การประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ในการจัดการไร่นาในชนบทของไทย

โดย

ศาสตราจารย์ ธำรง เปรมปรีดิ์ M.A.Sc B.Sc.(Eng), A.C.G.I
รองศาสตราจารย์ ไพบูลย์ ไชยนิล M.Phil (Lond), D.I.C, วศ.ม
รองศาสตราจารย์ ดร.สุรวิช ประดิษฐานนท์ Ph.D, M.Sc, B.E. Hons.

โครงการวิจัย เลขที่ 24G-CE-2528

ทุนส่งเสริมการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2528

สภาวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
กรุงเทพมหานคร

สิงหาคม 2530

2 4 G n 2537

คำนำ

การศึกษาวิจัยนี้มุ่งศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการไร่นา เพื่อให้ได้ประโยชน์และประสิทธิภาพในการผลิตสูงสุด เพื่อลดต้นทุนการผลิตของเกษตรกรลง จะได้มีรายได้เพิ่มขึ้น สามารถเพิ่มคุณภาพชีวิตได้ดีขึ้น การประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นศาสตร์ใหม่ ควรจะตั้งอยู่บนพื้นฐานของการใช้งานแบบสามารถพึ่งพาตนเองได้ ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงเน้นการวิเคราะห์การพึ่งพาตนเองในการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เพื่อการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพด้วย

คณะผู้วิจัย
สิงหาคม 2530

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยเพื่อจะประยุกต์ใช้งานไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซส
เซอร์ เพื่อจัดการไร่นาในชนบทไทยนี้ ได้รับการสนับสนุนด้านการเงินจากเงินงบประมา
แผ่นดินของรัฐบาลไทย ปีพ.ศ. 2528 และได้รับความอนุเคราะห์จากคณะวิศวกรรมศาสต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้สามารถดำเนินการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการได้ คณะผู้วิจั
จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

อนึ่ง ในการศึกษาภาคสนาม คณะผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากเจ้าหน้า
สหกรณ์โคนม ที่อำเภอมวกเหล็ก และที่หนองโพ อำเภอโพธาราม และจากหัวหน้าครอ
ครัวเกษตรกรในภาคกลางของประเทศไทยเป็นจำนวนมาก คณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณทุกท่าน
ให้ความช่วยเหลือในการศึกษาวิจัยนี้

คณะผู้วิจัย
สิงหาคม 2530

สารบัญ

		หน้า
	ปกนอก	i
	ปกใน	ii
	คำนำ	iii
	กิตติกรรมประกาศ	iv
	สารบัญ	v
	บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	viii
	บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ix
บทที่		
1	บทนำ	1-1
	1.1 ความจำเป็นที่ต้องศึกษา	1-1
	1.2 วัตถุประสงค์	1-2
	1.3 งานวิจัยพัฒนาที่ทำกันมาแล้ว	1-4
	1.4 วิธีทำการวิจัย	1-6
	1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1-8
2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2-1
	2.1 ระบบการผลิตทางการเกษตรในประเทศไทย	2-1
	2.2 ระบบการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์	2-8
	2.3 ระบบการเจริญเติบโตของต้นไม้	2-13
	2.4 การพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	2-13
	2.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยี	2-19

บทที่		หน้า
3	การดำเนินการวิจัย	3-1
	3.1 วิธีดำเนินการวิจัย	3-1
	3.2 การศึกษาวิจัย การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการในไร่นา	3-1
	3.3 การศึกษาขีดความสามารถของคน ในการที่จะใช้เครื่องมืออุปกรณ์อย่างสามารถพึ่งพาตนเองได้	3-4
4	ผลการศึกษา	4-1
	4.1 การศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการ	4-1
	4.2 การศึกษาภาคสนาม : กรณีศึกษา	4-27
	4.3 การวิเคราะห์การพึ่งพาตนเอง : กรณีศึกษาการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์จัดการในไร่นา	4-37
	4.4 สรุปผลการศึกษาการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรในภาคกลางของประเทศไทย	4-52
5	วิจารณ์ผลการวิจัย	5-1
	5.1 แนวความคิดการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการให้น้ำแก่พืช	5-1
	5.2 การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ในการจัดการไร่นา	5-3
	5.3 แนวความคิดการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	5-5
6	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	6-1
	6.1 บทสรุป	6-1
	6.2 ข้อเสนอแนะ	6-5

ภาคผนวก

		หน้า
ภาคผนวก ก	การประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการจัดการด้านอาหารสัตว์ : กรณีศึกษาโคนม	ก-1
ภาคผนวก ข	สรุปข้อมูลการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเกษตรกรภาคกลางประเทศไทย	ข-1
ภาคผนวก ค	ตัวอย่างแบบสอบถามข้อมูลเกษตรกร	ค-1
ภาคผนวก ง	รายละเอียดการออกแบบอุปกรณ์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์	ง-1
ภาคผนวก จ	ผลการศึกษาการควบคุมการให้น้ำแบบโปรยน้ำควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์	จ-1

ชื่อโครงการ การประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ในการจัดการไร่นาในชนบทของประเทศไทย

หมายเลขโครงการ 24G-CE-2528

ผู้วิจัยหลัก นายธำรง เปรมปรีดิ์
นายไพบูลย์ ไชยนิล
นายสุรวุฒิ ประดิษฐานนท์

แหล่งเงินทุนสนับสนุน งบประมาณแผ่นดิน พ.ศ. 2528

บทคัดย่อ

รายงานนี้ กล่าวถึง การใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการในไร่นา ซึ่งเน้นการควบคุมระบบ และขบวนการในการผลิตทางเกษตร แบบผสมผสาน ปลูกพืชเลี้ยงสัตว์ด้วยคอมพิวเตอร์ แบบอัตโนมัติ การวิเคราะห์สถานภาพทางเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีการผลิตทางการเกษตรของชนบทไทยในภาคกลาง ซึ่งมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีสูงกว่าในภาคอื่น การศึกษาและวิเคราะห์ขีดความสามารถในการพึ่งตนเองในการใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมระบบการผลิตสำหรับบุคคลเปรียบเทียบกับถ้าเป็นบริษัทการเกษตรเป็นผู้ดำเนินการผลิต ข้อสรุปที่ได้จากการศึกษาวิจัยนี้ แยกได้เป็น 2 ประเด็น คือ

ก. <u>ด้านผู้ใช้</u>

การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบการผลิตทางการเกษตรนั้น พบว่า ยังเร็วเกินไปที่เกษตรกรในประเทศไทย จะสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบการผลิตทางการเกษตรได้อย่างสามารถพึ่งตนเองได้ดี เกษตรกรยังขาดความรู้ความเข้าใจ และความพร้อมที่จะใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมต้องปรับขีดความสามารถของเกษตรกรอีกมาก

ข. <u>ด้านเครื่องมืออุปกรณ์และวิธีการใช้</u>

โอกาสที่จะนำเครื่องคอมพิวเตอร์ไปใช้ ควบคุมระบบการผลิตทางการเกษตรไปจัดการในไร่นาในปัจจุบันยังมีน้อย เนื่องจากยังขาดการวิจัยพัฒนา ทั้งด้านการผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งานในไร่นา และการพัฒนาด้านวิธีการและการสั่งการคอมพิวเตอร์ที่ง่าย และเหมาะสมกับความรู้ความสามารถของเกษตรกร จะต้องมีการวิจัยและพัฒนาเครื่องมืออุปกรณ์ที่เหมาะสมอีกมาก

Project Application of Microco,puter and Microprocessor in Monaging Farming Activities in Rurul Thailand

Number 24G-CE-2528

Researchers Thamrong Prempridi
Paibul Chayanil
Suravudt Praditanond

Fund Thai Government Budget 1985

Abstract

The use of microcomputer to manage and control farming activities in an integrated farming system which include the crop planting and animal raising is reported.

The survey and analysis of the socio-economic and technological status of farmers in the Central Plain, the most advanced group in Thailand, were carried out to check and analys the possibility of this group of farmer to able to use microcomputers in mainaging and controlling their farming activities with a satisfactory degree of self-reliance in Science and Technology involved in such endevour. Comparison of results of self-reliance analysis of two hypothetical cases i.e individual farmer and an advanced agricultural corperation was also made. Conclusion that can be drawn from this study are :

(a) On the capability of users.

It was found that the use of micro computer in managing and controlling of farming activities is too soon for farmers in rural Thailand. Farmers have not prosessed the capability required to operate them to manage and control their agricultural production process with a satisfactory degree of self-reliance. The capability must be vastly improved if they are to be able to use microcomputer in their farm efficiently and appropriately.

(b) On the computer hardware and software

The chance to transfer computer technology to farmers to be used on farm at the present time is very small. Computers as are available now are not appropriately design to be used in the farm nor the Programmings to operate the computer are simplified enough for the farmer to use them properly. Needs to do further researches both on hardwares and softwares are still exist to make computer rugged enough for use on the farm and the operation and application of such technology simple enough for farmers in rural Thailand.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ และไมโครโปรเซสเซอร์ กับการจัดการไร่นาในประเทศไทย

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความจำเป็นที่ต้องศึกษา

ในปัจจุบันนี้ชาวบ้านชนบทของประเทศไทย ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรกลุ่มที่ใหญ่ที่สุดของประทศ เป็นกลุ่มที่มีการศึกษาต่ำ มีหรือใช้เทคโนโลยี การผลิตระดับต่ำ ยังชีพอยู่ด้วยการทำเกษตรน้ำฝนเป็นส่วนใหญ่ มีรายได้ต่ำมาก โดยมีค่ารายได้เฉลี่ยเพียง 23,000 บาท ต่อครอบครัวต่อปี ในขณะที่ชาวเมืองมีรายได้สูงกว่าหลายเท่า เพราะรายได้เฉลี่ยต่อหัวของประชากรในชาติมีค่าสูงถึง 18,000 บาท/หัว/ปี ยิ่งมาในระยะหลัง ๆ นี้ (2527-29) ชาวชนบทประสพกับปัญหาผลิตผล ทางการเกษตรมีราคาต่ำมากทำให้ชาวชนบทประสพกับการขาดทุนในการประกอบการผลิตทางการเกษตร ซึ่งอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน แต่ที่สำคัญประการหนึ่งก็คือ ชาวบ้านที่มีพื้นฐานการศึกษาต่ำนั้น ไม่สามารถที่จะจัดการไร่นาให้เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพและเมื่อไม่ใช้เทคโนโลยีการเกษตร เช่น การใช้พันธ์พืชที่ดี ใช้ปุ๋ย และยากำจัดศัตรูพืช ให้น้ำพืชได้อย่างเพียงพอ ฯลฯ ก็ทำให้ผลผลิตต่ำ ต้นทุนสูง เมื่อราคาผลิตตกต่ำซ้ำเข้าไปอีก ก็ทำให้ต้องขาดทุน รายได้ก็ลดลง อนึ่งจากการพัฒนาชนบทที่ผ่านมา ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1-5 ได้เน้นการเพิ่มผลผลิตด้วยการขยายพื้นที่เพาะปลูกขยายโครงสร้างพื้นฐานรองรับ เช่น การชลประทาน การให้คำปรึกษาผ่านเจ้าหน้าที่ส่งเสริมการเกษตร ได้ทำให้ผลผลิตรวมทางการเกษตรเพิ่มสูงขึ้นมาก แต่ต่อไปการขยายพื้นที่เพาะปลูกทางเกษตรจะทำไม่ได้ เพราะพื้นที่ที่เคยเป็นป่าถูกบุกรุก ไปจนหมดแล้ว ดังนั้น การเกษตรในอนาคตจำต้องหันไปหาวิธีการเกษตร ผสมผสาน (Integrated Farming) มากขึ้น จำนวนงานที่เกี่ยวข้องกับขบวนการผลิตทางการเกษตร ซึ่งจะมีทั้งการปลูกพืช เลี้ยงสัตว์บกและสัตว์น้ำ จะเพิ่มขึ้นมาอีกหลายเท่า งานจัดการไร่นาในอนาคตก็จะยุ่งยากสลับซับซ้อนมากขึ้น ยิ่งในระยะหลังของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 5 ได้มีการเน้นการเกษตรแบบครบวงจร ซึ่งหมายถึง การทำการผลิตและการ

ตลาดไปพร้อม ๆ กัน ก็ทำให้เกษตรกรในอนาคตจำต้องมีการหาข้อมูลทั้งด้านการผลิต และการตลาดมาประกอบการผลิต และวางแผนการขายผลิตผลให้เหมาะสม จำต้องมี เครื่องมืออุปกรณ์ช่วยในการจัดการจัดการเก็บข้อมูล และต้องเป็นระบบที่สามารถให้ข้อมูลได้ถูกต้องรวดเร็วด้วย จากสาเหตุและความจำเป็นดังกล่าวมาแล้ว การแก้ไขปัญหาของเกษตรการในชนบทในอนาคต อยู่ที่การจัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะช่วยงานจัดการไร่นาได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถตอบสนองความต้องการได้ฉับไว ระบบที่สามารถทำงานได้ดังกล่าว ได้แก่ การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครโปสเซสเซอร์ เข้าช่วยจัดการปัญหาของไร่นาในอนาคต ทั้งการจัดการด้านการปลูกพืช เช่น เตรียมดิน เลือกพันธ์ ให้ปุ๋ย ยา ให้น้ำในปริมาณที่พอเหมาะพอควร กับความต้องการของพืชที่อายุต่าง ๆ กัน ตามวัยการเจริญเติบโตของพืช การจัดการด้านการเลี้ยงสัตว์ ทั้งสัตว์บกและสัตว์น้ำ เช่น การจัดหาข้อมูลเพื่อเตรียมอาหารตามสูตรที่เหมาะสม การเตือนการให้การป้องกันโรคต่อสัตว์ การผสมพันธ์ และการคัดเลือกพันธ์ การวางแผนการตลาด การจัดการเหล่านี้ถ้าสามารถใช้คอมพิวเตอร์และไมโครโปสเซสเซอร์ เข้าช่วยทำงานแทนคนก็จะสามารถจัดการไร่นาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อราคาเครื่องมือและอุปกรณ์ทางด้านไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครโปสเซสเซอร์ ซึ่งมีแนวโน้มที่จะลงลงอย่างรวดเร็วลดลงถึงระดับที่ชาวเกษตรกร กลุ่มก้าวหน้าจะสามารถจัดซื้อและนำมาใช้งานได้ ผู้ที่ได้ศึกษาล่วงหน้าถึงการใช้วิทยาการด้านนี้ ควบคุมการผลิต การจัดการและการตลาดก็สามารถถ่ายทอดความรู้ให้ผู้ที่สนใจรับถ่ายทอดนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการผลิตต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ และขอบข่ายการศึกษา

1.2.1 วัตถุประสงค์หลัก

วัตถุประสงค์หลัก ในการศึกษาวิจัยการประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครโปสเซสเซอร์ ในการจัดการกับปัญหาในไร่นา อยู่ที่เตรียมศึกษาหาเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อการประยุกต์ใช้ในการผลิต.ทางการเกษตร ในอนาคตที่ไม่เกิน 20 ปี ข้างหน้า เพื่อให้ได้ระบบ การจัดการการผลิตและการตลาดของเกษตรกร บัจเจกบุคคลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด สามารถทำไร่นาแบบผสมผสานซึ่งควบคุมได้ทุกขั้นตอน

1.2.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษาในปัจจุบัน

(1) ศึกษาการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ และไมโครโปสเซสเซอร์ในการจัดการไร่นาในชนบท เพื่อควบคุมขบวนการผลิต เช่น การเตรียมดิน การปลูกพืช คัดเลือกพันธ์ ให้น้ำ บุ๋ย ยาปราบศัตรูพืช และปัจจัยอื่น การเก็บข้อมูล การเก็บเกี่ยว เก็บรักษา และการตลาด ขบวนการผลิต การเลี้ยงสัตว์และสัตว์น้ำ

(2) สร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จำเป็นในการศึกษา เช่น ระบบเก็บข้อมูลน้ำฝน ระบบตรวจสอบความชื้นในดิน เครื่องมือควบคุมการให้น้ำบุ๋ย/ ยาปราบศัตรูพืชแบบอัตโนมัติ เครื่องวัดแสงธรรมชาติ

(3) สร้างวิธีการและโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และไมโครโปสเซสเซอร์ในการจัดการไร่นาในการหาสูตรอาหารสัตว์ การรวบรวมและเก็บข้อมูล การนำข้อมูลกลับมาใช้ เป็นต้น

(4) ศึกษาและวิเคราะห์สถานภาพการพึ่งตนเองทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของเกษตรกรไทย ในกรณีที่จะนำเทคโนโลยีการควบคุมการผลิตทางการเกษตรแบบไร่นาผสมผสานไปประยุกต์ใช้งาน

(5) เผยแพร่ผลการศึกษา ให้สาธารณชนได้รับทราบและถ่ายทอดความรู้ที่ศึกษามาได้ให้แก่ชาวชนบทที่ประสงค์จะได้รับการถ่ายทอด และร้องขอมา

1.2.3 ขอบข่ายในการศึกษา

ในการศึกษาการควบคุมการปลูกพืชนั้น การศึกษานี้จะศึกษาระบบการควบคุมการผลิตทางการเกษตร โดยไมโครคอมพิวเตอร์ และไมโครโปสเซสเซอร์ เฉพาะที่เป็นไปได้ในห้องทดลอง และแปลงทดลองขนาดเล็ก (ไม่เกิน 100 ตร.ม) การศึกษาการปลูกพืชเลี้ยงสัตว์ทั้งบกและน้ำนั้น จะไม่ศึกษาในรายละเอียดของพืชแต่ละชนิด หรือสัตว์แต่ละชนิด แต่มุ่งศึกษาระบบควบคุมการปลูกพืช หรือเลี้ยงสัตว์นั้น เพียงเพื่อใช้เป็นวงจรตรวจสอบ การทำงานของระบบเท่านั้น

การถ่ายทอดเทคโนโลยี จะกระทำเฉพาะในกรณีย์ที่ได้รับการร้องขอจากเกษตรกร ที่มีความพร้อมที่จะรับการถ่ายทอดเท่านั้น

การสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์ จะจัดสร้าง

(ก) เครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ 1 ชุด วัดฝนได้ไม่เกิน 2 จุด

(ข) เครื่องตรวจความชื้น จะจัดสร้างเพียง 1 ชุด

(ค) เครื่องผสมปุ๋ย/ ยาปราบศัตรูพืช จะจัดสร้างเพียง 1 ชุด

(ง) เครื่องอุปกรณ์ตรวจ ความเข้มแสงสว่าง จะจัดสร้างเพียง 1 ชุด

เกษตรกร หรือเจ้าหน้าที่ของรัฐที่ประสงค์จะรับการถ่ายทอดเทคโนโลยี การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ควบคุมขบวนการผลิตการจัดการ การตลาด ต้องมีพื้นฐานความรู้ระดับปริญญาตรี หรือระดับประกาศนียบัตรอาชีวชั้นสูง กับต้องมีประสบการณ์ด้านการใช้คอมพิวเตอร์มาบ้าง

1.3 งานวิจัยพัฒนาที่ทำกันมาแล้ว

พ.ศ. 2521

(ก) ได้มีการเสนอที่จะเพิ่มผลผลิตทางเกษตรให้มากขึ้นเป็น 4 เท่า โดยให้สามารถเลี้ยงคน 1 คน ใน 1 ปี โดยใช้พื้นที่ 1,000 ตารางเมตร (อ้างอิง) ใช้น้ำ 625 ลบ.เมตร ซึ่งจะได้อาหารเฉลี่ย 2635 หน่วยคาลอรี่และโปรตีน 86 กรัม จากพืชซึ่งถ้าเพิ่ม การเลี้ยงสัตว์ที่ให้เนื้อ นม ไข่ และเลี้ยงปลาด้วยจะได้อาหารครบมากขึ้น เทคนิคที่เสนอให้ใช้คือ การใช้ระบบชลประทานน้ำหยด และใช้แผ่นพลาสติกคลุมดินกันการระเหย

วิธีดำเนินการ

(1) ฝึกอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี ระบบบริหาร และการตลาดให้แก่เจ้าหน้าที่ หรือผู้ประสานงานชุมชน

(2) พัฒนาชุมชน

โครงการเริ่มแล้ว ตั้งแต่ พ.ศ. 2503 ที่ เวเนซูเอลา และบราซิล ยังไม่พบรายงานสัมฤทธิผลของโครงการ

พ.ศ. 2521

(ข) อิสราเอลได้เปิดงานแสดง "อิสรากวา 78" มีงานแสดงระบบชลประทานน้ำหยด และอุปกรณ์ซึ่งส่วนใหญ่ประดิษฐ์โดยชาวไร่ชาวนาทั่วไป กว่า 50 แบบ ระบบน้ำหยดสามารถประหยัดน้ำได้ 40% ได้มีการเยี่ยมชมคิบบุทซ์ หลายแห่ง ที่ควบคุมการให้น้ำด้วยคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถตรวจสอบความต้องการของพืชได้ว่าเมื่อใดต้องการน้ำ ต้องการปุ๋ยและสามารถกำหนดปริมาณได้ด้วย (อ้างอิง 1)

พ.ศ. 2524

(ค) ได้มีการเสนอการปลูกพืชแบบ "แอโรโพนิค" (อ้างอิง 3) ต้นพืชแขวนไว้ในอากาศ รากพืชลอย ให้น้ำและสารอาหารด้วยการพ่น ได้ผลผลิตสูงกว่าปลูกในดิน 34 % ถึง 200 % (ผลมะเขือเทศ 100 ต้น ในพื้นที่ 1 ไร่) สามารถแก้ปัญหาขาดแคลนที่ดินทำกินได้ในอนาคตด้วย การวางภาชนะเป็นชั้น ในแนวดิ่ง การควบคุมการให้น้ำ ปุ๋ยและสารอาหาร ทำโดยคอมพิวเตอร์ทั้งหมด สามาถควบคุมรสของผักและผลไม้ ได้จากการควบคุมปริมาณสารอาหาร

พ.ศ. 2525

(ง) ได้มีการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมระบบให้น้ำแบบโปรย โดยคำนึงถึงความเร็วลมด้วย และถ้าลมพัดจัดก็ให้หยุดการให้น้ำได้ (อ้างอิง 4)

พ.ศ. 2526

(จ) ได้มีการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการปลูกฝ้าย โดยรวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับแมลง และต้นฝ้ายที่เป็นโรค เพื่อหาวิธีการกำจัด (อ้างอิง 5)

(ฉ) ได้มีการแสดงผลิตภัณฑ์ และอุปกรณ์ในนิทรรศการอโกรเทค และได้มีการนำอุปกรณ์ชลประทานน้ำหยดมาติดตั้งใช้งานในประเทศไทย ที่ จ.ชุมพร ในปี พ.ศ. 2527 (อ้างอิง 13)

พ.ศ. 2527

(ช) ได้มีการพัฒนาสูบแบบ Nutri-pump เพื่อสูบฉีดสารละลายโภชนาการในคน แต่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชได้ (อ้างอิง 11)

พ.ศ. 2527

(ช) ได้มีการออกแบบสร้างรถแทรกเตอร์ ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ (อ้างอิง 12) สามารถบังคับให้เดินได้ตรง และหักเลี้ยวกลับมุม 180 และควบคุมการให้ปุ๋ย ยา ได้ด้วย

(ญ) ได้มีการใช้ระบบ CAD-CAM ในการออกแบบเครื่องจักรกลเกษตร และใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกลเหล่านั้น (อ้างอิง 11)

การควบคุมการให้ปุ๋ย โดยส่งไปกับน้ำที่ควบคุมปริมาณด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถให้ปุ๋ยเมื่อไรก็ได้ ตามกำหนดที่พืชต้องการ

(ฏ) ได้มีการใช้ระบบชลประทานแบบเคลื่อนที่เอง (ระบบนอนรอ) ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ยานที่ใช้ขนเครื่องมือและอุปกรณ์ชลประทาน เคลื่อนที่ได้โดยแรงดันของน้ำในระบบ (อ้างอิง 11)

(ฐ) ได้มีการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยควบคุม การบรรจุหีบห่อ ผลไม้และผักเข้าคอนเทนเนอร์ให้ได้ปริมาณมากที่สุด โดยมีรอยช้ำ หรือเสียหายน้อยที่สุด (อ้างอิง 11)

(ฒ) ได้มีการใช้คอมพิวเตอร์วิเคราะห์ ประเมินผล การตลาดเส้นทางการเดินเรือ และการกำหนดราคา (อ้างอิง 11)

พ.ศ. 2528

(ณ) ได้มีการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม การใช้งานเครื่องจักรกล เพื่อลดปริมาณการใช้พลังงาน หรือประหยัดพลังงาน สามารถนำมาใช้ในระบบการผลิตเกษตรกรรมได้ (อ้างอิง 20)

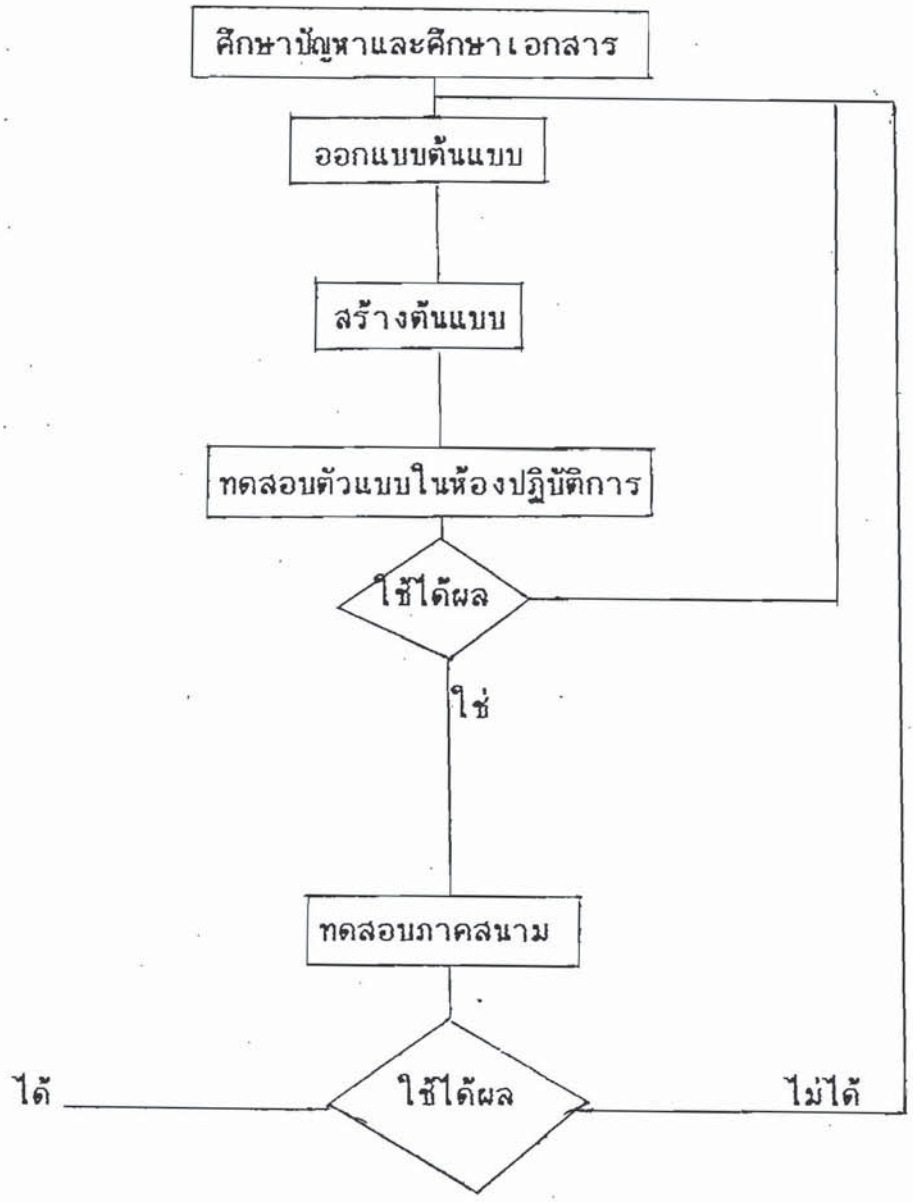
ได้มีการเปิดสวนพฤกษศาสตร์ (อ้างอิง) ที่มหาวิทยาลัยเทลอาวิท ประเทศอิสราเอล มีการปลูกต้นไม้แบบแขวนลอยให้เจริญเติบโตในอากาศ พืชมีทั้งผักกินใบ ผ้าย มะกอก การให้น้ำและสารอาหาร จะใช้ฉีดฝอย 10 นาที ทุกนาที บริเวณรากพืชปิดมิดชิด แสงเข้าไปได้

(ด) เบนจามิน ชู (2527) ศาสตราจารย์, คณบดีคณะวิศวกรรมเกษตร สถาบันเทคเนียนอิสราเอล ให้ข้อสรุปว่า การทำฟาร์มในปัจจุบันเป็นธุรกิจที่สลับซับซ้อน เกินกว่าที่เกษตรกรจะทำได้ด้วยตนเอง โดยอาศัยสมุดบันทึกแต่ข้อมูลเหล่านี้สามารถป้อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้เป็นศูนย์รวมข้อมูล และคำนวณทางเลือกที่ดีได้อย่างรวดเร็ว (อ้างอิง 20)

1.4 วิธีการทำวิจัย

1.4.1 การศึกษาอุปกรณ์ และเครื่องมือ ส่วนใหญ่จะทำโดยการซื้อชิ้นส่วนสำเร็จรูป ที่มีขายในท้องตลาดโดยทั่วไปมาประกอบกันเข้าเป็นอุปกรณ์ ตามความจำเป็น

1.4.2 การสร้างเครื่องอุปกรณ์ ระบบจะกระทำตามขั้นตอนดังต่อไปนี้



1.4.3 การศึกษาลักษณะ การจัดการไร่นา ชาวบ้านและทัศนคติที่ชาวเกษตรในชนบท จะมีต่อการเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยี จะกระทำโดยการสุ่มตัวอย่าง และสัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว หรือแม่บ้าน เกษตรทั่วประเทศ โดยใช้แบบสอบถามที่พัฒนามาเป็นแนวทางในการสัมภาษณ์

1.4.4 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ก. จะทำการศึกษาการให้น้ำและแสงแก่พืชควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ข. จะทำการศึกษาการควบคุมการให้น้ำแบบพ่นฝอยถึงรากพืชที่ปลูกลอยในอากาศ (Aeroponics)

1.4.5 การศึกษาภาคสนาม

ก. จะทำการศึกษาการควบคุมการให้น้ำแก่พืชแบบโปรยในแปลงเพาะปลูกขนาดเล็ก

ข. จะทำการศึกษาการผสมอาหารสัตว์ (โคนม) โดยจะผสมให้ได้สารอาหารคนบตามสูตร แต่ราคาถูกกว่า ผสมกันอยู่โดยวิธีลองผิดลองถูก โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปแนะวิธีผสม

1.4.6 การศึกษาวิเคราะห์การพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

จะทำการวิเคราะห์การพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของเกษตรกรอิสระ และบริษัทเกษตรก้าวหน้า

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. คาดว่าจะสามารถเพิ่มขีดความสามารถของคณาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการจัดการในไร่นาไทยได้

2. ได้แนวทางที่จะพัฒนาไปสู่การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการจัดการในไร่นา ในเชิงพานิชย์ได้

3. ได้แนวทางที่จะใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการจัดการในไร่นาได้อย่างสามารถพึ่งพาตนเองได้ในระดับที่น่าพอใจ

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.1 ระบบการผลิตทางเกษตรในประเทศไทย

ระบบการผลิตทางเกษตรในประเทศไทย พอจะแยกออกได้เป็น 2 ระบบด้วยกันคือ ระบบผลิต แบบผลิตแยกและระบบผลิตผสมผสาน (ดูรูปที่ 2.1 ถึง 2.4 ประกอบ) ระบบผลิตแยกได้แก่ การที่ทำเพาะปลูก การเลี้ยงสัตว์บก และการเลี้ยงสัตว์น้ำ แยกออกจากกันเด็ดขาด หรือเกือบแยกออกจากกันเพราะมิได้นำปัจจัยที่ผลิตได้จากส่วนหนึ่งของระบบผลิตไปเป็นปัจจัยนำเข้าของอีกระบบหนึ่ง หรือมีการใช้ก็แต่เพียงส่วนน้อย

ในระบบการผลิตนั้นรูปแบบที่ง่ายที่สุดคือ รูปแบบดังแสดงในรูปที่ 2.1 มีองค์ประกอบหลักอยู่ 3 องค์ประกอบคือปัจจัยนำเข้า (INPUTS) ระบบเทคนิคการผลิต (TECHNOSYSTEM) และปัจจัยนำออก (OUTPUT)

(i). **ปัจจัยนำเข้า** (INPUTS) ยังสามารถแยกย่อยออกไปได้อีกตามความจำเป็นและเหมาะสม เช่น

ก. กำลังคน (MANPOWER) ซึ่งจะต้องดูทั้งส่วนที่เป็นกำลังงาน และส่วนที่เป็นความสามารถของคนซึ่งได้แก่ สติปัญญา ความรู้และความสามารถที่ได้รับการฝึกอบรมมาแล้วจนทำงานได้เป็นต้น

ข. วัสดุ (MATERIALS) ในการประกอบการผลิตจำต้องใช้วัสดุในการผลิตทั้งสิ้น เช่น ปุ๋ย ยาฆ่าแมลงและปราบวัชชพืชและอื่นๆ

ค. ทรัพยากร (RESOURCES) เช่นที่ดิน น้ำ พลังงาน ป่าไม้ ฯลฯ สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในการผลิตเช่นเดียวกับปัจจัยอื่น

จ. เงินทุน (FINANCIAL RESOURCES) ถ้าหากในการผลิตขาดปัจจัยอื่น การมีเงินทุนก็ทำให้สามารถ จัดหาปัจจัยอื่นที่ยังขาดอยู่ได้

ง. เครื่องมืออุปกรณ์ (MACHINERY AND EQUIPMENT) เช่น เครื่องจักรกลเกษตรต่างๆ เครื่องพ่นยา ฯลฯ เครื่องมือเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นในการผลิตการเกษตร โดยเฉพาะในประเทศที่มีการเกษตรก้าวหน้า หรือเกษตรกึ่งก้าวหน้าแบบของไทย เพราะเครื่องมือเหล่านี้ สามารถทุ่นแรงหรือช่วยให้ทำงานให้เสร็จเร็วขึ้น ทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงได้

ฉ. การจัดการ (MANAGEMENT) การมีปัจจัยอย่างอื่นครบ แต่ขาดการจัดการที่ดี ก็จะไม่สามารถทำให้ระบบผลิตเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการจัดการจึงเป็นสิ่งจำเป็นที่สุดสำหรับระบบการผลิตในปัจจุบัน

