที่ปลูกแบบที่ราบสูง คิดเป็นร้อยละ 51.0 และ 31.7 ตามลำดับ ชนิดของดินที่เกษตรกรเลือกใช้ ส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย รองลงมา ได้แก่ ดินร่วนเหนียว คิดเป็นร้อยละ 68.3 และ 18.3 ตามลำดับ แหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้เพื่อการเพาะปลูกส่วนใหญ่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ คลอง ห้วย รองลงมา ได้แก่ แหล่งน้ำที่สร้างขึ้นเอง เช่น บ่อ ร่องน้ำ คิดเป็นร้อยละ 40.6 และ 30.7 ตามลำดับ แต่เกษตรกรพึ่งพาระบบชลประทานน้อยมาก

เกษตรกรที่สำรวจทุกรายปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวีย (ตารางที่ 6.4) ซึ่งเหมาะสมสำหรับการผลิตสับปะรดกระป๋อง เนื่องจากเนื้อมีสีเหลือง ฉ่ำน้ำ รสหวาน พร้อมทั้งเป็นพันธุ์ที่ทนทานต่อสภาพแห้งแล้งและขาดน้ำได้ดีกว่าพันธุ์อื่นๆ ลักษณะวัสดุปลูก (ต้นพันธุ์) เป็นชนิดหน่อพันธุ์เกือบทั้งหมด ใช้ปริมาณหน่อพันธุ์อยู่ในช่วง 4,000-10,000 ต้นต่อไร่ เฉลี่ยประมาณ 6,000 ± 1,140 ต้นต่อไร่ การปลูกด้วยหน่อ มีข้อดีคือต้นเจริญเติบโตเร็วและเน่ายาก แต่ราคาหน่อแพง ขนาดต้นโตไม่สม่ำเสมอ ซึ่งแตกต่างจากเกษตรกรแถบระยองที่มีการใช้จุกในการปลูกด้วย เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้หน่อพันธุ์จากไร่ของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 85.4 โดยขนาดหน่อพันธุ์ที่เกษตรกรเลือกใช้เป็นหน่อขนาดกลาง รองลงมา ได้แก่ หน่อขนาดเล็ก คิดเป็นร้อยละ 62.2 และ 28.6 ตามลำดับ ซึ่งเป็นการดีเนื่องจากการปลูกด้วยหน่อขนาดใหญ่ในช่วงฝนชุกนั้น เมื่อผ่านช่วงหนาวแล้ว ผลผลิตบางส่วนมักออกผลและให้ผลที่ไม่สมบูรณ์ (วิจิตร, 2545)

ตารางที่ 6.3 การใช้ที่ดินและสภาพแวดล้อมของการผลิตสับปะรด

พื้นที่เพาะปลูกและสภาพแวดล้อม		**ร้อยละ**
ลักษณะการถือครอง	ตนเอง	38.8
	เช่า	8.3
	ตนเองและเช่า	52.9
ขนาดพื้นที่ถือครอง	< 40 ไร่	39.4
	41-70 ไร่	32.7
	71-100 ไร่	18.3
	> 101 ไร่	9.6
สภาพพื้นที่ปลูก	ที่ราบลุ่ม	51.0
	ที่ราบสูง	31.7
	อื่นๆ	17.3
ชนิดของดิน	ดินร่วนปนทราย	68.3
	ดินร่วนเหนียว	18.3
	อื่นๆ	13.5
แหล่งน้ำใช้ปลูก	ธรรมชาติ	40.6
	แหล่งน้ำที่สร้างขึ้นเอง	30.7
	การชลประทาน	10.9
	อื่นๆ	17.8

การเตรียมต้นพันธุ์ของเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้การชุบด้วยสารเคมีจำพวกฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม (Fosetyl-Al) และบางส่วนเลือกใช้การฉีดพ่นแทน เพื่อป้องกันการเน่าจากเชื้อรา ตามแนวทางของ GAP แต่มีเกษตรกรส่วนน้อยที่คัดขนาดหน่อก่อนปลูก ซึ่งการคัดขนาดหน่อมีข้อดี คือ ต้นสับปะรดโตสม่ำเสมอ ต้นเล็กไม่ถูกแย่งน้ำ อาหาร และแสงแดด สามารถบังคับผลได้พร้อมกัน ทำให้เก็บเกี่ยวพร้อมกัน ประเมินปริมาณผลผลิตง่าย และประหยัดต้นทุนในการบังคับผลและเก็บเกี่ยว (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545)

ตารางที่ 6.4 ลักษณะวัสดุพันธุ์ของเกษตรกร

ลักษณะวัสดุพันธุ์		ร้อยละ
พันธุ์ของวัสดุพันธุ์	ปัตตาเวีย	100
ชนิดวัสดุพันธุ์	หน่อ	97.1
	หน่อและจุก	2.9
แหล่งที่มาของวัสดุพันธุ์	ไร่ตนเอง	85.4
	ซื้อจากเพื่อนบ้าน	14.6
	อื่นๆ	28.6
ขนาดวัสดุพันธุ์	ขนาดเล็ก (300-500 กรัม)	62.2
	ขนาดกลาง (501-700 กรัม)	9.2
การเตรียมวัสดุพันธุ์	ชุบวัสดุปลูกด้วยสารเคมี	56.7
	ฉีดพ่นยาวัสดุพันธุ์	34.6
	คัดขนาดวัสดุพันธุ์	34.6

6.2.4. แนวทางการปฏิบัติในการผลิตของเกษตรกร

ในช่วงการเตรียมดินก่อนการปลูก เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้การไถดะร่วมกับการไถแปร คิดเป็นร้อยละ 76.0 (ตารางที่ 6.5) ซึ่งการไถดะทำเพื่อกำจัดวัชพืช ส่วนการไถแปรช่วยให้ดินแตกละเอียดและปรับระดับหน้าดิน ระบบปลูกส่วนใหญ่เป็นระบบแถวคู่ เนื่องจากประหยัดพื้นที่ปลูกและต้นทุนการปลูก ต้นขึ้นหนาแน่นทำให้มีวัชพืชน้อย ลดการไหม้ของผลและช่วยลดโรคผลแกน ส่งผลให้ผลผลิตต่อไร่สูงขึ้น (กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545) มีเกษตรกรส่วนน้อยที่ใช้ปูนขาวหลังจากขั้นตอนการเตรียมดินเพราะสภาพดินในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์เป็นกรดจัดถึงเป็นกรดจัดมาก (สำนักตรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2547) จึงต้องปรับสภาพดินให้เป็นด่างเล็กน้อย ในขั้นตอนการใส่ปุ๋ย เกษตรกรทุกรายใช้ปุ๋ยเคมี โดยเฉพาะปุ๋ยสูตร 21-0-0 สูตร 15-15-15 และ สูตร 0-0-60 ร่วมกัน ธาตุไนโตรเจนจำเป็นต่อการเจริญเติบโตให้ต้นสมบูรณ์ และธาตุโปแตสเซียมช่วยให้ต้นทนทานต่อโรค ผลสับปะรดเนื้อแน่นสีสวย เพิ่มปริมาณน้ำตาลในผล และเพิ่มปริมาณกรดเพื่อช่วยลดโรคผลแกน (สำนักตรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) อย่างไรก็ตามเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดต้นทุน และลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีเกินความต้องการของสับปะรด ซึ่งจะตกค้างในดินและในสับปะรดรุ่นถัดไปโดยเฉพาะสารไนเตรท จึงควรมีการให้ข้อมูลเกษตรกรในด้านขององค์ประกอบของธาตุอาหารในดินในพื้นที่ดังกล่าว ซึ่งมีการวิเคราะห์อยู่แล้วจากกรมพัฒนาที่ดิน พร้อมทั้งคำแนะนำในการใส่ปุ๋ยในปริมาณเหมาะสม เกษตรกรส่วนน้อยมีการให้น้ำสับปะรดเพิ่มในฤดูแล้งหรือฝนทิ้งช่วง (ร้อยละ 27) โดยการลากสายยางไปตาม

พื้นที่เพาะปลูกและพ่นน้ำให้กระจายให้ทั่ว ในส่วนขั้นตอนการบังคับดอก ส่วนใหญ่นิยมใช้ถ่านแก๊ส (CaC_2) คิดเป็นร้อยละ 70.7

ตารางที่ 6.5 แบบแผนการผลิตสับปะรดของเกษตรกร

แบบแผนการผลิต		**ร้อยละ**
การเตรียมดิน	ไถดะ/ไถแปร	76.0
	ไถดะ/ไถแปร/ไถพรวน	24.0
ระบบการปลูก	แถวเดี่ยว	7.7
	แถวคู่	92.3
การใช้ปุ๋ย	ปุ๋ยเคมี	38.5
	ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยชีวภาพ	32.7
	ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยอินทรีย์	15.4
	ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และปุ๋บชีวภาพ	13.5
การใช้ปุ๋ยเคมี	ปุ๋ยสูตร 21-0-0	92.3
	ปุ๋ยสูตร 15-7-18 (15-15-15)	73.1
	ปุ๋ยสูตร 0-0-60	79.8
	ปุ๋ยทางใบ/สารเสริม/ฮอร์โมน	57.7
	ปุ๋ยฉีดสูตร 30-20-10	11.5
	ปุ๋ยยูเรีย 46-0-0	65.4
การกำจัดวัชพืช	ยาคุมหญ้า (โบรมาซิล,ไดยูรอน, อามีทรีน และ อาทราซีน)	1.0
	ยาฆ่าหญ้า (ไกลโฟเสท)	1.0
	ยาคุมหญ้าและยาฆ่าหญ้า	97.9
การบังคับออกดอก	ถ่านแก๊ส (CaC_2)	70.7
	สารกลุ่มเอทธิลีน (2-Choloethyphosphonic Acid)	14.1
	ถ่านแก๊สและสารกลุ่มเอทธิลีน	15.2
การเร่งผลสุก	ใช้	7.8
	ไม่ใช้	94.0

ตารางที่ 6.5 แบบแผนการผลิตสับปะรดของเกษตรกร (ต่อ)

แบบแผนการผลิต		ร้อยละ
ศัตรูทำลายสับปะรด	พบปัญหา	77.5
	ไม่พบปัญหา	22.5
การใช้สารเคมีกำจัดศัตรู	ใช้	13.7
	ไม่ใช้	86.3
โรคทำลายสับปะรด	พบปัญหา	87.3
	ไม่พบปัญหา	12.7
การใช้สารเคมีป้องกันโรค	ใช้	87.6
	ไม่ใช้	10.4
ลักษณะการเก็บเกี่ยว	เก็บครั้งเดียว	11.8
	ทยอยเก็บ	88.2
เกณฑ์การเก็บเกี่ยว	การนับอายุหลังการบังคับดอก	54.9
	ดีดหรือเคาะฟังเสียง	10.8
	สังเกตสีของสับปะรด	95.1
การปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว	หักหน่อออกจากแปลง	57.4
	ฟันหรือตัดใบทิ้ง	86.1
	ใส่ปุ๋ยใหม่	17.8

เกษตรกรส่วนใหญ่ประสบกับปัญหาศัตรูที่ทำลายสับปะรด เช่น นก หนู กระรอก ด้วง เป็นต้น แต่มีส่วนน้อยที่ใช้สารเคมีกำจัดศัตรูดังกล่าว เนื่องจากกลัวการตกค้างของสารเคมีในผลสับปะรดเมื่อถึงเวลาเก็บเกี่ยว โรคที่เกิดกับสับปะรด ส่วนมากจะเป็นโรคต้นเน่า ซึ่งเกษตรกรมีวิธีแก้ปัญหาคือ จุ่มหน่อพันธุ์ก่อนปลูกและพ่นด้วยสารป้องกันกำจัดโรคต้นเน่า และโรคผลแกน ซึ่งเกษตรกรถึงร้อยละ 89 ที่มีการใช้สารเคมีป้องกันโรคพืชจำพวกฟอสอีทิล-อะลูมิเนียม (Fosetyl-Al)

ลักษณะการเก็บเกี่ยวสับปะรดส่วนใหญ่ เป็นแบบทยอยเก็บ คิดเป็นร้อยละ 88.2 เนื่องจากผลผลิตสุกไม่พร้อมกัน ถึงแม้ว่า GAP จะห้ามใช้สารเคมีทุกชนิดในการเร่งผลสุก เนื่องจากจะทำให้น้ำหนักและคุณภาพของผลสับปะรดลดลง (Bartholomew, 2003) แต่ยังมีเกษตรกรร้อยละ 7.8 ที่ใช้สารเคมีเร่งผลสุก ดังนั้นจึงควรมีการรณรงค์เพิ่มเติม เกษตรกรจะประเมินวันเก็บเกี่ยวสับปะรดจากการพิจารณาสีของเปลือกสับปะรดเป็นหลัก และเสริมด้วยการนับอายุหลังการบังคับดอก เกษตรกรที่สำรวจมีปริมาณผลผลิตอยู่ในช่วง 3-13 ตันต่อไร่ เฉลี่ยเท่ากับ 6.09 $\pm$ 1.71 ตันต่อไร่ โดยมีขนาดผลสับปะรดพร้อมเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วง 0.8-2.5 กิโลกรัมต่อผล เฉลี่ยเท่ากับ 1.26 $\pm$ 0.38 กิโลกรัมต่อผล ซึ่ง

เบี่ยงเบนจากมาตรฐานการรับซื้อสับปะรดของโรงงานที่กำหนดขนาดผลอยู่ระหว่าง 1.0 - 2.5 กิโลกรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2530) อยู่เล็กน้อย หลังขั้นตอนการเก็บเกี่ยว เกษตรกรส่วนใหญ่ฟันหรือตัดใบของต้นสับปะรดทิ้ง และหักหน่อออกจากแปลงเพื่อปลูกใหม่

6.2.5 การวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยทางสังคมและปัจจัยการผลิต

ผลการศึกษาอิทธิพลของประสบการณ์ในการเพาะปลูกสับปะรดของเกษตรกร การเข้าร่วมระบบตลาดข้อตกลงและการปฏิบัติตาม GAP ต่อปริมาณและขนาดของผลผลิตสับปะรดที่ได้เป็นดังตารางที่ 6.6 พบว่า ประสบการณ์ในการปลูกไม่ทำให้ปริมาณและขนาดของของผลผลิตสับปะรดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แม้ว่าในประสบการณ์ปลูกช่วง 16-20 ปี จะมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยสูงที่สุด และประสบการณ์ปลูกในช่วงน้อยกว่า 5 ปี มีขนาดผลเฉลี่ยใหญ่ที่สุด การเข้าร่วมระบบตลาดข้อตกลงและการปฏิบัติตาม GAP หรือไม่ก็ตามไม่ส่งผลให้ปริมาณและขนาดของของผลผลิตสับปะรดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ถึงแม้ผลผลิตเฉลี่ยและขนาดผลเฉลี่ยของเกษตรกรที่เข้าร่วมระบบตลาดข้อตกลงและการปฏิบัติตาม GAP จะดีกว่าเกษตรกรที่ไม่ได้ทำสัญญาและเกษตรกรที่ไม่ปฏิบัติตาม GAP เกษตรกรบางรายให้ข้อคิดเห็นว่า การปลูกสับปะรดตามข้อปฏิบัติของ GAP นั้นจะทำให้ได้รับผลผลิตน้อยลงเนื่องจากใส่ปุ๋ยน้อยลง แต่ในความเป็นจริงลูกค้าต้องการสับปะรดที่มีทั้งปริมาณและคุณภาพที่ดีและสม่ำเสมออย่างต่อเนื่อง ดังนั้นเกษตรกรที่ปลูกสับปะรดตามหลักการ GAP จึงน่าจะมีผลตอบแทนระยะยาวที่ดีกว่า ซึ่งควรจะมีการศึกษาถึงผลการปฏิบัติตาม GAP ต่อผลตอบแทนในรูปตัวเงินในระยะยาวเพิ่มเติม อย่างไรก็ตามในการศึกษาผลการปฏิบัติตาม GAP ของทุเรียน และมังคุด ในจังหวัดจันทบุรี ระยอง และตราด พบว่า เกษตรกรที่ปฏิบัติตาม GAP ส่วนใหญ่มีต้นทุนการผลิตทุเรียนและมังคุดลดลง แต่ราคาขายผลผลิตเท่าเดิมและขายได้ในราคาเดียวกันกับเกษตรกรที่ไม่ปฏิบัติตาม GAP (อรพิน และคณะ, 2548)

ตารางที่ 6.6 การวิเคราะห์อิทธิพลของประสบการณ์ปลูกของเกษตรกร การเข้าร่วมระบบตลาด และการปฏิบัติตาม GAP ที่มีต่อปริมาณผลผลิตเฉลี่ยและขนาดของผลผลิตเฉลี่ย

ข้อมูลทางประชากรศาสตร์		ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ขนาดของผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัม/ผล)
ประสบการณ์ปลูก	< 5 ปี	6.40 (2.47)[a]	1.32 (0.41)[a]
	6-10 ปี	5.34 (1.01)[a]	1.20 (0.29)[a]
	11-15 ปี	5.75 (1.06)[a]	1.15 (0.21)[a]
	16-20 ปี	6.46 (1.78)[a]	1.16 (0.23)[a]
	> 21 ปี	5.97 (1.30)[a]	1.27 (0.50)[a]
เกษตรกรระบบ Contract Farm	เป็น	6.21 (1.88)[a]	1.32 (0.45)[a]
	ไม่เป็น	6.00 (1.41)[a]	1.15 (0.21)[a]
การปลูกสับปะรดตามหลัก GAP	ปฏิบัติตาม	6.69 (1.95)[a]	1.25 (0.44)[a]
	ไม่ปฏิบัติตาม	5.00 (0.44)[a]	1.00(0.00)[a]

ตัวเลขใน ( ) แสดงถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[a,b] ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยการผลิตบางตัวต่อปริมาณและคุณภาพของผลผลิตสับปะรด เป็นดังตารางที่ 6.7 การใช้ที่ราบลุ่มไม่ส่งผลให้มีปริมาณและขนาดผลผลิตเฉลี่ยต่างจากที่ราบสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแนวทาง GAP ระบุว่า สภาพพื้นที่ที่เหมาะสมของการปลูกสับปะรด ควรเป็นพื้นที่ราบหรือดอน ไม่มีน้ำท่วมขัง มีความลาดเอียงเล็กน้อย นอกจากนี้ดินร่วนปนทรายให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยและขนาดผลเฉลี่ยดีกว่าดินร่วนเหนียวเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งลักษณะดินที่สับปะรดสามารถเจริญเติบโตได้ดีคือดินที่ระบายน้ำดีและมีความเป็นกรดเล็กน้อย โดยเฉพาะดินร่วน ดินร่วนปนทราย ดินปนลูกรัง ดินทรายชายทะเล (สำนักตรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน, 2548) เกษตรกรที่ให้น้ำสับปะรดเพิ่มเติมนอกจากใช้น้ำตามธรรมชาติ มีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยสูงกว่าเกษตรกรที่ไม่ให้น้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีขนาดผลเฉลี่ยใหญ่กว่าเกษตรกรที่ไม่ให้น้ำเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ดังนั้นจึงควรรณรงค์ให้มีการให้น้ำสับปะรดเพิ่มในกรณีที่ปริมาณน้ำฝนมีไม่สม่ำเสมอตลอดฤดูกาลปลูก หรือในช่วงฤดูแล้งในขณะที่ต้นสับปะรดกำลังเจริญเติบโต ส่วนวิธีการให้น้ำที่เหมาะสมนั้นควรจะมีการวิจัยเพิ่มเติมเพื่อได้วิธีการที่คุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด

ตารางที่ 6.7 การวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยการผลิตที่มีต่อปริมาณผลผลิตเฉลี่ยและขนาดของผลผลิตเฉลี่ย

ปัจจัยการผลิต		ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)	ขนาดของผลผลิตเฉลี่ย (กิโลกรัม/ผล)
ชนิดของพื้นที่	ที่ราบลุ่ม	6.04 (1.59)[a]	1.19 (0.36)[a]
	ที่ราบสูง	5.90 (1.67)[a]	1.28 (0.38)[a]
ชนิดของดิน	ดินร่วนปนทราย	6.07 (1.52)[a]	1.23 (0.40)[a]
	ดินร่วนเหนียว	5.65 (1.93)[a]	1.22 (0.26)[a]
การให้น้ำ	ใช่	6.63 (1.49)[a]	1.34 (0.53)[a]
	ไม่ใช่	5.75 (1.60)[b]	1.19 (0.28)[a]

ตัวเลขใน ( ) แสดงถึง ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[a,b] ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.10

6.3 สรุปและข้อเสนอแนะ

เกษตรกรผู้ผลิตสับปะรดส่งให้กับบริษัทแปรรูปสับปะรดในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ส่วนมากเป็นเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลง ปลูกสับปะรดตามหลักการ GAP เนื่องจากมีการติดต่อและได้รับคำแนะนำเรื่องการผลิตสับปะรดที่ถูกต้องจากทางบริษัทผู้รับซื้ออย่างต่อเนื่อง แต่เกษตรกรยังประสบปัญหาเรื่องความผันแปรของปริมาณและคุณภาพของผลผลิตและต้นทุนที่สูงอยู่ เนื่องจากเกษตรกรเน้นเพิ่มผลผลิตโดยวิธีการใส่ปุ๋ยเคมี โดยไม่พิจารณาถึงสภาพของพื้นที่ และพึ่งพาแหล่งน้ำจากธรรมชาติเป็นหลัก นอกจากนี้ยังมีการใช้สารเคมีเร่งผลสุก ซึ่งเป็นข้อห้ามของ GAP ดังนั้นรัฐบาลควรส่งเสริมให้ความรู้และรณรงค์ให้เกษตรกรตระหนักถึงประโยชน์และผลตอบแทนระยะยาวจากการปฏิบัติตามหลักการ GAP อย่างครบถ้วน พร้อมทั้งส่งเสริมระบบการให้น้ำด้วยวิธีการที่เหมาะสม ปรับปรุงระบบการชลประทานในพื้นที่ให้ทั่วถึงมากขึ้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสับปะรดทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ นำไปสู่ความยั่งยืนในการผลิตสับปะรดต่อไป

บทที่ 7
การวิเคราะห์ต้นุทนการเพาะปลูกสับปะรดสด และการศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุนปลูกสับปะรด

จากการวิจัยเบื้องต้นของคณะวิจัย พบว่า การลงทุนปลูกสับปะรดของเกษตรกรในประเทศไทยมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่การเพาะปลูก กล่าวคือ ในภาคตะวันออก กลุ่มเกษตรกรจะมีการลงทุนปลูกสับปะรดโดยปลูกแบบ 1 รุ่น (ปลูก 1 ครั้ง แล้วเก็บผลผลิต 1 รุ่น) แต่ในภาคตะวันตกและภาคใต้ เกษตรกรจะมีการลงทุนปลูกสับปะรดโดยปลูกแบบ 3 รุ่น (ปลูก 1 ครั้ง แล้วเก็บผลผลิต 3 รุ่น) (นภาภรณ์, 2534) โดยผลผลิตสับปะรดในรุ่นแรก (ปีที่ 1 ของการปลูก) มักจะมีปริมาณผลผลิตที่สูงกว่าและมักมีขนาดของผลสับปะรดที่โตกว่าผลผลิตในรุ่นที่ 2 และในรุ่นที่ 3 ตามลำดับ ดังนั้นคณะวิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาต้นทุนการปลูกสับปะรด และเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุนปลูกสับปะรดที่ส่งเข้าโรงงาน ระหว่างการปลูกแบบ 1 รุ่น แบบ 2 รุ่น และแบบ 3 รุ่น โดยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากเกษตรกรที่ปลูกสับปะรดเพื่อส่งเข้าโรงงานในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่เพาะปลูกและมีปริมาณผลผลิตสับปะรดมากที่สุดในประเทศ ผลการศึกษาจะทำให้ทราบถึงต้นทุนการปลูกสับปะรด เพื่อสามารถนำมาพิจารณาลดค่าใช้จ่ายในการปลูกสับปะรด และทราบถึงผลตอบแทนจากการลงทุนปลูกสับปะรด เพื่อพิจารณาถึงรอบของการปลูกสับปะรดที่เหมาะสม

7.1 วิธีการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลต้นทุนการปลูกสับปะรด ตามกิจกรรมการปลูก ซึ่งประกอบด้วยค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน ค่าใช้จ่ายในการเตรียมวัสดุพันธุ์ (ได้แก่ หน่อ หรือ จุก) ค่าใช้จ่ายในการปลูก ค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืชและการป้องกันโรค ค่าใช้จ่ายในการใส่ปุ๋ย ค่าใช้จ่ายในการบังคับออกดอก ค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวและการขนส่ง และค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกสับปะรด โดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างตามความสะดวก

เมื่อได้ออกแบบแบบสัมภาษณ์แล้ว คณะวิจัยได้ทำการทดสอบแบบสัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่างเบื้องต้นจำนวน 20 ราย เพื่อทำการปรับแบบสัมภาษณ์และกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม จากการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่างเบื้องต้นทั้ง 20 ราย พบว่าค่าเฉลี่ยของต้นทุนการปลูกสับปะรดมีค่าเท่ากับ 2.67 บาทต่อกิโลกรัม และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 1.03 บาทต่อกิโลกรัม สำหรับการกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่จะใช้ในการสำรวจนั้น คณะวิจัยได้คำนวณขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่

เหมาะสมด้วยวิธีทางสถิติสำหรับกรณีที่ไม่ทราบจำนวนประชากรทั้งหมดที่แน่นอน โดยกำหนดระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ที่ 0.25 บาทต่อกิโลกรัม จากการคำนวณพบว่าจำนวนของตัวอย่างที่ต้องทำการสัมภาษณ์จะเท่ากับ 75 ราย ดังนั้น ในการวิจัยนี้คณะวิจัยจึงได้ดำเนินการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรจำนวนมากกว่า 75 ราย คือ 105 ราย โดยประมาณ 80% ของผู้ถูกสัมภาษณ์เป็นกลุ่มเกษตรกรที่นำผลสับปะรดมาจำหน่ายให้กับกรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งเป็นโรงงานที่มีปริมาณการผลิตสับปะรดแปรรูปบรรจุกระป๋องมากที่สุดในประเทศไทย

สำหรับการเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุนปลูกสับปะรด ระหว่างการปลูกสับปะรดแบบ 1 รุ่น แบบ 2 รุ่น และแบบ 3 รุ่น จะทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธีคำนวณมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV) การเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุนด้วยวิธีคำนวณ NPV นั้นจะต้องเปรียบเทียบการลงทุนที่อายุโครงการเท่ากัน ดังนั้น จึงทำการเปรียบเทียบการปลูกสับปะรดแบบ 1 รุ่น แบบ 2 รุ่น และแบบ 3 รุ่น โดยกำหนดให้มีอายุโครงการที่เท่ากัน เท่ากับ 6 ปี ส่วนอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ที่ใช้ในการคำนวณมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธินั้น จะใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้เฉลี่ยของทุกธนาคารพาณิชย์ที่จดทะเบียนในประเทศ ณ ปลายปีพ.ศ. 2548 ซึ่งเท่ากับร้อยละ 7.50 ต่อปี (ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2548)

7.2 ผลจากการศึกษา

7.2.1 ต้นทุนการปลูกสับปะรด

จากการสัมภาษณ์เกษตรกรจำนวน 105 ราย พบว่า จำนวนการปลูกสับปะรดเฉลี่ยจะเท่ากับ 6,000 ต้นต่อไร่ ต้นทุนการปลูกรวมเฉลี่ยเท่ากับ 22,184.26 บาทต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 6,000 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นทุนการปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 3.72 บาทต่อกิโลกรัม และมีค่าใช้จ่ายของแต่ละกิจกรรมการปลูกสับปะรดตาม ตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 ต้นทุนการปลูกสับปะรดตามกิจกรรมการปลูก

กิจกรรมการปลูก	ต้นทุนการปลูก (บาทต่อไร่)
การเตรียมดิน	2,168.99
การเตรียมวัสดุพันธุ์	6,605.38
การปลูก	828.67
การกำจัดวัชพืชและการป้องกันโรค	1,356.01
การใส่ปุ๋ย	4,889.35
การบังคับออกดอก	618.65
การเก็บเกี่ยว	1,608.64
การขนส่ง	2,353.51
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง	1,755.06
รวม	22,184.26

จากผลการวิจัยต้นทุนการปลูกสับปะรด พบว่าเกษตรกรมีต้นทุนการปลูกรวมเฉลี่ยเท่ากับ 22,184.26 บาทต่อไร่ และต้นทุนการปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 3.72 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นต้นทุนที่สูง เมื่อเทียบกับราคารับซื้อสับปะรดโดยเฉลี่ยของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.95 บาทต่อกิโลกรัม (สำนักงานการค้าภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2548) โดยกิจกรรมการเตรียมวัสดุพันธุ์เป็นกิจกรรมที่มีค่าใช้จ่ายสูงที่สุด คือ เท่ากับ 6,605.38 บาทต่อไร่ ต้นทุนที่มากที่สุดในกิจกรรมการเตรียมวัสดุพันธุ์คือการซื้อหน่อพันธุ์เพื่อนำมาปลูก ซึ่งมีราคาเฉลี่ยเท่ากับ 0.81 บาทต่อหน่อ ค่าใช้จ่ายในการซื้อหน่อพันธุ์จะเป็นค่าใช้จ่ายที่อยู่ในรูปเงินสดเฉพาะครั้งแรกสำหรับการปลูกสับปะรด ส่วนหน่อพันธุ์สับปะรดที่ใช้ในการปลูกครั้งต่อไปจะได้มาจากการนำหน่อพันธุ์จากไร่ของเกษตรกรเองมาปลูก จึงเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่อยู่ในรูปเงินสด กิจกรรมที่มีค่าใช้จ่ายสูงรองลงมา คือกิจกรรมการใส่ปุ๋ย มีค่าใช้จ่ายเท่ากับ 4,889.35 บาทต่อไร่ ซึ่งคิดเป็นค่าปุ๋ย 4,080.73 บาท เป็นค่าจ้างแรงงานในการใส่ปุ๋ย 728.95 บาท และเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดการปุ๋ย 79.68 บาท จะเห็นได้ว่าค่าปุ๋ยเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้กิจกรรมนี้มีค่าใช้จ่ายที่สูง กล่าวคือมีมูลค่าสูงถึง 83.46% ของค่าใช้จ่ายในกิจกรรมนี้ จากการวิจัยพบว่า ปุ๋ยส่วนใหญ่ที่เกษตรกรใช้ ได้แก่ ปุ๋ยเคมีสูตร 21-0-0 ปุ๋ยเคมีสูตร 15-7-18 หรือใกล้เคียง ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0 ปุ๋ยเคมีสูตร 30-20-10 ปุ๋ยเคมีสูตร 0-0-60 ปุ๋ยฮอร์โมนและสารเสริม ปุ๋ยคอก และปุ๋ยชีวภาพ โดยวิธีการและปริมาณการใส่ปุ๋ยของเกษตรกรแต่ละรายจะไม่เหมือนกัน โดยมักจะขึ้นอยู่กับประสบการณ์ ไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอน ทำให้ชนิดของปุ๋ยและปริมาณปุ๋ยที่ใส่นั้นมากเกินความจำเป็น ซึ่งนอกจากจะเป็นการสิ้นเปลืองและทำให้ต้นทุนการปลูกสับปะรดสูงแล้ว ยังมีผลทำให้

ปริมาณสารไนเตรทที่ตกค้างในผลสับปะรดมีสูงเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดของโรงงาน เนื่องจากมีการใช้ปุ๋ยที่มีธาตุไนโตรเจนสูงในปริมาณมากเกินความจำเป็น การแก้ไขปัญหาสามารถทำได้โดยการปฏิบัติตามเอกสาร “เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับสับปะรด (Good Agricultural Practice (GAP) for Pineapple)” ของกรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (2545) หรือปฏิบัติตามคู่มือการปลูกสับปะรดตามระบบการจัดการคุณภาพ GAP ที่ทางโรงงานได้จัดทำขึ้นโดยผ่านการเห็นชอบจากกรมวิชาการเกษตร การปฏิบัติตามเอกสาร GAP จะสามารถช่วยให้เกษตรกรมีการใส่ปุ๋ยตามระยะเวลาที่เหมาะสม ในปริมาณที่เหมาะสม ในแต่ละช่วงของการปลูก ทำให้สามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยลงได้ และยังอาจส่งผลให้ผลผลิตสับปะรดมีปริมาณและคุณภาพตามที่ต้องการอีกด้วย นอกจากนี้เกษตรกรควรจะลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง แล้วหันมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์และ/หรือปุ๋ยชีวภาพแทน เนื่องจากมีราคาที่ถูกกว่า ให้ผลผลิตสับปะรดที่มีคุณภาพดี ไม่เป็นอันตรายต่อเกษตรกรและผู้บริโภค และยังช่วยรักษาคุณภาพดินให้คงสภาพความสมบูรณ์ไว้ได้อีกด้วย แต่ทั้งนี้ อาจต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติมเพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านกลิ่นของปุ๋ยชีวภาพให้ดีขึ้น เนื่องจากในการสัมภาษณ์เกษตรกรของคณะวิจัย พบว่า สาเหตุหลักที่ทำให้เกษตรกรไม่นิยมใช้ปุ๋ยประเภทนี้ เนื่องมาจากมีปัญหากับกลิ่นที่แรง และยากต่อการชำระล้างออก แม้จะพบว่าปุ๋ยชีวภาพสามารถให้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีด้วยต้นทุนที่ต่ำกว่าก็ตาม

7.2.2 การเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุนปลูกสับปะรด

การตัดสินใจลงทุนในกิจการหรือโครงการใดจำเป็นต้องวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน ซึ่งผลการตอบแทนจากการลงทุนมักอยู่ในรูปของกำไรซึ่งเป็นเป้าหมายหลักของการดำเนินการลงทุนในทุกกิจการ รวมทั้งการลงทุนปลูกสับปะรด กระแสเงินสดของการลงทุนปลูกสับปะรดแบบ 1 รุ่น แบบ 2 รุ่น และแบบ 3 รุ่น แสดงดังตารางที่ 7.2 - 7.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 7.2 กระแสเงินสดของการลงทุนปลูกสับปะรดแบบ 1 รุ่น

ปี	0	1	2	3	4	5	6
Income Statement							
รายรับ							
จากการขายสับปะรด		14096.16	15802.02	28690.74	26226.72	29575.26	25658.10
จากการขายหน่อ		5409.68	5139.35	5395.20	8473.60	8473.60	9722.91
ค่าใช้จ่าย							
การปลูกสับปะรด							
การเตรียมดิน		1556.73	1593.86	1571.41	1637.04	1700.95	2168.99
การเตรียมวัสดุพันธุ์		4188.26	4081.82	4210.92	5817.53	5846.22	6605.38
การปลูก		775.01	792.90	792.90	792.90	804.82	828.67
การกำจัดวัชพืชและการป้องกันโรค		1258.34	1514.24	1315.58	1369.61	1085.20	1356.01
การใส่ปุ๋ยและปุ๋ย		3223.72	3415.79	3374.80	3348.50	4163.30	4889.35
การบังคับออกดอก		438.55	464.59	456.01	439.95	555.76	618.65
การเก็บเกี่ยว		1583.03	1613.69	1613.69	1613.69	1634.13	1675.01
การขนส่ง		1306.98	1372.11	1619.45	1608.41	1719.68	1928.64
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		486.31	502.49	492.71	521.31	549.17	753.17
ค่าเสื่อมราคา							
ยานพาหนะ		646.55	646.55	646.55	646.55	646.55	646.55
อุปกรณ์การปลูก		562.72	562.72	562.72	562.72	562.72	562.72
ดอกเบี้ยจ่าย		644.66	598.62	549.82	512.71	452.23	439.17
Net Income		*2834.98*	*3782.00*	*16879.38*	*15829.42*	*18328.16*	*12908.70*

ตารางที่ 7.2 กระแสเงินสดของการลงทุนปลูกสับปะรดแบบ 1 รุ่น (ต่อ)

ปี	0	1	2	3	4	5	6
Cash Flow Statement							
กิจกรรมการปฏิบัติงาน							
รายรับสุทธิ		2834.98	3782.00	16879.38	15829.42	18328.16	12908.70
ค่าเสื่อมราคา							
ยานพาหนะ		646.55	646.55	646.55	646.55	646.55	646.55
อุปกรณ์การปลูก		562.72	562.72	562.72	562.72	562.72	562.72
กิจกรรมการลงทุน							
ยานพาหนะ	-6465.50						
อุปกรณ์การปลูก	-2423.79					-2423.79	
มูลค่าซาก							
ยานพาหนะ							2586.20
อุปกรณ์การปลูก							1939.03
Gain taxes							
ยานพาหนะ							0
อุปกรณ์การปลูก							0
กิจกรรมการกู้ยืมเงิน							
เงินกู้ยืม	6872.73	6872.73	6872.73	6872.73	6872.73	6872.73	
เงินต้นชำระคืน		-6872.73	-6872.73	-6872.73	-6872.73	-6872.73	-6872.73
Net Cash Flow	*-2016.56*	*4044.25*	*4991.26*	*18088.65*	*17038.68*	*17113.64*	*11770.47*

ตารางที่ 7.3 กระแสเงินสดของการลงทุนปลูกสับปะรดแบบ 2 รุ่น

ปี	0	1	2	3	4	5	6
Income Statement							
รายรับ							
จากการขาย							
สับปะรด		14096.16	8523.36	28690.74	13512.96	29575.26	13240.80
จากการขายหน่อ		2704.84	5139.35	2697.60	8473.60	4236.80	9722.91
ค่าใช้จ่าย							
การปลูกสับปะรด							
การเตรียมดิน		1556.73	441.01	1571.41	441.01	1700.95	441.01
การเตรียมวัสดุพันธุ์		4188.26	0.00	4210.92	0.00	5846.22	0.00
การปลูก		775.01	0.00	792.90	0.00	804.82	0.00
การกำจัดวัชพืชและการป้องกันโรค		1258.34	1514.24	1315.58	1369.61	1085.20	1356.01
การใส่ปุ๋ยและปุ๋ย		3223.72	3415.79	3374.80	3348.50	4163.30	4889.35
การบังคับออกดอก		438.55	464.59	456.01	439.95	555.76	618.65
การเก็บเกี่ยว		1583.03	1231.99	1613.69	1231.99	1634.13	1277.37
การขนส่ง		1306.98	992.67	1619.45	1138.09	1719.68	1341.84
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		486.31	502.49	492.71	521.31	549.17	753.17
ค่าเสื่อมราคา							
ยานพาหนะ		646.55	646.55	646.55	646.55	646.55	646.55
อุปกรณ์การปลูก		562.72	562.72	562.72	562.72	562.72	562.72
ดอกเบี้ยจ่าย		644.66	598.62	549.82	512.71	452.23	439.17
Net Income		*130.15*	*3292.04*	*14181.78*	*11774.13*	*14091.36*	*10637.86*

ตารางที่ 7.3 กระแสเงินสดของการลงทุนปลูกสับปะรดแบบ 2 รุ่น (ต่อ)

ปี	0	1	2	3	4	5	6
Cash Flow Statement							
กิจกรรมการปฏิบัติงาน							
รายรับสุทธิ		130.15	3292.04	14181.78	11774.13	14091.36	10637.86
ค่าเสื่อมราคา							
ยานพาหนะ		646.55	646.55	646.55	646.55	646.55	646.55
อุปกรณ์การปลูก		562.72	562.72	562.72	562.72	562.72	562.72
กิจกรรมการลงทุน							
ยานพาหนะ	-6465.50						
อุปกรณ์การปลูก	-2423.79					-2423.79	
มูลค่าซาก							
ยานพาหนะ							2586.20
อุปกรณ์การปลูก							1939.03
Gain taxes							
ยานพาหนะ							
อุปกรณ์การปลูก							
กิจกรรมการกู้ยืมเงิน							
เงินกู้ยืม	6872.7	6872.7	6872.7	6872.7	6872.7	6872.7	
เงินต้นชำระคืน		-6872.7	-6872.7	-6872.7	-6872.7	-6872.7	-6872.7
Net cash flow	*-2016.56*	*1339.41*	*4501.31*	*15391.05*	*12983.40*	*12876.84*	*9499.63*

ตารางที่ 7.4 กระแสเงินสดของการลงทุนปลูกสับปะรดแบบ 3 รุ่น

ปี	0	1	2	3	4	5	6
Income Statement							
รายรับ							
จากการขาย							
สับปะรด		14096.16	8523.36	8990.52	26226.72	15115.68	8143.80
จากการขายหน่อ		2704.84	2569.67	5395.20	4236.80	4236.80	9722.91
ค่าใช้จ่าย							
การปลูกสับปะรด							
การเตรียมดิน		1556.73	441.01	441.01	1637.04	441.01	441.01
การเตรียมวัสดุ							
พันธุ์		4188.26	0.00	0.00	5817.53	0.00	0.00
การปลูก		775.01	0.00	0.00	792.90	0.00	0.00
การกำจัดวัชพืช							
และการป้องกัน							
โรค		1258.34	1514.24	1315.58	1369.61	1085.20	1356.01
การใส่ปุ๋ยและปุ๋ย		3223.72	3415.79	3374.80	3348.50	4163.30	4889.35
การบังคับ							
ออกดอก		438.55	464.59	456.01	439.95	555.76	618.65
การเก็บเกี่ยว		1583.03	1231.99	1007.83	1613.69	1247.11	1044.37
การขนส่ง		1306.98	971.45	778.74	1569.36	1143.09	1030.38
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ		486.31	502.49	492.71	521.31	549.17	753.17
ค่าเสื่อมราคา							
ยานพาหนะ		646.55	646.55	646.55	646.55	646.55	646.55
อุปกรณ์การปลูก		562.72	562.72	562.72	562.72	562.72	562.72
ดอกเบี้ยจ่าย		644.66	598.62	549.82	512.71	452.23	439.17
Net Income		*130.15*	*743.59*	*4759.95*	*11631.67*	*8506.35*	*6085.31*

ตารางที่ 7.4 กระแสเงินสดของการลงทุนปลูกสับปะรดแบบ 3 รุ่น(ต่อ)

ปี	0	1	2	3	4	5	6
Cash Flow Statement							
กิจกรรมการปฏิบัติงาน							
รายรับสุทธิ		130.15	743.59	4759.95	11631.67	8506.35	6085.31
ค่าเสื่อมราคา							
ยานพาหนะ		646.55	646.55	646.55	646.55	646.55	646.55
อุปกรณ์การปลูก		562.72	562.72	562.72	562.72	562.72	562.72
กิจกรรมการลงทุน							
ยานพาหนะ	-6465.50						
อุปกรณ์การปลูก	-2423.79					-2423.79	
มูลค่าซาก							
ยานพาหนะ							2586.20
อุปกรณ์การปลูก							1939.03
Gain taxes							
ยานพาหนะ							0
อุปกรณ์การปลูก							0
กิจกรรมการกู้ยืมเงิน							
เงินกู้ยืม	6872.7	6872.7	6872.7	6872.7	6872.7	6872.7	
เงินต้นชำระคืน		-6872.7	-6872.7	-6872.7	-6872.7	-6872.7	-6872.7
Net cash flow	*-2016.56*	*1339.41*	*1952.86*	*5969.21*	*12840.94*	*7291.83*	*4947.08*

7.2.2.1 <u>รายรับ</u>

รายรับที่ได้จากการลงทุนปลูกสับปะรด จะได้มาจาก 2 ส่วนคือ รายรับจากการขายผลผลิตสับปะรด และรายรับจากการขายหน่อพันธุ์

(1) รายรับจากการขายผลผลิตสับปะรด

ในการคำนวณ จะใช้ราคารับซื้อสับปะรดเฉลี่ยในปีพ.ศ. 2543 ถึง 2548 (ตารางผนวกที่ ง.1) มาคูณกับปริมาณสับปะรดในปีที่ 1 ถึง 6 ตามลำดับ และจากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการปลูกสับปะรดของกรณีศึกษาขนาดใหญ่ และเกษตรกรผู้ปลูกสับปะรด จึงได้ตั้งข้อสมมติเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณสับปะรดในแต่ละปี (ตารางผนวกที่ ง.2) ดังนี้

- ในปีที่ 1 ของการปลูกจะสามารถเก็บเกี่ยวได้ร้อยละ 90 ของต้นที่ปลูก และมีน้ำหนักเฉลี่ย 1.30 กิโลกรัมต่อลูก
- ในปีที่ 2 ของการปลูกจะสามารถเก็บเกี่ยวได้ร้อยละ 80 ของต้นที่ปลูก และมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.90 กิโลกรัมต่อลูก
- ในปีที่ 3 ของการปลูกจะสามารถเก็บเกี่ยวได้ร้อยละ 70 ของต้นที่ปลูก และมีน้ำหนักเฉลี่ย 0.70 กิโลกรัมต่อลูก

จากข้อสมมติดังกล่าว สามารถคำนวณปริมาณผลผลิตสับปะรดต่อไร่ของการปลูกแบบ 1 รุ่น แบบ 2 รุ่นและแบบ 3 รุ่นได้ดังในตารางที่ 7.5 ซึ่งการปลูกแบบ 1 รุ่นจะมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงที่สุด เท่ากับ 7.02 ตันต่อไร่ มากกว่าแบบ 2 รุ่น 1.35 ตันต่อไร่ และมากกว่าแบบ 3 รุ่น 2.26 ตันต่อไร่ จากข้อมูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2549) พบว่า ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีเนื้อที่เก็บเกี่ยวสับปะรดเฉลี่ย (ปีพ.ศ. 2546 - พ.ศ. 2548) สูงถึง 247,997 ไร่ (ตารางผนวกที่ ง.3) ดังนั้น หากสามารถเพิ่มปริมาณผลผลิตเฉลี่ยได้ประมาณ 2 ตันต่อไร่ จะทำให้ปริมาณสับปะรดโรงงานในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีเพิ่มมากขึ้นถึงเกือบ 500,000 ตันต่อปี

ตารางที่ 7.5 ปริมาณผลผลิตสับปะรดต่อไร่ของการปลูกแบบ 1 รุ่น แบบ 2 รุ่นและแบบ 3 รุ่น

หน่วย: กิโลกรัมต่อไร่

รูปแบบการปลูก	**แบบ 3 รุ่น**			**แบบ 2 รุ่น**		**แบบ 1 รุ่น**
ปีของการปลูก	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 3**	**ปีที่ 1**	**ปีที่ 2**	**ปีที่ 1**
ปริมาณผลผลิตสับปะรด						
ลูกใหญ่	6,318	3,024	1,764	6,318	3,024	6,318
ลูกเล็ก	702	1,296	1,176	702	1,296	702
รวม	7,020	4,320	2,940	7,020	4,320	7,020
เฉลี่ยต่อปี		**4,760**			**5,670**	**7,020**

(2) รายรับจากการขายหน่อพันธุ์

ในการคำนวณ จะคิดราคาขายหน่อเท่ากับราคาซื้อหน่อเฉลี่ยของเกษตรกรในแต่ละปี (ตารางผนวกที่ ง.4) และมีการกำหนดข้อสมมติในการแตกหน่อ คือ ในแต่ละปี สับปะรดจะแตกหน่อออกมา 2 หน่อ คือหน่ออากาศและหน่อดิน อย่างละ 1 หน่อ แล้วจะทำการตัดหน่ออากาศเพื่อขาย และเก็บหน่อดินไว้เพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตไว้สำหรับปีถัดไป

ทั้งนี้รายรับที่ได้จากการปลูกสับปะรดแบบ 1 รุ่น แบบ 2 รุ่น และแบบ 3 รุ่น สรุปได้ดังในตารางที่ 7.6

ตารางที่ 7.6 รายรับที่ได้จากการปลูกสับปะรดแบบต่างๆ

รูปแบบการปลูก	รายรับ (บาท)	ปีที่ 1 (2543)	ปีที่ 2 (2544)	ปีที่ 3 (2545)	ปีที่ 4 (2546)	ปีที่ 5 (2547)	ปีที่ 6 (2548)
แบบ 1 รุ่น	จากการขายผลผลิต	14,096.16	15,802.02	28,690.74	26,226.72	29,575.26	25,658.10
	จากการขายหน่อพันธุ์	5,409.68	5,139.35	5,395.20	8,473.60	8,473.60	9,722.91
	รวม	19,505.84	20,941.37	34,085.94	34,700.32	38,048.86	35,381.01
แบบ 2 รุ่น	จากการขายผลผลิต	14,096.16	8,523.36	28,690.74	13,512.96	29,575.26	13,240.80
	จากการขายหน่อพันธุ์	2,704.84	5,139.35	2,697.60	8,473.60	4,236.80	9,722.91
	รวม	16,801.00	13,662.71	31,388.34	21,986.56	33,812.06	22,963.71
แบบ 3 รุ่น	จากการขายผลผลิต	14,096.16	8,523.36	8,990.52	26,226.72	15,115.68	8,143.80
	จากการขายหน่อพันธุ์	2,704.84	2,569.67	5,395.20	4,236.80	4,236.80	9,722.91
	รวม	16,801.00	11,093.03	14,385.72	30,463.52	19,352.48	17,866.71

7.2.2.2 <u>ต้นทุน</u>

การคำนวณต้นทุนการปลูกสับปะรด จะคิดจากต้นทุนของแต่ละกิจกรรมการปลูกสับปะรดที่ได้ดำเนินการในแต่ละปี ตามรายการที่แสดงไว้ในตารางที่ 7.1 ซึ่งค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมในแต่ละปีนั้นจะได้มาจากการแปรผันตามราคาสินค้านั้นๆ หรือราคาสินค้าหลักที่เกี่ยวข้อง และอัตราดอกเบี้ยเงินกู้เฉลี่ยของทุกธนาคารพาณิชย์ที่จดทะเบียนในประเทศ (ณ ต้นปี) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 - 2548 (ตารางผนวกที่ ง.5 – ง.9) โดยข้อมูลต้นทุนจากการการศึกษาเชิงสำรวจจะเป็นต้นทุนของเกษตรกรในปี พ.ศ. 2548 ต้นทุนการปลูกสับปะรดแบบ 1 รุ่น แบบ 2 รุ่น และแบบ 3 รุ่นสามารถสรุปได้ดังใน

ตารางที่ 7.7

ตารางที่ 7.7 ต้นทุนของการปลูกสับปะรดแบบต่างๆ

รูปแบบการปลูก	ต้นทุน (บาท)					
	ปีที่ 1 (2543)	ปีที่ 2 (2544)	ปีที่ 3 (2545)	ปีที่ 4 (2546)	ปีที่ 5 (2547)	ปีที่ 6 (2548)
แบบ 1 รุ่น	16,671	17,159	17,207	18,871	19,721	22,472
แบบ 2 รุ่น	16,671	10,371	17,207	10,212	19,721	12,326
แบบ 3 รุ่น	16,671	10,349	9,626	18,832	10,846	15,862

7.2.2.3 *มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิ*

มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิ หรือ NPV ของการปลูกสับปะรดในปีที่ 1 (พ.ศ. 2543) แสดงได้ดังในตารางที่ 7.8 จากตาราง แสดงให้เห็นว่ามูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิของรายรับจากการลงทุนปลูกสับปะรดแบบ 1 รุ่น แบบ 2 รุ่น และแบบ 3 รุ่น มีมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิมากกว่าศูนย์ ซึ่งแสดงว่าการลงทุนปลูกสับปะรดให้ผลตอบแทนตามที่ต้องการและมากกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้เฉลี่ย

ตารางที่7.8 มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิต่อไร่ที่ได้จากการลงทุนปลูกสับปะรด

รูปแบบการปลูก	มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิ (บาท)	มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิเฉลี่ยต่อปี (บาท)
แบบ 1 รุ่น	52,931.32	8,821.89
แบบ 2 รุ่น	40,360.56	6,726.76
แบบ 3 รุ่น	23,624.26	3,937.38

จากผลการเปรียบเทียบมูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุนปลูกสับปะรดแบบ 1 รุ่น แบบ 2 รุ่น และแบบ 3 รุ่น โดยกำหนดให้มีอายุโครงการที่เท่ากันเท่ากับ 6 ปี และใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 7.50 ต่อปี พบว่าการปลูกแบบ 1 รุ่นจะให้มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิสูงที่สุด คือเท่ากับ 52,931.32 บาทต่อไร่ หรือเฉลี่ยเท่ากับ 8,821.89 บาทต่อไร่ต่อปี ทั้งนี้เนื่องจากรายรับสุทธิของการปลูกแบบ 1 รุ่นในแต่ละปีนั้น ส่วนใหญ่จะมีค่าสูงกว่ารายรับสุทธิของการปลูกแบบ 2 รุ่นและแบบ 3 รุ่น ถึงแม้ว่าการปลูกแบบ 1 รุ่นจะมีต้นทุนในแต่ละปีสูงกว่า แต่ก็มีรายรับที่สูงกว่าการปลูกแบบ 2 รุ่นและแบบ 3 รุ่น เพราะผลผลิตในปีที่ 1 ของการปลูกจะให้ปริมาณผลผลิตที่สูงกว่าและให้ขนาดของผลสับปะรดที่โตกว่าผลผลิตในปีที่ 2 และปีที่ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 7.5) จึงทำให้การปลูกแบบ 1 รุ่น มีรายรับที่สูงกว่าการปลูกแบบ 2 รุ่นและแบบ 3 รุ่น ตามลำดับ

7.3 สรุป

จากการวิจัยเชิงสำรวจ โดยการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกสับปะรดจำนวน 105 รายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า การปลูกสับปะรดของเกษตรกรมีต้นทุนการปลูกรวมเฉลี่ยเท่ากับ 22,184.26 บาทต่อไร่ ผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 6,000 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นทุนการปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 3.72 บาทต่อกิโลกรัม และในการลงทุนปลูกสับปะรด เกษตรกรควรปลูกแบบ 1 รุ่น เพื่อให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่สูงขึ้น ขนาดของผลเฉลี่ยโตขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้เกษตรกรได้ผลกำไรจากการลงทุนมากกว่าการปลูกแบบ 2 รุ่นและแบบ 3 รุ่น ตามลำดับ นอกจากนี้ การเปลี่ยนรูปแบบการปลูกสับปะรดจากแบบ 3 รุ่น เป็นแบบ 1 รุ่นยังส่งผลให้ปริมาณสับปะรดโรงงานในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีเพิ่มมากขึ้นถึงปีละเกือบ 500,000 ตัน

บทที่ 8
การวิเคราะห์ราคาขายของสับปะรดสด

สับปะรดเมื่อปลูกครั้งหนึ่งแล้วจะสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ถึง 3 ครั้ง แต่ปริมาณการให้ผลผลิตในแต่ละครั้งจะมีความแตกต่างกัน กล่าวคือ สับปะรดจะให้ผลผลิตสูงที่สุดในการเก็บเกี่ยวปีแรก ส่วนผลผลิตปีที่ 2 และปีที่ 3 จะให้ผลผลิตลดลง ตามลำดับ (ดังที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 7) เกษตรกรสามารถใช้สารเคมีบังคับให้สับปะรดออกผลตามต้องการได้ สับปะรดจึงเป็นพืชสามารถให้ผลผลิตได้ตลอดทั้งปี แต่การเปลี่ยนแปลงของผลผลิตจะขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศด้วย กล่าวคือ ในช่วงที่อากาศหนาวเย็น สับปะรดจะออกดอก จึงทำให้ผลผลิตจะออกสู่ตลาดมากในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม และในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนธันวาคม เป็นผลให้ราคาสับปะรดแปรผันไปตามปริมาณอุปทานและอุปสงค์ของตลาดในแต่ละช่วงเวลา ถ้าช่วงใดที่ผลผลิตออกสู่ตลาดมาก แต่ความต้องการมีจำกัด ราคาสับปะรดก็จะต่ำ แต่ถ้าช่วงใดที่ผลผลิตออกสู่ตลาดน้อย ราคาสับปะรดก็จะสูงขึ้น ซึ่งสาเหตุนี้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของราคาตามเวลาและนำสู่ความไม่เสถียรภาพของราคาสับปะรด ในบทนี้ คณะวิจัยจึงได้ทำการศึกษาหาแบบจำลองการพยากรณ์ราคาสับปะรดที่เหมาะสม เพื่อประโยชน์ในการวางแผนและการตัดสินใจของเกษตรกรและโรงงานต่อไป

8.1 การเก็บข้อมูลและการเตรียมข้อมูลเพื่อสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ราคาสับปะรด

การศึกษาหาแบบจำลองการพยากรณ์ราคาสับปะรดที่เหมาะสมนี้ ศึกษาโดยอาศัยข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) ที่รวบรวมได้จากเอกสาร บทความ รายงานการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลที่รวบรวมโดยหน่วยงานภาครัฐ และกรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ โดยเก็บข้อมูลเป็นลักษณะรายเดือน ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2549 รวมเป็นระยะเวลา 60 เดือน ซึ่งข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมแสดงดังในตารางที่ 8.1 โดยข้อมูลที่เก็บรวบรวมจะถูกแบ่งเป็น 2 ชุด คือ

(1) ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์เพื่อสร้างแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลรายเดือนตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2545 ถึง พ.ศ. 2548 เป็นระยะเวลา 48 เดือน

(2) ข้อมูลทดสอบแบบจำลอง ซึ่งใช้ข้อมูลปี พ.ศ. 2549 เป็นระยะเวลา 12 เดือน

ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่เก็บรวบรวมเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ราคาสับปะรดในตารางที่ 8.1 แสดงในเมตริกซ์แผนภาพการกระจาย (Scatterplot Matrix) ในรูปผนวกที่ ง.1

ตารางที่ 8.1 ข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ราคาสับปะรด

	ข้อมูล	หน่วย	แหล่งข้อมูล
1.	ราคารับซื้อสับปะรด ของ กรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่	บาทต่อกิโลกรัม	บริษัท กรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ (2549)
2.	ราคารับซื้อสับปะรดเฉลี่ยของบริษัทต่างๆ ภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์	บาทต่อกิโลกรัม	สำนักงานการค้าภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (2549)
3.	ราคาส่งออกสับปะรดกระป๋องเฉลี่ยของประเทศไทย	บาทต่อกิโลกรัม	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2549)
4.	ปริมาณสับปะรดกระป๋องส่งออก	ตัน	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2549)
5.	ปริมาณความต้องการสับปะรดโรงงานที่ได้วางแผนไว้	ตัน	บริษัท กรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ (2549)
6.	ปริมาณสับปะรดโรงงานที่ได้ตามจริง	ตัน	บริษัท กรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ (2549)
7.	ปริมาณสับปะรดโรงงานทั้งหมดทั้งประเทศ	ตัน	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2549)
8.	ปริมาณสับปะรดโรงงานภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์	ตัน	
9.	ต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดเฉลี่ยของเกษตรกร	บาทต่อกิโลกรัม	สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2549)