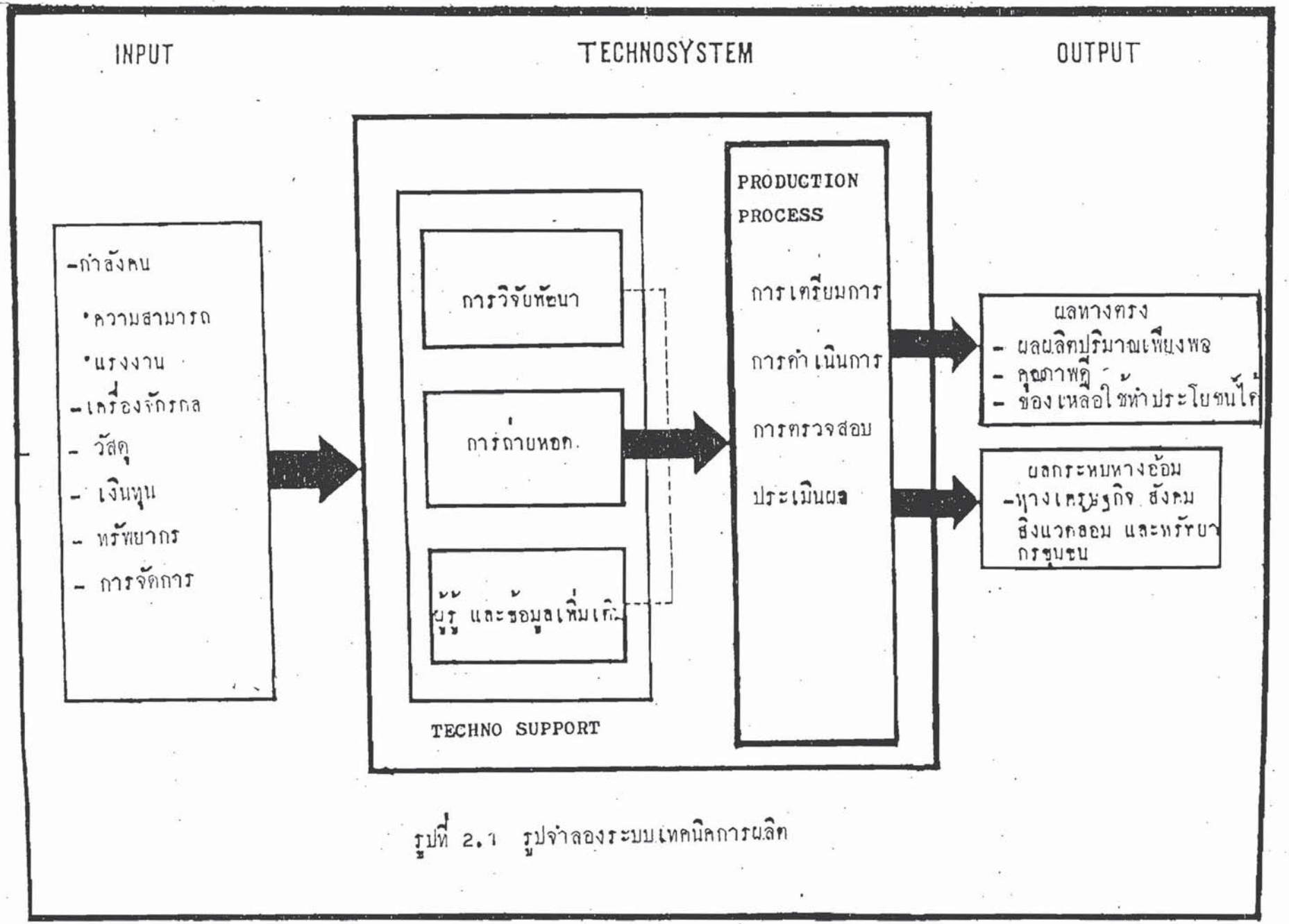
ปัจจัยนำเข้าที่กล่าวมาแล้วทุกองค์ประกอบมีความสำคัญใกล้เคียงกัน ถ้าขาดปัจจัยใดไปปัจจัยหนึ่ง จะทำให้ขาดปัจจัยนำเข้าที่ดี และเหมาะสมได้ อาจทำให้การผลิตขาดประสิทธิภาพหรือมีต้นทุนการผลิตสูง

(ii) ระบบเทคนิคการผลิต

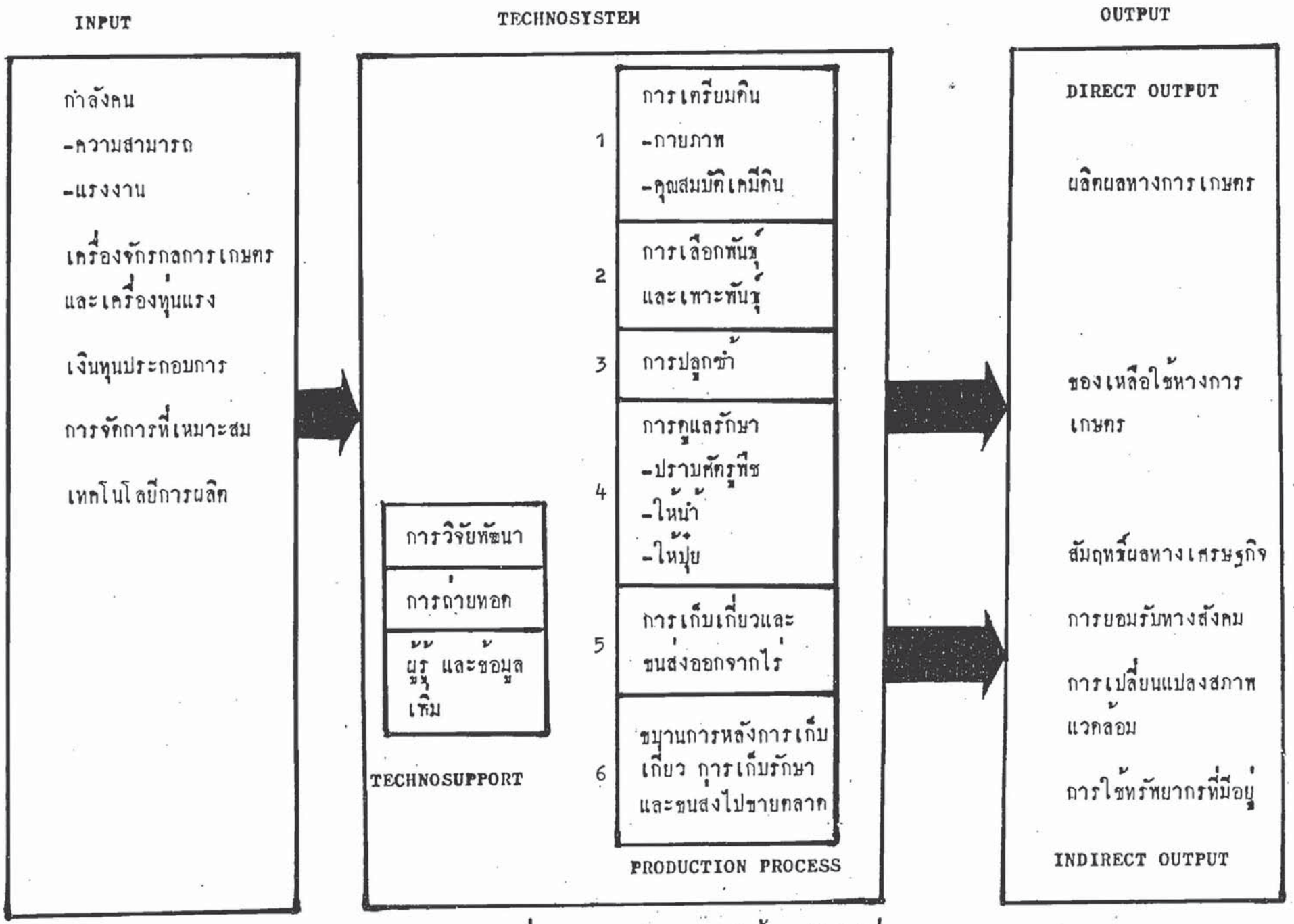
ระบบเทคนิคการผลิตนั้น ยังสามารถแยกย่อยเป็นระบบเล็กอีก 2 ระบบ คือ ระบบการผลิตและระบบสนับสนุนเทคนิคการผลิต

ก. ระบบการผลิต ได้แก่การศึกษาวางแผน ออกแบบแผนการดำเนินการผลิต การผลิตจริง ได้แก่การนำปัจจัยเข้ามาดำเนินการตามวิธีที่ได้วางแผนไว้ การตรวจสอบ และประเมินผลการดำเนินการว่าเป็นไปตามเป้าหมายและวิธีการที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้ายังไม่เป็นไปตามที่ตั้งไว้ก็ต้องนำข้อมูลย้อนกลับที่ ป้อนกลับเข้าในระบบ เพื่อปรับปรุงระบบการผลิตให้เป็นไปตามเป้า

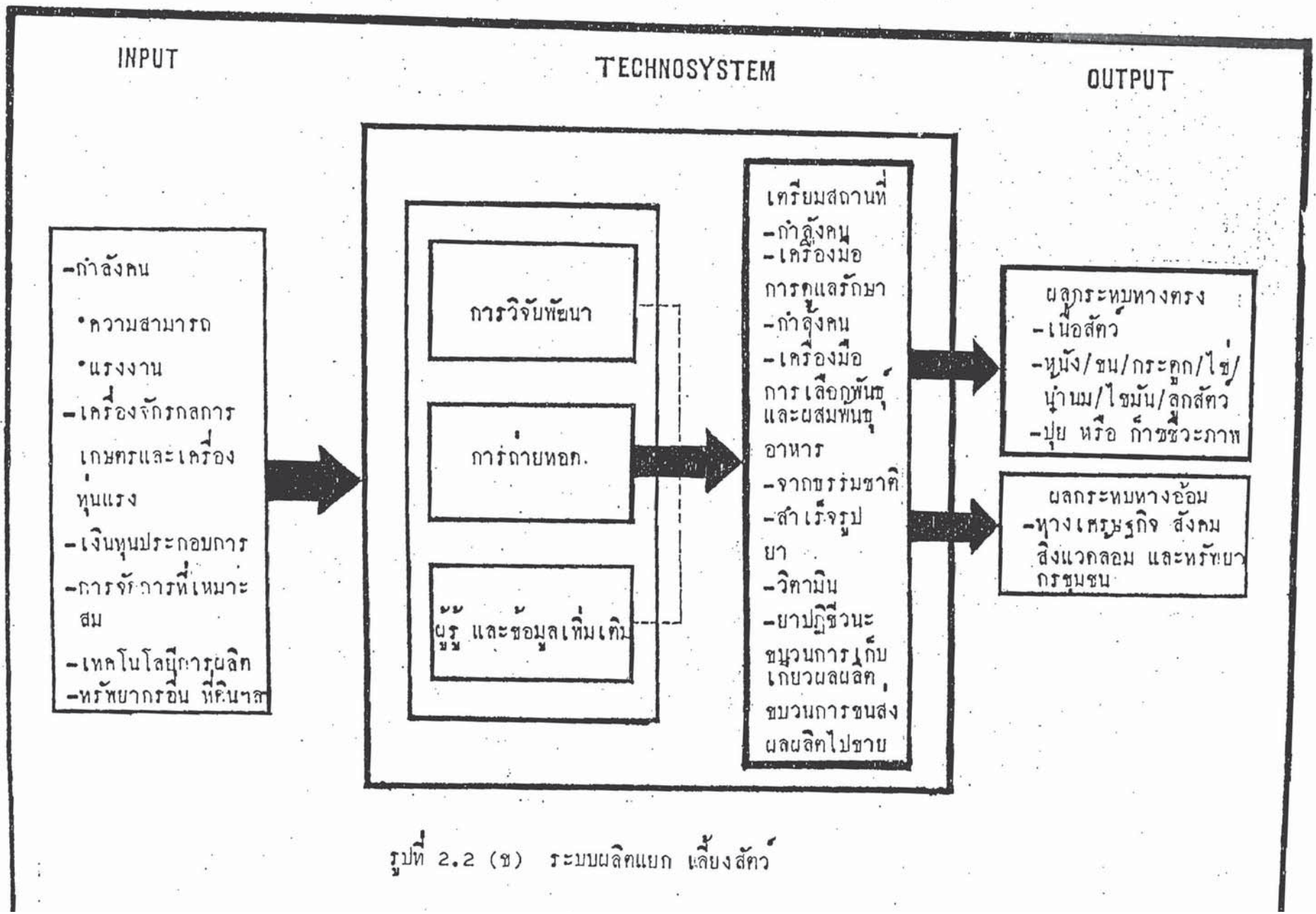
ข. ระบบสนับสนุนเทคนิคการผลิต เทคนิคการผลิตบางเทคนิคอาจจะง่ายผู้ปฏิบัติเข้าใจ และสามารถปฏิบัติได้ แต่บางระบบก็มีความยุ่งยาก หรืออาจจำต้องใช้ข้อมูลจากการวิจัย มาประกอบ ถ้าบุคลากรที่ดำเนินการผลิต มีขีดความสามารถสูงก็ดำเนินการต่อไปได้ง่าย แต่ถ้ามีขีดความสามารถต่ำก็จำต้องมีระบบสนับสนุน เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของบุคลากร การฝึกอบรมให้บุคลากรมีความรู้และเพิ่มทักษะการทำงาน การมีระบบข้อมูลเอกสาร และหรือมีผู้ชำนาญงานที่สามารถให้ความช่วยเหลือทางวิชาการ เมื่อบุคลากรในหน่วยผลิตมีความต้องการความช่วยเหลือทางเทคนิคและวิชาการ



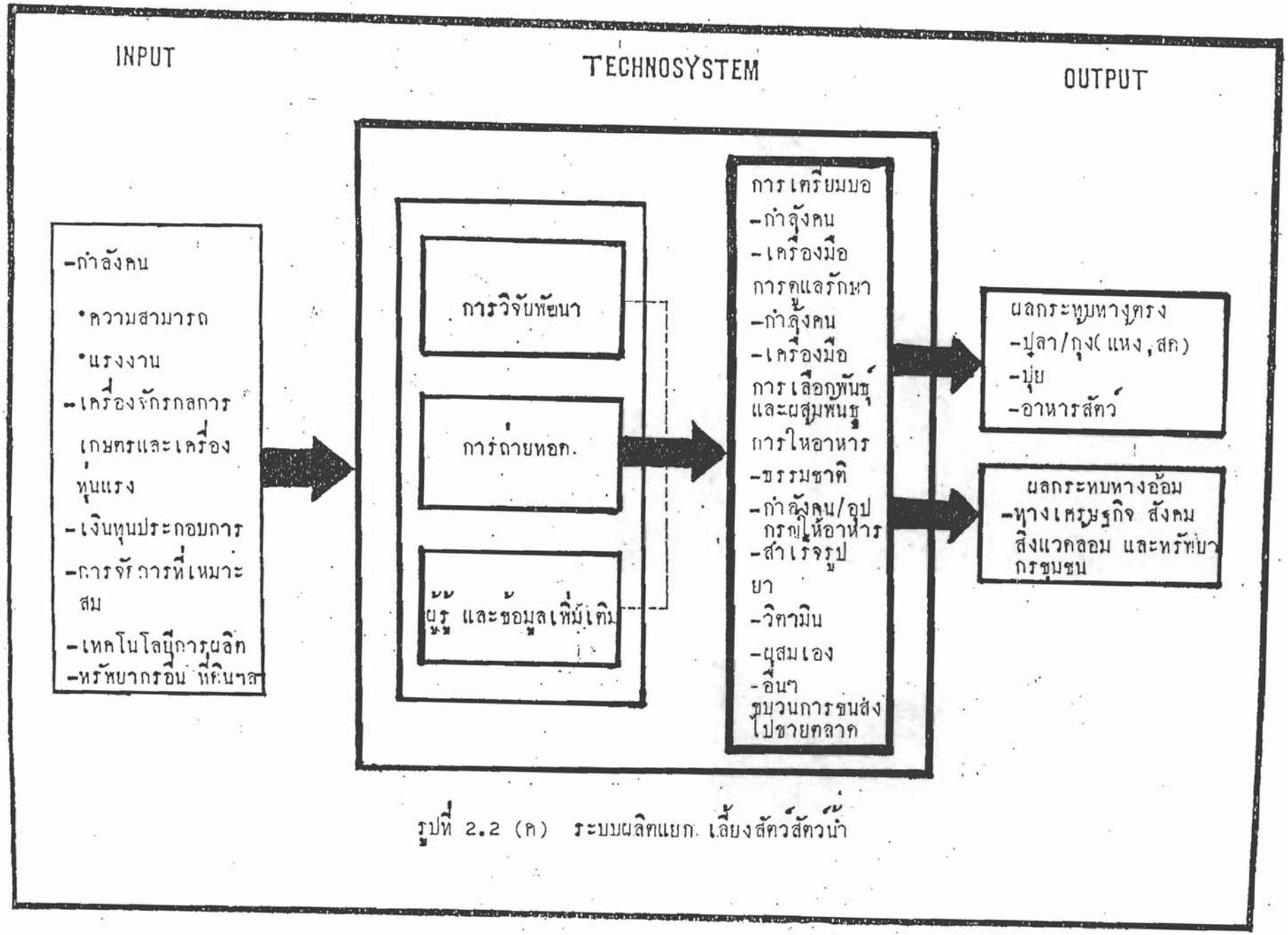
รูปที่ 2.1 รูปจำลองระบบเทคนิคการผลิต



รูปที่ 2.2 (ก) ระบบการผลิตข้าว หรือพืชไร่



รูปที่ 2.2 (ข) ระบบผลิตแยก เลี้ยงสัตว์



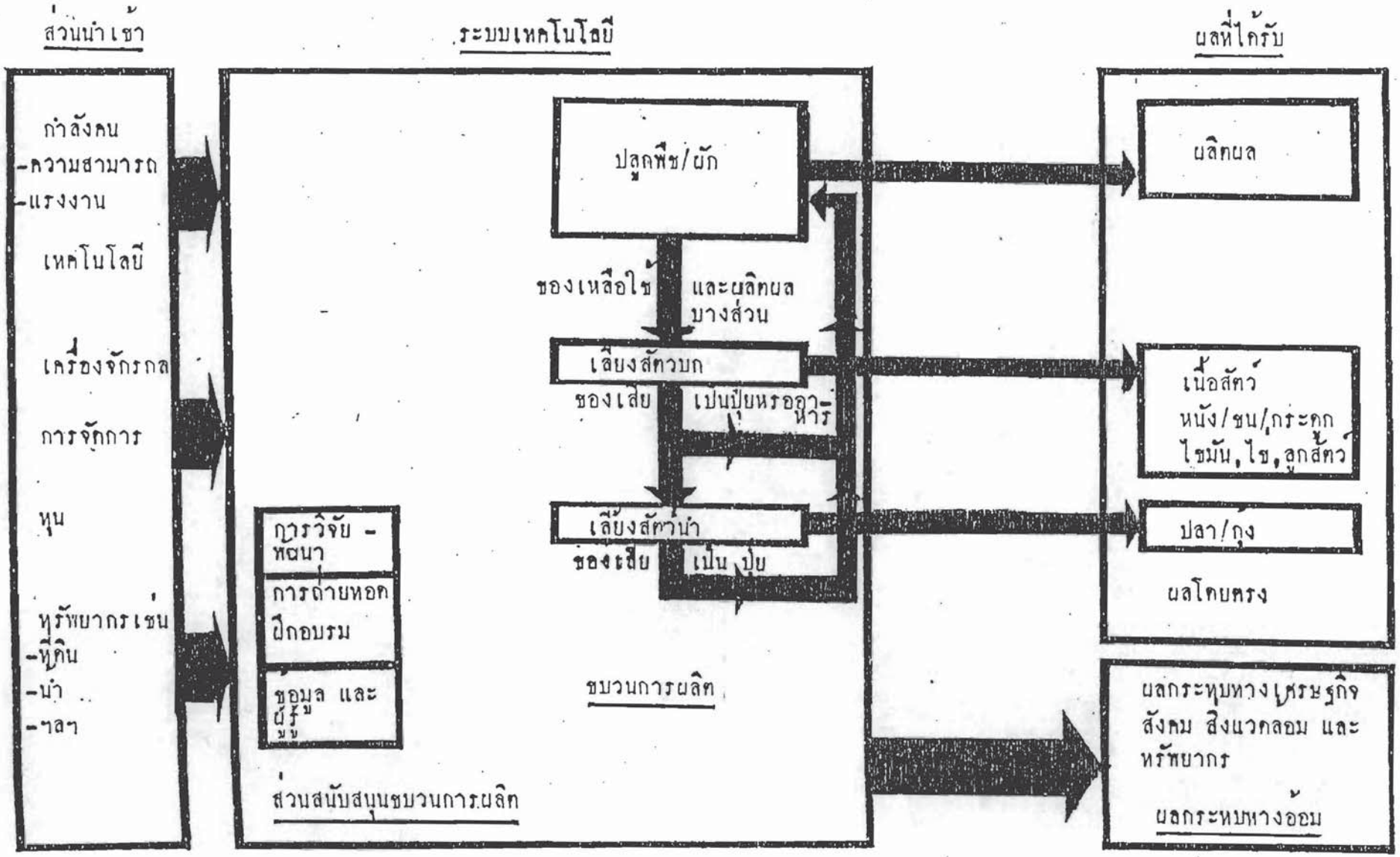
รูปที่ 2.2 (ค) ระบบผลิตแยก เลี้ยงสัตว์สัตว์น้ำ

(iii) **ปัจจัยนำออก หรือผลผลิต**

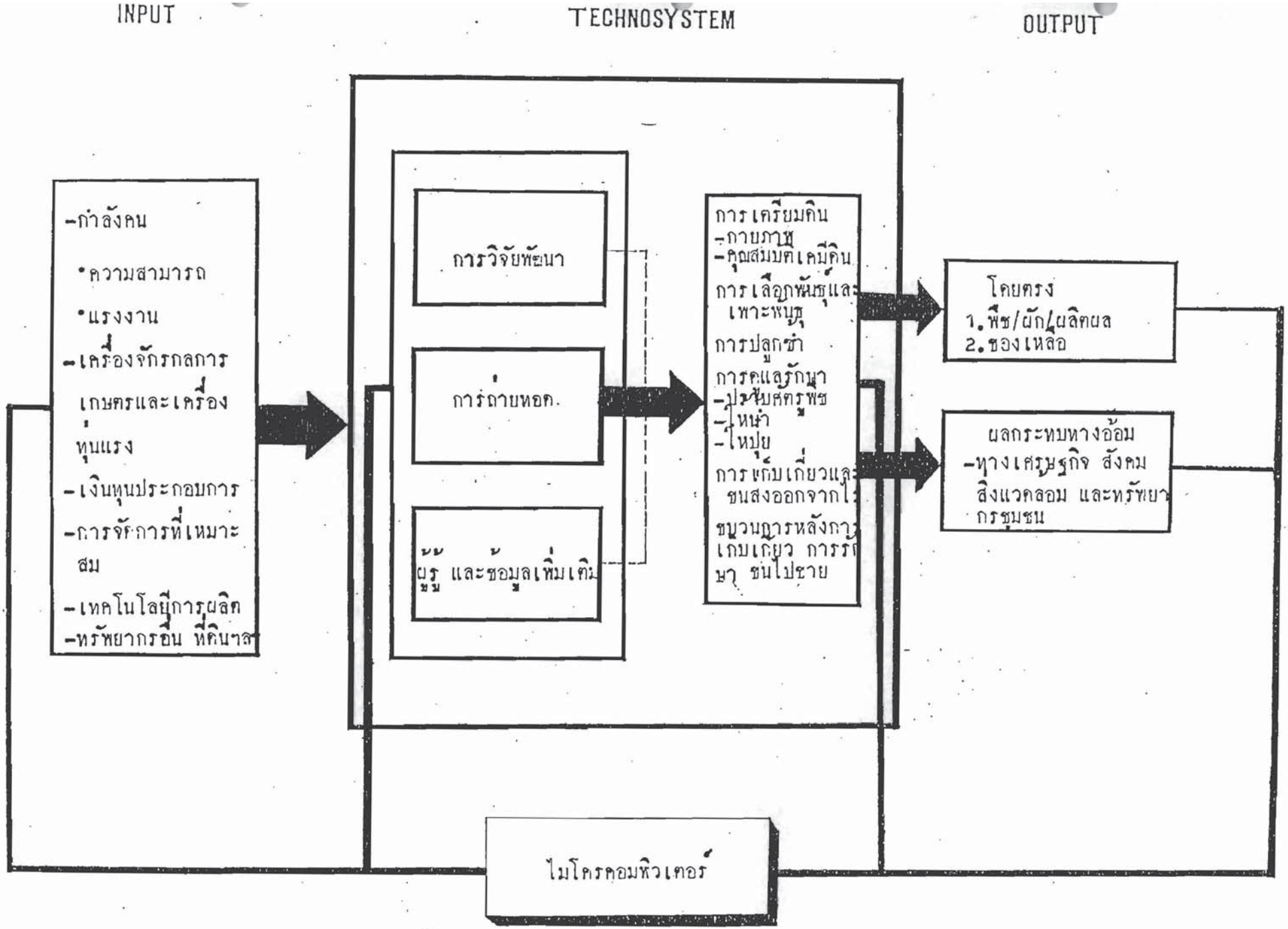
ผลผลิตนั้นจะมี 2 รูปแบบคือ ปัจจัยนำออกตรงซึ่งได้แก่ผลผลิตและเศษวัสดุเกษตรที่เหลือใช้ กับผลกระทบที่มีต่อปัจจัยอื่น เช่น ผลกระทบทางเศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมของชุมชนเป็นต้น

ในการศึกษาการควบคุม หรือจัดการระบบการผลิตในไร่นาด้วยคอมพิวเตอร์นั้น จะต้องดูการควบคุมทั้งระบบ (ดูรูป 2.4) คือที่ปัจจัยนำเข้า (INPUT) ระบบเทคนิคการผลิต (TECHNOSYSTEM) และปัจจัยนำออก (OUTPUT) และคอมพิวเตอร์สามารถเข้าไปช่วยได้หลายจุดดังนี้ ในการปลูกพืช คอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดทำข้อมูล กำลังคนและขีดความสามารถเพื่อให้สามารถเลือกคนที่เหมาะกับงานได้ ช่วยจัดทำข้อมูล เครื่องจักรกลเกษตร และอุปกรณ์รวมทั้งข้อมูลการซ่อมบำรุง ช่วยจัดทำข้อมูลทรัพยากร และเงินทุนรวมทั้ง การคำนวน ประมาณการต่างๆได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ช่วยจัดทำข้อมูลเพื่อสนับสนุนการผลิต หรือการจัดการเป็นต้น ในระบบสนับสนุนเทคนิคการผลิตสามารถป้อนข้อมูลและผลการวิจัยเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถนำออกมาใช้ใหม่ เมื่อจำเป้น ช่วยในการถ่ายทอดเช่น ช่วยจัดการถ่ายทอด ช่วยจัดทำเอกสารประกอบการถ่ายทอด และการฝึกตลอดจน การวาดภาพประกอบต่างๆ จากง่ายไปยากในส่วนที่เป็นระบบเทคนิคการผลิต สามารถเก็บข้อมูลลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของดิน ซึ่งได้รับการตรวจสอบจากสถาบันที่ตรวจได้มาแล้ว การเก็บข้อมูลพันธ์ เช่น เมล็ดพันธ์ และข้อดีข้อเสีย เพื่อประกอบการใช้ในกระบวนการเลือก การกำหนดโปรแกรม การให้ยา น้ำ ปุ๋ย ฯลฯ การจัดการด้านเก็บเกี่ยว ขนถ่าย เก็บเข้ายุ้งฉาง การคาดคะเนตลาด และการจำหน่ายผลิตผล ส่วนทางด้านปัจจัยออกนั้น สามารถ เก็บข้อมูลประมาณผลิตผลที่มีอยู่ และการตลาดสามารถคำนวนประเมินผลตามวิธีการที่ตั้งโปรแกรมไว้แล้ว ให้สามารถหาค่าผลกระทบทางสังคม เศรษฐกิจ ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของชุมชนเป็นต้น

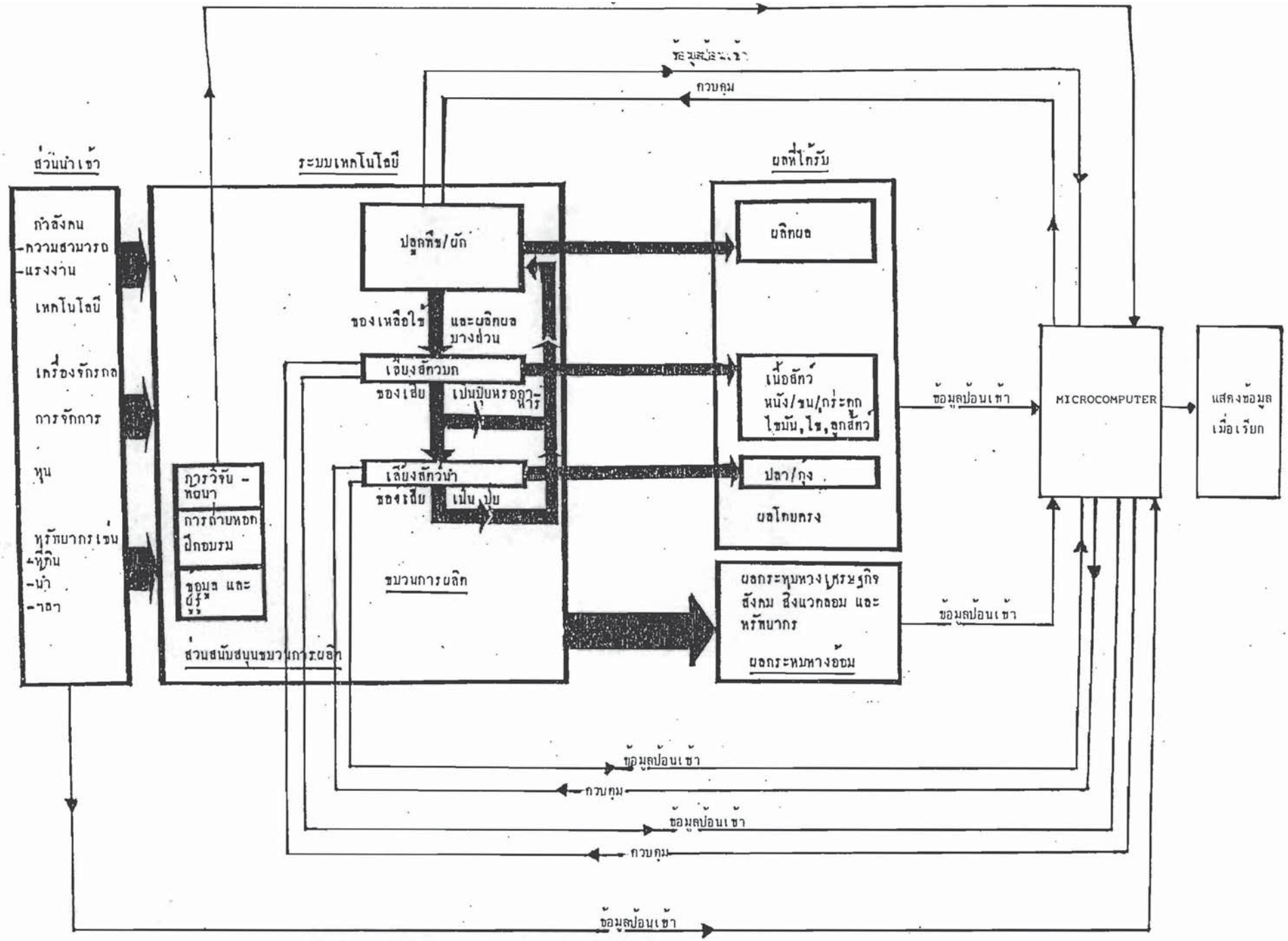
สำหรับระบบการผลิตแบบผสมผสาน ความยุ่งยากในการผลิต และการจัดการจะยิ่งมีมากยิ่งขึ้นการควบคุมก็จะต้องมีความละเอียดอ่อนเพิ่มมากขึ้น ดังปรากฏในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.3 ระบบการผลิตรวม (Integrated Farming System)



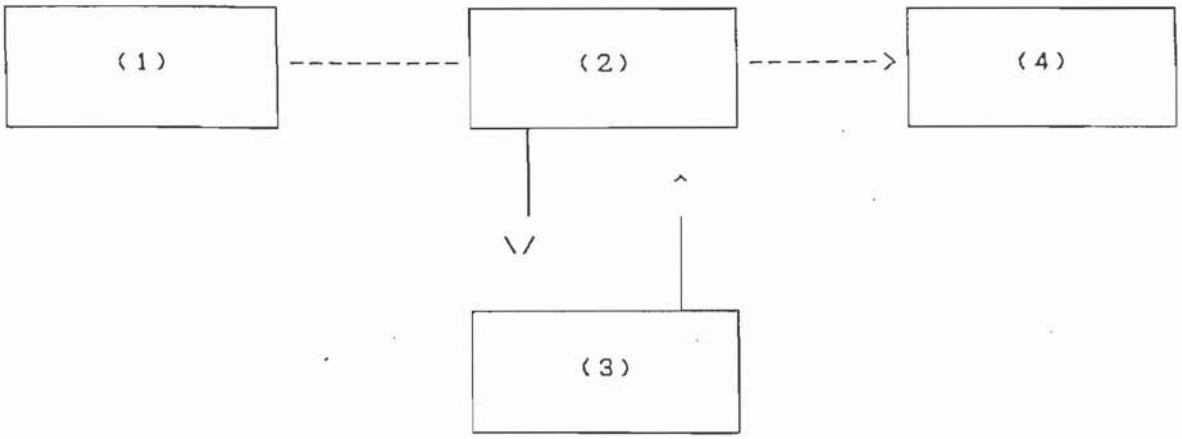
รูปที่ 2.4การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมการจัดการ/ดำเนินการในไร่นา



รูปที่ 2.5 การควบคุมระบบการผลิตรวมด้วยคอมพิวเตอร์

2.2 ระบบการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ก. ระบบคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.6 ผังแสดงส่วนต่างๆ หลักของคอมพิวเตอร์

หน่วยที่ 1 เป็นหน่วยรับข้อมูล ((INPUT UNIT) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากภายนอกระบบเข้าสู่ระบบ ข้อมูลที่นำเข้าจะเป็นระบบเชิงเลข (DIGITAL) ซึ่งอาจนำเข้าผ่านแป้นพิมพ์ที่ได้ตกลงสัญญานกันไว้ก่อนแล้ว หรือนำเข้าโดยเป็นสัญญานไฟฟ้าที่มีระบบแปลสัญญานไฟฟ้า ข้อมูลเชิงตัวเลข (A/D CONVERTER) ก็ได้