8.2 การสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ราคาสับปะรด

คณะวิจัยได้ทำการศึกษาหาแบบจำลองการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดที่เหมาะสม โดยใช้ข้อมูลราคารับซื้อสับปะรดของ บริษัท กรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นโรงงานที่มีปริมาณการผลิตสับปะรดแปรรูปบรรจุกระป๋องมากที่สุดในประเทศไทย และเปรียบเสมือนเป็นผู้กำหนดราคารับซื้อหลักในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในการวิเคราะห์ และศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง 2 รูปแบบ คือ แบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล และแบบจำลองการวิเคราะห์อนุกรมเวลาของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Model หรือ ARIMA Model) ดังนี้

8.2.1 แบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล (Polynomial regression model)

การสร้างแบบจำลองการถดถอยเป็นการจำลองรูปแบบความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์ระหว่างตัวแปรสองกลุ่ม คือ ตัวแปรตาม (Dependent Variable หรือ Response Variable) หนึ่งตัวแปร ซึ่งเป็นตัวแปรที่สนใจที่จะศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรอีกกลุ่มหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า ตัวแปรต้น (Independent Variables หรือ Explanatory Variables) ตัวแปรกลุ่มนี้อาจมีมากกว่าหนึ่งตัวแปร และรูปแบบความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์หรือเชิงสถิติที่ได้ เรียกว่า แบบจำลองการถดถอย (Regression Model)

รูปแบบการสร้างแบบจำลองและค่าพารามิเตอร์ต่างๆ มีความสำคัญมาก โดยทั่วไปแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่ง (First-order Regression Model) นิยมใช้กรณีที่ความสัมพันธ์ของตัวแปรเป็นเชิงเส้นตรง แต่ไม่สามารถใช้กับงานวิจัยครั้งนี้ได้ เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ มีแนวโน้มที่เป็นความสัมพันธ์แบบไม่เป็นเชิงเส้นตรง จึงเลือกใช้แบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลกำลังสอง (Second-order Regression Model) ซึ่งแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล ประกอบด้วยตัวแปรต้นและปฏิสัมพันธ์ (Interactions) ระหว่างตัวแปรต้น ได้แก่ ตัวแปรต้นยกกำลังหนึ่ง ตัวแปรต้นยกกำลังสอง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นยกกำลังหนึ่ง 2 ตัว

การสร้างแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล มีขั้นตอน ดังนี้

(1) กำหนดตัวแปรตาม ซึ่งในที่นี้คือ

PF ราคารับซื้อสับปะรด ของ บริษัท กรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ (บาทต่อกิโลกรัม)

(2) กำหนดตัวแปรต้นและปฏิสัมพันธ์ของตัวแปรต้น 8 ตัว ดังนี้

<u>ตัวแปรต้นยกกำลังหนึ่ง</u>

PP ราคารับซื้อสับปะรดเฉลี่ยของบริษัทต่างๆ ภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (บาทต่อกิโลกรัม)

PCP ราคาส่งออกสับปะรดกระป๋องเฉลี่ยของประเทศไทย (บาทต่อกิโลกรัม)

EX ปริมาณสับปะรดกระป๋องส่งออก (ตัน)

DP ปริมาณความต้องการสับปะรดโรงงานที่ต้องการหรือได้วางแผนไว้ (ตัน)

DA ปริมาณสับปะรดโรงงานที่ได้ตามจริง (ตัน)

SP ปริมาณสับปะรดโรงงานภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ตัน)

ST ปริมาณสับปะรดโรงงานทั้งหมดทั้งประเทศ (ตัน)

CP ต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดเฉลี่ยของเกษตรกร (บาทต่อกิโลกรัม)

ตัวแปรต้นยกกำลังสอง

PP*PP , PCP*PCP , EX* EX , DP* DP , DA* DA , SP*SP , ST* ST , CP*CP

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น 2 ตัว

PP*PCP, PP*EX, PP*DP, PP*DA, PP*SP, PP*ST, PP*CP

PCP*EX, PCP*DP, PCP*DA, PCP*SP, PCP*ST, PCP*CP

EX*DP, EX*DA, EX*SP, EX*ST, EX*CP

DP*DA, DP*SP, DP*ST, DP*CP

DA*SP, DA*ST, DA*CP

SP*ST, SP*CP

ST*CP

(3) สร้างแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล

การสร้างแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลจะใช้ตัวแปรต้นกำลังหนึ่ง ตัวแปรต้นกำลังสอง และปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น 2 ตัว เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นกับตัวแปรตามจากชุดข้อมูล สร้างแบบจำลองโดยใช้วิธี Stepwise Regression เพื่อเลือกปัจจัยที่มีความสำคัญเข้าสู่แบบจำลอง กำหนดให้ระดับนัยสำคัญในการเลือกตัวแปรเข้าและตัวแปรออก เท่ากับ 0.05

(4) การทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง

นำแบบจำลองที่ได้มาทดสอบความเหมาะสม ด้วยการตรวจสอบความถูกต้องของข้อสมมติและเงื่อนไขของแบบจำลองความถดถอยที่ว่า ค่าความคลาดเคลื่อนจะต้องมาจากการแจกแจงปกติที่เหมือนกันและเป็นอิสระต่อกันโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และมีค่าความแปรปรวนคงที่ ซึ่งการทดสอบสามารถทำได้โดยการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน และการคำนวณค่า Variance Inflation Factor (VIF) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บอกระดับภาวะร่วมเส้นตรง (Multicollinearity) ของตัวแปรต้น ค่า VIF ควรมีค่าไม่เกิน 10 (Rawlings et al., 1998)

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นทั้ง 8 ตัวและปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้น จะได้แบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลกำลังสอง ดังสมการ (8.1) และผลการทดสอบทางสถิติดังตารางผนวกที่ ง.10

$$PF = 2.0786 + 0.1340\ PP^2 - 4.2315E\text{-}7\ (PCP*SP) + 1.3920E\text{-}5\ (DA*CP) \quad (8.1)$$

เมื่อ PF ราคารับซื้อสับปะรดของ บริษัท กรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ (บาทต่อกิโลกรัม)

PP ราคารับซื้อสับปะรดเฉลี่ยของบริษัทต่างๆ ภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (บาทต่อกิโลกรัม)

PCP ราคาส่งออกสับปะรดกระป๋องเฉลี่ยของประเทศไทย (บาทต่อกิโลกรัม)

DA ปริมาณสับปะรดโรงงานที่ได้ตามจริง (ตัน)

SP ปริมาณสับปะรดโรงงานภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ตัน)

CP ต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดเฉลี่ยของเกษตรกร (บาทต่อกิโลกรัม)

จากสมการ (8.1) พบว่า ถ้าราคารับซื้อสับปะรดเฉลี่ยของบริษัทต่างๆ ภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์เปลี่ยนแปลงไป 1 บาทต่อกิโลกรัม จะส่งผลให้ราคารับซื้อสับปะรดของกรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน $0.1340^{1/2} = 0.36606$ บาทต่อกิโลกรัม ถ้าปฏิสัมพันธ์ระหว่างราคาส่งออกสับปะรดกระป๋องเฉลี่ยของประเทศไทยกับปริมาณสับปะรดโรงงานภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้ราคารับซื้อสับปะรดของกรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางตรงกันข้าม 4.2315E-7 บาทต่อกิโลกรัม และถ้าปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสับปะรดโรงงานที่ได้ตามจริงกับต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดเฉลี่ยของเกษตรกร เปลี่ยนแปลงไป 1 หน่วย จะส่งผลให้ราคารับซื้อสับปะรดของกรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ เปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน 1.3920E-5 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อทดสอบค่า p-value ของตัวแปรต้น พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรต้นในสมการ (8.1) มีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 99

จากผลการตรวจสอบความถูกต้องของข้อสมมติและเงื่อนไขของแบบจำลองการถดถอย พบว่าค่า VIF ของตัวแปรอิสระมีค่าน้อยกว่า 10 แสดงว่าแบบจำลองสามารถอธิบายผลของตัวแปรตามได้ค่อนข้างดี และผลการวิเคราะห์ค่าความคลาดเคลื่อน พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ

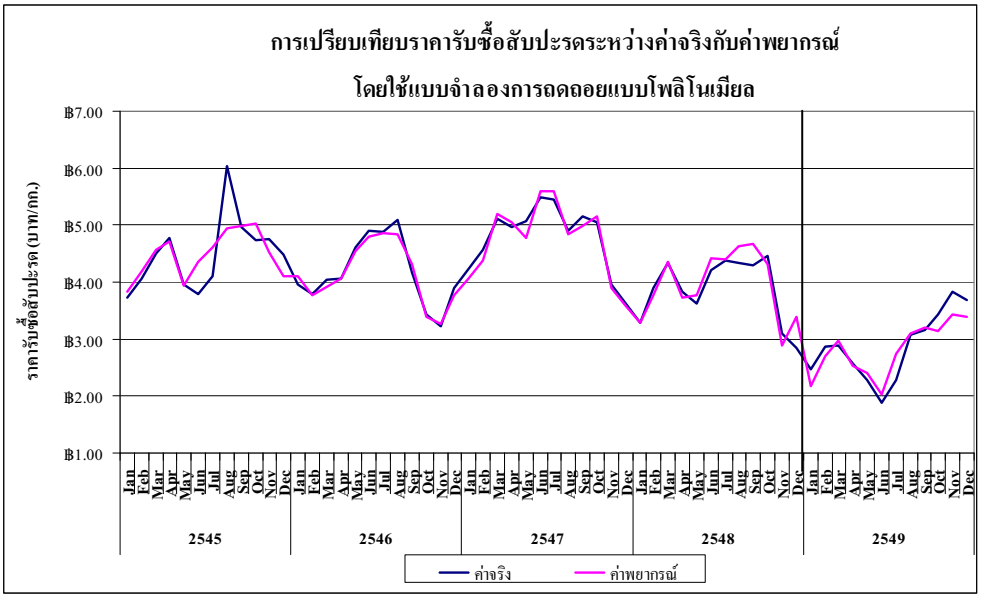
ดังนั้น รูปแบบสมการถดถอยแบบโพลิโนเมียลนี้จึงสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดที่เกษตรกรจะได้รับในอนาคตได้ ดังที่แสดงในตารางที่ 8.2 กราฟเปรียบเทียบราคารับซื้อสับปะรดระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลแสดงในรูปที่ 8.1

ตารางที่ 8.2 ผลการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรด ปี พ.ศ. 2549 ของแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล

หน่วย: บาทต่อกิโลกรัม

ปี พ.ศ. 2549	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าความคลาดเคลื่อน
มกราคม	2.46	2.18	1.65	2.70	0.28
กุมภาพันธ์	2.86	2.70	2.18	3.23	0.16
มีนาคม	2.88	2.97	2.44	3.49	-0.09
เมษายน	2.57	2.53	2.00	3.05	0.04
พฤษภาคม	2.27	2.40	1.88	2.93	-0.13
มิถุนายน	1.89	2.02	1.50	2.55	-0.13
กรกฎาคม	2.29	2.74	2.21	3.26	-0.45
สิงหาคม	3.07	3.10	2.58	3.63	-0.03
กันยายน	3.16	3.21	2.68	3.73	-0.05
ตุลาคม	3.43	3.14	2.62	3.67	0.29
พฤศจิกายน	3.83	3.44	2.91	3.96	0.39
ธันวาคม	3.68	3.39	2.87	3.92	0.29

ที่มา: จากการคำนวณ



รูปที่ 8.1 การเปรียบเทียบราคารับซื้อสับปะรดระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล

8.2.2 แบบจำลองของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins model)

แบบจำลองของบ็อกซ์และเจนกินส์ (Box-Jenkins Model) หรือแบบจำลอง ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) เป็นแบบจำลองการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่ใช้ข้อมูลตัวแปรตามเพียงอย่างเดียวในการสร้างแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ (Univariate Time Series Analysis) ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างแบบจำลองดังนี้

(1) ทดสอบคุณสมบัติความคงที่ (Stationary) ของข้อมูล

โดยพิจารณาจากค่า Augmented Dickey Fuller (ADF) จากการทดสอบ Unit Root Test โดยพิจารณาค่า t-statistic ของข้อมูลเทียบกับค่า t-statistic วิกฤต หรือพิจารณาจากค่า p-value ของข้อมูล ถ้าพบว่า ไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 ได้แสดงว่าข้อมูลมีคุณสมบัติไม่คงที่ แต่ถ้าสมมติฐานหลัก H_0 ถูกปฏิเสธ แสดงว่าข้อมูลมีคุณสมบัติความคงที่

(2) กำหนดรูปแบบ ARIMA(p,d,q)

โดยการพิจารณาจากลักษณะของคอเรลโรแกรม (Corellogram) ของทั้งค่าสหสัมพันธ์แบบออโต (Autocorrelation Function: ACF) และค่าอัตตสัมพันธ์เชิงส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) แล้วนำไปกำหนดรูปแบบ ARIMA จากนั้นจึงทำการประมาณค่าพารามิเตอร์ให้กับตัวแปร

(3) ตรวจสอบรูปแบบและค่าพารามิเตอร์

สำหรับการตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบจะพิจารณาว่าค่าพารามิเตอร์มีค่าเท่ากับศูนย์หรือไม่ ด้วยการทดสอบ t-statistic หรือ p-value ส่วนการตรวจสอบรูปแบบจะพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์แบบออโต (ACF) ของค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งประกอบด้วยการทดสอบ H_0: $\rho_k(e_t)=0$ สำหรับแต่ละ k ด้วยการทดสอบ t-statistic และการทดสอบ H_0: $\rho_1(e_t)=...=\rho_m(e_t)=0$ กับ H_1: $\rho_k(e_t)$ สำหรับ k = 1, …, m อย่างน้อยหนึ่งค่าไม่เป็น 0 ด้วยการทดสอบสหสัมพันธ์แบบออโตของ Box และ Pierce ซึ่งมีตัวทดสอบสถิติ คือ $Q=n\sum_{k=1}^{m} r_k^2$ เมื่อ n เป็นขนาดของอนุกรมวลา และ m ปีนช่วงเวลาห่างสูงสุดระหว่างค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่พิจารณาสหสัมพันธ์แบบออโตที่ระดับนัยสำคัญ α มีช่วงวิกฤต คือ $Q>\chi^2_{\alpha,m}$ กรณีที่ปฏิเสธสมมติฐานหลัก จะสรุปว่ามี $\rho_k(e_t)$ สำหรับ k = 1, …, m อย่างน้อยหนึ่งค่าที่ไม่เท่ากับ ศูนย์

เมื่อพิจารณาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาของราคารับซื้อสับปะรดโรงงานของกรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ (PF) ตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2545 ถึงเดือนธันวาคม ปี พ.ศ. 2548 พบว่า เมื่อทดสอบคุณสมบัติความคงที่ (Stationary) ของอนุกรมเวลาโดยวิธี Unit root test จะได้ค่า ADF Test Statistic ของข้อมูล มีค่าเท่ากับ -3.3478 ซึ่งมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ค่าวิกฤตเท่ากับ -2.9266) (ตารางผนวกที่ ง.11) และอนุกรมเวลามีค่าสหสัมพันธ์ในตนเองและค่าอัตตสัมพันธ์เชิงส่วนลดลงอย่างรวดเร็ว (ตารางผนวกที่ ง.12) แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลอนุกรมเวลาชุดนี้มีลักษณะคงที่แล้ว

เมื่อพิจารณาหารูปแบบของแบบจำลองสำหรับอนุกรมเวลาของราคารับซื้อสับปะรดโรงงานที่เกษตรกรได้รับ พบว่า สามารถกำหนดแบบจำลอง ARIMA ได้ 2 แบบ คือ ARIMA(1,0,0) และ ARIMA(1,0,29)

ARIMA(1,0,0) เป็นแบบจำลองที่ชี้ให้เห็นว่าราคารับซื้อสับปะรดโรงงานได้รับผลกระทบจากราคารับซื้อสับปะรดโรงงานครั้งก่อนในการกำหนดราคารับซื้อสับปะรด (ตารางผนวกที่ ง.13) ดังในสมการ (8.2)

$$PF_t = 4.3127*(1-0.6631) + 0.6631\ PF_{t-1} + \varepsilon_t = 1.4529 + 0.6631\ PF_{t-1} + \varepsilon_{t-29} \quad (8.2)$$

เมื่อ PF_t คือ ราคารับซื้อสับปะรด ของ กรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ จำกัด ณ เวลา t

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

จากสมการ (8.2) พบว่า ถ้าราคาช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา เปลี่ยนแปลงไป 1 บาทต่อกิโลกรัม จะส่งผลให้ราคารับซื้อสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในเดือนปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน

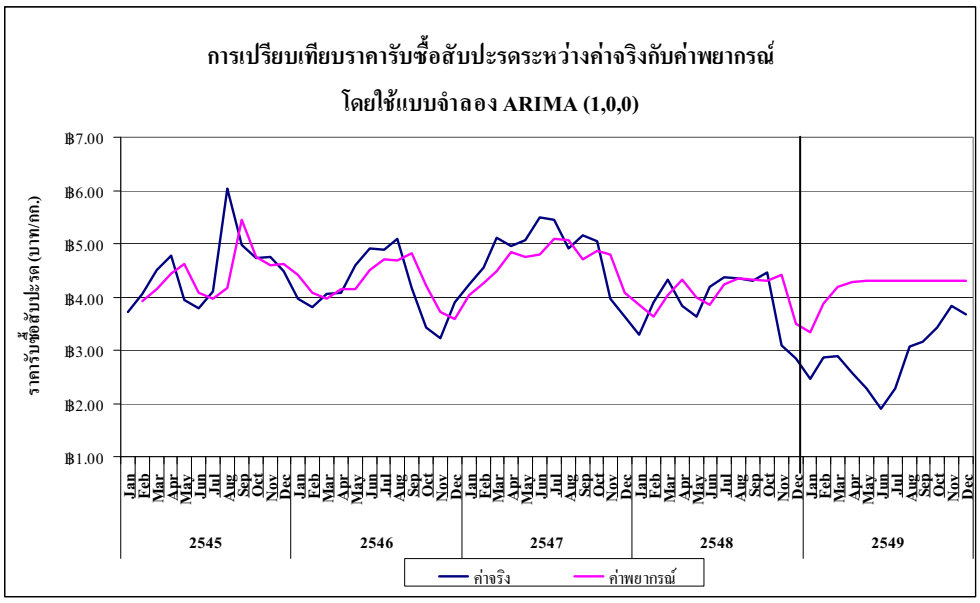
ถึง 0.66 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อทดสอบค่า p-value ของตัวแปร พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรมีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และเมื่อพิจารณาลักษณะของคอเรลโรแกรมของค่าความคลาดเคลื่อน และทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของรูปแบบสมการโดยการใช้วิธีการของ Box-Pierce Statistic (Q Statistic) ในช่วงเวลาต่างๆ พบว่า สมการ (8.2) ไม่มีลักษณะของค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงเวลา ดังนั้น รูปแบบสมการนี้สามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์แนวโน้มของราคารับซื้อสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในอนาคตได้ ดังในตารางที่ 8.3 กราฟเปรียบเทียบราคารับซื้อสับปะรดระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์โดยใช้แบบจำลอง ARIMA(1,0,0) แสดงในรูปที่ 8.2

ตารางที่ 8.3 ผลการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรด ปี พ.ศ. 2549 ของแบบจำลอง ARIMA(1,0,0)

หน่วย: บาทต่อกิโลกรัม

ปี พ.ศ. 2549	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าความคลาดเคลื่อน
มกราคม	2.46	3.34	2.33	4.35	-0.88
กุมภาพันธ์	2.86	3.89	2.67	5.10	-1.03
มีนาคม	2.88	4.19	2.90	5.48	-1.31
เมษายน	2.57	4.29	2.97	5.61	-1.72
พฤษภาคม	2.27	4.31	2.97	5.65	-2.04
มิถุนายน	1.89	4.31	2.97	5.66	-2.42
กรกฎาคม	2.29	4.31	2.97	5.66	-2.02
สิงหาคม	3.07	4.31	2.96	5.66	-1.24
กันยายน	3.16	4.31	2.96	5.66	-1.15
ตุลาคม	3.43	4.31	2.96	5.66	-0.88
พฤศจิกายน	3.83	4.31	2.96	5.66	-0.48
ธันวาคม	3.68	4.31	2.96	5.66	-0.63

ที่มา: จากการคำนวณ



รูปที่ 8.2 การเปรียบเทียบราคารับซื้อสับปะรดระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์โดยใช้แบบจำลอง ARIMA (1,0,0)

ARIMA(1,0,29) เป็นแบบจำลองที่ชี้ให้เห็นว่าราคารับซื้อสับปะรดโรงงานได้รับผลกระทบของวัฏจักรเข้ามาเกี่ยวข้อง เนื่องจากเกษตรกรจะต้องใช้เวลาในการวางแผนการผลิตสับปะรดประมาณ 2-3 ปี (ตารางผนวกที่ ง.14) ดังในสมการ (8.3)

$$PF_t = 3.7265*(1-0.7275) + 0.7275\ PF_{t-1} - 0.9199\ \varepsilon_{t-29}$$
$$= 1.0155 + 0.7275\ PF_{t-1} - 0.9199\ \varepsilon_{t-29} \qquad (8.3)$$

เมื่อ PF_t คือ ราคารับซื้อสับปะรด ของ กรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ ณ เวลา t

ε_{t-29} คือ ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์กับค่าจริง ณ เวลา t-29

จากสมการ (8.3) พบว่า ถ้าราคาช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา เปลี่ยนแปลงไป 1 บาทต่อกิโลกรัม จะส่งผลให้ราคารับซื้อสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในเดือนปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกันถึง 0.73 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่ถ้าปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่ราคารับซื้อสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในช่วง 29 เดือนที่ผ่านมาเปลี่ยนแปลงไป 1 บาทต่อกิโลกรัม จะส่งผลให้ราคารับซื้อสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในเดือนปัจจุบันเปลี่ยนแปลงไปมีทิศทางตรงกันข้ามถึง 0.92 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อทดสอบค่า p-value ของตัวแปร พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรมีค่าแตกต่างไปจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 99 และเมื่อพิจารณาลักษณะของคอเรลโรแกรมของค่าความ

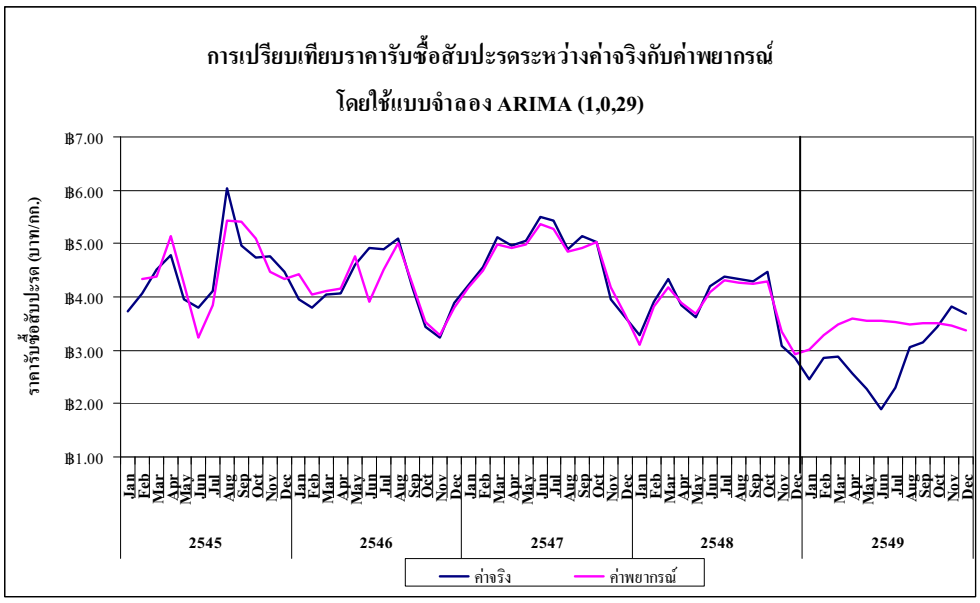
คลาดเคลื่อน และทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของรูปแบบสมการโดยการใช้วิธีการของ Box-Pierce Statistic (Q Statistic) ในช่วงเวลาต่างๆ พบว่า สมการ (8.3) ไม่มีลักษณะของค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละช่วงเวลา ดังนั้นรูปแบบสมการนี้จึงสามารถนำไปใช้ในการพยากรณ์แนวโน้มของราคารับซื้อสับปะรดที่เกษตรกรได้รับในอนาคตได้ ดังในตารางที่ 8.4 กราฟเปรียบเทียบราคารับซื้อสับปะรดระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์โดยใช้แบบจำลอง ARIMA(1,0,29) แสดงในรูปที่ 8.3

ตารางที่ 8.4 ผลการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรด ปี พ.ศ. 2549 ของแบบจำลอง ARIMA(1,0,29)

หน่วย: บาทต่อกิโลกรัม

ปี พ.ศ. 2549	ค่าจริง	ค่าพยากรณ์	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าความคลาดเคลื่อน
มกราคม	2.46	3.02	2.47	3.56	-0.56
กุมภาพันธ์	2.86	3.29	2.24	4.33	-0.43
มีนาคม	2.88	3.49	2.27	4.72	-0.61
เมษายน	2.57	3.60	2.28	4.91	-1.03
พฤษภาคม	2.27	3.56	2.20	4.92	-1.29
มิถุนายน	1.89	3.55	2.17	4.93	-1.66
กรกฎาคม	2.29	3.53	2.14	4.93	-1.24
สิงหาคม	3.07	3.47	2.07	4.88	-0.40
กันยายน	3.16	3.51	2.11	4.91	-0.35
ตุลาคม	3.43	3.51	2.10	4.91	-0.08
พฤศจิกายน	3.83	3.45	2.05	4.86	0.38
ธันวาคม	3.68	3.37	1.97	4.78	0.31

ที่มา: จากการคำนวณ



รูปที่ 8.3 การเปรียบเทียบราคารับซื้อสับปะรดระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์โดยใช้แบบจำลอง ARIMA (1,0,29)

8.3 การเปรียบเทียบแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ราคาสับปะรด

8.3.1 การเปรียบเทียบแบบจำลองสำหรับชุดข้อมูลที่ใช้สร้างแบบจำลอง

ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองโดยการนำแบบจำลองแต่ละรูปแบบมาพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดในช่วงของชุดข้อมูลที่ใช้สร้าง และเปรียบเทียบกับราคารับซื้อสับปะรดจริง การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองจะใช้ตัววัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง ซึ่งตัววัดประสิทธิภาพที่ใช้ ได้แก่ รากที่สองของค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง หรือ Root Mean Squared Error (RMSE) ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ หรือ Mean Absolute Error (MAE) และ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ หรือ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}}$$

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n}|y_i - \hat{y}_i|}{n}$$

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \times 100$$

โดยที่ y_i คือ ราคารับซื้อสับปะรดจริง

$\hat{y}_i$ คือ ราคารับซื้อสับปะรดจริงที่ได้จากการพยากรณ์

n คือ จำนวนข้อมูลที่ทดสอบ

ค่า RMSE, MAE และ MAPE ของการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดของข้อมูลชุดที่ใช้สร้างแบบจำลอง (ข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึงปี พ.ศ. 2548) แสดงดังในตารางที่ 8.5

ตารางที่ 8.5 ค่า RMSE, MAE และ MAPE ของการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดของข้อมูลชุดที่ใช้สร้างแบบจำลอง

แบบจำลอง	RMSE (บาทต่อกิโลกรัม)	MAE (บาทต่อกิโลกรัม)	MAPE (เปอร์เซ็นต์)
การถดถอยแบบโพลิโนเมียล	0.2565	0.1724	4.00
ARIMA(1,0,0)	0.5139	0.3932	9.43
ARIMA(1,0,29)	0.2671	0.1923	4.38

จากค่า RMSE, MAE และ MAPE ในตารางที่ 8.5 พบว่า แบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลจะมีค่าวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ต่างๆ เหล่านี้ต่ำที่สุด ซึ่งแสดงว่าแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลสามารถพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดในช่วงของข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองได้โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด ส่วนแบบจำลอง ARIMA(1,0,29) มีค่าวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าของแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล

8.3.2 การเปรียบเทียบแบบจำลองสำหรับชุดข้อมูลทดสอบ

ทำการเปรียบเทียบแบบจำลองโดยการนำแบบจำลองแต่ละรูปแบบมาพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดล่วงหน้า 1 ปี หรือ 12 เดือน (กล่าวคือ นำแบบจำลองมาพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดรายเดือนของปี พ.ศ. 2549) และนำมาเปรียบเทียบกับราคารับซื้อสับปะรดจริงของปี พ.ศ. 2549 การประเมินประสิทธิภาพของแบบจำลองจะใช้ตัววัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ในการเปรียบเทียบแบบจำลอง ซึ่งตัววัดประสิทธิภาพที่ใช้ ได้แก่ รากที่สองของค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง หรือ Root Mean Squared Error (RMSE) ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ หรือ Mean

Absolute Error (MAE) และ ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ หรือ Mean Absolute Percentage Error (MAPE) เช่นเดียวกับใน 8.3.1

ค่า RMSE, MAE และ MAPE ของการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดของข้อมูลชุดทดสอบ (ข้อมูลปี พ.ศ. 2549) แสดงดังในตารางที่ 8.6

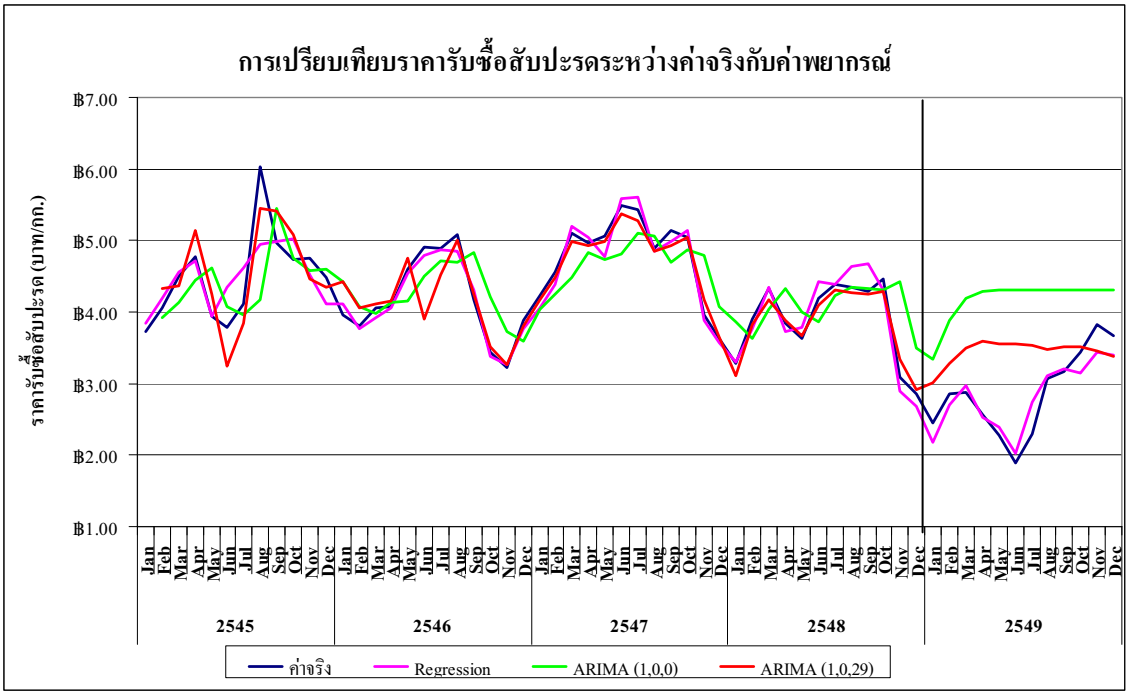
ตารางที่ 8.6 ค่า RMSE, MAE และ MAPE ของการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดโรงงานล่วงหน้า 1 ปี

แบบจำลอง	RMSE (บาทต่อกิโลกรัม)	MAE (บาทต่อกิโลกรัม)	MAPE (เปอร์เซ็นต์)
การถดถอยแบบโพลิโนเมียล	0.2360	0.1934	6.90
ARIMA(1,0,0)	1.4406	1.3179	51.91
ARIMA(1,0,29)	0.8371	0.6942	28.53

จากตารางที่ 8.6 พบว่า ค่าวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ RMSE, MAE และ MAPE ของแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลจะมีค่าต่ำที่สุด แสดงว่าแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลสามารถพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดล่วงหน้า 1 ปีได้โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และแบบจำลอง ARIMA(1,0,29) มีค่าวัดประสิทธิภาพการพยากรณ์ต่ำกว่าแบบจำลอง ARIMA(1,0,0)

8.3.3 ประสิทธิภาพของแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ราคาสับปะรด

เมื่อพิจารณาค่า RMSE, MAE และ MAPE ในตารางที่ 8.5 และ 8.6 จะพบว่าแบบจำลองที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรด คือ แบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล (สมการที่ (8.1)) เนื่องจากให้ค่าคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำที่สุด รูปที่ 8.4 แสดงการเปรียบเทียบราคารับซื้อสับปะรดระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์จากแบบจำลองต่างๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545 ถึง ปี พ.ศ. 2549 ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลจะพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดได้ใกล้เคียงราคารับซื้อสับปะรดจริงมากกว่าแบบจำลองอื่นๆ



รูปที่ 8.4 การเปรียบเทียบราคารับซื้อสับปะรดระหว่างค่าจริงกับค่าพยากรณ์จากแบบจำลองต่างๆ

8.4 สรุป

จากการเปรียบเทียบแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ราคาสับปะรด 3 รูปแบบ คือ แบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียล แบบจำลองการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ARIMA(1,0,0) และ ARIMA(1,0,29) พบว่า แบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลจะสามารถพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดได้ดีที่สุด โดยตัวแปรที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงราคารับซื้อสับปะรดของกรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่ ได้แก่ ราคารับซื้อสับปะรดเฉลี่ยของบริษัทต่างๆ ภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างราคาส่งออกสับปะรดกระป๋องเฉลี่ยของประเทศไทยกับปริมาณสับปะรดโรงงานภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสับปะรดโรงงานที่ได้ตามจริงกับต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดเฉลี่ยของเกษตรกร

แบบจำลอง ARIMA(1,0,29) จะเป็นแบบจำลองที่สามารถพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดได้ดีรองลงมา โดยในแบบจำลองนี้ ราคารับซื้อสับปะรด ณ ปัจจุบัน จะขึ้นกับราคารับซื้อสับปะรดในเดือนที่แล้วและค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์กับค่าจริง ณ เวลา 2-3 ปีก่อน แบบจำลอง ARIMA(1,0,29) เป็นแบบจำลองที่ชี้ให้เห็นว่าราคารับซื้อสับปะรดโรงงานได้รับผลกระทบของวัฏจักรเข้ามาเกี่ยวข้อง เนื่องจากเกษตรกรจะต้องใช้เวลาในการวางแผนการผลิตสับปะรดประมาณ 2-3 ปี กล่าวคือ หากราคารับซื้อสับปะรดจริงเมื่อปีก่อนหน้ามีค่าสูงกว่าค่าพยากรณ์ เมื่อเริ่มต้นฤดูปลูกใหม่ เกษตรกรส่วนหนึ่งอาจหันมาปลูกสับปะรดเพิ่มขึ้น เนื่องจากเห็นว่าราคารับซื้อสับปะรดในปี

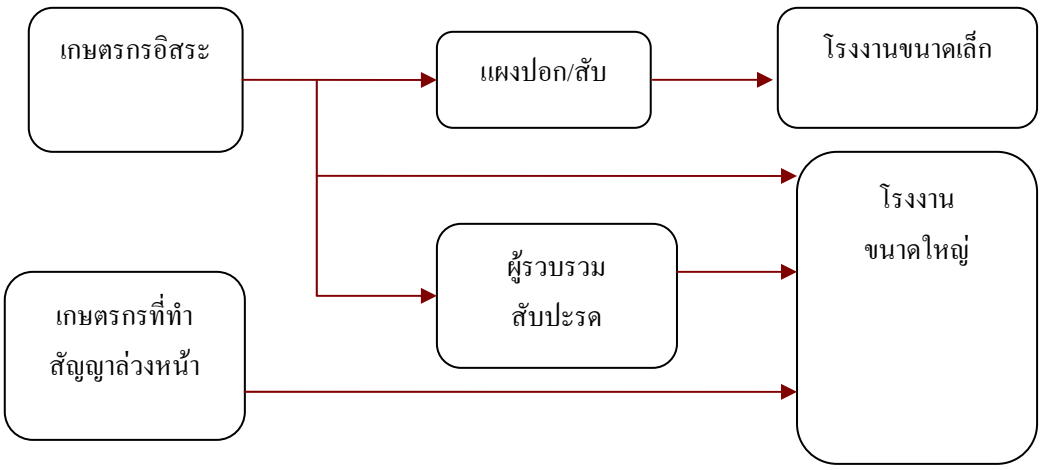
ก่อนสูง ส่งผลให้ผลผลิตสับปะรดที่ออกมาในรุ่นนั้นมีปริมาณมาก ทำให้ราคารับซื้อสับปะรดจริงกลับลดต่ำลงเนื่องจากมีผลผลิตล้นตลาด และอาจเกิดวัฏจักรในทางกลับกันในช่วงปีถัดๆ มา แต่อย่างไรก็ดี แบบจำลอง ARIMA(1,0,29) มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดของข้อมูลชุดทดสอบ (ข้อมูลรายเดือนของปี พ.ศ. 2549) ต่ำกว่าแบบจำลองการถดถอยแบบโพลิโนเมียลมาก

ส่วนแบบจำลอง ARIMA(1,0,0) ซึ่งพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดโดยใช้ราคารับซื้อสับปะรดในเดือนที่แล้วเป็นหลักนั้น พบว่าให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์สูงกว่าแบบจำลองอื่นๆ โดยเฉพาะในการพยากรณ์ราคารับซื้อสับปะรดของข้อมูลชุดทดสอบ

บทที่ 9
การวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานสับปะรดกระป๋อง

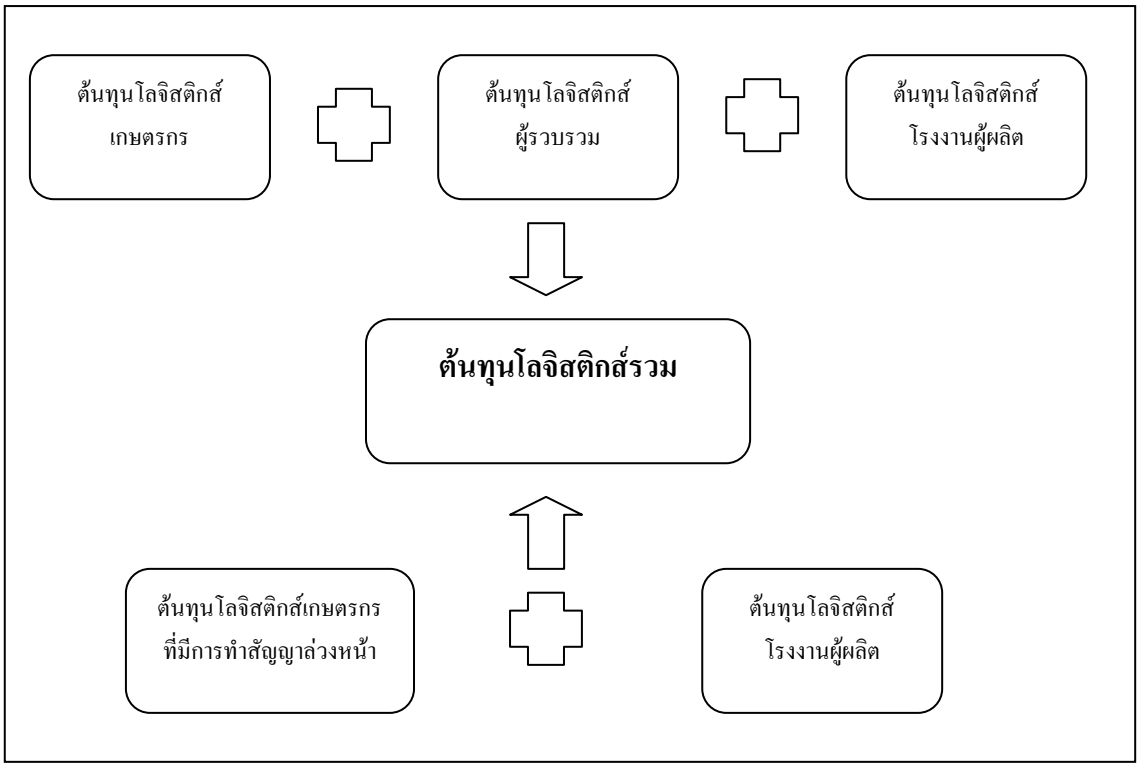
9.1 โครงสร้างโซ่อุปทานและต้นทุนโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

วัตถุประสงค์หนึ่งในงานวิจัยนี้คือการแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพทุกขั้นตอนในโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมสับปะรด ซึ่งการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์เป็นปัจจัยหนึ่งในการวัดถึงประสิทธิภาพของการบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ทั้งนี้ต้นทุนโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมสับปะรดเป็นต้นทุนที่แฝงอยู่ในกระบวนการผลิตสับปะรดสด การรวบรวมสับปะรด และการผลิตสับปะรดกระป๋องเพื่อการส่งออก จากการวิจัยเบื้องต้นคณะผู้วิจัยพบว่าโครงสร้างโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องมีองค์ประกอบหรือหน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้องอยู่ 4 ส่วน ได้แก่ เกษตรกร แผงปอกหรือสับ ผู้รวบรวมสับปะรด และโรงงานผู้ผลิตสับปะรดกระป๋อง โดยในส่วนของโรงงานผลิตขนาดเล็กที่ไม่มีเครื่องปอกหรือสับ จะอาศัยเกษตรกรอิสระในการจัดส่งสับปะรดให้แก่แผงปอกหรือสับเพื่อทำการปอกหรือสับสับปะรดให้มีขนาดตามที่โรงงานขนาดเล็กต้องการเพื่อเข้าสู่กระบวนการแปรรูปต่อไป โดยส่วนใหญ่สับปะรดที่ผ่านแผงปอกหรือสับจะเป็นสับปะรดที่ผลขนาดเล็กและไม่ได้มาตรฐานตามที่โรงงานขนาดใหญ่ต้องการ ในกรณีโรงงานผู้ผลิตขนาดใหญ่จะรับสับปะรดจากเกษตรกรที่ทำสัญญาล่วงหน้ากับทางโรงงาน ผู้รวบรวมสับปะรด รวมถึงเกษตรกรอิสระด้วย ทั้งนี้โครงสร้างโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องสามารถสรุปดังรูปที่ 9.1



รูปที่ 9.1 โครงสร้างโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยพบว่าโครงสร้างต้นทุนโลจิสติกส์รวมของอุตสาหกรรมสับปะรดประกอบด้วยต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตกร ผู้รวบรวมสับปะรด และโรงงานผู้ผลิต หรือประกอบด้วยสองส่วนคือเกษตรกรและโรงงานผู้ผลิตในกรณีที่เกษตรกรเป็นเกษตรกรที่ทำสัญญาล่วงหน้า ซึ่งสามารถสรุปได้ดังรูปที่ 9.2



รูปที่ 9.2 โครงสร้างต้นทุนโลจิสติกส์ในอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

การศึกษาถึงโครงสร้างต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตกร ผู้รวบรวมสับปะรด และโรงงานผู้ผลิต เริ่มจากการศึกษาถึงกิจกรรมต่างๆ ของเกษตรกรตั้งแต่การเพาะปลูกจนกระทั่งขนส่งไปยังโรงงาน ในส่วนผู้รวบรวมผลผลิตจะศึกษาถึงกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นตั้งแต่การรวบรวมกระทั่งถึงการขนส่งสู่โรงงาน และในส่วนโรงงานก็จะศึกษาถึงกิจกรรมที่เกิดขึ้นตั้งแต่การรับสับปะรดจนกระทั่งผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ และการขนส่งผลิตภัณฑ์ จากนั้นวิเคราะห์แต่ละกิจกรรมว่ากิจกรรมอะไรบ้างที่เป็นกิจกรรมด้านโลจิสติกส์จากนั้นทำการออกแบบสอบถามและสัมภาษณ์เกษตกรและผู้รวบรวมตามแบบสอบถามดังกล่าว ในส่วนโรงงานผู้ผลิตทำการสอบถามข้อมูลในกิจกรรมต่างๆ จากเจ้าหน้าที่ของโรงงานโดยไม่ใช้แบบสอบถามและทำการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์

ทั้งนี้คณะผู้วิจัยจะอธิบายถึงวิธีการในการรวบรวมข้อมูล ข้อมูลพื้นฐานในแต่ละองค์ประกอบในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง การวิเคราะห์กิจกรรมและต้นทุนโลจิสติกส์ที่เกิดขึ้นในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง และผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในแต่ละส่วนของโซ่อุปทาน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

9.2 การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นขององค์ประกอบในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

9.2.1 การรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

การรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ต้นทุนด้านโลจิสติกส์ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) โดยการสัมภาษณ์และใช้แบบสอบถามกับเกษตรกรและผู้รวบรวมในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และการสัมภาษณ์เชิงลึก (Dept Intensive Interview) กับทางเจ้าหน้าที่ของโรงงานกรณีศึกษา ทั้งนี้คณะผู้วิจัยได้มีการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) จากรายงานของหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสับปะรด สัมภาษณ์ตัวแทนเกษตรกร และผู้รวบรวม เพื่อนำมาสร้างแบบสอบถามเบื้องต้นแล้วนำไปทดสอบกับเกษตรกรและผู้รวบรวมเพื่อปรับปรุงแบบสอบถามให้สมบูรณ์ขึ้น ข้อมูลพื้นฐานในแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังนี้

9.2.1.1 ข้อมูลพื้นฐานของเกษตรกร

จากการสัมภาษณ์ขั้นต้นพบว่าการปลูกสับปะรดเพื่อส่งโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋องประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1) การเตรียมดินประกอบด้วยการปั่นต้นสับปะรด การไถกลบและการไถแปร เพื่อการปรับสภาพดินให้มีความเหมาะสมในการปลูก

2) การเตรียมวัสดุปลูกได้แก่การหักหน่อ/จุก การคัดขนาดหน่อ/จุกและการชุบหรือฉีดหน่อ/จุกด้วยยากันเน่า

3) การเคลื่อนย้ายวัสดุปลูกเพื่อทำการปลูกและการปลูก

4) การบำรุงรักษาต้นสับปะรดและผลผลิตประกอบด้วยการใส่ปุ๋ย การให้น้ำ การคลุมผลเพื่อป้องกันผลไหม้

5) การควบคุมและกำจัดวัชพืช

6) การใช้สารเคมีบังคับดอก

7) การเก็บเกี่ยวผลผลิตและการจัดเรียงสับปะรดเพื่อการขนส่ง

8) การขนส่งสู่โรงงาน

กิจกรรมการเพาะปลูกสับปะรดเพื่อส่งโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋องสรุปได้ดังรูปที่ 9.3

การเตรียมดินก่อนการปลูกสับปะรด

การคัดหน่อพันธุ์

การขนย้ายหน่อและการปลูกด้วยหน่อ

การให้ปุ๋ยและน้ำ

การควบคุมวัชพืชด้วยสารเคมี

การใช้สารเคมีในการบังคับดอกทั้งแบบพ่นและหยอด

การเก็บเกี่ยวผลผลิตในไร่

การขนส่งและรอคิวส่งผลผลิตที่โรงงาน

รูปที่ 9.3 การเพาะปลูกสับปะรดเพื่อส่งโรงงาน

ที่มา: เกตุอร ทองเครือ (2541) และ บริษัท สยามฟู้ดส์ โปรดักส์ จำกัด (มหาชน)

9.2.1.2 <u>ข้อมูลพื้นฐานของผู้รวบรวมผลผลิต</u>

จากการสัมภาษณ์ขั้นต้นพบว่ากระบวนการในการรวบรวมผลผลิตของผู้รวบรวมสับปะรด เริ่มจากการติดต่อกันระหว่างผู้รวบรวมและเกษตรกรด้วยโทรศัพท์เพื่อสอบถามถึงราคา และปริมาณความต้องการของทั้งสองฝ่าย ทั้งนี้เมื่อตกลงราคาและปริมาณเป็นที่เรียบร้อยแล้ว กระบวนการรวบรวมสับปะรดจะเกิดขึ้นใน 2 รูปแบบดังต่อไปนี้

รูปแบบที่ 1 เกษตรกรส่งสับปะรดมาที่แผงโดยตรง จากนั้นจะมีการคัดขนาดผลเพื่อทำการชั่งน้ำหนักโดยใส่ในตะกร้าหวาย ลำเลียงขึ้นรถเพื่อทำการจัดเรียง ทำการขนส่งไปยังโรงงาน โดยผู้รวบรวมมีการติดต่อกับโรงงานไว้ล่วงหน้าถึงปริมาณที่จะจัดส่ง

รูปแบบที่ 2 ผู้รวบรวมเดินทางไปรับสับปะรดจากไร่โดยตรง ทั้งนี้เกษตรกรจะติดต่อและนัดหมายกับผู้รวบรวมในเรื่องของปริมาณ และจะทำการตัดสับปะรดเมื่อรถไปถึง ซึ่งจะแบ่งเป็น 4 รูปแบบย่อย ๆ ดังนี้

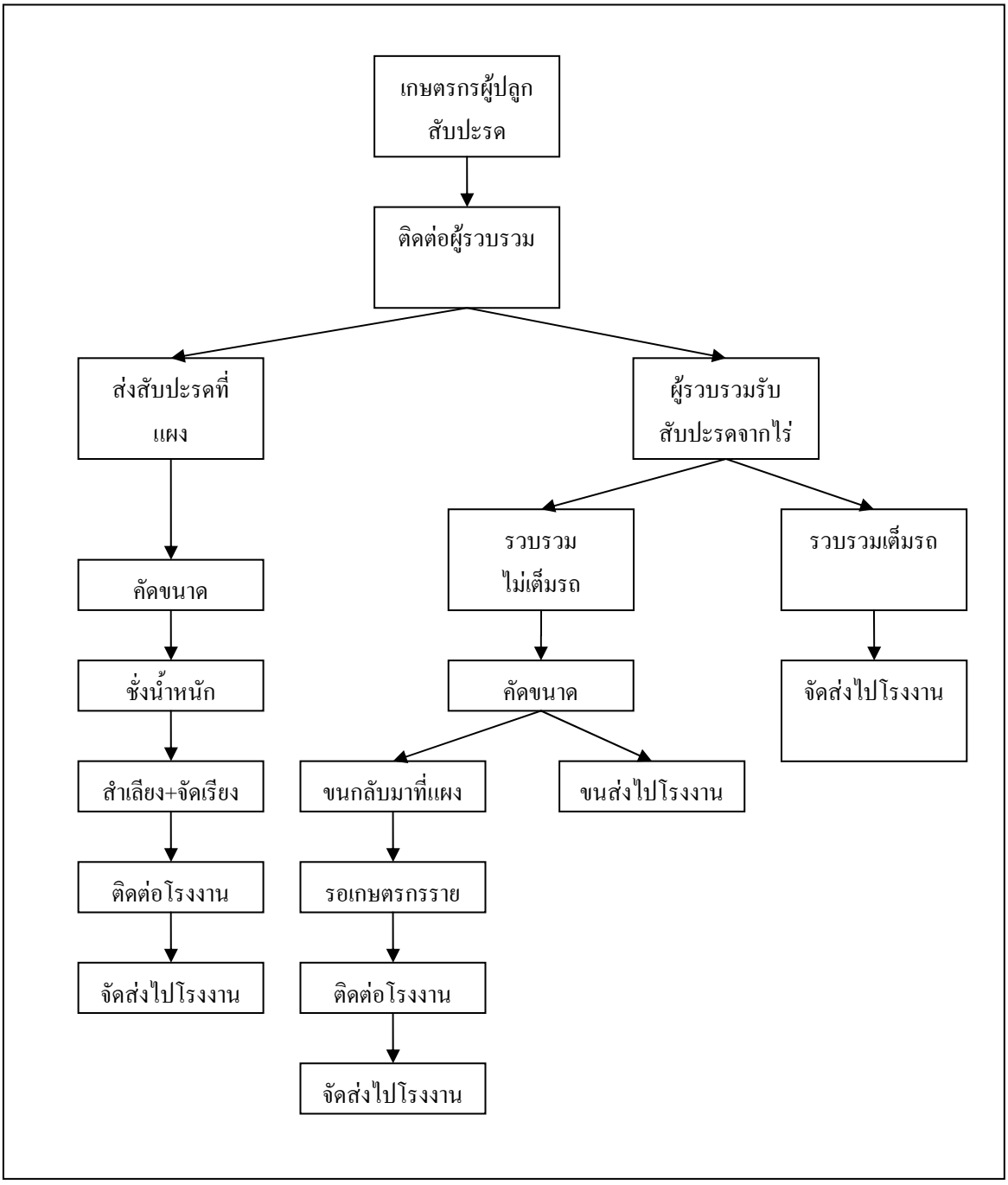
ก. ผู้รวบรวมไปรับผลผลิตที่ไร่และทำการคัดขนาด ชั่งน้ำหนัก จากนั้นทำการลำเลียงและจัดส่งให้โรงงาน

ข. รับจากไร่แบบเต็มคันรถและจัดส่งไปโรงงานเพื่อให้ทำการคัดขนาดต่อไป

ค. ผู้รวบรวมรับผลผลิตจากไร่แต่ไม่เต็มคันรถ ทำการคัดขนาดและชั่งน้ำหนักจากไร่และผู้รวบรวมจะกลับมายังจุดรวบรวมเพื่อรอให้เกษตรกรรายอื่นมาส่งผลผลิตให้เต็มรถ และดำเนินการจัดส่งต่อไป

ง. ผู้รวบรวมรับผลผลิตจากไร่แต่ไม่เต็มคันรถ ทำการคัดขนาด จากนั้นจึงขนส่งสับปะรดไปยังโรงงาน เพื่อให้ทางโรงงานกำหนดราคาของผลสดตามขนาดที่รับเป็นรายเกษตรกร

ทั้งนี้กระบวนการในการรวบรวมและการขนส่งสับปะรดของผู้รวบรวมสรุปได้ดังรูปที่ 9.4



รูปที่ 9.4 กระบวนการรวบรวมและขนส่งสับปะรดของผู้รวบรวมสับปะรด

และจากการสัมภาษณ์เบื้องต้นยังสามารถสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้รวบรวมสับปะรดได้ดังนี้

*1) สถานที่สำหรับการรวบรวมสับปะรด*จะใช้สถานที่บริเวณบ้านของผู้รวบรวมในการปฏิบัติงาน โดยมีลักษณะเป็นลานกว้าง เปิดโล่ง เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน ดังรูปที่ 9.5

รูปที่ 9.5 สภาพบริเวณที่ใช้ในการรวบรวม

2) ประเภทรถที่ใช้ในการรวบรวมผลผลิต ผู้รวบรวมมีการใช้รถประเภทต่าง ๆ สำหรับการรวบรวมและขนส่งสับปะรด ได้แก่ รถกระบะ 4 ล้อ (ปิ๊กอัพ) รถบรรทุก 4 ล้อ รถบรรทุก 6 ล้อ และรถบรรทุก 10 ล้อ ดังรูปที่ 9.6 โดยกรณีที่ผู้รวบรวมมีรถหลายประเภท ผู้รวบรวมจะพิจารณาส่งรถเพื่อการรวบรวมและขนส่งตามปริมาณที่เกษตรกรได้มีการติดต่อไว้ล่วงหน้าว่ามีปริมาณเท่าใดแล้วจะตัดเมื่อใด ผู้รวบรวมบางรายจะแจ้งให้เกษตรกรตัดผลผลิตให้เรียบร้อยก่อนแล้วค่อยนำรถไปรับ ขณะที่บางรายจะนำรถบรรทุกไปรอในระหว่างการตัดและขนสับปะรดขึ้นรถทันที ซึ่งการติดต่อล่วงหน้านั้นจะทำภายใน 1 วัน

3) การคัดเลือกผลผลิต การคัดเลือกสับปะรดจะคัดเลือกสับปะรดที่ไม่ได้มาตรฐานออก โดยจะพิจารณาจากขนาดผล ความสุก สี ผลแกน ลูกช้ำ หรือเน่าเสีย ทั้งนี้ การคัดเลือกสับปะรดที่จะผ่านการคัดเลือกจาก 3 ขั้นตอน ได้แก่ เกษตรกรคัดแยกลูกเสียเบื้องต้นก่อนนำมาขายที่แผงเพื่อขายให้ได้ราคาดี ผู้รวบรวมคัดแยกลูกเสียอีกรอบก่อนส่งให้โรงงาน และโรงงานตรวจสอบอีกครั้งหนึ่ง หรือ บางแผงที่รับสับปะรดจากเกษตรกรแล้วส่งให้โรงงานเลย ก็จะตัดขั้นตอนที่เจ้าของแผงคัดแยกลูกเสียออกไป โดยให้โรงงานเป็นผู้กำหนดสัดส่วนของเสียก่อนแล้วจึงมาชำระค่าสับปะรดตามสัดส่วนที่ได้กำหนดภายหลัง จากนั้น จะทำการชั่งน้ำหนัก โดยจะชั่งน้ำหนักแยกตามขนาดผลใหญ่หรือเล็ก(เนื่องจากราคาสับปะรดขึ้นกับขนาดของสับปะรด) โดยคนงานจะคัดขนาดผลก่อนแล้วจึงวางใส่ตะกร้าหวายที่อยู่บนตาชั่ง และทำการบันทึกน้ำหนัก ดังรูปที่ 9.7