หน่วยที่ 2 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (CENTRAL PROCESSING UNIT) จะควบคุมการนำเข้าข้อมูลและการเดินทางของข้อมูลต่างๆ ภายในระบบ นอกจากควบคุมการนำเข้าและการเดินทางแล้วยังทำการคำนวน หรือเลือกตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ที่กำหนดไว้ได้ด้วย

หน่วยที่ 3 เป็นหน่วยความจำ (MEMORY) ใช้เก็บข้อมูลและโปรแกรมการทางานของเครื่อง

หน่วยที่ 4 หน่วยแสดงผล (OUTPUT UNIT) จะนำข้อมูลจากหน่วยประมวล

ผลกลางออกสู่ภายนอกระบบ อาจจะออกมาในรูปแบบที่ผู้ใช้ สามารถเข้าใจได้ หรือเป็นสัญญานเชิงตัวเลขส่งไปยังเครื่องแปลสัญญาน เพื่อแปลสัญญานตัวเลขเป็นแรงดันไฟฟ้าใช้นำไปควบคุมการทำงานของระบบอื่นต่อไป

สำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาวิจัยนี้เป็นเครื่อง APPLE II 8 BIT มีหน่วยความจำชั่วคราว (RANDOM ACCESS MEMORY) 64 กิโลไบต์ หน่วยความจำถาวร (READ ONLY MEMORY) ขนาด 12 กิโลไบต์ ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 6502 โดยใช้ภาษา APPLESOFT BASIC เป็นภาษาในการทำงานเครื่องมีช่องเสียบอุปกรณ์เพิ่ม (SLOT) ได้ 8 ช่อง แต่ละช่องมีอุปกรณ์รับและแสดงผลได้ 256 ตำแหน่งการสร้างเป็นแบบสถาปัตยภายใน MEMORY MAP I/O ดังนั้นหน่วยประมวลผลกลางจะถือว่าช่องเสียบดังกล่าวเป็นพื้นที่หน่วยความจำของเครื่องด้วย โดยมีหมายเลข ADDRESS แน่นอน

ข. อุปกรณ์เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าเป็นข้อมูลเชิงเลข

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันหรือความต่างศักย์ ไฟฟ้ามาเป็นข้อมูลที่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รับได้จึงต้องเป็นข้อมูลเชิงเลขนั้น เรียกกันย่อๆว่า A/D CONVERTER หรือ ANALOG TO DIGITAL CONVERTER ในการศึกษานี้ใช้ A/D 0809 ของบริษัทเนชั่นแนลเซมิคอนดัคเตอร์จำกัด ซึ่งเป็นวงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นข้อมูล เชิงเลขขนาด 8 บิท มีช่องสัญญานขาเข้า 8 ช่อง สามารถต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์โดยตรง รายละเอียดดูได้ในบทที่ 3 สำหรับการควบคุมนั้น จะส่งสัญญานเชิงเลขของโปรแกรมไปยัง D/A CONVERTER ซึ่งสามารถส่งสัญญานต่อไปควบคุมเครื่องได้ 16 จุด

2.3 ระบบการเจริญเติบโตของต้นไม้

ก. ขบวนการสังเคราะห์แสง

ต้นไม้มีระบบการปรุงอาหาร เพื่อสร้างต้นให้เติบโตได้โดยอาศัยหลักเกณฑ์การการสังเคราะห์แสง ซึ่งได้แปลงเป็นสมการง่ายๆดังนี้

แสงแดด

$$M\ (H_2O) + N\ (CO_2) \xrightarrow{\text{สารคลอโรฟิลด์ในใบไม้}} N\ (CH_2O) + N\ (O_2) + (M-N)H_2O$$

น้ำนั้นจะดูดจากดินหรือที่ที่มีน้ำผ่านเข้ารากโดยวิธีการ OSMOSIS แล้วส่งไปตามท่อส่งน้ำจนถึงใบ เมื่อมีแสงสารคลอโรฟิลด์ในใบจะกระตุ้นให้เกิดการสังเคราะห์ได้แป้ง $N(CH_2O)$ ได้ออกซิเจน และมีน้ำที่ดูดมาเกินพอ ต้องคายทิ้งทางปากใบ (STOMATE) จากกระบวนการดังกล่าวถ้าสามารถให้น้ำแก่พืชในปริมาณที่เกินพอ แต่เพียงเล็กน้อย และถ้าควบคุมการให้แสงสว่างได้อย่างเหมาะสม พืชก็จะเจริญเติบโตได้แล้ว แต่ใช้น้ำน้อยกว่าการปลูกพืชปกติ ที่พืชจะดูดน้ำขึ้นไปจนเกินต้องการแล้วคายทิ้ง

ข. สารอาหารและออกซิเจน

การดูดซึมที่รากของต้นไม้นั้น จะสามารถดูดซับสารอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำในดิน และซับเอาออกซิเจนเข้าสู่ระบบราก ทำให้รากไม่เน่า และพืชเจริญเติบโตได้ดี ถ้าสามารถตรวจสอบปริมาณสารอาหารในน้ำที่พืชดูดเข้าสู่ระบบรากได้ ก็อาจจะเพิ่มสารอาหาร หรือเพิ่มปุ๋ยในปริมาณที่พอเหมาะกับความต้องการของพืชได้

การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการให้น้ำ สารอาหารและอื่นๆ จะช่วยให้สามารถปลูกพืชให้โตเร็ว สารอาหารครบ และอาจควบคุมรสชาติได้ด้วย

2.4 การพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ในการใช้วิทยาการต่างๆ เช่นระบบการผลิต และการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการผลิตนั้น ผู้ใช้เทคโนโลยี จะต้องสามารถทำความเข้าใจกับเทคโนโลยี และการใช้เทค

โนโลยีนั้นๆเลียก่อน

ก. ระดับความยากง่าย ของเทคโนโลยี

ระดับ 1 หรือต่ำสุดได้แก่ เทคโนโลยีที่อยู่กับชุมชนมานานจนกลายเป็นส่วนของชีวิตประจำวัน เรียกกันโดยทั่วไป ว่า **เทคโนโลยีชาวบ้าน** ไม่ยาก หรือสลับซับซ้อน สามารถสอนกันได้โดยให้ทำตาม หรือสาธิตวิธีให้เท่านั้น สามารถสอนกันได้โดยให้ทำตามหรือสาธิตวิธีให้เท่านั้น เช่นการบังคับควายหรือควายเหล็กไถนา เป็นต้น

ระดับ 2 หรือระดับปานกลาง ได้แก่เทคโนโลยีที่ใช้เครื่องจักรกลง่ายๆ ตัวอย่างจักรยาน รถไถเดินตาม เป็นต้น การเรียนรู้ต้องมีครูสอน เพราะต้องรู้ทั้งการใช้งาน และการซ่อมบำรุง อาจต้องเข้าเรียนในระบบการศึกษาใน และนอกโรงเรียน เป็นต้น

ระดับ 3 หรือระดับสูง ได้แก่เทคโนโลยีที่ใช้เครื่องจักรกลที่สลับซับซ้อน เช่น รถอีแต๋น หรือ รถแทรกเตอร์ขนาดใหญ่ ต้องมีการศึกษาในระบบโรงเรียนที่สอนทั้งทฤษฎีและปฏิบัติ เช่นโรงเรียนช่างทั่วไป ต้องเรียนรู้หลายศาสตร์สาขา

ระดับ 4 หรือระดับก้าวหน้า เป็นเทคโนโลยีใหม่ที่สลับซับซ้อนมาก หรือยังต้องอาศัยการวิเคราะห์วิจัยร่วม จึงจะทำงานสำเร็จ ตัวอย่างเช่น คอมพิวเตอร์ การใช้ปุ๋ยยังต้องเหมาะกับดิน และคุณสมบัติทางเคมีของดิน การใช้แอลกอออล์ในเครื่องรถยนต์ เป็นต้น ผู้ที่จะเข้าใจเทคโนโลยีระดับนี้ต้องเคยเรียนมาในระดับอาชีวชั้นสูง หรือมหาวิทยาลัย และต้องเคยทำวิจัยพัฒนามาแล้วด้วย

ระดับที่ 5 ระดับอนาคต เป็นเทคโนโลยีใหม่ซึ่งยังต้องการผลการวิจัย พัฒนาเพิ่มเพื่อนำมาปรับปรุงให้เหมาะกับการใช้งานในอนาคต

การผลิตทางเกษตรของไทย ใช้เทคโนโลยีที่มีความยากง่าย หลายระดับปะปนกัน ตัวอย่างเช่น การปลูกอ้อย การเตรียมดินใช้รถแทรกเตอร์ใหญ่ เป็นระดับสูง การปลูกใช้ท่อนพันธ์ซึ่งลับด้วยแรงคน หย่อนลงหลุม หรือร่องด้วยแรงคน จัดเป็นระดับชาวบ้าน ถ้า

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หย่อนและกลบโดยเครื่องจักรกล จัดเป็นระดับกลางหรือสูง การให้ปุ๋ย ถ้าจะให้อย่างถูกต้อง ต้องศึกษาสารอาหารในดินก่อนให้จัดเป็นระดับก้าวหน้า มีการเลือกพันธุ์อ้อยใหม่ ซึ่งจะให้ผลผลิตและความหวานสูง ยังอยู่ในระหว่างวิจัยปรับปรุงพันธุ์ถือเป็นเทคโนโลยีอนาคต

ข. ระดับการใช้งานเทคโนโลยี

การใช้งานทางเทคโนโลยีมีระดับการใช้ที่แตกต่างกันออกไปหลายระดับ ดังนี้

ระดับ 1 ง่ายที่สุด ได้แก่ระดับการยืนดู หรือสังเกตุการ ไม่ได้มีมีส่วนร่วมในการใช้ แต่จะมีผลประโยชน์ร่วม

ระดับ 2 ระดับการลอกเลียนใช้งาน หรือปฏิบัติงานตามสั่ง ซึ่งรวมไปถึงการซ่อมบำรุง รักษา เมื่อจำเป็น

ระดับ 3 ระดับสามารถเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมมาใช้งานได้

ระดับ 4 ระดับลอกเลียนพัฒนาได้ โดยสามารถลอกเลียนแล้วสามารถทำงานได้ดีกว่า หรือผลิตของคุณภาพสูงกว่า การที่จะทำได้ต้องมีปัจจัยนำเข้าเพิ่มก่อนเข้าสู่ระบบผลิต

ระดับ 5 ระดับปรับปรุง/ เปลี่ยนแปลง ให้เหมาะหรือเข้ากันได้กับสภาพในท้องถิ่น

ระดับ 6 ระดับสร้างสรรค์ต่อยอด สามารถทำวิจัยพัฒนาของตนเองแล้วนำผลการวิจัยไปประยุกต์กับเทคโนโลยีที่มีอยู่ ให้สามารถทำงานได้ดีขึ้นผลิตของได้เร็วขึ้นหรือคุณภาพดี และมีความแตกต่างไปจากของเดิมในทางที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

ระดับ 7 ระดับคิดค้นสร้างเทคโนโลยีใหม่

ตัวอย่าง ระดับการใช้งานของเทคโนโลยี

ถ้าเกษตรกรได้รับเชิญไปดูการปลูกพืชพันธุ์ใหม่ที่ได้ผลผลิตสูงขึ้น ถือได้ว่าเป็นระดับยืนดู อาจได้ประโยชน์จากการสังเกตนี้ด้วย แต่ถ้าได้รับเชิญให้รับการฝึกอบรมการใช้พันธุ์ใหม่แล้วนำไปปลูกเอง ก็ก้าวขึ้นเป็นขั้นลอกเลียนใช้งาน แต่ถ้าสามารถเรียนรู้พันธ์พืชใหม่หลายพันธุ์ และรู้สภาพดินที่ตนมีอยู่สามารถเลือกพันธุ์ที่เหมาะกับดิน กับน้ำหรือสภาพอากาศในท้องถิ่น ของเกษตรกรก็ถือว่า เลือกใช้เป็น ถ้าสามารถนำพันธุ์พืชที่ได้ใหม่มาปลูกด้วยวิธีการพลิกแพลงพิเศษจนได้ผลผลิตดีกว่าผู้ผลิตเดิม ก็เป็นลอกเลียนพัฒนา ถ้าสามารถนำมาผสมกับพันธุ์ที่มีอยู่เดิมได้พันธ์ใหม่ที่แข็งแรงผสมผสานใกล้เคียงกันก็เป็น การปรับปรุงเปลี่นแปลง แต่ถ้านำไปผสมพันธุ์กันแล้วได้พันธุ์ใหม่ดีกว่าแข็งแรงกว่า ได้ผลผลิตมากกว่า หรือสามารถนำไปปลูกในที่ๆ มีสภาวะแวดล้อมเลวได้ผลดี ก็จัดเป็นการสร้างสรรค์ต่อยอด แต่ถ้าคิดพืชใหม่ เช่นคิดหญ้าหวานได้ปลูกแล้วได้ผลผลิตทดแทนอ้อยได้เป็นจำนวนมากก็ถือได้ว่าสามารถคิดค้นของใหม่ได้

กลวิธีที่จะสอนให้คนสามารถลอกเลียนเทคโนโลยีใหม่นั้น สามารถดูจากความยากง่ายของเทคโนโลยีที่จะนำเข้าไปใหม่กับ ที่มีอยู่เดิม โดยใช้ระบบแมตริกซ์ดังในตารางที่ 2.1 เป็นตัวชี้ว่า ก็จะสามารถบอกได้หยาบ ๆว่าเทคโนโลยีที่นำเข้าไปใหม่เข้าไปใหม่นั้น ผู้ใช้สามารถลอกเลียนได้หรือไม่ ตัวเลขชี้นำประมาณ 0.6 ถือว่าลอกเลียนได้ การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการจัดการในไร่นาในชนบทนั้น ต้องถือว่าเป็นเทคโนโลยีระดับก้าวหน้า ผู้ที่จะลอกเลียนได้ ควรได้รับความรู้ระดับ ปวช ปวส เป็นอย่างน้อย เพราะจะมีเทคโนโลยี ระดับกลาง หรือสุง เปรียบกับเทคโนโลยีที่นำเข้าแล้ว จะได้ตัวเลขชี้ประมาณ 0.6 หรือ 0.8 สามารถลอกเลียนได้ ถ้ามีวิธีการถ่ายทอดที่เหมาะสม

ค. ทฤษฎี การพึ่งพาตนเองได้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพึ่งพาตนเองได้นั้น มิได้หมายความว่า จะต้องทำทุกสิ่งทุกอย่างด้วยตนเอง ทั้งหมด แต่หมายถึงมีขีดความสามารถที่จะพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีได้ถึงเป้าหมายที่ตั้งเอาไว้ สามารถเรียนรู้เทคโนโลยีที่ต้องการ และสามารถจัดการกับเทคโนโลยีที่ได้มาด้วยตนเองได้ เมื่อมีปัญหาสามารถจัดการแก้ไข หรือมีระบบสนับสนุนที่อยู่ใกล้พอที่จะเดินทางไปรับคำแนะนำ หรือขอความช่วยเหลือได้

การตั้งเป้าหมาย การพึ่งพาตนเองนั้น สำคัญมากโดยเฉพาะการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เพื่อควบคุมการผลิตทางการเกษตรนั้น ต้องดูภูมิหลังของผู้ใช้ด้วย เพราะต้องมีปัจจัยสนับสนุนอยู่มาก ถ้าคิดว่าจะนำไปใช้ในระบบแล้วภูมิหลังที่สำคัญของชนบทได้แก่

ก. เกษตรกรส่วนใหญ่ มีหนี้สินมาก จะหาทรัพย์มาใช้จัดหาเครื่องมืออุปกรณ์ได้ยาก

ข. ทรัพยากรบุคคลในชนบทมีขีดความสามารถต่ำ เป็นผู้ที่มีความรู้ระดับอาชีวศึกษาและอุดมศึกษาประมาณ 6% เท่านั้น

ค. โครงสร้างพื้นฐาน เช่นถนน ไฟฟ้า ดี เข้าถึงชุมชนกว่า 70% แล้ว

ง. หน่วยงานสนับสนุนการพัฒนามีพอควร ได้แก่ครู และระบบการศึกษาในโรงเรียนระดับประถมศึกษา มีทุกชุมชน เจ้าหน้าที่เกษตรมีทุกตำบลพัฒนากร และอาสาสมัครช่าง กสช มีทุกอำเภอ

จากภูมิหลังดังกล่าว เป้าหมายที่น่าจะตั้งได้คือระดับลอกเลียนใช้งาน สามารถซ่อมบำรุงหรือหาผู้รู้สนับสนุนได้

การพึ่งพาตนเองนั้นความจริง เป็นแนวความคิดที่มีมาแต่โบราณแต่ขาดวิธีการวัด ขีดความสามารถการพึ่งพาตนเอง ถ้าจะใช้ระบบการวัดดังนี้ ก็จะสามารถวัดขีดความสามารถ และชี้จุดอ่อนจุดแข็งของระบบ ให้สามารถปรับปรุงให้สามารถพึ่งพาตนเองได้สูงขึ้นถึงระดับพอใจ

ระดับขีดความสามารถใช้เป็น 3 ระดับดังนี้

ระดับพึ่งพาตนเองได้ดีมาก ให้ระดับเป็น 3
ระดับพึ่งพาตนเองได้พอควร ให้ระดับเป็น 2
ระดับพึ่งพาตนเองได้น้อย ให้ระดับเป็น 1

ตัวแปรที่สำคัญที่น่าจะใช้ดูขีดความสามารถการพึ่งพาตนเองได้แก่ด้าน OUTPUT ซึ่งต้องดูที่ปริมาณและคุณภาพของผลลัพธ์ และด้าน INPUT-SYSTEM ซึ่งต้องดู

ตารางที่ 2.1 ความเหมาะสมของการนำเทคโนโลยีใหม่เข้าชุมชน (T)

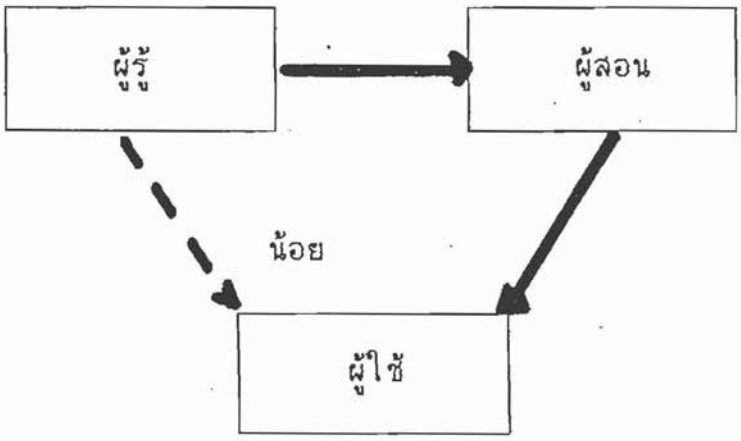
เทคโนโลยีใหม่ \ เทคโนโลยีในชุมชน	ชาวบ้าน	กลาง	สูง	ก้าวหน้า	อนาคต
ชาวบ้าน	1	0.8	0.6	0.4	0.2
กลาง	0.8	1	0.8	0.6	0.4
สูง	0.6	0.8	1	0.8	0.6
ก้าวหน้า	0.4	0.6	0.8	1	0.8
อนาคต	0.2	0.4	0.6	0.8	1

1. การมีเป้าหมายพึ่งพาตนเองชัดเจน (GOAL SETTING)
2. การควบคุมระบบ (CONTROL)
3. การเปลี่ยนแปลงของระบบ (SYSTEM DYNAMIC)
4. การเก็บข้อมูลของระบบ (SYSTEM MEMORY)
5. การดูข้อมูลย้อนกลับเพื่อปรับระบบ (SYSTEM FEEDBACK)
6. การรักษาระบบ (SYSTEM MAINTENANCE)
7. การผสมผสานระบบกับระบบข้างเคียงทั้งแนวตั้งและแนวนอน (INTEGRATION)

รวมแล้วเป็นตัวแปรหลัก 8 ตัว ซึ่งจะแยกย่อยเป็นตัวแปรสอง และดัชนี ดังปรากฏในภาคผนวก

2.5 การถ่ายทอดเทคโนโลยี

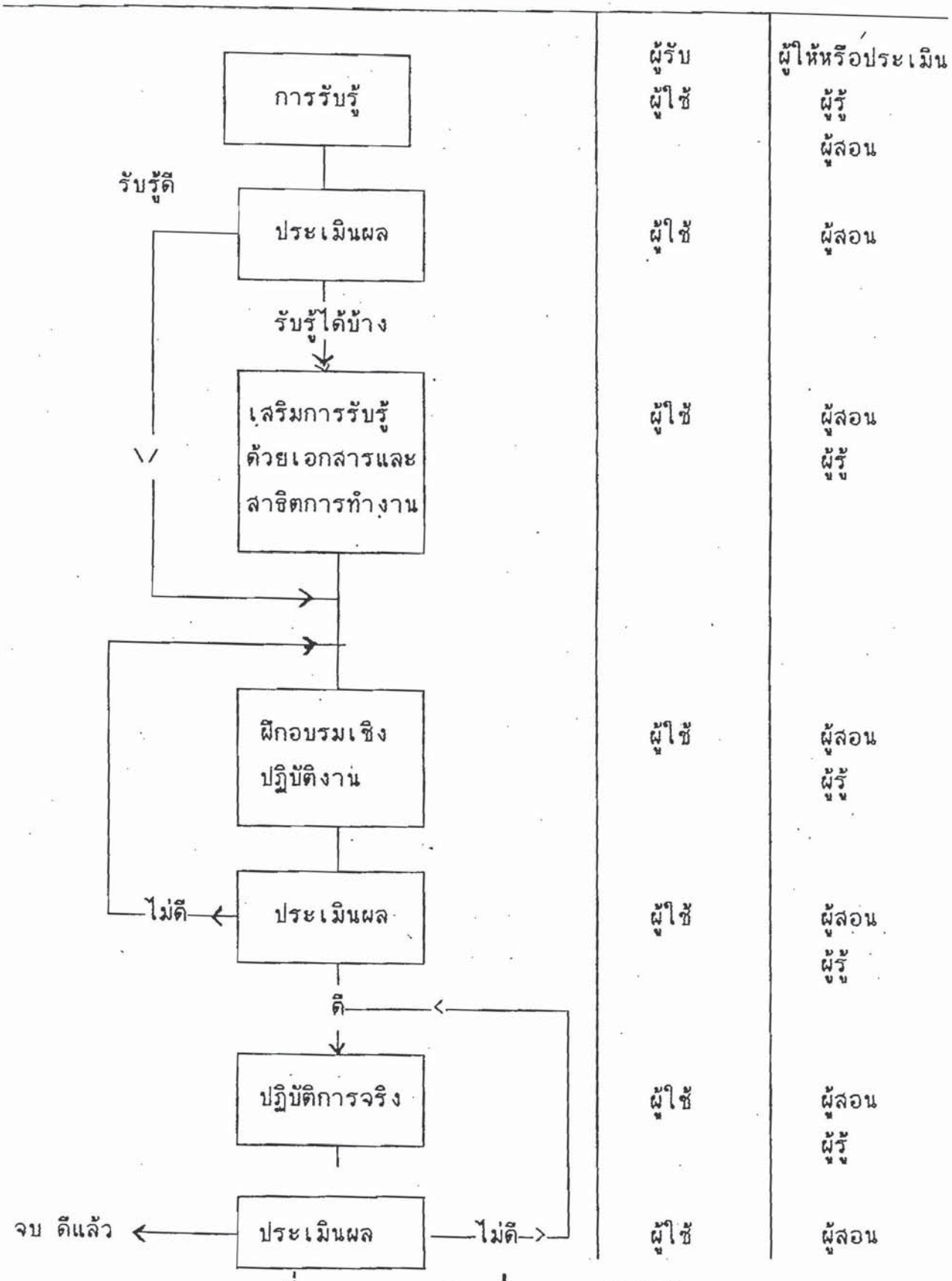
เมื่อตั้งเป้าการพึ่งพาตนเองแล้ว จะต้องมีระบบการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เหมาะสมจึงจะสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ผู้ใช้ได้ วิธีการนั้นน่าจะเป็นดังในรูป 2.7



รูปที่ 2.7 วิธีการถ่ายทอดเทคโนโลยี

การถ่ายทอดเทคโนโลยีถ้าจะให้ได้ผลจะต้องถ่ายจากผู้รู้ไปยัง ผู้สอน หรือครู แล้วถ่ายต่อให้ผู้ใช้ การถ่ายทอดตรงจากผู้รู้ไปยังผู้ใช้ทำได้ยากมาก เพราะผู้รู้ รู้เรื่องเทคโนโลยีมาก ขาดวิธีการถ่ายทอดที่ดี ผู้รับ รับไม่ได้ ถ้าผ่านครูจะรับได้มากกว่า

การถ่ายทอดเทคโนโลยีที่จะได้รับผลดีจะต้องใช้ขบวนการดังนี้



รูปที่ 2.5 แผนภูมิการถ่ายทอดเทคโนโลยี

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัย การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ จัดการในไร่นานี้ ได้ดำเนินการวิจัย แยกเป็น 2 รูปแบบอย่างชัดเจน คือ การศึกษาวิจัยด้าน การใช้ครุภัณฑ์ (Hardware) ทางคอมพิวเตอร์ช่วยจัดการและดำเนินการในกิจกรรมบางกิจกรรมในไร่นา และการศึกษาขีดความสามารถของคนในการที่จะใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ เหล่านี้ได้อย่างสามารถพึ่งพาตนเองได้

3.2 การศึกษาวิจัย การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ช่วยในการจัดการไร่นา

การศึกษาการใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยเกษตรกรในการจัดการไร่นา แบบผสมผสานนั้นได้แยกศึกษาเป็น 2 ส่วน คือ การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์ เพื่อดำเนินการตามขบวนการเพื่อการปลูกพืช ได้แก่ การให้น้ำให้แสงสว่างและการให้สารอาหารที่จำเป็นแก่การเจริญเติบโตของพืช ทั้งในการปฏิบัติงานระดับห้องปฏิบัติการ และภาคสนาม กับการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณสูตรอาหารสัตว์ ให้สามารถจัดทำได้ในราคาถูกกว่าที่คำนวณได้โดยวิธีลองผิดและลองถูก แต่มีสารอาหารครบตามสูตร ซึ่งเป็นขบวนการที่สำคัญในการเลี้ยงสัตว์ การศึกษาการผสมอาหารนี้เน้นศึกษาในภาคสนาม ซึ่งจะก่อให้เกิดผลในทางปฏิบัติได้เร็วที่สุด

3.2.1 การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ เพื่อควบคุมการให้น้ำและให้แสง

การศึกษานี้มุ่งศึกษาระบบควบคุมการให้น้ำแก่พืชแบบน้ำหยด และควบคุมการให้แสงสว่างแก่พืช แม้ในเวลาที่ไม่มีแสงสว่างธรรมชาติ เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตของพืช

ขั้นตอนการศึกษามีดังนี้

(ก) **ศึกษาระบบควบคุมของคอมพิวเตอร์**

(ข) ศึกษาออกแบบระบบควบคุม และเครื่องเชื่อมโยงข้อมูล เพื่อแปลข้อมูลเชิงเลข เป็นสัญญาณไฟฟ้า หรือแปลสัญญาณไฟฟ้า เป็นเชิงเลข (D to A : A to D Converter) ออกแบบหน่วยตรวจสอบความชื้นในดิน หน่วยวัดระดับน้ำและหน่วยวัดความเข้มแสง

(ค) ทดสอบการทำงานของระบบเก็บข้อมูล และการควบคุม

(ง) ทดสอบการปลูกพืชให้น้ำแบบน้ำหยดให้แสงสว่างควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

(จ) สรุปผลการศึกษา

ผลการศึกษาเป็นดังที่ได้รายงานไว้ใน บทที่ 4 หัวข้อ 4.1.1 ซึ่งเป็นการศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการปลูกพืชเพียงต้นเดียว

3.2.2 การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เพื่อควบคุมการให้น้ำและสารอาหารแก่พืชที่ปลูกแบบไร้ดิน

การศึกษานี้มุ่งศึกษาระบบควบคุมการให้น้ำ และสารอาหารแก่พืชที่ปลูกแบบไร้ดินในรูปแบบรากลอยในอากาศ (Aeroponics) การปลูกใช้พืชยืนต้นไม้ผล 2 ชนิด คือ มะกรูด และชมพู่ อย่างละต้นปลูกในถัง ให้น้ำโดยการพ่นฝอยน้ำให้ถึงราก น้ำที่เหลือใช้เก็บคืนไปใช้ใหม่ การให้ปุ๋ย และสารอาหารให้โดยผสมไปกับน้ำ แล้วพ่นให้ถึงรากพืชเลย รายละเอียดผลการศึกษาเป็นดังแสดงไว้ใน บทที่ 4 หัวข้อ 4.1.2 เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นแบบ APPLL COMPATICLE (8บิท) กับ เครื่องเชื่อมโยงข้อมูล D to A : A to D ที่ออกแบบเองแบบเข้า 8 ออก 16 ช่อง ในการศึกษานี้ใช้อุปกรณ์ที่เคยใช้ในการศึกษาตาม 3.2.1 ไม่ได้มีการออกแบบเพิ่ม

ขั้นตอนการศึกษา มีดังนี้

1. จัดระบบควบคุม
2. ทดสอบหัวฉีดฝอย
3. ทดสอบระบบโดยการปลูกต้นไม้ และควบคุมการให้น้ำ
4. สรุปผล

3.2.3 การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์เพื่อควบคุมการให้น้ำพืชภาคสนาม

ในการศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ควบคุมการให้น้ำในแปลงปลูกพืชภาคสนามนี้ ใช้เครื่องมือ อุปกรณ์แบบ MPF-1 ซึ่งมีคำสั่งบรรจุอยู่ใน ROM การให้น้ำเป็นแบบโปรยน้ำ ซึ่งได้จากการเจาะท่อพีวีซีให้น้ำฉีดฝอย การให้ปุ๋ยมีเครื่องผสมปุ๋ยเข้ากับน้ำได้ แปลงปลูกพืชเป็นแปลงขนาดเล็ก (6x6 เมตร) พืชที่ปลูก คือ ต้นหอมแบบกินใบ ซึ่งจะมีอายุสั้น (6-7 สัปดาห์) สามารถปลูกได้หลายรอบวงจรชีวิต ผลการศึกษาเป็นดังแสดงในบทที่ 4 หัวข้อ 4.2.1 **และในภาคผนวก ง. และจ.**

ขั้นตอนการศึกษามีดังนี้

1. ติดตั้งและทดสอบระบบควบคุมการให้น้ำ และปุ๋ย
2. ปลูกพืช และเก็บข้อมูลการใช้น้ำ 1 รอบวงจรชีวิต
3. นำข้อมูลการใช้น้ำจากการปลูกพืชครั้งแรกมาปรับโปรแกรมการควบคุม
4. ปลูกพืช และเก็บข้อมูลการใช้น้ำรอบที่ 2
5. สรุปผล

3.2.4 การศึกษาการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อจัดการผสมอาหารสัตว์

การศึกษานี้เน้นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป จัดผสมอาหารโคนมให้ได้ผลตามสูตรที่ต้องการ แต่มีโภชะครบ ราคาให้ถูกกว่าที่ผสมใช้อยู่ในภาคสนามแบบลองผิดลองถูก สูตรอาหารเป็นสูตรสำหรับเลี้ยงโคนม กรณีย์ศึกษาใช้อาหารโคนมที่ผสมที่สหกรณ์โคนมมวกเหล็ก จ.สระบุรี และสหกรณ์โคนมหนองโพ อ.โพธาราม จ.ราชบุรี เปรียบเทียบผลกับที่คำนวณได้โดยใช้เครื่องพิวเตอร์ รายละเอียดการศึกษา และผลการศึกษาเป็นดังแสดงในบทที่ 4 หัวข้อ 4.2.2 และในภาคผนวก ก.