รถกระบะ 4 ล้อ (ปิ๊กอัพ)
น้ำหนักบรรทุกประมาณ 3-3.5 ตัน

รถบรรทุก 4 ล้อ
น้ำหนักบรรทุกประมาณ 5-6 ตัน

รถบรรทุก 6 ล้อ
น้ำหนักบรรทุกประมาณ 8.5-9 ตัน

รถบรรทุก 10 ล้อ
น้ำหนักบรรทุกประมาณ 15-18 ตัน

รูปที่ 9.6 ประเภทรถที่ใช้ในการรวบรวมและการขนส่ง

รูปที่ 9.7 ตัวอย่างการคัดขนาดและชั่งน้ำหนักผลผลิต

4) การจัดเรียงผลผลิตและการขนส่ง หลังจากชั่งน้ำหนักแล้วคนงานจะช่วยกันตัดจุกออกก่อนการจัดเรียง และการจัดเรียงจะเรียงคว่ำจุกลงเพื่อป้องกันการช้ำ ซึ่งมักเรียงเป็นชั้นสูงขึ้นไปและเรียงเพียง 2-3 แถวรอบนอกส่วนสับปะรดที่อยู่ด้านในยังคงมีการกองรวมของผลผลิตอยู่ ดังรูปที่ 9.8 และเมื่อจัดเรียงเรียบร้อยแล้วจึงทำการขนส่งไปยังโรงงานต่อไป ทั้งนี้ ในช่วงที่สับปะรดขาดตลาด จะไม่มีการขอโควต้าการส่งในแต่ละครั้ง ในส่วนของเสียที่เกิดขึ้น ทั้งจากปริมาณไนเตรทที่สูงเกิน ลูกช้ำ ลูกเน่า จะไม่มีการตีกลับ แต่จะมีการพิจารณาในเรื่องราคาที่ต่างกันแทน คือ ลูกขนาดเล็กก็จะตัดราคาลง และถ้าลูกที่มีปริมาณไนเตรทสูงจะให้ราคาที่ต่ำลงกว่าเดิม ในขณะที่ลูกช้ำ ลูกเน่า บางครั้งทางผู้รวบรวมจะนำกลับไปเป็นอาหารสัตว์หรือทิ้ง และในส่วนโรงงานที่ผู้รวบรวมจัดส่งสับปะรดนั้นส่วนใหญ่อยู่ในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และจะมีการส่งไปจังหวัดอื่นบ้าง ได้แก่ ชุมพร กาญจนบุรี ราชบุรี กรณีที่เจ้าของแผงมีโอกาสเลือกโรงงานที่จะส่งสับปะรดคือช่วงที่มีปริมาณผลผลิตน้อย เจ้าของแผงพิจารณาจากราคารับซื้อของแต่ละโรงงานและปริมาณการรับซื้อ

รูปที่ 9.8 ตัวอย่างการจัดเรียงผลผลิตสำหรับการขนส่ง

5) การปฏิบัติหลังการจัดส่ง หลังจากจัดส่งสับปะรดแล้วเมื่อนำรถกลับจะต้องมีการทำความสะอาดรถก่อนในกรณีที่มีน้ำสับปะรดตกค้าง และทิ้งให้แห้งก่อนที่จะไปรับสับปะรดจากเกษตรกรรายใหม่หรือลำเลียงขนส่งไปที่โรงงาน ดังรูปที่ 9.9 เนื่องจากน้ำจะทำให้ผลสับปะรด เน่าเสียได้เร็ว

รูปที่ 9.9 ตัวอย่างการทำความสะอาดรถหลังการจัดส่ง

ทั้งนี้การกำหนดราคารับซื้อสับปะรดของแผงรวบรวม จะคิดกำไรเป็นประมาณร้อยละ 5 - 10 จากราคาที่โรงงานรับซื้อ เช่นหากราคารับซื้อที่โรงงานผลใหญ่กิโลกรัมละ 2.00 บาท แผงจะรับซื้อจากเกษตรกรในราคา 1.80 บาท เป็นต้น ส่วนสาเหตุที่เกษตรกรส่งให้ผู้รวบรวมเนื่องเกษตรกรได้รับเงินค่าสับปะรดทันทีไม่ต้องรอรับเงินย้อนหลังเหมือนระบบการจ่ายเงินของโรงงานซึ่งจะชำระค่าสับปะรดให้หลังจากส่งแล้ว 2 สัปดาห์

9.2.1.3 <u>ข้อมูลพื้นฐานของโรงงานผู้ผลิตสับปะรดกระป๋อง</u> จากการสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ของโรงงานกรณีศึกษาขนาดใหญ่พบว่าโรงงานผู้ผลิตประกอบธุรกิจผลิตและส่งออกสับปะรดกระป๋องภายใต้ตราสินค้าของลูกค้า โดยเป็นการส่งออกทั้ง 100 % ปัจจุบันมีกำลังการผลิตที่ประมาณ 200,000 ตันต่อปี มีพนักงานประมาณ 2,000 คน ปัจจุบันบริษัทฯ ได้มีนโยบายในการเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์เพื่อนำเสนอลูกค้าโดยผลิตภัณฑ์ที่เพิ่มขึ้นได้แก่ ผลไม้รวม และว่านหางจระเข้ อย่างไรก็ดีเมื่อคิดเป็นจำนวนโดยรวมแล้วบริษัทฯ ผลิตและส่งออกสับปะรดกระป๋องคิดเป็นอัตรากว่า 90% ของการผลิตและส่งออกทั้งหมด โดยตลาดส่งออกที่สำคัญของบริษัทฯ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป ออสเตรเลีย และประเทศแถบโอเชเนีย ซึ่งได้แก่ ประเทศในทวีปออสเตรเลีย

ลักษณะการผลิตจะเป็นทั้งการผลิตตามคำสั่งซื้อของลูกค้า (Make-to-Order) โดยที่ลูกค้ามีการจองหรือทำสัญญาในระยะยาวคิดเป็น 60 – 70 % ของยอดการสั่งซื้อทั้งหมด โดยที่ลูกค้าส่วนที่เหลือจะเป็นในลักษณะต้องการได้สินค้าในทันที แต่อย่างไรก็ตามบริษัทฯ มีการผลิตเก็บสต๊อก (Make-to-Stock) เนื่องจากผลผลิตสับปะรดไม่สม่ำเสมอทั้งปี เช่น สี ไม่ได้ตามคุณภาพตามที่ลูกค้าที่ทำสัญญาไว้ต้องการ หรือในกรณีที่มีปริมาณสับปะรดมากเกินความต้องการ ณ ช่วงเวลานั้น ทางบริษัทฯ จึงต้องทำการเก็บสต๊อกไว้ ทั้งนี้ประเภทผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องมีความหลากหลายมากกว่า 20 รายการแบ่งตามคุณภาพด้านสี ขนาดชิ้น และขนาดกระป๋อง

หน่วยงานหลักที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและส่งออกได้แก่ ฝ่ายปฏิบัติการสายธุรกิจต่างประเทศ และฝ่ายบริการลูกค้า (Customer Service หรือ CS) ทั้งนี้ฝ่ายปฏิบัติการสายธุรกิจต่างประเทศ จะประกอบไปด้วยหน่วยงานย่อย ได้แก่ ฝ่ายประกันคุณภาพ (QA) ฝ่ายวางแผนผลิต (PP) ฝ่ายจัดหาวัตถุดิบ (Procurement) ฝ่ายผลิต (Production) ฝ่ายคลังสินค้า (Warehouse) ส่วนฝ่ายบริการลูกค้า มีหน่วยงานย่อย ได้แก่ ฝ่ายข้อมูล ฝ่ายจัดส่งสินค้า และฝ่ายจัดซื้อ (สารปรุงแต่ง กล่อง ฉลาก) ซึ่งจะอธิบายหน้าที่ของฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานด้านโลจิสติกส์ดังนี้

1) ฝ่ายขาย (Sales) ทำหน้าที่ในการติดต่อกับลูกค้าในเรื่องการเสนอสินค้าหรือตอบข้อซักถามของลูกค้า เสนอขายสินค้าตามจำนวนและตามรายละเอียดผลิตภัณฑ์ตามที่ลูกค้าต้องการ รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า ออกใบ Performa Invoice ให้แก่ฝ่ายบริการลูกค้า

(CS) และวางแผนผลิต ประมาณความต้องการของลูกค้าล่วงหน้า และทำแผนการขาย (Sale Plan) ให้แก่ ฝ่ายบริการลูกค้า (CS)

2) ฝ่ายบริการลูกค้า (CS) มีหน้าที่จัดทำข้อมูลการขาย ข้อมูลการวางแผน ดัชนีราคา จัดเตรียมเอกสารส่งออก จัดซื้อบรรจุภัณฑ์ กระป๋องและฝา จัดส่งสินค้า วางแผนขนส่ง ติดต่อเรือ และรถบรรทุก ดูแลสินค้าที่ถูกส่งคืน

3) วางแผนผลิต ทำหน้าที่ในการคำนวณจำนวนตู้ที่จะผลิตได้โดยดูข้อมูลจากฝ่ายจัดหาวัตถุดิบ และฝ่ายบริการลูกค้า สภาพการผลิต เช่นจำนวนคนงาน เครื่องจักร คุณภาพของวัตถุดิบและข้อมูลจาก CS คำนวณ End Pack Date ไว้ในแผนผลิต ซึ่งมีทั้งการวางแผนล่วงหน้า 1 ปี หรือแผนการผลิตต่อเดือน หรือต่อวัน จัดทำรายงานการผลิตประจำวัน ดูข้อมูลความต้องการวัตถุดิบโดยดู stock ที่มีอยู่และปริมาณที่ใช้จริง

4) ฝ่ายจัดหาวัตถุดิบสับปะรด ทำหน้าที่ในการจัดหาวัตถุดิบเข้าสู่การผลิต วางแผนการรับซื้อวัตถุดิบ และแนะนำเกษตรกรในการวางแผนการปลูกเพื่อให้มีวัตถุดิบสม่ำเสมอ ประมาณหรือพยากรณ์ปริมาณผลผลิตที่คาดว่าจะมีต่อปี และเป็นรายเดือน นอกจากนี้ ยังมีการสำรวจแหล่งปลูกใหม่ๆ อีกด้วย

5) ฝ่ายผลิต ทำหน้าที่ในการผลิตตามแผนผลิตที่วางไว้ และจัดทำรายงานยอดผลิตรายวันให้ฝ่ายวางแผนผลิต

6) ฝ่ายคลังสินค้า ทำหน้าที่จัดเก็บวัตถุดิบกระป๋อง ฝา กล่อง และผลิตภัณฑ์ ทำการปิดฉลาก ขึ้นรูปกล่อง บรรจุผลิตภัณฑ์ลงกล่อง ขนสินค้าขึ้นรถหรือขนวัตถุดิบลงและจัดส่งสินค้า

7) ฝ่ายบัญชีโรงงาน จัดทำค่าใช้จ่ายในส่วนการผลิตและจัดส่งสินค้าในโรงงาน

8) ฝ่ายสโตร์ จัดเก็บสารปรุงแต่งเช่นน้ำตาล ที่ใช้ในการผลิต

9) ฝ่ายจัดซื้อ จัดซื้อสารปรุงแต่งเช่นน้ำตาล

9.3 การวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

9.3.1 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร

9.3.1.1 <u>การออกแบบแบบสัมภาษณ์เกษตรกร</u> ในการสร้างแบบสอบถามเพื่อคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนเกษตรกร จะทำโดยวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมตั้งแต่การเตรียมดิน การจัดหาปัจจัยการผลิตเช่นปุ๋ย ยากำจัดวัชพืช การปลูก การเก็บเกี่ยว และการขนส่งไปยังโรงงานหรือผู้รวบรวมสับปะรดโดยจะวิเคราะห์หรือคำนวณหาต้นทุนโลจิสติกส์ตามคำนิยามของกิจกรรมโลจิสติกส์ใน บทที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยต้นทุน 4 ด้าน ได้แก่ ต้นทุนในการจัดหา ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายวัสดุ ต้นทุนการขนส่ง และต้นทุนสินค้าคงคลัง รายละเอียดของกิจกรรมโลจิสติกส์ทั้ง 4 ด้านแสดงในตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรและรายละเอียดกิจกรรม

ต้นทุนโลจิสติกส์	ประกอบด้วย
1. ต้นทุนในการจัดหา (Procurement Costs)	ต้นทุนการจัดหาปัจจัยการผลิตได้แก่ ปุ๋ย ยากันเน่า ยากำจัดวัชพืช สารเร่งดอก
2. ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material Handling Costs)	ต้นทุนเคลื่อนย้ายหน่อพันธุ์ การเก็บเกี่ยวและลำเลียงสับปะรด รวมถึงการจัดเรียงสับปะรดเพื่อการขนส่ง และค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์ที่ใช้ในการลำเลียงผลผลิต
3. ต้นทุนการขนส่ง (Transportation Costs)	ค่าใช้จ่ายในการขนส่งเช่น น้ำมัน ค่าเสื่อมราคารถ และค่าบำรุงรักษารถ หรือค่าจ้างขนส่ง
4. ต้นทุนสินค้าคงคลัง (Inventory Costs)	ต้นทุนการดูแลและจัดเก็บปัจจัยการผลิตได้แก่ ปุ๋ย ยากันเน่า ยากำจัดวัชพืช สารเร่งดอก

9.3.1.2 <u>การทดสอบและกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเกษตรกร</u> เมื่อได้ออกแบบสัมภาษณ์แล้วจึงทำการทดสอบแบบสัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่าง 20 ราย เพื่อทำการปรับแบบสอบถามและหาจำนวนตัวอย่างในการสัมภาษณ์ ทั้งนี้จากตัวอย่างทั้ง 20 ราย ได้ค่าเฉลี่ยของต้นทุนการผลิตสับปะรดต่อกิโลกรัมเป็น 2.67 บาทต่อกิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 1.03 บาทต่อกิโลกรัม และคณะผู้วิจัยได้คำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมตามสมการ 9.1

$$n = \left[\frac{t_{\frac{\alpha}{2}} S}{d} \right]^2 \qquad \text{.....(9.1)}$$

โดย n คือ จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสม

$t_{\frac{\alpha}{2},\nu}$ คือ ค่าที่ระดับความเชื่อมั่น α และ degree of freedom, ν = n-1 ในที่นี้ ต้องการประมาณค่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ $t_{0.025,\ 19} = 2.093$

d คือ ค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ในที่นี้เท่ากับ ± 0.25 บาทต่อกิโลกรัม

S คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 1.03

คำนวณจำนวนตัวอย่างได้ดังนี้

$$n = ((2.093*1.03)/0.25)^2$$

$$= 74.35 \text{ หรือ } 75 \text{ ราย}$$

ดังนั้น จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้คือ ± 0.25 บาทต่อกิโลกรัม คืออย่างน้อยเท่ากับ 75 ราย

9.3.1.3 <u>การรวบรวมข้อมูลและการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกร</u>

1) รวบรวมข้อมูลโดยการสัมภาษณ์เกษตรกรตามจำนวนตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้ข้างต้น ทั้งในส่วนค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์ และต้นทุนการผลิตในส่วนอื่น ๆ ได้แก่ ค่าเช่าที่ ค่าจ้างในการไถเตรียมดิน ค่าปุ๋ย ค่าหักหน่อ ค่ายากำจัดวัชพืช ค่าสารเคมีในการบังคับดอก เป็นต้น

2) คำนวณต้นทุนโลจิสติกส์จากค่าใช้จ่ายของกิจกรรมการจัดหา การเคลื่อนย้ายวัสดุ การขนส่ง และการจัดเก็บ โดยค่าใช้จ่ายแต่ละกิจกรรมเริ่มจากการคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายต่อไร่ จากนั้นจึงนำปริมาณผลผลิตต่อไร่ของเกษตรกรแต่ละรายนั้นมาหารเพื่อให้ได้ต้นทุนโลจิสติกส์เป็นหน่วยบาทต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 9.2

3) คำนวณค่าเฉลี่ยและประมาณค่าเฉลี่ยของต้นทุนการผลิตสับปะรด พร้อมทั้งคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) รวมถึงค่าสูงสุด และต่ำสุดของต้นทุนการผลิต และของต้นทุนตามกิจกรรมโลจิสติกส์ดังที่ได้กล่าวมา

ตารางที่ 9.2 การคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร

ต้นทุนแต่ละกิจกรรม (บ./กก.)	การคำนวณ
1. ต้นทุนในการจัดหา (Procurement Costs)	- ค่าน้ำมันสำหรับการจัดหาปัจจัยการผลิต (บาท/กก.) = [ระยะทางไป-กลับจากไร่ถึงร้านค้าต่อครั้ง (กม./ครั้ง) x ราคาน้ำมันดีเซล (บาท/ลิตร) x จำนวนครั้งที่ทำการซื้อ (ครั้ง)] / [อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม./ลิตร) x จำนวนไร่ที่เพาะปลูก (ไร่) x ปริมาณผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)]
2. ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material Handling Costs)	- ค่าจ้างในการเคลื่อนย้ายหน่อพันธุ์ = [ค่าจ้าง (บาท/หน่อ) x จำนวนหน่อต่อไร่(หน่อ/ไร่)] / ปริมาณผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่) - ค่าจ้างในการเก็บเกี่ยวและจัดเรียงผลผลิต = [ค่าจ้าง(บาท/ตัน) x ปริมาณผลผลิต (ตัน/ไร่)] / ปริมาณผลผลิต (กก./ไร่) - ค่าเสื่อมอุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายผลผลิต = [ราคาอุปกรณ์ (บาท/ชิ้น) x จำนวนอุปกรณ์ (ชิ้น)] / [ระยะเวลา (ปี) x จำนวนไร่ที่เ พาะปลูก (ไร่/ปี) x ปริมาณผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)]
3. ต้นทุนการขนส่ง (Transportation Costs)	- ค่าน้ำมันในการขนส่ง = [ระยะทางไป-กลับจากไร่ถึงโรงงานต่อครั้ง (กม./ครั้ง) x ราคาน้ำมันดีเซล (บ./ลิตร) x จำนวนครั้งที่ส่งต่อไร่ (ครั้ง/ไร่)] / [อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม. / ลิตร) x ปริมาณผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)] - ค่าเสื่อมราคารถที่ใช้ในการขนส่ง = ราคารถ (บาท) / [ระยะเวลาที่คาดว่าจะใช้ได้ (ปี) x จำนวนไร่ที่เพาะปลูกต่อปี (ไร่/ปี) x ปริมาณผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่)]

ตารางที่ 9.2 แสดงการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร (ต่อ)

ต้นทุนแต่ละกิจกรรม (บ./กก.)	การคำนวณ
3. ต้นทุนการขนส่ง (Transportation Costs) (ต่อ)	- ค่าดูแลรักษารถที่ใช้ในการขนส่ง = ค่าซ่อมบำรุงต่อปี (บาท/ปี) / **[**จำนวนไร่ที่เพาะปลูกต่อปี (ไร่/ปี) x ปริมาณผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่) **]** - ค่าสูญเสียจากการขนส่ง = **[**ปริมาณผลผลิตที่เสียต่อเที่ยว (กก./เที่ยว) xจำนวนเที่ยวต่อไร่ (เที่ยว/ไร่) x ราคารับซื้อของโรงงาน (บาท/กก.) **]** / ปริมาณผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่) - ค่าจ้างคนขับ = ค่าจ้างคนขับต่อเที่ยว (บาท/เที่ยว) / ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว)
4. ต้นทุนสินค้าคงคลัง (Inventory Costs)	- ค่าเสียโอกาสจากการจัดเก็บปัจจัยการผลิต = **[**ราคาปัจจัยการผลิตที่จัดเก็บ (บาท/กก.) x ปริมาณที่จัดเก็บ (กก.) x ระยะเวลาจัดเก็บ (ปี) x อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่อปี**]** / **[**จำนวนไร่ที่ปัจจัยการผลิตที่เหลือสามารถนำมาใช้ได้ (ไร่) x ปริมาณผลผลิตต่อไร่ (กก./ไร่) **]**

หมายเหตุ ราคาน้ำมันดีเซลที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยน้ำมันในปี 2549 จากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานเป็นราคา 25.66 บาทต่อลิตรและอัตราดอกเบี้ยเงินกู้เป็นข้อมูลอัตราดอกเบี้ยจากธนาคารแห่งประเทศไทยในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 6.87 ต่อปี เพื่อใช้ในการคำนวณในค่าจัดเก็บปัจจัยการผลิต และอัตราสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม./ลิตร) ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกร

9.3.2 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด

9.3.2.1 <u>การออกแบบแบบสัมภาษณ์ผู้รวบรวมสับปะรด</u> ในการสร้างแบบสอบถามเพื่อคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนผู้รวบรวมสับปะรด จะทำโดยวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นตั้งแต่การติดต่อสื่อสารกันระหว่างเกษตรกรและผู้รวบรวม การรวบรวมผลผลิต การจัดเรียงเพื่อการขนส่ง และการขนส่ง โดยจะวิเคราะห์หรือคำนวณหาต้นทุนโลจิสติกส์ตามคำนิยามกิจกรรมโลจิสติกส์ในบทที่ 2 ซึ่งประกอบด้วยต้นทุน 4 ด้าน ได้แก่ ต้นทุนในการจัดหา ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายวัสดุ ต้นทุนในการขนส่ง และต้นทุนในการบริหาร รายละเอียดของกิจกรรมโลจิสติกส์ทั้ง 4 ด้านแสดงในตารางที่ 9.3

ตารางที่ 9.3 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมและรายละเอียดกิจกรรม

รายการ	รายละเอียดกิจกรรมและค่าใช้จ่าย
1. ต้นทุนการจัดหา (Procurement Costs)	กิจกรรมการจัดหาสับปะรดได้แก่การเดินทางไปรับสับปะรดจากไร่และการจัดซื้อสับปะรดโดยมีค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าน้ำมันในการเดินทางไปรับสับปะรดจากไร่ รวมถึงค่าจ้างคนขับรถที่ทำการรวบรวม ค่าเสื่อมราคา และค่าซ่อมบำรุง
2. ต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material Handling costs)	กิจกรรมในการเคลื่อนย้ายสับปะรด ได้แก่ การลำเลียงสับปะรดเพื่อคัดแยกและชั่งน้ำหนัก การลำเลียงสับปะรดขึ้นรถ (เทียบ) และการจัดเรียงก่อนขนส่ง โดยจะมีการใช้อุปกรณ์ที่ช่วยในการลำเลียงคือตะกร้าหวายขนาดเล็กและขนาดใหญ่
3. ต้นทุนการขนส่ง (Transportation Costs)	กิจกรรมในการขนส่งสับปะรดไปสู่โรงงานแปรรูปประกอบไปด้วยค่าใช้จ่ายในส่วนรถขนส่ง ได้แก่ค่าเสื่อมราคารถ ค่าซ่อมบำรุง นอกจากนี้ยังรวมถึงค่าสูญเสียจากการขนส่ง ค่าจ้างขนส่ง หรือค่าน้ำมันที่ใช้ในการขนส่ง
4.ต้นทุนการบริหาร (Administration Costs)	กิจกรรมการติดต่อสื่อสารกับเกษตรกรเพื่อการรวบรวมสับปะรดและติดต่อกับโรงงานเพื่อดำเนินการขนส่งผลผลิตซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายได้แก่ ค่าใช้จ่ายในการติดต่อกับเกษตรกร ค่าใช้จ่ายในการติดต่อกับโรงงาน รวมถึงค่าเช่าที่สำหรับการรวบรวม

9.3.2.2 <u>การทดสอบและกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างของผู้รวบรวม</u> เมื่อได้ออกแบบสัมภาษณ์แล้วจึงทำการทดสอบแบบสัมภาษณ์กับกลุ่มตัวอย่าง 5 ราย เพื่อทำการปรับแบบสอบถามและหาจำนวนตัวอย่างในการสัมภาษณ์ ทั้งนี้จากตัวอย่างทั้ง 5 ราย ได้ค่าเฉลี่ยของต้นทุนโลจิสติกส์ต่อกิโลกรัมเป็น 0.35 บาทต่อกิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.14 บาทต่อกิโลกรัม และคณะผู้วิจัยได้คำนวณหาจำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมตามสมการที่ 9.2

$$n = \left[\frac{t_{\frac{\alpha}{2}} S}{d} \right]^2 \qquad \text{.....(9.2)}$$

โดย n คือ จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสม

$t_{\frac{\alpha}{2},\nu}$ คือ ค่าที่ระดับความเชื่อมั่น α และ degree of freedom, ν = n-1ในที่นี้ต้องการประมาณค่าที่ระดับความเชื่อมั่น 95% หรือ $t_{0.025,4} = 2.776$

d คือ ค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ในที่นี้เท่ากับ ± 0.25 บาทต่อกิโลกรัม

S คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวอย่างมีค่าเท่ากับ 0.14

คำนวณจำนวนตัวอย่างได้ดังนี้

$$n = ((2.776*0.14)/0.25)^2$$

$$= 2.45 \text{ หรือ } 3 \text{ ราย}$$

ดังนั้น จำนวนตัวอย่างที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรดที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้คือ ± 0.25 บาทต่อกิโลกรัม คืออย่างน้อยเท่ากับ 3 ราย

9.3.2.3 <u>การรวบรวมข้อมูลและการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวม</u>

1) รวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ผู้รวบรวมตามจำนวนตัวอย่างที่ได้คำนวณไว้ข้างต้น

2) คำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมผลผลิตแต่ละราย โดยคำนวณจากค่าใช้จ่ายของกิจกรรมการจัดหา การเคลื่อนย้ายวัสดุ การขนส่ง และการบริหาร ค่าใช้จ่ายแต่ละกิจกรรมเริ่มจากการคำนวณเป็นค่าใช้จ่ายต่อเที่ยวของการขนส่ง แล้วจึงนำปริมาณผลผลิตต่อเที่ยวมาหารเพื่อให้ได้ต้นทุนโลจิสติกส์เป็นหน่วยบาทต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 9.4

3) คำนวณค่าเฉลี่ยและประมาณค่าเฉลี่ยของต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนของผู้รวบรวม พร้อมทั้งคำนวณค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S) รวมถึงค่าสูงสุดและต่ำสุดของค่าเฉลี่ยต้นทุนโลจิสติกส์ในแต่ละกิจกรรมดังที่ได้กล่าวมา

ตารางที่ 9.4 การคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมผลผลิต

ต้นทุนแต่ละกิจกรรม (บ./กก.)	การคำนวณ
1. ต้นทุนการจัดหา (Procurement Costs)	- ค่าน้ำมันสำหรับการรวบรวมผลผลิต = **[**ระยะทางไป-กลับจากแผงรวบถึงไร่ต่อเที่ยว (กม./เที่ยว) x ราคาน้ำมันดีเซล (บ./ลิตร) **]** / **[**อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม. / ลิตร) x ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว) **]** - ค่าจ้างคนขับ = ค่าจ้างคนขับต่อเที่ยว (บาท/เที่ยว) / **[**จำนวนงานที่ทำ x ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว) **]** - ค่าเสื่อมราคารถ = ราคารถ (บาท/คัน) / **[**ระยะเวลาที่คาดว่าจะใช้ได้ (ปี) x จำนวนต่อปีต่อคัน (เที่ยว/ปี/คัน) xปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว) x จำนวนกิจกรรม **]** - ค่าดูแลรักษารถที่ใช้ในการขนส่ง = ค่าซ่อมบำรุงต่อปีต่อคัน (บาท/ปี/คัน) / **[** จำนวนเที่ยวต่อปีต่อคัน (เที่ยว/ปี/คัน) x ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว) x จำนวนกิจกรรม **]**
2. ต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material Handling costs)	- ค่าจ้างในการลำเลียงและจัดเรียงผลผลิต = **[** ค่าจ้าง (บาท/คน/วัน) x จำนวนคนงาน (คน) **]** / **[**จำนวนเที่ยวต่อวัน (เที่ยว/วัน) x ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว) **]** - ค่าเสื่อมอุปกรณ์ในการเคลื่อนย้ายผลผลิต = **[**ราคาอุปกรณ์ (บาท/ชิ้น) x จำนวนอุปกรณ์ (ชิ้น) **]** / **[**ระยะเวลา (เดือน) x จำนวนเที่ยวต่อเดือน (เที่ยว/เดือน) x ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว) **]**

ตารางที่ 9.4 การคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมผลผลิต (ต่อ)

ต้นทุนแต่ละกิจกรรม (บ./กก.)	การคำนวณ
3. ต้นทุนการขนส่ง (Transportation Costs)	- ค่าน้ำมันในการขนส่ง = [ระยะทางไป-กลับจากแผงรวบรวมถึงโรงงานต่อเที่ยว (กม/เที่ยว) x ราคาน้ำมันดีเซล (บ./ลิตร)] / [อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน (กม. / ลิตร) x ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว)] - ค่าเสื่อมราคารถ = ราคารถ (บาท/คัน) / [ระยะเวลาที่คาดว่าจะใช้ได้ (ปี) x จำนวนต่อปีต่อคัน (เที่ยว/ปี/คัน) x จำนวนกิจกรรม x ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว)] - ค่าดูแลรักษารถที่ใช้ในการขนส่ง = ค่าซ่อมบำรุงต่อปีต่อคัน (บาท/ปี/คัน) / [จำนวนเที่ยวต่อปีต่อคัน (เที่ยว/ปี/คัน) x จำนวนกิจกรรม x ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./ เที่ยว)] - ค่าสูญเสียจากการขนส่ง = [ปริมาณผลผลิตที่เสียต่อเที่ยว (กก./เที่ยว) x ราคารับซื้อของโรงงาน (บาท/กก.)] / ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว) - ค่าจ้างคนขับ = ค่าจ้างคนขับต่อเที่ยว (บาท/เที่ยว) / [จำนวนงานที่ทำ x ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว)]
4.ต้นทุนการบริหาร (Administration Costs)	- ค่าโทรศัพท์ติดต่อเกษตรกรหรือโรงงาน = [จำนวนครั้งในการโทรต่อเที่ยว (ครั้ง/เที่ยว) x ระยะเวลาในการโทรต่อครั้ง (นาที/ครั้ง) x อัตราค่าบริการ (บาท/ นาที)] / ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว) - ค่าเช่าพื้นที่ = [ค่าเช่าพื้นที่ (บาท/ปี) / (จำนวนเที่ยวต่อปี (เที่ยว/ปี) x ปริมาณผลผลิตต่อเที่ยว (กก./เที่ยว)]

หมายเหตุ ราคาน้ำมันดีเซลที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยน้ำมันในปี 2549 จากสำนักงานนโยบายและแผนพลังงานในราคา 25.66 บาทต่อลิตร และจำนวนงานหรือกิจกรรมที่ทำในการคำนวณค่าจ้างคนขับหรือในค่าเสื่อมรถหมายถึงจำนวนกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับงานโลจิสติกส์ที่ลูกจ้างที่ทำหน้าที่ขับรถได้ทำ เช่น การจัดเรียง และการขับรถเพื่อการขนส่ง ซึ่งนับเป็น 2 งาน โดยที่ค่าจ้างเป็นเงินจำนวนหนึ่งซึ่งเป็นลักษณะเหมาจ่ายจึงทำการเฉลี่ยค่าจ้างเพื่อการคำนวณต้นทุนในแต่ละกิจกรรม หรือจำนวนกิจกรรมที่มีการใช้รถบรรทุกซึ่งได้แก่ กิจกรรมการจัดหาและกิจกรรมการขนส่ง สองกิจกรรม

9.3.3 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงานผู้ผลิต

จากการสัมภาษณ์ขั้นต้นจากเจ้าหน้าที่โรงงานและคณะผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์กิจกรรมโลจิสติกส์ที่เกี่ยวข้องในการปฏิบัติงานของแต่ละฝ่าย ได้แก่ กิจกรรมการรับคำสั่งซื้อ (Order Processing) การพยากรณ์ความต้องการ (Forecasting) การจัดการสินค้าคงคลัง (Inventory Management) กิจกรรมในคลังสินค้าและการจัดเก็บ (Warehouse and Storage) การจัดซื้อจัดหา (Procurement) การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และวัสดุ (Material Handling) การบรรจุ (Packing) การขนส่ง (Transportation) การสื่อสารในงานโลจิสติกส์ (Logistics Communication) และการจัดการกับสินค้าที่ถูกส่งคืน (Reverse Logistics) ซึ่งมีรายละเอียดกิจกรรมของแต่ละหน่วยดังตารางที่ 9.5

ตารางที่ 9.5 กิจกรรมโลจิสติกส์ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละหน่วยงานของโรงงานกรณีศึกษา

กิจกรรมโลจิสติกส์หลัก (Key Activities)	หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	กิจกรรมย่อยที่ปฏิบัติในแต่ละฝ่าย
1. กระบวนการรับคำสั่งซื้อ (Order Processing)	SALES	รับคำสั่งซื้อจากลูกค้า/ ออกใบ Performa Invoice/จัดทำแผนการขายส่งให้ฝ่าย CS
	CS	จัดทำข้อมูลการขาย และส่งข้อมูลขายให้ฝ่ายวางแผนการผลิต / จัดทำเอกสารส่งออก
	Planning	วางแผนการผลิตให้สอดคล้องกับปริมาณคำสั่งซื้อ
2.การพยากรณ์ความต้องการ (Forecasting)	SALES	ทำการประมาณยอดขายจากข้อมูลในปีก่อนหน้า
	CS	รวบรวมปริมาณยอดขายจากการประมาณของฝ่ายขายแต่ละคน เพื่อทำเป็น แผนการขาย (Sales Plan)
	Procurement	พยากรณ์ปริมาณสับปะรดที่ใช้ในการผลิต
	Planning	นำข้อมูลจากฝ่ายขาย ฝ่ายบริการลูกค้า และฝ่ายจัดหาวัตถุดิบเพื่อใช้ในการประมาณและวางแผนการผลิต

ตารางที่ 9.5 แสดงกิจกรรมโลจิสติกส์ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละหน่วยงานของโรงงานกรณีศึกษา (ต่อ)

กิจกรรมโลจิสติกส์หลัก (Key Activities)	หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	กิจกรรมย่อยที่ปฏิบัติในแต่ละฝ่าย
3. การจัดการสินค้าคงคลัง (Inventory Management)	Warehouse	ดูแลปริมาณสินค้าคงคลังได้แก่ กล่อง ฝา กระป๋อง และผลิตภัณฑ์สุดท้าย รวมถึงสารปรุงแต่ง
	Account	คำนวณค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับสินค้าคงคลัง
4. กิจกรรมในคลังสินค้าและการจัดเก็บ (Warehouse and Storage)	Warehouse	จัดเก็บผลิตภัณฑ์ รวมถึงฝา กระป๋อง กล่อง ติดฉลาก บรรจุผลิตภัณฑ์ลงกล่อง เคลื่อนย้ายสินค้าเข้าตู้ตามแผนการขนส่ง และจัดส่งสินค้า
	Store	จัดเก็บสารปรุงแต่ง
5. การจัดซื้อจัดหา (Procurement)	CS	จัดซื้อฉลาก และบรรจุภัณฑ์ รวมถึงการจัดหารถ ตู้คอนเทนเนอร์ และเรือที่ใช้ในการขนส่ง
	Procurement	สืบหาแหล่งปลูกสับปะรดเพิ่มเติม/จัดการเรื่องการทำสัญญากับเกษตรกร/ รับซื้อสับปะรดจากเกษตรกรทั้งในและนอกพื้นที่ และจากพ่อค้าคนกลาง
	Purchase	วางแผนการจัดซื้อน้ำตาลและสารปรุงแต่งอื่น ๆ
	Account	คำนวณค่าใช้จ่ายในกิจกรรมการจัดหา
6. การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และวัสดุ (Material Handling)	Production	เคลื่อนย้ายวัตถุดิบสับปะรด กระป๋อง ฝา และสารปรุงแต่งที่ใช้ในการผลิต
7. การบรรจุ (Packing)	Warehouse	ขึ้นรูปกล่องที่ใช้ในการบรรจุ และปิดฉลาก
8. การขนส่ง (Transportation)	CS	จัดส่งกล่อง ฝา กระป๋อง เพื่อการผลิตและบรรจุ และจัดส่งสินค้าสำเร็จรูปไปยังท่าเรือเพื่อการส่งออก
	Warehouse	ตรวจสอบสินค้าที่จะทำการจัดส่งและบันทึกปริมาณในแต่ละตู้/ประเมินการจัดส่ง

ตารางที่ 9.5 แสดงกิจกรรมโลจิสติกส์ที่เกี่ยวข้องกับแต่ละหน่วยงานของโรงงานกรณีศึกษา (ต่อ)

กิจกรรมโลจิสติกส์หลัก (Key Activities)	หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	กิจกรรมย่อยที่ปฏิบัติในแต่ละฝ่าย
9.การสื่อสารในงานโลจิสติกส์ (Logistics Communication)	SALES	รับข้อมูลคำสั่งซื้อจากลูกค้า/ยืนยันคำสั่งซื้อ/ส่งข้อมูลให้ฝ่าย CS
	CS	รับข้อมูลจากฝ่ายขายและส่งต่อไปยังฝ่ายวางแผนผลิต และรับข้อมูลจากฝ่ายวางแผนกลับมาเพื่อพิจารณาปรับแผนการขาย (Sales Plan) ตามวัตถุดิบที่คาดว่าจะมีในปีนั้น ๆ
	Procurement	จัดทำข้อมูลปริมาณผลผลิตให้ฝ่ายวางแผน/ รวบรวมข้อมูลปริมาณผลผลิตจากชาวไร่ โดยอาศัยเจ้าหน้าที่ส่งเสริมเป็นผู้รวบรวมข้อมูล
	Planning	รับข้อมูลจากฝ่าย CS ฝ่ายจัดหาวัตถุดิบ และฝ่ายผลิตเพื่อใช้ในการคำนวณตู้ผลิต
	Account	รวบรวมข้อมูลค่าใช้จ่ายด้านการสื่อสารของแต่ละฝ่าย
10.การจัดการกับสินค้าที่ถูกส่งคืน (Reverse Logistics)	CS	รับแจ้งเรื่องสินค้าที่ถูกส่งคืน และจัดการนำสินค้ากลับเพื่อดำเนินการแก้ไข

9.3.3.1 <u>การรวบรวมข้อมูลและการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนโรงงาน</u>

1) จากตารางที่ 9.5 ทำการสอบถามข้อมูลค่าใช้จ่ายของฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมด้านโลจิสติกส์จากแผนกบัญชีของโรงงานกรณีศึกษาโดยทางโรงงานกรณีศึกษาแจ้งว่าเป็นความลับทางธุรกิจจึงได้จัดทำการข้อมูลเป็นค่าร้อยละของค่าใช้จ่ายด้านโลจิสติกส์แต่ละกิจกรรมเทียบกับค่าใช้จ่ายโลจิสติกส์ทั้งหมด เป็นรายเดือนประจำปี 2548 ดังตารางที่ 3.6

2) จัดเรียงข้อมูลและคำนวณค่าใช้จ่ายแต่ละกิจกรรมเป็นร้อยละเฉลี่ยของต้นทุนโลจิสติกส์แต่ละกิจกรรมเทียบกับต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมดของส่วนโรงงาน จากข้อมูลที่ได้รับจากโรงงาน

3) คำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ให้มีหน่วยเป็นบาทต่อกิโลกรัม มีขั้นตอนดังนี้

(1) คำนวณน้ำหนักของผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋องจากจำนวนตู้ที่ทำการส่งออกในปี 2548 เท่ากับ 2,645.84 ตู้ โดย 1 ตู้มีผลิตภัณฑ์ 1,300 Standard Case และ 1 Standard Case มีน้ำหนักประมาณ 10 กิโลกรัม

(2) จากนั้นศึกษาข้อมูลงบกำไรขาดทุนจากรายงานประจำปี 2548 ของบริษัทกรณีศึกษาเพื่อประมาณค่าใช้จ่ายในการผลิตโดยรวมของการผลิตและการขายของบริษัทกรณีศึกษา และปรับค่าด้วยอัตราเงินเฟ้อเฉลี่ยปี 2549 เพื่อให้ข้อมูลเป็นข้อมูลปีเดียวกับข้อมูลในส่วนเกษตรกรและผู้รวบรวมซึ่งได้ทำการรวบรวมข้อมูลในปี 2549

(3) เพื่อให้ทราบต้นทุนโลจิสติกส์รวมของส่วนโรงงานผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานให้ต้นทุนโลจิสติกส์รวมเป็นร้อยละ 15, 17, 20, 25 และ 30 ของต้นทุนทั้งหมดของโรงงาน และทำการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์รวมตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

(4) คำนวณต้นทุนโลจิสติกส์แต่ละกิจกรรมจากต้นทุนโลจิสติกส์รวมที่คำนวณได้จาก (3) มาคูณกับร้อยละต้นทุนเฉลี่ยของแต่ละกิจกรรมโลจิสติกส์ที่คำนวณไว้ใน 2) และแสดงผลเปรียบเทียบต้นทุนแต่ละกิจกรรมที่สมมติฐานต่าง ๆ

9.3.4 ขั้นตอนการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์รวมของโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

1) นำผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในแต่ละส่วนของโซ่อุปทาน ได้แก่ ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรกรณีที่เกษตรกรเป็นผู้ส่งสับปะรด รวมกับต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงานผู้ผลิตตามข้อสมมติที่ตั้งไว้

2) นำผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในแต่ละส่วนของโซ่อุปทาน ได้แก่ ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรกรณีที่มีผู้รวบรวมขนส่งสับปะรดสู่โรงงาน รวมกับต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด และต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงานผู้ผลิต ตามข้อสมมติที่ตั้งไว้

3) เปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลจากการคำนวณ ข้อ (1) และ ข้อ (2)

9.4 ผลการคำนวณและวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

9.4.1 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร

1) ผลการคำนวณต้นทุนการผลิตสับปะรดแบ่งเป็น 2 กรณีได้แก่เกษตรกรเป็นผู้จัดส่งสับปะรดสู่โรงงาน และเกษตรกรขายสับปะรดให้ผู้รวบรวมเพื่อจัดส่งสู่โรงงาน ซึ่งจากการสัมภาษณ์กลุ่มเกษตรกรจำนวน 105 ราย ในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตสับปะรดกรณีเกษตรกรขายสับปะรดให้แก่โรงงานโดยตรงพบว่าได้ค่าเฉลี่ยของต้นทุนการผลิตสับปะรดเป็น 3.873 บาทต่อกิโลกรัม มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.881 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนการผลิตต่ำสุดเป็น 1.039 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนการผลิตสูงสุดเป็น 4.767 บาทต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 4.1 และที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถประมาณช่วงต้นทุนการผลิตเฉลี่ยได้จาก $\overline{X} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$ (วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์, 2549) ทำให้ได้ค่าประมาณต้นทุนการผลิตสับปะรด กรณีเกษตรกรเป็นผู้ส่งสับปะรดให้โรงงานอยู่ในช่วง 3.873 ± [1.96 x (0.881/$\sqrt{105}$)] ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 3.704 ถึง 4.042 บาทต่อกิโลกรัม โดยค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ (d = $Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$) ในกรณีนี้เท่ากับ ± 0.17 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในช่วง ± 0.25 บาทต่อกิโลกรัม ตามที่กำหนดไว้จากการสุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 9.6 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตสับปะรด กรณีเกษตรกรจัดส่งสับปะรดสู่โรงงาน

หน่วย : บาท/กิโลกรัม

ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ต้นทุนการผลิตต่ำสุด	ต้นทุนการผลิตสูงสุด
3.873	0.881	1.039	4.767

และเมื่อคำนวณต้นทุนการผลิตสับปะรดในกรณีเกษตรกรขายสับปะรดให้ผู้รวบรวมทำการจัดส่งสู่โรงงาน โดยจะไม่นำต้นทุนด้านการขนส่งของเกษตรกรมาคำนวณ เนื่องจากผู้วิจัยตั้งข้อสมมติว่าผู้รวบรวมทำหน้าที่เสมือนผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ ซึ่งจะทำการรวบรวมและขนส่งสับปะรดแทนเกษตรกร ทั้งนี้คำนวณค่าเฉลี่ยของต้นทุนการผลิตสับปะรดได้ 3.395 บาทต่อกิโลกรัม มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.742 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนการผลิตต่ำสุดเป็น 0.874 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนการผลิตสูงสุดเป็น 4.045 บาทต่อกิโลกรัม ดังตารางที่ 9.7 และที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถประมาณช่วงต้นทุนการผลิตเฉลี่ยได้จาก $\overline{X} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$ (วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์, 2549) ทำให้ได้ค่าประมาณต้นทุน

การผลิตสับปะรดกรณีผู้รวบรวมเป็นผู้จัดส่งสับปะรดอยู่ในช่วง 3.395 ± [1.96 x (0.742 / $\sqrt{105}$)] ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 3.253 ถึง 3.537 บาทต่อกิโลกรัม โดยค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดที่ยอมรับได้ ($d = Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$) สำหรับกรณีนี้เท่ากับ ± 0.142 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในช่วง ± 0.25 บาทต่อกิโลกรัม ตามที่กำหนดไว้จากการสุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 9.7 ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตส่วนเกษตรกร กรณีผู้รวบรวมเป็นผู้จัดส่งสับปะรดสู่โรงงาน

หน่วย : บาท/กิโลกรัม

ต้นทุนการผลิตเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ต้นทุนการผลิตต่ำสุด	ต้นทุนการผลิตสูงสุด
3.395	0.742	0.874	4.045

คำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในแต่ละกิจกรรมพบว่าต้นทุนโลจิสติกส์เฉลี่ยในส่วนของเกษตรกร กรณีที่เกษตรเป็นผู้ขนส่งสับปะรดสู่โรงงานเองคิดเป็น 0.723 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.284 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนโลจิสติกส์ต่ำสุด 0.03 บาทต่อกิโลกรัม และมีต้นทุนโลจิสติกส์สูงสุด 1.42 บาทต่อกิโลกรัม ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนเกษตรกรสรุปได้ดังตารางที่ 9.8 และที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ซึ่งทำให้สามารถประมาณช่วงต้นทุนโลจิสติกส์เฉลี่ยได้จาก $\overline{X} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$ ซึ่งจะได้ค่าประมาณต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรอยู่ในช่วง 0.723 ± [1.96 x (0.284 / $\sqrt{105}$)] หรือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.669 ถึง 0.777 บาทต่อกิโลกรัม ในกรณีที่เกษตรกรส่งสับปะรดเอง

ตารางที่ 9.8 ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร กรณีเกษตรกรจัดส่งสับปะรดสู่โรงงาน

หน่วย : บาท/กิโลกรัม

ต้นทุนโลจิสติกส์เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ต้นทุนโลจิสติกส์ต่ำสุด	ต้นทุนโลจิสติกส์สูงสุด
0.723	0.284	0.030	1.417

ทั้งนี้ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร กรณีที่เกษตรเป็นผู้ขนส่งสับปะรดสู่โรงงาน คิดเป็นร้อยละ 18.66 ของต้นทุนการผลิตสับปะรด โดยต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรในแต่ละกิจกรรมเป็นดังนี้ ต้นทุนในการจัดหามีค่าเฉลี่ยเป็น 0.008 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 1.05 ของต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรทั้งหมด หรือเป็นร้อยละ 0.20 ของต้นทุนการผลิตสับปะรด ต้นทุนในการเคลื่อนย้ายวัสดุมีค่าเฉลี่ยเป็น

0.180 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 24.91 ของต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรทั้งหมด หรือเป็นร้อยละ 4.65 ของต้นทุนการผลิตสับปะรด ต้นทุนในการขนส่งมีค่าเฉลี่ยเป็น 0.478 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 66.16 ของต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรทั้งหมด หรือเป็นร้อยละ 12.34 ของต้นทุนการผลิตสับปะรด และต้นทุนสินค้าคงคลังมีค่าเฉลี่ยเป็น 0.057 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 7.88 ของต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรทั้งหมด หรือเป็นร้อยละ 1.47 ของต้นทุนการผลิตสับปะรด ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนเกษตรกรที่ทำสัญญากับโรงงานและขนส่งผลผลิตเองสรุปได้ดังตารางที่ 9.9

ตารางที่ 9.9 รายละเอียดการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรในแต่ละกิจกรรม กรณีเกษตรกรเป็นผู้จัดส่งสับปะรดสู่โรงงาน

รายการค่าใช้จ่ายตามกิจกรรมโลจิสติกส์	**ต้นทุนต่อกิโลกรัม (บาท/กก.)**	**ร้อยละค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรม**	**ร้อยละต่อต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร**	**ร้อยละต่อต้นทุนการผลิตสับปะรด**
1. ต้นทุนในการจัดหา (Procurement Costs)				
1.1 ค่าใช้จ่ายการจัดซื้อยากันเน่า	0.001	11.19	0.12	0.02
1.2 ค่าใช้จ่ายการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์	0.001	14.49	0.15	0.03
1.3 ค่าใช้จ่ายการจัดซื้อปุ๋ยเคมี	0.004	51.84	0.55	0.11
1.4 ค่าใช้จ่ายการจัดซื้อยากำจัดวัชพืช	0.001	11.24	0.12	0.02
1.5 ค่าใช้จ่ายการจัดซื้อสารบังคับดอก	0.001	11.24	0.12	0.02
รวม	**0.008**	**100.00**	**1.05**	**0.20**
2. ต้นทุนในกิจกรรมการเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material Handling Costs)				
2.1 ค่าจ้างการเคลื่อนย้ายหน่อพันธุ์	0.045	24.90	6.20	1.20
2.2 ค่าจ้างการเก็บเกี่ยวและจัดเรียงผลผลิต	0.121	67.24	16.75	3.25
2.3 ค่าเสื่อมอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว	0.014	7.85	1.96	0.38
รวม	**0.180**	**100.00**	**24.91**	**4.65**

ตารางที่ 9.9 รายละเอียดการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรในแต่ละกิจกรรม กรณีเกษตรกรเป็นผู้จัดส่งสับปะรดสู่โรงงาน (ต่อ)

รายการค่าใช้จ่าย ตามกิจกรรมโลจิสติกส์	ต้นทุนต่อกิโลกรัม (บาท/กก.)	ร้อยละค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรม	ร้อยละต่อต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	ร้อยละต่อต้นทุนการผลิตสับปะรด
3. ต้นทุนในการขนส่ง (Transportation Costs)				
3.1 ค่าน้ำมันขนส่ง	0.152	31.83	21.06	4.09
3.2 ค่าจ้างคนขับ	0.061	12.76	8.44	1.64
3.3 ค่าเสื่อมราคารถ	0.118	24.60	16.28	3.16
3.4 ค่าซ่อมบำรุงรถ	0.072	15.07	9.97	1.94
3.5ค่าสูญเสียระหว่างขนส่ง	0.075	15.74	10.41	2.02
รวม	**0.478**	**100.00**	**66.16**	**12.34**
4. ต้นทุนในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง(Inventory Costs)				
4.1 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บหน่อ	0.028	48.32	3.81	0.74
4.2 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บยากันเน่า	0.002	3.97	0.31	0.06
4.3 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บปุ๋ยอินทรีย์	-	-	-	-
4.4 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บปุ๋ยเคมี	0.010	17.61	1.39	0.27
4.5 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บยากำจัดวัชพืช	0.009	15.90	1.25	0.24
4.6 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสารบังคับดอก	0.008	14.21	1.12	0.22
รวม	**0.057**	**100.00**	**7.88**	**1.47**
ต้นทุนโลจิสติกส์รวมส่วนเกษตรกร (บ./กก.)	***0.723***	***100.00***		***18.66***
ต้นทุนการผลิตสับปะรด (บ./กก.)	***3.873***			

จากตารางที่ 9.9 ยังพบว่าต้นทุนในการขนส่งมีค่าสูงที่สุดในต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรในกรณีเกษตรกรขนส่งสับปะรดสู่โรงงานด้วยตนเองมีค่าเท่ากับ 0.478 บาทต่อกิโลกรัม โดยมีค่าน้ำมัน ค่าเสื่อมราคารถ และค่าสูญเสียจากการขนส่ง เป็นค่าใช้จ่ายที่สูงสุดสามลำดับแรก คิดเป็นร้อยละ 21.06, 16.28 และ 10.41 ของต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรทั้งหมด ตามลำดับ และต้นทุนในการเคลื่อนย้ายวัสดุเป็นต้นทุน

ที่มีค่าสูงรองลง มีค่าเท่ากับ 0.18 บาทต่อกิโลกรัม โดยมีค่าใช้จ่ายในการเก็บเกี่ยวและจัดเรียงผลผลิตเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 16.75 ของต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรทั้งหมด

ส่วนต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรกรณีมีผู้รวบรวมไปรับผลผลิตจากไร่ จะไม่คำนวณต้นทุนในการขนส่งของเกษตรกร ทั้งนี้สามารถคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ได้เท่ากับ 0.245 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็น 0.093 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนโลจิสติกส์ต่ำสุด 0.006 บาทต่อกิโลกรัม และมีต้นทุนโลจิสติกส์สูงสุด 0.415 บาทต่อกิโลกรัม ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนเกษตรกรสรุปได้ดังตารางที่ 9.10 และที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ซึ่งทำให้สามารถประมาณช่วงต้นทุนโลจิสติกส์เฉลี่ยได้จาก $\overline{X} \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \frac{S}{\sqrt{n}}$ ซึ่งจะได้ค่าประมาณต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรอยู่ในช่วง 0.245 ± [1.96 x (0.093 / $\sqrt{105}$)] หรือมีค่าอยู่ระหว่าง 0.227 ถึง 0.263 บาทต่อกิโลกรัม ในกรณีที่มีผู้รวบรวมผลผลิต

ตารางที่ 9.10 ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร กรณีที่มีผู้รวบรวมขนส่งผลผลิตสู่โรงงาน

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

ต้นทุนโลจิสติกส์เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ต้นทุนโลจิสติกส์ต่ำสุด	ต้นทุนโลจิสติกส์สูงสุด
0.245	0.093	0.006	0.415

ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนเกษตรกรที่มีผู้รวบรวมเป็นผู้ขนส่งสับปะรดนั้นคิดเป็นร้อยละ 6.57 ของต้นทุนการผลิตสับปะรด โดยต้นทุนในการเคลื่อนย้ายวัสดุมีค่าสูงสุด 0.18 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 73.61 ของต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรทั้งหมด รองลงมาได้แก่ต้นทุนสินค้าคงคลังซึ่งเท่ากับ 0.057 บาทต่อกิโลกรัมหรือคิดเป็นร้อยละ 23.28 ของต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรทั้งหมด มีรายละเอียดดังตารางที่ 9.11

ตารางที่ 9.11 รายละเอียดการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรในแต่ละกิจกรรม กรณีมีผู้รวบรวมเป็นผู้จัดส่งสับปะรดสู่โรงงาน

รายการค่าใช้จ่ายตามกิจกรรมโลจิสติกส์	ต้นทุนต่อกิโลกรัม (บาท/กก.)	ร้อยละค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรม	ร้อยละต่อต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	ร้อยละต่อต้นทุนการผลิตสับปะรด
1. ค่าใช้จ่ายในการจัดหา (Procurement Costs)				
1.1 ค่าใช้จ่ายการจัดซื้อยากันเน่า	0.001	11.19	0.35	0.03
1.2 ค่าใช้จ่ายการจัดซื้อปุ๋ยอินทรีย์	0.001	14.49	0.45	0.03
1.3 ค่าใช้จ่ายการจัดซื้อปุ๋ยเคมี	0.004	51.84	1.61	0.12
1.4 ค่าใช้จ่ายการจัดซื้อยากำจัดวัชพืช	0.001	11.24	0.35	0.03
1.5 ค่าใช้จ่ายการจัดซื้อสารบังคับดอก	0.001	11.24	0.35	0.03
รวม	**0.008**	**100.00**	**3.11**	**0.22**
2. ค่าใช้จ่ายในกิจกรรมการเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material Handling Costs)				
2.1 ค่าจ้างการเคลื่อนย้ายหน่อพันธุ์	0.045	24.90	18.33	1.33
2.2 ค่าจ้างการเก็บเกี่ยวและจัดเรียงผลผลิต	0.121	67.24	49.50	3.58
2.3 ค่าเสื่อมอุปกรณ์ในการเก็บเกี่ยว	0.014	7.85	5.78	0.42
รวม	**0.180**	**100.00**	**73.61**	**5.30**
3. ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง (Transportation Costs)				
3.1 ค่าน้ำมันขนส่ง	-	-	-	-
3.2 ค่าจ้างคนขับ	-	-	-	-
3.3 ค่าเสื่อมรถ	-	-	-	-
3.4 ค่าซ่อมแซมรถ	-	-	-	-
3.5ค่าสูญเสียระหว่างขนส่ง	-	-	-	-
รวม	-	-	-	-

ตารางที่ 9.11 รายละเอียดการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกรในแต่ละกิจกรรม กรณีมีผู้รวบรวมเป็นผู้จัดส่งสับปะรดสู่โรงงาน (ต่อ)

รายการ ค่าใช้จ่ายตามกิจกรรมโลจิสติกส์	ต้นทุนต่อกิโลกรัม (บาท/กก.)	ร้อยละค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรม	ร้อยละต่อต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	ร้อยละต่อต้นทุนการผลิตสับปะรด
4. ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง (Inventory Costs)				
4.1 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บหน่อ	0.028	48.32	11.25	0.81
4.2 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บยากันเน่า	0.002	3.97	0.92	0.07
4.3 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บปุ๋ยอินทรีย์	-	-	-	-
4.4 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บปุ๋ยเคมี	0.010	17.61	4.10	0.30
4.5 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บยากำจัดวัชพืช	0.009	15.90	3.70	0.27
4.6 ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสารบังคับดอก	0.008	14.21	3.31	0.24
รวม	**0.057**	**100.00**	**23.28**	**1.68**
ต้นทุนโลจิสติกส์รวม (บ./กก.)	***0.245***	***100.00***		***7.20***
ต้นทุนการผลิตรวม (บ./กก.)	***3.395***			

9.4.2 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด

9.4.2.1 ต้นทุนโลจิสติกส์เฉลี่ยส่วนผู้รวบรวมสับปะรด

จากข้อมูลการสัมภาษณ์ผู้รวบรวมจำนวน 30 ราย พบว่าต้นทุนโลจิสติกส์เฉลี่ยเป็น 0.361 บาทต่อกิโลกรัม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.112 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนโลจิสติกส์ต่ำสุดเท่ากับ 0.189 บาทต่อกิโลกรัม และต้นทุนโลจิสติกส์สูงสุดเท่ากับ 0.687 บาทต่อกิโลกรัม สรุปดังตารางที่ 9.12 และที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สามารถประมาณช่วงค่าเฉลี่ยต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมได้จาก $\overline{X} \pm t_{\frac{\alpha}{2},n-1}\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)$ (มัลลิกา บุนนาค, 2548) จะมีค่าประมาณต้นทุนโลจิสติกส์เป็น 0.361 ± [2.045 x (0.112 / $\sqrt{30}$)] ซึ่งมีต้นทุนโลจิสติกส์อยู่ระหว่าง 0.321 ถึง 0.405 บาทต่อกิโลกรัม โดยค่าคลาดเคลื่อน