ขั้นตอนการศึกษาวิจัย มีดังนี้

1. ศึกษาสูตรอาหาร และเกณฑ์กำหนด
2. ศึกษาการผสมอาหารสัตว์ในภาคสนามที่ อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี และที่ อ.โพธาราม จ.ราชบุรี
3. ศึกษาวัตถุดิบและราคา
4. ทดสอบโปรแกรมสำเร็จรูปแล้วทดสอบการทำงานผสมอาหาร
5. เปรียบเทียบราคา และสารอาหารแล้วสรุปผล

3.3 การศึกษาขีดความสามารถของคนในการที่จะใช้เครื่อง มืออุปกรณ์อย่างสามารถพึ่งตนเองได้

การศึกษาขีดความสามารถของคนในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์จัดการไร่นานั้น ได้แยกการศึกษาเป็น 2 ส่วน คือ การสำรวจสถานภาพการใช้เวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการเกษตรในชนบท โดยเฉพาะในจังหวัดใกล้เคียงกรุงเทพมหานคร กับการวิเคราะห์ขีดความสามารถของผู้ประกอบการในการใช้คอมพิวเตอร์จัดการไร่นาของตน

3.3.1 การสำรวจสถานภาพการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการเกษตรในชนบท

การสำรวจสถานภาพการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อการเกษตรในชนบทนั้น ได้ศึกษาโดยวิธีการสำรวจแบบสัมภาษณ์หัวหน้าครัวเรือนในเขตจังหวัด จำนวนผู้ถูกสัมภาษณ์ แยกได้ดังนี้

ตารางที่ 3.1 จำนวนครัวเรือนที่ถูกสัมภาษณ์ในการศึกษาสถานภาพการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการผลิตการเกษตรในภาคกลาง

จังหวัด	อำเภอ	จำนวนครัวเรือนที่ถูกสัมภาษณ์	หมายเหตุ
ลพบุรี	เมือง ชัยบาดาล พัฒนานิคม โคกสำโรง	114	สัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว 360 ราย แม่บ้าน 243 ราย
ฉะเชิงเทรา	บางปะกง พนมสารคาม เมือง บางน้ำเปรี้ยว	154	สัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว 360 ราย แม่บ้าน 243 ราย
ระยอง	ปลวกแดง เมือง แกลง	106	สัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว 360 ราย แม่บ้าน 243 ราย

จังหวัด	อำเภอ	จำนวนครัวเรือนที่ถูกสัมภาษณ์	หมายเหตุ
ชลบุรี	พนัสนิคม	10	สัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว 360 ราย แม่บ้าน 243 ราย
ราชบุรี	เมือง	31	สัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว 360 ราย แม่บ้าน 243 ราย
ประจวบคีรีขันธ์	หัวหิน ปราณบุรี	46	สัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว 360 ราย แม่บ้าน 243 ราย
เพชรบุรี	ชะอำ	30	สัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว 360 ราย แม่บ้าน 243 ราย
สุพรรณบุรี	เมือง บางปลาม้า ศรีประจันต์ อู่ทอง	102	สัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว 360 ราย แม่บ้าน 243 ราย
กาญจนบุรี	เลาขวัญ		สัมภาษณ์หัวหน้าครอบครัว 360 ราย แม่บ้าน 243 ราย

รวมผู้ถูกสัมภาษณ์ 603 ราย ตัวอย่างแบบสอบถามเป็นดังแสดงในภาคผนวก ค. และผลการสำรวจเป็นดังแสดงในภาคผนวก ข. ซึ่งได้สรุปไว้ดังปรากฏในบทที่ 4 หัวข้อ 4.4

ขั้นตอนการดำเนินงานมีดังนี้

1. ศึกษาวางแผนเก็บข้อมูล
2. จัดทำและทดสอบแบบสอบถาม ปรับแบบสอบถาม
3. สัมภาษณ์และเก็บข้อมูลภาคสนาม
4. วิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม
5. สรุปผลการศึกษา

3.3.2 การวิเคราะห์ขีดความสามารถการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดการไร่นาของเกษตรกรอย่างพึ่งพาตนเอง

การวิเคราะห์ขีดความสามารถการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้จัดการไร่นาของเกษตรกรนั้น ใช้วิธีการวิเคราะห์ซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดยทีมวิจัยของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร่วมกับนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยอื่น (เอกสารอ้างอิง E 4, E 7) ในการวิเคราะห์นี้ได้สมมุติว่า ผู้ใช้เทคโนโลยีเป็นเกษตรกรแบบบัจเจกชน และแบบเป็นบริษัทการเกษตร **ซึ่งทำการเกษตร**แบบก้าวหน้า ทฤษฎีและผลการวิเคราะห์ขีดความสามารถพึ่งพาตนเองเป็นดังแสดงไว้ในบทที่ 4 หัวข้อ 4.3 และในภาคผนวก **ข และ ค**

ขั้นตอนการดำเนินงาน มีดังนี้

1. ศึกษาเอกสาร และตรวจสอบตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการพึ่งพาตนเอง
2. กำหนดแนวทางวัดขีดความสามารถการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อการผลิตและการจัดการ
3. นำข้อมูลการศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ในการจัดการไร่นาและข้อมูลเกษตรกรในชนบท มาประกอบในการพิจารณาวิเคราะห์ระดับขีดความสามารถในการพึ่งพาตนเองของผู้ใช้เทคโนโลยี
4. สรุปผลการศึกษา

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 การศึกษาในระดับห้องปฏิบัติการ

4.1.1 การควบคุมระบบการให้น้ำและแสงกับพืชด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (Controlling Water and Light System by Microcomputer)

(ก) ความนำ

พืชมีความต้องการใช้น้ำเพื่อการสังเคราะห์แสง แต่การกำหนดปริมาณการดูดน้ำขึ้นมาใช้นั้น พืชยังไม่สามารถกำหนดได้โดยกลวิธีภายในต้นพืช ต้องอาศัยแสงสว่างเป็นตัวกำหนดปิดเปิดปากใบ การควบคุมการให้น้ำพืชอย่างประหยัดอาจทำได้ โดยการให้น้ำแบบวิธีหยดน้ำให้ถึงบริเวณรากพืช โดยควบคุมปริมาณการให้น้ำด้วยการตรวจสอบความชื้นในดินด้วยเครื่องมือตรวจสอบ วิธีการควบคุมนี้จะต้องทำการตรวจสอบอยู่ตลอดเวลา สามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยตรวจสอบให้ตามกำหนดเวลาที่ตั้งไว้ และเมื่อจำเป็นก็ตั้งโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์สั่งการน้ำให้พืชได้โดยอัตโนมัติ

อนึ่ง การที่พืชใช้แสงปิดเปิด ปากใบ ทำให้สามารถทำการสังเคราะห์แสงได้นั้น ก็ได้เกิดความคิดที่จะตรวจสอบอัตราการเจริญเติบโตของพืชที่มีระยะเวลา ให้แสงติดต่อกัน การตรวจสอบความเข้มแสงสว่างในตอนกลางวัน ทำได้โดยใช้เครื่องวัดแสงควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ และเมื่อความเข้มแสงธรรมชาติลดลง ก็จะสามารถตั้งโปรแกรมให้เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมการปิดเปิดสวิตช์ไฟฟ้าได้โดยอัตโนมัติ

(ข) วัตถุประสงค์ของกรณีศึกษา

ข.1 เพื่อศึกษาการนำเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ มาใช้ควบคุมกระบบชลประทานน้ำหยด เพื่อให้สามารถให้น้ำแก่พืชได้อย่างประหยัด และใกล้เคียงกับปริมาณที่พืชต้องการ เพื่อควบคุมให้แสงสว่างแก่พืช เพื่อให้สามารถควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของพืชในช่วงเวลาต่าง ๆ กันได้

ข.2 เพื่อควบคุมให้แสงสว่างแก่พืช เพื่อให้สามารถควบคุมอัตราการเจริญเติบโตของพืชในช่วงเวลาต่าง ๆ กันได้

ข.3 เพื่อสาธิตระบบตัวอย่างที่แสดงให้เก็นการทำงาน และวิธีประยุกต์ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมระบบการให้น้ำและแสงสว่างกับพืช

ขอบข่ายการศึกษา

ในการศึกษานี้จะใช้ผักกาดหอม เป็นพืชทดลอง

(ค) ทฤษฎีที่ใช้

ค.1 การสังเคราะห์แสง (Photosynihesis) การสังเคราะห์แสงเป็นกระบวนการที่สำคัญในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตจำพวกออโตโทรฟิค (Autotropjic Oranisms) คือ พวกพืชสีเขียวที่สามรถสังเคราะห์อาหารต่าง ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันได้เอง อาหารเหล่านี้เป็นอาหารสำคัญของสัตว์และมนุษย์อีกทีหนึ่ง นอกจากการสร้างอาหารต่าง ๆ แล้ว พวกพืชยังทำประโยชน์ให้อีกมากมาย โดยดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกไปจากอากาศ และกลับปล่อยก๊าซออกซิเจนออกมาแทน

สมการการสังเคราะห์แสง คือ

$$6\ CO_2 + 12H_2O + (\text{พลังงาน}) + \underline{(\text{คลอโรฟิลล์})} > C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6H_2O$$

การสังเคราะห์แสงต้องอาศัยองค์ประกอบต่อไปนี้

(1) ต้องมีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) สำหรับดูดพลังงานแสง

(2) ต้องมีแสงแดด หรือแสงไฟฟ้าหรือแสงเทียนเป็นพลังงาน

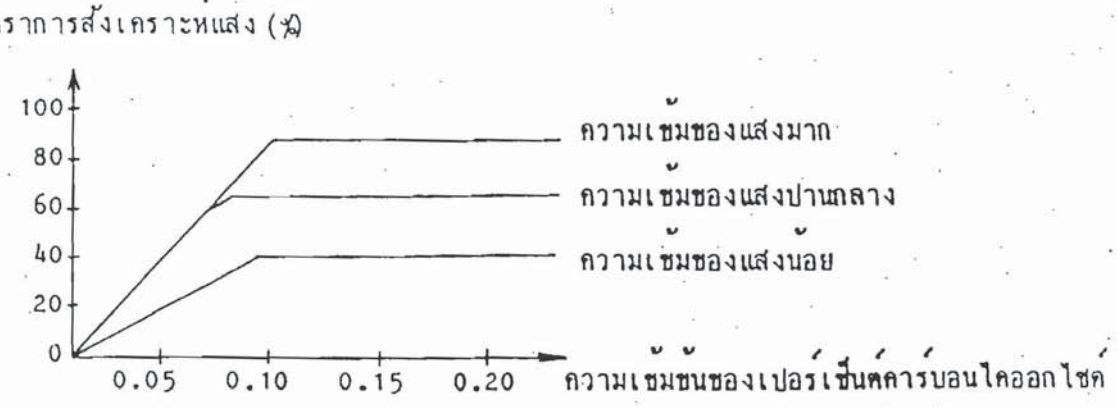
(3) ต้องมีน้ำซึ่งเป็นวัตถุนำเข้าระบบ

(4) ต้องมีคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นวัตถุนำเข้าระบบ

(5) ต้องมีอุณหภูมิพอเหมาะต่อการเจริญเติบโตของพืชแต่ละชนิด

(6) เซลล์ต้องมีชีวิตอยู่เพื่อสร้างเอนไซม์ (Enzyme) สำหรับเป็นตัวคะตะไลต์

ได้มีผู้ศึกษาแล้ว พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสง กับความเข้มของ CO_2 ดังรูป 4.1



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของอัตราการสังเคราะห์แสงกับแสงและคาร์บอนไดออกไซด์

ค.2 การคายน้ำ (Transpiration) เมื่อรากดูดน้ำและสารละลายจากดินส่งไปยังใบแล้ว น้ำจะระเหยออกทางรูใบ (Stomata) ตามผิวใบ (Cuticle) และบางครั้งถ้ารากดูดน้ำได้เร็วกว่าการคายน้ำของใบพืชจะกำจัดน้ำเสียส่วนเกินทางยอดใบ หรือขอบใบจากปลายท่อลำเลียงน้ำ ซึ่งเรียกว่า Hydarthode จากปริมาณน้ำซึ่งรากดูดมานี้มีส่วนน้อยเท่านั้นที่ยังคงอยู่ในเซลล์ของต้นพืช น้ำส่วนใหญ่จะระเหยออกสู่บรรยากาศหมดโดยขบวนการคายน้ำ

องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการคายน้ำของพืช ประกอบด้วย

(1) ความชื้นของอากาศ ถ้าความชื้นสูง การคายน้ำจะน้อย

(2) อุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงการคายน้ำจะมาก

(3) แสงสว่าง มีผลทำให้เซลล์คุม (Guard cells) ของรูใบของตัวทำให้รูใบเปิดกว้างขึ้น น้ำจะระเหยได้มาก

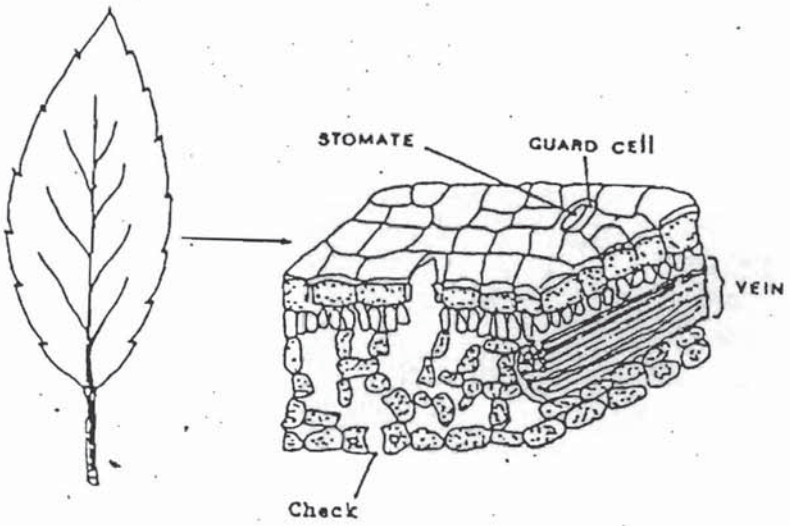
(4) ลม ถ้าอากาศมีการเคลื่อนไหวมาก น้ำจะระเหยได้เร็ว

(5) คุณสมบัติของสารละลายในน้ำ ถ้าน้ำมีความเข้มของเกลือสูง พืชจะไม่สามารถดูดน้ำได้มาก เนื่องจากพืชดูดน้ำโดยอาศัยแรงดัน

(6) ปริมาณน้ำในดิน ถ้าในดินมีน้ำต่ำกว่า wilting point พืชจะไม่สามารถดูดเอาน้ำจากดินได้เลย

(7) แรงดันออสโมซิส และแรงดันไอของแซบ (Sap) ของเซลล์ใบ ถ้าแรงดันออสโมซิสของแซบของเซลล์สูง ก็มีแรงดูดน้ำจากเซลล์ที่ติดต่อกันได้มาก จึงทำให้เซลล์พองตัว น้ำจึงออกมาสู่ช่องว่างของใบได้ง่าย

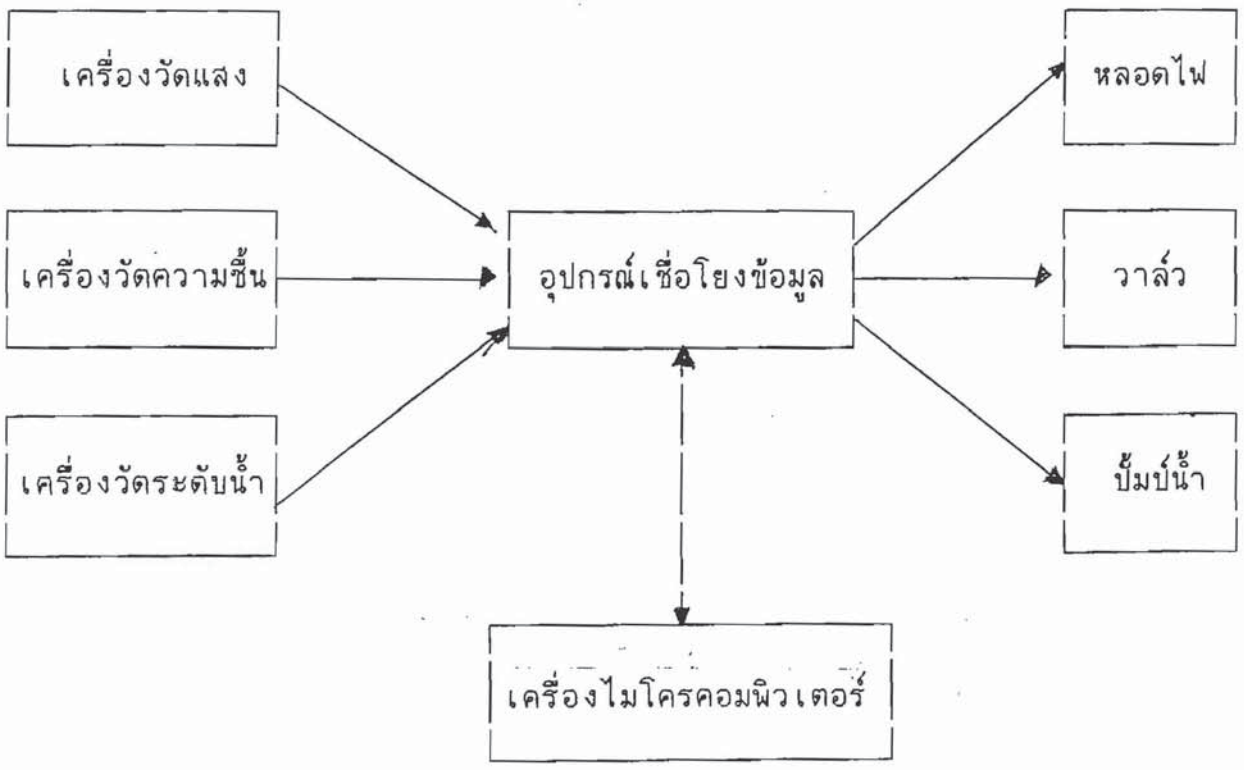
(8) ชนิดและอายุของพืช



รูปที่ 4.2 เซลล์ของใบแสดงรูของปากใบ (Stomate)

ค.3 การระเหย (Evaporation) ในเวลาที่ให้น้ำกับพืช น้ำบางส่วนที่อยู่ผิวดินจะระเหยไป น้ำที่อยู่ส่วนใต้ลงไปจะซึมขึ้นมาและระเหยไปเรื่อย ๆ น้ำบางส่วนที่ค้างอยู่ตามลำต้นและใบก็จะระเหยสู่บรรยากาศเช่นกัน ปริมาณการระเหยจะขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่คลุมดิน ลม ความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ ดังนั้นถ้าหาทางลดปริมาณน้ำที่ระเหยนี้ลงได้ก็จะเป็นการช่วยประหยัดไปได้มาก

ค.4 การควบคุมระบบโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (Controlling the system by microcomputer) ในการที่จะนำเอาเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ รุ่น Apple II ที่มีอยู่มาใช้ควบคุมระบบการให้น้ำและแสงกับพืชนั้น จะต้องสร้างอุปกรณ์เพิ่มเติมเพื่อจะเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างอุปกรณ์วัดค่าต่าง ๆ กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ โดยมีแนวความคิดดังรูป



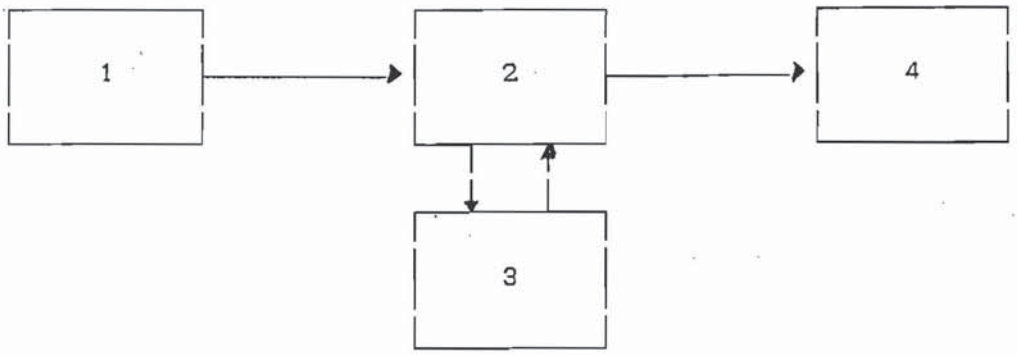
รูปที่ 4.3 แสดงการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ

เครื่องวัดต่าง ๆ จะส่งข้อมูลในรูปของความต่างศักย์ไฟฟ้า ไปยังอุปกรณ์เชื่อมโยงข้อมูล ซึ่งมีหน้าที่แปลงค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ได้มาให้เป็นข้อมูลที่เครื่องคอมพิวเตอร์รับได้ คือ ข้อมูลแบบดิจิตอล ขนาด 8 บิท จากนั้นก็ส่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ให้ไปประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนไว้ เพื่อสั่งให้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำงานต่อไป เช่น เมื่อค่าของความเข้มของแสงต่ำ เครื่องคอมพิวเตอร์จะสั่งให้หลอดไฟเปิด เพื่อให้แสงกับพืชแทนแสงแดดในตอนกลางคืน หรือเมื่อค่าของความชื้นในดินต่ำกว่าที่กำหนดไว้ เครื่องคอมพิวเตอร์ก็จสั่งให้ปั๊มม์และวาล์วทำงาน โดยสั่งการผ่านอุปกรณ์เชื่อมโยงข้อมูลอีกทีหนึ่ง

ง. ระบบคอมพิวเตอร์

เพื่อให้เข้าใจในหลักการทำงานและรู้ขอบเขตของการทำงานที่จะต้องดัดแปลงไปใช้ (เราจึงควรเริ่มศึกษาระบบคอมพิวเตอร์เสียก่อน)

โดยทั่วไปเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ดังรูปที่ 4.4 คือ



รูปที่ 4.4 แผนผังแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

1. หน่วยรับข้อมูล (INPUT UNIT) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากภายนอกเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ โดยส่งข้อมูลเข้าไปสู่หน่วยประมวลผลกลาง ในที่นี้หน่วยรับข้อมูล ก็คือ แป้นพิมพ์
2. หน่วยประมวลผลกลาง (CENTRAL PROCESSING UNIT) จะควบคุมการเดินทางของข้อมูลต่าง ๆ ภายในระบบของเครื่องคอมพิวเตอร์ กล่าวคือ ข้อมูลทุกอย่างต้องผ่านหน่วยประมวลผลกลางเสมอ และยังทำงานในด้านการคำนวณ การตัดสินใจภายใต้เงื่อนไขต่าง ๆ
3. หน่วยความจำ (MEMORY) ใช้เก็บข้อมูล และโปรแกรมการทำงานของเครื่อง
4. หน่วยแสดงผล (OUTPUT UNIT) จะนำข้อมูลจากหน่วยประมวลผลกลางไปสู่ภายนอก โดยจะออกมาในรูปแบบที่ผู้ใช้เครื่องสามารถเข้าใจได้

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ รุ่น Apple II เนื่องจากเป็นเครื่องที่มีราคาถูกและสามารถดัดแปลงได้ง่าย เครื่องรุ่นนี้เป็นเครื่องขนาด 8 บิท มีหน่วยความจำชั่วคราว (RANDOM ACCESS MEMORY) ขนาด 16 กิโลไบท์ หน่วยความจำถาวร (READ ONLY MEMORY) ขนาด 12 กิโลไบท์ และหน่วยรับ/ แสดงข้อมูล 4 กิโลไบท์ สามารถใช้ภาษา APPLESOFT BASIC, MBASIC, FORTRAN และภาษาเครื่องของไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ 6502 เนื่องจากมี Z-80 CARD และ 80 COLUMN CARD ด้วย ซึ่งในที่นี้ได้เลือกใช้ภาษา APPLESOFT BASIC ในการทำงาน เพราะเป็นภาษาที่ใช้งานง่ายและมีผู้คุ้นเคยอยู่เป็นจำนวนมาก

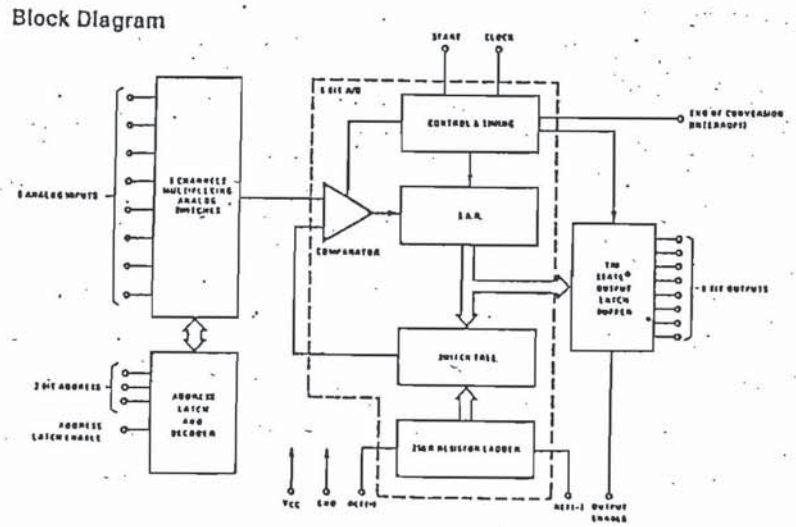
เนื่องจากเป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการออกแบบให้สามารถเพิ่มเติมและขยายระบบการทำงานได้ จึงมีช่องเสียบอุปกรณ์เพิ่มเติม (SLOT) อยู่ถึง 8 ช่อง โดยแต่ละช่องมีอุปกรณ์รับ/แสดงผลได้ 250 ตำแหน่ง และมีสถาปัตยกรรมภายในแบบ MEMORY MAP I/O ดังนั้นหน่วยประมวลผลกลางจะถือว่าช่องเสียบดังกล่าวเป็นพื้นที่หน่วยความจำของเครื่องด้วย โดยมีเหมายเลข ADDRESS ที่แน่นอน การเรียกใช้อุปกรณ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รับและแสดงผลที่เราต่อเพิ่มเข้าไปจึงใช้คำสั่งเหมือนการเรียกใช้หน่วยความจำโดยตรง คือ คำสั่ง PEEK และ POKE

ง.2 อุปกรณ์เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าเป็นข้อมูลคอมพิวเตอร์

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดัน หรือความต่างศักดิ์ไฟฟ้ามาเป็นข้อมูลที่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะรับได้ เรียกว่า A/D CONVERTER โดยมีให้เลือกหลายเบอร์ตามความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน สำหรับเบอร์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือ A/D 0809 ของบริษัท เนชั่นแนลเซมิคอนดัคเตอร์ จำกัด ซึ่งมีคุณสมบัติคือ เป็นวงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นข้อมูลขนาด 8 บิท มีช่องสัญญาณขาเข้า 8 ช่อง และสามารถต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์โดยตรง มีอุปกรณ์ประกอบเล็กน้อยก็สามารถทำงานได้ (ในที่นี้ใช้ IC TTL เบอร์ SN 74 LS 02 N)



รูปที่ 4.5 แผนผังภายในของ ADC 0809

จากรูป4.5แสดงให้เห็นภาคต่าง ๆ ภายใน ADC 0809 ซึ่งมีการทำงานเริ่มจากการเลือกช่องสัญญาณที่จะนำมาแหลงข้อมูลจากช่องสัญญาณทั้ง 8 ช่อง โดยการกำหนดตำแหน่ง ADDRESS จากคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำให้ช่องสัญญาณดังกล่าวถูกต่อเข้ากับวงจรเปลี่ยนแรงดันเป็นข้อมูลดิจิตอล

การทำงานจะเริมเมื่อมีสัญญาณเริ่มต้น (START) เข้ามา จากวงจรที่ออกแบบไว้ได้ให้กำหนดตำแหน่งของช่องสัญญาณพร้อมกับสัญญาณเริ่มต้น วงจร S.A.R. จะเริ่มนับจาก 0 ไปเรื่อย ๆ โดยอาศัยสัญญาณนาฬิกา (CLOCK) จากระบบคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ได้จากการนับนี้จะถูกส่งไปควบคุมการเปิด-ปิดสวิทช์ (SWITCH TREE) ที่ติดอยู่กับความต้านทานแบ่งแรงดัน (RESISTER LADDER) ซึ่งจะได้แรงเคลื่อนไฟฟ้าออกมาจากวิทช์ดังกล่าวมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามข้อมูลการนับ และจะถูกส่งไปเปรียบเทียบกับแรงดันไฟฟ้าที่เข้ามาทางช่องสัญญาณที่วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (VOLTAGE COMPARATOR) จนกระทั่งแรงดันไฟฟ้าทั้งสองมีค่าเท่ากัน วงจรเปรียบเทียบแรงดันจะส่งสัญญาณไปหยุดการนับ และข้อมูลจากการนับจะถูกเก็บค้างไว้ที่ที่พักข้อมูล (OUTPUT LATCH BUFFER) จากนั้นคอมพิวเตอร์จะมาอ่านข้อมูลจากที่พักข้อมูล ซึ่งก็จะเสร็จสิ้นวงรอบการทำงาน

วงจรที่ใช้งานจะเริ่มการทำงานโดยการเขียนข้อมูลไปยังตำแหน่งของหน่วยความจำที่ช่องสัญญาณนิฯสังกัดอยู่ ซึ่งเราจะคำนวณตำแหน่งได้จากสมการ

ADDRESS = 49152 + (S + 8) X 16 + n

เมื่อ S = หมายเลขช่องเสียบอุปกรณ์ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

n = หมายเลขช่องสัญญาณที่ต้องการวัด

ในภาษาเบสิคเราจะใช้คำสั่ง

POKE ADDRESS, DATA (ข้อมูลเป็นอะไรก็ได้)

และในการอ่านข้อมูล ใช้คำสั่ง

PEEK (ADDRESS)

ยกตัวอย่าง สมมุติว่าแผ่นวงจรของเราเชื่อมต่ออยู่กับช่องเสียบหมายเลข 2 และเราต้องการใช้ช่องสัญญาณที่ 1 เราจะคำนวณตำแหน่งของช่องสัญญาณได้ดังนี้

ADDRESS = 49152 + (2+8) X 16 + 1

= 49313

ในการทำงานภาษาเบสิค เราใช้คำสั่ง

POKE 49313, 0

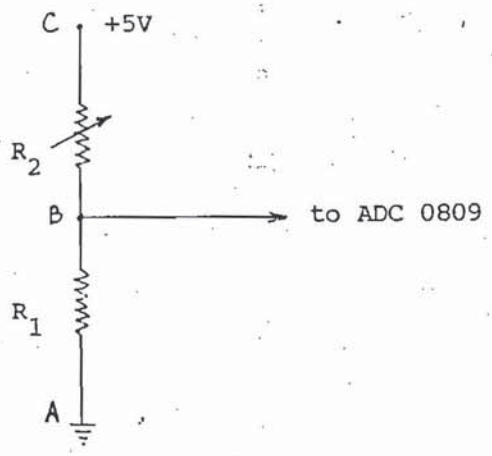
PRINT PEEK (46313)

เราก็จะได้ข้อมูลปรากฏออกมาทางจอภาพ ทั้งนี้จะสังเกตได้ว่า เราไม่ต้องเสียเวลาคอยการแปลงข้อมูล (CONVERSION TIME) เนื่องจากว่า คำสั่งในภาษาเบสิค จะต้องเสียเวลาในการแปลคำสั่งเป็นภาษาเครื่องก่อนเริ่มทำงาน ซึ่งจะใช้เวลานานพอที่วงจรแปลงข้อมูลจะทำได้เสร็จทัน

วงจรที่ออกแบบนี้ สามารถวัดแรงดันได้ในช่วง 0-5 โวลท์ โดยมีความละเอียดของการวัดประมาณ 20 มิลลิโวลท์ 95 โวลท์/256) ช่วงของการวัดที่ออกแบบไว้นี้สามารถแก้ไขได้โดยการเปลี่ยนแรงดันเปรียบเทียบซึ่งอยู่ที่ขาที่ 12 และ 16 ของ ADC 0809 แต่ทั้งนี้แรงดันเปรียบเทียบต้องไม่มากกว่าแรงดันไฟเลี้ยง คือ 5 โวลท์ สำหรับรายละเอียดและวิธีประยุกต์ใช้ จะดูได้จากในภาคผนวกท้ายเล่ม

ง.3 เครื่องมือวัดความเข้มแสง ระดับน้ำ และความชื้นในดิน

เครื่องมือวัดเหล่านี้ประยุกต์มาจากหลักเบื้องต้นทางไฟฟ้า คือ เมื่อ



รูปที่ 4.6 แสดงการต่อวงจรของเครื่องมือวัดต่าง ๆ

เรานำเอาตัวต้านทาน 2 ตัว มาต่ออนุกรมกันแล้วป้อนแรงดันคร่อม ซึ่งในที่นี้ใช้ 5 โวลท์ ดังรูปที่ 6 ค่าของแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวรวมกัน ($V + V_c$) จะต้องเท่ากับ 5 โวลท์เสมอ ถ้าค่าของตัวต้านทาน R_2 มีค่าเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความต้านทานรวม ($R_1 + R_2$) มีค่าเพิ่มขึ้น กระแสที่ไหลผ่านวงจรจะลดลง (จากสูตร $V = IR$, เมื่อ V คงที่ = 5 โวลท์ และ R เพิ่ม) ค่าแรงดันที่คร่อง R_1 ก็จะมีค่าลดลง ในทางตรงข้าม ถ้าค่าของ R_2 ลดลง ค่าแรงดันที่ตกคร่อม R_1 จะมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งเราสามารถจะวัดค่าได้โดยป้อนค่าแรงดันนี้ไปยังอุปกรณ์ A/D CONVERTER ที่ได้กล่าวแล้วในหัวข้อ 2.2 สำหรับตัวต้านทาน R_2 ที่เปลี่ยนค่าได้นั้น ในกรณีของการวัดแสงเราใช้ LDR (LIGHT DEPENDENT RESISTOR) ซึ่งเป็นตัวต้านทานที่มีค่าเปลี่ยนแปลงตามความเข้มของแสง ถ้าความเข้มของแสงเพิ่มขึ้น ความต้านทานจะลดลง และในกรณีของการวัดระดับน้ำและความชื้นในดิน เราใช้น้ำเป็นตัวต้านทาน R_2

ง.4 สวิทช์ไฟฟ้าและอุปกรณ์เชื่อมโยงกับระบบคอมพิวเตอร์

สวิทช์ที่ทำหน้าที่เปิด ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ควบคุมจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ในโครงงานนี้ ได้เลือกใช้โซลิดสเตทรีเลย์ เป็นสวิทช์ เนื่องจากสวิทช์อิเล็คโทรนิคส์ที่ใช้ารเชื่อมต่อวงจรทางแสง ทำให้สามารถป้องกันระบบคอมพิวเตอร์จากกระ

แสกระชากเนื่องจากการเบิด-ปิดสวิทช์อุปกรณ์ไฟฟ้าบางอย่าง

เนื่องจากเราต้องควบคุมสวิทช์ไฟฟ้าจำนวนถึง 8 ชุด จึงจำเป็นต้องใช้ไอซี เบอร์ SN74154N, SN74LS73AN และ SN74LS245N ทำหน้าที่เชื่อมโยงกับระบบคอมพิวเตอร์ และจ่ายกระแสให้กับสวิทช์ไฟฟ้า

ง.5 ระบบแสงสว่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้หลอดฟลูออเรซเซ็นท์ เนื่องจากหาได้ง่าย สามารถให้แสงที่มีความถี่ที่พืชใช้ในการปรุงอาหาร อีกทั้งมีความร้อนเกิดขึ้นไม่มาก เพียงแต่เปลี่ยนจากสตาร์ทเตอร์แบบธรรมดาซึ่งเป็นแบบไบเมตัล มาเป็นสตาร์ทเตอร์อิเลคทรอนิกส์ เพื่อตัดสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งรบกวนระบบคอมพิวเตอร์อย่างมากเมื่อเบิด-ปิดไฟ

ง.6 ระบบน้ำ

เนื่องจากเป็นระบบสาธิต จึงใช้ปั๊มน้ำขนาดเล็กเพื่อไม่ให้ปริมาณน้ำที่ให้กับพืชในกระถางมากเกินความจำเป็น หรือน้ำพุ่งแรงจนกระทั่งดินกระเด็นออกมานอกกระถาง โดยได้เลือกปั๊มบ์รุ่น AC-2CP-MD ซึ่งเป็นปั๊มบ์สำหรับน้ำยาเคมีของบริษัท March Manufacturing Company ปั๊มบ์นี้จะมีเกลียวต่อเข้ากับหน้าแปลนของถังน้ำได้โดยตรง

วาลวที่ใช้ คือ โซลินอยด์วาล์ว ซึ่งควบคุมการเบิด-ปิดด้วยไฟฟ้า ทำให้สามารถควบคุมด้วยระบบไมโครคอมพิวเตอร์

ง.7 โปรแกรมควบคุม

โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมระบบการให้น้ำและแสงกับพืชในการศึกษาครั้งนี้ เป็นโปรแกรมภาษา APPLESOFT BASIC ซึ่งมีรายการดังต่อไปนี้

```
5    HOME : FLASH : HTAB 19 : VTAB 1
       0 : PRINT "TESTING": NORMAL
10    FOR I = 0 TO 14 STEP 2
20    POKE 49664 + I,0
30    NEXT I
33   SU = 0
34    FOR I = 1 TO 10
35    POKE  49312,0
36   SU = SU + PEEK (49312)
37    NEXT I
38   LI = SU / 10
40    IF LI > 260 THEM 53
50    POKE 49665,0
53   SU = 0
54    FOR I = 1 TO 10
55    POKE  49313,0
56   SU = SU + PEEK  (49313)
57    NEXT I
58   LE = SU / 10
60    IF LE < 150 THEM 200
63   SU = 0
64    FOR I = 1 TO 10
```

```
65    POKE  19314,0
66   SU = SU + PEEK (49314)
67    NEXT I
68   MO = SU / 10
70    IT MO > 200 THEM 1000
80    POKE  49667,0
90   FOR I = 0 TO 1000: NEXT
100   POKE 49669,0
110   FOR I = 0 TO 9000: NEXT
120   POKE 49668,0
130   FOR I = 0 TO 1000: NEXT
140   POKE 49666,0
150   GOTO 1000
200   FOR I = 0 TO 10
210   PRINT CHR$ (7)
220   NEXT I
230   HOME : FLASH : HTAB 13: VTAB
      10: PRINT "EMPTIEF RESEVOIR"
      : NORMAL
240   FOR I = 1 TO 10000: NEXT I
1000   HOME : FLASH : HTAB 20: VTAB
      10: PRINT "QUIT": NORMAL
```

บรรทัดหมายเลข 10-30 เป็นการเปิดสวิทช์ทุกสวิทช์เพื่อป้องกันผลของสัญญาณรบกวน ซึ่งอาจจะทำให้สวิทช์หนึ่งเปิดก่อนที่โปรแกรมจะสั่งให้เปิด

บรรทัดหมายเลข 33-38 เป็นการวัดค่าความเข้มแสง 10 ครั้ง แล้วเฉลี่ยเพื่อผลที่แน่นอน

บรรทัดหมายเลข 40 เป็นการตรวจสอบว่าความเข้มแสงที่วัดได้มากกว่าที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ ถ้ามากกว่าจะข้ามไปบรรทัดหมายเลข 53 ถ้าไม่มากกว่าทำบรรทัดหมายเลข 50 คือ เปิดไฟ

บรรทัดหมายเลข 53-58 เป็นการวัดค่าระดับน้ำในถังเก็บ 10 ครั้ง แล้วเฉลี่ย

บรรทัดหมายเลข 60 เป็นการจรวจสอบว่าระดับน้ำในถังเก็บว่าต่ำกว่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าต่ำกว่าจะข้ามไปทำบรรทัดหมายเลข 200-1000 คือ เตือนว่าน้ำหมดแล้ว และหยุดการทำงาร เพื่อป้องกันมิให้ปั๊มป์เกิดความเสียหายเนื่องจากไม่มีน้ำในถังน้ำ

บรรทัดหมายเลข 63-68 เป็นการวัดค่าความชื้นของดิน 10 ครั้ง แล้วเฉลี่ย

บรรทัดหมายเลข 70 เป็นการตรวจสอบว่าค่าความชื้นของดินสูงกว่าที่กำหนดไว้หรือไม่ ถ้าสูงกว่าก็ข้ามไปทำบรรทัดหมายเลข 1000 คือ หยุดการทำงานของโปรแกรมถ้าต่ำกว่าจะผ่านไปทำบรรทัดหมายเลข 80

บรรทัดหมายเลข 80, 100, 120, 140 เป็นการสั่งให้เปิดปั๊มป์ เปิดวาล์ว ปิดวาล์ว และปิดปั๊มป์ ตามลำดับ

บรรทัดหมายเลข 90, 110, 130 เป็นการหน่วงเวลาการเปิด-ปิดปั๊มป์และวาล์ว

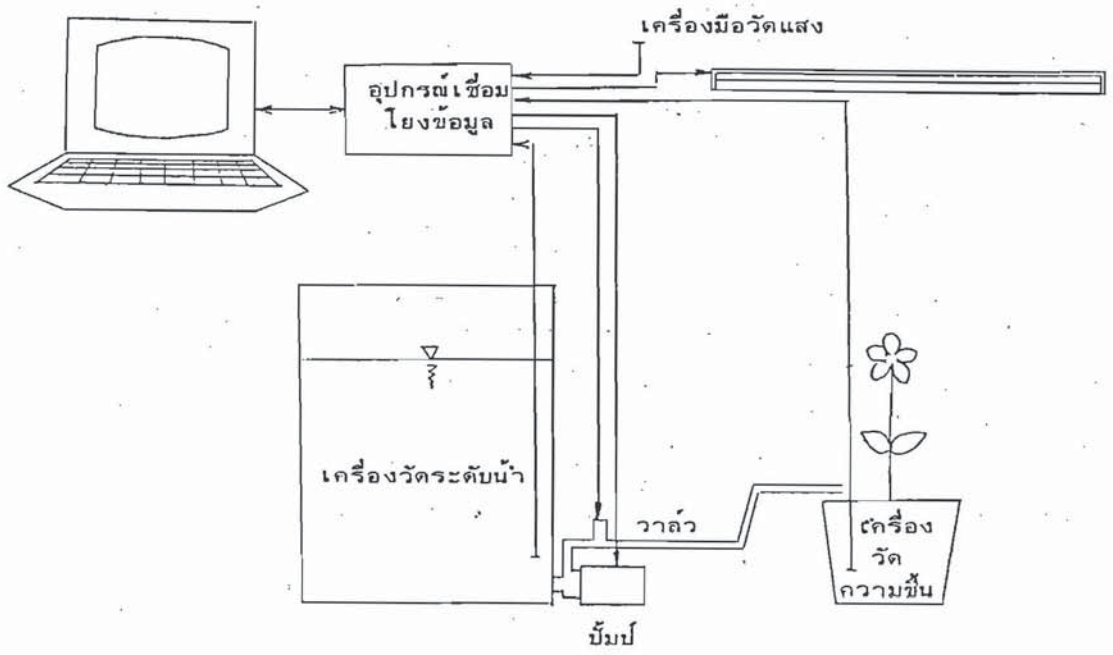
บรรทัดหมายเลข 150 เป็นการสั่งให้ไปทำบรรทัดหมายเลข 1000 ซึ่งเป็นการหยุดการทำงานของโปรแกรม

จากโปรแกรมข้างต้นนี้ จะเห็นได้ว่า เราสามารถจะเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างง่ายดายภาษาเบสิค โดยใช้คำสั่ง POKE ในการเปิด-ปิดสวิทช์ที่ต้องการ ใช้คำสั่ง POKE และ PEEK ร่วมกันในการอ่านค่าต่าง ๆ และใช้คำสั่ง FOR NEXT ในการหน่วงเวลาเปิด-ปิดสวิทช์

นอกจากที่กล่าวแล้ว เราสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมให้มีความละเอียดและซับซ้อนได้ตามต้องการด้วยคำสั่ง IF ซึ่งทำให้สามารถแบ่งช่วงของค่าที่กำหนดให้ เช่น ความชื้นออกเป็นช่วง ๆ ทำให้สามารถกำหนดปริมาณน้ำที่จะให้กับพืชให้พอดีกับความต้องการได้ คือ ความชื้นอยู่ในช่วงหนึ่ง ก็ให้น้ำปริมาณหนึ่งที่เหมาะสมกัน

ง.8 การประกอบและติดตั้ง

ระบบทั้งหมดจะประกอบกันดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงระบบการควบคุมการให้น้ำและแสงกับพืช

จ. ผลการศึกษากรณีศึกษาการควบคุมระบบการให้น้ำและแสงกับพืชด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

(1) ด้านเครื่องมืออุปกรณ์

ผลที่ได้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้คือ

ระบบจะเริ่มทำงานโดยอุปกรณ์ตั้งเวลา (TIMER) จะเปิดเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ตามที่กำหนด เช่น ทุก ๆ 1 ชม. จากนั้นเครื่องจะอ่านโปรแกรมจากแผ่นเก็บข้อมูล (DISKETTE) เข้าหน่วยความจำของเครื่องโดยอัตโนมัติ เนื่องจากเราเก็บไว้ในไฟล์ชื่อ HELLO จากนั้นก็จะเริ่มทำตามโปรแกรมตามที่ได้อธิบายไว้ในบทที่ 2 คือ

1. บิดสวิทช์ทุกสวิทช์
2. วัดความเข้มแสง ถ้าน้อยไปก็เปิดไฟ
3. วัดระดับน้ำ ถ้าน้อยเกิดระดับที่ยอมให้ก็จะเตือนและหยุดการทำงาน
4. วัดความชื้นในดิน ถ้าน้อยกว่าที่กำหนดไว้ จะเปิดปั๊มน์และวาล์วตามเวลาที่กำหนด
5. หยุดการทำงานของโปรแกรม

หลังจากนั้นอุปกรณ์ตั้งเวลาจะปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ และจะเปิดใหม่ตามเวลาที่ได้ตั้งไว้ ระบบนี้ได้รับการทดสอบตลอดระยะการปลูกพืชผักสวนครัว 1ฤดูระยะอายุประมาณ 6 สัปดาห์ พบว่าปฏิบัติการได้ดีเป็นไปตามที่ออกแบบไว้

(2) ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของพืช

- หลังจากที่ปลูกผักกาดหอมครบคายุ 40 วัน แล้วพบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกแบบให้น้ำปุ๋ยเต็มที่ มีความเจริญเติบโตสูงสุดที่ปลูก และให้น้ำหยดควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ พร้อมให้แสงทั้งกลางวัน กลางคืนโตปานกลาง ส่วนที่ได้แสงสว่างธรรมชาติ และให้น้ำแบบหยด โตช้าที่สุด

ฉ. สรุป : กรณีศึกษา การควบคุมระบบการให้น้ำ และแสงกับพืชด้วยไม่โครคอมพิวเตอร์

(1) เครื่องมือและอุปกรณ์

จากการศึกษาการประกอบติดตั้งและทดลองระบบที่ได้กล่าวแล้วข้างต้นพบว่าได้ผลตรงความมุ่งหมายเกือบทุกประการ คือ สามารถจะให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมอุปกรณ์วัดและอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ได้ แต่มีปัญหาอยู่ 2 ข้อ คือ

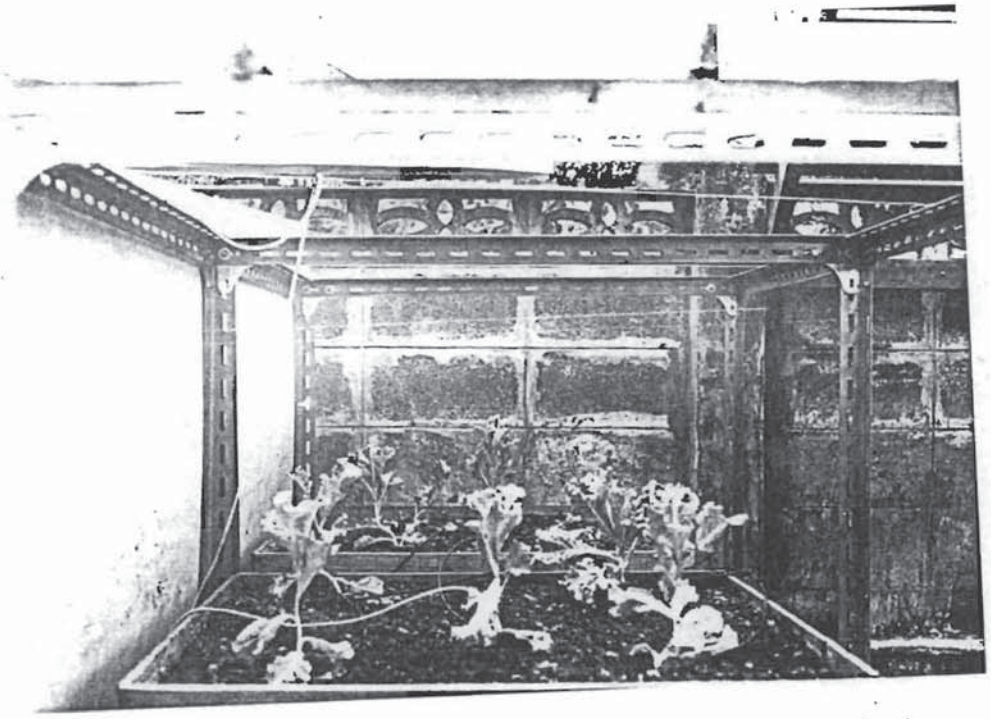
1. แต่เดิมได้ตั้งใจจะใช้หลอดไฟที่ให้แสงที่พืชใช้ในการปรุงอาหารโดยเฉพาะคือ หลอดฟลูออเรสเซนท์สีม่วงยี่ห้อ SYLVANIA รุ่น GRO-LUX แต่ปรากฏว่าไม่สามารถจะสร้างสตาร์ทเตอร์ดิเลคโทรนิกส์ที่จะจุดหลอดรุ่นนี้ขึ้นได้ เนื่องจากขาดอุปกรณ์และเครื่องมือทางไฟฟ้าที่จำเป็นหลายอย่างเช่น เครื่องออสซิโลสโคป เครื่องจ่ายกระแสหรือแรงดันที่ปรับค่าได้ตามต้องการรวมทั้งอุปกรณ์เล็ก ๆ น้อย ๆ อีกหลายอย่าง จึงใช้หลอดฟลูออเรสเซนท์ธรรมดา ซึ่งก็เสียเวลาไปมากที่เกี่ยวในการแก้ปัญหาสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเหนี่ยวนำซึ่งวิ่งไปตามสายไฟ และรบกวนระบบคอมพิวเตอร์อย่างมาก

2. ไอซี ที่เป็นตัวเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับระบบคอมพิวเตอร์เป็นไอซีตระกูล TTL ทั้งหมด ซึ่งข้อเสียของไอซีตระกูลนี้ คือมีความไวต่อสัญญาณรบกวนสูง ทำให้ในบางครั้งที่เปิด-ปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ สวิทช์ไฟฟ้าบางสวิทช์จะเปิดซึ่งเป็นผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าบางชิ้นทำงานผิดจากที่ได้ออกแบบไว้ ดังนั้น จึงควรแก้ปัญหานี้ให้เรียบร้อยก่อนที่จะนำไปใช้ในงานจริง

สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ทำให้ระบบนี้ยังไม่สมบูรณ์ คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการศึกษานี้มีจำกัด อีกทั้งผู้ทำการศึกษายังไม่รู้ซึ้งถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ต่าง ๆ ดีพอ ทำให้การแก้ปัญหาต่าง ๆ เป็นไปด้วยความล่าช้า ดังนั้น ถ้าจะให้ดีแล้วผู้ที่จะศึกษาหรือพัฒนาระบบนี้ต่อไปควรจะมีความรู้ทางด้านอุปกรณ์อิลคทรอนิกส์และทางคอมพิวเตอร์ดีพอสมควร

(ข) ด้านการเจริญเติบโตของพืช

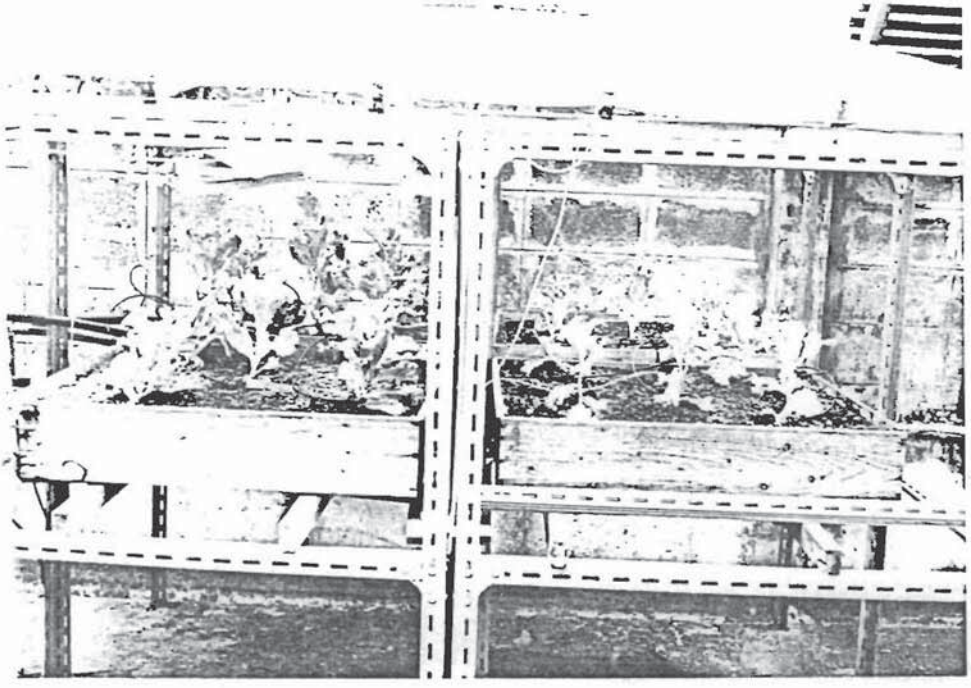
พืชที่ได้รับแสงธรรมชาติในตอนกลางวัน และรับแสงอื่นเพิ่ม เมื่อแสงธรรมชาติมีความเข้มน้อยลงมาก มีการให้น้ำตลอดเวลาสามารถเจริญเติบโตได้เร็วกว่าพืชที่รับแสงธรรมชาติ แต่เพียงอย่างเดียว แม้จะมีการให้น้ำตลอดเวลาเช่นกัน



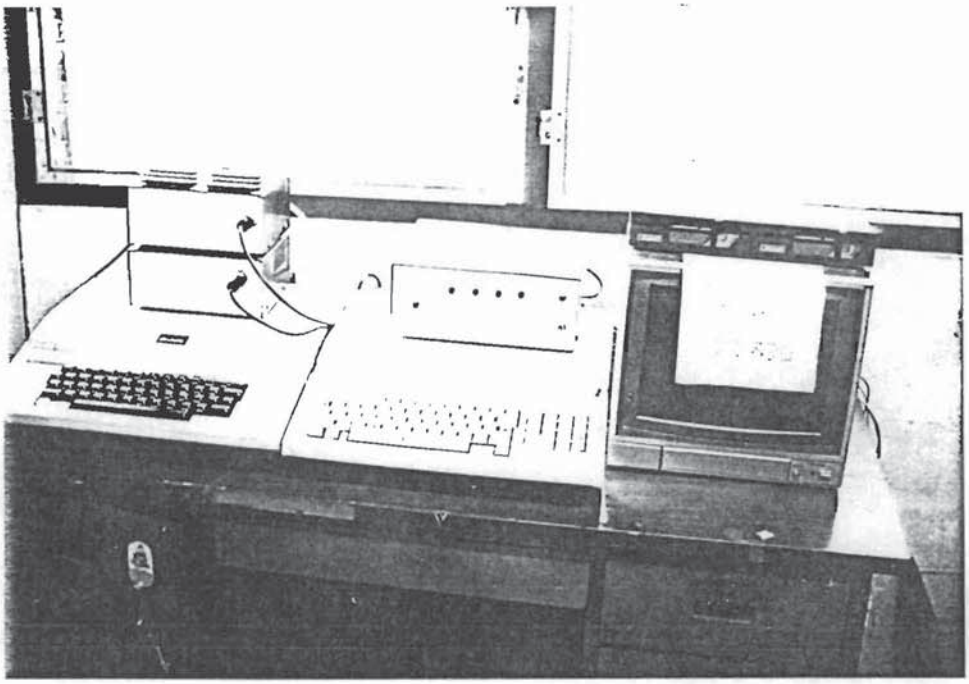
รูปที่ 4.7.ก. ผักกาดหอมในกะบะปลูกให้น้ำแบบหยด ไม่ให้ปุ๋ย ได้รับแต่แสงธรรมชาติ

รูปที่ 4.7.ข. ผักกาดหมอในกะบะปลูกได้แสงธรรมชาติ และแสงไฟตลอดเวลา ให้น้ำแบบหยดตามความชื้นในดิน ไม่ให้ปุ๋ย

รูปที่ 4.7.ค. ผักกาดหอมในแปลงปลูกในดิน ให้น้ำและปุ๋ยเต็มที่



รูปที่ 4.7.ง. เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของผักกาดหอม
ในแปลงที่ได้แสงธรรมชาติ และแสงไฟ (ซ้าย)
การให้น้ำหยดให้ตามความจำเป็น และสภาพความชื้นในดิน



รูปที่ 4.7.ง. ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

รูปที่ 4.7.จ. การส่งสัญญาณไปควบคุมถึงแปลงเพาะปลูก

4.1.2 กรณีศึกษา : การปลูกพืชไร้ดินควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ก. บทนำ

ต้นไม้จะเจริญเติบโตได้ก็เมื่อสามารถปรุงอาหารได้ ปัจจัยที่สำคัญในการปรุงอาหารมีอยู่ไม่มากนัก ได้แก่ น้ำ สารอาหาร คาร์บอนไดออกไซค์ และสิ่งที่ขาดไม่ได้อีกอย่าง ก็คือ แสงสว่าง ในบรรดาปัจจัยที่กล่าวมาแล้ว ปริมาณคาร์บอนไดออกไซค์ และแสงสว่าง ควบคุมได้ยาก แต่ที่ควบคุมได้ง่าย คือ สารอาหาร และน้ำ ซึ่งปกติแล้ว พืชจะดูดทั้งสองปัจจัยเข้าสู่ระบบของมันผ่านราก ซึ่งมักจะฝังรากลึกลงไปในดิน ดินจึงเป็นแหล่งทรัพยากรของต้นไม้ ที่ให้ทั้งน้ำ สารอาหาร และยังเป็นปัจจัยยึดให้ต้นไม้ตั้งตัวอยู่ได้อีกด้วย แต่แม้ดินจะเป็นแหล่งทรัพยากรที่สำคัญของต้นไม้ แต่บางครั้งสารเคมีต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินบางชนิดก็อาจจะมีผลเสียต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ได้ เหมือนกัน เช่น ถ้ามีปริมาณเกลือ NaCl มากไป ดินจะเค็ม เมื่อต้นไม้ดูดซับเข้าไปก็จะทำให้ไม่เจริญเติบโตเท่าที่ควรได้ ด้วยเหตุนี้จึงได้มีผู้คิดวิธีการที่จะปลูกพืชไร้ดิน แขวนให้รากลอยอยู่ในอากาศ แล้วพ่นน้ำพร้อมสารอาหารให้แก่พืชโดยตรง ทำให้ประหยัดน้ำ และสารอาหาร เพราะถ้าพืชยังไม่ดูดซับไป ก็สามารถนำเอาน้ำ และสารอาหารที่ตกค้างอยู่หมุนเวียนกลับมาให้พืชใหม่ได้อีก เพื่อให้สามารถควบคุมระบบให้น้ำและสารอาหารแก่พืชได้แน่นอน จึงมีผู้นำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการควบคุมระบบให้สามารถให้น้ำและสารอาหาร แก่พืชได้อย่างอัตโนมัติ แต่กำหนดปริมาณสารอาหารและน้ำที่ให้แก่พืช ตามโปรแกรม ซึ่งตั้งไว้ตามความต้องการของพืชที่อายุต่าง ๆกัน

ข. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ก็เพื่อ

1. ศึกษาระบบการปลูกพืชไร้ดิน รากลอยในอากาศที่สามารถพ่นน้ำ และสารอาหารให้ถึงรากของต้นไม้โดยตรงควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

2. ศึกษาข้อดี ข้อเสีย ของระบบ

การศึกษานี้มุ่งศึกษาระบบการให้น้ำแก่พืชที่ปลูกแบบไร้ดิน และรากลอย ในอากาศ ยังไม่ศึกษาวิเคราะห์จุดคุ้มทน การให้น้ำในระบบนี้แก่พืช

ค. ทฤษฎี

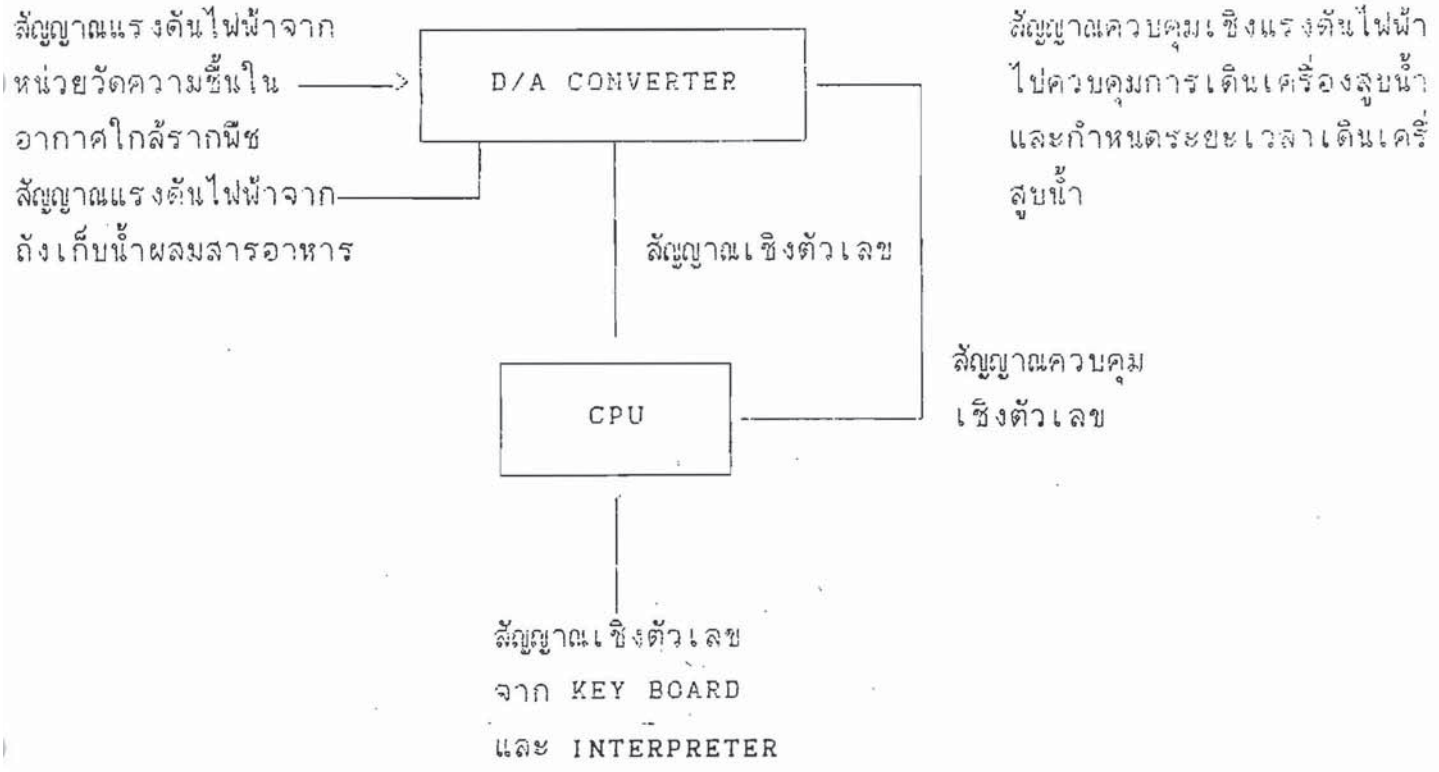
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้แก่ ทฤษฎีของการสังเคราะห์แสง

$$N(CO_2) + (M+N)\ H_2O \xrightarrow{\text{แสง}} (N)CH_2O + NO_2 + M(H_2O)$$

ปริมาณน้ำ $M(H_2O)$ คือปริมาณที่ต้นไม้ดูดซับไปเกินเพื่อแก่ความต้องการ ซึ่งในที่สุดก็คายทิ้ง ผ่านปากใบ ของมัน

ทฤษฎีการควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

รูปที่ 4.8 ระบบควบคุมคอมพิวเตอร์



ง. เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นมาเป็นดังแสดงในรูปที่ 4.8

จ. ผลการศึกษา

จากการพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์ จะได้ระบบควบคุมการให้น้ำ พืชที่ปลูกลอยในอากาศ ซึ่งทำงานได้ดังที่กำหนดไว้ทุกประการ

พืชที่ปลูก ได้แก่ ต้นมะกรูด และ ชมพู่ ซึ่งเดิมปลูกอยู่ในกระถาง ได้ย้ายมาปลูกในระบบ หลังจากปลูกอยู่ประมาณ 8 วัน ใบต้นชมพู่ เริ่มเหี่ยวเฉา และเมื่อถึง 12 วัน ใบล่วง และไม่มีใบใหม่งอกมาแทนที่ ส่วนต้นมะกรูด ยังคงเจริญเติบโตได้ดี มีผล และติดดอกใหม่ ซึ่งพัฒนามาเป็นผลมะกรูด การทดลองยุติ เมื่อระบบทำงานได้ดีแล้ว คือ 1 เดือน หลังจากเริ่มปลูกพืช

ข้อดีของการปลูกพืชรากลอยในอากาศ ควบคุมการให้น้ำด้วยคอมพิวเตอร์ นั้นอยู่ที่ สามารถควบคุมปริมาณน้ำ และสารอาหารได้แน่นอน ลดอัตราการจ่ายน้ำลงเหลือใกล้เคียงกับที่พืชต้องการจริงจะทำให้สามารถลดปริมาณน้ำที่ต้องส่งไปยังแปลงปลูกพืช การปลูกลอยในอากาศรากพืชจะได้ออกซิเจนในอากาศ ในปริมาณที่เพียงพอ นอกจากนี้ถ้าเกิดโรคพืช ที่รากก็สามารถมองเห็น และตรวจรักษาได้งานปริมาณคนควบคุมดูแลทั้งระบบจำนวนน้อย

ข้อเสียอยู่ที่ระบบอุปกรณ์เครื่องมือที่ยังแพงอยู่ แต่ก็มีวัสดุหลายอย่างที่สามารถพัฒนา และจัดสร้างขึ้นแล้วในประเทศ นอกจากปัญหาต้นทุน ของเครื่องจักรสูงแล้วก็ยังมีเรื่องอื่นอีก เช่น ต้องกันแสงแดดมิให้ถูกระบบราก ต้องหาระบบรองรับและยึดลำต้นพืช ให้ตั้งตรงไม่ล้มเป็นต้น

ฉ. สรุปและข้อเสนอแนะ : กรณีศึกษาการปลูกพืชไร้ดินควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

(1) สรุป

ก. การปลูกพืชไร้ดิน แบบรากลอย ในอากาศ มีข้อดีอยู่มาก สามารถปลูกได้ และควบคุมการให้น้ำแก่พืช ได้อย่างแน่นอนสามารถนำไปเป็นวิธีแก้ปัญหา การปลูกพืชในบริเวณที่ดินขาดความอุดมสมบูรณ์ หรือมีสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อพืชได้ โดยไม่ปลูกพืชในดิน

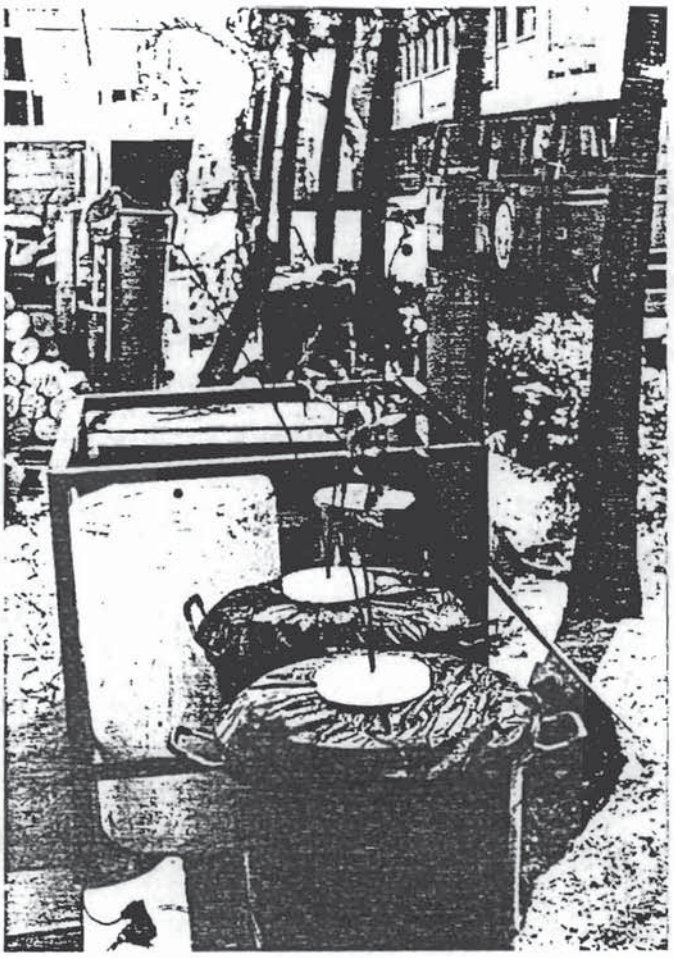
ข. เทคนิควิธีการปลูกพืชไร้ดิน รากลอยในอากาศยังมีผู้ศึกษากันน้อย ทำให้ยังขาดความเข้าใจ และขาดการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงขั้นปลูกในเชิงพานิชได้ แต่ถ้าพัฒนาให้ดี สามารถปลูกพืชได้ซ้อนกันหลายชั้น จะทำให้ผลผลิตต่อไร่สูง ลดต้นทุนการผลิตลงได้ โดยเฉพาะระบบให้น้ำสามารถให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จะปลูกพืชได้มาก

(2) **ข้อเสนอแนะ**

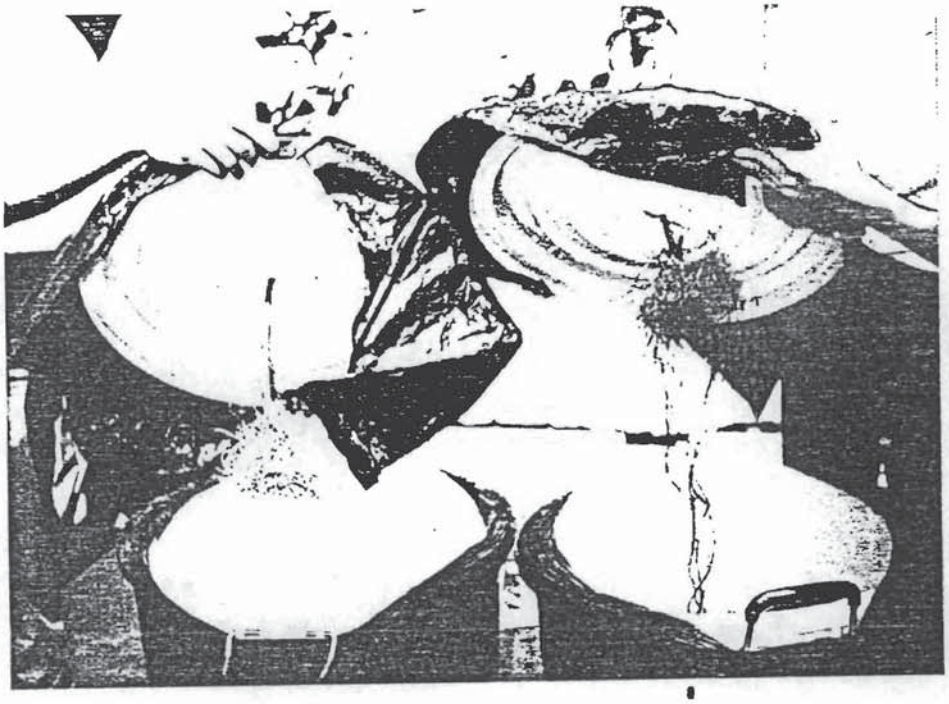
ก. ควรมีการศึกษาปรับปรุง และพัฒนาระบบควบคุมต่อไปให้สามารถลดต้นทุนด้านเครื่องมือ และอุปกรณ์ลงได้หรือได้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้อีก