สูงสุดที่ยอมรับได้ ($d = t_{\frac{\alpha}{2},n-1}\left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)$) เท่ากับ 0.042 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งอยู่ในช่วง ± 0.25 บาทต่อกิโลกรัม ตามที่กำหนดไว้จากการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 9.12

ตารางที่ 9.12 ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมเป็นค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุดและค่าสูงสุด

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

ต้นทุนโลจิสติกส์เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ต้นทุนโลจิสติกส์ต่ำสุด	ต้นทุนโลจิสติกส์สูงสุด
0.361	0.112	0.189	0.687

ต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนผู้รวบรวมคิดเป็น 0.361 บาทต่อกิโลกรัม มีต้นทุนในการขนส่งมากที่สุด 0.245 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 68.02 ของต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมด รองลงมาเป็นต้นทุนในการจัดหาคิดเป็น 0.075 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 20.69 ของต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมด เนื่องจากกิจกรรมการรวบรวมและการขนส่งเป็นกิจกรรมหลักของผู้รวบรวม โดยค่าใช้จ่ายในกิจกรรมทั้งสองประกอบด้วยค่าน้ำมัน ค่าจ้างคนขับ ค่าเสื่อมราคารถ และค่าซ่อมบำรุงรถ และแตกต่างกันที่ค่าสูญเสียจากการขนส่ง ทั้งนี้ค่าน้ำมันในการรวบรวมและการขนส่งจะแตกต่างกันเนื่องจากระยะทางในการรวบรวมและการขนส่งที่ต่างกัน ระยะทางในการรวบจะเป็นบริเวณใกล้เคียงกับสถานที่รวบรวมประมาณ 5-20 กิโลเมตร แต่ระยะทางในการขนส่งไปโรงงานประมาณ 30-100 กิโลเมตร ส่วนค่าจ้างคนขับ ค่าเสื่อมราคารถจะมีค่าใกล้เคียงกันเนื่องจากเป็นค่าเฉลี่ยค่าใช้จ่ายของทั้งสองกิจกรรม และค่าสูญเสียจากการขนส่งเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงที่สุดของการขนส่ง 0.120 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 33.38 ของต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมด ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการเสื่อมเสียของสับปะรดจำนวนมาก ซึ่งอาจเกิดจากระยะทางขนส่งที่เป็นระยะทางไกล และการจัดเรียก่อนการขนส่งไม่ได้ปฏิบัติให้ถูกต้องตามแนวทางเกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับสับปะรด (Good Agricultural Practice (GAP) for Pineapple) รายละเอียดต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสรุปดังตารางที่ 9.13

ตารางที่ 9.13 ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวม

รายการค่าใช้จ่ายในกิจกรรมโลจิสติกส์	ต้นทุนต่อกก. (บาท/กก.)	ร้อยละต่อต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมด	ร้อยละต่อต้นทุนแต่ละกิจกรรม
1. ค่าใช้จ่ายในการจัดหา (Procurement Costs)			
1.1 ค่าน้ำมันในการรวบรวม	0.027	7.48	36.14
1.2 ค่าจ้างคนขับเพื่อการรวบรวม	0.024	6.54	31.60
1.3 ค่าเสื่อมราคา	0.009	2.61	12.64
1.4 ค่าซ่อมบำรุง	0.015	4.06	19.62
รวม (บาท/กก.)	**0.075**	**20.69**	**100.00**
2. ค่าใช้จ่ายในกิจกรรมการเคลื่อนย้ายวัสดุ (Material Handling Costs)			
2.1 ค่าแรงงานในการเคลื่อนย้ายสับปะรด	0.034	9.53	95.62
2.2 ค่าเสื่อมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนย้าย	0.002	0.44	4.38
รวม (บาท/กก.)	**0.036**	**9.97**	**100.00**
3. ค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง (Transportation Costs)			
3.1 ค่าน้ำมันสำหรับการขนส่ง	0.076	21.07	30.92
3.2 ค่าสูญเสียจากการขนส่ง	0.120	33.19	48.72
3.3 ค่าเสื่อมราคา	0.009	2.51	3.69
3.4 ค่าซ่อมบำรุง	0.014	3.91	5.74
3.5 ค่าจ้างคนขับเพื่อการขนส่ง	0.027	7.45	10.93
รวม (บาท/กก.)	**0.247**	**68.14**	100.00
4. ค่าใช้จ่ายในการบริหาร (Administration Costs)			
4.1 ค่าติดต่อเกษตรกร	0.001	0.40	30.96
4.2 ค่าติดต่อโรงงาน	0.002	0.43	33.49
4.3 ค่าเช่าพื้นที่	0.002	0.46	35.54
รวม (บาท/กก.)	**0.005**	**1.30**	100.00
ต้นทุนโลจิสติกส์รวม (บาท/กก.)	***0.363***	**100.00**	

ในการวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมคณะผู้วิจัยประเมินว่าต้นทุนโลจิสติกส์เท่ากับต้นทุนการดำเนินงานของผู้รวบรวม เนื่องจากบทบาทของผู้รวบรวมเป็นเสมือนผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์แก่โรงงานคือเป็นผู้รวบรวมและขนส่งสับปะรดสด ซึ่งกิจกรรมส่วนใหญ่เป็นกิจกรรมด้านโลจิสติกส์

9.4.3 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงานผู้ผลิต

จากข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์ที่ได้รับจากโรงงานกรณีศึกษา ซึ่งเป็นข้อมูลร้อยละของต้นทุนในกิจกรรมโลจิสติกส์รายเดือนของปี 2548 ของฝ่ายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมด้านโลจิสติกส์ ได้แก่ ฝ่ายขาย (Sales) ฝ่ายบริการลูกค้า (C/S) ฝ่ายจัดหาวัตถุดิบสับปะรด (Procurement) ฝ่ายคลังสินค้า (Warehouse) ฝ่ายสโตร์ (Store) ฝ่ายวางแผน (Planning) ฝ่ายจัดซื้อ (Purchase) ฝ่ายผลิต (Production) และฝ่ายบัญชี (Accounting) โดยกิจกรรมโลจิสติกส์ในส่วนโรงงานได้แก่ กิจกรรมการรับคำสั่งซื้อ (Order Processing) การพยากรณ์ความต้องการ (Forecasting) การจัดการสินค้าคงคลัง (Inventory Management) กิจกรรมในคลังสินค้าและการจัดเก็บ (Warehouse and Storage) การจัดซื้อจัดหา (Procurement) การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และวัสดุ (Material Handling) การบรรจุ (Packing) การขนส่ง (Transportation) การสื่อสารในงานโลจิสติกส์ (Logistics Communication) และการจัดการกับสินค้าที่ถูกส่งคืน (Reverse Logistics) ซึ่งข้อมูลที่ได้คำนวณเป็นค่าเฉลี่ยต่อปีสรุปได้ดังตารางที่ 9.14

ตารางที่ 9.14 ต้นทุนโลจิสติกส์เฉลี่ยของแต่ละกิจกรรมส่วนโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋องปี 2548

กิจกรรมโลจิสติกส์	ร้อยละต้นทุนแต่ละกิจกรรม
1.กิจกรรมการรับคำสั่งซื้อ (Order Processing)	28.41
2.การพยากรณ์ความต้องการ(Forecasting)	9.35
3. การจัดการสินค้าคงคลัง (Inventory Management)	2.90
4. กิจกรรมในคลังสินค้าและการจัดเก็บ (Warehouse and Storage)	4.77
5. การจัดซื้อจัดหา (Procurement)	8.49
6. การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และวัสดุ (Material Handling)	0.08
7. การบรรจุ (Packing)	6.38
8. การขนส่ง (Transportation)	22.53
9.การสื่อสารในงานโลจิสติกส์ (Logistics Communication)	15.35
10.การจัดการกับสินค้าที่ถูกส่งคืน (Reverse Logistics)	1.74

ข้อมูลในตารางที่ 9.13 เป็นข้อมูลที่ได้จากการคำนวณผลรวมร้อยละของค่าใช้จ่ายในแต่ละกิจกรรมแล้วจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งข้อมูลยังคงอยู่ในรูปร้อยละ เนื่องจากในงานวิจัยนี้ต้องการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ให้มีหน่วยเป็นบาทต่อกิโลกรัม โดยคำนวณจากข้อมูลที่ทางโรงงานกรณีศึกษาได้จัดให้ซึ่งเป็นข้อมูลปริมาณการผลิตของปี 2548 เป็นจำนวนตู้ที่ทำการส่งออกเท่ากับ 2,645.84 ตู้ ปริมาณบรรจุภัณฑ์มาตรฐาน (Standard Case) ต่อตู้เท่ากับ 1,300 Standard Caseต่อตู้ และ

1 Standard Case เท่ากับ 10 กิโลกรัม จะทำให้สามารถคำนวณปริมาณน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ได้เป็นหน่วยกิโลกรัมดังนี้

กำหนดให้ น้ำหนักผลิตภัณฑ์รวมในการส่งออกปี 2548 หน่วยเป็นกิโลกรัม
จำนวนตู้ที่ทำการส่งออก หน่วยเป็นตู้
จำนวนบรรจุภัณฑ์มาตรฐานตู้ หน่วยเป็น Standard Case ต่อตู้
น้ำหนักผลิตภัณฑ์ต่อ Standard Case หน่วยเป็นกิโลกรัม ต่อ Standard Case

น้ำหนักผลิตภัณฑ์ในการส่งออกรวมปี 2548
= จำนวนตู้ที่ทำการส่งออก x จำนวนบรรจุภัณฑ์มาตรฐาน x น้ำหนักผลิตภัณฑ์ต่อStandard Case
= 2,645.84 ตู้ x 1,300 Standard Case ต่อตู้ x 10 กิโลกรัมต่อStandard Case
= 34,395,885.74 กิโลกรัม

จากนั้นจึงได้ศึกษาข้อมูลจากงบกำไรขาดทุนของรายงานประจำปี 2548 ของโรงงานกรณีศึกษาเพื่อนำข้อมูลค่าใช้จ่ายในงบกำไรขาดทุนมาประมาณต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายรวมในการผลิตและการขายผลิตภัณฑ์สับปะรดกระป๋อง โดยพบว่าค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับการผลิตของโรงงานที่นำมาใช้ในการคำนวณได้แก่ ต้นทุนขายและรับจ้าง ค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหาร และขาดทุนจากสินค้าเสื่อมสภาพซึ่งสามารถคำนวณต้นทุนได้ดังนี้

ต้นทุนขายและรับจ้าง	2,581,010,072 บาท
ค่าใช้จ่ายในการขายและการบริหาร	761,021,499 บาท
ขาดทุนจากสินค้าเสื่อมสภาพ	15,914,012 บาท
รวม	**3,357,945,583 บาท**

เนื่องจากข้อมูลจากการสัมภาษณ์ทางโรงงานเป็นของปี 2548 จึงได้ใช้อัตราเงินเฟ้อของปี 2549 เฉลี่ย สี่ไตรมาสจากรายงานแนวโน้มเงินเฟ้อเดือนเมษายน กรกฎาคม ตุลาคม 2549 และมกราคม 2550 ของธนาคารแห่งประเทศไทยซึ่งคิดเป็นร้อยละ 2.2 ต่อปี ซึ่งคิดเป็น 75,553,775.62 บาท มาปรับค่าข้อมูลเพื่อใช้ในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์รวมของโซ่อุปทานซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรและผู้รวบรวมในปี 2549 ต่อไป ทั้งนี้ทำให้ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงานเป็น 3,433,499,358.62 บาท

และเพื่อให้สามารถทราบต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมดโดยประมาณจากต้นทุนรวมผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมติฐานให้ต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมดเป็นร้อยละ 15, 17, 20, 25, และ 30 ของต้นทุนทั้งหมดของโรงงาน โดยวิธีการคำนวณเป็นดังนี้

ต้นทุนโลจิสติกส์รวมของโรงงาน = ต้นทุนรวม (บาท) x ร้อยละต้นทุนโลจิสติกส์

= 3,433,499,358.62 x 0.15

= 515,024,903.79 บาท

ซึ่งผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมดโดยประมาณตามสมมติฐานแสดงดังตารางที่ 9.15

ตารางที่ 9.15 ต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมดตามสมมติฐาน

หน่วย:บาท

ร้อยละต้นทุนโลจิสติกส์ต่อต้นทุนรวม	ต้นทุนโลจิสติกส์
15	515,024,903.79
17	583,694,890.96
20	686,699,871.72
25	858,374,839.65
30	1,030,049,807.59

จากข้อมูลในตารางที่ 9.14 เมื่อนำมาหารด้วยน้ำหนักผลิตภัณฑ์ในการส่งออกรวมปี 2548 จะได้ต้นทุนโลจิสติกส์รวมมีหน่วยเป็นบาทต่อกิโลกรัม ดังนี้

ต้นทุนโลจิสติกส์ต่อกิโลกรัม = ต้นทุนโลจิสติกส์รวมปี2548 / น้ำหนักผลิตภัณฑ์ในการส่งออกรวมปี 2548

= 515,024,903.79 / 34,395,885.74

= 14.973 บาทต่อกิโลกรัม

ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์รวมต่อกิโลกรัม ทุกสมมติฐานแสดงดังตารางที่ 9.16

ตารางที่ 9.16 ต้นทุนโลจิสติกส์รวมของโรงงานผู้ผลิตต่อกิโลกรัม

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

ร้อยละต้นทุนโลจิสติกส์ต่อต้นทุนรวม	ต้นทุนโลจิสติกส์รวมของโรงงานผู้ผลิต
15	14.973
17	16.970
20	19.965
25	24.965
30	29.947

เมื่อได้ต้นทุนโลจิสติกส์รวมต่อกิโลกรัมแล้ว จึงนำมาคำนวณกับร้อยละของต้นทุนโลจิสติกส์แต่ละกิจกรรมที่ได้คำนวณไว้ในตารางที่ 9.13 จะได้ต้นทุนโลจิสติกส์แต่ละกิจกรรมโดยประมาณดังนี้

ต้นทุนกิจกรรมการรับคำสั่งซื้อ = ร้อยละของกิจกรรมการรับคำสั่งซื้อ x ต้นทุนโลจิสติกส์รวมต่อกิโลกรัม

= 0.2841 x 14.97 บาท/กก.

= 4.25 บาท/กก.

ซึ่งเมื่อคำนวณทุกกิจกรรมและทุกข้อสมมติแล้วจะได้ผลการคำนวณดังตารางที่ 9.17

ตารางที่ 9.17 ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ต่อน้ำหนักของโรงงานกรณีศึกษา

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

ต้นทุนโลจิสติกส์					
รายการกิจกรรมโลจิสติกส์	**ต้นทุนโลจิสติกส์ตามข้อสมมติ**				
	15	**17**	**20**	**25**	**30**
1.กิจกรรมการรับคำสั่งซื้อ (Order Processing)	4.25	4.82	5.67	7.09	8.51
2.การพยากรณ์ความต้องการ (Forecasting)	1.40	1.59	1.87	2.33	2.80
3. การจัดการสินค้าคงคลัง (Inventory Management)	0.43	0.49	0.58	0.72	0.87
4. กิจกรรมในคลังสินค้าและการจัดเก็บ (Warehouse and Storage)	0.71	0.81	0.95	1.19	1.43
5. การจัดซื้อจัดหา (Procurement)	1.27	1.44	1.69	2.12	2.54
6. การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และวัสดุ (Material Handling)	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
7. การบรรจุ (Packing)	0.96	1.08	1.27	1.59	1.91
8. การขนส่ง (Transportation)	3.37	3.82	4.50	5.62	6.75
9.การสื่อสารในงานโลจิสติกส์ (Logistics Communication)	2.30	2.60	3.06	3.83	4.60
10.การจัดการกับสินค้าที่ถูกส่งคืน (Reverse Logistics)	0.26	0.30	0.35	0.43	0.52
ต้นทุนโลจิสติกส์รวม (บาท/กก.)	**14.973**	**16.970**	**19.965**	**24.956**	**29.947**

จากตารางที่ 9.17 พบว่าต้นทุนโลจิสติกส์รวมที่ร้อยละ 15, 17, 20, 25, และ 30 ของต้นทุนรวมทั้งหมดเป็น 14.97, 16.97, 19.96, 24.96, และ 29.95 บาทต่อกิโลกรัม โดยค่าใช้จ่ายในกิจกรรมการรับคำสั่งซื้อเป็นค่าใช้จ่ายที่สูงที่สุดเป็น 4.25, 4.82, 5.67, 7.09, และ 8.51 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับข้อสมมติร้อยละของต้นทุนโลจิสติกส์รวม รองลงมาคือค่าใช้จ่ายของกิจกรรมการขนส่งเป็น3.37, 3.82, 4.50, 5.62, และ6.75 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับข้อสมมติร้อยละของต้นทุนโลจิสติกส์รวม ถัดมาเป็นค่าใช้จ่ายในกิจกรรมการสื่อสารในงานโลจิสติกส์เท่ากับ 2.30, 2.60, 3.06, 3.83, และ4.60 บาทต่อกิโลกรัม ตามลำดับข้อสมมติฐานร้อยละของต้นทุนโลจิสติกส์รวม

9.4.4 ต้นทุนโลจิสติกส์รวมของโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรด

ในการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์รวมของโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดจะคำนวณเป็น 2 กรณี ดังตัวอย่างการคำนวณต่อไปนี้

9.4.4.1 ต้นทุนโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมสับปะรดกรณีเกษตรกรอาศัยผู้รวบรวมในการขนส่ง

= ต้นทุนโลจิสติกส์รวมส่วนเกษตรกร + ต้นทุนโลจิสติกส์รวมส่วนผู้รวบรวม + ต้นทุนโลจิสติกส์รวมส่วนโรงงานตามข้อสมมติ (ในที่นี้ให้เป็น 15 % ของต้นทุนรวมของโรงงาน)

= 0.245 + 0.363 + 14.97

= 15.581 บาทต่อกิโลกรัม

9.4.4.2 ต้นทุนโลจิสติกส์ของอุตสาหกรรมสับปะรดกรณีเกษตรกรขนส่งสับปะรดมาที่โรงงานด้วยตนเอง

= ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร + ต้นทุนโลจิสติกส์รวมส่วนโรงงานตามข้อสมมติ (ในที่นี้ให้เป็น 15 % ของต้นทุนรวมของโรงงาน)

= 0.723 + 14.97

= 15.693 บาทต่อกิโลกรัม

ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานทุกข้อสมมติสรุปได้ดังตารางที่ 9.18 และ 9.19

ตารางที่ 9.18 ต้นทุนโลจิสติกส์รวมของอุตสาหกรรมสับปะรดกรณีที่ผู้รวบรวมเป็นผู้ขนส่งสับปะรดไปยังโรงงานตามร้อยละต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงานที่ต่างกัน

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

รายการ	ต้นทุนโลจิสติกส์ (บาท/กก.)	ร้อยละต้นทุนโลจิสติกส์ต่อต้นทุน โลจิสติกส์รวม
1.ร้อยละ 15 ของต้นทุนรวมของโรงงาน		
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	0.245	1.57
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด	0.361	2.32
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงาน	14.973	96.12
รวม	**15.579**	**100.00**
2. ร้อยละ 17 ของต้นทุนรวมของโรงงาน		
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	0.245	1.39
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด	0.361	2.05
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงาน	16.970	96.56
รวม	**17.576**	**100.00**
3. ร้อยละ 20 ของต้นทุนรวมของโรงงาน		
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	0.245	1.19
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด	0.361	1.75
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงาน	19.965	97.06
รวม	**20.571**	**100.00**
4. ร้อยละ 25 ของต้นทุนรวมของโรงงาน		
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	0.245	0.96
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด	0.361	1.41
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงาน	24.956	97.63
รวม	**25.562**	**100.00**
5. ร้อยละ 30 ของต้นทุนรวมของโรงงาน		
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	0.245	0.80
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด	0.361	1.18
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงาน	29.947	98.02
รวม	**30.553**	**100.00**

ตารางที่ 9.19 ต้นทุนโลจิสติกส์รวมของอุตสาหกรรมสับปะรดกรณีที่เกษตรกรเป็นเกษตรกรที่มีทำการขนส่งไปยังโรงงานด้วยตนเอง ตามร้อยละต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงานที่ต่างกัน

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

รายการต้นทุนโลจิสติกส์	ต้นทุนโลจิสติกส์ (บาท/กก.)	ร้อยละต้นทุนโลจิสติกส์ต่อต้นทุน โลจิสติกส์รวม
1.ร้อยละ 15 ของต้นทุนรวมของโรงงาน		
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	0.723	4.60
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด	-	-
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงาน	14.973	95.40
รวม	**15.696**	**100.00**
2. ร้อยละ 17 ของต้นทุนรวมของโรงงาน		
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	0.723	4.08
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด	-	-
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงาน	16.970	95.92
รวม	**17.693**	**100.00**
3. ร้อยละ 20 ของต้นทุนรวมของโรงงาน		
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	0.723	3.49
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด	-	-
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงาน	19.965	96.51
รวม	**20.688**	**100.00**
4. ร้อยละ 25 ของต้นทุนรวมของโรงงาน		
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	0.723	2.81
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด	-	-
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงาน	24.956	97.19
รวม	**25.679**	**100.00**
5. ร้อยละ 30 ของต้นทุนรวมของโรงงาน		
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร	0.723	2.36
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวมสับปะรด	-	-
ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงาน	29.947	97.64
รวม	**30.670**	**100.00**

จากตารางที่ 9.18 และ 9.19 พบว่าโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดที่มีผู้รวบรวมนั้นจะทำให้ต้นทุนโลจิสติกส์รวมของโซ่อุปทานต่ำกว่าการที่เกษตรกรส่งสับปะรดไปสู่โรงงานเองเท่ากับ 0.117 บาทต่อกิโลกรัม สรุปได้ดังตารางที่ 9.20

ตารางที่ 9.20 เปรียบเทียบต้นทุนโลจิสติกส์รวมกรณีเกษตรกรส่งสับปะรดผ่านผู้รวบรวม และเกษตรกรส่งสับปะรดด้วยตนเอง

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

ร้อยละ	เกษตรกรส่งสับปะรดผ่านผู้รวบรวม	เกษตรกรส่งสับปะรดเอง	ต้นทุนที่แตกต่าง
15	15.579	15.696	-0.117
17	17.576	17.693	-0.117
20	20.571	20.688	-0.117
25	25.562	25.679	-0.117
30	30.553	30.670	-0.117

ทั้งนี้ การที่มีผู้รวบรวมนั้นน่าจะเป็นการเพิ่มต้นทุนในโซ่อุปทาน แต่กลับทำให้ต้นทุนในโซ่อุปทาน เนื่องจากว่าผู้รวบรวมเป็นเสมือนผู้ให้บริการด้านการขนส่งให้กับเกษตรกร จึงช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งของเกษตรกรซึ่งปริมาณการขนส่งในแต่ละเที่ยวมีน้อยกว่าผู้ขนส่งจึงทำให้ต้นทุนค่าขนส่งต่อหน่วยสูงกว่าการขนส่งโดยผู้รวบรวม ซึ่งเมื่อเกษตรกรไม่มีค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งทำให้ต้นทุนโลจิสติกส์รวมส่วนเกษตรกรลดลง และต้นทุนโลจิสติกส์รวมของโซ่อุปทานลดลงด้วย จึงเห็นว่าไม่ควรตัดผู้รวบรวมออกจากโซ่อุปทาน แต่ควรหันมาพัฒนาให้ผู้รวบรวมมีศักยภาพในการรวบรวมมากขึ้น ในแง่ของความปลอดภัยด้านอาหาร เนื่องจากการรวบรวมของผู้รวบรวมจะรวบรวมผลผลิตจากเกษตรกรหลายรายและไม่ได้มีการบันทึกข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับผลผลิตนอกจากน้ำหนักและรายชื่อเกษตรกรจึงอาจทการให้สืบย้อนกลับผลิตภัณฑ์ที่มีปัญหาของโรงงานผลิตเป็นไปด้วยความยากลำบาก จึงควรมีการพัฒนาผู้รวบรวมในส่วนนี้ต่อไป

9.5 สรุปและเสนอแนะ

การวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง สามารถวิเคราะห์ได้เป็นต้นทุนโลจิสติกส์ขององค์ประกอบหลัก 3 ส่วนได้แก่เกษตรกร ผู้รวบรวม และโรงงานผู้ผลิต โดยแบ่งเป็น 2 กรณีได้แก่ เกษตรกรที่ขายสับปะรดให้ผู้รวบรวม และเกษตรกรส่งสับปะรดให้โรงงาน โดยสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

9.5.1 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนเกษตรกร

ต้นทุนโลจิสติก์ของเกษตรกรที่ขายสับปะรดให้โรงงานจะมีต้นทุนโลจิสติกส์เท่ากับ 0.723 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ18.66 ของต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดทั้งหมด โดยต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดเฉลี่ยเท่ากับ 3.873 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนใหญ่จะเป็นค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งซึ่งคิดเป็น 0.478 บาทต่อกิโลกรัม หรือประมาณร้อยละ 66.16 ของต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมด ขณะที่ต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรที่ขายให้แก่ผู้รวบรวมสับปะรด คิดเป็น 0.245 บาทต่อกิโลกรัม หรือร้อยละ 7.20 ของต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดทั้งหมด โดยต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนใหญ่เป็นค่าใช้จ่ายในการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และวัสดุ คิดเป็น 0.18 บาทต่อกิโลกรัม หรือร้อยละ 73.61 ของต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรทั้งหมด

9.5.2 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนผู้รวบรวม

ผู้รวบรวมสับปะรดเปรียบเสมือนเป็นผู้ให้บริการด้านโลจิสติกส์ หรือ Third Party Logistics Service Provider ให้แก่โรงงานต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่ในการรวบรวมและส่งสับปะรดสดให้แก่โรงงาน ดังนั้นกิจกรรมของผู้รวบรวมสับปะรดส่วนใหญ่จึงเกี่ยวข้องกับกิจกรรมโลจิสติกส์ ในที่นี้ขอประเมินว่าต้นทุนโลจิสติกส์ของผู้รวบรวมสับปะรดเท่ากับต้นทุนการดำเนินงานของผู้รวบรวมสับปะรดนั่นเอง โดยต้นทุนโลจิสติกส์ของผู้รวบรวมสับปะรดคิดเป็น 0.361 บาทต่อกิโลกรัม โดยค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งมีสัดส่วนสูงที่สุดคิดเป็น 0.245 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็นร้อยละ 68.02 ของต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมดส่วนผู้รวบรวม

จะเห็นว่าต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรและผู้รวบรวม ส่วนใหญ่จะเป็นค่าใช้จ่ายด้านการขนส่ง โดยการปฏิบัติงานด้านการขนส่งของทั้งเกษตรกรและผู้รวบรวมเมื่อส่งสับปะรดไปที่โรงงานจะทำการขนหรือบรรทุกแบบเต็มคันรถ (Full Truck Load) ซึ่งส่วนใหญ่ใช้รถกระบะหรือรถบรรทุก แต่หากเป็นกรณีที่เกษตรกรขายให้แก่ผู้รวบรวมจะเป็นการขนส่งแบบไม่เต็มคัน (Less Than Truck Load) หรือในบางครั้งอาจบรรทุกใส่รถจักรยานยนต์มาส่งที่แผงรวบรวมรอจนเต็มคันรถ หรือทางผู้รวบรวมวิ่งไปรับสับปะรดจากไร่ของเกษตรกรแต่ละรายจนเต็มคันแล้วส่งให้โรงงาน แต่การขนส่ง

สับปะรดสู่โรงงานของเกษตรกรนั้นปริมาณการขนส่งแต่ละเที่ยวนั้นน้อยกว่าของผู้รวบรวมจึงทำให้ต้นทุนค่าขนส่งของเกษตรกรนั้นสูงกว่าผู้รวบรวม

ดังนั้นแนวทางในการลดต้นทุนโลจิสติกส์ในส่วนเกษตรกรนั้น จึงควรศึกษาถึงการใช้พลังงานทดแทนในการขนส่ง การเพิ่มปริมาณการขนส่งต่อเที่ยว ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการวางแผนในการปลูกสับปะรดให้มีระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวที่พร้อมกัน พร้อมทั้งวางแผนในการขนส่งให้เหมาะสม เพื่อไม่ต้องเสียเวลาในการรอคอยส่งสับปะรดเป็นระยะเวลานาน

9.5.3 ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนโรงงานผู้ผลิต

จากการวิเคราะห์และรายงานของกรณีศึกษาที่ให้ต้นทุนโลจิสติกส์ออกมาในลักษณะร้อยละของแต่ละกิจกรรมโลจิสติกส์ โดยกิจกรรมที่ต้นทุนโลจิสติกส์สูงที่สุดคือ กิจกรรมการรับคำสั่งซื้อ และรองลงมาคือ กิจกรรมการขนส่ง โดยคิดเป็นร้อยละ 28.41 และ 22.53 ของต้นทุนโลจิสติกส์ของโรงงานผู้ผลิตทั้งหมดตามลำดับ เมื่อกำหนดข้อสมมติร้อยละต้นทุนโลจิสติกส์ต่อต้นทุนรวมของโรงงานผู้ผลิต เป็นร้อยละ 15, 17 , 20, 25, และ 30 จะได้ต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมดของโรงงานเป็น 14.973, 16.970, 19.965, 24.956, และ 29.947 บาทต่อกิโลกรัม

9.5.4 ต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทาน

ต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทาน จะวิเคราะห์ใน 2 กรณี คือเกษตรกรขายสับปะรดให้โรงงาน และเกษตรกรขายสับปะรดให้ผู้รวบรวม โดยสรุปตามข้อสมมติร้อยละต้นทุนโลจิสติกส์ต่อต้นทุนรวมของโรงงานดังกล่าวข้างต้น ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 9.21

ตารางที่ 9.21 ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทาน

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

ร้อยละ 15 ของต้นทุนรวมของโรงงาน				
กรณี	เกษตรกร	ผู้รวบรวม	โรงงาน	ต้นทุนรวม
เกษตรกรส่งเอง	0.723	-	14.973	15.696
ส่งผ่านผู้รวบรวม	0.245	0.361	14.973	15.579
ร้อยละ 17 ของต้นทุนรวมของโรงงาน				
กรณี	เกษตรกร	ผู้รวบรวม	โรงงาน	ต้นทุนรวม
เกษตรกรส่งเอง	0.723	-	16.970	17.693
ส่งผ่านผู้รวบรวม	0.245	0.361	16.970	17.576

ตารางที่ 9.21 ผลการคำนวณต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทาน (ต่อ)

หน่วย:บาท/กิโลกรัม

ร้อยละ 20 ของต้นทุนรวมของโรงงาน				
กรณี	เกษตรกร	ผู้รวบรวม	โรงงาน	ต้นทุนรวม
เกษตรกรส่งเอง	0.723	-	19.965	20.688
ส่งผ่านผู้รวบรวม	0.245	0.361	19.965	20.571
ร้อยละ 25 ของต้นทุนรวมของโรงงาน				
กรณี	เกษตรกร	ผู้รวบรวม	โรงงาน	ต้นทุนรวม
เกษตรกรส่งเอง	0.723	-	24.956	25.679
ส่งผ่านผู้รวบรวม	0.245	0.361	24.956	25.562
ร้อยละ 30 ของต้นทุนรวมของโรงงาน				
กรณี	เกษตรกร	ผู้รวบรวม	โรงงาน	ต้นทุนรวม
เกษตรกรส่งเอง	0.723	-	29.947	30.670
ส่งผ่านผู้รวบรวม	0.245	0.361	29.947	30.553

จะเห็นว่า ต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานในกรณีที่มีผู้รวบรวมนั้นทำให้ต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานมีค่าต่ำกว่าต้นทุนโลจิสติกส์ที่เกษตกรส่งสับปะรดไปยังโรงงาน เนื่องจากกิจกรรมของผู้รวบรวมทำให้ค่าใช้จ่ายในด้านการขนส่งถูกลง อย่างไรก็ตามการขนส่งสับปะรดส่วนใหญ่ของกรณีศึกษายังเป็นการส่งจากเกษตรกรสู่โรงงาน ดังนั้นหากมีการพัฒนาในด้านการวางแผนการปลูกสับปะรดให้มีความสมดุลระหว่างความต้องการของโรงงานและปริมาณผลผลิต และพัฒนาช่องทางของผู้รวบรวมให้มีประสิทธิภาพในการรวบรวมปริมาณสับปะรดและขนส่งไปยังโรงงาน จะส่งผลให้เกษตรกรไม่มีความจำเป็นที่จะต้องลงทุนซื้อรถเพื่อการขนส่งเอง หรือจ้างรถเหมาคันในราคาแพง แต่สามารถรวบรวมผลผลิตจากเกษตรกรหลาย ๆ รายเข้าด้วยกัน เพื่อให้ผู้รวบรวมทำการรวบรวมสับปะรดส่งให้แก่โรงงานต่อไป

ทั้งนี้ควรพัฒนาผู้รวบรวมในเรื่องความปลอดภัยของอาหารให้ถูกสุขลักษณะในการปฏิบัติงาน และส่วนของการทวนสอบย้อนกลับผลิตภัณฑ์ซึ่งต้องมีการเชื่อมโยงข้อมูลกับทางโรงงานในเรื่องวัตถุดิบที่ผู้รวบรวมจากเกษตรกรต่อไป

บทที่ 10
การพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรด

งานวิจัยนี้จะศึกษาการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดของเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลง (Contract Farming) กับกรณีศึกษาโรงงานแปรรูปขนาดใหญ่จำนวน 900 คน ด้วยเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร (Causal or Associative Forecasting) ซึ่งมีแนวความคิดว่าพฤติกรรมของสิ่งที่จะพยากรณ์ ถูกกำหนดโดยปัจจัยภายนอกซึ่งมีอิทธิพลต่อสิ่งที่จะพยากรณ์ในรูปแบบความสัมพันธ์บางลักษณะ แบบจำลองพยากรณ์ที่เลือกใช้ในการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ได้แก่ แบบจำลองการถดถอย และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (Backpropagation Neural Network; BPN)

10.1 วิธีการศึกษา

10.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้สำหรับเทคนิคการพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ประกอบด้วย

10.1.1.1 *ข้อมูลด้านปัจจัยการผลิต* ตลอดช่วงการปลูกสับปะรด คือตั้งแต่ช่วงเตรียมดินเพาะปลูกจนเก็บเกี่ยวผลผลิต เป็นระยะเวลา 14 เดือนก่อนการนับปริมาณผลผลิตสับปะรด ตั้งแต่พฤษภาคม 2544 – เมษายน 2548 จำนวน 4 ปัจจัยดังนี้

1) พื้นที่เพาะปลูกสับปะรดทั้งหมดรายเดือนของเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลงแต่ละราย

2) ปริมาณน้ำฝนในเขตพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละราย พิจารณาจากปริมาณน้ำฝนรายเดือนของแต่ละอำเภอในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ที่เกษตรกรทำการเพาะปลูกในเขตพื้นที่นั้น

3) อุณหภูมิอากาศในเขตพื้นที่ของเกษตรกรแต่ละราย เก็บข้อมูลเช่นเดียวกับปริมาณน้ำฝน

4) ราคารับซื้อสับปะรด เป็นราคาที่กรณีศึกษาโรงงานขนาดใหญ่เสนอราคาให้เกษตรกรแต่ละราย

10.1.1.2 *ข้อมูลปริมาณผลผลิตสับปะรดรายเดือน (ตัน)* ของเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลงแต่ละรายที่ส่งให้กับบริษัท เป็นระยะเวลา 48 เดือน ตั้งแต่ กรกฎาคม 2545 – มิถุนายน 2549

10.1.2 การจัดการข้อมูล

10.1.2.1 *<u>ดำเนินการเตรียมข้อมูลใน 2 รูปแบบ</u>* ได้แก่

1) ข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมด นำข้อมูลทั้งหมดมาจัดให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า (ตัวแปรอิสระ) ได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกสับปะรดทั้งหมด ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ ราคารับซื้อสับปะรดรายเดือนต่อเนื่องกันเป็นเวลา 14 เดือนก่อนการเก็บปริมาณผลผลิตสับปะรด และตัวแปรผลลัพธ์ (ตัวแปรตาม) ได้แก่ ปริมาณผลผลิตสับปะรดในเดือนที่ 15 โดยให้มีการเคลื่อนข้อมูลไปข้างหน้าครั้งละ 1 เดือน นั่นคือข้อมูลทั้ง 48 ลำดับ แต่ละลำดับมีตัวแปรนำเข้าหรือตัวแปรปัจจัยการผลิตจำนวน 56 ตัวแปร และตัวแปรผลลัพธ์หรือปริมาณผลผลิตสับปะรด(ตัน)จำนวน1ตัวแปร โดยมีรายละเอียดของตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมด ดังนี้

X_1 พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 1	X_{19} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 5	X_{38} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 10
X_2 ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 1	X_{20} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 5	X_{39} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 10
X_3 อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 1	X_{21} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 6	X_{40} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 10
X_4 ราคารับซื้อ	เดือนที่ 1	X_{22} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 6	X_{41} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 11
X_5 พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 2	X_{23} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 6	X_{42} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 11
X_6 ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 2	X_{24} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 6	X_{43} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 11
X_7 อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 2	X_{25} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 7	X_{44} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 11
X_8 ราคารับซื้อ	เดือนที่ 2	X_{26} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 7	X_{45} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 12
X_9 พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 3	X_{27} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 7	X_{46} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 12
X_{10} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 3	X_{28} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 7	X_{47} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 12
X_{11} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 3	X_{29} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 8	X_{48} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 12
X_{12} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 3	X_{30} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 8	X_{49} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 13
X_{13} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 4	X_{31} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 8	X_{50} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 13
X_{14} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 4	X_{32} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 8	X_{51} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่13
X_{15} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 4	X_{33} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 9	X_{52} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 13
X_{16} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 4	X_{34} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 9	X_{53} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 14
X_{17} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 5	X_{35} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 9	X_{54} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 14
X_{18} ปริมาณน้ำฝน	เดือนที่ 5	X_{36} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 9	X_{55} อุณหภูมิอากาศ	เดือนที่ 14
		X_{37} พื้นที่เพาะปลูก	เดือนที่ 10	X_{56} ราคารับซื้อ	เดือนที่ 14

2) ข้อมูลในรูปกลุ่มปัจจัย ทำการวิเคราะห์ปัจจัย (Factor Analysis) เพื่อจัดตัวแปรปัจจัยการผลิต 56 ตัวแปรในข้อ 1) ที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกัน จัดเป็นการลดจำนวนตัวแปรนำเข้า เลือกใช้การวิเคราะห์ปัจจัยแบบ Principle Component Analysis และหมุนแกนแบบตั้งฉากกันโดยวิธี Varimax with Kaiser Normalization จากนั้นจัดให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่าง ตัวแปรนำเข้า (ตัวแปรอิสระ) ได้แก่ ปัจจัยที่จัดกลุ่มได้ และตัวแปรผลลัพธ์ (ตัวแปรตาม) ได้แก่ ปริมาณผลผลิตสับปะรดในเดือนที่ 15

10.1.2.2 <u>แบ่งข้อมูลที่อยู่ในรูปตัวแปรทั้งหมดและกลุ่มปัจจัยเป็น 3 ส่วน</u> ได้แก่

1) ชุดเรียนรู้ (Training Set) ใช้ข้อมูล 24 ลำดับแรก สำหรับการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยการผลิตกับปริมาณผลผลิตสับปะรด

2) ชุดทดสอบ (Testing Set) ใช้ข้อมูล 12 ลำดับถัดมา สำหรับการเลือกโครงสร้างและพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของแบบจำลอง

3) ชุดทวนสอบ (Validating Set) ใช้ข้อมูล 12 ลำดับสุดท้าย สำหรับทดสอบความสามารถในการใช้งานทั่วไป

10.1.3 การสร้างและทวนสอบแบบจำลอง

10.1.3.1. <u>การสร้างแบบจำลองการถดถอย</u> สร้างแบบจำลองการถดถอยกับข้อมูลที่จัดเตรียมไว้ทั้ง 2 รูปแบบ โดยใช้โปรแกรม SPSS ตามขั้นตอนดังนี้

1) สร้างแบบจำลองจากข้อมูลชุดเรียนรู้ โดยมีการศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองการถดถอย 4 รูปแบบ คือ แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งทุกตัวแปร (All Possible Regression) แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งแบบขั้นบันได (Stepwise Regression) แบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งที่มีปฏิสัมพันธ์แบบขั้นบันได และแบบจำลองการถดถอยโพลิโนเมียลกำลังสองแบบขั้นบันได โดยกำหนดให้ความน่าจะเป็นในการเลือกตัวแปรเข้าและคัดตัวแปรออกของสมการการถดถอยแบบขั้นบันไดเท่ากับ 0.05 ในการสร้างแบบจำลองความถดถอยแบบโพลิโนเมียลให้แสดงตัวแปรนำเข้าในรูปของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย $x_i - \bar{x}$ สำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปตัวแปรทั้งหมด และแสดงตัวแปรนำเข้าในรูปของค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ย $f - \bar{f}$ สำหรับข้อมูลที่อยู่ในรูปกลุ่มปัจจัย เพื่อลดผลของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า (Multicollinearity)

โดยที่ x_s หมายถึง ค่าตัวแปรปัจจัยการผลิตลำดับที่ i เมื่อ i = 1, 2, 3,…, n

$\bar{x}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของปัจจัยการผลิต

f_j หมายถึง ค่ากลุ่มปัจจัยลำดับที่ j เมื่อ j = 1, 2, 3,…, m

$\bar{f}$ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของกลุ่มปัจจัย

n, m หมายถึง จำนวนข้อมูลที่ใช้สำหรับตัวแปรปัจจัยการผลิต และค่ากลุ่มปัจจัยตามลำดับ

2) ตรวจสอบระดับความรุนแรงของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า โดยการคำนวณค่า Variance Inflation Factor (VIF)

3) นำแบบจำลองการถดถอยทดสอบทั้ง 4 รูปแบบมาพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดในข้อมูลชุดทดสอบจำนวน 12 ตัวอย่าง เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมของแบบจำลองการถดถอย โดยเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมจากค่าความคลาดเคลื่อนในรูปรากที่สองของค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (Root Mean Square Error, RMSE) และ ค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (Mean Absolute Error, MAE) ของข้อมูลชุดทดสอบ ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \qquad (10.1)$$

$$MAE = \sum_{i=1}^{n} |y_i - \hat{y}_i| / n \qquad (10.2)$$

โดยที่ y หมายถึง ปริมาณผลผลิตจริง

$\hat{y}$ หมายถึง ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการพยากรณ์

n หมายถึง จำนวนข้อมูลที่ทดสอบ

4) ทดสอบความสามารถในการทำงานทั่วไปของแบบจำลองจากที่คัดเลือกได้ โดยนำไปพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดในใช้ชุดข้อมูลเรียนรู้และชุดทวนสอบ จำนวน 12 ตัวอย่าง คำนวณหาความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในรูป RMSE และ MAE ดังสมการที่ (10.1) และสมการที่ (10.2)

10.1.3.2 <u>แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม</u> สร้างแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมโดยใช้โปรแกรม NeuralWorks Explorer มีขั้นตอนการสร้างและทดสอบหาแบบจำลองที่เหมาะสมดังนี้

1) กำหนดโครงสร้างของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับจากข้อมูลย้อนกลับจากข้อมูลทั้งสองรูปแบบ ดังนี้

(1) การใช้ตัวแปรทั้งหมด จะมีโครงสร้างของแบบจำลอง ดังนี้

- จำนวนหน่วยในชั้นนำเข้า (Input Neuron) ได้แก่ ปัจจัยการผลิตจำนวน 56 หน่วย
- จำนวนชั้นซ่อน (Hidden Layer) ทดลองแปรค่าเท่ากับ 1 และ 2 ชั้น เพื่อหาโครงสร้างที่เหมาะสม
- จำนวนหน่วยซ่อน (Hidden Neuron) ในแต่ละชั้นซ่อน ทดลองแปรค่าเท่ากับ 1, 3, 5, 7, 9, 11, 15 หน่วย เพื่อหาโครงสร้างที่เหมาะสม
- จำนวนหน่วยในชั้นผลลัพธ์ (Output Neuron) ได้แก่ ปริมาณผลผลิตจำนวน 1 หน่วย

(2) การใช้กลุ่มปัจจัย จะมีโครงสร้างของแบบจำลอง ดังนี้

- จำนวนหน่วยในชั้นนำเข้า (Input Neuron) ได้แก่ กลุ่มปัจจัยการผลิตที่ได้จากการวิเคราะห์ปัจจัย
- จำนวนชั้นซ่อน (Hidden Layer) ทดลองแปรค่าเท่ากับ 1 และ 2 ชั้น เพื่อหาโครงสร้างที่เหมาะสม
- จำนวนหน่วยซ่อน (Hidden Neuron) ทดลองแปรค่าเท่ากับ 1, 2, 3, 4, 5 หน่วย เพื่อหาโครงสร้างที่เหมาะสม
- จำนวนหน่วยในชั้นผลลัพธ์ (Output Neuron) ได้แก่ ปริมาณผลผลิตจำนวน 1 หน่วย

2) หาพารามิเตอร์ของการเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ โดยใช้ข้อมูลชุดการเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบ งานวิจัยนี้ศึกษาแปรค่าโครงสร้างและพารามิเตอร์ของแบบจำลอง ดังนี้

- อัตราการเรียนรู้ที่ 0.1, 0.25 และ 0.5
- โมเมนตัมที่ 0.2 และ 0.4
- กฎการเรียนรู้แบบ Delta Rule และ Extended Delta Bar Delta (DBD) Rule
- ฟังก์ชั่นกระตุ้นแบบซิกมอยด์ และไฮเปอร์โบลิกแทนเจน
- ปรับค่าน้ำหนักเริ่มต้น 5 ครั้ง

ปรับค่าตัวแปรให้อยู่ในช่วงการเรียนรู้ที่เหมาะสมโดยการใช้คำสั่ง MinMax Table และ Bipolar Inputs จากโปรแกรม Neural Works Explorer พร้อมทั้งกำหนดรอบการเรียนรู้ให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการเรียนรู้มากเกินไป (Overtraining) โดยการใช้คำสั่ง Save Best โดยให้การเรียนรู้หยุดการทดสอบเป็นช่วงๆ ช่วงละ 100 รอบและทดสอบถึง 1,000,000 รอบ พิจารณาเลือกรอบการเรียนรู้ที่เหมาะสมจากจุดที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดของชุดทดสอบที่ต่ำที่สุด

เลือกโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมจากค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ดังสมการที่ (10.1) และ (10.2) ในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดทดสอบ

3) ทดสอบความสามารถในการทำงานทั่วไปของแบบจำลองจากที่คัดเลือกได้ โดยนำไปพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดในใช้ข้อมูลชุดทวนสอบ จำนวน 12 ตัวอย่าง คำนวณหาความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในรูป RMSE และ MAE ดังสมการที่ (10.1) และ (10.2)

10.1.4 การเปรียบเทียบประสิทธิผลของแบบจำลองประเภทต่าง ๆ

แบบจำลองในการพยากรณ์ที่ดีควรให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริง มีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำทั้งชุดข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง และชุดข้อมูลอื่น ๆ หรือเรียกว่ามีความสามารถในการใช้งานทั่วไป (Generalization Capability) ที่ดี นอกจากนี้ยังควรให้ค่าพยากรณ์ที่ไม่ลำเอียง

10.1.4.1 <u>การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไป</u>

เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองประเภทต่าง ๆ ที่คัดเลือกได้ในรูป RMSE และ MAE ของข้อมูลทั้ง 3 ชุดคือ ชุดเรียนรู้ ชุดทดสอบ และชุดทวนสอบ แบบจำลองที่ดีควรมีความถูกต้องในการพยากรณ์หรือให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลทั้ง 3 ชุดต่ำ สามารถพยากรณ์ข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้หรือสร้างแบบจำลองและชุดอื่นที่ไม่ได้ใช้ในการเรียนรู้ได้ดี โดยทั่วไปค่าความคลาดเคลื่อนในรูปของ RMSEและ MAE ของข้อมูลชุดเรียนรู้จะต่ำกว่าชุดข้อมูลชุดทดสอบและชุดทวนสอบ นอกจากนี้การสร้างแผนภาพระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ ก็ช่วยแสดงความสามารถในการพยากรณ์ได้อีกทางหนึ่ง

10.1.4.2 <u>การวิเคราะห์ความลำเอียง</u>

ความลำเอียงของแบบจำลอง (Bias) คือ การที่ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นมีการแจกแจงที่มีระบบ หรือรูปแบบที่สังเกตได้ สามารถตรวจสอบโดยคำนวณค่า Bias factor (B_f) ดังสมการต่อไปนี้

$$B_f = 10^{\sum_{i=1}^{N} \log\left(\frac{\hat{y}_i}{y_i}\right)/N} \qquad (10.3)$$

โดย N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

แบบจำลองที่ปราศจากความลำเอียงจะมีค่า B_f เท่ากับ 1 แต่ถ้าหากค่า B_f มากกว่า 1 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองทำนายค่าผลลัพธ์ได้สูงกว่าผลลัพธ์ที่แท้จริง (Overestimate) ในทางตรงกันข้ามหาก

B_f น้อยกว่า 1 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองทำนายค่าผลลัพธ์ได้ต่ำกว่าค่าผลลัพธ์ที่แท้จริง (Underestimate)

10.1.4.3. <u>การบ่งชี้ตัวแปรปัจจัยการผลิตหรือกลุ่มปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์</u>

นำแบบจำลองที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์และมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปที่ดีที่สุดและมีความลำเอียงน้อย มาใช้ในการบ่งชี้ตัวแปรปัจจัยการผลิตหรือกลุ่มปัจจัยการผลิตที่มีผลกระทบสูงต่อค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรด ดังนี้

1) แบบจำลองการถดถอย

คำนวณค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์มาตรฐาน (Standardized Segression Coefficients) ของตัวแปรปัจจัยการผลิตหรือกลุ่มปัจจัยการผลิตที่อยู่ในแบบจำลองสุดท้าย ตัวแปรที่มีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์มาตรฐานสูง จัดเป็นตัวแปรที่มีความสำคัญในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรด

2) แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ

แปรค่าตัวแปรปัจจัยการผลิตหรือกลุ่มปัจจัยการผลิตไปร้อยละ 5 แล้วตรวจสอบดูว่าค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยเท่าใด ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงมาก แสดงว่าตัวแปรปัจจัยการผลิตหรือกลุ่มปัจจัยการผลิตนั้นมีความสำคัญหรือมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงค่าพยากรณ์ ซึ่งการแปรค่าและตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงนี้ทำได้โดยใช้ฟังก์ชั่น Explain ในโปรแกรม Neural Works Explorer

10.2 ผลการศึกษา

10.2.1 ผลการวิเคราะห์ปัจจัย

การจัดกลุ่มตัวแปรด้านปัจจัยการผลิตทั้งหมด 56 ตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันไว้ในกลุ่มเดียวกันด้วยการวิเคราะห์ปัจจัย สามารถลดจำนวนตัวแปรลงเป็น 6 กลุ่มปัจจัย ดังตารางที่ 10.1

ตารางที่ 10.1 รายละเอียดของแต่ละกลุ่มของปัจจัย

ปัจจัย	ตัวแปร	รายละเอียด
ปัจจัยที่ 1 (F_1)	X_9	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 3
พื้นที่/ราคา/อุณหภูมิ	X_5	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 2
	X_{13}	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 4
	X_{17}	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 5
	X_{29}	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 8
	X_{21}	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 6
	X_1	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 1
	X_{25}	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 7
	X_{33}	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 9
	X_{49}	พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 13
	X_{41}	พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 11
	X_4	ราคารับซื้อ เดือนที่ 1
	X_8	ราคารับซื้อเดือนที่ 2
	X_{12}	ราคารับซื้อเดือนที่ 3
	X_{55}	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 14
	X_7	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 2
ปัจจัยที่ 2 (F_2)	X_{42}	ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 11
น้ำฝน/อุณหภูมิ/ราคา	X_{39}	อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 10
	X_{38}	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 10
	X_{32}	ราคารับซื้อเดือนที่ 8
	X_{36}	ราคารับซื้อเดือนที่ 9
	X_{27}	อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 7
	X_{43}	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 11

ตารางที่ 10.1 รายละเอียดของแต่ละกลุ่มของปัจจัย (ต่อ)

ปัจจัย	ตัวแปร	รายละเอียด
ปัจจัยที่ 2 (F_2)	X_{31}	อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 8
น้ำฝน/อุณหภูมิ/ราคา (ต่อ)	X_{28}	ราคารับซื้อเดือนที่ 7
	X_{46}	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 12
ปัจจัยที่ 3 (F_3)	X_9	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 9
	X_{24}	ราคารับซื้อเดือนที่ 6
	X_{30}	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 8
	X_{20}	ราคารับซื้อเดือนที่ 5
	X_{23}	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 6
	X_{16}	ราคารับซื้อเดือนที่ 4
	X_{26}	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 7
ปัจจัยที่ 4 (F_4)	X_{11}	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 3
	X_{15}	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 4
	X_{19}	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 5
ปัจจัยที่ 5 (F_5)	X_3	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 1
	X_{50}	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 13
	X_{35}	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 9
	X_{11}	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 3
	X_6	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 2
	X_{54}	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 14
ปัจจัยที่ 6 (F_6)	X_{55}	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 13
	X_{47}	อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 12
	X_{18}	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 5
	X_{14}	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 4
	X_2	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 1
	X_{22}	ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 6
	X_{53}	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 14
	X_{49}	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 13

ตารางที่ 10.1 รายละเอียดของแต่ละกลุ่มของปัจจัย (ต่อ)

ปัจจัย	ตัวแปร	รายละเอียด
ปัจจัยที่ 6 (F_6) (ต่อ)	X_{52}	ราคารับซื้อเดือนที่ 13
	X_{56}	ราคารับซื้อเดือนที่ 14
	X_{45}	พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 12
	X_{48}	ราคารับซื้อเดือนที่ 12
	X_{44}	ราคารับซื้อเดือนที่ 11
	X_{40}	ราคารับซื้อเดือนที่ 10

โดยสรุปสามารถจัดกลุ่มตัวแปรด้านปัจจัยการผลิตเป็น 6 กลุ่มปัจจัย ดังนี้ ปัจจัยที่ 1 ได้แก่พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 1-9, 11, 13 ราคารับซื้อเดือนที่ 1-3 และ อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 2, 14 กลุ่มปัจจัยที่ 2 ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 10-12 อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 7, 8,10, 11 และราคารับซื้อเดือนที่ 7-9 กลุ่มปัจจัยที่ 3ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 7-9 ราคารับซื้อเดือนที่ 4-6 และอุณหภูมิอากาศเดือนที่ 6 กลุ่มปัจจัยที่ 4 ได้แก่ อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 3-5 กลุ่มปัจจัยที่ 5 ได้แก่ อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 1และ 9 ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 2, 3, 13 และ14 และกลุ่มปัจจัยที่ 6 ได้แก่ อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 12, 13 ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 1และ 4-6 พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 12-14 และราคารับซื้อเดือนที่ 10-12

10.2.2 การสร้างแบบจำลอง

10.2.2.1 <u>แบบจำลองการถดถอย</u>

แบบจำลองการถดถอยที่สร้างขึ้นเพื่อพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดจากข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมด 56 ตัวแปรและในรูปกลุ่มปัจจัย 6 ปัจจัย ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบ ดังตารางที่ 10.2

ตารางที่ 10.2 ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองการถดถอยในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดจากข้อมูลชุดทดสอบ

แบบจำลองการถดถอย	รูปแบบข้อมูลนำเข้า	RMSE (ตัน)	MAE (ตัน)
กำลังหนึ่งทุกตัวแปร	กลุ่มปัจจัย	5,566	4,990
กำลังหนึ่งแบบขั้นบันได	ตัวแปรทั้งหมด	10,779	9,137
	กลุ่มปัจจัย	6,184	5,204
กำลังหนึ่งและปฏิสัมพันธ์แบบขั้นบันได	ตัวแปรทั้งหมด	8,779	7,258
	ลดตัวแปร	7,884	6,139
	กลุ่มปัจจัย	4,396	3,989
โพลิโนเมียลแบบขั้นบันได	ตัวแปรทั้งหมด	7,784	6,113
	กลุ่มปัจจัย	4,396	3,989

แบบจำลองการถดถอยซึ่งสร้างขึ้นจากข้อมูลในรูปตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้ง 56 ตัวแปร ที่ให้ค่าพยากรณ์ถูกต้องมากที่สุดคือแบบจำลองโพลิโนเมียลแบบขั้นบันได ซึ่งอยู่ในรูป

$$
\begin{aligned}
Y = \; & 19{,}135 - 2.37(X_{12}-3.96)(X_{29}-2{,}830.27) + 21.67(X_{2}-105.92)(X_{35}-27.69) \\
& + 3{,}071.12(X_{27}-27.68) - 0.00064(X_{33}-2{,}490.65)^{2} - 0.13(X_{22}-98.94)(X_{38}-111.41) \\
& - 0.80(X_{27}-27.68)(X_{33}-2{,}490.65) - 0.64(X_{7}-27.58)(X_{45}-3{,}109.04) \\
& + 0.23(X_{21}-2{,}813.18)(X_{55}-27.75) + 0.39694(X_{9}-1{,}518.4792)(X_{23}-27.64) \\
& - 0.003(X_{17}-1{,}987.89)(X_{42}-112.83) + 8.83(X_{24}-4.18)(X_{26}-112.43) \\
& - 0.00084(X_{22}-98.94)(X_{25}-2{,}275.06) - 0.08(X_{48}-4.28)(X_{49}-2{,}884.38) \\
& + 0.01(X_{10}-101.97)(X_{38}-111.41) - 0.02(X_{31}-27.75)(X_{45}-3{,}109.04) \\
& + 0.00012(X_{41}-2{,}877.35)(X_{46}-104.10) - 0.0029(X_{11}-27.63)(X_{13}-1785.81) \\
& - 0.0036(X_{11}-27.63)(X_{25}-2275.06) + 0.0000086(X_{22}-98.94)(X_{45}-3109.04) \\
& + 0.0018(X_{4}-3.73)(X_{18}-102.95) - 0.00041(X_{16}-4.0667)(X_{42}-112.83)
\end{aligned}
$$