ข. ควรศึกษาการปลูกพืชไร้ดิน รากลอยในอากาศอย่างจริงจังเพื่อให้ได้พันธ์ และชนิดพืชที่เหมาะสม สามารถปลูกได้เชิงพานิชย์

ค. ควรศึกษาการให้น้ำพืชไร้ดิน รากลอยในอากาศในระบบวางซ้อน จะสามารถเร่งการเจริญเติบโตพืชได้ ลดอัตราการเสี่ยงการปลูกพืชแล้วราคาตกได้ และเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ได้



รูปที่ 4.9 แสดงระบบการปลูกและให้น้ำ



มะกรูด ชมพู่

รูปที่ 4.10 รากพืชปลูกลอยในอากาศ

รูปที่ 4.11 ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการให้น้ำและสารอาหารแก่พืชปลูกรากลอยในอากาศ

มะกรูด ขมุ้

รูปที่ 4.12 พืชปลูกรากลอยในอากาศ

4.2 การศึกษาภาคสนาม : กรณีศึกษา

4.2.1 การให้น้ำแก่พืชแบบโปรยควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ก. ความนำ

ในปัจจุบันนี้มีการให้น้ำแก่แปลงปลูกพืช โดยเฉพาะพืชไร่ โดยการโปรยน้ำให้ แต่พบว่าต้องใช้แรงงานคน ในการควบคุมระบบการให้น้ำมาก เพื่อช่วยเหลือให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการให้น้ำแก่พืช ซึ่งได้นำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมระบบให้น้ำ โดยการตรวจสอบความชื้นในดินก่อนให้น้ำ และให้น้ำแก่พืชตามความต้องการตามช่วงเวลาในการเจริญเติบโตต่าง ๆ

ข. วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ก็เพื่อ

(ก) ศึกษาระบบการควบคุมการให้น้ำแบบโปรยด้วยคอมพิวเตอร์ในแปลงปลูกพืชขนาดเล็ก

(ข) ศึกษาการใช้น้ำของพืชตามช่วงเวลาการเจริญเติบโต แล้วนำผลที่ได้ไปปรับโปรแกรมการให้น้ำพืช

ค. ทฤษฎี

ทฤษฎีเกี่ยวกับการปรุงอาหารของพืชและการควบคุมการให้น้ำมีดังนี้

การสังเคราะห์แสง

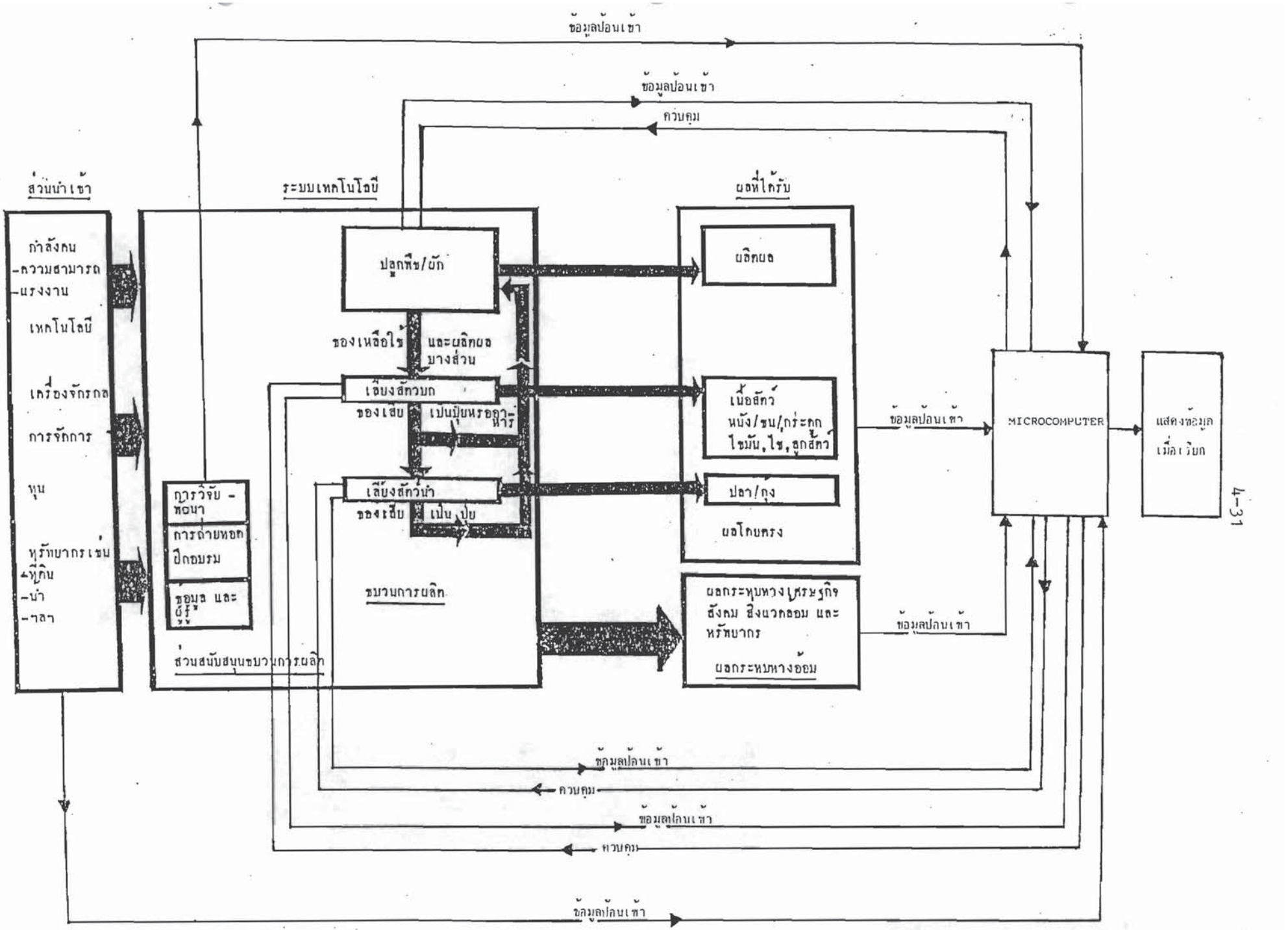
$$(M + N)\ (H_2O) + N(CO_2) \xrightarrow{\text{แสง}} N(CH_2O) + N(O_2) + M.(H_2O)$$

ปริมาณ $(M+N)(H_2O)$ เป็นปริมาณน้ำที่ต้นไม้นำเข้าสู่ระบบของมัน การให้น้ำแก่พืชต้องให้มากกว่านี้เพราะ มีบางส่วนไปไม่ถึงรากและบางส่วนระเหยไปในอากาศก่อน ปริมาณ $M\ (H_2O)$ ข้างขวาของสมการจะเป็นปริมาณที่ต้นไม้คายทิ้งเพราะเกินต้องการ ถ้าสามารถลดส่วนนี้ลงได้จะลดปริมาณน้ำที่ส่งเข้าแปลงปลูกพืชได้

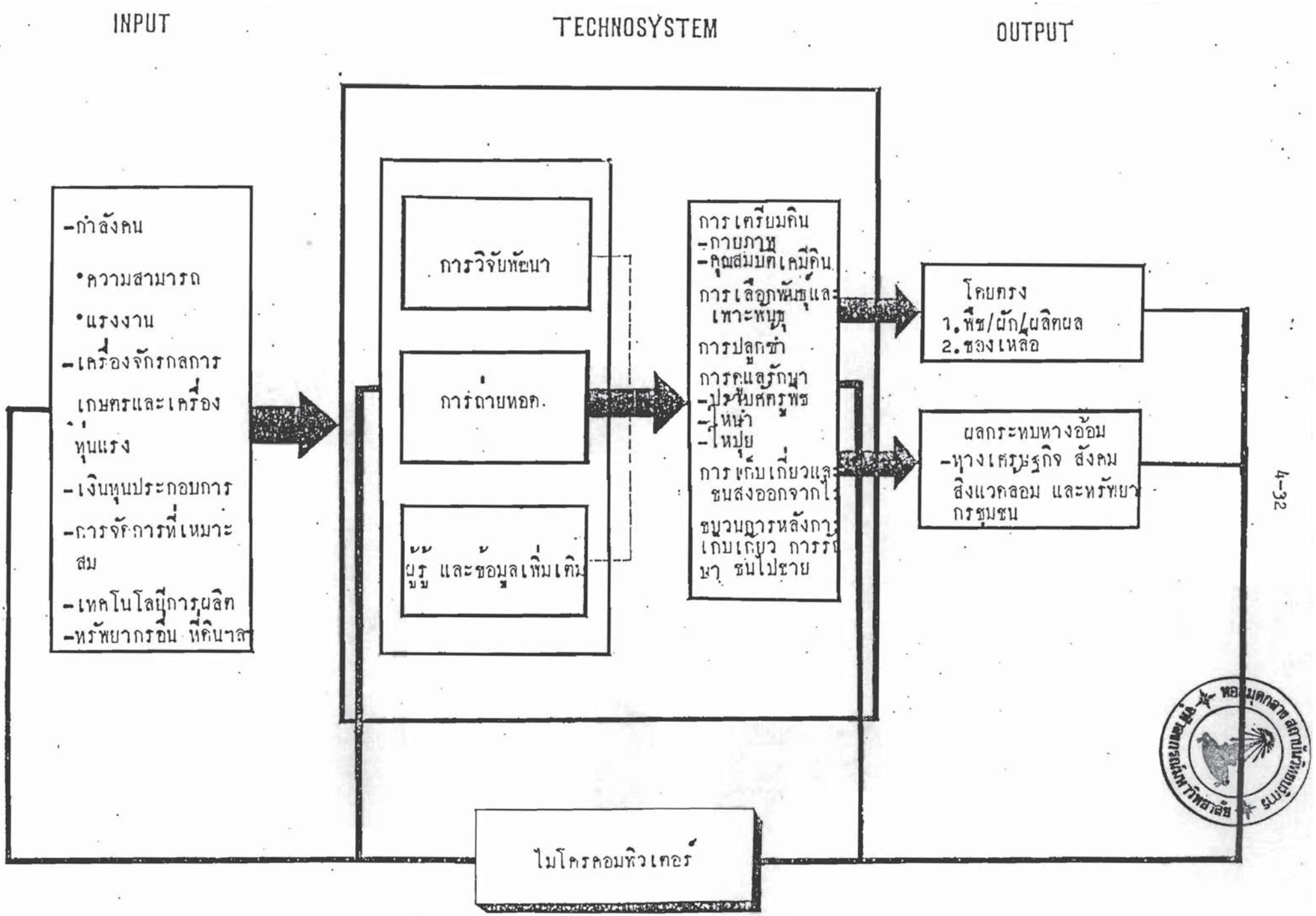
การควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ระบบรวม

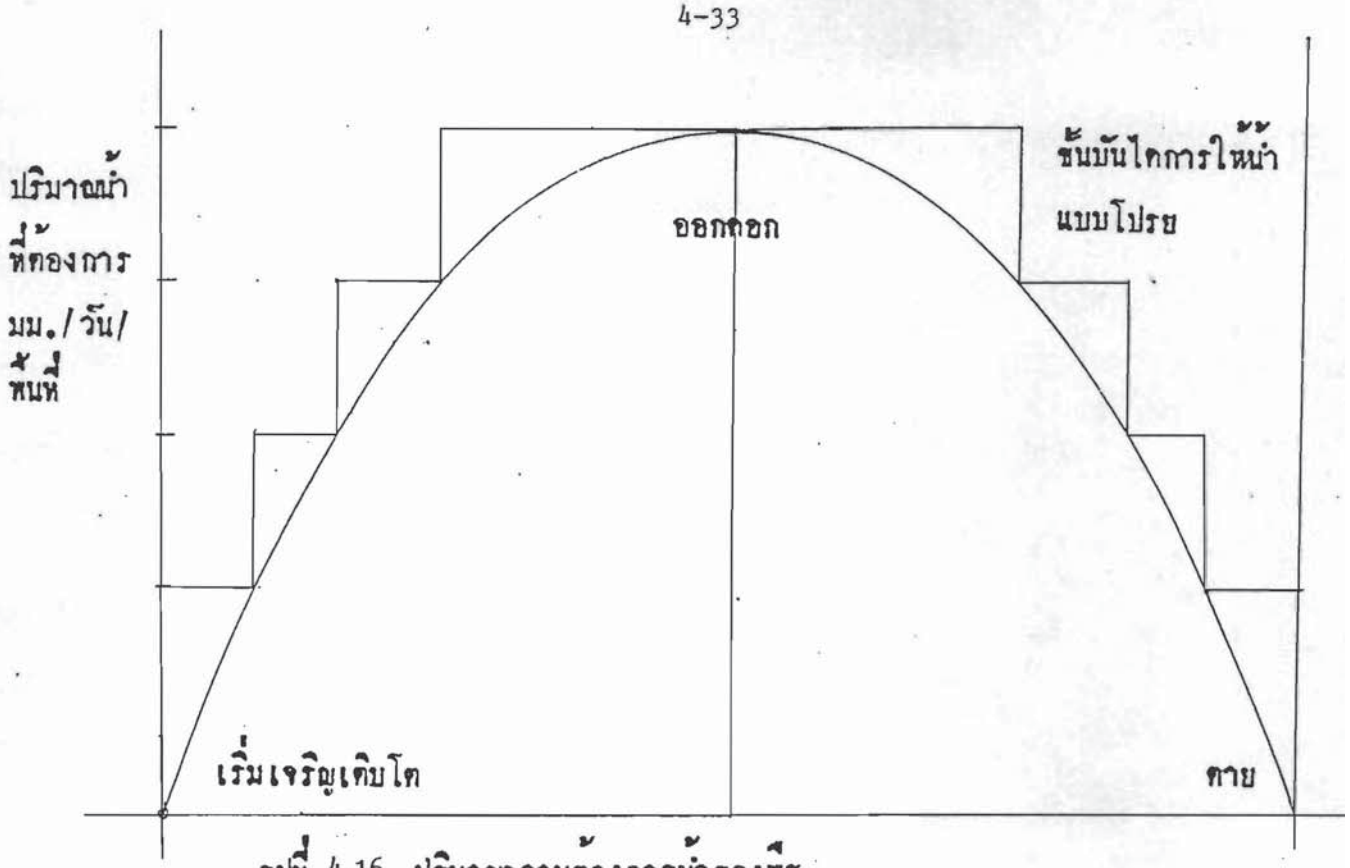
ถ้าดูในรูปที่ 4.14 จะเห็นระบบการผลิตทางการเกษตรรวม ซึ่งมีทั้งการปลูกพืชผัก การเลี้ยงสัตว์บกและสัตว์น้ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอยู่ดังปรากฏในรูป การควบคุมการปฏิบัติงานด้วยคอมพิวเตอร์ ความจริงแล้วสามารถควบคุมได้เกือบทุกจุดในระบบการผลิตสามารถบอกได้ทันทีว่า ในขณะใดขณะหนึ่งปัจจัยนำเข้ามีสถานภาพอย่างไร ขบวนการผลิตเป็นอย่างไร ต้องควบคุมอย่างไรและผลิตผลที่ออกมาจากระบบเป็นอย่างไร เฉพาะส่วนที่เป็นการปลูกพืชสามารถแยกออกมาแสดง



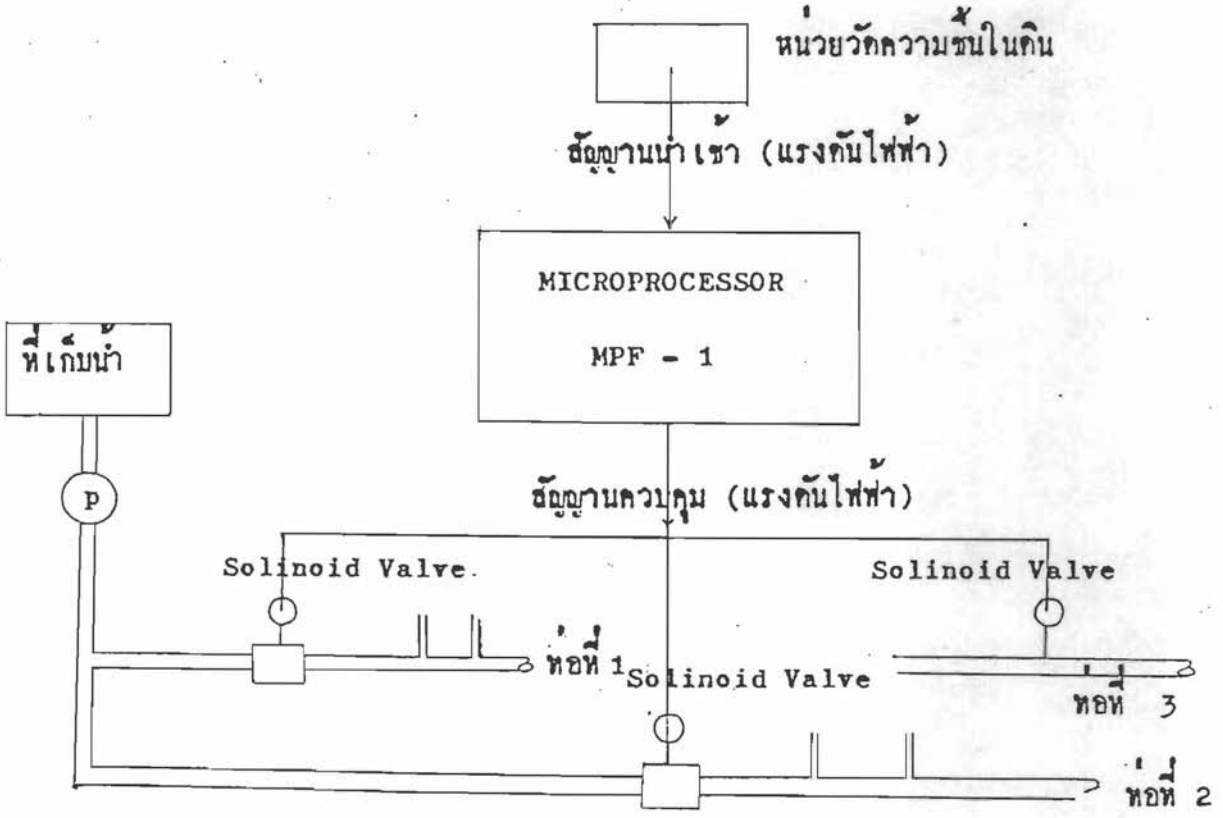
รูปที่ 4.14 การควบคุมระบบการผลิตรวมด้วยคอมพิวเตอร์



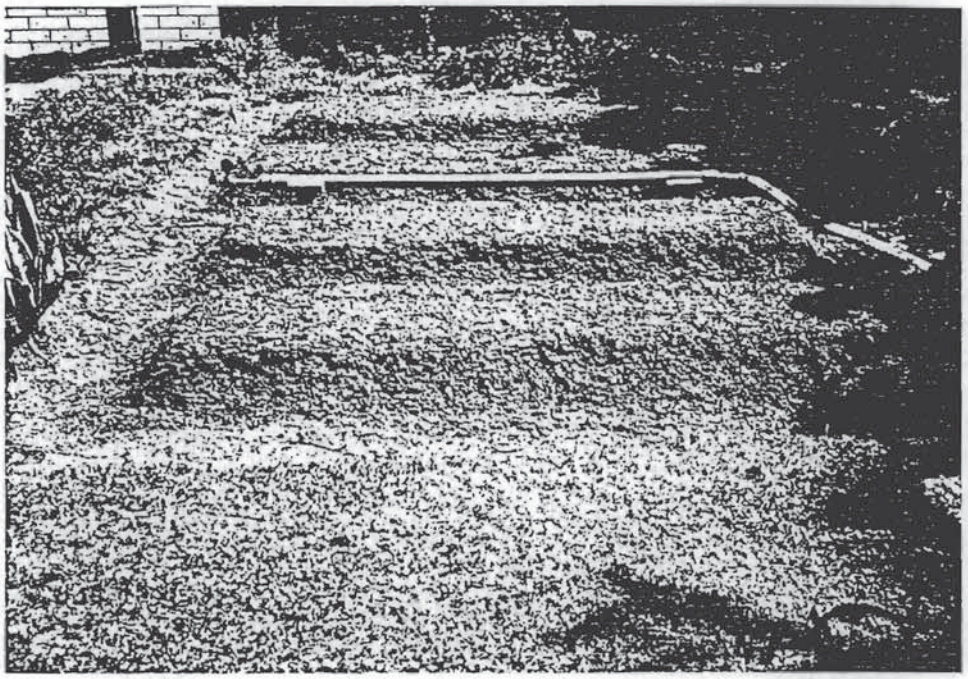
รูปที่ 4.15 การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมการจัดการ/ดำเนินการในไร่นา



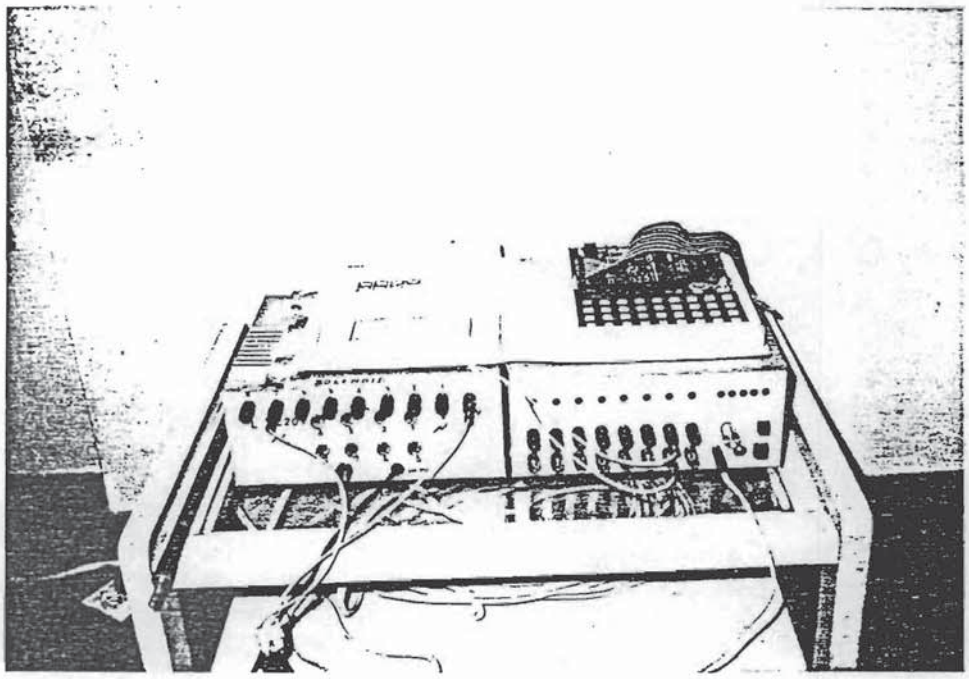
รูปที่ 4.16 ปริมาณความต้องการน้ำของพืช



รูปที่ 4.17 วงจรควบคุมปริมาณการให้น้ำด้วยคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.18 แปลงพืชและระบบโปรยน้ำ



รูปที่ 4.19 หน่วยวัดความชื้นและควบคุมการให้น้ำ(Microprocessor MPF-1)

ดังรูปที่ 4.15 ซึ่งแสดงถึงส่วนของการควบคุมระบบผลิตของการปลูกพืช ซึ่งมีประเด็นที่สำคัญคือ การควบคุมการให้น้ำแก่พืชอยู่ด้วย รายละเอียดของการออกแบบอุปกรณ์ และระยะให้น้ำควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ดูได้จากภาคผนวก ง.และ จ.

การควบคุมการให้น้ำแก่พืชด้วยคอมพิวเตอร์

การควบคุมปริมาณการให้น้ำแก่พืชจะต้องคำนึงถึงปริมาณที่พืชต้องการก่อน ถ้าดูรูปที่4.16 จะเห็นปริมาณน้ำที่พืชต้องการเปลี่ยนแปลงในลักษณะคล้ายเส้นโค้งพาราโบลา เพื่อความสะดวกได้ปรับให้เป็นเส้นการให้น้ำแบบขั้นบันได เมื่อทราบพื้นที่ที่จะปลูกและอายุต้นพืชก็สามารถให้น้ำได้ตามปริมาณที่พืชต้องการ ทั้งนี้โดยต้องศึกษาว่าน้ำที่พืชจะรับไปซึ่งเป็นปริมาณรวมนั้น มีส่วนใดที่อาจจะได้มาโดยควบคุมไม่ได้ เช่น จากฝนตก ฯลฯ ก็ต้องทราบหรือหาทางวัดแล้วนำผลมาปรับแก้ปริมาณที่จะต้องให้สำหรับโปรแกรมการให้นั้นได้ตั้งโปรแกรมให้เลือกให้น้ำได้ดังปรากฏในภาคผนวก

ง. ผลการศึกษา

(ก) ระบบควบคุม

เครื่องควบคุมใช้ Microprocessor MPF-1 ซึ่งพัฒนาโดยนิสิตภาควิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สามารถรับสัญญาณเข้าได้ 1 ช่องและส่งสัญญาณควบคุมได้ 8 ช่อง คำสั่งและโปรแกรมต่าง ๆ จัดไว้ในหน่วยความจำถาวร ถ้าจะเปลี่ยนโปรแกรม เช่น เปลี่ยนชนิดพืช ต้องเปลี่ยนในหน่วยความจำถาวรด้วย

ระบบควบคุมที่พัฒนาขึ้นมาพบว่า ทำงานได้ผลดีตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ ดูรายละเอียดในภาคผนวก ง. ประกอบ

(ข) การควบคุมการให้น้ำพืช

พืชที่ทดลองปลูกเป็นต้นหอม ซึ่งปลูกในแปลงปลูกพืชขนาดเล็ก ดูรูปที่ 4.17-18 และภาคผนวก จ. ประกอบ ในการศึกษาได้สมมุติปริมาณการใช้น้ำของต้นหอมตามอายุต่าง ๆ กันขึ้นมาตั้งเป็นโปรแกรมการให้น้ำก่อน แล้วลองปลูกและวัด

ปริมาณการต้องการใช้น้ำของพืชจริงทุกสัปดาห์ เมื่อปลูกต้นหอมครบ 1 รอบอายุ แล้วได้นำเอาผลการใช้น้ำไปปรับโปรแกรม แล้วปลูกหอมให้น้ำตามโปรแกรมใหม่จนครบอีก 1 รอบอายุ จากการศึกษานี้พบว่า สามารถประหยัดน้ำได้อีก แต่การศึกษานี้มุ่งศึกษาระบบการควบคุม ดังนั้นจึงมิได้ให้ความสนใจกับปริมาณน้ำที่ประหยัดได้มากนัก

จ. สรุปและข้อเสนอแนะ : กรณีศึกษาภาคสนาม

ก. สรุป

(1) การควบคุมการให้น้ำพืชด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถให้น้ำได้ใกล้เคียงกับความต้องการของพืชที่อายุต่าง ๆ ทำให้สามารถประหยัดน้ำได้

(2) การควบคุมเบ็นแบบอัตโนมัติ สามารถลดแรงงานคนที่ต้องดูแลการให้น้ำลงได้ อาจมีผลให้ลดต้นทุนการผลิตลงได้บ้าง

(3) ระบบการตั้งโปรแกรมการให้น้ำไว้ในหน่วยความจำถาวรยังไม่เหมาะสม เพราะเมื่อต้องการเปลี่ยนพืชที่ปลูกต้องทำการเปลี่ยนโปรแกรม ซึ่งต้องทำโดยผู้รู้ทางอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เท่านั้น

ข. ข้อเสนอแนะ

(1) ควรมีการศึกษาการควบคุมการให้น้ำแก่พืชด้วยคอมพิวเตอร์ที่สามารถเปลี่ยนโปรแกรมได้ง่ายกว่าที่จะตั้งไว้ในหน่วยความจำถาวร

(2) ควรศึกษาจุดคุ้มทุนการให้น้ำแบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

(3) ควรศึกษาการควบคุมระบบการผลิตรวมด้วยคอมพิวเตอร์ และศึกษาผลกระทบด้านสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรที่เกี่ยวข้องกับการเกษตรในปัจจุบัน

4.2.2 **กรณีย์ศึกษา : การประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการจัดการด้านอาหารสัตว์**

(ก) บทนำ

ในการจัดการไร่นาของเกษตรกรที่ทำการเกษตรแบบผสมผสานนั้น งานหลักที่สำคัญอีกงานหนึ่งก็คือ การเลี้ยงสัตว์ซึ่งมีขบวนการที่สำคัญในการลดต้นทุน การเลี้ยงสัตว์คือ การจัดการให้ได้อาหารสัตว์ที่ถูกที่สุดแต่ได้โภชนะครบตามที่สัตว์ต้องการพร้อมทั้งมีกากอาหารและใยพืชมากพอที่จะเกิดประโยชน์แก่สัตว์ การที่จะจัดการให้ได้อาหารสัตว์ที่เหมาะสมนั้น นอกจากจะดูด้านคุณภาพและปริมาณของส่วนผสมแล้วยังจะต้องดูว่ามีวัตถุดิบอะไรบ้างที่มีอยู่ในท้องตลาดในขณะที่จะจัดการผสม ดังนั้นการผสมอาหารให้ได้ราคาถูกที่สุดแต่มีปริมาณ และคุณภาพที่เหมาะสมจึงเป็นขบวนการที่ยุ่งยากเกินกว่าที่เกษตรกรแต่ละรายจะสามารถจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพในเวลาจำกัด การนำไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการจัดการด้านอาหารสัตว์จึงเป็นสิ่งจำเป็นมาก ในการศึกษานี้ได้ลองศึกษา การจัดการอาหารของโคนม โดยได้ศึกษาการจัดการอาหารโคนมที่เลี้ยงกันอยู่บริเวณ อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี และที่ บ้านหนองโพ จ.ราชบุรี

(ข) ผลการศึกษา

ในการศึกษานี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป แบบโปรแกรมเชิงเส้น (Line Programming) เพื่อให้ได้ Least Cost Ration ซึ่งมีรายละเอียดดังปรากฏในภาคผนวก ก. ซึ่งมีสูตรอาหารสัตว์ที่ต้องการ ซึ่งเปรียบเทียบกับผลการศึกษาและกับสูตรอาหารที่ผสมโดยวิธีทดลอง ดังนี้

(ค) สรุปผลการศึกษา: กรณีย์ศึกษา การจัดการด้านอาหารโคนม

จากการศึกษาพอสรุปได้ว่า การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปกับเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถผสมอาหารสัตว์ได้ตามสูตรที่ต้องการในระยะเวลาอันสั้น และถ้าราคาวัตถุดิบเปลี่ยนแปลงก็สามารถคำนวณหาส่วนผสมจากวัตถุดิบทดแทนทำ ให้ได้อาหารตรงตามสูตรที่ต้องการในเวลาอันสั้นเช่นกัน นอกจากจะวัดการให้ได้อาหารตรงตามสูตรแล้ว ยังสามารถลดต้นทุนการผลิตอาหารลงด้วย ทำให้สามารถลดต้นทุนการเลี้ยงสัตว์ลงได้ มีผลกำไรเพิ่มขึ้น จัดเป็นวิธีการที่น่าใช้ในการจัดการไร่นาผสมผสานอย่างยิ่ง

รายละเอียด การประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการจัดการด้านอาหารสัตว์ ดูได้ในภาคผนวก ก.