โดย Y = ค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรด (ตัน)

X_2 =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 1	X_{18} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 5	X_{33} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 9
X_4 =ราคารับซื้อ เดือนที่ 1	X_{21} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 6	X_{35} =อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 9
X_7 =อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 2	X_{22} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 6	X_{38} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 10
X_9 =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 3	X_{23} =อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 6	X_{41} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 11
X_{10} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 3	X_{24} =ราคารับซื้อ เดือนที่ 6	X_{42} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 11
X_{11} =อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 3	X_{25} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 7	X_{45} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 12
X_{12} =ราคารับซื้อ เดือนที่ 3	X_{26} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 7	X_{46} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 12
X_{13} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 4	X_{27} =อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 7	X_{48} =ราคารับซื้อ เดือนที่ 12
X_{16} =ราคารับซื้อ เดือนที่ 4	X_{29} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 8	X_{49} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 13
X_{17} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 5	X_{31} =อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 8	X_{55} =อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 14

แบบจำลองการถดถอยแบบนี้มีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 1.0 แสดงว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากชุดเรียนรู้สามารถอธิบายปริมาณผลผลิตสับปะรดหรือจำลองความสัมพันธ์ของข้อมูลชุดเรียนรู้ได้ดีมาก แต่ก็มิได้หมายความว่าจะสามารถใช้พยากรณ์ข้อมูลในชุดที่มิได้ใช้ในการสร้างแบบจำลองได้ถูกต้องมากเสมอไป นอกจากนี้ตัวแปรปัจจัยการผลิตในแบบจำลองการถดถอยนี้บางตัวมีค่า VIF มากกว่า 10 แสดงว่ามีปัญหาของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้าอยู่บ้าง ซึ่งทางแก้ก็คือการลดจำนวนตัวแปรโดยการวิเคราะห์ปัจจัยหรือสร้างแบบจำลองการถดถอยใหม่โดยตัดตัวแปรปัจจัยการผลิตที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (Standardized Regression Coefficient) ที่มีค่าต่ำออกไป อย่างไรก็ตามสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้านั้นจะไม่ส่งผลต่อความถูกต้องในการพยากรณ์

ส่วนผลการสร้างแบบจำลองการถดถอยใหม่โดยตัดตัวแปรปัจจัยการผลิตที่มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยมาตรฐาน (Standardized Regression Coefficient) ที่มีค่าต่ำออกไปนั้นจะได้แบบจำลองใหม่ที่อยู่ในรูป

$$
\begin{aligned}
Y = \; & 19{,}070-2.37(X_{12}-3.96)(X_{29}-2{,}830.27)+21.72(X_{2}-105.92)(X_{35}-27.69) \\
& + 3{,}065.53\,(X_{27}-27.68) - 0.00062(X_{33}-2{,}490.65)^{2}-0.14(X_{22}-98.94)(X_{38}-111.41) \\
& -0.81(X_{27}-27.68)(X_{33}-2{,}490.65) - 0.65(X_{7}-27.58)(X_{45}-3{,}109.04) \\
& + 0.25\,(X_{21}-2{,}813.18)(X_{55}-27.75)+0.4(X_{9}-1{,}518.4792)(X_{23}-27.64) \\
& - 0.0025(X_{17}-1{,}987.89)(X_{42}-112.83)+8.43(X_{24}-4.18)(X_{26}-112.43) \\
& - 0.00094(X_{22}-98.94)(X_{25}-2{,}275.06)-0.07(X_{48}-4.28)(X_{49}-2{,}884.38) \\
& + 0.012(X_{10}-101.97)(X_{38}-111.41)
\end{aligned}
$$

โดย Y = ค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรด (ตัน)

X_2 =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 1	X_{23} =อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 6	X_{38} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 10
X_7 =อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 2	X_{24} =ราคารับซื้อ เดือนที่ 6	X_{42} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 11
X_9 =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 3	X_{25} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 7	X_{45} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 12
X_{10} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 3	X_{26} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 7	X_{48} =ราคารับซื้อ เดือนที่ 12
X_{12} =ราคารับซื้อ เดือนที่ 3	X_{27} =อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 7	X_{49} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 13
X_{17} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 5	X_{29} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 8	X_{55} =อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 14
X_{21} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 6	X_{33} =พื้นที่เพาะปลูก เดือนที่ 9	
X_{22} =ปริมาณน้ำฝน เดือนที่ 6	X_{35} =อุณหภูมิอากาศ เดือนที่ 9	

แบบจำลองการถดถอยแบบนี้มีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 1.0 และตัวแปรปัจจัยการผลิตในแบบจำลองการถดถอยนี้บางตัวมีค่า VIF น้อยกว่า 10 จึงไม่มีปัญหาของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า

ทั้งนี้แบบจำลองการถดถอยซึ่งสร้างขึ้นจากข้อมูลในรูปกลุ่มปัจจัยที่ให้ค่าพยากรณ์ถูกต้องมากที่สุดคือแบบจำลองการถดถอยกำลังหนึ่งและปฏิสัมพันธ์แบบขั้นบันไดหรือแบบจำลองโพลิโนเมียลแบบขั้นบันได ซึ่งพบว่าเป็นแบบจำลองเดียวกัน และอยู่ในรูป

$$Y = 14{,}060 + 1{,}785.65F_1 - 3{,}080.64F_2 + 5{,}669.363F_3 + 2{,}446.30F_{12}$$

โดย Y = ค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรด (ตัน)

F_1 = กลุ่มปัจจัยที่ 1

F_2 = กลุ่มปัจจัยที่ 2

F_3 = กลุ่มปัจจัยที่ 3

F_{12} = ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่มปัจจัยที่ 1 และ 2

แบบจำลองการถดถอยนี้มีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.76 แสดงว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากชุดเรียนรู้สามารถอธิบายปริมาณผลผลิตสับปะรดได้ค่อนข้างดี นอกจากนี้ยังมีค่า VIF น้อยกว่า 10 แสดงว่าไม่มีปัญหาของสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า

10.2.2.2 <u>แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (BPN)</u>

โครงสร้างและพารามิเตอร์ในการเรียนรู้ของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สามารถพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดทดสอบ สำหรับข้อมูลในรูปตัวแปรทั้งหมด 56 ตัวแปรและในรูปกลุ่มปัจจัย 6 ปัจจัย ได้ถูกต้องที่สุดเป็นดังตารางที่ 10.3 และตารางที่ 10.4 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมทั้ง 2 แบบที่คัดเลือกได้

ตารางที่ 10.3 โครงสร้างและพารามิเตอร์ของแบบจำลอง BPN ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรด

รูปแบบข้อมูลนำเข้า	จำนวนหน่วยซ่อน		โมเมนตัม	อัตราการเรียนรู้ชั้นซ่อน	กฎการเรียนรู้	ฟังก์ชั่นกระตุ้น	ค่าน้ำหนักเริ่มต้น
	ชั้น 1	ชั้น 2					
ตัวแปรปัจจัยการผลิต	11	7	0.4	0.25	Extended DBD	Sigmoid	ครั้งที่ 2
กลุ่มปัจจัย	3	1	0.4	0.25	Extended DBD	Sigmoid	ครั้งที่ 2

<u>หมายเหตุ</u> อัตราการเรียนรู้ของแบบจำลอง BPN ชั้นนำเข้า และชั้นผลลัพธ์เท่ากับ 0.3

ตารางที่ 10.4 ค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ของแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกไว้

รูปแบบข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง BPN	RMSE (ตัน)	MAE (ตัน)
ตัวแปรปัจจัยการผลิต	4,667	3,686
กลุ่มปัจจัย	6,655	5,376

ผลการการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดทดสอบระหว่างการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมดและกลุ่มปัจจัยการผลิตในการสร้างแบบจำลอง พบว่า การจัดกลุ่มปัจจัยเพื่อลดจำนวนตัวแปรนำเข้าไม่มีส่วนช่วยเพิ่มความถูกต้องในการพยากรณ์ของแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ โดยแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่สร้างจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้ง 56 ตัวแปรให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำกว่า

10.2.3 การเปรียบเทียบประสิทธิผลของแบบจำลอง

10.2.3.1. <u>ความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไป</u>

ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดเรียนรู้ ชุดทดสอบ และชุดทวนสอบของแบบจำลองความถดถอยและแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่คัดเลือกได้เป็นดังตารางที่ 10.5

ตารางที่ 10.5 ค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองจากการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดจากทุกชุดข้อมูล

แบบจำลอง	รูปแบบข้อมูลนำเข้า	ชุดข้อมูล	RMSE (ตัน)	MAE (ตัน)
โพลิโนเมียลแบบขั้นบันได	ตัวแปรปัจจัยการผลิต	ชุดเรียนรู้	3,389	2,721
		ชุดทดสอบ	7,784	6,113
		ชุดทวนสอบ	6,104	5,073
	ลดตัวแปร	ชุดเรียนรู้	3,386	3,377
		ชุดทดสอบ	7,884	6,139
		ชุดทวนสอบ	6,105	5,075
	กลุ่มปัจจัย	ชุดเรียนรู้	3,401	2,625
		ชุดทดสอบ	4,396	3,989
		ชุดทวนสอบ	8,162	6,278
BPN	ตัวแปรปัจจัยการผลิต	ชุดเรียนรู้	2,222	1,863
		ชุดทดสอบ	4,667	3,686
		ชุดทวนสอบ	5,333	4,327
	กลุ่มปัจจัย	ชุดเรียนรู้	7,651	6,376
		ชุดทดสอบ	6,655	5,376
		ชุดทวนสอบ	9,796	7,494

แบบจำลองที่คัดเลือกไว้นั้นไม่ว่าจะเป็นแบบจำลองการถดถอยหรือแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมดหรือกลุ่มปัจจัยการผลิตนั้นจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดจากข้อมูลชุดเรียนรู้ต่ำกว่าข้อมูลชุดทดสอบและชุดทวนสอบ แบบจำลองการถดถอยที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมด การลดตัวแปรปัจจัยการผลิตที่ไม่สำคัญและการใช้กลุ่มปัจจัยการผลิตนั้นจะให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดในข้อมูลชุดทดสอบและชุดทวนสอบสูงกว่าข้อมูลชุดเรียนรู้มากหรือสูญเสียความสามารถในการใช้งานทั่วไปค่อนข้างมาก แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองการถดถอยที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมดและจากการ

ลดตัวแปรปัจจัยการผลิตมีความถูกต้องในการพยากรณ์และมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปดีกว่าแบบจำลองการถดถอยที่สร้างขึ้นจากการใช้กลุ่มปัจจัยการผลิต

สำหรับแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมดจะเกิดการสูญเสียความสามารถในการใช้งานทั่วไปในระดับต่ำกว่าแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้นจากการใช้กลุ่มปัจจัยเช่นเดียวกับแบบจำลองการถดถอย ดังนั้นการลดจำนวนตัวแปรนำเข้าที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองด้วยการจัดกลุ่มปัจจัยนั้นจึงไม่มีความจำเป็น เนื่องจากไม่ได้ช่วยเพิ่มความถูกต้องในการพยากรณ์หรือความสามารถในการในการใช้งานทั่วไป

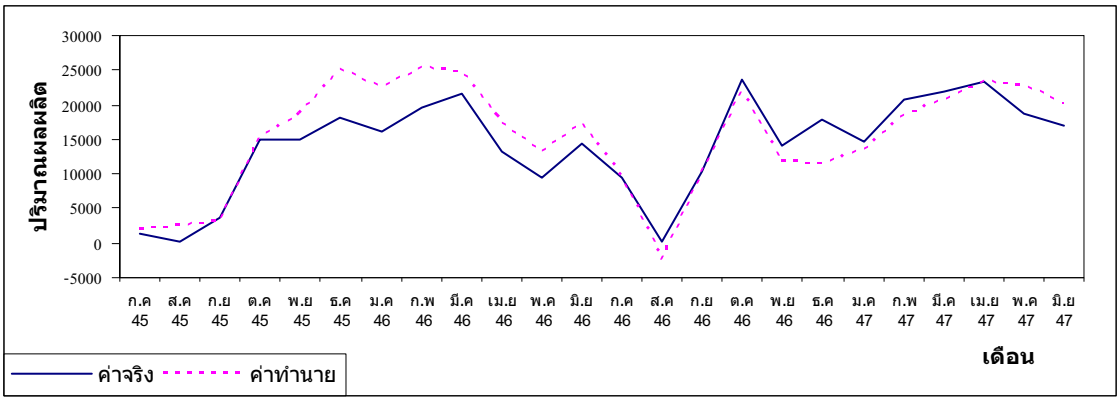
เมื่อพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดเรียนรู้ ชุดทดสอบ และชุดทวนสอบโดยรวมพบว่า แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมด มีค่าความคลาดเคลื่อนของชุดทวนสอบไม่สูงกว่าข้อมูลชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบมากนัก และมีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดในข้อมูลชุดทวนสอบต่ำที่สุด นั่นคือเป็นแบบจำลองที่ให้ความถูกต้องในการพยากรณ์และมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปดีที่สุด

เมื่อนำค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดมาที่ได้จากแบบจำลองการถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมดและจากการลดตัวแปรปัจจัยการผลิตและแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมดมาเปรียบเทียบกับปริมาณผลผลิตสับปะรดจริงในข้อมูลทุกชุด (รูปที่ 10.1-10.3) พบว่าแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับสามารถไล่ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตสับปะรดได้ดีกว่าและมีความล่าช้า (Lag) น้อยกว่าแบบจำลองถดการถอยในข้อมูลทุกชุด

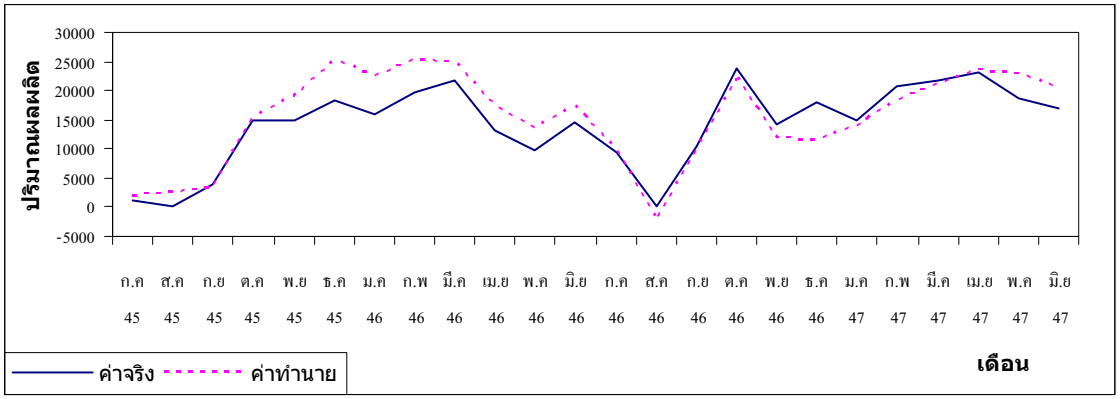
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดกับปริมาณผลผลิตสับปะรดจริงในข้อมูลชุดเรียนรู้ของแบบจำลอง พบว่า ช่วงเวลาที่มีค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มากที่สุดจากแบบจำลองการถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมดและจากการลดตัวแปรปัจจัยการผลิต คือ เดือนธันวาคม 2545 - มีนาคม 2546 และ มีนาคม 2547 ซึ่งเป็นช่วงที่มีผลผลิตสับปะรดออกสู่ตลาดมาก (โดยทั่วไปปริมาณผลผลิตจะสูงในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน และช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม) นอกจากนี้ยังพยากรณ์ปริมาณผลผลิตในเดือนมีนาคม 2547 ได้ตรงข้ามกับแนวโน้มการการเปลี่ยนแปลงจริง แต่แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับสามารถพยากรณ์ได้สอดคล้องกับแนวโน้มการการเปลี่ยนแปลงจริงในทุก ๆ ช่วงเวลา

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบการพยากรณ์ในชุดทดสอบ พบว่า ช่วงเวลาที่มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงของแบบจำลองการถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมดและจากการลดตัวแปรปัจจัยการผลิต คือ เดือนตุลาคม 2547 เดือนมีนาคม และมิถุนายน 2548 โดยเฉพาะเดือนมีนาคม และมิถุนายน 2548 นั้นพยากรณ์ปริมาณผลผลิตไปในทิศทางตรงข้ามกับแนวโน้มจริง ส่วนแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับนั้นช่วงเวลาที่มีค่าความคลาดเคลื่อนสูงจากการพยากรณ์ คือ เดือนกุมภาพันธ์ และมีนาคม 2548 และพยากรณ์ปริมาณผลผลิตเดือนมีนาคม 2548 ไปในทิศทางตรงข้ามกับแนวโน้มจริง

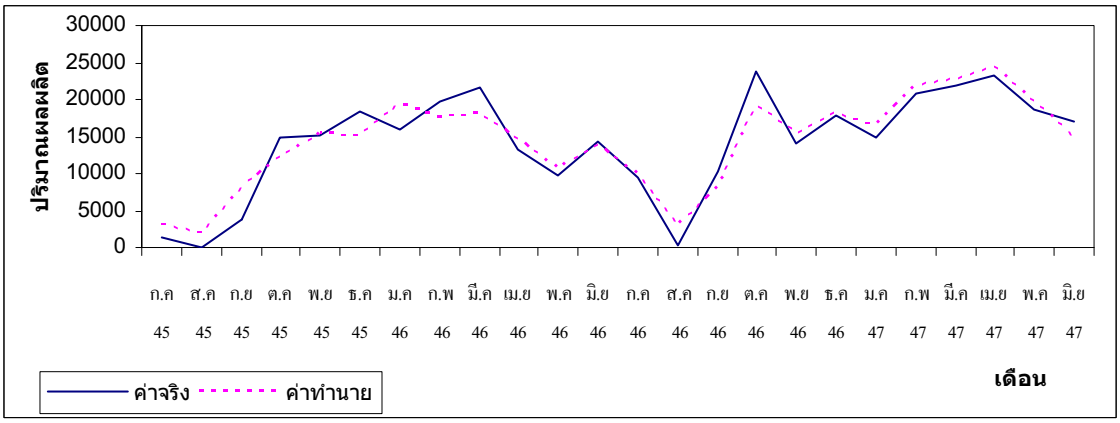
สำหรับการเปรียบเทียบในชุดทวนสอบ พบว่า แบบจำลองการถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมดและจากการลดตัวแปรปัจจัยการผลิต นั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนสูงในเดือนมกราคม และมีนาคม 2549 และเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับแนวโน้มจริง แต่แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับพยากรณ์ปริมาณผลผลิตเดือนมีนาคม และมิถุนายน 2549 ด้วยความคลาดเคลื่อนสูงแต่เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับแนวโน้มจริงมากกว่าแบบจำลองการถดถอย



(a) แบบจำลองถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมด

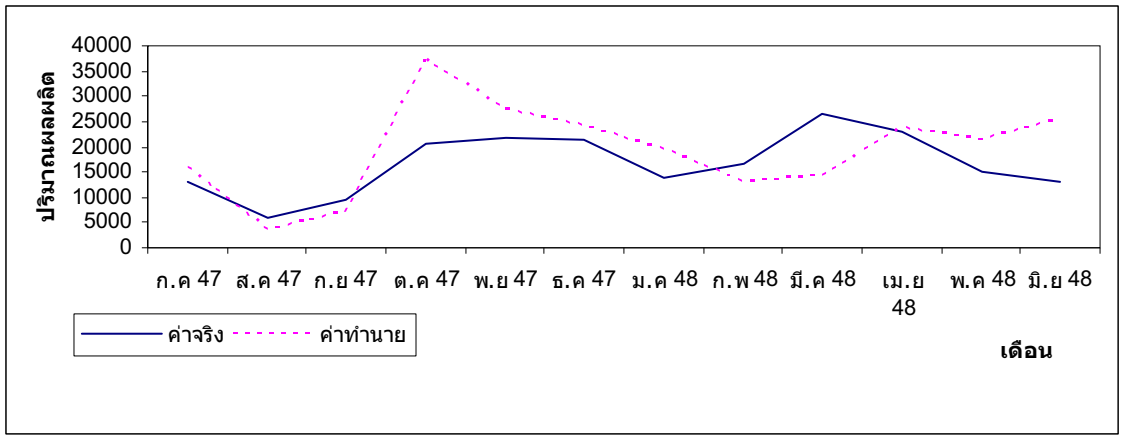


(b) แบบจำลองถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการลดตัวแปรปัจจัยการผลิต

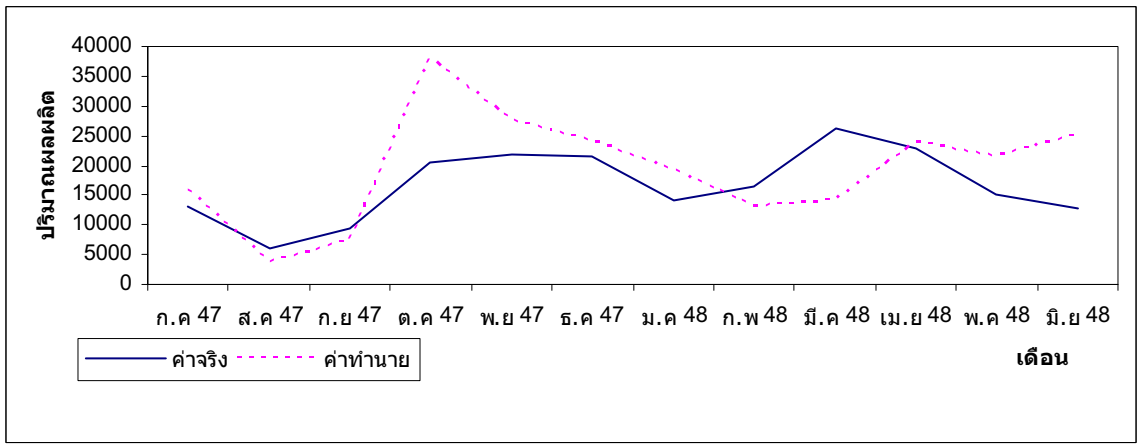


(c) แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมด

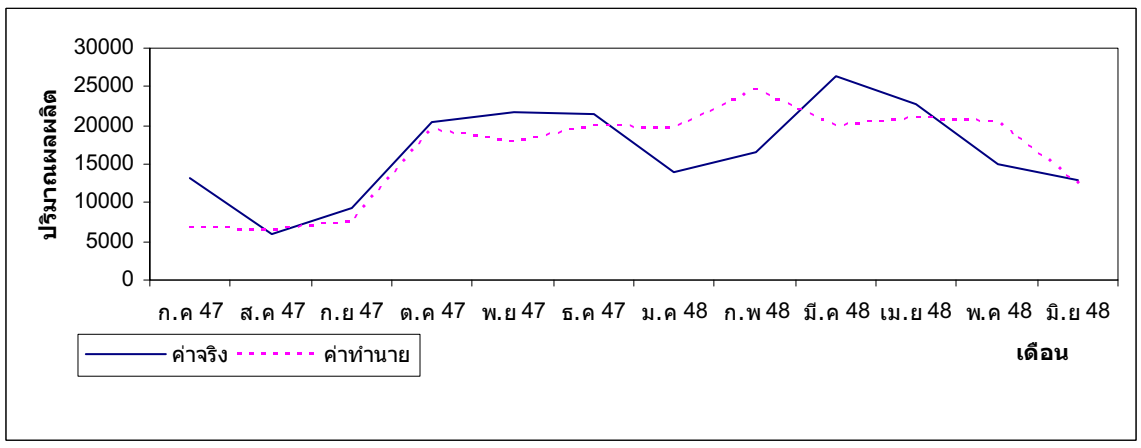
รูปที่ 10.1 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดเรียนรู้



(a) แบบจำลองถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมด

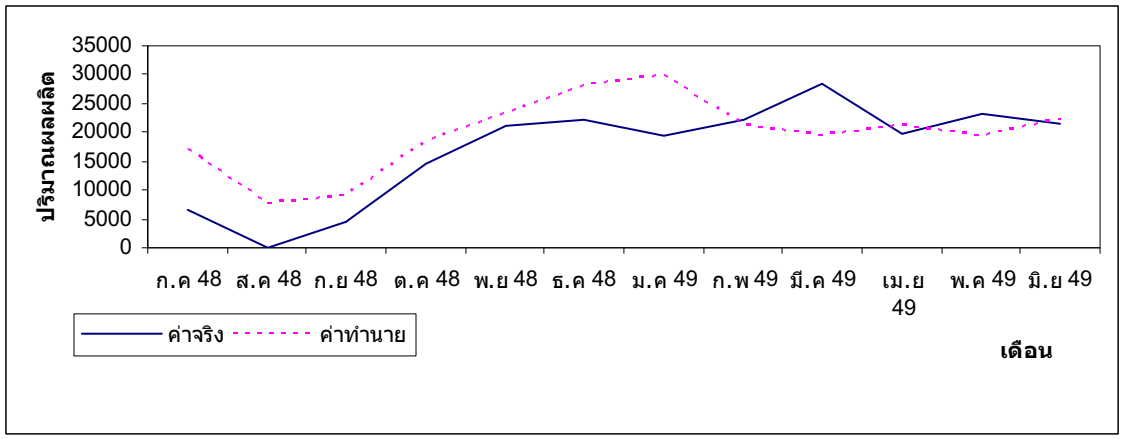


(b) แบบจำลองถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการลดตัวแปรปัจจัยการผลิต

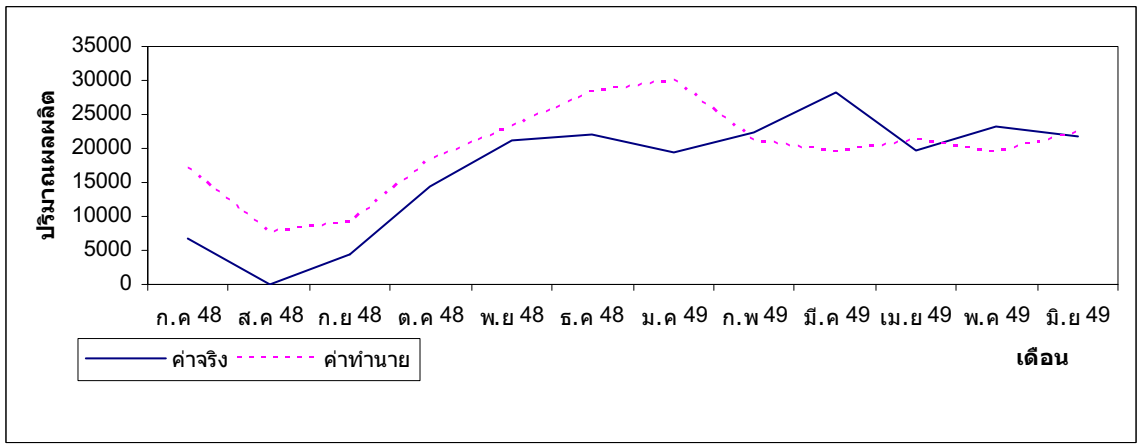


(c) แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมด

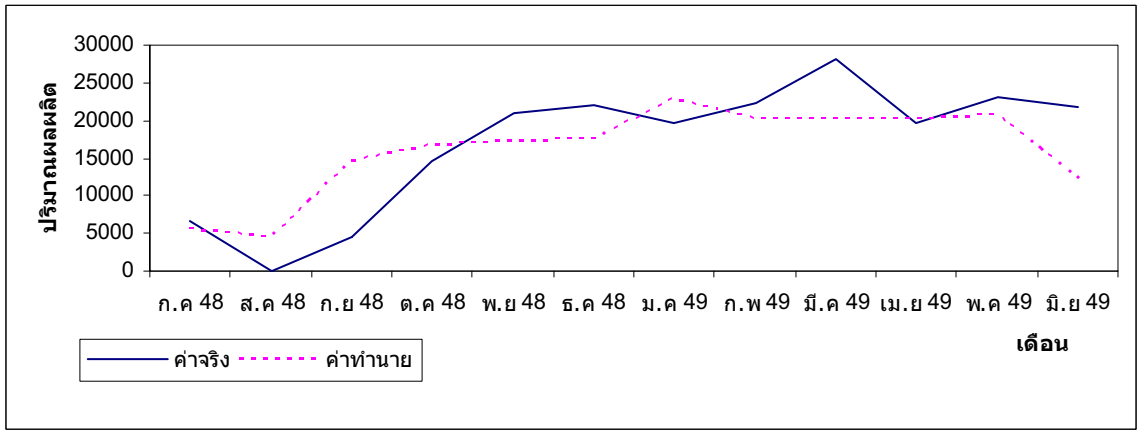
รูปที่ 10.2 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดทดสอบ



(a) แบบจำลองถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมด



(b) แบบจำลองถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดที่สร้างขึ้นจากการลดตัวแปรปัจจัยการผลิต



(c) แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมด

รูปที่ 10.3 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดทวนสอบ

10.2.3.2 <u>การวิเคราะห์ความลำเอียง</u>

ผลการวิเคราะห์ความลำเอียงของแบบจำลองเป็นดังตารางที่ 10.6 พบว่า ค่า B_f ของแบบจำลองการถดถอยโพลิโนเมียลแบบขั้นบันไดของทุกชุดข้อมูลมากกว่า 1 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองพยากรณ์ค่าผลลัพธ์ได้สูงกว่าผลลัพธ์ที่แท้จริง (Overestimate) ส่วนแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับโดยเฉลี่ยจะพยากรณ์ค่าผลลัพธ์ได้สูงกว่าผลลัพธ์ที่แท้จริงสำหรับข้อมูลชุดเรียนรู้เนื่องจากค่า B_f มากกว่า 1 แต่สำหรับข้อมูลชุดทดสอบและชุดทวนสอบนั้นแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมโดยเฉลี่ยพยากรณ์ค่าผลลัพธ์ได้ต่ำกว่าค่าผลลัพธ์ที่แท้จริง (Underestimate) แต่เป็นที่ทราบกันว่าแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับนั้นเป็นแบบจำลองที่มีความลำเอียงประเภทพยากรณ์ไม่ถึงค่าจริง (Undershoot) (Twomey and Smith,1996) คือ เมื่อค่าข้อมูลที่แท้จริงเพิ่มสูงขึ้นก็ไม่สามารถพยากรณ์ได้สูงถึงค่านั้น และเมื่อข้อมูลจริงมีค่าลดต่ำลงก็ไม่สามารถพยากรณ์ค่าได้ต่ำถึงค่านั้น

ตารางที่ 10.6 ค่าความลำเอียงของแบบจำลองจากการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดจากทุกชุดข้อมูล

แบบจำลอง	รูปแบบข้อมูลนำเข้า	ชุดข้อมูล	B_f
โพลิโนเมียลแบบขั้นบันได	ตัวแปรปัจจัยการผลิต	ชุดเรียนรู้	1.238
		ชุดทดสอบ	1.076
		ชุดทวนสอบ	1.195
	ลดตัวแปร	ชุดเรียนรู้	1.246
		ชุดทดสอบ	1.083
		ชุดทวนสอบ	1.196
BPN	ตัวแปรปัจจัยการผลิต	ชุดเรียนรู้	1.320
		ชุดทดสอบ	0.975
		ชุดทวนสอบ	0.985

10.2.3.3 <u>การบ่งชี้ตัวแปรปัจจัยการผลิตหรือกลุ่มปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญต่อการพยากรณ์</u>

เนื่องจากแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่สร้างจากตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้ง 56 ตัวแปรมีความถูกต้องในการพยากรณ์และมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปที่ดีที่สุด และมีความลำเอียงไม่มาก จึงนำมาวิเคราะห์หาปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญต่อค่าพยากรณ์ (ตารางที่ 10.7) พบว่า ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 2, 4, 5, 6 และ8 ราคารับซื้อเดือนที่ 2 พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 3, 6 และ7 และอุณหภูมิอากาศเดือนที่ 14 นั่นคือปริมาณน้ำฝนในช่วงครึ่งแรก (2-8 เดือนแรก) ของช่วงเวลาการเจริญเติบโตของสับปะรด (ประมาณ 13 – 14 เดือน) มีความสำคัญค่อนข้างมากต่อปริมาณผลผลิต ซึ่งสอดคล้องกับ GAP ที่กล่าวว่าการที่สับปะรดได้รับน้ำสม่ำเสมอจากการให้น้ำหรือได้รับน้ำฝนโดยเฉพาะช่วงการเจริญเติบโตของต้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อรักษาขนาดและคุณภาพของผลสับปะรด

นอกจากนี้ราคารับซื้อในช่วง 12 เดือนก่อนการนับผลผลิตก็มีผลต่อปริมาณการปลูกและปริมาณผลผลิต ซึ่งเป็นไปตามกลไกของตลาดที่ถ้าราคาการรับซื้อสูงเกษตรกรจะปลูกสับปะรดมากขึ้นทำให้ปริมาณผลผลิตสูงขึ้นหรือเป็นไปในทางกลับกัน นอกจากนี้พื้นที่เพาะปลูกในช่วงครึ่งแรก (3-7 เดือนแรก) สามารถช่วยบ่งบอกปริมาณผลผลิต และท้ายที่สุดคืออุณหภูมิอากาศ 1 เดือนก่อนการนับผลผลิตก็มีผลต่อปริมาณผลผลิตสับปะรดเช่นกัน

ตารางที่ 10.7 ปัจจัยการผลิตและปฏิสัมพันธ์ที่มีผลกระทบอย่างสูงต่อปริมาณผลผลิตสับปะรด

ลำดับความสำคัญ	ปัจจัยการผลิต
1 (สูงสุด)	X22 ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 6
2	X8 ราคารับซื้อเดือนที่ 2
3	X30 ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 8
4	X25 พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 7
5	X21 พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 6
6	X9 พื้นที่เพาะปลูกเดือนที่ 3
7	X18 ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 5
8	X55 อุณหภูมิอากาศเดือนที่ 14
9	X6 ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 2
10	X14 ปริมาณน้ำฝนเดือนที่ 4

10.3 สรุปและข้อเสนอแนะ

ในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดเป็นรายเดือนของเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลง (Contract Farming) กับกรณีศึกษาโรงงานแปรรูปขนาดใหญ่จำนวน 900 คนนั้น การลดจำนวนตัวแปรนำเข้าที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองด้วยการจัดกลุ่มปัจจัยตามการวิเคราะห์ปัจจัยนั้นไม่มีความจำเป็น เนื่องจากไม่ได้ช่วยเพิ่มความถูกต้องในการพยากรณ์หรือความสามารถในการในการใช้งานทั่วไป แต่อาจช่วยลดสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้าของแบบจำลองแบบจำลองการถดถอยได้ แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่สร้างขึ้นจากการใช้ตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้งหมด 56 ตัวแปรมีความถูกต้องในการพยากรณ์ มีความสามารถในการในการใช้งานทั่วไป และสามารถไล่ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตสับปะรดได้ดีกว่าแบบจำลองการถดถอยรูปแบบใด ๆ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดทวนสอบในรูป MAD เป็น 4,327 ตัน และค่าความคลาดเคลื่อนจะมีค่ามากในเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีปริมาณผลผลิตสูง เนื่องจากงานวิจัยนี้มีปริมาณข้อมูลในการสร้างและทวนสอบแบบจำลองค่อนข้างจำกัด ดังนั้นถ้าเก็บข้อมูลต่อเนื่องได้มากขึ้นก็สามารถนำมาปรับแบบจำลองให้เป็นปัจจุบันและลดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ได้มากขึ้นตามไป

เมื่อนำแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่สร้างจากตัวแปรปัจจัยการผลิตทั้ง 56 ตัวแปรนำมาวิเคราะห์หาปัจจัยการผลิตที่มีความสำคัญต่อปริมาณผลผลิตสับปะรดที่พยากรณ์ได้ พบว่าปริมาณน้ำฝนในช่วงครึ่งแรก (2-8 เดือนแรก) ของช่วงเวลาการเจริญเติบโตของสับปะรด (ประมาณ 13 – 14 เดือน) ราคารับซื้อในช่วง 12 เดือนก่อนการนับผลผลิต พื้นที่เพาะปลูกในช่วงครึ่งแรก (3-7 เดือนแรก) และท้ายสุดคืออุณหภูมิอากาศ 1 เดือนก่อนการนับผลผลิตมีผลต่อค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรด

บทที่ 11
การพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดด้วยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลา

งานวิจัยส่วนนี้จะเหมือนกับบทที่ 10 ที่จะศึกษาการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดทางการเกษตรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลงกับบริษัททิปโก้ฟูดส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) จำนวน 900 คน แต่การพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดด้วยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลา (Time series analysis forecasting) จะนำข้อมูลในอดีตของสิ่งที่จะพยากรณ์อย่างเดียวมาเป็นตัวกำหนดแนวโน้มในอนาคต โดยไม่นำเอาปัจจัยภายนอกอื่น ๆ มาเกี่ยวข้อง ในงานวิจัยนี้จึงใช้เพียงแค่ข้อมูลปริมาณผลผลิตสับปะรด สำหรับแบบจำลองการพยากรณ์ที่เลือกศึกษา ได้แก่ แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (Backpropagation Neural Network; BPN) แบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์ (Box and Jenskins method) และแบบจำลองทางสถิติด้วยวิธีปรับให้เรียบ (Seasonal smoothing method; HWS)

ความแตกต่างระหว่างแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลากับเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร คือ แบบจำลองจากเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาสามารถใช้ในการพยากรณ์ระยะสั้น ได้แก่ 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า เช่น 1 เดือนล่วงหน้า และการพยากรณ์ในระยะยาว ได้แก่ หลาย ๆ หน่วยเวลาล่วงหน้า เช่น 1 ปีล่วงหน้า ในงานวิจัยนี้จะทดลองสร้างแบบจำลอง BPN ที่ใช้กับการพยากรณ์ทั้งระยะสั้น คือ 1 เดือนล่วงหน้า และระยะยาว คือ 1 ปีล่วงหน้า และแบบจำลองทางสถิติที่ใช้กับการพยากรณ์ระยะยาวคือ 1 ปี ล่วงหน้า

11.1 วิธีการศึกษา

11.1.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้สำหรับเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา ได้แก่ ปริมาณผลผลิตสับปะรดรายเดือน (ตัน) ของเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลงแต่ละรายที่ส่งให้กับบริษัททิปโก้ฟูดส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) เป็นระยะเวลา 48 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2545 – มิถุนายน 2549 นำข้อมูลมาสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตรายเดือนกับเวลาเพื่อศึกษาหารูปแบบหรือองค์ประกอบการกระจายตัวของข้อมูลดังกล่าว เช่น แนวโน้ม หรือฤดูกาลแล้วจึงนำไปใช้ในการเลือกวิธีการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบปรับเรียบที่เหมาะสม

11.1.2 การจัดการข้อมูล

11.1.2.1 <u>ดำเนินการเตรียมข้อมูลใน 2 รูปแบบ</u> ได้แก่

1) แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (BPN)

นำข้อมูลปริมาณผลผลิตสับปะรดรายเดือน (ตัน) มาจัดให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนำเข้า (ตัวแปรอิสระ) ได้แก่ ปริมาณผลผลิตสับปะรดรายเดือนย้อนหลัง 12 เดือน และตัวแปรผลลัพธ์ (ตัวแปรตาม) ได้แก่ ปริมาณผลผลิตสับปะรด ณ เดือนปัจจุบัน นั่นคือข้อมูลทั้งหมด 36 ลำดับ แต่ละลำดับมีตัวแปรนำเข้าจำนวน 12 ตัวแปร และตัวแปรผลลัพธ์ จำนวน 1 ตัวแปร

2) แบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์และแบบจำลองทางสถิติด้วยวิธีปรับให้เรียบ

ใช้ข้อมูลดิบของปริมาณผลผลิตสับปะรด (ตัน) รายเดือนทั้งหมด 48 ลำดับ

11.1.2.2 <u>การแบ่งข้อมูล</u>

1) แบบจำลอง BPN

(1) การแบ่งข้อมูลเพื่อกำหนดโครงสร้างและพารามิเตอร์ในการเรียนรู้ของแบบจำลองที่เหมาะสม เนื่องจากข้อมูลที่รวบรวมมามีจำนวนจำกัด ดังนั้นการสร้างและทดสอบแบบจำลองจึงต้องใช้วิธี Group cross validation ซึ่งดำเนินการแบ่งข้อมูล 36 ลำดับ เป็น 3 ชุด โดยเรียงลำดับทุกชุดข้อมูล และมีจำนวนเท่ากัน คือ 12 ลำดับต่อชุด ข้อมูลทั้ง 3 ชุด นำมาจัดกลุ่มเป็น 3 กลุ่ม เพื่อการทำ 3-fold cross validation ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย ชุดข้อมูลที่ 1 และชุดข้อมูลที่ 2 ใช้เป็นชุดการเรียนรู้ทั้งหมด 24 ลำดับ สำหรับสร้างแบบจำลอง และใช้ชุดข้อมูลที่ 3 จำนวน 12 ลำดับ เป็นชุดทดสอบ สำหรับตรวจสอบความสามารถในการใช้งานทั่วไป

กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย ชุดข้อมูลที่ 2 และชุดข้อมูลที่ 3 ใช้เป็นชุดการเรียนรู้ทั้งหมด 24 ลำดับ สำหรับสร้างแบบจำลอง และใช้ชุดข้อมูลที่ 1 จำนวน 12 ลำดับ เป็นชุดทดสอบ สำหรับตรวจสอบความสามารถในการใช้งานทั่วไป

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย ชุดข้อมูลที่ 1 และชุดข้อมูลที่ 3 ใช้เป็นชุดการเรียนรู้ทั้งหมด 24 ลำดับ สำหรับสร้างแบบจำลอง และใช้ชุดข้อมูลที่ 2 จำนวน 12 ลำดับ เป็นชุดทดสอบ สำหรับตรวจสอบความสามารถในการใช้งานทั่วไป

(2) การแบ่งข้อมูลเพื่อสร้างและทดสอบแบบจำลองที่ใช้งานในการพยากรณ์ระยะสั้นคือล่วงหน้า 1 เดือน โดยแบ่งข้อมูล 36 ลำดับ เป็น 2 ชุด ได้แก่

ชุดเรียนรู้ (Training set) ประกอบด้วยข้อมูล 24 ลำดับแรก สำหรับการสร้างแบบจำลองที่จะนำไปใช้จริง

ชุดทดสอบ (Testing set) ประกอบด้วยข้อมูล 12 ลำดับถัดมา สำหรับทดสอบความสามารถในการพยากรณ์จริง

(3) การแบ่งข้อมูลเพื่อสร้างและทดสอบแบบจำลองที่ใช้งานในการพยากรณ์ระยะยาวคือล่วงหน้า 1 ปี นำข้อมูล 36 ลำดับ มาจัดใหม่เป็น 2 ชุด ได้แก่

ชุดเรียนรู้ (Training set) ประกอบด้วยข้อมูลจริงทั้งหมด 24 ลำดับแรก สำหรับการสร้างแบบจำลองที่จะนำไปใช้จริง

ชุดทดสอบ (Testing set) ให้นำข้อมูลลำดับที่ 25 มาจัดให้เป็นลำดับที่ 1 ในชุดนี้ ซึ่งข้อมูลลำดับที่ 1 นี้จะประกอบด้วยตัวแปรนำเข้า คือปริมาณผลผลิตสับปะรดรายเดือนจริงย้อนหลัง 12 เดือน เพื่อใช้พยากรณ์ปริมาณผลผลิตรายเดือนของเดือนที่ 13 หรือเดือนถัดไป (ตัวแปรตาม) เมื่อได้ค่าพยากรณ์ใหม่ ให้สร้างข้อมูลลำดับที่ 2 โดยเลื่อนปริมาณผลผลิตสับปะรดรายเดือนของลำดับที่ 1 ไปข้างหน้า 1 ตำแหน่ง แล้วแทนตัวแปรนำเข้าตัวสุดท้ายด้วยค่าพยากรณ์ใหม่ที่ได้ จากนั้นเลื่อนกรอบข้อมูลไปข้างหน้าเรื่อย ๆ ครั้งละ 1 ตำแหน่ง แล้วแทนตัวแปรนำเข้าตัวสุดท้ายด้วยค่าพยากรณ์ที่ได้ใหม่ไปเรื่อย ๆ จนสามารถพยากรณ์ได้ครบทั้ง 12 เดือนล่วงหน้า

2) แบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์และแบบจำลองทางสถิติด้วยวิธีปรับให้เรียบ

การแบ่งข้อมูลเพื่อสร้างและทดสอบแบบจำลองที่ใช้งานในการพยากรณ์ระยะยาวคือ ล่วงหน้า 1 ปี โดยแบ่งข้อมูล 48 ลำดับ เป็น 2 ชุด ได้แก่

ชุดเรียนรู้ (Training set) ประกอบด้วยข้อมูล 36 ลำดับแรก สำหรับการสร้างแบบจำลองที่จะนำไปใช้จริง

ชุดทดสอบ (Testing set) ประกอบด้วยข้อมูล 12 ลำดับถัดมา สำหรับทดสอบความสามารถในการพยากรณ์จริง

11.1.3 การสร้างและทวนสอบแบบจำลอง

11.1.3.1 <u>แบบจำลอง BPN</u>

1) การหาโครงสร้างและพารามิเตอร์ในการเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN ทั้ง 3 กลุ่มย่อยโดยใช้ข้อมูลที่แบ่งไว้

(1) กำหนดโครงสร้างของแบบจำลอง ดังนี้

- จำนวนหน่วยในชั้นนำเข้า (Input neuron) ได้แก่ ปริมาณผลผลิตสับปะรดรายเดือนย้อนหลัง 12 เดือน จำนวน 12 หน่วย
- จำนวนชั้นซ่อน กำหนดให้เป็น 1 ชั้น

- จำนวนหน่วยซ่อน (Hidden neuron) ในแต่ละชั้นซ่อน ทดลองแปรค่าเท่ากับ 1, 2, 3, 4, 5 หน่วย เพื่อหาโครงสร้างที่เหมาะสม
- จำนวนหน่วยในชั้นผลลัพธ์ (Output neuron) ได้แก่ ปริมาณผลผลิตสับปะรด ณ เดือนที่ 13 หรือปัจจุบัน จำนวน 1 หน่วย

(2) การหาพารามิเตอร์ของการเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN ในการเรียนรู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ ได้แก่ อัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.25 และค่าโมเมนตัมเท่ากับ 0.4 กฎการเรียนรู้แบบ Extended delta bar delta (DBD) rule จากการทดลองเบื้องต้นโดยใช้ข้อมูลชุดการเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบทีละกลุ่มย่อย (3-fold cross validation) ศึกษาแปรค่าพารามิเตอร์ อื่น ๆ ของแบบจำลอง ดังนี้

- ฟังก์ชั่นกระตุ้นแบบซิกมอยด์ (Sigmoid function) และไฮเปอร์โบลิกแทนเจน (Hyperbolic tangent function หรือ tanH)
- ปรับค่าน้ำหนักเริ่มต้น 6 ครั้ง

ปรับค่าตัวแปรให้อยู่ในช่วงการเรียนรู้ที่เหมาะสมโดยการใช้คำสั่ง MinMax Table และ Bipolar inputs จากโปรแกรม NeuralWorks Explorer พร้อมทั้งกำหนดรอบการเรียนรู้ให้เหมาะสมเพื่อป้องกันการเรียนรู้มากเกินไป (Overtraining) โดยการใช้คำสั่ง Save best โดยให้มีการเรียนรู้จากข้อมูลชุดเรียนรู้และหยุดการเรียนรู้ เพื่อทดสอบการพยากรณ์ข้อมูลด้วยชุดทดสอบเป็นช่วง ๆ ช่วงละ 100 รอบจนมีการเรียนรู้สูงสุดที่ 1,000,000 รอบ พิจารณาเลือกรอบการเรียนรู้ที่เหมาะสมจากจุดที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ชุดทดสอบที่ต่ำที่สุด และเมื่อเพิ่มรอบการเรียนรู้ ค่าความคลาดเคลื่อนจะสูงขึ้นเรื่อย ๆ เลือกโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมจากค่าความคลาดเคลื่อนในรูปรากที่สองของค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนยกกำลังสอง (root mean square error, RMSE) และค่าเฉลี่ยของค่าความคลาดเคลื่อนสมบูรณ์ (mean absolute error, MAE) ของข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตเดือนปัจจุบันของข้อมูลชุดทดสอบ ซึ่งคำนวณได้ดังนี้

$$\mathrm{RMSE} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(y_i - \hat{y}_i)^2}{n}} \qquad (11.1)$$

$$\mathrm{MAE} = \sum_{i=1}^{n} \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{n} \qquad (11.2)$$

โดยที่ y หมายถึง ปริมาณผลผลิตจริง

$\hat{y}$ หมายถึง ปริมาณผลผลิตที่ได้จากการพยากรณ์

n หมายถึง จำนวนข้อมูลที่ทดสอบ

2) การสร้างแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ระยะสั้นและระยะยาว

เลือกแบบจำลองที่ดีที่สุดจากการศึกษาในข้อ 1) มาสร้างแบบจำลองเพื่อการใช้งานจริงจากข้อมูลชุดเรียนรู้ที่แบ่งไว้ในส่วนการพยากรณ์ระยะสั้นและระยะยาว เพื่อสร้างแบบจำลองในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 12 เดือนตามลำดับ ตามโครงสร้างและค่าพารามิเตอร์ที่เลือกไว้ กำหนดรอบการเรียนรู้จากกลุ่มข้อมูลที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด

3) การทดสอบแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ระยะสั้นและระยะยาว

นำแบบจำลองที่สร้างขึ้นจากข้อ 2) ทั้ง 2 รูปแบบมาใช้พยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ดังสมการที่ (11.1) และ (11.2)

11.1.3.2 <u>แบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์</u>

1) การสร้างแบบจำลอง

สร้างแบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์ โดยใช้โปรแกรม SPSS โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) นำข้อมูลชุดการเรียนรู้ของอนุกรมเวลาชั้นผลลัพธ์ จำนวน 36 ลำดับที่แบ่งไว้ มาสร้างแผนภาพเพื่อพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวและรูปแบบของอนุกรมเวลาว่ามีลักษณะหยุดนิ่ง (Stationary) หรือไม่ ถ้ารูปแบบของข้อมูลไม่หยุดนิ่ง ซึ่งพิจารณาจากค่า Stationary R-square ที่มากกว่า 0.05 จะต้องแปลงข้อมูลอนุกรมเวลาให้หยุดนิ่งก่อนโดยการหาอนุกรมเวลาผลต่าง การหาอนุกรมเวลาผลต่างฤดูกาล หรือการหาอนุกรมเวลาที่แปลงค่าแล้ว

(2) กำหนดรูปแบบ ARIMA (p, d, q) และประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง โดยเลือกแบบจำลองและพยากรณ์ค่าโดยการใช้คำสั่ง Expert Modeler ใน Method ระบุ Criteria ด้วยคำสั่ง ARIMA models only เพื่อให้โปรแกรม SPSS เลือกเฉพาะวิธีการ ARIMA ที่มีรูปแบบที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุด ร่วมกับการพิจารณาเปรียบเทียบแผนภาพคอเรลโรแกรมของค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ในตนเองที่ช่วงเวลาห่าง k หน่วย (r_k) กับคอเรลโรแกรมของค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ในตนเองของประชากรที่ช่วงเวลาห่าง k หน่วย (ρ_k) และเปรียบเทียบแผนภาพคอเรลโรแกรมของค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ในตนเองเชิงส่วนที่ช่วงเวลาห่าง k หน่วย (r_{kk}) กับคอเรลโรแกรมของค่าสัมประสิทธิ์สัมพันธ์ในตนเองเชิงส่วนของประชากรที่ช่วงเวลาห่าง k หน่วย (ρ_{kk})

(3) ตรวจสอบความเหมาะสมของรูปแบบที่กำหนดขั้นต้น ดังนี้

ทดสอบว่าพารามิเตอร์ในรูปแบบมีค่าเป็น 0 ด้วยการทดสอบโดยใช้ค่าสถิติ t ตามสมการที่ (11.3) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ถ้าปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าค่าพารามิเตอร์มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือแบบจำลองนั้นมีความเหมาะสม

$$t = \frac{\hat{\theta}}{s_{\hat{\theta}}} \qquad (11.3)$$

โดยที่ $\hat{\theta}$ คือค่าประมาณของพารามิเตอร์ θ

$s_{\hat{\theta}}$ คือค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวประมาณ $\hat{\theta}$

ทดสอบว่าค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ช่วงเวลา k สำหรับ k = 1,2,…m เป็นอิสระต่อกันด้วยการทดสอบสหสัมพันธ์แบบอัตโนมัติของบ็อกซ์และเจนส์กิน (Ljung-Box statistic) โดยใช้ค่าสถิติ Q* ตามสมการที่ (11.4) ถ้าไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แสดงว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่มีความเคลื่อนไหวที่ช่วงเวลาต่างกันนั้นเป็นอิสระต่อกันนั่นคือแบบจำลองมีความเหมาะสม

$$Q^* = n(n+2)\sum_{t=1}^{m} \frac{r_k^2(e_t)}{n-k} \qquad (11.4)$$

โดยที่ n คือขนาดของอนุกรมเวลาที่หยุดนิ่ง

m คือ ช่วงเวลา (lag) ห่างสูงสุดที่ต้องการทดสอบ

$r_k(e_t)$ คือค่าฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองของค่าความคลาดเคลื่อนที่อยู่ห่างกัน k ช่วงเวลา

ทดสอบว่าอนุกรมเวลาของค่าความคลาดเคลื่อน (ε_t) ของการพยากรณ์มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระกัน โดยคำนวณค่า $\left|r_k(e_t)\right|$ ถ้าค่าความคลาดเคลื่อน $\left|r_k(e_t)\right| \geq 2/\sqrt{n}$ เมื่อ n เป็นขนาดของอนุกรมเวลา แสดงว่าแบบจำลองนั้นไม่เหมาะสม

หากทดสอบแล้วพบว่ารูปแบบที่เหมาะสมจึงนำรูปแบบนั้นไปพยากรณ์ค่าต่อไป แต่ถ้าหากรูปแบบที่กำหนดไม่เหมาะสม จะต้องดำเนินการกำหนดรูปแบบ ARMA (p, d, q) ใหม่

2) การทดสอบแบบจำลอง

นำแบบจำลอง ARIMA (p, d, q) ที่มีรูปแบบเหมาะสมมาพยากรณ์ค่าปริมาณผลผลิตล่วงหน้า 12 เดือนจากข้อมูลชุดทดสอบที่จัดเตรียมไว้ คำนวณหาความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในรูป RMSE และ MAE ดังสมการที่ (11.1) และ (11.2) ตามลำดับ

11.1.3.3 แบบจำลองทางสถิติด้วยวิธีปรับให้เรียบ

ศึกษาเปรียบเทียบแบบจำลองปรับเรียบที่เหมาะสมกับรูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลที่ได้จากแผนภาพ อย่างไรก็ตามข้อมูลปริมาณสับปะรดรายเดือนมักจะเป็นรูปแบบที่มีแนวโน้มและมีฤดูกาล ในบางครั้งอาจมีรูปแบบข้อมูลผสมอยู่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกเปรียบเทียบวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์และวินเทอร์ที่มีฤดูกาลแบบบวก (Holt –Winters' Additive Seasonal Smoothing Method: Additive HWS) และวิธีปรับให้เรียบแบบโฮลท์และวินเทอร์ที่มีฤดูกาลแบบคูณ (Holt –Winters' Multiplicative Seasonal Smoothing Method: Multiplicative HWS)

1) การสร้างแบบจำลอง

ในการสร้างแบบจำลอง Additive HWS และ Multiplicative HWS ต้องหาค่าพารามิเตอร์ปรับให้เรียบที่เหมาะสม 3 ค่า ได้แก่ ค่าจุดตัดแกนตั้ง (α) ค่าความลาดชัน (β) และค่าวัดอิทธิพลของฤดูกาลหรือดัชนีฤดูกาล (γ) ในการวิจัยนี้ดำเนินการโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Crystal Ball จากนั้นตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลองว่าค่าความคลาดเคลื่อนต้องเป็นอิสระต่อกันและไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเอง (Autocorrelation) ด้วยค่า Durbin-Watson (DW) และใช้ค่าทางสถิติทิล (Theil's U Statistic) ในการทดสอบว่าแบบจำลองมีความถูกต้องในการพยากรณ์สูงหรือต่ำกว่าการพยากรณ์โดยประสบการณ์ (Naïve method) ถ้าค่า DW ที่ทดสอบได้ใกล้เคียงกับ 2 แสดงว่า ลักษณะข้อมูลเป็นอิสระ ไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเองและถ้าค่าทางสถิติทิล น้อยกว่า 1 แสดงว่าการพยากรณ์โดยวิธีการปรับเรียบมีความถูกต้องสูงกว่าการพยากรณ์โดยประสบการณ์

2) การทดสอบแบบจำลอง

นำแบบจำลองที่มีพารามิเตอร์เหมาะสมมาพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดล่วงหน้า 12 เดือน ของข้อมูลชุดทดสอบที่จัดเตรียมไว้ คำนวณหาความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในรูป RMSE และ MAE ดังสมการที่ (11.1) และ (11.2)

11.1.4 การเปรียบเทียบประสิทธิผลของแบบจำลองประเภทต่าง ๆ

แบบจำลองในการพยากรณ์ที่ดีควรให้ค่าพยากรณ์ใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริง มีค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ต่ำทั้งชุดข้อมูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง และชุดข้อมูลอื่น ๆ หรือเรียกว่ามีความสามารถในการใช้งานทั่วไป (generalization capability) ที่ดี นอกจากนี้ยังควรให้ค่าพยากรณ์ที่ไม่ลำเอียง

11.1.4.1 <u>การเปรียบเทียบความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไป</u>

เปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองประเภทต่าง ๆ ที่คัดเลือกได้ในรูป RMSE และ MAE ของข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบ แบบจำลองที่ดีควรมีความถูกต้องในการพยากรณ์หรือให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลทุก ๆ ชุดต่ำ