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบผลการใช้คอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปในการจัดการด้านอาหารสัตว์

สูตรอาหาร	สัดส่วนสารอาหาร %				จาก	ราคา	หมายเหตุ
	โปรตีนรวม	ไขมันรวม	เยื่อใยรวม	TDN รวม			
มาตราฐานที่ต้องการ	16 - 18	<5	<15	70-75	อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี	2,885	
จากวิธีลองผิดลองถูก	16.05	8.24	15.46	83.13			
จากวิธีใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณ	16.00	2.91	15.00	71.52		2,414	
จากวิธีลองผิดลองถูก	15.5				สหกรณ์โคนมหนองโพ อ.โพธาราม จ.ราชบุรี	2,500	ศึกษาเฉพาะโปรตีนเท่านั้น
จากวิธีใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์	16.0					2,400	

4.3 การวิเคราะห์การพึ่งพาตนเอง : กรณีศึกษาการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์จัดการในไร่นา

4.3.1 บทนำ

ปัญหาการเกษตรของประเทศไทยในปัจจุบัน และในอนาคตอันใกล้นั้นอยู่ที่ทรัพยากร ที่ที่เป็นปัจจัยในการผลิต เริ่มเสื่อมคุณภาพลง หรือปริมาณมีไม่พอเพียงกับการใช้ที่เพิ่มมากขึ้นปัญหาใหญ่ คือ เรื่องน้ำ ซึ่งจะต้องแบ่งกันใช้อย่างมีประสิทธิภาพ ทางแก้ทางหนึ่งก็คือ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการจัดสรรน้ำให้มีปริมาณเพียงพอกับการใช้ของพืช ที่ระยะอายุของพืช ทุกระยะ แต่ควบคุมให้มีการสูญเสียเนื่องจากการระเหยจากดินหรือระบบส่งน้ำต่ำเรื่องที่สำคัญอีกเรื่อง คือ ปัญหาเรื่องดินที่ ขาดความโอชะลงซึ่งความจริงแล้ว ดินนั้นนอกจะเป็นแหล่งเก็บปุ๋ยธรรมชาติไว้ให้พืช ก็ยังให้ที่เก็บน้ำ และออกซิเจน เป็นตัวทึบกันแสงไม่ให้ถึงรากพืช และเป็นที่รองรับจับต้นพืชให้ตั้งอยู่ได้ ถ้าดินเสื่อม คุณภาพไปมาก ทางแก้ทางหนึ่งก็คือ การปลูกพืชไร้ดิน หรือปลูกลอยในอากาศ ซึ่งจำต้องจัดหาแหล่งเก็บน้ำ การเพิ่มออกซิเจนให้ราก และการจับต้นไม้ให้ตั้งอยู่ได้ ระบบปลูกพืชลอยอยู่ในอากาศ (Aeroponic) สามารถจัดทำสิ่งเหล่านี้ได้ สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ ต้องดูว่าเกษตรกรระดับใดสามารถนำเทคนิค และวิธีการดังกล่าวไปใช้ได้อย่างคุ้มค่า และสามารถพึ่งพาตนเองได้ในระดับตัดสินใจเลือก จัดหา ใช้ ซ่อมบำรุง และรักษาให้ระบบเคลื่อนตัวต่อไปได้ การศึกษานี้จึงมุ่งวิเคราะห์ปัญหา และแนวทางการพึ่งพาตนเองอย่างเป็นระบบ เพื่อให้สามารถเป็นแนวทางตัดสินใจต่อไปได้

4.3.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

(ก) เพื่อศึกษาการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของเกษตรกรระดับปัจเจกชน และระดับบริษัทเกษตรกรรมก้าวหน้า และหาแนวทางเลือกใช้เทคโนโลยี

(ข) วิเคราะห์ขีดความสามารถในการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีของผู้ใช้

ในการศึกษานี้ใช้การปลูกพืชที่ควบคุมการให้น้ำด้วยคอมพิวเตอร์เป็นกรณีศึกษา

4.3.3 ทฤษฎีการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพึ่งตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การพึ่งตนเองเป็นขีดความสามารถของคนที่จะทำอะไรได้โดยสามารถตัดสินใจได้เอง สามารถจัดหาใช้และดำเนินการต่างๆ ตลอดจนทำการบำรุงรักษาระบบให้ทำงานได้ตลอดไป แต่การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีนั้น ยังมีผลกระทบต่อสังคม เช่น การยอมรับของใหม่ซึ่งขึ้นอยู่กับภูมิหลังทางวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และขึ้นอยู่กับวัฒนธรรมประเพณีตลอดความเชื่อต่างๆ ของคนและของชุมชน

อยู่มาก มีผลกระทบกับเศรษฐกิจ เพราะใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแล้วต้องคุ้มค่า ผู้ใช้ต้องมีศักดิ์ศรี ไม่ใช่ทาสของเทคโนโลยี มีผลต่อการใช้ทรัพยากรในชุมชน และสภาวะแวดล้อมของชุมชน กล่าวโดยสรุป คือ การพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึง การนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มาใช้แก้ปัญหาของคนหรือของชุมชนอย่างมีศักดิ์ศรี มีผลตอบแทนพอสมควรไม่เป็นไปเพื่อขูดรีดหากำไร ในเวลาสั้นๆ ไม่ใช่ทรัพยากรของชุมชนให้สิ้นเปลืองไปเร็ว และรักษาสภาวะแวดล้อมให้คนอยู่ต่อไปได้ดี

4.3.4 รูปแบบการใช้เทคโนโลยี

(1) ระดับการใช้เทคโนโลยี

ระดับการใช้เทคโนโลยีของผู้ใช้มี ดังนี้

ระดับที่ 1 รับผลประโยชน์โดยไม่มีส่วนร่วม เช่น ไปรับการพยากรณ์โชคชะตาราศีด้วยคอมพิวเตอร์

ระดับที่ 2 ลอกเลียน/ใช้งาน เช่น ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปพิมพ์งานด้วยคอมพิวเตอร์

ระดับที่ 3 เลือกได้/ใช้เป็น สามารถเลือกเครื่องมืออุปกรณ์ หรือโปรแกรมได้เหมาะกับงานที่ทำ

ระดับที่ 4 ลอกเลียนพัฒนา สามารถสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ตามแบบ แต่ใช้วัสดุดีขึ้น

ระดับที่ 5 ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับสภาพท้องถิ่น ปรับปรุงใช้โปรแกรมที่เขียนเป็นภาษาไทย

ระดับที่ 6 คิดหาวิธีการใหม่ แต่ใช้แนวความคิดเดิม นำคอมพิวเตอร์ไปใช้ควบคุม การให้น้ำพืชแทนการใช้คำนวณหรือสั่งงานปรกติ

ระดับที่ 7 คิดหาวิธีการใหม่ที่ใช้แนวความคิดใหม่ทั้งหมด เช่น หาเครื่องมืออุปกรณ์ใหม่มาควบคุมระบบให้น้ำ

การที่จะทำให้คนมีขีดความสามารถใช้เทคโนโลยีระดับต่าง ๆ ได้ต้องอาศัยการถ่ายทอดเทคโนโลยีที่เป็นระบบ ต้องอาศัยระบบการศึกษาที่ให้ทั้งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ และเพิ่มความสามารถทางเทคโนโลย หรือพูดอีกนัยหนึ่งก็ได้ว่า ต้องพัฒนาทรัพยากรบุคคลให้มีขีดความสามารถสูงขึ้น

(2) ระดับความยากง่ายของเทคโนโลยี

ความยากง่ายทางเทคโนโลยีอาจแยกเป็น 5 ระดับ (ดูรายละเอียดในบทที่ 2 ประกอบด้วย

(1) ระดับชาวบ้าน เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กันมานาน เพียงแสดงให้ดูหรือฝึกทำเพียงเล็กน้อยก็เข้าใจและทำได้ เช่น การใช้ลูกคิดคำนวณ

(2) ระดับกลาง เป็นเทคโนโลยีที่ต้องมีครูสอน แต่ยังไม่มีความซับซ้อนมาก ใช้เครื่องจักรกลง่าย ๆ สอนและฝึกทำระยะหนึ่งก็เข้าใจได้ เช่น การใช้เครื่องคิดเลขแบบกล

3. ระดับสูง เป็นเทคโนโลยีที่สลับซับซ้อนมีหลายศาสตร์สาขาวิชา ผู้ใช้ต้องเรียนตามระบบการศึกษา มีผู้สอนและมีการทดสอบประกอบ มีหลักสูตรการเรียนที่แน่นอนใช้เวลาในการเรียนรู้นาน เช่น การใช้เครื่องคิดเลขอิเลคโทรนิกส์ ตั้งโปรแกรมได้

4. ระดับก้าวหน้า เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ผู้ใช้ต้องนำผลการวิจัย/พัฒนามาประกอบการใช้ด้วย เช่น การคอมพิวเตอร์ในงานสำนักงานที่ต้องพัฒนาโปรแกรม การใช้ให้เหมาะกับลักษณะงาน

5. ระดับอนาคน เป็นเทคโนโลยีที่ยังกำลังค้นคว้าวิจัยอยู่ ผู้ใช้ต้องสามารถเข้าใจหลักการ และสามารถทำการวิจัยพัฒนาต่อเนื่องเอง

กรณีย์ศึกษาการให้น้ำพืชควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์นั้น เป็นเทคนิคที่ยังมีการศึกษาวิจัยกันอยู่ตลอดเวลาในต่างประเทศ และมีการศึกษากันอยู่น้อยมากในประเทศ จัดเป็นเทคโนโลยีที่มีความยากง่ายระดับอนาคต

(3) แนวทางการเลือกเทคโนโลยี

เพื่อให้ได้แนวการเลือกเทคโนโลยีจะต้องคำนึงถึงตัวเทคโนโลยีเอง ผลผลิตที่ได้ และผลกระทบที่อาจจะเกิดกับสังคม เศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และทรัพยากร ได้เสนอแนะวิธีการให้น้ำหนักเทา ๆ กัน ดังนี้

ตารางที่ 4.3.1 การเลือกเทคโนโลยีแบบถ่วงน้ำหนัก

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	ตัวคูณถ่วงน้ำหนัก	ตัวคูณลดตามตัวแปร	คะแนน
สังคม	100	0.16	S	16S
เทคโนโลยี	100	0.20	T	20T
เศรษฐกิจ	100	0.16	E	16E
ทรัพยากร	100	0.16	R	16R
สภาวะแวดล้อม	100	0.16	E_n	$16E_n$
ผลลัพธ์	100	0.16	O	16O
			รวม	

คะแนนรวมที่คิดว่าเลือกแล้วใช้ได้ผลควรเกิน 70 คะแนน

ตารางที่ 4.3.2 ตัวคูณลด

ตัวแปร		รายละเอียดสนับสนุน	ตัวคูณลด
สังคม	S	รับได้เป็นอย่างดี ชอบมาก	
เศรษฐกิจ	E	ดีมาก (B/C เกิน 2)	
ทรัพยากร	R	ได้ทรัพยากรเพิ่ม	1
สภาวะแวดล้อม	E_n	สภาวะแวดล้อมดีขึ้น	
ผลลัพธ์	O	ผลลัพธ์มาก พอบริโภคและเหลือขายได้มาก	
สังคม	S	พอรับได้ ชอบ	
เศรษฐกิจ	E	ดี (B/C 1.5 ถึง 2)	
ทรัพยากร	R	ทรัพยากรเพิ่มเล็กน้อย	0.8
สภาวะแวดล้อม	E_n	สภาวะแวดล้อมดีขึ้นเล็กน้อย	
ผลลัพธ์	O	ผลลัพธ์พอบริโภคเหลือขายบาง	
สังคม	S	เฉย ๆ ไม่สนใจ	
เศรษฐกิจ	E	พอใช้ (B/C 1.1 ถึง 1.5)	
ทรัพยากร	R	ทรัพยากร คงเดิม	0.6
สภาวะแวดล้อม	E_n	สภาวะแวดล้อมคงเดิม	
ผลลัพธ์	O	ผลลัพธ์พอบริโภคเท่านั้น	
สังคม	S	ไม่ชอบ คัดค้าน	
เศรษฐกิจ	E	ไม่ดี ตอบแทนต่ำ (B/C 1-1.1)	
ทรัพยากร	R	ทรัพยากรลดลง	0.4
สภาวะแวดล้อม	E_n	สภาวะแวดล้อมเลวลง	
ผลลัพธ์	O	ผลลัพธ์ไม่พอบริโภค เต็มมากเกิน 50% ความต้องการ	
สังคม	S	คัดค้านอย่างหนัก	
เศรษฐกิจ	E	ไม่ดีมาก ขาดทุน	
ทรัพยากร	R	ทรัพยากรลดลงเร็วมาก	0.2
สภาวะแวดล้อม	E_n	สภาวะแวดล้อมเสื่อมมาก	
ผลลัพธ์	O	ผลลัพธ์ไม่ถึง 50% ของความต้องการ	

ตารางที่ 4.3.3 ความเหมาะสมและไปด้วยกันได้ของเทคโนโลยีใหม่กับภูมิหลังทางเทคโนโลยีของชุมชน เพื่อใช้หาตัวคูณลด T

เทคโนโลยีในชุมชน	เทคโนโลยีนำเข้า				
	ชาวบ้าน	กลาง	สูง	กาวหน้า	อนาคต
ชาวบ้าน	1	0.8	0.6	0.4	0.2
กลาง	0.8	1	0.8	0.6	0.4
สูง	0.6	0.8	1	0.8	0.6
กาวหน้า	0.4	0.6	0.8	1	0.8
อนาคต	0.2	0.4	0.6	0.8	1

ตัวอย่างการคำนวณการะลือกใช้เทคโนโลยีการควบคุมการให้น้ำพืชด้วยคอมพิวเตอร์

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	ตัวคูณถวง	ตัวคูณลดตามตัวแปร	คะแนนถวงแล้ว
ก. เกษตรกรปัจเจกชน การศึกษาระดับอาชีวะ				
สังคม	100	0.16	0.6 สมาชิกชุมชนไม่ค่อยสนับสนุน	9.6
เทคโนโลยี	100	0.20	0.6 กลาง:กาวหน้า	12
เศรษฐกิจ	100	0.16	0.6 ตอบแทนพอคุ้มทุน	9.6
ทรัพยากร	100	0.16	0.8 ใช้ทรัพยากรน้ำบ้าง	12.8
สิ่งแวดล้อม	100	0.16	0.6 มีผลกระทบ	9.6
ผลลัพธ์	100	0.16	0.6 ได้ผลไม่เหลือขายมาก	9.6
			รวม	63.2

ตัวแปร	คะแนนเต็ม	ตัวคูณถวง	ตัวคูณลดตามตัวแปร	คะแนนถวงแล้ว
ข. บริษัทเกษตรกรรม กาวหนา				
สังคม	100	0.16	0.6	9.6
เทคโนโลยี	100	0.20	0.8 สูง : กาวหน้า	16.0
เศรษฐกิจ	100	0.16	0.8 ตอบแทนสูง	12.8
ทรัพยากร	100	0.16	0.8 ใช้น้อย	12.8
สิ่งแวดล้อม	100	0.16	0.6	9.6
ผลลัพธ์	100	0.16	0.8 เหลือขายแน่	12.8
			รวม	73.6

ถ้าใช้ระบบการเลือกดังกล่าว ปัจจุบันถ้าเลือกใช้เทคโนโลยีแบบนี้ในการจัดการไร่นา น่าจะมีปัญหาในทางปฏิบัติมากพอควร

4.3.5 การคาดคะเนระดับการพึ่งตนเอง

การที่คนจะมีขีดความสามารถพึ่งตนเองได้จะต้องดูตัวแปรต่าง ๆ คือ ตัวแปรระบบ และตัวแปรผลลัพธ์

ก. ตัวแปรระบบ

ตัวแปรระบบจะเป็นตัวชี้ว่าระบบดังเสดงในรูปที่ 1 จะสามารถเดินไปสู่เป้าการพึ่งตนเองได้หรือไม่ ในระบบดังกลาว ตัวแปรระบบที่ต้องดูได้แก่

ก.1 การตั้งเป้า ต้องดูว่าผู้ใช้เทคโนโลยีสามารถตั้งเป้าพึ่งพาตนเองได้หรือไม่ ทั้งระดับชาติลงมาจนถึงผู้ใช้

ก.2 การควบคุมระบบ จะพึ่งตนเองได้ต้องเป็นผู้ควบคุมระบบได้เอง ตัดสินใจเอง จัดการเอง ควบคุมปัจจัยเทคโนโลยี ควบคุมขบวนการผลิต และควบคุมเงินทุนทั้งลงทุนและทุนหมุนเวียน

ก.3	การรักษาระบบให้เคลื่อนตัวต่อไปไม่หยุด	ได้แก่ การมีวิจัยพัฒนาเพื่อหาความรู้ใหม่มาใช้วัสดุทองถิ่น ปรับเทคโนโลยีให้เข้ากับระบบทองถิ่น เป็นต้น
ก.4	ระบบข้อมูล	ต้องมีการเก็บข้อมูล ต้องมีตำราเอกสารที่เกี่ยวของที่เหมาะสม สามารถศึกษาและนำมาดัดแปลงใช้งานได้
ก.5	ระบบข้อมูลย้อนกลับ	ต้องสามารถนำความรู้ในระบบย้อนกลับมาใช้ได้ เช่น ต้องมีการวิจัยพัฒนาและนำผลมาใช้ ใช้บุคลากรทองถิ่น ที่ฝึกขึ้นมาใช้ขบวนการให้มากขึ้น
ก.6	การบำรุงรักษาระบบ	เช่น ระบบการศึกษาดีพอที่จะมีบุคลากรสำเร็จแล้วมาปฏิบัติงานระบบได้ เครื่องมืออุปกรณ์เสียจัดซ่อหาซ่อมได้
ก.7	การเป็นระบบอิสระ เตสามารถรวมกับระบบใหญ่ได้	เช่น ร่วมกับระบบของชาติได้

ข. <u>ตัวแปรผลลัพธ์</u>

ข.1	ผลทางตรง	ได้แก่ผลิตได้ผลิตผลพอบริโภคใช้ชุมชน หรือ เหลือขาย
ข.2	ผลทางอ้อม	ผลกระทบต่อสังคม เศรษฐกิจการผลิต ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมดี

4.3.6 ผลการวิเคราะห์การพึ่งตนเอง

ถ้าดูในตารางที่ 4ก, ข จะเห็นผลการวิเคราะห์ซึ่งยึดหลักว่า ถ้าพึ่งตนเองได้ดีมากให้คะแนนเป็นๆ 3 พึ่งตนเองได้พอควรให้คะแนนเป็น 2 และพึ่งยังไม่ได้ให้คะแนนเป็น 1 สรุปแล้วจะได้

	เกษตรกร	บริษัท
ค่าเฉลี่ยการพึ่งตนเองตัวคุมระบบ	1.42	1.87
ค่าเฉลี่ยการพึ่งตนเองผลลัพธ์	2.1	2.6
เฉลี่ยรวม	1.58	2.05

การนำค่าความสามารถพึ่งพาตนเองในการคุมระบบมาเฉลี่ย กับ การพึ่งตนเองทางผลลัพธ์ ก็เพื่อเน้นว่า เกษตรกรไทย จะสามารถเพิ่มความสามารถขึ้นไปได้ถึงขั้นเลือกได้ ใช้เป็น เสียหายซ่อมได้ ซึ่งเน้นผลที่ได้จากการประกอบการที่มีน้ำหนักเท่าเทียม กับการควบคุมระบบ

ซึ่งเห็นได้ว่าระบบการปลูกพืชให้น้ำควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ มีความเหมาะสมกับระบบบริษัทเกษตรกรรมก้าวหน้าขนาดใหญ่มากกว่าเกษตรกรที่เป็นปัจเจกชน เพราะจะมีขีดความสามารถในการพึ่งตนเองได้มาก แต่การจะลงทุนทำนั้นจะต้องทำการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจมาก หรือดูว่าจะคุ้มทุนหรือไม่ เพราะการลงทุนจะสูงเสี่ยงมาก

4.3.7 สรุป และข้อเสนอแนะการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรณีย์ศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม และจัดการการผลิตในไร่นา

(1) บทสรุป

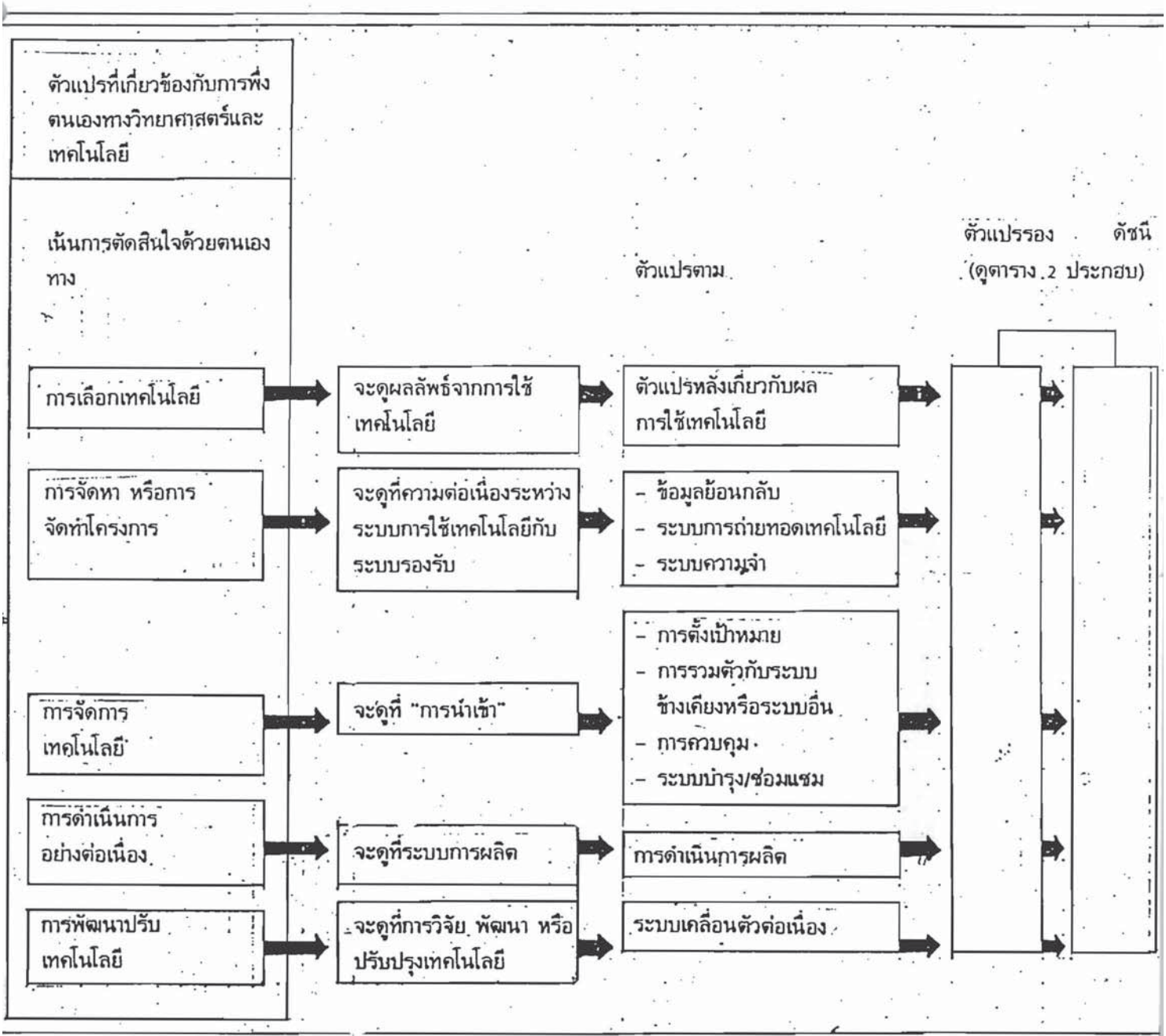
ก. ในการศึกษานี้ให้แนวความคิดและแนวทางที่จะเลือกใช้เทคโนโลยีอย่างพึ่งตนเองได้แก่ผู้ใช้เทคโนโลยี ซึ่งเน้นการตัดสินใจเลือกได้อย่างเหมาะสมไม่มีผลกระทบต่อ เศรษฐกิจ สังคม ทรัพยากร และสิ่งแวดล้อมไปในทางเลวร้าย สามารถดำเนินการต่อไปได้ ไม่มีอุปสรรค์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกรณีอื่นๆ ได้ ผลการศึกษาพบว่า ถ้าผู้ประกอบการเป็น เกษตรกร การพึ่งพาตนเองในการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการให้น้ำพืชจะต่ำ ถ้าเป็นบริษัทการผลิตการเกษตรจะพึ่งตนเองได้พอประมาณ

ข. แนวทางในการวิเคราะห์ขีดความสามารถพึ่งพาตนเองนั้น จะต้องเป็นแนวทางที่คิดได้เป็นเชิงตัวเลข เพื่อหาภาพรวมได้ แต่ในขณะเดียวกันก็สามารถตรวจหาจุดอ่อนในระบบ เพื่อทำการแก้ไขได้ หรือเพิ่มขีดความสามารถของผู้ใช้ให้สูงขึ้นได้ ในการศึกษานี้พบว่า จุดอ่อนของผู้ประกอบการจะอยู่ที่การไม่สามารถตั้งเป้าพึ่งตนเอง ขาดการทำวิจัยพัฒนาเพื่อให้ระบบเคลื่อนตัวต่อไปได้ และการให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์ต่อระบบ และมีจุดอ่อนมากในการซ่อมบำรุง และดูแลให้ระบบทำงานได้ตามปกติเมื่อเกิดเสียหาย

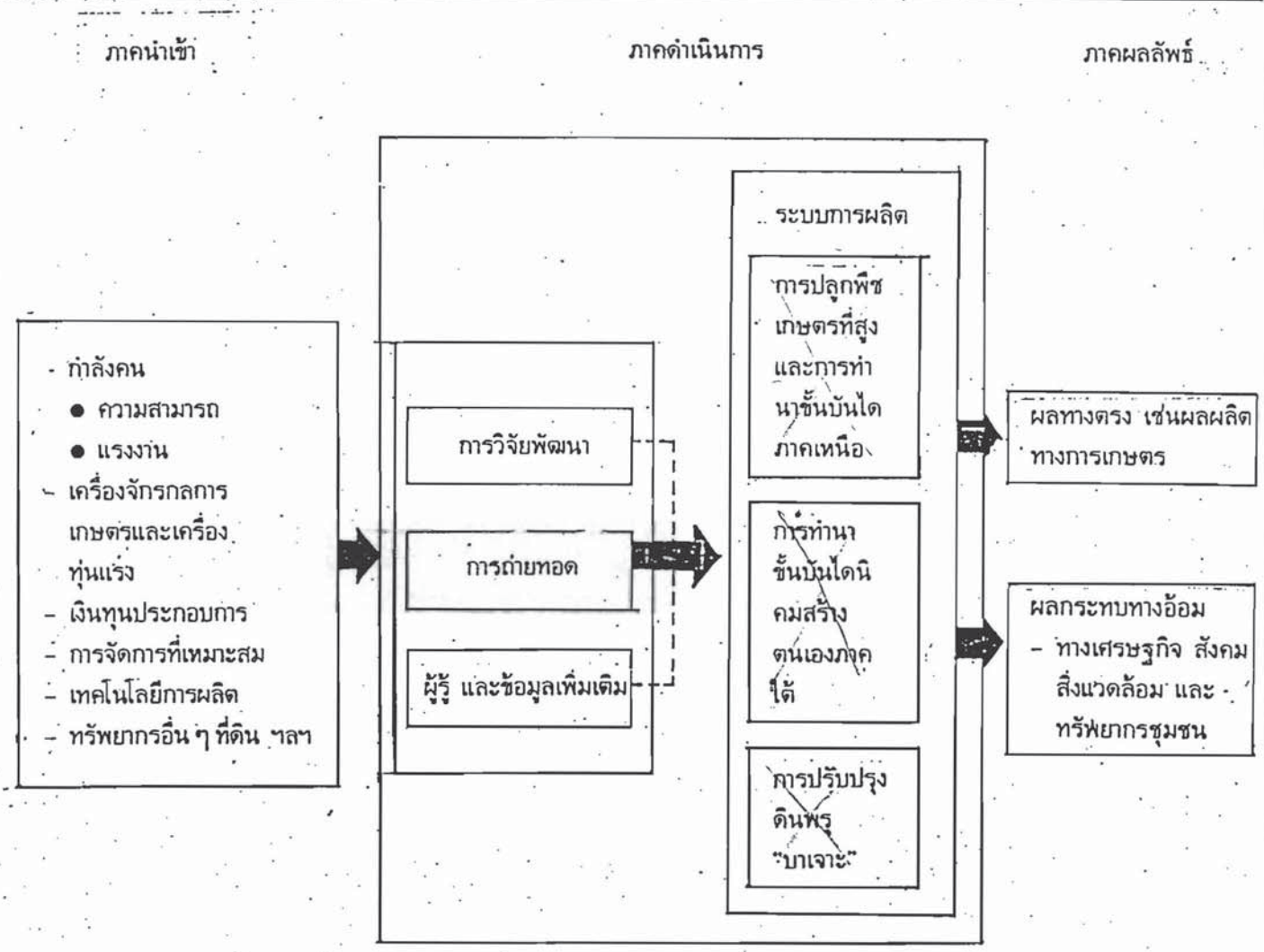
(2) ข้อเสนอแนะ

ก. ควรจะได้มีการตรวจสอบปรับปรุงแนวทางเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับผู้ที่จะต้องใช้เทคโนโลยีโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ความคิดที่ว่าองค์ประกอบในการเลือกทั้ง 6 องค์ประกอบมีความสำคัญเท่าเทียมกัน

ข. ควรจะได้มีการตรวจสอบปรับปรุงแนวทางในการวิเคราะห์ขีดความสามารถการพึ่งตนเองของเชิงตัวเลข ทั้งตัวแปร ตัวแยกย่อย และดัชนี ให้มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น



รูปที่ 4.20 แนวความคิดการใช้ดัชนีวัดความสามารถในการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



รูปที่ 4.21 ระบบเทคโนโลยี

ตาราง 4ก. การวัดการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : ตัวแปรระบบ

ตัวแปรหลัก	ตัวแปรย่อย	ดัชนี	ระบบใหม่ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์				หมายเหตุ
			ผู้ใช้ระดับชาวบ้าน		บริษัทเกษตรก้าวหน้า		
			รายละเอียด	คะแนน	รายละเอียด	คะแนน	
1. การตั้งเป้า	1.1 การเรียนรู้การตั้งเป้า	ก. การฝึกให้ตั้งเป้าพึ่งตนเองเป็นระดับชาติ	มีบอกในนโยบายรัฐบาล แต่การแสดงออกเป็นแนวทางพึ่งต่างชาติมาก	1	เช่นกัน	1	
		ข. การฝึกตั้งเป้าระดับท้องถิ่น	ยังไม่มี	1	ยังไม่มี	1	
	1.2 การมีส่วนตัดสินใจ	ก. การมีแผนให้คนมีส่วนร่วมตัดสินใจ	งาน กสช. เป็นลักษณะให้คนร่วมตัดสินใจ	2	เช่นกัน	2	
		ข. การมีแผนให้คนมีส่วนร่วมกับการพึ่งตนเองระดับชาติ	ยังไม่มีแผนพึ่งตนเองของชาติ	1	เช่นกัน	1	
	1.3 การร่วมตัดสินใจและวางนโยบาย	ก. การที่คนในชุมชนมีส่วนร่วมร่างนโยบาย	มีได้น้อย	1	มีได้น้อย	1	
2. การควบคุมระบบ	2.1 การที่สมาชิกชุมชนมีส่วนในการตัดสินในควบคุมระบบ	ก. การจัดการโดยสมาชิกชุมชน	จัดโดยสมาชิกชุมชนมาก	2	จัดการเองได้ทั้งหมด	3	
		ข. สัดส่วนการมีส่วนร่วมตัดสินใจในการจัดการ	มีสัดส่วนสูง แต่อาจต้องมีผู้นำคิด	2	คิดเอง ตัดสินใจเอง	3	
		ค. การวิจัยพัฒนาการควบคุมระบบ	ไม่มี	1	มีได้บ้าง	2	

ตัวแปรหลัก	ตัวแปรย่อย	ดัชนี	ระบบใหม่ทำนายไม้ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์				หมายเหตุ
			ผู้ใช้ระดับชาวบ้าน		บริษัทเกษตรก้าวหน้า		
			รายละเอียด	คะแนน	รายละเอียด	คะแนน	
	2.2 การที่สมาชิกจะมีส่วนควบคุมปัจจัยการผลิต	ก. การควบคุมปัจจัยด้านการจัดการ	อาจต้องพึ่งผู้อื่นบ้างในตอนแรก	2	ควบคุมได้	3	
		ข. การควบคุมปัจจัยด้านเทคโนโลยี	ควบคุมไม่ได้	1	ควบคุมได้บ้าง	2	
		ค. การควบคุมการผลิต	ควบคุมได้	3	ควบคุมได้	3	
		ง. การควบคุมปัจจัยด้านเงินทุน	ควบคุมได้ แต่อาจไม่พอต้องกู้	2	เช่นกัน	2	
3. การรักษาให้ระบบเคลื่อนตัวต่อไปได้ไม่หยุด	3.1 การคิดสร้างสรรค์ปรับปรุงเทคโนโลยี	ก. จำนวนงานวิจัย/พัฒนาที่ผลิตได้ในแต่ละปี	ในประเทศไทยมีน้อยมาก	1	เหมือนกัน แต่แก้ด้วยการนำเข้าจากต่างประเทศ	1	
		ข. การใช้วัสดุท้องถิ่นเป็นปัจจัยการผลิต	ในปัจจุบันใช้วัสดุท้องถิ่นได้น้อยมาก	1	เหมือนกัน แก้ด้วยการนำเข้าจากต่างประเทศ	1	
		ค. การปรับขบวนการให้เหมาะท้องถิ่น	ทำไม่ได้	1	ทำได้ เพราะมีบุคลากรมาก	2	
	3.2 การมีคนรู้เทคโนโลยีเพิ่มขึ้นในชุมชน	ก. จำนวนที่คนรู้เทคโนโลยีเพิ่มขึ้นในชุมชน	ขณะนี้มีน้อย	1	ฝึกเองได้	2	
		ข. จำนวนผู้รู้ด้านการจัดการที่เพิ่มขึ้นในชุมชน	ขณะนี้มีน้อย	1	ฝึกเองได้	2	

ตัวแปรหลัก	ตัวแปรย่อย	ดัชนี	ระบบใหม่ที่ต้นไม้ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์				หมายเหตุ
			ผู้ใช้ระดับชาวบ้าน		บริษัทเกษตรก้าวหน้า		
			รายละเอียด	คะแนน	รายละเอียด	คะแนน	
4. ระบบความจำ	4.1 เอกสารและข้อมูลด้านเทคนิค	ก. ปริมาณเอกสารและข้อมูลเทคนิคที่หมู่บ้านสมุดใกล้ชุมชน	ไม่มี	1	มีในบริษัทได้	2	
		ข. ปริมาณเอกสารและข้อมูลเทคนิคที่สถาบันการศึกษาอาชีวใกล้ชุมชน	ไม่มี	1	เช่นกัน	1	ต้องแก้ในระดับชาติ
		ค. ปริมาณเอกสารและข้อมูลที่มหาวิทยาลัยใกล้ชุมชน	มีบ้าง	2	เช่นกัน	2	
		ง. คุณภาพเอกสารและข้อมูล	เข้าใจยาก	1	มีบุคลากรที่ทำความเข้าใจได้	2	
5. ระบบข้อมูลย้อนกลับ	5.1 ความเชื่อมโยงระหว่างระบบกับการวิจัยพัฒนาในประเทศ/ชุมชน	ก. การให้การสนับสนุนการวิจัยพัฒนาด้วยสมาชิกชุมชน	มีน้อย	1	มีมาก	2	
		ข. การนำผลวิจัย/พัฒนาใหม่ใช้ในระบบ	มีน้อย	1	มีมาก	2	
	5.2 ความเชื่อมโยงกับระบบอื่นในชุมชน/ประเทศ	ก. การใช้บุคลากรที่ฝึกขึ้นมาในท้องถิ่น/ประเทศ	มีบ้าง	1	มีมาก	2	

ตัวแปรหลัก	ตัวแปรย่อย	ดัชนี	ระบบใหม่ที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์				หมายเหตุ
			ผู้ใช้ระดับชาวบ้าน		บริษัทเกษตรก้าวหน้า		
			รายละเอียด	คะแนน	รายละเอียด	คะแนน	
6. การบำรุงรักษาระบบให้ทำงานได้เป็นปกติ	6.1 ความเหมาะและเพียงพอของระบบการศึกษาด้านเทคโนโลยี	ก. ความเหมาะสมหลักสูตรอาชีวะ/มหาวิทยาลัย	อยู่ในเกณฑ์ดี	2	เช่นกัน	2	
		ข. จำนวนผู้จบการศึกษาระดับอาชีวะ/มหาวิทยาลัยที่จะเข้ามาทำงานในระบบ	มีจำนวนไม่เพียงพอ และไม่ทำงานในระบบ	1	จ้างมาทำได้อย่างเพียงพอ	2	
		ค. คุณภาพผู้จบการศึกษาระดับอาชีวะ/มหาวิทยาลัยที่จะเข้ามาทำงานในระบบ	คุณภาพดี แต่ไม่มาทำ	1	คุณภาพดี มาทำแน่เพราะได้คาดอบแทนคุ้ม	2	
	6.2 ความเพียงพอของปัจจัยการบำรุงรักษาด้านอุปกรณ์และครุภัณฑ์	ก. ปริมาณอุปกรณ์/ครุภัณฑ์ที่ตลาดในกลุ่มชน	มีน้อย	1	ใช้วิธีซื้อมาเก็บซ่อมเอง	2	
		ข. ปริมาณ และขีดความสามารถในการซ่อมเครื่องมือ / อุปกรณ์ที่ตลาดในกลุ่มชน	มีน้อย	1	ซ่อมเอง	2	
7. ความเป็นระบบอิสระหรือเข้ารวมกับระบบรวมได้	7.1 การที่ระบบจะสามารถเข้ารวมกับระบบรวมของชาติ	ก. การแลกเปลี่ยนข้อมูลกับเกษตรตำบล/อำเภอ	ทำได้น้อยมาก เพราะเกษตรตำบล/อำเภอไม่ได้รับการฝึกมา	1	เช่นกัน	1	
		ข. การเข้ารวมระบบสหกรณ์ของตำบล/อำเภอ	ทำได้	2	ทำได้ แต่ยาก เพราะบริษัทจะใหญ่กว่าสหกรณ์	2	