11.1.4.2 <u>การวิเคราะห์ความลำเอียง</u>

คำนวณค่าความลำเอียงของแบบจำลอง (Bias) โดยคำนวณค่า Bias factor (B_f) ดังสมการต่อไปนี้

$$B_f = 10^{\sum_{i=1}^{N} \log\left(\frac{\hat{y}_i}{y_i}\right)/N} \qquad (11.5)$$

โดยที่ N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

แบบจำลองที่ปราศจากความลำเอียงจะมีค่า B_f เท่ากับ 1 แต่ถ้าหากค่า B_f มากกว่า 1 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองทำนายค่าผลลัพธ์ได้สูงกว่าผลลัพธ์ที่แท้จริง (overestimate) ในทางตรงกันข้ามหาก B_f น้อยกว่า 1 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองทำนายค่าผลลัพธ์ได้ต่ำกว่าค่าผลลัพธ์ที่แท้จริง (underestimate)

11.1.4.3 <u>การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน</u>

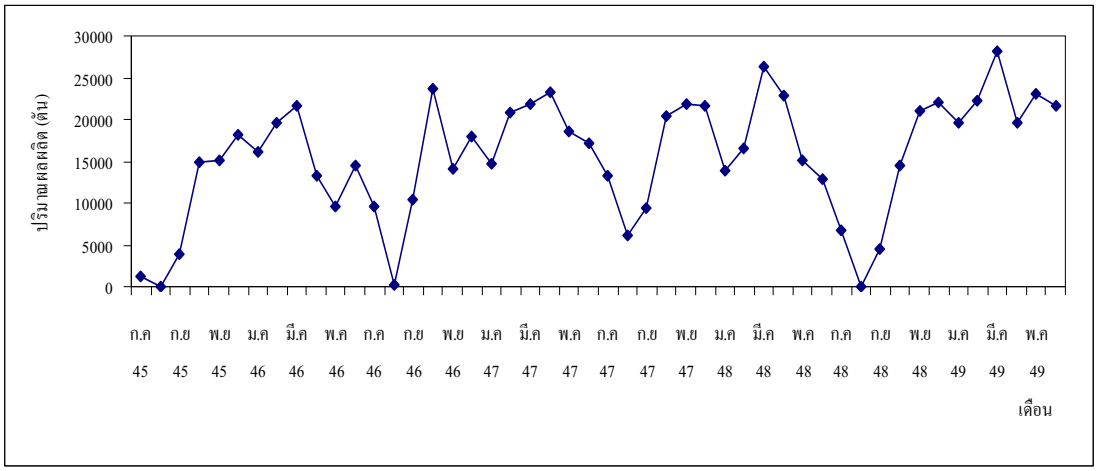
ดำเนินการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ได้จากข้อมูลทุกชุดว่ามีลักษณะการกระจายตัวที่เหมือนกันหรือไม่ เช่น ทดลองตรวจสอบว่ามีการแจกแจงแบบปกติโดยใช้ Normal probability plot ของ Residual ซึ่งต้องได้เส้นตรง หรือ ต้องไม่ปฏิเสธสมมติฐานหลักใน Kolmokonov-Smirnov test (K-S test) ซึ่งลักษณะการกระจายตัวของความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของข้อมูลทั้ง 2 ชุดไม่แตกต่างกัน

11.2 ผลการศึกษา

11.2.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

แผนภาพระหว่างปริมาณผลผลิตสับปะรดรายเดือน (ตัน) ของเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลงแต่ละรายที่ส่งให้กับบริษัทเป็นระยะเวลา 48 เดือน ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2545 – มิถุนายน 2549 (รูปที่ 11.1) แสดงให้เห็นว่าการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบมีฤดูกาลและมีแนวโน้มสูงขึ้นเล็กน้อย เดือนมีนาคม-เมษายนมีปริมาณผลผลิตที่สูงที่สุด ในขณะที่เดือนสิงหาคมมีปริมาณผลผลิตที่

ต่ำที่สุด โดยเฉพาะในเดือนสิงหาคม 2548 ไม่มีผลผลิตจากเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลงเข้าสู่โรงงาน



รูปที่ 11.1 ปริมาณผลผลิตสับปะรดรายเดือน (ตัน) ของเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลง

11.2.2 การสร้างแบบจำลอง

11.2.2.1 <u>แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ (BPN)</u>

1) การหาโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง

จากการเปรียบเทียบโครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้ที่เหมาะสมของแบบจำลอง BPN ด้วยการทำ 3-fold cross validation จากข้อมูล 3 กลุ่มสามารถเลือกแบบจำลอง BPN ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดที่ต่ำที่สุด 5 แบบจำลองมาศึกษาเพิ่มเติม (ตารางที่ 11.1 และ 11.2)

ตารางที่ 11.1 โครงสร้างและพารามิเตอร์การเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ดีของแบบจำลอง BPN

แบบจำลอง	จำนวน หน่วยซ่อน	กฎ การเรียนรู้	ฟังก์ชั่น กระตุ้น	การปรับค่า น้ำหนักเริ่มต้น
1	4	Extended DBD	Tan H	ครั้งที่ 1
2	3	Extended DBD	Tan H	ครั้งที่ 2
3	5	Extended DBD	Tan H	ครั้งที่ 2
4	1	Extended DBD	Sigmoid	ครั้งที่ 3
5	1	Extended DBD	Sigmoid	ครั้งที่ 6

หมายเหตุ อัตราการเรียนรู้เท่ากับ 0.25 และโมเมนตัมเท่ากับ 0.4

ตารางที่ 11.2 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ของแบบจำลอง BPN ที่คัดเลือกได้จากการทำ 3-fold cross validation

แบบจำลอง	กลุ่มข้อมูล	RMSE (ตัน)	MAE (ตัน)
1	1	3,990	2,696
	2	4,786	4,012
	3	5,815	4,978
	ค่าเฉลี่ย	4,863 ± 915	3,895 ± 1,146
2	1	3,555	2,870
	2	5,108	4,256
	3	5,618	4,692
	ค่าเฉลี่ย	4,760 ± 1,075	3,939 ± 952
3	1	5,465	4,822
	2	3,631	2,649
	3	5,282	4,156
	ค่าเฉลี่ย	4,793 ± 1,010	3,876 ±1,113
4	1	5,637	5,139
	2	4,775	3,986
	3	4,259	3,738
	ค่าเฉลี่ย	4,890 ± 696	4,288 ±747
5	1	5,117	4,367
	2	3,730	2,970
	3	4,326	3,563
	ค่าเฉลี่ย	4,391 ± 696	3,633 ± 701

2) การสร้างและทดสอบแบบจำลองในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน

นำโครงสร้างแบบจำลอง BPN ทั้ง 5 รูปแบบในตารางที่ 23 มาสร้างใหม่และทดลองใช้พยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ 1 เดือนล่วงหน้า พบว่าโครงสร้างและพารามิเตอร์ของแบบจำลอง BPN ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน ได้แก่ แบบจำลองที่ 2 ซึ่งประกอบด้วย หน่วยข้อมูลนำเข้า 12 หน่วย หน่วยซ่อน 3 หน่วย และหน่วยผลลัพธ์ 1 หน่วย หรือมีโครงสร้าง (12-3-1) ที่อัตราการเรียนรู้ของชั้นซ่อนเท่ากับ 0.25 ค่าโมเมนตัม 0.4 กฎการเรียนรู้แบบ Extended DBD และฟังก์ชันกระตุ้นแบบ Hyperbolic tangent และรอบการเรียนรู้

เท่ากับ 64,600 รอบ เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ของข้อมูลชุดทดสอบต่ำที่สุด (ตารางที่ 11.3)

ตารางที่ 11.3 ค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ของแบบจำลอง BPN ทั้ง 5 แบบที่คัดเลือกไว้ในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบล่วงหน้า 1 เดือน

แบบจำลอง	RMSE (ตัน)	MAE (ตัน)
1	3,990	2,696
2	3,555	2,870
3	5,465	4,822
4	5,637	5,139
5	5,117	4,367

3) การสร้างและทดสอบแบบจำลองในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี

นำโครงสร้างแบบจำลอง BPN ทั้ง 5 รูปแบบในตารางที่ 23 มาสร้างใหม่และทดลองใช้พยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ 1 ปีล่วงหน้า พบว่าโครงสร้างและพารามิเตอร์ของแบบจำลอง BPN ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี ได้แก่ แบบจำลองที่ 1 ซึ่งประกอบด้วยหน่วยข้อมูลนำเข้า 12 หน่วย หน่วยซ่อน 4 หน่วย และหน่วยผลลัพธ์ 1 หน่วยหรือมีโครงสร้าง (12-4-1) ที่อัตราการเรียนรู้ของชั้นซ่อนเท่ากับ 0.25 ค่าโมเมนตัม 0.4 กฎการเรียนรู้แบบ Extended DBD และฟังก์ชันกระตุ้นแบบ Hyperbolic tangent มีรอบการเรียนรู้เท่ากับ 17,900 รอบ เนื่องจากให้ค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ของข้อมูลชุดทดสอบต่ำที่สุด (ตารางที่ 11.4)

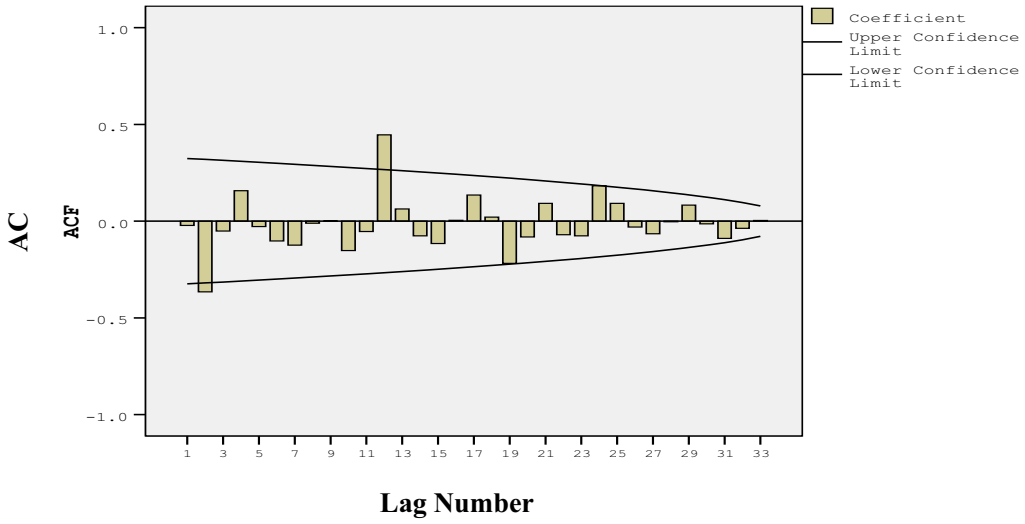
ตารางที่ 11.4 ค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ของแบบจำลอง BPN ทั้ง 5 แบบที่คัดเลือกไว้เพื่อการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบล่วงหน้า 1 ปี

แบบจำลอง	RMSE (ตัน)	MAE (ตัน)
1	5,203	4,408
2	5,855	4,788
3	6,533	5,652
4	6,260	5,438
5	6,274	5,537

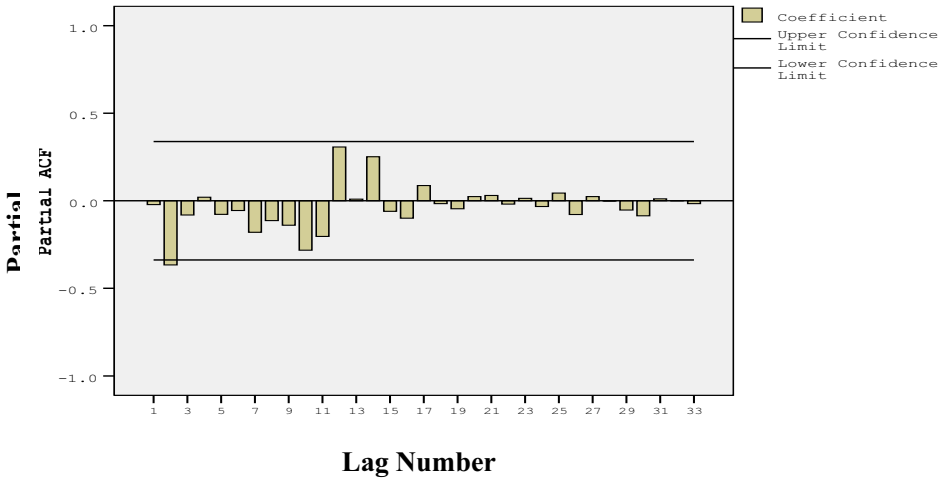
11.2.2.2. <u>แบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์</u>

1) การสร้างแบบจำลอง

เนื่องจากข้อมูลปริมาณสับปะรดรายเดือนตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2545 ถึงเดือนมิถุนายน 2548 รวม 36 เดือนที่นำมาใช้ในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดโดยการใช้แบบจำลอง ARIMA นั้นไม่มีคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Nonstationary) จึงต้องสร้างอนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ ด้วยการแปลงค่าข้อมูลด้วยการหาผลต่าง จากนั้นพบว่า ลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อมูลอยู่รอบค่า 0 หรือคอเรลโลแกรมของ ρ_k (Z_t) และ $\rho_{kk}(Z_t)$ (รูปที่ 24) ซึ่งมีลักษณะลดลงค่อนข้างเร็วเข้าหา 0 แสดงว่า อนุกรมเวลาใหม่ $\{Z_t\}$ มีคุณสมบัติหยุดนิ่ง (Stationary) ดังนั้นสามารถกำหนดรูปแบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์จากคอเรลโลแกรมของ ρ_k (Z_t) และ $\rho_{kk}(Z_t)$เป็น SARIMA (0,0,0)(1,1,0) ซึ่งจัดเป็นรูปแบบออโตรีเกรสซีฟ (AR) อันดับที่ 1 โดยการหาผลต่างฤดูกาล จากนั้นสามารถประมาณหาค่าพารามิเตอร์ของ AR เท่ากับ -0.610 (ตารางที่ 11.5)



(a) แผนภาพคอเรลโลแกรมของ ρ_k (Z_t) ของปริมาณผลผลิตสับปะรด



(b) แผนภาพคอเรลโลแกรมของ $\rho_{kk}(Z_t)$ ของปริมาณผลผลิตสับปะรด

รูปที่ 11.2 แผนภาพคอเรลโลแกรมของ $\rho_k(Z_t)$ และ $\rho_{kk}(Z_t)$ ของปริมาณผลผลิตสับปะรด

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง SARIMA (0,0,0)(1,1,0) พบว่าค่าพารามิเตอร์หรือค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรมีค่าแตกต่างไปจากศูนย์ ($p<0.05$) แสดงว่าค่าพารามิเตอร์ในรูปแบบ SARIMA (0,0,0)(1,1,0) มีความเหมาะสม

ตารางที่ 11.5 แสดงค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง SARIMA (0,0,0)(1,1,0)

	ค่าประมาณ	SE	t	p
ค่าคงที่	1,849.888	600.543	3.080	0.006
AR	-0.610	0.216	-2.825	0.010
Seasonal Difference	1			

ผลการตรวจสอบค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ช่วงเวลาต่างกันก็พบว่าเป็นอิสระต่อกัน ($p>0.05$) นอกจากนี้อนุกรมเวลาของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ก็มีการเคลื่อนไหวที่เป็นอิสระต่อกันเนื่องจาก $\left|r_k(e_t)\right| < 0.33$ ดังนั้นแบบจำลอง SARIMA (0,0,0)(1,1,0) มีความเหมาะสม

โดยสรุปแบบจำลอง SARIMA(0,0,0)(1,1,0) มีความเหมาะสมในการนำไปพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดได้ ซึ่งรูปแบบของ SARIMA (0,0,0)(1,1,0) แสดงให้เห็นว่าปริมาณ

ผลผลิตสับปะรดมีลักษณะเป็นฤดูกาล กล่าวคือ ปริมาณของผลผลิตมีไม่สม่ำเสมอตลอดทั้งปี และปริมาณผลผลิตในเดือนก่อนหน้านี้มีผลต่อการผลิตสับปะรดในเดือนปัจจุบัน ซึ่งสอดคล้องกับความเป็นจริงของการปฏิบัติของเกษตรกร โดยเกษตรกรจะดูแนวโน้มปริมาณผลผลิตในเดือนก่อนเพื่อทราบว่าควรต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตมากเท่าใด ณ ปัจจุบัน ปริมาณผลผลิตจึงจะไม่ล้นตลาด

รูปแบบของสมการ SARIMA(0,0,0)(1,1,0) แสดงดังสมการที่ 11.6

$$Y_t = 1849.888(1-(-0.610) + Y_{t-12} + (-0.610)* (Y_{t-12} - Y_{t-24}) + \varepsilon_t \qquad (11.6)$$

เมื่อ Y_t คือ ปริมาณผลผลิตสับปะรด ณ เวลา t

ε_t คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา t

2) การทดสอบแบบจำลอง

เมื่อนำแบบจำลอง SARIMA (0,0,0)(1,1,0) มาใช้พยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ พบว่ามีความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE เป็น 5,337 ตัน และ MAE เป็น 4,161 ตัน

11.2.2.3 <u>แบบจำลองทางสถิติด้วยวิธีปรับเรียบ</u>

เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผลผลิตกับเวลา (รูปที่ 11.1) นั้นมีองค์ประกอบทั้งแนวโน้มและฤดูกาล จึงเป็นการเหมาะสมที่จะเลือกแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ที่มีฤดูกาลมาศึกษา

1) แบบจำลองทางสถิติด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ที่มีฤดูกาลแบบบวก (Holt – Winters' Additive Seasonal Smoothing Method, Additive HWS)

ผลการศึกษาหาค่าพารามิเตอร์ในการปรับเรียบที่เหมาะสมกับ Additive HWS พบว่า ค่า α ที่เหมาะสมคือ 0.454 ค่า β ที่เหมาะสมคือ 0.001 และ ค่า γ ที่เหมาะสมคือ 0.001 และ s เท่ากับ 12 สมการเพื่อหาระดับ (L_t) ค่าแนวโน้ม (b_t) และค่าฤดูกาล (S_t) ที่เหมาะสม เป็นดังนี้

$$L_t = 0.454(D_t - S_{t-12}) + 0.546(L_{t-1} + b_{t-1}) \qquad (11.7)$$

$$b_t = 0.001(L_t - L_{t-1}) + 0.999b_{t-1} \qquad (11.8)$$

$$S_t = 0.001(D_t - L_t) + 0.999S_{t-s} \qquad (11.9)$$

หลังจากได้ค่า L_t b_t และ S_t แล้วนำมาแทนค่าในสมการพยากรณ์ ดังต่อไปนี้

$$F_{t+m} = L_t + mb_t + S_{t+m-12} \quad (11.10)$$

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง Additive HWS พบว่า ค่า Durbin-watson statistic (DW) เท่ากับ 1.615 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 2 แสดงว่า ข้อมูลไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเอง และ Thiel's U statistic มีค่าเท่ากับ 0.287 ซึ่งน้อยกว่า 1 แสดงว่าการพยากรณ์โดยการใช้แบบจำลองของโฮลท์และวินเทอร์ให้ผลค่าความถูกต้องดีกว่าการพยากรณ์โดยประสบการณ์ (Naïve method)

2) แบบจำลองทางสถิติด้วยวิธีปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ที่มีฤดูกาลแบบคูณ (Holt – Winters' Multiplicative Seasonal Smoothing Method, Multiplicative HWS)

ผลการศึกษาหาค่าพารามิเตอร์ในการปรับเรียบที่เหมาะสมกับ Multiplicative HWS พบว่า ค่า α ที่เหมาะสมคือ 0.591 ค่า β ที่เหมาะสมคือ 0.001 และ ค่า γ ที่เหมาะสมคือ 0.001 และ s เท่ากับ 12 สมการเพื่อหาระดับ (L_t) ค่าแนวโน้ม (b_t) และค่าฤดูกาล (S_t) ที่เหมาะสม เป็นดังนี้

$$L_t = 0.591(D_t/S_{t-12}) + 0.409(L_{t-1} + b_{t-1}) \quad (11.11)$$

$$b_t = 0.001(L_t - L_{t-1}) + 0.999b_{t-1} \quad (11.12)$$

$$S_t = 0.001(D_t/L_t) + 0.999S_{t-s} \quad (11.13)$$

หลังจากได้ค่า L_t b_t และ S_t แล้วนำมาแทนค่าในสมการพยากรณ์ ดังต่อไปนี้

$$F_{t+m} = (L_t + mb_t)S_{t+m-12} \quad (11.14)$$

ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแบบจำลอง Additive HWS พบว่า ค่า Durbin-watson statistic (DW) เท่ากับ 1.558 ซึ่งมีค่าเข้าใกล้ 2 แสดงว่า ข้อมูลไม่มีสหสัมพันธ์ในตนเอง และ Thiel's U statistic มีค่าเท่ากับ 1.459 ซึ่งมากกว่า 1 แสดงว่าการพยากรณ์โดยประสบการณ์ (Naïve method) ให้ผลค่าความถูกต้องดีกว่าการพยากรณ์โดยการใช้แบบจำลองของโฮลท์และวินเทอร์ที่มีฤดูกาลแบบคูณ

3) การเปรียบเทียบผลการทดสอบแบบจำลอง Additive และ Multiplicative HWS

เมื่อนำแบบจำลอง HWS ทั้ง 2 รูปแบบที่มีค่าพารามิเตอร์เหมาะสมมาพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ พบว่าให้ค่าความคลาดเคลื่อนดังตารางที่ 11.6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าแบบ Additive HWS มีความถูกต้องในการพยากรณ์สูงกว่าแบบ Multiplicative HWS อันเป็นผลมาจากลักษณะของข้อมูลปริมาณผลผลิตนั้นมีองค์ประกอบของแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นและมีอิทธิพลของฤดูกาลที่ไม่เพิ่มขึ้นตามเวลา ซึ่งเหมาะสมกับการใช้แบบจำลอง Additive HWS มากกว่า นอกจากนี้แม้แต่การพยากรณ์ด้วยประสบการณ์ก็ให้ผลดีกว่าการใช้ Multiplicative HWS ดังนั้นจึงไม่ควรเลือกใช้ Multiplicative HWS

ตารางที่ 11.6 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนจากการใช้แบบจำลอง HWS 2 รูปแบบในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบ

รูปแบบของแบบจำลอง HWS	RMSE (ตัน)	MAE (ตัน)
ฤดูกาลแบบแบบบวก	4,120	3,606
ฤดูกาลแบบแบบคูณ	6,683	5,491

11.2.3 การเปรียบเทียบประสิทธิผลในการจำลองความสัมพันธ์ของแบบจำลอง

11.2.3.1 ความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไป

ค่าความคลาดเคลื่อนของข้อมูลในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดในทุกชุดข้อมูลของแบบจำลองจากเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาที่คัดเลือกได้ เป็นดังตารางที่ 11.7 พบว่า ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลชุดเรียนรู้ของแบบจำลอง BPN ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน และการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี รวมถึงแบบจำลอง Additive HWS มีค่าต่ำกว่าข้อมูลชุดทดสอบ สำหรับแบบจำลอง BPN ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนนั้นจะเกิดการสูญเสียความสามารถในการใช้งานทั่วไปในระดับต่ำกว่าแบบจำลอง BPN ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี ส่วนแบบจำลอง Additive HWS เกิดการสูญเสียความสามารถในการใช้งานทั่วไปในระดับปานกลาง ในขณะที่การพยากรณ์โดยการใช้แบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์ (SARIMA) นั้นมีค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดจากข้อมูลชุดเรียนรู้สูงกว่าข้อมูลชุดทดสอบ นอกจากนี้ยังให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ทั้งข้อมูลชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบสูงกว่าแบบจำลองอื่น

ตารางที่ 11.7 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนต่าง ๆ ของแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคอนุกรมเวลาในการพยากรณ์ข้อมูลชุดเรียนรู้และชุดทดสอบ

แบบจำลอง	รูปแบบการพยากรณ์	ชุดข้อมูล	RMSE (ตัน)	MAE (ตัน)
BPN	ล่วงหน้า 1 เดือน	ชุดเรียนรู้	1,922	1,557
12-3-1*		ชุดทดสอบ	3,555	2,870
BPN	ล่วงหน้า 1 ปี	ชุดเรียนรู้	2,492	2,137
12-4-1*		ชุดทดสอบ	5,203	4,408
SARIMA	ล่วงหน้า 1 ปี	ชุดเรียนรู้	7,172	5,847
(0, 0, 0)(1, 1, 0)		ชุดทดสอบ	5,337	4,161
HWS	ล่วงหน้า 1 ปี	ชุดเรียนรู้	2,645	2,353
แบบบวก		ชุดทดสอบ	4,120	3,606

หมายเหตุ * แสดงจำนวนนิวรอนในชั้นนำเข้า ชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบเฉพาะแบบจำลองที่สามารถพยากรณ์ล่วงหน้าได้ในระยะยาว คือ 1 ปีนั้น พบว่า แบบจำลอง Additive HWS ให้ค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในข้อมูลชุดทดสอบต่ำที่สุด และสูงกว่าจากข้อมูลชุดรียนรู้น้อยกว่าแบบจำลองอื่น ๆ หรือมีความสามารถในการใช้งานทั่วไปสูงที่สุด สำหรับแบบจำลอง BPN นั้น ถึงแม้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ในชุดเรียนรู้ต่ำกว่าแบบจำลองอื่น ๆ แต่เกิดการสูญเสียความสามารถในการใช้งานทั่วไปในระดับสูงกว่าแบบจำลอง Additive HWS ซึ่งอาจเกิดจากการที่มีพารามิเตอร์ (น้ำหนัก) มากเกินไป (Overparametization) ในขณะที่มีจำนวนข้อมูลในการเรียนรู้ไม่มากนัก แต่แบบจำลอง Additive HWS นั้นสามารถสร้างจากข้อมูลเรียนรู้จำนวนน้อย (30 ลำดับ) ได้ (ทรงศิริ, 2549) ดังนั้นแบบจำลอง Additive HWS จึงเป็นแบบจำลองที่มีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปดีที่สุด

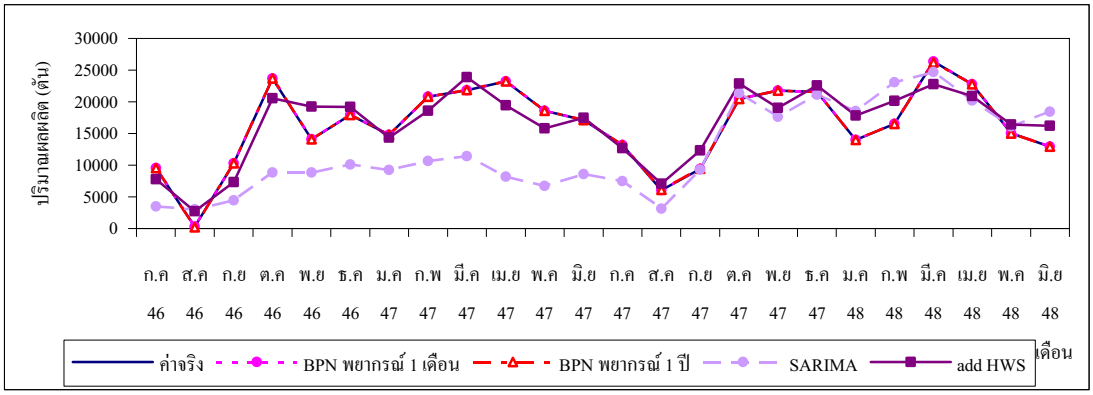
อย่างไรก็ตามงานวิจัยของ Cho (2003) ที่ทดลองพยากรณ์ปริมาณนักท่องเที่ยวที่เดินทางจากประเทศสหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น เกาหลี สิงคโปร์ และไต้หวัน เข้าสู่เขตปกครองพิเศษฮ่องกงด้วยแบบจำลองการวิเคราะห์อนุกรมเวลาแบบต่าง ๆ พบว่า แบบจำลอง BPN มีความถูกต้องในการพยากรณ์สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์และวิธีการปรับเรียบเอ็กโปแนนเชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ ซึ่งเป็นเพราะจำนวนข้อมูลในชุดเรียนรู้ของงานวิจัยของ Cho มีปริมาณมาก (288 ลำดับ) เพียงพอกับการสร้างแบบจำลอง BPN ซึ่งถือเป็น Data driven model ที่มีประสิทธิภาพ

เมื่อเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนการพยากรณ์ระหว่างแบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นเพื่อพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนและล่วงหน้า 1 ปี พบว่า แบบจำลอง BPN ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน มีความถูกต้องมากกว่าแบบจำลอง BPN ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี เนื่องจากในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนนั้นจะใช้ข้อมูลจริงทั้งหมดก่อนเดือนที่จะถูกพยากรณ์ ดังนั้นข้อมูลที่ใช้จึงมีความเป็นปัจจุบันมากกว่าการพยากรณ์แบบล่วงหน้า 12 เดือน ซึ่งจะใช้ข้อมูลจริงและข้อมูลที่พยากรณ์ได้ทำให้ไม่ได้ข้อมูลเป็นปัจจุบัน อย่างไรก็ตามงานวิจัยของ Alon et al. (2001) พบว่า การพยากรณ์ด้วยแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบล่วงหน้าหลายหน่วยเวลา (Multiple-step forecasts) ซึ่งนิยมทำ 1 ปีล่วงหน้า บางครั้งก็มีความถูกต้องสูงกว่าการพยากรณ์แบบล่วงหน้าครั้งละ 1 หน่วยเวลา (One-step forecasts) ซึ่งมักเป็น 1 เดือนล่วงหน้า แต่ในบางครั้งก็เป็นไปในทิศทางตรงกันข้าม สำหรับการเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ทั้งแบบ 1 เดือนล่วงหน้าและ 1 ปีล่วงหน้า พบว่า แบบจำลอง BPN ที่พยากรณ์ 1 เดือนล่วงหน้าให้ความถูกต้องสูงกว่าแบบจำลองแบบ Additive HWS และแบบจำลองของบ็อกซ์และเจนกินส์ที่ใช้พยากรณ์ 1 ปีล่วงหน้า แต่ผลการวิจัยนี้ขัดแย้งกับ Alon et al. (2001) ที่สรุปว่าการพยากรณ์ด้วยแบบจำลอง ANN, HWS และบ็อกซ์และ เจนกินส์แบบหลายหน่วยเวลาล่วงหน้ามีความถูกต้องมากกว่า 1 หน่วยเวลาล่วงหน้า โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่เศรษฐกิจผันผวน และให้เหตุผลว่าการที่นำเอาข้อมูลจริงซึ่งเป็นปัจจุบันมากกว่าใส่เข้าไปในแบบจำลองเป็นการเพิ่มตัวรบกวน (Noise) มากกว่าเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์

อย่างไรก็ตามการพยากรณ์ทั้ง 2 รูปแบบมีความจำเป็นกับการวางแผนการจัดหาสับปะรดและแผนการผลิตสับปะรดกระป๋อง โดยการพยากรณ์แบบล่วงหน้ามากกว่า 1 หน่วยเวลา ซึ่งอาจเป็นทุกไตรมาส ทุก ๆ ครึ่งปี หรือล่วงหน้าเป็นปีมีความจำเป็นสำหรับการวางแผนและตัดสินใจระยะยาว แต่การพยากรณ์ล่วงหน้า 1 หน่วยเวลา หรือ 1 เดือนนั้นมีความจำเป็นสำหรับการวางแผนและปรับแผนระยะสั้น จากการสอบถามหน่วยงานของรัฐบาลที่มีหน้าที่ในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตทางการเกษตร พบว่าตามแบบแผนที่ปฏิบัติกันเลือกใช้แบบจำลองของบ็อกซ์และเจนกินส์ โดยมิได้มีการตรวจสอบความคลาดเคลื่อน ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการพยากรณ์ จึงควรดำเนินการตรวจสอบความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นและทดลองเปรียบเทียบกับแบบจำลองอื่น ๆ เพื่อหาแบบจำลองที่มีความสามารถในการพยากรณ์ถูกต้องสูงสุดไปใช้ในระบบการทำงานจริง

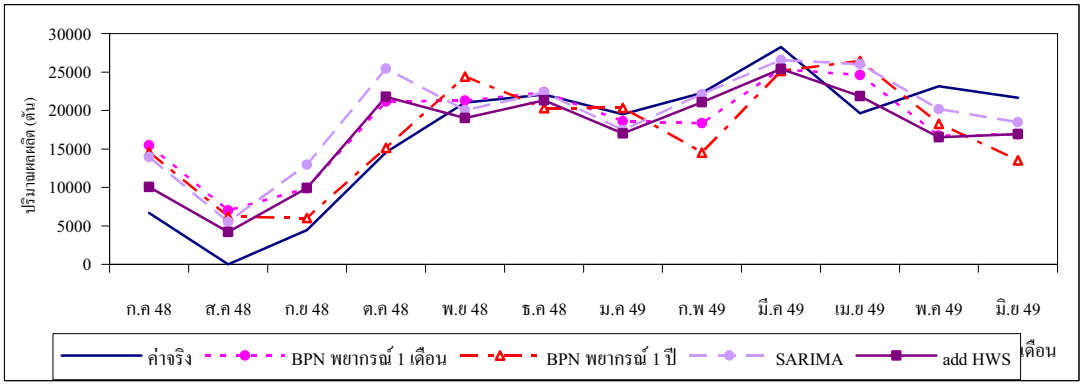
การเปรียบเทียบระหว่างค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดกับปริมาณผลผลิตสับปะรดจริงของข้อมูลชุดเรียนรู้จากแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาต่าง ๆ (รูปที่ 11.3) พบว่า แบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์ (SARIMA) ไล่ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตได้ช้าที่สุดโดยเฉพาะในช่วงตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2546 ถึงเดือนกรกฎาคม 2547 ส่วนแบบจำลอง Additive HWS สามารถไล่ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตสับปะรดได้ดีกว่าแบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์ แต่แบบจำลอง BPN ทั้งแบบพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนและ

ล่วงหน้า 1 ปี นั้นสามารถไล่ตามการเปลี่ยนแปลงได้ดีที่สุดและเป็นไปในทิศทางเดียวกับการเปลี่ยนแปลงจริงเสมอ



รูปที่ 11.3 แผนภาพเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยข้อมูลชุดเรียนรู้

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดกับปริมาณผลผลิตสับปะรดจริงของข้อมูลชุดทดสอบ (รูปที่ 11.4) พบว่า ช่วงเวลาที่มีค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์มากที่สุดของแบบจำลองส่วนใหญ่คือในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงตุลาคม 2548 ซึ่งเป็นช่วงที่ผลผลิตจริงมีการเปลี่ยนทิศทางอย่างเห็นได้ชัด แบบจำลอง BPN แบบพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนและแบบจำลอง Additive HWS นั้นสามารถไล่ตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตได้ดีที่สุด โดยมีการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตของสับปะรดในทิศทางตรงข้ามกับแนวโน้มจริง 1 ช่วงเวลาคือในเดือนพฤษภาคม 2549 ส่วนแบบจำลอง BPN การพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปีพยากรณ์ไปทิศทางตรงข้ามกับการเปลี่ยนแปลงจริงในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม 2549



รูปที่ 11.4 แผนภาพเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยข้อมูลชุดทดสอบ

11.2.3.2 <u>การวิเคราะห์ความลำเอียง</u>

ผลการวิเคราะห์ความลำเอียงของแบบจำลองจากการพยากรณ์ด้วยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาเป็นดังตารางที่ 11.8 พบว่า ค่า B_f ของแบบจำลองทุกแบบโดยรวมมากกว่า 1 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองพยากรณ์ค่าผลลัพธ์ได้สูงกว่าผลลัพธ์ที่แท้จริง (Overestimate) เพราะฉะนั้นการนำผลการพยากรณ์ไปใช้ในการวางแผนหรือตัดสินใจใด ๆ ควรต้องตระหนักถึงประเด็นนี้เสมอ

ตารางที่ 11.8 ค่าความลำเอียงของแบบจำลองจากการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดด้วยข้อมูลอนุกรมเวลา

แบบจำลอง	รูปแบบการพยากรณ์	ชุดข้อมูล	B_f
BPN	ล่วงหน้า 1 เดือน	ชุดเรียนรู้	1.090
12-3-1*		ชุดทดสอบ	0.991
		ทุกชุดข้อมูล	1.041
BPN	ล่วงหน้า 1 ปี	ชุดเรียนรู้	1.270
12-4-1*		ชุดทดสอบ	1.002
		ทุกชุดข้อมูล	1.136
SARIMA	ล่วงหน้า 1 ปี	ชุดเรียนรู้	1.232
(0, 0, 0)(1, 1, 0)		ชุดทดสอบ	1.194
		ทุกชุดข้อมูล	1.213
Additive HWS	ล่วงหน้า 1 ปี	ชุดเรียนรู้	1.104
		ชุดทดสอบ	1.060
		ทุกชุดข้อมูล	1.082

หมายเหตุ * แสดงจำนวนนิวรอนในชั้นนำเข้า ชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์

11.2.3.3 <u>การวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อน</u>

ผลการตรวจสอบการแจกแจงความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองจากการพยากรณ์ด้วยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาจากข้อมูลชุดเรียนรู้และข้อมูลชุดทดสอบด้วยแผนภาพ Normal probability plot ของค่าความคลาดเคลื่อนและด้วย Kolmogorov-Smirnov test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า มีการแจกแจงประเภทเดียวกันคือแจกแจงแบบปกติ

ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ด้วยเทคนิคอนุกรมเวลาชี้ให้เห็นว่าแบบจำลอง Additive HWS มีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปสูงที่สุดในกลุ่ม

แบบจำลองแบบพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี และมีความลำเอียงเล็กน้อย แต่ถ้าพิจารณาแบบจำลองแบบพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนร่วมด้วยแล้ว แบบจำลอง BPN นั้นจะมีความถูกต้องในการพยากรณ์และความสามารถในการใช้งานทั่วไปสูงที่สุดด้วยความลำเอียงไม่มากเช่นกัน

11.3 การเปรียบเทียบระหว่างการพยากรณ์ด้วยเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลา

11.3.1 ความสามารถในการใช้งานทั่วไป

ในกลุ่มการพยากรณ์ด้วยเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้น แบบจำลอง BPN ที่พยากรณ์ล่วงหน้าได้ 1 เดือนจัดเป็นแบบจำลองที่ดีที่สุด ส่วนในกลุ่มการพยากรณ์ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลานั้น แบบจำลอง Additive HWS จัดเป็นแบบจำลองที่ดีที่สุดในพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี และแบบจำลอง BPN เป็นแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับการพยากรณ์ 1 เดือนล่วงหน้า จึงนำค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ของข้อมูลทุกชุดของแบบจำลองทั้ง 2 ประเภทมาเปรียบเทียบกันดังตารางที่ 11.9

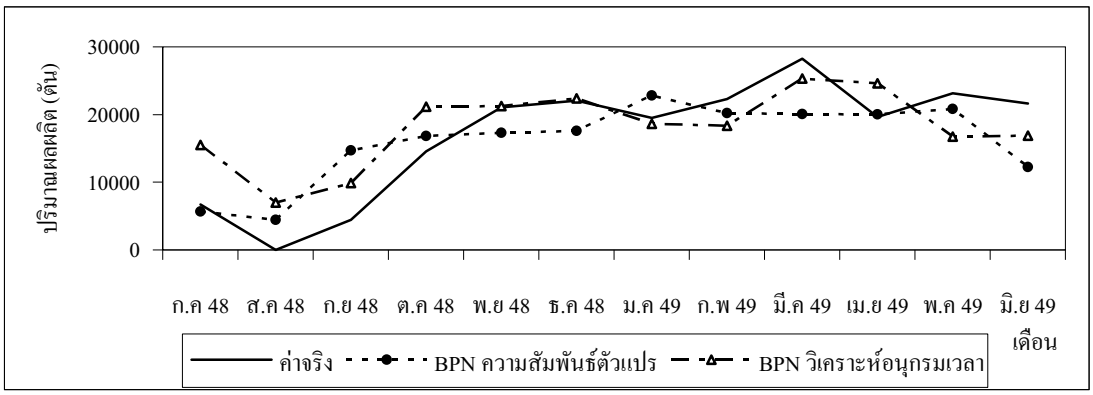
ตารางที่ 11.9 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE และ MAE ของแบบจำลองการพยากรณ์จากเทคนิคความสัมพันธ์ของตัวแปรและเทคนิคอนุกรมเวลา

เทคนิคการพยากรณ์	แบบจำลอง	ชุดข้อมูล	RMSE (ตัน)	MAE (ตัน)
ความสัมพันธ์ตัวแปร	BPN 56-11-13-1* ล่วงหน้า 1 เดือน	ชุดเรียนรู้	1,506	1,153
		ชุดทวนสอบ	5,437	4,307
วิเคราะห์อนุกรมเวลา	BPN 12-3-1* ล่วงหน้า 1 เดือน	ชุดเรียนรู้	1,922	1,557
		ชุดทดสอบ	3,555	2,870
	BPN 12-4-1* ล่วงหน้า 1 ปี	ชุดเรียนรู้	2,492	2,137
		ชุดทดสอบ	5,203	4,408
	Additive HWS ล่วงหน้า 1 ปี	ชุดเรียนรู้	2,645	2,353
		ชุดทดสอบ	4,120	3,606

หมายเหตุ * แสดงจำนวนนิวรอนในชั้นนำเข้า ชั้นซ่อน และชั้นผลลัพธ์

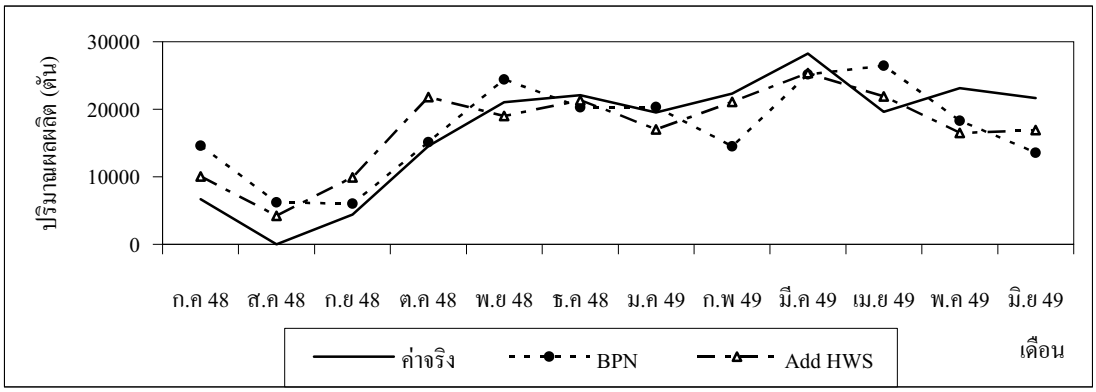
ผลการเปรียบเทียบพบว่าถ้าต้องการพยากรณ์ในระยะสั้น แบบจำลอง BPN ที่สร้างจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาให้ความถูกต้องในการใช้งานทั่วไปสูงกว่าแบบจำลอง BPN ที่สร้างจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร นั่นคือปัจจัยที่มีผลต่อค่าพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนมากที่สุด คือ ปริมาณผลผลิตก่อนหน้านั้น ปัจจัยการผลิตอื่น ๆ เช่น พื้นที่ในการเพาะปลูก ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และราคารับซื้อผลผลิตไม่ส่งผลต่อค่าพยากรณ์มากนัก แต่อย่างไรก็ตามในการวิจัยนี้มีข้อมูลจำกัดเพียง 4 ปี และแบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรนั้นมีตัวแปรนำเข้าจำนวนมาก (56 ตัวแปร) การมีข้อมูลในการเรียนรู้ที่มากกว่านี้อาจมีโอกาสเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์ให้สูงขึ้นได้ ในกรณีที่ต้องการพยากรณ์ในระยะยาวหรือล่วงหน้า 1 ปี แบบจำลอง Additive HWS ให้ความถูกต้องของการใช้งานทั่วไปดีที่สุด แต่ก็ไม่ต่างจากแบบจำลอง BPN มากนัก ซึ่งถ้ามีข้อมูลในการเรียนรู้ปริมาณมากกว่านี้ ก็มีโอกาสเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลอง BPN ได้เช่นกัน แต่อย่างไรก็ตาม แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปีนั้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายกว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนเนื่องจากสามารถกำหนดระยะเวลาการพยากรณ์ได้ทั้งการพยากรณ์ระยะสั้น (1 เดือน) ระยะกลาง (3-6 เดือน) และระยะยาว (1 ปี) แต่แบบจำลอง BPN สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนสามารถใช้พยากรณ์ในระยะสั้นเท่านั้น

การพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดกับปริมาณผลผลิตสับปะรดจริงของข้อมูลชุดทดสอบจากแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน (รูปที่ 11.5) พบว่า แบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาสามารถไล่ตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตสับปะรดได้ดีกว่าและสามารถพยากรณ์ไปในทิศทางเดียวกับข้อมูลจริงได้ดีกว่าแบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร



รูปที่ 11.5 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดทดสอบจากแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าพยากรณ์ปริมาณผลผลิตกับปริมาณผลผลิตจริงของข้อมูลชุดทดสอบจากแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี (รูปที่ 11.6) พบว่า แบบจำลอง Additive HWS ไล่ตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณผลผลิตได้สอดคล้องกับแนวโน้มจริงมากกว่าแบบจำลอง BPN



รูปที่ 11.6 การเปรียบเทียบระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ของปริมาณผลผลิตสับปะรดของข้อมูลชุดทดสอบจากแบบจำลองที่ใช้ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี

11.3.2 ความถูกต้องของการพยากรณ์ในการใช้งานจริง

ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในรูปค่าเฉลี่ยร้อยละของค่าความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean absolute percentage error; MAPE) ของข้อมูลชุดทดสอบระหว่างแบบจำลองที่สร้างจากเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเป็นดังตารางที่ 11.10

ตารางที่ 11.10 การเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนในรูป MAPE ระหว่างแบบจำลองการพยากรณ์จากเทคนิคความสัมพันธ์ของตัวแปรและเทคนิคอนุกรมเวลาของข้อมูลชุดทดสอบ

เทคนิคการพยากรณ์	แบบจำลอง	MAPE (%)
ความสัมพันธ์ตัวแปร	BPN ล่วงหน้า 1 เดือน	22.30
วิเคราะห์อนุกรมเวลา	BPN ล่วงหน้า 1 เดือน	5.92
	BPN ล่วงหน้า 1 ปี	9.10
	Additive HWS ล่วงหน้า 1 ปี	13.01

ค่า MAPE จากการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลามีค่าต่ำกว่าเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรประมาณ 2 เท่า และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าความคลาดเคลื่อนที่บริษัทกรณีศึกษายอมรับได้คือ 15% แล้วพบว่าแบบจำลองที่ใช้เทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลานั้นผ่านเกณฑ์ยอมรับของบริษัทกรณีศึกษาทั้ง 3 แบบจำลอง โดยเฉพาะแบบจำลอง BPN ที่ใช้พยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนให้ความคลาดเคลื่อนต่ำที่สุดคือร้อยละ 6 รองลงมาคือแบบจำลอง BPN ที่ใช้ในการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปีที่ร้อยละ 9 และแบบจำลอง Additive HWS ที่ร้อยละ 13 เป็นที่น่าสังเกตว่าการใช้ความคลาดเคลื่อนในรูป MAPE นั้นส่งผลให้เกิดการขัดแย้งกับผลการเปรียบเทียบในรูป RMSE และ MAE ทั้งนี้เนื่องจาก MAPE เป็นตัววัดแบบสัมพัทธ์ (Relative measure) ค่าของ MAPE จะขึ้นกับขนาดของปริมาณผลผลิตที่แท้จริง ถ้าหากแบบจำลองใดพยากรณ์ผิดพลาดในข้อมูลที่ค่าจริงมีค่าน้อยจะส่งผลให้ค่า MAPE สูงมากได้ ดังนั้นการคัดเลือกแบบจำลองจึงควรใช้เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนในรูป RMSE หรือ MAE เนื่องจากเป็นตัววัดแบบสัมบูรณ์ (Absolute measure)

11.3.3 การวิเคราะห์ความลำเอียง

ผลการเปรียบเทียบความลำเอียงของแบบจำลองเป็นดังตารางที่ 11.11 พบว่า ค่าความลำเอียงในรูป B_f ของแบบจำลองจากเทคนิคความสัมพันธ์ตัวแปรและเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลาโดยรวมมีค่ามากกว่า 1 แสดงว่าโดยเฉลี่ยแบบจำลองทั้งสองประเภทพยากรณ์ค่าผลลัพธ์ได้สูงกว่าผลลัพธ์ที่แท้จริง (Overestimate) จึงควรระมัดระวังในการใช้ผลพยากรณ์เพื่อการตัดสินใจ

ตารางที่ 11.11 ค่าความลำเอียงของแบบจำลองจากการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองจากเทคนิคความสัมพันธ์ตัวแปรและเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลา

แบบจำลอง	รูปแบบข้อมูล	ชุดข้อมูล	B_f
ความสัมพันธ์ตัวแปร	BPN ล่วงหน้า 1 เดือน	ชุดเรียนรู้	1.320
		ชุดทดสอบ	0.985
		ทุกชุดข้อมูล	1.153
อนุกรมเวลา	BPN ล่วงหน้า 1 เดือน	ชุดเรียนรู้	1.090
		ชุดทดสอบ	0.991
		ทุกชุดข้อมูล	1.041
	BPN ล่วงหน้า 1 ปี	ชุดเรียนรู้	1.270
		ชุดทดสอบ	1.002
		ทุกชุดข้อมูล	1.136
	Additive HWS ล่วงหน้า 1 ปี	ชุดเรียนรู้	1.104
		ชุดทดสอบ	1.060
		ทุกชุดข้อมูล	1.082

11.4 สรุปและข้อเสนอแนะ

การเปรียบเทียบแบบจำลองพยากรณ์ด้วยเทคนิควิเคราะห์อนุกรมเวลา ระหว่าง แบบจำลอง BPN แบบจำลองของบ๊อกซ์และเจนกินส์ และแบบจำลองวิธีปรับเรียบเอ็กโปแนน-เชียลแบบโฮลท์และวินเทอร์ (HWS) ด้วยการใช้ข้อมูลนำเข้าคือปริมาณผลผลิตสับปะรด (ตัน) รายเดือนย้อนหลัง 12 เดือน และตัวแปรผลลัพธ์คือปริมาณผลผลิตสับปะรดของเกษตรกรภายใต้ระบบตลาดข้อตกลงของบริษัท พบว่า ในกลุ่มของแบบจำลองสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปีนั้น แบบจำลอง Additive HWS มีความถูกต้องและความสามารถในการพยากรณ์ทั่วไป สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณผลผลิตสับปะรดได้ดีที่สุดโดยให้ค่าความคลาดเคลื่อนในรูป MAE ของข้อมูลชุดทดสอบเท่ากับ 3,606 ตัน แต่การพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนจะให้ความถูกต้องในการพยากรณ์มากกว่าการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 ปี ซึ่งแบบจำลอง BPN สำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือนที่ดีที่สุดให้ค่าความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลชุดทดสอบในรูป MAE เท่ากับ 2,870 ตัน

การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์ระหว่างแบบจำลองเทคนิคความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมจัดทำในรูปของการพยากรณ์ระยะสั้นและระยะยาว สำหรับการพยากรณ์ระยะสั้นคือ 1 เดือนล่วงหน้า แบบจำลอง BPN ที่สร้างขึ้นจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาให้ผล

การพยากรณ์ที่ถูกต้องที่สุด โดยแบบจำลองนี้มีโครงสร้างและพารามิเตอร์ในการเรียนรู้ดังนี้คือหน่วยข้อมูลนำเข้าคือ 12 หน่วย หน่วยซ่อน 3 หน่วย และหน่วยผลลัพธ์ 1 หน่วย ที่อัตราการเรียนรู้ของชั้นซ่อนเท่ากับ 0.25 ค่าโมเมนตัม 0.4 กฎการเรียนรู้แบบ Extended delta bar delta rule และฟังก์ชั่นกระตุ้นแบบไฮเปอร์โบลิกแทนเจนท์ และรอบการเรียนรู้เท่ากับ 64,600 รอบ ส่วนการพยากรณ์ระยะยาวซึ่งสามารถใช้กับแบบ จำลองที่สร้างขึ้นจากเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาเท่านั้น โดยแบบจำลองที่ดีที่สุดคือแบบจำลอง Additive HWS ที่มีพารามิเตอร์เหมาะสมดังนี้คือ α เท่ากับ 0.454 ค่า β เท่ากับ 0.001 และ ค่า γ เท่ากับ 0.001 ซึ่งแบบจำลองทั้ง 2 ประเภทนี้ให้ค่าความคลาดเคลื่อนในรูป MAPE ประมาณ 6% และ 13% ตามลำดับ จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การยอมรับของบริษัทกรณีศึกษากำหนดไว้ 15%

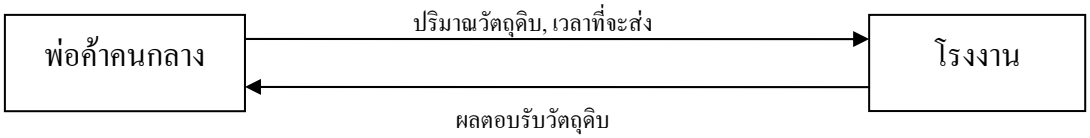
บทที่ 12 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศกับโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

12.1 การติดต่อสื่อสารเพื่อการจัดการข้อมูลการเพาะปลูกสับปะรดของเกษตรกรลูกไร่

การติดต่อสื่อสารระหว่างโรงงานกับ เกษตรกรที่มีข้อตกลง (Contract Farming) เกษตรกรอิสระ และ พ่อค้าคนกลางผู้รวบรวมวัตถุดิบของบริษัทกรณีศึกษามีรูปแบบต่าง ๆ มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

12.1.1 การติดต่อสื่อสารระหว่างผู้รวบรวมสับปะรดกับโรงงาน และ/หรือเกษตรกรทั่วไปที่ไม่ได้ทำสัญญาล่วงหน้ากับโรงงาน

รูปแบบของการติดต่อสื่อสารระหว่างเกษตรกรอิสระ และผู้รวบรวมสับปะรดจะเป็นในรูปแบบแจ้งราคารับซื้อให้แก่เกษตรกรอิสระและผู้รวบรวมสับปะรด โดยเกษตรกรอิสระและผู้รวบรวมจะตอบตกลงในด้านราคา และยืนยันปริมาณสับปะรดรวมทั้งกำหนดนำสับปะรดเข้าแก่โรงงาน ดังแสดงในรูปที่ 12.1



รูปที่ 12.1 Context diagram การติดต่อสื่อสารระหว่างพ่อค้าคนกลางกับโรงงาน

12.1.2 การติดต่อสื่อสารระหว่างเกษตรกรที่ทำสัญญาล่วงหน้ากับโรงงาน

การทำสัญญาล่วงหน้ากับเกษตรกรของบริษัทกรณีศึกษานั้น ทางบริษัทกรณีศึกษาต้องการข้อมูลส่วนตัวและการติดต่อของเกษตรกรรวมถึงข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรผู้นั้น โดยมีรายละเอียดที่ต้องการ คือ ข้อมูลเกษตรกร ได้แก่ หมายเลขสมาชิก ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่ และข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกสับปะรด ได้แก่ หมายเลขแปลง ชื่อแปลง ประเภทแปลง (แปลงตอ แปลงใหม่) พื้นที่ จำนวนต้น วันที่ปลูก ปลูกด้วยหน่อ/จุก และขนาด แถวที่ปลูก (แถวเดี่ยว แถวคู่) โดยเจ้าหน้าที่ส่งเสริมจะให้สมุดคู่มือสมาชิก ส่งเสริมปลูกสับปะรด เพื่อให้เกษตรกรกรอกข้อมูลข้างต้น และเก็บไว้กับตัวเกษตรกรเอง โดยแบ่งจำนวนเกษตรกรในพื้นที่เพาะปลูกที่ทางทีมส่งเสริมเข้าถึงได้ ออกเป็น 4 พื้นที่ ทั้งหมด 7 เขต แบ่งออกเป็น

พื้นที่ที่ 1 ในเขต 1 โดยมีแผนการจัดหาวัตถุดิบจำนวนทั้งสิ้น 31,000 ตันในปี 2549
พื้นที่ที่ 2 ในเขต 2 โดยมีแผนการจัดหาวัตถุดิบจำนวนทั้งสิ้น 37,500 ตันในปี 2549
พื้นที่ที่ 3 ในเขต 7 โดยมีแผนการจัดหาวัตถุดิบจำนวนทั้งสิ้น 24,400 ตันในปี 2549
พื้นที่ที่ 4 ในเขต 4 ถึง 6 โดยมีแผนการจัดหาวัตถุดิบจำนวนทั้งสิ้น 68,500 ตันในปี 2549

ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ ทางโรงงานกำหนดให้ทางเจ้าหน้าที่ส่งเสริมในการเข้าติดตามการเพาะปลูกสับปะรดของลูกไร่ให้เป็นไปตามมาตรฐานการเกษตรที่ดี (GAP) โดยจะแบ่งเกษตรกรเป็นกลุ่มย่อยและทำการจัดกำหนดเวลาในการเข้าพบเกษตรกรเพื่อนัดหมายพบปะพูดคุย ตรวจสอบสถานะการปลูกสับปะรด รวมถึงให้คำแนะนำแก่เกษตรกรแต่ละกลุ่มย่อยให้ได้ประมาณเดือนละครั้ง ข้อมูลสำคัญที่ต้องตรวจสอบให้ครบถ้วนคือ ข้อมูลกำหนดเวลาในการปลูก และบังคับผลของแต่ละพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรแต่ละราย เพื่อเป็นข้อมูลในการกำหนดแผนการจัดหาวัตถุดิบทั้งหมดในพื้นที่ที่รับผิดชอบ

สรุปภาพการไหลของข้อมูลของกระบวนปัจจุบันในการจัดการข้อมูลการเพาะปลูกสับปะรดของเกษตรกรลูกไร่ ของบริษัทกรณีศึกษา ได้ดังรูปที่ 12.2

รูปที่ 12.2 Context diagram การดำเนินงานของทีมส่งเสริมการเกษตร

รายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินงานของทีมส่งเสริมการเกษตรของบริษัทกรณีศึกษาในปัจจุบันแสดงดังรูปที่ 12.3

ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก

เกษตรกรทำการระบุข้อมูลเกษตรกร ได้แก่ หมายเลขสมาชิก, ชื่อ-นามสกุล, ที่อยู่ และข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกสับปะรด ได้แก่ หมายเลขแปลง ชื่อแปลง ประเภทแปลง (แปลงตอ แปลงใหม่) พื้นที่ จำนวนต้น วันที่ปลูก ปลูกด้วยหน่อ/จุก และ ขนาด แถวที่ปลูก (แถวเดี่ยว แถวคู่) ในสมุดคู่มือสมาชิกส่งเสริมปลูกสับปะรด

ขั้นตอนการตรวจสอบสถานะการเพาะปลูกเพื่อการให้คำแนะนำ

เจ้าหน้าที่ส่งเสริมทำการตรวจสอบข้อมูลการปลูกสับปะรดของเกษตรกรจากการพูดคุยและข้อมูลในสมุดคู่มือสมาชิก พิจารณาสภาพแวดล้อมและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกแล้วให้คำแนะนำแก่เกษตรกรแต่ละราย

ขั้นตอนการปรับปรุงข้อมูลสถานะการเพาะปลูก

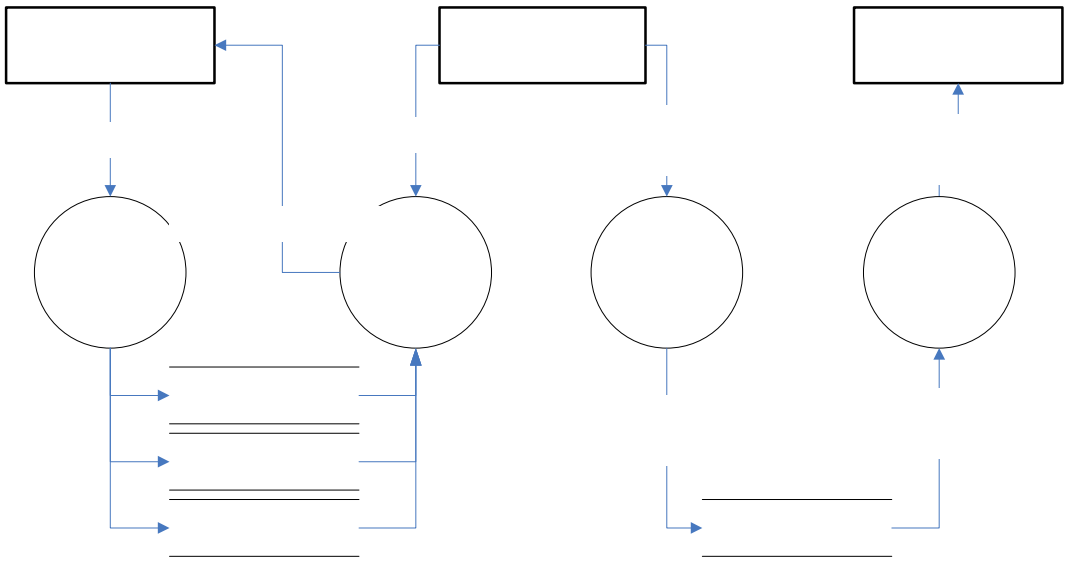
หากเกษตรกรพบว่า มีการเพิ่มเติม เปลี่ยนแปลง ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกของตน หรือ จากขั้นตอนการตรวจสอบสถานการณ์เพาะปลูกเพื่อการให้คำแนะนำ หากพบว่ามีการระบุข้อมูลไม่ถูกต้องหรือต้องมีการเปลี่ยนแปลงกำหนดการเพาะปลูกเนื่องด้วยปัจจัยใดๆก็ตาม จะแจ้งให้เกษตรกรหรือทำการแก้ไขข้อมูลในสมุดสมาชิก

ขั้นตอนการประเมินผลผลิตของเกษตรกรลูกไร่ที่คาดว่าจะได้

เจ้าหน้าที่ส่งเสริมทำการรวบรวมข้อมูลปริมาณผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับในเขตพื้นที่ของตนเพื่อทำการอัพเดทข้อมูลในระบบของโรงงาน

ขั้นตอนการออกรายงานปริมาณวัตถุดิบทั้งหมด

เจ้าหน้าที่โรงงานทำการออกรายงานปริมาณผลผลิตทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาที่คาดว่าจะได้จากข้อมูลล่าสุดในระบบของโรงงาน



รูปที่ 12.3 Data Flow Diagram (level1) การดำเนินงานของทีมส่งเสริมการเกษตร

ประเด็นปัญหาที่พบ

ข้อมูลการเพาะปลูกของเกษตรกรแต่ละรายไม่ถูกต้อง ส่วนใหญ่เกิดจากเกษตรกรไม่ทำการระบุหรือปรับปรุงให้ถูกต้อง ไม่ได้แจ้งการเปลี่ยนแปลงให้แก่เจ้าหน้าที่ส่งเสริมทราบ บางส่วนเกิดจากความผิดพลาดในการคีย์ข้อมูลเข้าระบบของเจ้าหน้าที่ของโรงงาน ค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูลของพนักงานส่งเสริม

12.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยี SMS (Short Message Service) ผ่าน GSM Modem กับการจัดการข้อมูลการเพาะปลูกสับปะรดของเกษตรกรลูกไร่

12.2.1 แนวทางการประยุกต์ใช้โปรแกรมการรับส่งข้อความ SMS

จากขั้นตอนการจัดการข้อมูลการเพาะปลูกสับปะรดของเกษตรกร Contract Farming หรือเกษตรกรลูกไร่ข้างต้น พบว่า ปัจจัยหนึ่งที่ควรมีการปรับปรุงและพัฒนาคือการนำมาตรฐานเกษตรดีที่เหมาะสม (GAP) มาใช้ เพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพ แนวทางหนึ่งที่จะช่วยกระตุ้นเตือนให้เกษตรกรได้ปฏิบัติตาม GAP คือ การสื่อสารแจ้งเตือนให้เกษตรกรแต่ละรายทราบถึงงานที่ควรดำเนินการในเวลาที่เหมาะสมตามขั้นตอน GAP จึงได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการแจ้งเตือนตามขั้นตอนตามมาตรฐานการเกษตรที่ดีตามพื้นที่เพาะปลูกของเกษตรกรแต่ละราย โดยจำนวนเกษตรกรลูกไร่ทั้งสิ้นมีประมาณ 900 คน เพื่อศึกษาถึงความเป็นไปได้ในเบื้องต้นของการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ติดต่อกับเกษตรกรลูกไร่ คณะผู้วิจัย ได้ทำการสำรวจเกษตรกรทั้งสิ้น 67 ราย เพื่อทราบถึงความสามารถเข้าถึงระบบโทรศัพท์ต่าง ๆ จากผลสำรวจพบว่า 92.54% ของเกษตรกรมีโทรศัพท์มือถือใช้ ในขณะที่ 6.52% ของเกษตรกรมีโทรศัพท์บ้าน มีการใช้งาน SMS ประมาณ 13% ที่มีโทรศัพท์พื้นฐานเพียง 6.5% แม้ว่าเกษตรกรที่มีคอมพิวเตอร์เป็นของตัวเองประมาณ 20.41% แต่ไม่มีการใช้งาน Internet เลย (0 %) หมายความว่า แนวทางในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้กับกลุ่มเกษตรกร จึงมีความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับโทรศัพท์มือถือมากที่สุด รายละเอียดของผลการสำรวจแสดงในตารางที่ 12.1

ตารางที่ 12.1 ผลสำรวจเทคโนโลยีสารสนเทศของเกษตรกร

เรื่อง	จำนวนเกษตรกร	ผลการสำรวจ	เป็นสัดส่วน
Operator โทรศัพท์บ้านที่ใช้งาน(TOT, TT&T)	46	TOT = 3	**6.5217 %**
มีคอมพิวเตอร์เป็นของตัวเอง (Yes/No)	49	Yes = 10	**20.4082 %**

เรื่อง	จำนวนเกษตรกร	ผลการสำรวจ	เป็นสัดส่วน
ชั่วโมงการใช้งาน Internet ต่อเดือน (ชั่วโมง)	46	0	**0 %**
มีโทรศัพท์มือถือ	67	Yes = 62	**92.5373 %**
Operator มือถือที่ใช้งาน(AIS, DTAC, Orange, Hutchitson)	48	AIS =44 DTAC = 3 Hutch = 1	**AIS = 91.6667 %** **DTAC = 6.25 %** **Hutch = 2.0833 %**
มีการใช้งาน SMS หรือไม่ในช่วงที่ผ่านมา	46	ใช้งาน = 6	**13.0435 %**

12.2.2 เทคโนโลยีสารสนเทศ SMS

เทคโนโลยี SMS (Short Message Service) เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานระบบ GSM (Global System for Mobile Communication) ในเฟสที่ 1 เชื่อกันว่า SMS ข้อความแรกถูกส่งจากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลไปยังมือถือในเครือข่ายของ Vodafone GSM ในประเทศอังกฤษ เมื่อประมาณปลายปี 2535 SMS เป็นเทคโนโลยีในการรับส่งข้อความระหว่างมือถือ เกิดขึ้นครั้งแรกในปี 2535 แถบทวีปยุโรป เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานระบบ GSM (Global System for Mobile Communication) ตั้งแต่ยุคแรกๆ จากนั้น มันถูกนำมารวมเข้ากับเทคโนโลยีไร้สายอื่นอีก ได้แก่ CDMA และ TDMA. สำหรบระบบ GSM และ SMS ถูกพัฒนาขึ้นโดย ETSI (European Telecommunications Standards Institute) ซึ่งปัจจุบัน 3GPP (Third Generation Partnership Project) เป็นผู้รับผิดชอบในการพัฒนาและกำหนดมาตรฐานระบบ GSM และ SMS

จากชื่อของเทคโนโลยี SMS ที่มาจากคำว่า "Short Message Service" คือ ข้อความที่ใช้ในการรับส่งจะมีขนาดจำกัด ในข้อความ SMS หนึ่งกำหนดให้มีขนาดไม่เกิน 140 bytes (ไม่เกิน 1120 bits) ดังนั้น ในหนึ่งข้อความ SMS สามารถประกอบด้วย

- 160 ตัวอักษร ถ้าเป็นตัวอักษรที่เป็น 7-bit Encoding Character (7-bit Character Encoding ใช้สำหรับตัวอักษรลาติน เช่น อักษรภาษาอังกฤษ)
- 70 ตัวอักษร ถ้าเป็นตัวอักษรที่เป็น 16-bit Unicode UCS2 Encoding Character (16- bit Character Encoding ใช้สำหรับตัวอักษรที่ไม่ใช่ตัวอักษรลาติน เช่น อักษรภาษาไทย อักษรภาษาจีน)

ข้อความ SMS สามารถรองรับได้หลากหลาย มันสามารถรองรับได้ทุกภาษาที่เป็น Unicode (ภาษาไทยก็เป็น Unicode) รวมถึงรองรับภาษาอาหรับ ภาษาจีน ภาษาญี่ปุ่น และ ภาษาเกาหลีนอกจาก

ตัวอักษรแล้ว SMS ยังสามารถรับส่งข้อมูลที่เป็น Binary Data ได้ มันสามารถส่งริงโทน ภาพ โลโก้ พื้นหลัง (Wallpapers) ภาพเคลื่อนไหว Business Cards และค่าติดตั้ง WAP Configurations ได้

จุดเด่นหนึ่งของ SMS คือ สามารถใช้ได้ 100% กับโทรศัพท์มือถือในระบบ GSM โดยผู้ให้บริการเครือข่ายไร้สายได้รวมบริการนี้ไว้ด้วย ซึ่งเป็นบริการที่มีค่าใช้จ่ายน้อย และเครื่องโทรศัพท์ทุกรุ่นรองรับการทำงานของบริการนี้ แตกต่างจากเทคโนโลยีอื่น เช่น WAP หรือ Mobile Java ซึ่งโทรศัพท์มือถือรุ่นเก่าจะไม่รองรับ

12.2.3 สิ่งที่ทำให้บริการรับส่งข้อความ SMS ประสบความสำเร็จทั่วโลก

บริการรับส่งข้อความ SMS ถือเป็นนวัตกรรมที่ประสบความสำเร็จในการนำมาใช้งาน มีการรับส่งข้อความ SMS จำนวนมหาศาลในแต่ละวัน บริการรับส่งข้อความ SMS ในปัจจุบันถือเป็นรายได้หลักหนึ่งของผู้ให้บริการเครือข่ายไร้สาย ได้มีการวิเคราะห์เหตุผลที่ทำให้บริการ SMS ได้รับความนิยมมากเช่นปัจจุบัน ดังนี้

<u>ข้อความ SMS สามารถส่งและรับได้ตลอดเวลา (Messages can be Sent and Read at Any Time)</u>

ในปัจจุบันนี้ แทบทุกคนจะมีโทรศัพท์มือถือติดตัว ซึ่งสามารถที่จะส่งและรับข้อความ SMS ได้ตลอดเวลา ไม่ว่าคุณจะอยู่ในที่ทำงาน ระหว่างเดินทาง หรือ ที่บ้าน

<u>ข้อความ SMS สามารถส่งให้กับโทรศัพท์มือถือที่ไม่อยู่ในเครือข่ายได้</u>

เราสามารถส่งข้อความ SMS ให้กับเพื่อนหรือผู้ร่วมงาน แม้ว่าเพื่อนหรือผู้ร่วมงานจะปิดเครื่องโทรศัพท์มือถือไว้ หรือไม่อยู่ในพื้นที่รับสัญญาณเครือข่ายไร้สายของผู้ให้บริการ เพราะเมื่อ เปิดเครื่อง หรือเข้ามาในพื้นที่สัญญาณเครือข่ายไร้สาย ระบบ SMS ในระบบเครือข่ายไร้สายจะทำการจัดส่งข้อความ SMS ที่ยังไม่ได้ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์มือถือ ซึ่งจะถูกเก็บไว้ชั่วคราวที่ระบบ และเมื่อเครือข่ายพบเครื่องปลายทางในเครือข่ายแล้ว ระบบจะนำส่งไปยังโทรศัพท์มือถือนั้นต่อไปโดยอัตโนมัติ ต่างจากการโทรที่เครื่องปลายทางต้องอยู่ในเครือข่าย จึงจะสามารถติดต่อได้

<u>โทรศัพท์มือถือในระบบ GSM ทั้งหมด รองรับเทคโนโลยี SMS และสามารถรับส่งข้อความ SMS ข้ามเครือข่ายผู้ให้บริการที่ต่างกันได้</u>

เทคโนโลยี SMS เป็นเทคโนโลยีที่ถึงจุดอิ่มตัวแล้ว โทรศัพท์มือถือในระบบ GSM ทั้งหมดรองรับเทคโนโลยีนี้ และ จากมาตรฐานที่ระบบ GSM ทำให้สามารถรับส่งข้อความ SMS ทั้งภายในเครือข่ายเดียวกันและข้ามเครือข่ายได้

Wireless Applications อื่นๆ สามารถเชื่อมต่อเทคโนโลยี SMS

- โทรศัพท์มือถือในระบบ GSM ทั้งหมดรองรับเทคโนโลยี SMS ดังนั้นการสร้าง Wireless Applications บนเทคโนโลยี SMS สามารถขยายกลุ่มลูกค้าที่สามารถใช้งานได้
- ข้อความ SMS สามารถรับส่งข้อมูล binary ทำให้สามารถใช้ในการรับส่งข้อมูลอื่น ๆ เช่น ริงโทน โลโก้ พื้นหลัง (Wallpapers) ภาพเคลื่อนไหว, Business Cards, Calendar Entries ได้
- บริการ SMS รองรับการเรียกเก็บค่าใช้บริการย้อนหลัง (Reverse Billing) ซึ่งสะดวกต่อการจ่ายค่าบริการ ยกตัวอย่าง สมมติว่าคุณต้องการ Download ริงโทน ซึ่งมีการคิดค่าใช้จ่ายจากการ Download แต่ละริงโทน ทางเลือกหนึ่งในการเรียกเก็บคือ การเรียบเก็บค่าบริการย้อนหลังของหมายเลขโทรศัพท์ที่ทำการ Download ซึ่งจะได้ข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์นี้จากผู้ให้บริการเครือข่ายไร้สาย

12.2.4 ตัวอย่าง SMS Application

การรับส่งข้อความระหว่างบุคคล (Person-to-person SMS messaging)

การส่งข้อความ SMS ระหว่างบุคคล ถือเป็น SMS Messaging Application พื้นฐาน และเป็นวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาเทคโนโลยี SMS Chat Application เป็นอีกประเภทหนึ่งของ SMS Messaging Application ที่ใช้สำหรับการรับส่งข้อความระหว่างบุคคล ที่อนุญาตให้กลุ่มบุคคลแลกเปลี่ยนข้อความต่อกันตามลำดับเวลาในการรับส่ง

การอัพเดทข้อมูลข่าวสาร (Provision of Information)

การรับส่งข้อความ SMS ปัจจุบันที่นิยมกันมาก คือ การส่งข้อมูลขข่าวสารผ่านมือถือ ผู้ให้บริการข้อมูลข่าวสาร (Content Providers) อาศัยเทคโนโลยี SMS ในการส่งข้อมูลข่าวสารใหม่ ได้แก่ ข่าว การพยากรณ์อากาศ ราคาค่าเงิน แก่สมาชิก บางบริการข้อมูลคิดค่าใช้จ่าย การเรียกเก็บค่าใช้บริการย้อนหลังถูกนำมาใช้ในการคิดเงินของผู้ให้บริการข้อมูลเหล่านี้

การดาวน์โหลด (Downloading)

เนื่องจากข้อความ SMS สามารถรับส่งข้อมูล Binary ได้ดังนั้นจึงสามารถนำมาใช้ในการดาวน์โหลดข้อมูลผ่าน SMS ได้ เช่น ริงโทน, ภาพ นั้นสามารถรับส่งในหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งข้อความ SMS ได้และการเรียกเก็บค่าใช้บริการย้อนหลังถูกนำมาใช้ในการคิดเงินของผู้ให้บริการข้อมูลเหล่านี้

<u>การแจ้งเตือนและการแจ้งตามกำหนดเวลา (Alerts and Notifications)</u>

เทคโนโลยี SMS เหมาะกับการส่งข้อความแจ้งเตือนหรือแจ้งข้อมูลตามกำหนดเวลาหรือเหตุการณ์ที่ต้องการ สาเหตุหลัก 2 เรื่องคือ

1. โทรศัพท์มือถือเป็นอุปกรณ์ที่พกติดตัว ทำให้สามารถตรวจสอบข้อมูลการแจ้งเตือนได้ทันที
2. เทคโนโลยี SMS เป็น “Push” Model คือ เมื่อถึงเวลาที่ต้องการจึงมีการส่งข้อความ SMS แจ้งเตือนจากศูนย์กลาง ซึ่งต่างจาก "Pull" Model ในกรณีของ “Pull” Model ของระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไป คือ เครื่องปลายทางต้องมีตารางเวลา (Schedule) ในการเข้าไปตรวจสอบข้อมูลจากศูนย์กลางเป็นระยะๆ ทำให้สิ้นเปลือง Bandwidth และทรัพยากรของระบบในการตรวจสอบมากกว่า

ตัวอย่างระบบการแจ้งเตือนผ่าน SMS

E-mail, Fax and Voice Message Notifications

ระบบการแจ้งเตือนเมื่อมี E-mail ที่มีฟังก์ชันในการส่งข้อความแจ้งเตือนผ่าน SMS ด้วยนั้น เซิร์ฟเวอร์กลางจะส่งข้อความ SMS เมื่อพบว่ามี E-mail ข้าวของผู้ใช้แต่ละท่าน ซึ่งใน SMS จะมีระบุถึง E-mail Address ของผู้ส่ง, ชื่อเรื่อง และข้อมูลใน E-mail บรรทัดแรก ๆ ซึ่งระบบดังกล่าวอาจอนุญาตให้ผู้ใช้กำหนดเงื่อนไขในการส่งข้อความ SMS แจ้งเตือนในกรณีพิเศษได้ เช่น กำหนดให้ส่งข้อความ SMS แจ้งเตือนเฉพาะ E-mail ที่ส่งมาจากบุคคลสำคัญหรือ มีข้อความบางอย่างในชื่อเรื่อง ในทำนองเดียวกัน เราสามารถนำมาใช้กับแฟกซ์หรือ voice message ได้

E-commerce and Credit Card Transaction Alerts

ระบบการแจ้งเตือนผ่าน SMS เมื่อมีรายการใช้จ่ายผ่านบริการพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ หรือ ผ่านบัตรเครดิต บัตรเดบิต ทำให้ลูกค้าทราบถึงการใช้จ่ายได้ทันที เพื่อประโยชน์ในการทราบข้อมูลในกรณีที่มีการลักลอบใช้บัตรเครดิตผิดวัตถุประสงค์ได้ทันที

Stock Market Alerts

ระบบการแจ้งเตือนของการซื้อขายหลักทรัพย์ ทำหน้าที่ติดตามและวิเคราะห์หลักทรัพย์ เมื่อพบว่ามีหลักทรัพย์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้สามารถกำหนดให้ระบบส่งข้อความ SMS แจ้งเตือนแก่สมาชิกทันที

Remote System Monitoring

ระบบติดตามระยะไกล ทำหน้าที่ติดตามสถานะของระบบจากระยะไกล เมื่อพบเหตุการ์ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้สามารถกำหนดให้ระบบส่งข้อความ SMS แจ้งเตือนแก่ผู้ดูแลระบบทันที เช่น เมื่อระบบไม่สามารถให้บริการได้ปกติ กำหนดให้มีการแจ้งเตือนไปยังผู้ดูและระบบให้ทำการตรวจสอบ

<u>การทำการตลาดผ่านข้อความ SMS (SMS Marketing)</u>

การรับส่งข้อความ SMS สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือทางการตลาดได้ ตัวอย่างเช่น ระบบการแจ้งข้อมูลข่าวสารแก่สมาชิก เมื่อมีสมาชิกใหม่ทำการลงทะเบียนเข้าระบบ สมาชิกจะได้รับข้อความ SMS แจ้งข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ของบริษัท หรือสามารถรับข้อแนะนำจากสมาชิกเพิ่มเติมผ่านช่องทางนี้ หรือแจ้งข้อมูลข่าวสารช่องทางในการรับทราบข้อมูลเพิ่มเติมได้จากที่ใด เป็นต้น ทำให้การส่งข้อมูลข่าวสารทางการตลาดสามารถจัดส่งไปยังผู้รับได้อย่างรวดเร็ว และสะดวกมาก ในลักษณะเดียวกันกับการส่งอีเมล์ ทำให้เป็นช่องทางทางการตลาดอีกช่องทางหนึ่งที่ได้รับ ความนิยมอย่างยิ่งในขณะนี้

12.3 การพัฒนาระบบการรับส่งข้อความ SMS4SCM

ทางทีมงานวิจัยได้พัฒนาระบบ SMS4SCM ซึ่งเป็นระบบตัวอย่างที่ใช้ในการส่งข้อความ SMS ให้กับกลุ่มเกษตรกร รวมถึงกลุ่มบุคคลอื่นในโซ่อุปทาน โดยสามารถกำหนดตารางเวลาในการส่งตามกำหนดเวลาที่ต้องการ รวมถึงสามารถกำหนดตารางเวลาสำหรับขั้นตอนการปลูกสับปะรด ตามมาตรฐานการเกษตรที่ดี เพื่อให้ระบบทำการตั้งตารางเวลาในการส่งข้อความ SMS ในการแจ้งเตือนงานตามขั้นตอนการปลูกสับปะรดตามมาตรฐานการเกษตรที่ดีให้กับเกษตรที่มีการปลูกสับปะรดในระยะเวลาที่แตกต่างกันได้อย่างเหมาะสม และโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมดังกล่าวแก่โซ่อุปทานอื่น ที่มีลักษณะเดียวกันได้

12.3.1 คุณสมบัติของระบบงาน (System Specification)

จากการรวบรวมความต้องการ ได้กำหนดคุณสมบัติหลักของระบบงานนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 งาน คือ

1. งานผู้ดูแลระบบ ได้แก่ การจัดการข้อมูลผู้ใช้งานระบบ การกำหนดค่าตั้งระบบ
2. งานจัดการข้อมูลบุคคล, กลุ่มบุคคลที่เกี่ยวข้องกับเราในโซ่อุปทาน ไม่ว่าจะเป็น เกษตรกร ผู้ผลิต คู่ค้า หรือลูกค้า เพื่อการส่งข้อความ SMS ตามกำหนดที่เราต้องการส่ง
3. งานในการกำหนดตารางเวลาและรายละเอียดข้อความในการส่งข้อความ SMS โดยสามารถกำหนดตารางเวลาในกรณีต่างๆ ดังนี้
    a. การแจ้งข้อมูลสำคัญของโรงงานแก่กลุ่มเกษตรกรที่ต้องการ
    b. การกำหนดตารางเวลาการแจ้งเตือนตามขั้นการการเพาะปลูกสับปะรดตามมาตรฐานการเกษตรที่ดี
4. งานการออกรายงาน

งานพื้นฐานการใช้งานระบบของผู้ใช้งานระบบแต่ละราย ได้แก่ การเปลี่ยนรหัสผ่าน, การออกจากโปรแกรมของผู้ใช้นั้นๆ หรือ การปิดโปรแกรม สำหรับสิทธิ์การใช้งานระบบ ได้แบ่งออกเป็น 4 สิทธิแตกต่างกัน ได้แก่

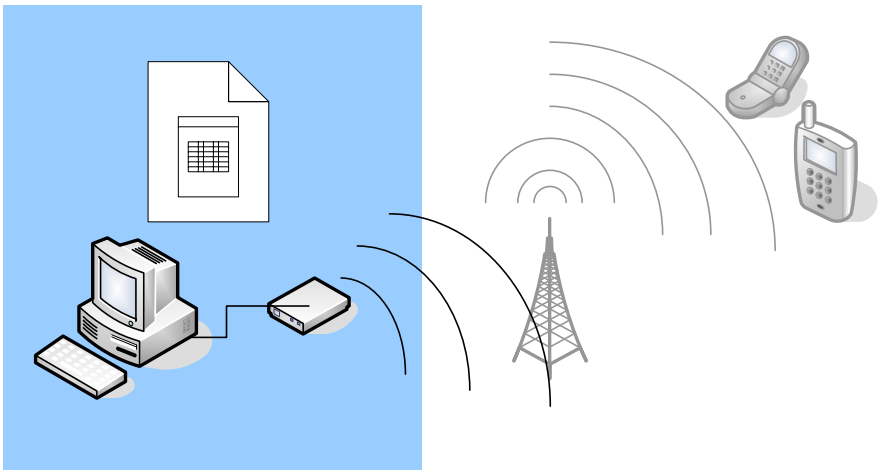
1.	Administrators	มีสิทธิในการเข้าถึงเมนูทั้งหมดของระบบ
2.	Approvers	มีสิทธิเข้าถึงทุกเมนู ยกเว้นเฉพาะเมนู Admin ในส่วนการจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบ และส่วนการกำหนดค่าตั้งระบบ
3.	Creators	มีสิทธิเข้าถึงทุกเมนู ยกเว้นเฉพาะเมนู Admin ในส่วนการจัดการข้อมูลผู้ใช้ระบบ และส่วนการกำหนดค่าตั้งระบบ และยกเว้นสิทธิ์การส่ง SMS
4.	Users	มีสิทธิเข้าถึงเฉพาะเมนู Reports

12.3.2 องค์ประกอบของระบบ และความต้องการทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware Requirement)

- เครื่องคอมพิวเตอร์ (เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลก็ได้ ไม่จำเป็นต้องเป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์)
    - CPU: Pentium II ขึ้นไป
    - Memory: 128 MB ขึ้นไป
    - OS: Windows 98, Windows NT ขึ้นไป
    - มีพอร์ตเชื่อมต่อไปยัง GSM Modem (ขึ้นอยู่กับประเภทพอร์ตของ GSM Modem ที่จะใช้งาน อาจเป็นพอร์ตอนุกรม (Serial port) หรือ พอร์ต USB เป็นต้น)

- GSM Modem และสายเชื่อมต่อ และต้องทราบหมายเลขพอร์ตที่ทำการเชื่อมต่อ
- SIM โทรศัพท์มือถือ ใช้ในการส่งข้อความ SMS

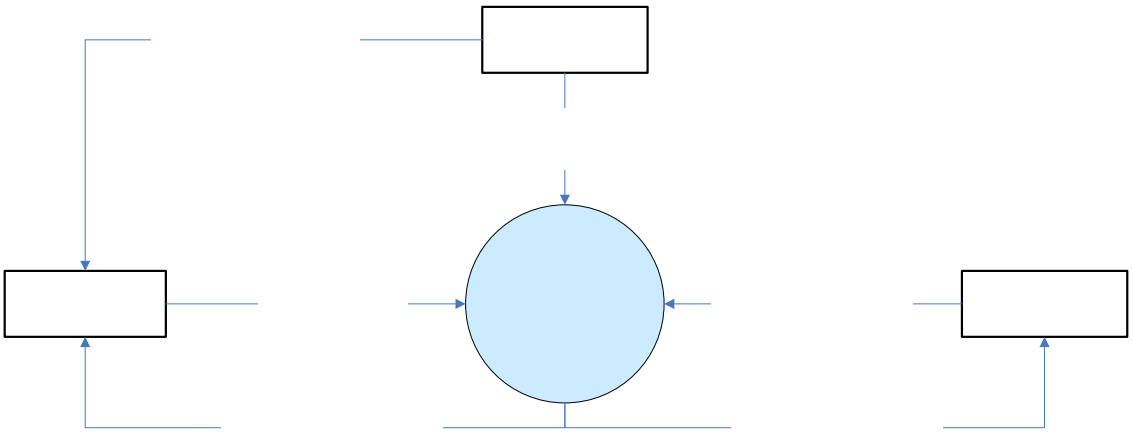
องค์ประกอบของระบบ SMS4SCM แสดงดังรูปที่ 12.4



รูปที่ 12.4 องค์ประกอบของระบบ SMS4SCM

12.3.3 รายละเอียดของระบบงาน (System diagram)

ประกอบด้วย Context Diagram และ Data Flow Diagram ระดับต่าง ๆ พร้อมทั้งคำอธิบายสำหรับละแผนภาพ ส่วนที่เป็นการรักษาความปลอดภัยให้อธิบายเป็นหัวข้อหนึ่งในการออกแบบระบบงาน ไม่ต้องแสดงเป็นกระบวนการ (Process) หนึ่งในระบบ สรุปภาพการไหลของข้อมูลของกระบวนปัจจุบันในการจัดการข้อมูลการเพาะปลูกสับปะรดของเกษตรกรลูกไร่ ของบริษัทกรณีศึกษา ได้ดังรูปที่ 12.5



รูปที่ 12.5 Context diagram การทำงานของระบบ SMS4SCM และผู้ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนการทำงานของระบบ SMS4SCM สามารถสรุปได้ดังรูปที่ 12.6 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ขั้นตอนการบันทึกข้อมูลพื้นที่เพาะปลูก

เกษตรกรทำการระบุข้อมูลเกษตรกร ได้แก่ หมายเลขสมาชิก, ชื่อ-นามสกุล ที่อยู่ และข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกสับปะรด ได้แก่ หมายเลขแปลง ชื่อแปลง ประเภทแปลง (แปลงตอ แปลงใหม่) พื้นที่ จำนวนต้น วันที่ปลูก ปลูกด้วยหน่อ/จุก และ ขนาด แถวที่ปลูก (แถวเดี่ยว แถวคู่) โดยแจ้งให้กับตัวแทนหรือเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร เจ้าหน้าที่ส่งเสริมทำการประเมินปริมาณวัตถุดิบที่คาดว่าจะได้รับแล้วทำการบันทึกข้อมูลเข้าระบบ ระบบจะบันทึกข้อมูลทั้งหมด พร้อมไปกำหนดตารางเวลาในการแจ้งเตือนงานการปลูกสับปะรดตามมาตรฐานการเกษตรที่ดี ให้สอดคล้องกับเวลาในการปลูกที่ได้รับแจ้ง ผ่านเมนู Profiles > Farmers รายละเอียดศึกษาจากคู่มือการใช้งานระบบ

ขั้นตอนการตรวจสอบสถานะการเพาะปลูกเพื่อการให้คำแนะนำ

เจ้าหน้าที่ส่งเสริมทำการตรวจสอบข้อมูลการปลูกสับปะรดของเกษตรกรจากข้อมูลพื้นที่ปลูกและพิจารณาสภาพแวดล้อมและปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกแล้วให้คำแนะนำแก่เกษตรกรแต่ละราย ผ่านเมนู Profiles > Farmers รายละเอียดศึกษาจากคู่มือการใช้งานระบบ

ขั้นตอนการปรับปรุงข้อมูลสถานะการเพาะปลูก

หากเกษตรกรพบว่า มีการเพิ่มเติม, เปลี่ยนแปลง ข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกของตน หรือ จากขั้นตอนการตรวจสอบสถานการณ์เพาะปลูกเพื่อการให้คำแนะนำ หากพบว่ามีการระบุข้อมูลไม่ถูกต้องหรือต้องมีการเปลี่ยนแปลงกำหนดการเพาะปลูกเนื่องด้วยปัจจัยใดๆก็ตาม จะแจ้งให้เกษตรกรตรวจสอบหรือทำการแก้ไขข้อมูล โดยแจ้งให้กับตัวแทนหรือเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตรทำการแก้ไขข้อมูลในระบบ ผ่านเมนู Profiles > Farmers รายละเอียดศึกษาจากคู่มือการใช้งานระบบ

ขั้นตอนการกำหนดตารางเวลาการเพาะปลูกตามมาตรฐานการเกษตรที่ดี (GAP)

เจ้าหน้าที่โรงงานหรือเจ้าหน้าที่ส่งเสริมทำการกำหนด Template ตารางเวลาขั้นตอนการปลูกสับปะรดตามมาตรฐานการเกษตรที่ดี ผ่านเมนู SMS > Pineapple GAP และ SMS > Messages และสามารถกำหนดตารางเวลาการส่ง SMS เป็นกลุ่มบุคคลได้โดยกำหนดสมาชิกของกลุ่มบุคคลผ่านเมนู Profiles > Groups รายละเอียดศึกษาจากคู่มือการใช้งานระบบ

ขั้นตอนการกำหนดตารางเวลาอื่นๆ

เจ้าหน้าที่โรงงานหรือเจ้าหน้าที่ส่งเสริมทำการ ตารางเวลา ผ่านเมนู SMS > Schedules และ SMS > Messages และสามารถกำหนดตารางเวลาการส่ง SMS เป็นกลุ่มบุคคลได้โดยกำหนดสมาชิกของกลุ่มบุคคลผ่านเมนู Profiles > Groups รายละเอียดศึกษาจากคู่มือการใช้งานระบบ

ขั้นตอนการส่ง SMS ตามตารางเวลาที่สอดคล้อง

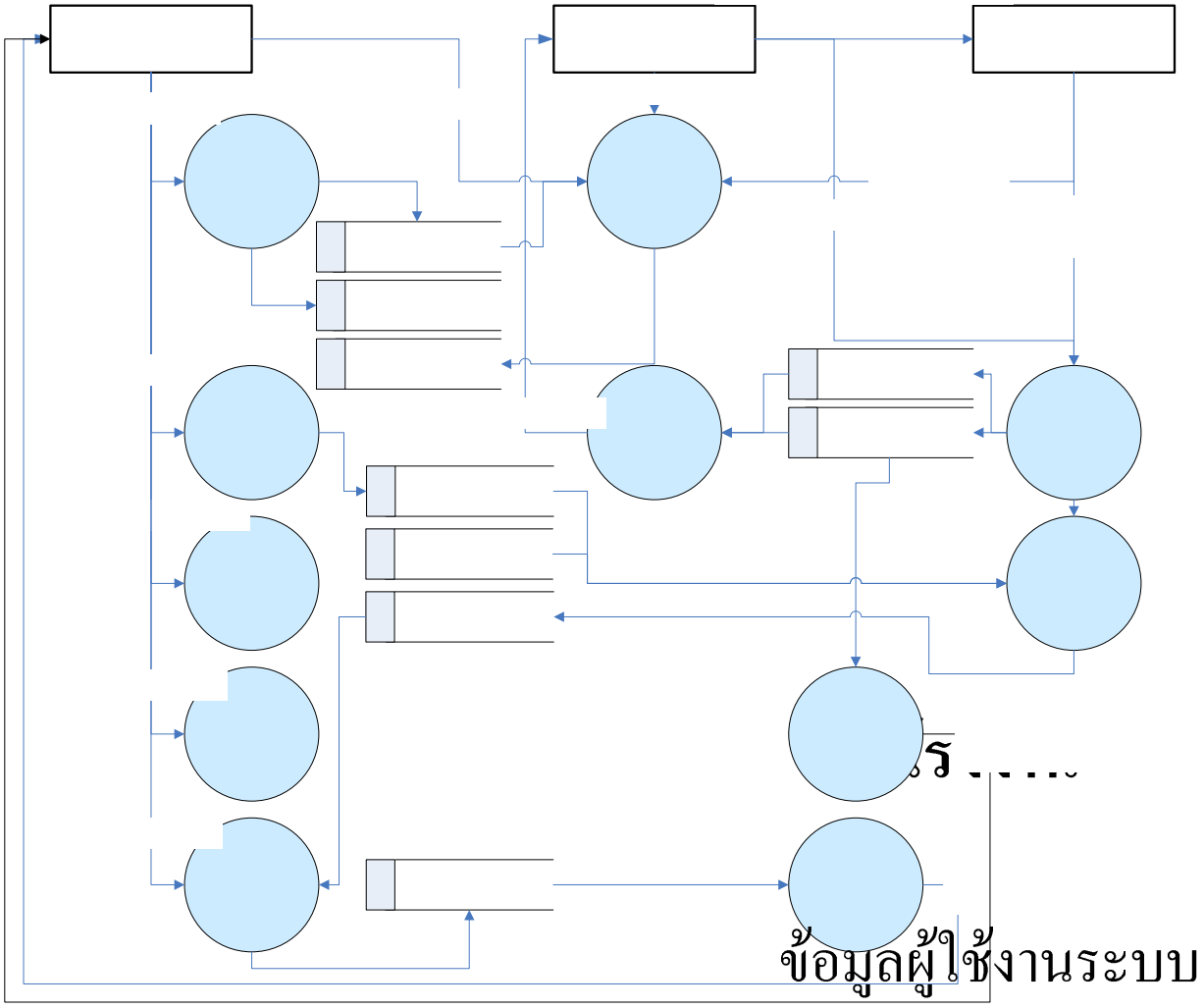
เจ้าหน้าที่โรงงานที่มีสิทธิ์เป็น Approver ขึ้นไป ทำการอนุญาตให้ระบบส่งข้อความ SMS ตามการคัดกรองตารางเวลาที่สอดคล้องกับวันดำเนินการ ผ่านเมนู SMS > Daily Operation รายละเอียดศึกษาจากคู่มือการใช้งานระบบ

ขั้นตอนการออกรายงานปริมาณวัตถุดิบทั้งหมด

เจ้าหน้าที่โรงงานทำการออกรายงานปริมาณผลผลิตทั้งหมดในแต่ละช่วงเวลาที่คาดว่าจะได้จากข้อมูลล่าสุดในระบบผ่านเมนู Reports > Estimated Pineapples รายละเอียดศึกษาจากคู่มือการใช้งานระบบ

ขั้นตอนการออกรายงานการส่ง SMS

เจ้าหน้าที่โรงงานทำการออกรายงานการส่งข้อความ SMS ในแต่ละช่วงเวลาที่คาดว่าจะได้จากข้อมูลล่าสุดในระบบผ่านเมนู Reports > Transaction Reports รายละเอียดศึกษาจากคู่มือการใช้งานระบบ



รูปที่12.6 Data Flow Diagram (level1) การทำงานของระบบ SMS4SCM และผู้ที่เกี่ยวข้อง

12.3.4 ข้อจำกัดของระบบงาน (System Limitation)

1. เนื่องจากเทคโนโลยี SMS มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนตัวอักษรที่ใช้ในการรับส่งข้อความ ระบบนี้จะมีข้อจำกัดดังกล่าวด้วยเช่นกัน

2. การที่ระบบจะส่งข้อความตามตารางเวลาที่กำหนดขึ้นไว้ได้ในแต่ละวัน ต้องอาศัยเจ้าหน้าที่ในการเข้าระบบเพื่อส่งข้อความอย่างน้อยวันละครั้ง โดยการกดปุ่ม **Approve and Send Today SMS Records**

3. การกำหนดตารางเวลาที่ต่อเนื่องที่เป็น Template ของขั้นตอนการปลูกสับปะรดตามมาตรฐานการเกษตรที่ดี ต้องมีการกำหนดโดยผู้เชี่ยวชาญ และมีการทบทวนให้มีความทันสมัยอยู่เสมอ

4. ไม่สามารถตรวจสอบการส่งข้อความ SMS ที่ไม่สำเร็จ ในกรณีที่ปลายทางมีการเปลี่ยนแปลงหมายเลขของผู้รับได้ ต้องมีการทบทวนความถูกต้องของข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์มือถืออย่างสม่ำเสมอ

12.3.5 คู่มือการใช้งานระบบ (User and Administration Manual)

รายละเอียดดังภาคผนวก จ

12.3.6 ค่าใช้จ่ายของระบบ

ค่าใช้จ่ายของระบบ ประกอบด้วย

1. ค่าใช้จ่ายคงที่ ได้แก่ ค่าอุปกรณ์ต่างๆ กล่าวคือ ค่าใช้จ่ายการใช้งานคอมพิวเตอร์ ค่า Software License ต่างๆ ซึ่งสามารถใช้คอมพิวเตอร์ปัจจุบันที่มี License แล้วก็ได้ ค่าใช้จ่ายด้านการพัฒนาระบบ และค่า GSM Modem สำหรับราคา GSM Modem ณ เดือนเมษายน 2550 อยู่ที่ระดับ 5,992 – 9,095 บาท

2. ค่าใช้จ่ายผันแปร ได้แก่ ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างเจ้าหน้าที่ ค่าการส่งข้อความ SMS ซึ่งขึ้นอยู่กับโปรโมชั่นของ SIM ที่ใช้งาน

12.4 แนวทางการพัฒนาในอนาคต

การพัฒนาระบบ SMS4SCM จุดประสงค์ให้เป็นโปรแกรมตัวอย่างในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการสื่อสารระหว่างโรงงาน กับ เกษตรกร เพื่อศึกษาถึงผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น ในเบื้องต้นจึงพัฒนามาในรูปแบบ Stand Alone Application ติดต่อกับ GSM Modem ทำให้มีค่าใช้จ่ายในการส่งต่อข้อความที่สูง และมีข้อจำกัดของความสามารถของอุปกรณ์โมเด็ม โดยใช้เวลาในการส่ง

ข้อความ ช่วงเวลาหนึ่ง ดังนั้น จึงได้เสนอแนวทางในการพัฒนาระบบในอนาคตเพิ่มเติม หากมีการนำไปใช้งานในปริมาณมาก ดังนี้

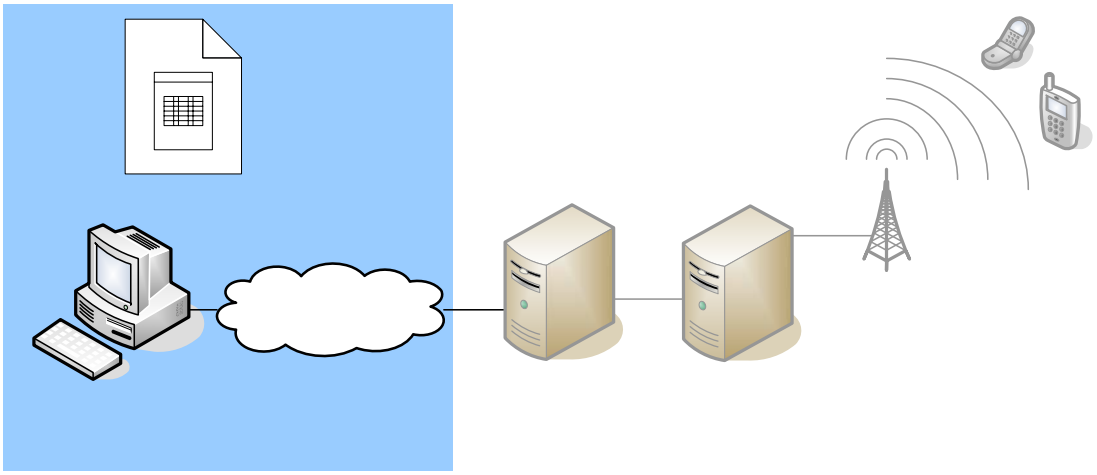
12.4.1 SMS Gateway integration

แนวทางการพัฒนาระบบให้เชื่อมต่อกับ SMS Gateway เพื่อใช้บริการการส่งข้อความ SMS ผ่าน SMS Gateway โดยมีองค์ประกอบของระบบ ดังนี้

1. ระบบ SMS4SCM ที่ได้พัฒนาโมดูลการเชื่อมต่อกับ SMS Gateway (SMS4SCM Software with SMS Gateway Integration Module)

2. การเชื่อมต่อไปยัง SMS Gateway ผ่านเครือข่ายอินเตอร์เน็ต (Internet Connection)

3. SMS Gateway ซึ่งจะมีการติดต่อกับ SMSC ซึ่งทำหน้าที่ในการรวบรวมและส่งต่อ SMS ของ Mobile Operator ต่อไป



รูปที่ 12.7 องค์ประกอบของระบบ SMS4SCM ผ่าน SMS Gateway

โดยระบบนี้เหมาะสำหรับในกรณีที่มีการส่งข้อความ SMS มากๆ เนื่องจากราคาต่อหน่วยการส่งข้อความต่ำกว่าแนวทางแรก

ค่าใช้จ่ายของระบบ ประกอบด้วย

1. ค่าใช้จ่ายคงที่ ได้แก่ ค่าใช้จ่ายการใช้งานคอมพิวเตอร์ ค่า Software License ต่างๆ ซึ่งสามารถใช้คอมพิวเตอร์ปัจจุบันที่มี License แล้วก็ได้ ค่าใช้จ่ายด้านการพัฒนาระบบ สำหรับแนวทางนี้ไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายในด้านเครื่อง GSM Modem เพราะใช้บริการผ่าน SMS Gateway แต่มีค่าใช้จ่ายด้านการเชื่อมต่อ Internet เพื่อเชื่อมต่อไปยัง SMS Gateway แทน

2. ค่าใช้จ่ายผันแปร ได้แก่ ค่าไฟฟ้า ค่าจ้างเจ้าหน้าที่ และค่าบริการส่งข้อความ SMS ผ่าน SMS Gateway ราคาต่อข้อความขึ้นอยู่กับผู้ให้บริการ SMS Gateway แต่ละหลัก ประกอบด้วยค่าใช้จ่ายต่อไปนี้

- ค่าบริการแรกเข้า ตั้งแต่ 1,000 บาทเป็นต้นไป
- ค่าบริการส่งข้อความ SMS ขั้นต่ำข้อความละ 0.75 บาท ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อความ SMS ที่ส่งในช่วงเวลาที่ตกลง เช่น ส่งขั้นต่ำ ปีละ 10,000 ข้อความ ข้อความละ 0.75 บาท

12.4.2 Internet Solution

หากในอนาคต โครงสร้างพื้นฐานทางด้านเทคโนโลยีสารสนเทศที่รองรับเพียงพอ ไม่ว่าจะเป็นเครือข่ายโทรศัพท์พื้นฐาน โทรศัพท์มือถือ อินเตอร์เน็ต และ ผู้ที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่อุปทานมีทักษะในการใช้งานเทคโนโลยีสารสนเทศแล้ว ลักษณะการทำงานของระบบสามารถปรับให้อยู่ในรูปแบบที่มีการประสานงานกันของผู้ที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานทั้งหมดได้ อาจอยู่ในรูปแบบที่มีผู้ดำเนินการหลัก ได้แก่

1. กลุ่มผู้รวบรวมผลผลิต (Collector) เป็นผู้ประสานงานหลักในการรวบรวมผลผลิตจากเกษตรกร เพื่อนำส่งยังโรงงาน เนื่องด้วยพบว่าค่าใช้จ่ายด้านการขนส่งสับปะรดโดยตัวเกษตรกรเองค่อนข้างสูง และจะเห็นว่าการอาศัยผู้รวบรวมผลผลิตในการขนย้ายผลผลิตนั้นได้ประสิทธิภาพและต้นทุนที่ดีกว่า และอาจเลือกเป็นกลุ่มเริ่มต้นของการเป็นกลุ่มหลักในการจัดการการดำเนินงานในโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง โดยกลุ่มนี้อาจเป็นผู้วางแผนร่วมกับเกษตรกรในการกำหนดลำดับการเก็บเกี่ยวและกำหนดแผนการและเส้นทางในการรวบรวมผลผลิต
2. กลุ่มโรงงานผู้ผลิตสับปะรดกระป๋อง (Manufacturer) เป็นเจ้าของระบบให้บริการด้านข้อมูลการผลิต เพื่อให้เกษตรกรทราบถึงราคาผลผลิตแบบเรียลไทม์ และให้บริการข้อมูลข่าวสารที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานให้สอดคล้องกันระหว่างโรงงาน กับเกษตรกรที่ตกลงสัญญาล่วงหน้า ทำให้ลักษณะขึ้นอยู่กับแต่ละโรงงานเป็นหลักในการกำหนดทิศทางการดำเนินงาน
3. ภาครัฐ (Governance) เป็นผู้ให้บริการด้านข้อมูลการผลิตของโรงงานที่ขึ้นทะเบียนและให้ความร่วมมือในภาพรวมของผลผลิตทั้งประเทศ เพื่อออกมาตรการหรือจัดระเบียบการปลูกสับปะรดได้ ทั้งในส่วนการขึ้นทะเบียนโรงงาน เกษตรกร กำหนดทิศทาง นโยบาย และมาตรการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องได้

บทที่ 13
สรุปและวิเคราะห์ผล

ในบทนี้เป็นการสรุปและวิเคราะห์ผลของงานวิจัย โดยจะเริ่มต้นจากการสรุปสิ่งที่ค้นพบจากการวิจัย ตั้งแต่สภาพการณ์ของโซ่อุปทาน จุดอ่อนและจุดแข็งของแต่ละผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโซ่อุปทานโดยจะแบ่งแยกตามประเด็นทางด้านความต้องการ (Demand) ด้านอุปสงค์ (Supply) และด้านกระบวนการ (Process) การวิเคราะห์ต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทาน จากนั้นจะวิเคราะห์ถึงนโยบายของภาครัฐบาลที่ควรจะดำเนินการเพื่อเสริมสร้างศักยภาพทางการแข่งขันให้แก่อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องของไทยต่อไป

13.1 สถานการณ์โซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

จากการวิจัยเชิงสำรวจและการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในโซ่อุปทานสับปะรดกระป๋องของไทย คณะผู้วิจัยพบว่า โซ่อุปทานของอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องของไทย สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ ดังนี้

13.1.1 โซ่อุปทานของโรงงานขนาดเล็ก

ประกอบด้วยผู้ที่เกี่ยวข้องคือ เกษตรกรอิสระ ผู้รวบรวมสับปะรด แผงปอกและสับสับปะรด โรงงานแปรรูปสับปะรดกระป๋อง และผู้แทนการค้า (Trader) โดยเกษตรกรอิสระจะส่งสับปะรดสดให้แก่แผงปอก/สับ เพื่อทำการปอกและสับสับปะรดให้เป็นชิ้นๆ ตามความต้องการโรงงานขนาดเล็กที่ไม่มีเครื่องจักรในการปอก/สับสับปะรด จากนั้นโรงงานจะนำสับปะรดที่ปอก/สับแล้วเข้าสู่กระบวนการแปรรูปเป็นสับปะรดกระป๋องต่อไป และจัดส่งไปยังลูกค้า โดยผู้แทนการค้าจะเป็นผู้ประสานงานในการจัดการขนส่ง

สถานการณ์ของโซ่อุปทานของโรงงานขนาดเล็ก สามารถสรุปได้ดังนี้

จุดแข็ง

ด้านอุปสงค์

- ปริมาณสับปะรดที่ได้เพียงพอกับความต้องการของโรงงานเนื่องจากสับปะรดที่โรงงานขนาดเล็กต้องการ จะเป็นสับปะรดที่มีขนาดผลเล็ก และไม่ต้องการสับปะรดที่มีเนื้อสีสวย ซึ่งต่างจากสับปะรดที่โรงงานขนาดใหญ่ต้องการ จึงทำให้มีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของลูกค้า

- ทำให้เกษตรกรอิสระที่ปลูกสับปะรดไม่ได้ขนาด มีช่องทางในการระบายผลผลิตที่ไม่สามารถขายได้ในราคาดีให้โรงงานใหญ่ แทนที่จะนำผลผลิตเหล่านี้ไปทำเป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ซึ่งไม่ได้ราคา
- สร้างงานให้แก่ประชากรในระดับรากแก้ว ในการหารายได้จากการรับปอกและสับสับปะรด

ด้านกระบวนการ

- โรงงานขนาดเล็กมีระบบการผลิตที่ถูกต้องตามข้อกำหนด HACCP และ GMP

จุดอ่อน

ด้านความไม่แน่นอนด้านความต้องการ

- โรงงานขนาดเล็ก มักไม่สามารถติดต่อลูกค้าได้โดยตรง ต้องอาศัยผู้แทนการค้า ทำให้ไม่สามารถทราบความต้องการและวางแผนการผลิตที่แน่นอนล่วงหน้าได้ เป็นการผลิตเมื่อได้รับคำสั่งซื้อเท่านั้น
- ไม่มีอำนาจในการต่อรองราคา ทำให้บางครั้งต้องรับผลิตทั้งที่แทบจะไม่มีกำไร แต่ต้องทำเพื่อให้มีเงินหมุนเวียนและมีงานให้แก่พนักงานในโรงงาน

ด้านความไม่แน่นอนด้านอุปสงค์

- กระบวนการปอกและสับ ส่วนใหญ่ยังไม่ถูกต้องตามหลักสุขอนามัย ซึ่งแผงปอก/สับควรจะต้องปฏิบัติตามมาตรฐาน Good Hygiene Practice (GHP)
- เกษตรกรอิสระยังไม่ปฏิบัติตามระเบียบของ GAP เนื่องจากมองไม่เห็นถึงประโยชน์ของการทำตาม GAP
- ไม่สามารถสร้างระบบตรวจสอบย้อนกลับได้ (Traceability) เพราะไม่มีระบบบันทึกการรับและจ่ายสับปะรดที่โรงงาน

ด้านความไม่แน่นอนด้านกระบวนการ

- ขาดแคลนแรงงานในโรงงานแปรรูป
- ไม่มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ เพราะไม่สามารถทราบความต้องการลูกค้าล่วงหน้าได้

13.1.2 โซ่อุปทานของโรงงานขนาดใหญ่

โซ่อุปทานของโรงงานขนาดใหญ่ที่เป็นกรณีศึกษาประกอบด้วยผู้ที่เกี่ยวข้องคือ เกษตรอิสระ เกษตรกรที่มีข้อตกลงร่วมกัน ผู้รวบรวมสับปะรด และโรงงานแปรรูปสับปะรดกระป๋องที่มีเครื่องจักรพร้อมบริบูรณ์ตั้งแต่กระบวนการปอก สับ และแปรรูป และมีการติดต่อกับลูกค้าทั้งโดยตรงและผ่านผู้แทนการค้า สถานการณ์ของโซ่อุปทานขนาดใหญ่ สามารถสรุปได้ดังนี้

จุดแข็ง

ด้านความต้องการของลูกค้า

- สามารถทราบความต้องการของลูกค้าล่วงหน้าได้ ทำให้สามารถวางแผนการผลิตเพื่อจัดสรรกำลังคน และ วัตถุดิบอื่นๆ สำหรับรองรับความต้องการสับปะรดได้

ด้านอุปสงค์

- มีเกษตรกรที่ทำข้อตกลงร่วมกันกว่าร้อยละ 80 และปฏิบัติตาม GAP เกือบทั้งหมด

ด้านกระบวนการ

- มีระบบการผลิตที่ถูกต้องตามข้อกำหนด HACCP, GMP, ISO 9000 และ ISO 14000
- มีการศึกษาวิจัย เพื่อพัฒนาสายพันธุ์สับปะรด
- มีระบบคอมพิวเตอร์ที่ดีในการเชื่อมโยงระบบการวางแผนการผลิตและการผลิตภายในโรงงานที่เชื่อมโยงกัน
- มีระบบตรวจสอบย้อนกลับได้ (Traceability) เพราะมีระบบบันทึกการรับผลิตและจ่ายสับปะรดอย่างเป็นขั้นตอน

จุดอ่อน

ด้านความไม่แน่นอนด้านอุปสงค์

- ความไม่แน่นอนของการเข้ามาของวัตถุดิบ ทั้งในแง่ของปริมาณและคุณภาพ ทั้งนี้เนื่องจากการพยากรณ์ปริมาณวัตถุดิบยังไม่เที่ยงตรงเท่าที่ควร
- ยังไม่สามารถควบคุมให้เกษตรกรอิสระปฏิบัติตาม GAP ได้
- ผู้รวบรวมสับปะรด ยังไม่ให้ความสำคัญว่า เกษตรกรแต่ละรายที่ส่งสับปะรดให้ปฏิบัติตาม GAP

ด้านความไม่แน่นอนด้านกระบวนการ

- ขาดแคลนแรงงานในโรงงานแปรรูป

13.2 ต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

จากการสำรวจข้อมูลต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องที่ประกอบด้วย เกษตรกร ผู้รวบรวมสับปะรด และ โรงงานแปรรูป สามารถสรุปรายละเอียดได้ดังนี้

13.2.1 ต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกร

ต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วน คือ เกษตรกรที่ขายสับปะรดให้แก่ผู้รวบรวม และเกษตรกรที่ขายสับปะรดส่งตรงไปยังโรงงาน เกษตรกรที่ขายสับปะรดส่งตรงไปยังโรงงานหรือเกษตรกรที่มีข้อตกลงร่วมกับโรงงานจะมีต้นทุนโลจิสติกส์คิดเป็น 19.41% ของต้นทุน

การเพาะปลูกสับปะรดทั้งหมด หรือคิดเป็น 0.723 บาทต่อกิโลกรัม โดยที่ต้นทุนเพาะปลูกเฉลี่ยเท่ากับ 3.72 บาทต่อกิโลกรัม โดยที่ต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนใหญ่จะตกไปอยู่ที่ค่าขนส่งคิดเป็น 0.478 บาทต่อกิโลกรัม หรือ 66.16% ของต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมด

ในขณะที่ต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรที่ขายส่งให้แก่ผู้รวบรวมสับปะรดคิดเป็น 0.245 บาทต่อกิโลกรัม หรือ 6.58% ของต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดทั้งหมด โดยต้นทุนโลจิสติกส์ส่วนใหญ่เป็นค่าการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และวัสดุ คิดเป็น 0.18 บาทต่อกิโลกรัม หรือ 73.61% ของต้นทุนโลจิสติกส์ของเกษตรกรทั้งหมด

จะเห็นได้ว่าต้นทุนโลจิสติกส์ที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรส่วนใหญ่จะเป็นค่าขนส่งหรือค่าการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และวัสดุ ซึ่งเมื่อพิจารณาจากสภาพการปฏิบัติงานพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ที่ทำการขนส่งไปยังโรงงานจะขนหรือบรรทุกสับปะรดเต็มคันรถเสมอ และถ้าหากเป็นการขายส่งให้แก่ผู้รวบรวมสับปะรดแล้ว ผู้รวบรวมสับปะรดจะเป็นผู้มารับสับปะรดในกรณีที่มีสับปะรดเป็นจำนวนมากที่สามารถจะบรรทุกได้เต็มคันรถได้ แต่ในกรณีที่มีปริมาณสับปะรดน้อยเกษตรกรจะใช้วิธีการขนส่งด้วยรถมอเตอร์ไซด์มายังผู้รวบรวม ซึ่งผู้รวบรวมจะได้ทำการขนส่งเป็นจำนวนมากหรือเต็มคันรถไปยังโรงงานต่อไป ดังจะเห็นได้ว่า การบริหารจัดการขนส่งของผู้รวบรวมและเกษตรกรอิสระนั้นเป็นในลักษณะ Hub and Spoke อยู่แล้ว

ดังนั้นการที่จะลดต้นทุนโลจิสติกส์จึงควรที่จะศึกษาถึงการใช้พลังงานทดแทนในการขนส่ง รวมทั้งการวางแผนจัดการในการสั่งซื้อปุ๋ยหรือสารเคมีต่างๆ ที่จะใช้ในการเพาะปลูกผ่านรูปแบบการจัดซื้อจัดหาที่ร่วมมือกันแบบเครือข่าย ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนทางด้านการจัดซื้อรวมทั้งต้นทุนในการถือครองปัจจัยเพื่อการผลิตได้

13.2.2 ต้นทุนโลจิสติกส์ของผู้รวบรวมสับปะรด

ผู้รวบรวมสับปะรดเปรียบเสมือน Third Party Logistics Service Provider ให้แก่โรงงานต่าง ๆ โดยทำหน้าที่ในการรวบรวมและส่งสับปะรดสดให้แก่โรงงาน ดังนั้นกิจกรรมของผู้รวบรวมสับปะรดส่วนใหญ่จึงเกี่ยวข้องกับกิจกรรมโลจิสติกส์ ในที่นี้ขอประเมินว่าต้นทุนโลจิสติกส์ของผู้รวบรวมสับปะรดเท่ากับต้นทุนการดำเนินงานของผู้รวบรวมสับปะรดนั่นเอง ต้นทุนโลจิสติกส์ของผู้รวบรวมสับปะรดคิดเป็น 0.363 บาทต่อกิโลกรัม โดยค่าขนส่งมีค่าสูงที่สุดคิดเป็น 0.270 บาทต่อกิโลกรัม หรือคิดเป็น 74.38% ของต้นทุนโลจิสติกส์ทั้งหมด อย่างไรก็ดีผู้รวบรวมสับปะรดได้มีรูปแบบการรวบรวมสับปะรดในลักษณะ Hub and Spoke อยู่แล้ว ทำให้การลดค่าขนส่งที่ทำได้อาจจะมองในภาพของการจัดเที่ยวรถให้ดี กล่าวคือ เมื่อบรรจุสับปะรดเต็มคันรถไปส่งโรงงานแล้ว หากสามารถบริหารจัดการให้ไปรับสับปะรดสดที่ไร่ที่ใกล้เคียง เพื่อทำการขนส่งรอบต่อไป หรือบรรทุกกลับมายังสถานที่รวบรวมสับปะรดก็จะสามารถลดต้นทุนค่าขนส่งต่อเที่ยวลงไปได้

13.2.3 ต้นทุนโลจิสติกส์ของโรงงานแปรรูปสับปะรด

จากการวิเคราะห์และรายงานของกรณีศึกษาที่ให้ต้นทุนโลจิสติกส์ออกมาในลักษณะเปอร์เซ็นต์ของแต่ละกิจกรรมโลจิสติกส์ โดยกิจกรรมที่ต้นทุนโลจิสติกส์สูงที่สุดคือ กิจกรรมการรับคำสั่งซื้อ และรองลงมาคือ กิจกรรมการขนส่ง โดยคิดเป็น 28.41% และ 22.53% ของต้นทุนโลจิสติกส์ของโรงงานแปรรูปทั้งหมดตามลำดับ

13.2.4 ต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทาน

เมื่อพิจารณาต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทาน จากหนึ่งในสมมติฐานของคณะผู้วิจัยคือต้นทุนโลจิสติกส์ของโรงงานคิดเป็น 15% ของต้นทุนโรงงานแปรรูปทั้งหมด เราจะได้ต้นทุนโลจิสติกส์ของ 2 กรณี คือ กรณีที่เกษตรกรเป็นเกษตรกรที่มีข้อตกลงร่วมและทำการขนส่งไปยังโรงงานโดยตรง กับกรณีที่ผู้รวบรวมเป็นผู้ขนส่งสับปะรดไปยังโรงงานได้ดังตารางที่ 13.1

ตารางที่ 13.1 ต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทาน ณ ต้นทุนโลจิสติกส์ของโรงงานแปรรูปคิดเป็น 15%

หน่วย : บาท/กิโลกรัม

กรณี	เกษตรกร	ผู้รวบรวม	โรงงาน	ต้นทุนรวม
เกษตรกรส่งเอง	0.723	-	14.97	15.693
มีผู้รวบรวม	0.245	0.363	14.97	15.581

ดังจะเห็นได้ว่าต้นทุนโลจิสติกส์ในกรณีที่มีผู้รวบรวมสับปะรดจะทำให้ต้นทุนโลจิสติกส์ของโซ่อุปทานมีมูลค่าต่ำกว่าต้นทุนโลจิสติกส์ที่เกษตรกรเป็นผู้ส่งไปยังโรงงาน เนื่องจาก Third Party Logistics Service Provider จะช่วยทำให้การรวบรวมและขนส่งถูกลง แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อให้เกิดความสมดุลระหว่างอุปสงค์และอุปทาน เกษตรกรควรจะเป็นเกษตรกรที่มีข้อตกลงร่วมกับโรงงานเพื่อวางแผนปริมาณสับปะรดให้สมดุลกับความต้องการของโรงงาน แต่อาจจะใช้ช่องทางของผู้รวบรวม เพื่อเป็นการรวบรวมปริมาณสับปะรดและขนส่งไปยังโรงงาน ทำให้เกษตรกรไม่มีความจำเป็นที่จะต้องลงทุนซื้อรถกระบะเอง หรือจ้างรถเหมาคันในราคาแพง แต่สามารถรวบรวมเกษตรกรหลาย ๆ รายเข้าด้วยกันเพื่อให้ผู้รวบรวมทำการรวบรวมสับปะรดส่งให้แก่โรงงานต่อไป

13.3 แนวทางในการพัฒนาโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง

ในการพัฒนาโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋องนั้น ผู้วิจัยขอนำเสนอแนวทางการพัฒนาโดยแบ่งเป็น การพัฒนาด้านอุปสงค์ การพัฒนาด้านกระบวนการ การพัฒนาด้านอุปทาน รวมทั้งการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ ดังนี้

13.3.1 แนวทางการพัฒนาด้านอุปสงค์

เพื่อให้อุปสงค์หรือปริมาณสับปะรดมีจำนวนที่เพียงพอ และถูกต้อง ตามความต้องการของตลาด รัฐบาลควรจะส่งเสริมสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

13.3.1.1 ส่งเสริมแนวทางการเพาะปลูกเพื่อเพิ่มรายได้และผลผลิตต่อไร่

ควรส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกแบบ 1 รุ่น (ปลูก 1 ครั้งแล้วเก็บผลผลิต 1 รุ่น) โดยส่งเสริมให้เกษตรกรมีการไถกลบดิน ให้ดินได้มีการพักตัว จะช่วยให้ดินมีคุณภาพและส่งเสริมการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ ปุ๋ยชีวภาพ หรือ ปุ๋ยคอก เพื่อทดแทนหรือลดปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีลง จะทำให้สับปะรดมีสารไนเตรทที่ลดลง ประกอบกับผลการศึกษาพบว่า การเพาะปลูกแบบ 1 รุ่น จะให้มูลค่าเทียบเท่าปัจจุบันสุทธิสูงที่สุด (NPV) คือเท่ากับ 52,931.92 บาทต่อไร่ (หรือเฉลี่ยเท่ากับ 8,821.89 บาทต่อไร่ต่อปี) เมื่อเปรียบเทียบกับการเพาะปลูกแบบ 2 รุ่น และ 3 รุ่น นอกจากนี้ การเปลี่ยนมาลงทุนปลูกสับปะรดแบบ 1 รุ่นแทนแบบ 3 รุ่น ยังทำให้ผลผลิตเฉลี่ยต่อไร่เพิ่มขึ้นอีกประมาณ 2 ตันต่อไร่ ส่งผลให้ปริมาณสับปะรดโรงงานในประเทศมีเพิ่มขึ้นอีกถึง 500,000 ตันต่อปี โดยประมาณ

13.3.1.2 ส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกตามระบบ GAP และเข้าเป็นเกษตรกรระบบ Contract Farming

ควรส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกตามระบบ GAP และเข้าเป็นเกษตรกรระบบ Contract Farming จากผลการวิจัยเชิงสำรวจพบว่า การเป็นเกษตรกรระบบ Contract Farming จะให้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 6.21 ตัน/ไร่ ในขณะที่เกษตรกรอิสระทั่วไปจะผลิตได้ 6.00 ตัน/ไร่ แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างนี้ยังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในขณะเดียวกัน เมื่อทำการทดสอบถึงปริมาณผลผลิตเฉลี่ย (ตัน/ไร่)ของเกษตรกรที่เพาะปลูกตามเกณฑ์ GAP พบว่าได้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 6.69 ตัน/ไร่ ในขณะที่เกษตรที่ไม่ได้เพาะปลูกตามเกณฑ์ GAP ได้ปริมาณผลผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 5.00 ตัน/ไร่ แต่อย่างไรก็ดีความแตกต่างนี้ยังไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ แต่สามารถสะท้อนให้เห็นได้ว่าน่าจะมีความแตกต่างกันระหว่างการเพาะปลูกตามระบบ GAP กับการเพาะปลูกแบบไม่อิงระบบ รวมทั้งผลผลิตที่ได้จากการเป็นเกษตรกรที่มีข้อตกลงกับเกษตรกรอิสระ ซึ่งหากต้องการขยายผลนี้ในเชิงรูปธรรมควรจะมีการทำวิจัยในมุมนี้เชิงลึกต่อไป

13.3.1.3 <u>ส่งเสริมให้เกษตรกรรวมตัวกันเป็นเครือข่าย</u>

จากผลการสำรวจพบว่าต้นทุนที่สูงที่สุดของการเพาะปลูกทั้งหมดคือกิจกรรมการใส่ปุ๋ย คิดเป็น 22.04% ของต้นทุนทั้งหมด โดยค่าปุ๋ยคิดเป็น 4,080.73 บาทต่อไร่ ในขณะที่ค่าจ้างแรงงานใส่ปุ๋ยเท่ากับ 728.95 บาทต่อไร่ โดยวิธีการใส่ปุ๋ยนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่ใส่มากเกินความจำเป็น นอกจากจะทำให้ต้นทุนการปลูกสับปะรดสูงแล้ว ยังมีผลทำให้ปริมาณสารไนเตรทที่ตกค้างในผลสับปะรดมีสูงเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดของโรงงาน ดังนั้นจึงควรสนับสนุนให้เกษตรกรรวมตัวกันเป็นเครือข่ายเพื่อให้ถ่ายทอดเทคนิคการเพาะปลูกสับปะรดที่เหมาะสม ประกอบเป็นการรวมตัวกันเพื่อรวมตัวกันสั่งซื้อปุ๋ยหรือสารเคมีอื่น ๆ ที่จำเป็น เช่น สารบังคับผล จะช่วยให้ต้นทุนการจัดซื้อจัดหา และต้นทุนการถือครองปุ๋ยและปัจจัยการผลิตต่าง ๆ ลดลงได้

รวมทั้งส่งเสริมให้มีการใช้ปุ๋ยชีวภาพ และพัฒนารูปแบบให้มีปุ๋ยชีวภาพที่มีประสิทธิผลและง่ายต่อการใช้งาน เพื่อลดสารตกค้าง ปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม และเป็นการลดต้นทุนด้านปุ๋ยเคมี ปัจจุบันมีผู้ผลิตปุ๋ยชีวภาพสำหรับสับปะรดแล้วแต่ยังไม่มีการพัฒนาให้ใช้งานง่าย และไม่มีรูปแบบการใช้และปริมาณที่ชัดเจน และยังไม่มีการรับรองผลอย่างและส่งเสริมอย่างเป็นทางการ จึงไม่เป็นที่แพร่หลาย อีกทั้งยังไม่สะดวกต่อการใช้เพราะต้องมีการผสมน้ำเพื่อฉีดพ่น

13.3.1.4 <u>ส่งเสริมให้เกษตรกร และผู้รวบรวมสับปะรดจดบันทึก</u>

เพื่อให้โรงงานแปรรูปสามารถวางแผนปริมาณสับปะรดเข้าโรงงานได้ถูกต้อง รัฐบาลควรส่งเสริมให้เกษตรกรทำการจดบันทึกการเพาะปลูก และการใส่ปุ๋ย หรือการบังคับดอกต่างๆ เพื่อจะเป็นข้อมูลส่งต่อให้กับโรงงานแปรรูปในการวางแผนผลิตได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ผู้รวบรวมสับปะรดควรจะทำการจดบันทึกการรับและจ่ายสับปะรดสดเพื่อทำให้ระบบตรวจสอบย้อนกลับเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

13.3.1.5 <u>ส่งเสริมหรือให้ความรู้แก่เกษตรกรผู้รวบรวมสับปะรดและโรงงานแปรรูปทางด้านการจัดการโซ่อุปทาน</u>

ควรส่งเสริมให้ความรู้แก่เกษตรกร ผู้รวบรวมสับปะรด และโรงงานแปรรูปถึงความหมายและความสำคัญของการจัดการโซ่อุปทาน และประโยชน์ของการเชื่อมโยงเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้า ให้เห็นถึงความสำคัญของความเชื่อมั่นและซื่อสัตย์ (Trust) ระหว่างสมาชิกภายในโซ่อุปทานกับขีดความสามารถในการแข่งขัน

13.3.1.6 <u>ส่งเสริมการเก็บข้อมูลปัจจัยการผลิตและการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรด</u>

ควรส่งเสริมการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดด้วยเทคนิคเชิงปริมาณ ซึ่งเทคนิคที่แนะนำคือการใช้แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับที่สร้างขึ้นจากการใช้ข้อมูลตัวแปรปัจจัยการผลิตได้แก่ พื้นที่เพาะปลูกสับปะรด ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิอากาศ ราคารับซื้อสับปะรดรายเดือนต่อเนื่องกันเป็นเวลา 14 เดือนก่อนการเก็บปริมาณผลผลิตสับปะรด และหากโรงงานแปรรูปสับปะรดมีเกษตรกรที่มีข้อตกลงร่วมอยู่มากก็เปรียบเสมือนได้มีการจดทะเบียนเกษตรกรไว้อย่างเป็นระบบ และหากผนวกกับมีการเก็บรวบรวมข้อมูลของการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้มีความสามารถในการพยากรณ์ผลผลิตสับปะรดที่ถูกต้อง สามารถนำไปใช้ในการวางแผนจัดหาวัตถุดิบและวางแผนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งแบบอย่างการพยากรณ์ปริมาณสับปะรดในรายงานฉบับนี้สามารถนำไปขยายผลในการพยากรณ์ปริมาณผลผลิตสับปะรดการเชิงมหภาคของประเทศได้

นอกจากนี้แบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียมแบบส่งถ่ายข้อมูลย้อนกลับ ชี้ให้เห็นว่าปัจจัยที่มีความสำคัญต่อปริมาณผลผลิตสับปะรดที่พยากรณ์ ได้แก่ปริมาณน้ำฝนในช่วงครึ่งแรก (2-8 เดือนแรก) และราคารับซื้อในเดือนที่ 2 ของช่วงเวลาการเจริญเติบโตของสับปะรด (ทั้งหมดประมาณ 13 – 14 เดือน) นั่นคือมีความจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องส่งเสริมการให้น้ำกับสับปะรดในช่วงที่ต้นกำลังเจริญเติบโตโดยเฉพาะในหน้าแล้ง

13.3.1.7 <u>ควรมีการพยากรณ์และวางแผนเพาะปลูก</u>

ควรส่งเสริมให้มีการจัดทำทะเบียนเกษตรกร และขยายผลต่อไปเป็นการวางแผนเพาะปลูกสับปะรด เพื่อทำการพยากรณ์และวางแผนเพาะปลูกล่วงหน้าอย่างมีประสิทธิภาพ จะทำให้ราคาสับปะรดมีเสถียรภาพมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ตัวอย่างการทำการพยากรณ์ปริมาณสับปะรดได้แสดงไว้ในรายงานฉบับนี้แล้ว ซึ่งสามารถนำไปเป็นแบบอย่างในการขยายผลในเชิงมหภาค

สำหรับมุมมองของโซ่อุปทาน หากโรงงานแปรรูปมีเกษตรกรที่มีข้อตกลงร่วมอยู่มากก็เปรียบเสมือนได้มีการจดทะเบียนเกษตรกรไว้อย่างเป็นระบบ การเก็บรวบรวมข้อมูลของการเพาะปลูกอย่างต่อเนื่อง จะส่งผลให้มีความสามารถในการพยากรณ์ผลสับปะรด และทำให้วางแผนเพาะปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพและเพียงพอที่จะตอบสนองกับความต้องการของลูกค้าได้

13.3.1.8 <u>ส่งเสริมให้ผู้รวบรวมสับปะรดทำหน้าที่ในบทบาทของ Logistics Service Provider</u>

ในการบริหารจัดการโซ่อุปทานที่ดี ผู้ให้บริการโลจิสติกส์ หรือ Logistics Service Provider จะช่วยทำให้บริษัทหรือองค์กรต่างๆ ในโซ่อุปทานมีต้นทุนโลจิสติกส์ที่ลดลง จากการลดต้นทุนทั้งแรงงานและอุปกรณ์ที่จะต้องใช้เพื่อจัดการกระจายหรือขนส่งสินค้า ประกอบกับการขนส่งสินค้าของ

ตัวเองหากมีปริมาณไม่มากนัก จะทำให้เกิดต้นทุนการขนส่งที่สูง เช่น บรรทุกไม่เต็มคัน หรือ วิ่งรถขากลับโดยไม่มีสินค้าบรรจุ เป็นต้น ดังนั้น บริษัทหรือองค์กรส่วนใหญ่จึงให้ความสำคัญกับ Logistics Service Provider มาก

ในกรณีของโซ่อุปทานสับปะรดกระป๋อง สิ่งที่จะทำให้มีปริมาณสับปะรดเข้าสู่โรงงานได้อย่างราบรื่นและเพียงพอกับความต้องการของโรงงาน คือ การที่มีเกษตรกรที่มีข้อตกลงร่วมกัน (Contract Farming) ดังนั้น เพื่อเป็นการลดต้นทุนโลจิสติกส์ รัฐบาลจึงควรส่งเสริมให้ผู้รวบรวมสับปะรดทำหน้าที่เป็น Logistics Service Providers ที่ให้บริการขนส่งสับปะรดแก่เกษตรกรและโรงงาน ซึ่งจะทำให้การขนส่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น และไม่ก่อให้เกิดปัญหาเมื่อรัฐบาลส่งเสริมให้เกษตรกรเป็น Contract Farming แต่อย่างไรก็ดี ควรจะต้องให้ความรู้แก่ผู้รวบรวมสับปะรดในด้านการบริหารจัดการโลจิสติกส์ต่อไป

13.3.2 แนวทางการพัฒนาด้านกระบวนการ

กระบวนการในที่นี้หมายถึงกระบวนการในการแปรรูปสับปะรดกระป๋อง ดังนั้นประเด็นที่จะต้องพัฒนาจึงตกไปอยู่ที่โรงงานแปรรูปขนาดเล็ก และ แผงปอก/สับ คือ

13.3.2.1. <u>การพัฒนาระบบ GHP ให้แก่แผงปอก/สับ</u>

แผงปอก/สับ ควรได้รับความรู้ทางด้าน GHP เพื่อที่จะสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกสุขอนามัย รวมทั้งจะต้องส่งเสริมให้แผงปอก/สับ บันทึกข้อมูลต่าง ๆ เพื่อให้สามารถมีระบบตรวจสอบย้อนกลับของสับปะรดได้

13.3.2.2 <u>ปรับปรุงนโยบายด้านแรงงานต่างด้าว</u>

เนื่องจากโรงงานแปรรูปส่วนใหญ่ ไม่ว่าจะขนาดเล็กหรือใหญ่ ขาดแคลนแรงงานในการผลิตเป็นอย่างมาก รัฐบาลควรมีนโยบายที่ชัดเจนในด้านการจ้างแรงงานต่างด้าวและผ่อนปรน เพื่อแก้ปัญหาการแอบเข้าประเทศของแรงงานต่างด้าวและปัญหาการขาดแคลนแรงงาน

13.3.2.3 <u>ควรให้การอบรมหลักการบริหารจัดการ</u>

โรงงานแปรรูปขนาดเล็กยังขาดความรู้ในเชิงการบริหารจัดการอยู่ ภาครัฐบาลควรส่งเสริมโครงการต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความรู้ในการบริหารจัดการให้แก่ผู้ประกอบการดังกล่าว ให้มีความรู้ในการวางแผน และควบคุมงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อจะสามารถลดต้นทุนได้ดียิ่งขึ้น

13.3.3 แนวทางการพัฒนาด้านอุปทาน

13.3.3.1 <u>ส่งเสริมการสร้างตราสินค้าของไทย</u>

ควรส่งเสริมให้มีการสร้างตราสินค้าของไทยในการส่งออก

13.3.3.2 <u>ส่งเสริมให้มีการวิจัยพัฒนาพันธุ์สับปะรด</u>

ควรให้มีการวิจัยพัฒนาพันธุ์สับปะรดอย่างต่อเนื่อง เพื่อได้พันธุ์ที่มีรสชาดที่ดี และเหมาะสมในการส่งขายในรูปของสับปะรดสดได้ด้วย

13.3.3.3. <u>ส่งเสริมการขายสับปะรดสดไปยังต่างประเทศ</u>

ควรจัดให้มีการส่งเสริมการขายทั้งในตลาดหลักเช่นสหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และในตลาดใหม่เช่น ตะวันออกกลาง รัสเซีย ยุโรปตะวันออก

13.3.4 แนวทางการพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือ

13.3.4.1 <u>ส่งเสริมการพัฒนาความร่วมมือระหว่างบริษัทผู้ผลิต และกลุ่มเกษตรกรให้มีความร่วมมือกันโดยผ่านบริษัทกลางสับปะรดตามแนวยุทธศาสตร์สับปะรดให้มีการดำเนินงานในรูปธรรม</u>

จากผลการศึกษาพบว่า ราคารับซื้อสับปะรดของกรณีศึกษา จะมีความสัมพันธ์กับราคารับซื้อสับปะรดเฉลี่ยของบริษัทต่างๆ ภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และปฏิสัมพันธ์ระหว่างราคาส่งออกสับปะรดกระป๋องเฉลี่ยของประเทศไทยกับปริมาณสับปะรดโรงงานภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสับปะรดโรงงานที่ได้ตามจริงกับต้นทุนการเพาะปลูกสับปะรดเฉลี่ยของเกษตรกร ดังจะเห็นได้ว่า ราคามีความสัมพันธ์กับจำนวนโรงงานแปรรูป ปริมาณสับปะรดโรงงานที่ได้รับจริงซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับต้นทุนการเพาะปลูกของเกษตรกร ราคาส่งออกสับปะรดกระป๋องเฉลี่ยด้วย ดังนั้น หากโรงงานแปรรูป และเกษตรกร สามารถมีความร่วมมือกันอย่างจริงจังเพื่อผลประโยชน์ร่วมกัน จะสามารถทำให้ราคาสับปะรดมีเสถียรภาพขึ้นได้

13.3.5 แนวทางการพัฒนาระบบโลจิสติกส์

13.3.5.1 <u>ควรส่งเสริมท่าเรือชายฝั่งในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์</u>

ปัจจุบันการขนส่งสับปะรดกระป๋องจะทำโดยการบรรทุกใส่รถตู้คอนเทนเนอร์ที่จะวิ่งจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ไปยัง ท่าเรือคลองเตย หรือ ท่าเรือแหลมฉบังเพื่อทำการส่งออก ซึ่งทำให้มีต้นทุนการขนส่งที่สูง หากรัฐบาลส่งเสริมให้มีการพัฒนาท่าเรือชายฝั่งในเขตจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ให้เป็นท่าเรือที่ศักยภาพในการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ได้ จะช่วยให้ต้นทุนการขนส่งลดลง รวมทั้งยังมี

ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่สามารถได้รับผลประโยชน์จากท่าเรือชายฝั่งเช่นกัน เช่น ยางพารา เป็นต้น ทั้งนี้ควรมีการศึกษาในเรื่องนี้เชิงลึกต่อไปเพื่อวิเคราะห์ถึงแนวทางการพัฒนา หรือแนวทางการลงทุนเพิ่มเติมให้เหมาะสมกับปริมาณสินค้าที่คาดว่าจะใช้บริการขนส่งนี้

13.3.5.2 <u>ส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสาร</u>

เอกชนควรส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (IT) เพื่อการติดต่อเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสารที่จำเป็น เช่น การเตือนระบบการเพาะปลูกตามแบบ GAP ด้วย SMS หรือการยืนยันกำหนดการเข้าส่งมอบสับปะรดกับผู้รวบรวมสับปะรด จะช่วยในการสื่อสารจากโรงงานไปยังเกษตรกรและผู้รวบรวมสับปะรดมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถลดต้นทุนที่เกิดจากการเดินทางไปยังแปลงของเกษตรกรทุกรายให้เป็นการสุ่มไปตรวจได้เป็นอย่างดี

ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายสามารถสรุปเป็นตาราง เพื่อระบุถึงแผนดำเนินการที่ควรจะทำได้ดังตารางที่ 13.2

ตารางที่ 13.2 สรุปข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

นโยบาย	หน่วยงานรับผิดชอบ	ระยะเวลาของแผน		
		สั้น	กลาง	ยาว
ด้านอุปสงค์ 1.การส่งเสริมการเพาะปลูกเพื่อเพิ่มรายได้และผลผลิตต่อไร่ ด้วยการปลูกแบบ 1 รุ่น	กรมส่งเสริมการเกษตร	✓		
2.การส่งเสริมให้เกษตรกรทำการเพาะปลูกตามระบบ GAP	กรมส่งเสริมการเกษตร	✓		
3. การส่งเสริมให้เกษตรกรเข้าระบบ Contract Farming	กรมส่งเสริมการเกษตร		✓	
4. การส่งเสริมให้เกษตรกรรวมตัวกันเป็นเครือข่าย	กรมส่งเสริมสหกรณ์ บริษัทกลางสับปะรด (รอง)		✓	
5.การส่งเสริมให้เกษตรกรและผู้รวบรวมสับปะรดจดบันทึก เพื่อการตรวจสอบย้อนกลับ	กรมส่งเสริมการเกษตร กรมวิชาการเกษตร (รอง)	✓		
6. การให้ความรู้แก่เกษตรกร ผู้รวบรวม และโรงงานแปรรูปทางด้านการจัดการโซ่อุปทาน	กรมวิชาการเกษตร บริษัทกลางสับปะรด (รอง)	✓		
ด้านอุปทาน 1. การส่งเสริมการสร้างตราสินค้าของไทย	บริษัทกลางสับปะรด กรมส่งเสริมการส่งออก(รอง)			✓
2. การส่งเสริมวิจัยพัฒนาพันธุ์สับปะรด	กรมวิชาการเกษตร		✓	

ตารางที่ 13.2 สรุปข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย (ต่อ)

นโยบาย	หน่วยงานรับผิดชอบ	ระยะเวลาของแผน		
		สั้น	กลาง	ยาว
3.การส่งเสริมการขายสับปะรดสดไปยังต่างประเทศ	บริษัทกลางสับปะรด กรมส่งเสริมการส่งออก(รอง)		✓	
ด้านพัฒนาเครือข่ายความร่วมมือ 1.ส่งเสริมการพัฒนาความร่วมมือระหว่างบริษัทผู้ผลิตและกลุ่มเกษตรกรให้มีความร่วมมือกัน	บริษัทกลางสับปะรด กรมส่งเสริมสหกรณ์ (รอง)			✓
ด้านพัฒนาระบบโลจิสติกส์ 1.ควรส่งเสริมท่าเรือชายฝั่งหรือพัฒนาระบบรางเพื่อลดต้นทุนในการขนส่ง	สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร		✓	
2.ส่งเสริมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการเชื่อมโยงข้อมูลข่าวสาร	Nectec กรมส่งเสริมการเกษตร (รอง)			✓

13.4 บทสรุป

จากการบริหารจัดการโซ่อุปทานหมายถึงการจัดการเชื่อมโยงหน่วยงานหรือองค์กรในช่องทางการกระจายสินค้าตั้งแต่ผู้ผลิตวัตถุดิบจนถึงลูกค้า เพื่อให้การไหลของข้อมูลข่าวสาร และวัสดุตลอดจนวัตถุดิบ สินค้า หรือบริการ สามารถไปถึงมือลูกค้าและสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าซึ่งเป็นผู้บริโภคขั้นสุดท้ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการบริหารจัดการโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมสับปะรด จึงต้องประกอบด้วย 5 องค์ประกอบหลัก (SCOR, 2004) ได้แก่

13.4.1 <u>การวางแผน</u>

ในขั้นตอนนี้เป็นการวางแผน เพื่อให้โซ่อุปทานสามารถจัดการอุปสงค์ (Supply) ให้สอดคล้องกับอุปทาน (Demand) หรือความต้องการของลูกค้าได้ ในที่นี้จึงหมายถึง การบริหารจัดการที่เริ่มตั้งแต่

- การวิเคราะห์และวางแผนความต้องการของลูกค้า (Demand forecast)
- การวิเคราะห์และวางแผนทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต (Supply forecast) ซึ่งในที่นี้จะรวมถึงการวางแผนเพาะปลูกสับปะรด และการวางแผนการใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ ตลอดจนแผนกำลังคน
- การวิเคราะห์แผนโซ่อุปทาน (Supply chain planning) เป็นการวางแผนโซ่อุปทานที่ปรับจากแผนความต้องการของลูกค้า และแผนทรัพยากรที่ใช้ในการผลิต ดังนั้นการจัดทำแผน

โซ่อุปทาน จึงเป็นการวางแผนเพื่อให้แน่ใจได้ว่า โซ่อุปทานจะสามารถรับคำสั่งซื้อตลอดจนผลิตและส่งมอบสินค้าได้ตามความต้องการของลูกค้า

ดังนั้นเมื่อพิจารณากับสภาพการณ์ของโซ่อุปทานอุตสาหกรรมสับปะรด จะพบได้ว่า โรงงานที่มีข้อตกลงกับเกษตรกร (Contract farming) จะสามารถบริหารจัดการให้เกิดแผนโซ่อุปทานได้ เพราะโรงงานจะทราบถึงปริมาณสับปะรดที่ผลิตได้ และปริมาณความต้องการของลูกค้า ตลอดจนหากมีการเชื่อมโยงระหว่างโรงงานกับเกษตรกรผู้เพาะปลูกสับปะรดโดยตรง โดยเริ่มจากการที่โรงงานมีการพยากรณ์ความต้องการสับปะรดล่วงหน้า 1 – 2 ปี จะทำให้เกษตรกรสามารถเพาะปลูกสับปะรดได้ในปริมาณที่ใกล้เคียงหรือเท่ากับความต้องการของลูกค้าได้ จะส่งผลให้เกษตรกรสามารถหันไปปลูกพืชอื่นทดแทนในช่วงที่ความต้องการของลูกค้าต่ำ และลดการปลูกพืชอื่นในช่วงที่ความต้องการสูง เป็นแนวทางในการช่วยลดปัญหาการขาดแคลนหรือล้นตลาดของสับปะรดได้ดี เพราะปัจจุบันการใช้ supply นำ demand จึงเป็นเหตุให้ราคาสับปะรดเป็นในลักษณะวัฏจักร

แต่อย่างไรก็ตามการเชื่อมโยงระหว่างโรงงานและเกษตรกรอย่างเป็นรูปธรรมนั้น คงจะต้องมีการกำหนดหรือพิจารณาผลกำไร หรือ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ร่วมกัน เพื่อให้การเชื่อมโยงเป็นไปยังมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

สภาพปัจจุบันโรงงานและเกษตรกรยังไม่มีการร่วมมือกัน

13.4.2 <u>การจัดซื้อ/จัดหา</u>

ในขั้นตอนนี้เป็นการดำเนินการจัดหาวัตถุดิบ และบริการเพื่อที่จะตอบสนองแผนโซ่อุปทานที่ได้ว่าง องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องได้แก่ การจัดหาแหล่งวัตถุดิบ การรับรองผู้จัดส่งวัตถุดิบ การติดต่อสื่อสารข้อมูลดำเนินงาน การขนส่งวัตถุดิบขาเข้า และการทำสัญญาจัดหาวัตถุดิบ ตลอดจนการชำระค่าวัตถุดิบ

เมื่อทำการวิเคราะห์ถึงสภาพการจัดหาในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นในลักษณะเกษตรกร หรือ ผู้รวบรวมนำเอาสับปะรดเข้ามาส่ง และจะทำการตรวจสอบคุณภาพ ถ้าหากเป็นไปมาตรฐานก็จะรับสับปะรด ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับทฤษฎีหรือสิ่งที่ควรจะเป็นในลักษณะการจัดการโซ่อุปทานที่ดีแล้ว การจัดหาควรจะต้อง

- มีเกษตรกรในข้อตกลงที่ทราบถึงพื้นที่ ความสามารถในการผลิต
- พัฒนาเกษตรกรให้สามารถเพาะปลูกสับปะรดให้ได้คุณภาพตาม GAP ตลอดจน การเพาะปลูกแบบ 1 รุ่น การให้น้ำสับปะรดในช่วงเริ่มต้น เป็นต้น
- ติดต่อสื่อสารข้อมูล เพื่อวางแผนร่วมกันในเพาะปลูกสับปะรดให้ได้ตามปริมาณที่ลูกค้าหรือแผนโซ่อุปทาน และเพื่อรายงานผลการเพาะปลูกไปยังโรงงาน
- พัฒนาระบบการขนส่งขาเข้า ให้ได้สับปะรดที่ดีมีคุณภาพไม่บอบช้ำ หรือ เน่าในระหว่างการขนส่ง

- ควรพัฒนาผู้รวบรวมสับปะรดให้เป็น Logistics Service Providers โดยวางแผนร่วมกับโรงงานและเกษตรกรในการจัดสรรเที่ยวรถ เพื่อลดต้นทุนโลจิสติกส์
- ควรพัฒนาระบบเทคโนโลยีสารสนเทศในการติดต่อสื่อสารกับเกษตรกร และช่วยในการเก็บข้อมูลของเกษตรกร

13.4.3 <u>การผลิต</u>

เป็นส่วนที่จัดการในการปฏิบัติงานของระบบการผลิต ประกอบด้วย การเบิกวัตถุดิบ การผลิต การทดสอบผลิตภัณฑ์ การบรรจุ การเก็บรักษา เป็นต้น การดำเนินการผลิตของโรงงานขนาดใหญ่ส่วนใหญ่แล้วจะได้ตามมาตรฐานที่ลูกค้าต้องการ เช่น GMP, HACCP, ISO 9000 เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม การลดต้นทุนในส่วนนี้ยังสามารถดำเนินได้ โดยจะต้องทำการวิเคราะห์กระบวนการภายในโรงงาน เพื่อหาต้นเหตุของความสูญเสียต่าง ๆ ต่อไปได้

ในส่วนของแผงสับ/ปอกสับปะรดที่จัดส่งสับปะรดที่หั่นเป็นชิ้น ๆ ให้แก่โรงงานขนาดเล็กนั้น กระบวนการผลิตยังไม่ได้มาตรฐานเท่าที่ควร เพราะสภาพพื้นที่ และการจัดการยังไม่ได้มาตรฐาน GMP หรือ GHP

เมื่อพิจารณามุมมองของระบบการผลิตสับปะรดสด โดยมีเกษตรกร และเกษตรกรที่มีข้อตกลงร่วมเป็นผู้ทำหน้าที่ในการผลิตนั้น กระบวนการผลิตสับปะรดของเกษตรกรอิสระส่วนใหญ่จะไม่เป็นไปตาม GAP นอกจากนั้นการปลูกแบบเก็บผลหลายรุ่น ทำให้สภาพดินเสื่อมโทรม และผลผลิตต่อไร่ต่ำ ซึ่งทำให้กระบวนการเพาะปลูกของเกษตรกรยังไม่ได้ตามมาตรฐานสากล

13.4.4 <u>การจัดส่ง</u>

เป็นการส่งมอบผลิตภัณฑ์สู่ลูกค้า ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การจัดการคลังสินค้า การจัดการบรรจุ การจัดการขนส่ง เพื่อให้สินค้าและบริการส่งมอบไปยังลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล

ดังนั้น เมื่อพิจารณาทางด้านกระบวนการจัดส่งสินค้าในมุมของโรงงานที่ขนส่งสับปะรดกระป๋องไปยังต่างประเทศ ถ้าเป็นโรงงานขนาดใหญ่จะมีคลังสินค้าที่ได้มาตรฐาน แต่ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศที่ใช้อาจจะยังไม่ครอบคลุมสำหรับการบริหารจัดการคลังสินค้าดีเท่าที่ควร ยังเป็นประเด็นที่สามารถนำไปพัฒนาเพื่อลดต้นทุนคลังสินค้าต่อไปได้ และเมื่อพิจารณาถึงกระบวนการขนส่งที่ปัจจุบันใช้รถบรรทุกลากตู้คอนเทนเนอร์ไปยังท่าเรือคลองเตย หรือท่าเรือแหลมฉบัง ทำให้ต้นทุนการขนส่งสินค้าสูง หากสามารถมีระบบราง หรือท่าเรือชายฝั่งที่ดี ต้นทุนค่าขนส่งในส่วนนี้น่าที่จะลดลงไปได้อีกเยอะ

สำหรับการจัดส่งของเกษตรกรหรือผู้รวบรวมสับปะรด จะต้องพิจารณาถึงหลักการปฏิบัติการหลังเก็บเกี่ยว (Post harvesting) ที่เหมาะสม เพื่อให้แน่ใจได้ว่าสับปะรดที่เก็บเกี่ยวมาจะมีความสดและอยู่ในสภาพที่ดีจนกระทั่งถึงโรงงาน ซึ่งจากการเก็บข้อมูลพบว่า การมีผู้รวบรวมสับปะรดเพื่อขนส่ง

ไปยังโรงงานจะมีต้นทุนโลจิสติกส์ที่ต่ำกว่าการที่เกษตรกรทำการขนส่งไปยังโรงงานเอง ประเด็นนี้จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจศึกษาต่อ แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนรูปแบบตลอดจนบทบาทหน้าที่ของผู้รวบรวมสับปะรดเป็นสิ่งที่กระทบต่อสังคม และเศรษฐกิจ ซึ่งจะต้องมีการวิเคราะห์อย่างรอบคอบต่อไป

13.4.5 <u>การส่งคืน</u>

เป็นการจัดการในกรณีที่มีการส่งสินค้ากลับคืนจากลูกค้า ซึ่งเกิดจากสินค้าไม่เป็นไปตามคุณภาพ ดังนั้น การปฏิบัติการส่งคืนจะต้องดำเนินไปควบคู่กับระบบการตรวจสอบย้อนกลับของสินค้า เพื่อให้แน่ใจได้ว่าเราสามารถมีกระบวนการเรียกคืนสินค้าที่มีการผลิตจากล็อตการผลิตเดียวกันกลับมายังโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันระบบการตรวจสอบย้อนกลับสามารถทำได้จนถึงโรงงานเท่านั้น แต่ยังไม่สามารถสืบย้อนกลับไปยังไร่ หรือ เกษตรกรได้ ซึ่งเป็นประเด็นที่ควรจะทำการศึกษาต่อไปเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการตรวจสอบย้อนกลับ ทั้งนี้ทีมงานวิจัยฯ ได้จัดทำคู่มือการจัดการโซ่อุปทานสับปะรดกระป๋อง โดยมีแบบฟอร์มที่สามารถนำไปใช้ในการจดบันทึกการเชื่อมโยงสับปะรดตั้งแต่ต้นน้ำจนปลายน้ำที่สามารถใช้อ้างอิงในการตรวจสอบย้อนกลับได้ แต่หากสามารถพัฒนาในการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาใช้ในระบบตรวจสอบย้อนกลับได้จะทำให้เพิ่มประสิทธิภาพโซ่อุปทานได้เป็นอย่างมากแต่อย่างไรก็ตามจะต้องคำนึงถึงต้นทุนในการบริหารจัดการด้วย

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545, **เกษตรดีที่เหมาะสมสำหรับสับปะรด**, กรุงเทพฯ.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2547, **ยุทธศาสตร์สับปะรด ปี 2547 – 2551**, กรุงเทพฯ, กุมภาพันธ์ 2547.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2541, **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการสินค้ายุทธศาสตร์เกษตร: กรณีของสับปะรด**, หน่วยวิจัยธุรกิจเกษตร, ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตรและทรัพยากร, คณะเศรษฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เสนอต่อ สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, กรุงเทพฯ, มกราคม 2541.

กระทรวงพาณิชย์, 2549, **สถิติการส่งออกสับปะรดของไทย**, ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรุงเทพฯ.

กระทรวงอุตสาหกรรม, 2546, **แผนยุทธศาสตร์สับปะรด**, กรุงเทพฯ, สิงหาคม 2546.

กระทรวงอุตสาหกรรม, 2549, **รายชื่อโรงงานอุตสาหกรรม**, inform@diw.go.th , สำนักเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 21 เมษายน 2549.

กุลฤดี อิสริยทิพย์, 2545, **การวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของราคาในตลาดกลางและตลาดท้องถิ่นของผลไม้,** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

กันยารัตน์ ศรีวิสทิยกุล, 2549, “E-Marketing ตอนที่ 2 : เครื่องสำคัญสำหรับการตลาดอิเล็กทรอนิกส์”, **บทความสารพันความรู้,** มหาวิทยาลัยศรีปทุม แหล่งที่มา: http://www.spu.ac.th/announcement/articles/articles.php?page=9&

กัลยา วานิชย์บัญชา, 2544, **การวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวด้วย SPSS for Windows**, โ รงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กู้ศักดิ์ จันทราช, 2528, **การกำหนดราคาสับปะรดที่โรงงานรับซื้อจากเกษตรกรภาคตะวันออก**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

เกตุอร ทองเครือ, 2541, **การปลูกสับปะรด**, http://web.ku.ac.th/agri/pineapple. กรุงเทพฯ.

คนึงนิจ เสรีวงษ์, 2547, **การวิเคราะห์การถดถอย**, เอกสารประกอบการเรียนวิชา ส.332, ภาควิชาคณิตศาสตร์และสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

คธาฤทธิ์ สิทธิกูล, 2540, **พฤติกรรมราคาและการพยากรณ์ราคาสินค้าเกษตรที่สำคัญ กรณีศึกษา : ข้าว ยางพารา มันสำปะหลัง ข้าวโพด กุ้งกุลาดำ**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

จินดารัตน์ จันทอุปพี, 2547, **การทำนายข้อมูลอนุกรมเวลาโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบซิมพลิไฟด์ฟัซซี่อาทแมพและโครงข่ายประสาทเทียมแบบแบคพรอพพาเกชั่น**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ชลธิชา พงศ์อรุณ, 2546, **การวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวราคามะละกอของไทย**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ชนินทร์ ฮุนตระกูล, 2546, **การรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาไทยเชิงคณะกรรมการโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบขนาน**,วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทรงศิริ แต้สมบัติ ,2541, **การวิเคราะห์การถดถอย**. ภาควิชาสถิติ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัดดาว แนบเนียน, 2545, **การเปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยวิธีโครงข่ายประสาทเทียมและวิธีของบ๊อกซ์และเจนกินส์ : กรณีศึกษา อัตราแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ,** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2549, **รายงานแนวโน้มเงินเฟ้อ เมษายน กรกฎาคม และตุลาคม 2549** แหล่งที่มา : http://www.bot.or.th/bothomepage/BankAtWork/Monetary&FXPolicies/Monet_Policy/report/inflation_2549.asp, [23 ก.พ. 2550]

ธนาคารแห่งประเทศไทย,2550, **รายงานแนวโน้มเงินเฟ้อ มกราคม 2550** แหล่งที่มา : http://www.bot.or.th/bothomepage/BankAtWork/Monetary&FXPolicies/Monet_Policy/report/2007/IRthai_26Jan07.pdf , [23 ก.พ. 2550]

ธนาคารแห่งประเทศไทย, 2549, **อัตราดอกเบี้ย**, แหล่งที่มา: http://www.bot.or.th/BOThomepage/databank/Financial_Institutions/interestrate/interest_t.asp. ข้อมูลปรับปรุงครั้งล่าสุดเมื่อวันที่: 30 ตุลาคม 2549.

ธวัชชัย สุริยะทองธรรม, 2548, พัฒนาเว็บแอพพลิเคชั่น ASP .NET, ซัคเซส มีเดีย.

นภาภรณ์ พลนิกรกิจ, 2534, **การศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนจากการลงทุนปลูกสับปะรดพันธุ์ปัตตาเวียระหว่างภาคตะวันออกและภาคตะวันตก**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร, 2549, คู่มือเรียน Visual Basic 2005, บริษัท โปรวิชั่น จำกัด, กรุงเทพฯ.

พิชิต ธานี, 2530, **ราคาผลิตผลเกษตร**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาเศรษฐศาสตร์เกษตร, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.

ไพโรจน์ ม่วงไหมทอง, 2543, **ทัศนคติของเกษตรกรต่อระบบการผลิตสับปะรดตามสัญญาข้อตกลงล่วงหน้าเพื่อการผลิตสับปะรดกระป๋อง**, วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สาขาวิชาธุรกิจอุตสาหกรรม, บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. กรุงเทพฯ.

ผกากรอง เทพรักษ์, 2546, **การพยากรณ์ราคาผลผลิตทางการเกษตรในตลาดการซื้อขาย ล่วงหน้า : กรณีศึกษายางพารา,** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รสกร ด่านสกุล, 2546, **การใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบ Backpropagation ในการพยากรณ์อัตราการไหลรายวัน : กรณีศึกษาแม่น้ำปราจีนบุรี,** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วรุณ พุกศิริวงศ์ชัย, 2547, **การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการควบคุมการผลิตเอทานอลจากกากมันสำปะหลังด้วยการหมักแบบครั้งคราว,** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วราธิเบศร์ บุณนาค, 2544, **การวิเคราะห์ความเคลื่อนไหวของราคากระเทียมและระยะเวลาการเก็บรักษาที่เหมาะสม**,วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัชราภรณ์ สุริยาภิวัฒน์, 2549,**วิจัยธุรกิจยุคใหม่**, พิมพ์ครั้งที่ 3, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์, กรุงเทพฯ, หน้า 249.

วัลลภา อุนวิจิตร, 2539**, การพยากรณ์อนุกรมเวลาสำหรับราคาน้ำมันโดยนิวรอลเนตเวิร์ก**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

วิจิตร วังใน, 2545, **สับปะรด พืชอุตสาหกรรม**, พิมพ์ครั้งที่ 1, เจริญรัฐการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

วิทยา สุหฤทดำรง, 2546, **แบบจำลองอ้างอิงการดำเนินงานโซ่อุปทาน : ลอจิสติกส์และการจัดการโซ่อุปทาน อธิบายได้ง่ายนิดเดียว**, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์, ดวงพรรณ กริชชาญชัย, ธนัญญา วสุศรี และกรทิพย์ วัชรปัญญาวงศ์, 2549, **แนวทางการสร้างโซ่อุปทานในอุตสาหกรรมสิ่งทอ,** สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ.

สถาบันอาหาร, 2547, **สถานการณ์สับปะรดกระป๋องของไทย ปี 2546 และแนวโน้มปี 2547**, Food Insight, http://www.nfi.or.th, ฝ่ายบริการข้อมูลและสารสนเทศ, ปีที่ 2, ฉบับที่ 14, ประจำเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์.

สุประภาพ พัฒน์สิงหเสนีย์, 2547, **การเปรียบเทียบความสามารถของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม และแบบจำลองทางอุทกศาสตร์ในการพยากรณ์ปริมาณน้ำท่วมในลุ่มน้ำปิงตอนบน**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สาธิต พะเนียงทอง, 2548, **Supply Chain Strategy การจัดการโซ่อุปทานเชิงกลยุทธ์**, ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ.

สำนักงานการค้าภายในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์, 2548, **รายงานราคาสับปะรดหน้าโรงงานในจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ปี 2539-2548**, ประจวบคีรีขันธ์.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2547, **รายงานโครงการศึกษาพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ**, กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2547, **การพัฒนาเครือข่ายวิสาหกิจ : แนวคิดและการพัฒนา**, กรุงเทพฯ.

สำนักงานส่งเสริมวิสาหกิจขนาดกลางและขนาดย่อม, 2547, **รายงานการศึกษาคลัสเตอร์ตาม ยุทธศาสตร์กลุ่มจังหวัด CEO**, กรุงเทพฯ.

สำนักตรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2547, **เขตการใช้ที่ดินพืชเศรษฐกิจสับปะรดรายพันธุ์**, กรุงเทพฯ, กันยายน 2547.

สำนักตรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2548, **การใช้เทคโนโลยีรีโมทเซนซิ่งและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อประเมินผลผลิตสับปะรด ปี 2548**, กรุงเทพฯ.

สำนักนายกรัฐมนตรี, 2547, **ข่าวรายงานการประชุมคณะรัฐมนตรี ที่ 03/02-1**, http://www.thaigov.go.th/ , 2 มีนาคม 2547.

สำนักบริหารการนำเข้าส่งออกสินค้าทั่วไป กรมการค้าต่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์, 2550, **สับปะรดและผลิตภัณฑ์สับปะรด ปี 2549**, แหล่งที่มา: http://www.dft.moc.go.th/level3.asp?level2=46, กุมภาพันธ์ 2550.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2530, **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสับปะรดกระป๋อง**, กรุงเทพฯ.

ศุภชัย สมพานิช, 2545, Database Programming ด้วย VB .NET, สำนักพิมพ์อินโฟเพรส.

ศุภชัย สมพานิช, 2546, สร้างระบบงานฐานข้อมูลด้วย Visual Basic .NET ฉบับโปรแกรมเมอร์, ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์เซ็นเตอร์.

ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2549, **GHP (Good Hygiene Practice) สุขลักษณะที่ดีในการผลิตอาหาร**, แหล่งที่มา: http://www.biotec.or.th/GHP/home/GHP.asp. ข้อมูลปรับปรุงครั้งล่าสุดเมื่อวันที่: 2 กุมภาพันธ์ 2549.

อรพิน เกิดชูชื่น, ขนิษฐา พงษ์ปรีชา, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และนภาพร เชี่ยวชาญ, 2548, **รายงานฉบับสมบูรณ์ การศึกษารูปแบบการจัดการความปลอดภัยด้านอาหาร: กรณีการใช้ข้อกำหนดวิธีที่ดีในการเกษตรด้านพืช**, โครงการศึกษาสถานการณ์และระบบการจัดการความปลอดภัยด้านอาหารของประเทศไทย, สถาบันคลังสมองของชาติ, กรุงเทพฯ.

อัมรินทร์ ศรวณีย์, 2548, **การทำนายความชอบของเบียร์โดยใช้แบบจำลองความถดถอย และแบบจำลองเครือข่ายประสาทเทียม,** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เอกภพ ยานะวิมุติ, 2543, **การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาทางการศึกษาที่ไม่คงที่ระหว่างเทคนิคบ๊อกซ์และเจนกินส์ที่ใช้โมเดลสมการเชิงโครงสร้างและตัวบ่งชี้นำ**,วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

Aghazadeh, S., 2004, **Improving Logistics Operations Across the Food Industry Supply Chain**, International Journal of Contemporary Hospitality Management, Vol. 16, No. 4, pp. 263-268.

Basheer, I.A. and Hajmeer, M., 2000, **Artificial Neural Networks : Fundamentals, Computing, Design, and Application,** Journal of Microbiological Methods, Vol. 43, pp. 3-31.

Bartholomew, D.P., R.E. Paull and K.G. Rohrbach., 2003, **The Pineapple botany, production and uses**, CABI Publishing, USA. pp.136.

Bourlakis, M. and Weightman, P. W.H., 2004, **Introduction to the UK Food Supply Chain. In Food Supply Chain Management**, Bourlakis, M. and Weightman, P.W.H., Blackwell Publishing, United Kingdom, pp.1-10.

Chen, I. J. and Paulraj, A., 2004, **Understanding Supply Chain Management: Critical Research and a theoretical framework**, The International Journal of Production Research, Vol.42, No.1, pp.131 -163.

Christopher, M., 1998, **Logistics and Supply Chain Management Strategies for Reducing Cost and Improving Service**, 2nd ed., Prentice-Hall**.** pp.15.

Croxton, K. L., García-Dastugue, S. J., Lambert, D. M. and Rogers, D. S., 2001, **The Supply Chain Management Processes, The International Journal of Logistics Managemen**t, Vol.12, pp.13 -36.

Flynn, B. B., Sakakibara, S., Schroeder, R. G., Bates, K. A., and Flynn, E. J., 1990, **Empirical Research Methods in Operations Management**, Journal of Operations Management, Vol. 9, pp. 250-284.

http://www.activexperts.com/asmssrvr/sms/smstech/

http://www.developershome.com/sms/sms_tutorial.asp?page=egApps

http://www.etsi.org

http://www.protocols.com/pbook/cellular.htm#GSM

http://www.shop4thai.com/th/category/?cat=144

http://www.sms.in.th/index2.php

http://en.wikipedia.org/wiki/Short_message_service

Jeyamkondan, S., Jayas, D.S., Holley, R.A., 2001, **Microbial Growth Modelling with Artificial Neural Networks.** International Journal of Food Microbiology., Vol. 64, pp. 343-354.

Jones N., 2002, "Don't Use SMS for Confidential Communication", **Gartner Research**, pp. 1-3.

Lambert, D. M. and Cooper, M. C., 2000, **Issues in Supply Chain Management**, International Marketing Management, Vol.29, pp.65 -83.

Lambert, D.M., Stock J.R. and Ellram L.M., 1998, **Fundamental of Logistics Management**, International Edition, McGraw-Hill Book, Singapore, p.504.

Laurene Fausett. (1994). **Fundamentals of Neural Networks: Architectures, Algorithms, and Applications**. Prentice-Hall, United States of America.

Lindgreen, A. and Hingley, M., 2003, **The Impact of Food Safety and Animal Welfare Policies on Supply Chain Management : The Case of The Tesco Meat Supply Chain**, British Food Journal, Vol.105, No.6, pp.328-349.

Markridakis, Wheelwright and McGee, 1983, **Forecasting Methods and application,** United State of America.

Mentzer, J. T., Dewitt W., Keebler, J. S., Min S., Nix, N.W., Smith, C.D., and Zacharia, Z.G., 2001, **What is Supply Chain Management. In Supply Chain Management**, Mentzer, J.T., Sage Publications, Inc. United State of America.

Meredith, J., 1998, **Building Operations Management Theory Through Case and Field Research,** Journal of Operations Management, Vol. 16, pp.441-454.

Page, G.F., J.B. Gomm and D. William., 1993, **Application of Neural Networks to Modeling and Control**, Chapman & Hall, London.

Peersman G., Cvetkovic S., Griffithsa P., and Spear H., 2000, "The Global System for Mobile Communications Short Message Service", **IEEE Personal Communications,** pp.15-23.

Ragsdale, C.T., 2004, **Spreadsheet Modeling & Decision Analysis**, 4th ed., Thomson, U.S.A.

Rawlings, J.O., S.G. Pantula, and D.A. Dickey, 1998, **Applied Regression Analysis: A Research Tool**, 2nd ed. Springer. pp.657.

SCOR Version 6.1, 2004, **Supply-Chain Operations Reference-Model**, Supply-Chain Council, Pitsburgh.

Stergiou, C. and D. Siganos, 1997, **Neural Networks.** Available source : http://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/cs11/report.html#Introduction to neural networks, January 25, 2006.

Stock, J.R. and Lambert, D.M., 2001, **Strategic Logistics Management**, 4thed., McGraw-Hill, Singapore.

Stock, J.R., 2004, **The US Food Supply Chain. In Food Supply Chain Management**, Bourlakis, M. and Weightman, P., eds., Blackwell Publishing, Great Britain, pp.211-220.

The Microenterprise Development Division of the United States Agency for International Development (USAID), 2003, **What works : ITC's E-Choupal and Profitable Rural Transformation**, University of Michigan, U.S.A.

Twomey, J. M. and A.E. Smith, 1996, Validation and verification. **Artificial Neural Networks for Civil Engineers: Fundamentals and Applications,** ASCE press.

Vogt, J., Pienaar, W. and Wit, P. D., 2005, **Business Logistics Management : Theory and Practice**, 2nd ed., Oxford University Press.

Wisner, J. D., Leong, G. K. and Tan, K.,2005, **Principles of Supply Chain Management : A Balanced Approach**, South-Western, United State of America.

Yin, R. K., 1994, **Case Study Research Design and Methods,** 2nd ed., SAGE, CA, U.S.A.