ตาราง ข. การวัดการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี : ตัวแปรผลลัพธ์

ตัวแปรหลัก	ตัวแปรย่อย	ดัชนี	ระบบใหม่ทำตนไมควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์				หมายเหตุ
			ผู้ใช้ระดับชาวบ้าน		บริษัทเกษตรกาวหน้า		
			รายละเอียด	คะแนน	รายละเอียด	คะแนน	
ข.1 ผลได้ทางตรง	1.1 ปริมาณผลผลิต	ก. พอใช้ในชุมชน	ขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ผลิตแต่คาดว่าพอ	2	เกินพอต้องขาย	3	
	1.2 คุณภาพผลผลิต	ก. คุณภาพตามมาตราฐานท้องถิ่น	คาดว่าใช้ได้ในท้องถิ่น	3	ได้แน่นอน	3	
		ข. คุณภาพได้มาตรฐานสากล	อาจจะได้มาตรฐานสากล ต้องทดสอบ	2	ได้แน่นอน	3	
ข.2 ผลกระทบทางอ้อม	2.1 ด้านเศรษฐกิจ	ก. อัตราส่วนคุ้มทุน	คุ้มทุนยาก ลงทุนสูง ต้องเลือกชนิดพืช	2	คุ้มทุนแน่นอนเพราะต้องศึกษาไว้แล้ว	3	
	2.2 ด้านสังคม	ก. เพิ่มงาน	เพิ่มได้น้อยอาจลดคนลง	1	เพิ่มงานให้คนที่มีคุณภาพ	2	
		ข. เพิ่มขีดความสามารถคนสำหรับเทคโนโลยีได้ดีขึ้น	เพิ่มได้บ้างแต่ต้องฝึกมาก	1	เพิ่มได้เพราะฝึกเองได้	2	
	2.3 ด้านสภาวะแวดล้อม	ก. น้ำเสีย	แวดล้อมน้ำเสียดีขึ้นแต่อาจมียาฆ่าแมลงเหลือบ้าง	2	เช่นกัน	2	
		ข. อากาศเสีย	ไม่มี	3	ไม่มี	3	
	2.4 ทรัพยากรธรรมชาติ	ก. อัตราการสูญเสียได้ชะดิน	ลดการสูญเสียได้มาก	2	เช่นกัน	2	
		ข. การใช้น้ำ	ใช้แต่น้อย	3	เช่นกัน	3	

4.4 สรุปผลการศึกษาการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกรในภาคกลางของประเทศไทย

จากการศึกษาอื่น (เอกสารอ้างอิง) พบว่า เกษตรกรในภาคกลางของประเทศไทยมีความก้าวหน้าในการใช้เทคโนโลยีการเกษตรก้าวหน้ามากที่สุด แต่จากผลการศึกษานี้พบว่า ที่ใช้เทคโนโลยีก้าวหน้านั้น ความจริงแล้วก็ยังใช้อยู่ในระดับความยากง่าย ระดับกลางและใช้ในระดับการใช้งานลอกเลียนใช้งาน และซ่อมได้เท่านั้น (รายละเอียดผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาคสนาม จะเป็นดังปรากฏในภาคผนวก ข) ข้อสรุปทั่วไปมีดังต่อไปนี้

ผู้ประกอบการที่เป็นหัวหน้าครอบครัวหรือคู่สมรส รวม 603 ครอบครัว ส่วนใหญ่เป็นคนไทย พูดภาษาไทยกลาง (97 %) นับถือศาสนาพุทธ (98 %) การศึกษาต่ำแต่มีโรงเรียนทุกหมู่บ้าน (ไม่มีการศึกษา 10 % ประถมศึกษา 84 % มัธยมศึกษา 6 % อาชีวศึกษาและอุดมศึกษา 1 %) อายุที่มัธยฐาน 41-50 ปี ขีดความสามารถการอ่านหนังสือค่อนข้างดี (อ่านได้ปานกลาง50 % อ่านได้ดี 33 %) มีบุตร ประมาณ 4 คน พื้นที่เพาะปลูกเฉลี่ย 21-30 ไร่ ดินส่วนใหญ่ เป็นดินเหนียวต้องใช้ปุ๋ย ประมาณ 1 ถุง/ไร่ ฝนดีแต่ก็มีการชลประทานดี (50 %) การเพาะปลูกส่วนใหญ่ทำนา ปลูกข้าว ซึ่งใช้เทคนิคปกติ ได้แก่ การทำนาดำ (60 %) นาหว่าน และนาน้ำตมมีบ้าง (40 %) การทำนาใช้แรงงานมากโดยเฉพาะช่วงการดำนาและเกี่ยวข้าว ใช้เครื่องจักรกลเกษตรช่วยเตรียมดิน (รถไถเดินตาม) 80 % ใช้ปุ๋ยกันมาก (ปุ๋ยเคมี 62 % ปุ๋ยคอก 8 %) ใช้ยาฆ่าแมลงบ้างพอควร (33 %) การจัดไร่นา หัวหน้าครอบครัวจัดการเอง (90 %) เป็นส่วนใหญ่ เมล็ดพันธุ์ที่ได้จะเก็บจากนาตนเอง หรือแลกกับเพื่อนบ้าน (80 %)

การเลี้ยงสัตว์ มีการเลี้ยงโคนม/โคเนื้อ หมู เป็ด ไก่ไข่/ไก่เนื้อ ส่วนใหญ่ยังใช้วิธีการเลี้ยงปล่อย มีบ้างที่เลี้ยงโดยวิธีการสมัยใหม่ เช่น การเลี้ยงโคนม ไก่ไข่/ไก่เนื้อ เป็นต้น พันธุ์สัตว์ได้มาจากการซื้อมาก การจัดการกว่า 90 % จัดการกันเองในครอบครัว การเลี้ยงสัตว์น้ำมีน้อย (9 %) นอกจากการทำการเกษตรแล้ว หัวหน้าครอบครัวมีการใช้เทคโนโลยีที่ตนเองมีขีดความสามารถ เป็นงานฝีมือด้านหัตถกรรมและอื่น ๆ เช่น การซ่อมแซม (20 %) พลังงานหลัก คือ ไฟฟ้า ซึ่งมีไฟฟ้าใช้แล้วกว่า 60 % ด้านสุขภาพพลานามัย เกษตรกรสามารถรับบริการจากแพทย์และพยาบาล (33 %) จากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขมูลฐาน ประมาณ 80 % ใช้ยาแผนปัจจุบันเป็นส่วนใหญ่ 90 % โรคที่เป็นกันมากคือ ปวดหัวตัวร้อนและเป็นไข้หวัด

ทัศนคติของเกษตรกรที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยี

สนใจร่วมกิจกรรม	90 %
สนใจเปลี่ยนเทคนิคการผลิตให้ทันสมัยขึ้น	48 %
เชื่อว่าเพื่อนบ้านให้ความช่วยเหลืออย่างจริงใจ	96 %
เชื่อว่าเพื่อนบ้านในหมู่บ้านใกล้เคียงช่วยเหลืออย่างจริงใจ	94 %
เชื่อว่าพ่อค้า ค้าขายอุปกรณ์บุ๋ย ยาอย่างยุติธรรม ไม่เอารัดเอาเปรียบ	20 %
เชื่อว่าพ่อค้ารับซื้อผลผลิตในราคายุติธรรม	20 %
เชื่อว่าเจ้าหน้าที่เกษตร เช่น เกษตรตำบลให้ความรู้เหมาะกับการนำไปใช้	67 %
เชื่อว่าเจ้าหน้าที่ท้องถิ่น/หัวหน้าชุมชนให้ความรู้ด้านเกษตรดี	63 %

ที่มาของเทคโนโลยีการผลิตของการเกษตร

จากพ่อแม่และญาติสนิท	58 %
เพื่อนบ้าน	20.7 %
คิดเองทำเอง	13.8 %
อื่น ๆ	7.5 %

ที่มาของพันธุ์พืช/พันธุ์สัตว์

จากพ่อแม่และญาติพี่น้อง	51 %
จากเพื่อนบ้าน	19 %
คิดเอง ทำเอง	13 %
ซื้อ	8 %
อื่น ๆ	9 %

ความเห็นเกี่ยวกับเจ้าหน้าที่เกษตรตำบล

แก้ปัญหาตรงเป้า	78.5 %
แก้ปัญหาตรงกับแรงงานที่มีอยู่ในครอบครัว	75.5 %
แก้ปัญหาได้เหมาะกับเงินทุนที่มีอยู่	61.5 %
แก้ปัญหาได้ตรงตามเวลาที่เกิดปัญหา	73.4 %
แก้ปัญหาหรือแนะนำได้เหมาะกับขีดความสามารถของผู้ประกอบการ	41 %
ภาษาที่สื่อง่าย เข้าใจได้ดี	80 %
ข้อแนะนำที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานจริง	68.6 %
ข้อแนะนำเมื่อปฏิบัติแล้วได้กำไรคุ้มทุน	40 %

เกษตรกรมีทุนเพียงพอ

ซื้อปุ๋ย	88 %
ยาฆ่าแมลง/ฆ่าหญ้า	88 %
ซื้อเมล็ดพันธุ์ที่ดี	68.8 %
ซื้อเครื่องจักรกลเกษตร	72.3 %

พบเกษตรตำบล

ปีละ ประมาณ 1-3 ครั้ง	46 %
ไม่พบเลย	32 %
พบบ่อย ๆ กว่า 3 ครั้ง/ปี	22 %

ถ้าต้องการเพิ่มผลผลิต เกษตรกรพร้อมที่จะ

หาคำแนะนำที่ดี	83 %
ลงทุนซื้อปุ๋ย ยา เมล็ดพันธุ์	69.3 %
ลงทุนซื้อเครื่องจักรกลเกษตรและอุปกรณ์	64 %

ปัญหาการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่

ทำการเกษตรโดยใช้เทคโนโลยีทันสมัยแล้วขาดทุน	26 %
มีเครื่องจักรกลเกษตรไม่พอทำงาน	43.7 %
ต้องซ่อมเครื่องจักรกลบ่อย	12 %
หาที่ซ่อมเครื่องจักรกลไม่ได้	14 %
ไม่รู้วิธีซ่อมเครื่องจักรกลเกษตร	42,4 %
ไม่รู้ที่ซื้อเครื่องจักรกลเกษตร	43,3 %
ไม่มีทุนพอซื้อเครื่องจักรกลเกษตร	67.8 %
อยากเปลี่ยนพันธุ์พืชแต่ไม่รู้จะทำอย่างไร	15,5 %
ไม่รู้จะซื้อพันธุ์พืช/พันธุ์สัตว์ดี ๆ ไหน	22.1 %
ไม่มีทุนพอซื้อพันธุ์พืช/พันธุ์สตัว์ที่ดี	52.2 %
อยากใช้ปุ๋ยแต่ไม่รู้วิธีใช้	12 %
ไม่รู้ที่ซื้อปุ๋ย	10.4 %

ปัญหาเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีการเกษตรอื่น

ทำการเกษตรแล้วขาดทุน	51 %
สมาชิกในครอบครัวอยากให้เปลี่ยนเทคนิคให้ทันสมัย	66.8 %

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการวิจัย

5.1 แนวความคิดการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการให้น้ำแก่พืช

(ก) เทคนิคและวิธีการส่งน้ำตลอดจนลักษณะที่เหมาะสมของผู้ประกอบการ

เทคนิคการให้น้ำแก่พืชในการทำการเกษตรในประเทศไทย โดยเฉพาะในส่วนที่เป็นภาคกลางของประเทศซึ่งทำการเกษตรก้าวหน้ามากกว่าภาคอื่นนั้น การให้น้ำพืชยังนิยมที่จะให้น้ำแบบส่งผ่านไปตามคลองส่งน้ำชลประทาน หรือทำการเกษตรน้ำฝน ลักษณะการให้น้ำพืชแบบนี้ยังไม่สามารถที่จะปรับไปใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการให้น้ำแก่พืชได้เพราะแปลงเพาะปลูกยังมีขนาดใหญ่ (20 ไร่ขึ้นไป) ถ้าจะปรับมาใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการให้น้ำจะต้องปรับปรุงวิธีการให้น้ำมาเป็นแบบส่งน้ำตามท่อ แล้วให้น้ำโดยการฉีดฝอย โดยการหยดน้ำ หรือแบบแช่ (Hydroponics) เสียก่อน การปรับเปลี่ยนวิธีการดังกล่าวถ้าจะทำต้องปรับระดับความรู้ ความสามารถของเกษตรกรอยู่มาก ที่เป็นไปได้ในสภาพปัจจุบันเทคโนโลยีการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม/จัดการ การให้น้ำพืชนั้นอาจปรับใช้ได้กับ สหกรณ์การเกษตร หรือบริษัทการเกษตรบางแห่ง ที่ปลูกพืช ผลิตผลราคาสูงหรือทำการผลิตเมล็ดพันธุ์ซึ่งจะมีการให้น้ำในระบบพ่นฝอยอยู่แล้ว

(ข) สถานที่เหมาะสมในการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการให้น้ำ

นอกจากการที่จะต้องปรับเปลี่ยนขีดความสามารถของเกษตรกรแล้ว ยังมีปัญหาว่าจะทำการเกษตรก้าวหน้าควบคุมการให้น้ำด้วยคอมพิวเตอร์ที่ไหนเป็นการค่อนข้างแน่นอนว่า ผู้ประกอบการจะต้องพบกับปัญหาทั้งปัญหาเครื่องมือ อุปกรณ์ (Hardware) ไม่ทำงานและข้อกำหนดขั้นตอนคู่มือและวิธีการดำเนินการ (Soft-ware) จำต้องใช้ผู้รู้ในการซ่อมบำรุงหรือปรับโปรแกรมอยู่ตลอดเวลา สถานที่ตั้งการเกษตรก้าวหน้าดังกล่าวจึงต้องตั้งอยู่ใกล้ แหล่งข้อมูลและบุคลากรที่มีความสามารถให้ความช่วยเหลือได้ ดังนั้นจึงควรตั้งใกล้กรุงเทพมหานคร จ.เชียงใหม่ จ.ขอนแก่น และ/หรือ จ.สงขลา ซึ่งมีสถาบันการศึกษาชั้นสูงตั้งอยู่แล้ว

(ค) ขนาดของแปลงปลูกพืชและชนิดพืชที่ปลูก

ขนาดของแปลงปลูกพืชของเกษตรกรในปัจจุบันใหญ่เกินไป (ประมาณ 20 ไร่) และมุ่งปลูกข้าวซึ่งเป็นพืชที่ผลิตผลมีราคาต่ำ แต่ต้องการความดูแลเอาใจใส่มาก ไม่เหมาะที่จะใช้วิธีการควบคุมการให้น้ำพืชด้วยคอมพิวเตอร์ แปลงปลูกพืชที่เหมาะน่าจะไม่โตเกินกว่า 6 ไร่ (1 Hectare) ซึ่งจะมีขนาดไม่เกิน 100 x 100 ม. การส่งสัญญาณควบคุม

ยังทำได้ง่าย ดังนั้นจึงควรเปลี่ยนพืชที่ปลูกเป็นพืชที่ให้ผลิตผลราคาสูง เช่น หน่อไม้ฝรั่ง ผักต่างๆ สตรอเบอรี่ เป็นต้น เมื่อลงทุนด้านขบวนการผลิต และขบวนการควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว จะได้ผลผลิตคุ้มทุนที่ลงไปทั้งในขบวนการผลิตและในขบวนการควบคุม

(ง) ลักษณะการเกษตรที่เหมาะกับการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการ

ลักษณะการเกษตรที่เหมาะกับการใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยจัดการได้แก่ ระบบการผลิตที่ยุ่งยากซับซ้อน ดังในการเกษตรแบบผสมผสานซึ่งจะต้องทำการเพาะปลูกพืชผักต่างๆ หลายชนิดเพื่อให้ผลผลิต เพียงพอต่อการบริโภคในครัวเรือนเป็นประจำทุกวัน ต้องเลี้ยงสัตว์และเลี้ยงปลา อย่างน้อยเพื่อการบริโภคครัวเรือน นอกจากนี้ยังจะต้องดำเนินการผลิตอื่น เอากำไรเป็นเงินไปแลกเปลี่ยนซื้อขาย ผลิตผลเกษตรอื่นที่ต้องการ หรือเพื่อจ่ายเป็นค่าบริการด้านพลังงานและด้านสาธารณสุข นอกจากจะมีลักษณะที่เอื้อต่อการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการให้ขบวนการผลิตมีประสิทธิภาพสูงแล้ว ลักษณะที่สำคัญอีกลักษณะหนึ่งของไร่นาผสมผสานก็คือ จะมีกิจกรรมหลายอย่างที่ต้องดำเนินการพร้อมกัน หรือในเวลาที่ใกล้กันมาก การจัดการให้กิจการต่าง ๆ เหล่านั้นถ้าให้คอมพิวเตอร์จัดการให้ก็จะสามารถจัดการได้ดีกว่าหรือรวดเร็วกว่าที่เจ้าของกิจการจะจัดการเอง

5.2 การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์ในการจัดการไร่นา

ก. การพัฒนาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์

(1) อุปกรณ์ที่จำเป็นในการควบคุมขบวนการผลิตทางการเกษตรด้านการปลูกพืช

อุปกรณ์นี้ได้แก่ หน่วยตรวจลอบความชื้นดิน หน่วยตรวจสอบระบบความเข้มแสง หน่วยจับเวลา หน่วยวัดระดับน้ำในถังเก็บ และหน่วยวัดระดับปุ๋ยที่ละลายอยู่ในน้ำ อุปกรณ์เหล่านี้เป็นอุปกรณ์ที่มีผู้รู้ออกแบบ และสร้างได้ ทั้งยังมีใช้กันอยู่แพร่หลายมีแบบมาตรฐานที่พิมพ์ในวารสารวิชาการ และวารสารอิเลคโทรนิคส์/คอมพิวเตอร์อยู่ทั่วไป สามารถจัดสร้างประกอบขึ้นใช้งานได้ โดยการซื้อส่วนประกอบมาตรฐานมาประกอบเอง ถ้าผู้ใช้อยู่ในกรุงเทพหรือจังหวัดใกล้เคียง ก็สามารถจัดซื้อหาได้สะดวก แต่ถ้าอยู่ในต่างจังหวัด เช่น จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดสงขลา ชิ้นส่วนบางชิ้นพอหาได้แต่อาจไม่ได้ครบทุกชิ้น ต้องซื้อจากผู้จำหน่ายในกรุงเทพ ถ้าอยู่ที่อื่นการจัดซื้อจัดหาในตัวจังหวัดยังทำไม่ได้ ต้องซื้อกรุงเทพมหานครเท่านั้น

(2) อุปกรณ์เชื่อมโยงข้อมูลและควบคุม

อุปกรณ์เชื่อมโยงข้อมูลและควบคุมนี้ รู้จักกันในนาม A/D Converter ซึ่งเป็นหน่วยที่จะแปลงสัญญาณเชิงตัวเลขจากคอมพิวเตอร์ เป็นสัญญาณไฟฟ้า หรือจากสัญญาณไฟฟ้าที่อุปกรณ์ตรวจสอบตัวแปรต่าง ๆ ส่งมาเป็นเชิงเลข เพื่อที่คอมพิวเตอร์จะสามารถรับไปดำเนินการตามคำสั่งที่ให้ไว้ได้ อุปกรณ์ชิ้นนี้ถ้าไม่ต้องการให้มีขีดความสามารถรับสัญญาณได้ทีละมากช่อง หรือส่งสัญญาณควบคุมมากช่องนักจะมีราคาไม่สูงนัก อาจจัดซื้อจากผู้จำหน่ายได้เลยสะดวกแต่จะมีราคาสูงกว่าถ้าจะซื้ออุปกรณ์มาจัดทำเอง เหมาะสำหรับผู้ใช้ที่อยู่ห่างจากกรุงเทพ ฯ มาก แต่ถ้าต้องการให้รับ/ส่งสัญญาณได้หลายช่องทางพร้อมกัน เช่น รับสัญญาณ เข้า 32 ช่อง ส่งออกได้ 32 ช่อง การซื้อจากผู้จำหน่ายจะซื้อได้ยาก เพราะมีความต้องการในท้องตลาดไม่มาก ผู้จำหน่ายจะไม่มีขายทันที เมื่อสั่งซื้อผู้ขายจะแจ้งให้ผู้ผลิต ผลิตขึ้นตามความต้องการทำให้ใช้เวลานานและราคาแพง ถ้าผู้ใช้มีขีดความสามารถสูง สามารถออกแบบและจัดซื้ออุปกรณ์/ชิ้นส่วนได้ในกรุงเทพมหานครจัดประกอบและทดสอบใช้งานได้เลย และถ้าระหว่างการใช้งานเกิดขัดข้องเสียหายก็สามารถซ่อมได้อย่างรวดเร็ว กว่าวิธีจัดซื้ออุปกรณ์ทั้งชุด ซึ่งถ้าเสียหายจะเสียเวลามาก เพราะผู้ขายจะไม่ให้รายละเอียดมาว่าในการประกอบชุดดังกล่าว ใช้อุปกรณ์/ชิ้นส่วน

อิเลคโทรนิคส์ใดบ้าง ต้องส่งไปให้ผู้ออกแบบและสร้างซ่อมให้ อีกทั้งยังทำให้ค่าซ่อมสูงขึ้นตามส่วนด้วย ดังนั้น จึงน่าที่จะพัฒนา จัดสร้างอุปกรณ์เชื่อมโยงข้อมูลนี้เอง

(ข) ชุดคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์

ชุดคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์นั้นสามารถซื้อจากผู้จำหน่าย หรือผู้ผลิตได้ในกรุงเทพฯโดยตรง ทั้ง CPU ที่เป็นแบบ 8 บิท และ 16 บิท อุปกรณ์ที่จำเป็นได้แก่ เครื่องอ่านแผ่นข้อมูล (DISK DRIVE) ซึ่งต้องใช้แบบอ่านได้พร้อมกัน 2 แผ่น จอภาพเพื่ออ่านข้อมูลที่ป้อนเข้าไป อ่านคำสั่งและอ่านผลการปฏิบัติงานของคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ทั้ง 3 ส่วนนี้มีการผลิตและจำหน่ายในกรุงเทพมหานครอยู่แล้ว สามารถซื้อหาได้สะดวก แต่ควรซื้อจากผู้จำหน่ายที่สามารถให้บริการตรวจ ซ่อมบำรุงได้ตลอดเวลา

(ค) โปรแกรมสำเร็จรูป (SOFT WARE)

เนื่องจากได้มีการพัฒนาการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม หรือจัดการในไร่นาในต่างประเทศมานาน มีการใช้กันแล้วอย่างแพร่หลาย จึงมีโปรแกรมสำเร็จรูปออกจำหน่าย/คัดลอกกันอยู่มาก ราคาค่าบริการอัดคัดลอกหรือค่าซื้อสิทธิ์การใช้ยังถูกอยู่มาก แต่ถ้ามีกฎหมายเกี่ยวกับลิขสิทธิ์ที่ครอบคลุมถึงการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปออกใช้ จะมีราคาสูงขึ้น ค่าใช้จ่ายในการซื้อสิทธิ์การใช้ก็จะมากตามไปด้วย อาจต้องพัฒนาโปรแกรมขึ้นใช้เองในประเทศ สำหรับคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการควบคุมนั้นสามารถใช้ภาษา BASIC ได้ดี และควรพัฒนาโปรแกรมคำสั่งขึ้น จะได้ไม่ต้องซื้อเพราะความต้องการจะแตกต่างกับข้อกำหนดในการออกแบบมาก

(ง) อุปกรณ์การเกษตรอื่น

อุปกรณ์ เช่น ท่อน้ำ หัวฉีด/หัวหยดน้ำ หลอดไฟ ถังน้ำ เครื่องสูบน้ำ เครื่องผสมปุ๋ยนั้น สามารถจัดซื้อหาได้จากร้านขายอุปกรณ์โดยทั่วไป ถ้าผู้ใช้สามารถคำนวณความต้องการใช้น้ำของต้นไม้ ของการให้น้ำอุปโภคบริโภคแก่สัตว์หรือในอาคารเลี้ยงกุ้ง/ปลาได้แม่นยำ ก็สามารถออกแบบและจัดสร้างระบบ และจัดหาอุปกรณ์ที่เป็นส่วนประกอบของระบบได้ในท้องตลาดโดยทั่วไป

วาว์วบังคับน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกอุปกรณ์หนึ่ง อุปกรณ์ที่ต้องเป็นแบบบังคับด้วยไฟฟ้า SOLINOID VALVE ซึ่งยังไม่มีการผลิตในประเทศไทย จึงจำต้องซื้อมาจาก

ต่างประเทศจะมีราคาแพง ควรหาทางพัฒนาขึ้นใช้เอง

(จ) ขีดความสามารถของผู้ใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์

ผู้ใช้คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เพื่อควบคุมการปฏิบัติการในการผลิต หรือใช้โปรแกรมสำเร็จรูปจัดการไร่นาได้นั้น ควรเป็นผู้มีความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีอยู่พอควร เช่น ผ่านการศึกษาระดับอาชีวศึกษา หรือมหาวิทยาลัยมาแล้ว และเคยได้รับการอบรมการใช้งานคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์มาจนถึงขั้นสามารถใช้งานและซ่อมบำรุงได้ นอกจากนี้เนื่องจากเป็นการนำเครื่องมืออุปกรณ์ทางอีเลคโทรนิคส์ และทางการเกษตรอื่นมาใช้ประโยชน์ ผู้ใช้จึงควรมีพื้นหรือภูมิหลังทางการเกษตรพอที่จะปฏิบัติงานได้ และอย่างน้อยควรได้รับการอบรมการใช้หรือการซ่อมเครื่องมืออิเลคโทรนิคส์มาแล้วลงชนปฏิบัติงานจริง ซ่อมบำรุงเฉพาะอย่าง ของระบบคอมพิวเตอร์ อิเลคโทรนิคส์ และระบบที่เป็นส่วนของขบวนการผลิตทางการเกษตรโดยตรง

5.3 แนวความคิดการพึ่งพาตนเองทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

การใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเฉพาะเทคโนโลยีที่ก้าวหน้านั้นจะมีปัญหาด้านการดำเนินการ การซ่อมบำรุงอยู่มาก ดังนั้นถ้าจะให้สามารถใช้งานได้ตลอดไปและสามารถปฏิบัติได้ดีขึ้นก็ควรที่จะใช้งานได้อย่างสามารถพึ่งพาตนเองได้ การที่จะใช้งานอย่างพึ่งพาตนเองได้จำต้องดูตัวแปรที่จะเอื้อให้เกิดการพึ่งตนเองในระบบ คือ

ก. การตั้งเป้าพึ่งตนเอง ต้องสามารถตั้งโดยไม่ต้องอาศัยผู้อื่นมาคอยชี้แนะว่า ต้องทำอย่างไร ถ้าตั้งเป้าหรือตัดสินใจไม่เป็นต้องมีที่ฝึกอบรมให้ตัดสินใจเป็น โดยเฉพาะการตัดสินใจเลือกใช้เทคโนโลยีให้เหมาะกับงานต้องเลือกเป็น

ข. การควบคุมระบบให้ดำเนินต่อไปได้ ถ้าจะให้พึ่งตนเองได้ผู้ประกอบการจะต้องสามารถควบคุมระบบการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในการผลิตได้ ต้องตัดสินใจเอง จัดการได้เอง สามารถควบคุมปัจจัยที่จะเอื้ออำนวยให้ระบบใช้ได้ต่อไป ต้องควบคุมเงินทุนที่จะลงทุนในระบบได้ ถ้าไม่สามารถทำได้ก็ยังพึ่งตนเองไม่ได้

ค. การรักษาระบบให้เคลื่อนต่อไป ต้องสามารถทำการวิจัยพัฒนาปรับปรุงระบบได้เอง ถ้าเทคโนโลยียากไป เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ควบคุม/จัดการไร่นา ทำวิจัยเองไม่ได้ อย่างน้อยต้องมีผู้รู้ในสถาบันการศึกษาใกล้เคียงช่วยทำ แต่ขีดความสามารถ

ต้องดูผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมว่าทำแล่วสิ่งแวดล้อมเลวลงหรือไม่

จากผลการศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมและจัดการไร่นานั้นพบว่า ขีดความสามารถของเกษตรกรในชนบทที่มีการศึกษาดีที่สุด คือ จบอาชีวะศึกษานั้น ยังต่ำกว่าเกณฑ์ที่จะสามารถปฏิบัติการไปได้อย่างพึ่งพาตนเองได้ แต่ถ้าเป็นรูปบริษัทวิศวกรรมเกษตรแล้ว เชื่อว่าจะมีขีดความสามารถพอที่จะดำเนินการไปได้อย่างสามารถพึ่งพาตนเองได้ ในส่วนผลผลิตถ้าไม่เลือกพืชที่ผลผลิตอาจเกิดผลเสียหายทางสังคม เช่น พืชให้ยาเสพติดแล้ว ปัจจัยออกน่าจะเป็นที่ยอมรับของสังคมได้ ถ้าเลือกพืชที่ผลิตผลมีรคาสูงก็จะได้ผลตอบแทนสูง การใช้น้ำหรือทรัพยากรอื่นของชุมชนใช้อย่างประหยัด และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีน้อย เพราะสามารถควบคุมมิให้แมลงมารบกวนได้ ไม่ต้องใช้ยาฆ่าแมลง สรุปแล้วด้านปัจจัยออกเข้าเกณฑ์การผลิตแบบพึ่งพาตนเองได้ดี

ถ้าดูในตารางที่ 4 ก. และ 4 ข. จะพบว่า จากผลการวิเคราะห์ขีดความสามารถของเกษตรกรรายย่อยไม่มากพอที่จะพึ่งตนเองได้ ขีดความสามารถพึ่งตนเองในการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีก้าวหน้า มีประมาณ 1.42 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ที่พึ่งตนเองได้พอควร หรือ 2.00 อยู่มากจุดอ่อนอยู่ที่ ยังไม่สามารถตั้งเป้าพึ่งตนเองได้ในระดับเทคโนโลยี ยังไม่สามารถรักษาระบบเคลื่อนต่อไปได้ เพราะยังขาดความคิดสร้างสรรค์ ขาดความสามารถที่จะใช้วัสดุท้องถิ่นหรือในประเทศมาใช้ให้มากขึ้น ขาดความสามารถที่จะปรับขบวนการให้เหมาะกับท้องถิ่น ยังไม่สามารถที่จะสร้างคนขึ้นทดแทนได้ ถ้าคนที่ทำอยู่ออกไป ขาดระบบความจำ คือ ขาดเอกสารคู่มือ หรือที่มีอยู่ก็มีคุณภาพต่ำใช้ประโยชน์ไม่ได้ ขาดระบบข้อมูลย้อนกลับ คือ ยังไม่สามารถทำวิจัยเองหรือสนับสนุนการวิจัย หรือการใช้บุคลากรที่ฝึกมาในท้องถิ่นได้ ขาดการบำรุงรักษาระบบ ถ้าเครื่องมืออุปกรณ์เสียหายซ่อมไม่ได้ ยังไม่สามารถปรับขีดความสามารถคนได้

จากการวิเคราะห์ขีดความสามารถของผู้ประกอบการระดับบริษัทเกษตรก้าวหน้า พบว่าสามารถพึ่งตนเองได้พอสมควร (ระดับคะแนนเฉลี่ย 2.1) แต่ยังมีจุดอ่อนอยู่ที่ยังตั้งเป้าไม่ได้หรืออาจถูกผู้บริหารใช้แนวความคิดซื้อเทคโนโลยีจากต่างประเทศ หรือซื้อผลการศึกษาวิจัยจากต่างประเทศมาใช้ หรือใช้วัสดุต่างประเทศ เมื่อบริษัมสามารถปรับสิ่งเหล่านี้เป็นใช้ของในประเทศ หรือของท้องถิ่นได้ ขีดความสามารถพึ่งพาตนเองก็จะสูงขึ้นพอที่จะปฏิบัติงานต่อไปโดยไม่ต้องพึ่งพาต่างประเทศ

บทที่ ๖

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

6.1.1 การใช้คอมพิวเตอร์จัดการไร่นา

ก. <u>แนวความคิดการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการไร่นา</u>

แนวความคิดนี้ขณะนี้ยังเป็นแนวความคิดที่ก้าวเกินกว่าการผลิตทางการเกษตรปกติของประเทศไทย ยังไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ผลิตทันที แต่แนวโน้มในอนาคตที่ประเทศไทยจะต้องแข่งขันด้านการส่งออกผลิตผลเกษตรมากขึ้น จะต้องใช้วิชาการการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการในไร่นาแน่นอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตและเพื่อสงวนทรัพยการน้ำโดยใช้อย่างเหมาะสม สามารถนำบางส่วนที่ใช้แล้วย้อนกลับมาใช้ได้อีก แต่รัฐต้องเพิ่มขีดความสามารถของคน โดยเฉพาะคนที่ปฏิบัติงานในภาคเกษตรให้มีความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสูงขึ้น รองรับแนวความคิดนี้ได้

ข. <u>ระบบการผลิตทางการเกษตร</u>

ระบบการผลิตทางการเกษตรในอนาคตคงจะต้องเปลี่ยนแปลงให้มีขนาดเล็กลงกว่าปัจจุบัน แต่ต้องสามารถทำการผลิตได้หลายครั้งตลอดปี อีกทั้งต้องเป็นระบบผลิตที่ผสมผสาน คือ ปลูกพืช เลี้ยงสัตว์บกและสัตว์น้ำแล้วใช้เศษวัสดุจากขบวนการผลิตอย่างหนึ่งไปเป็นปัจจัยนำเข้าอีกระบบผลิตหนึ่งด้วย

ค. <u>การศึกษาของเกษตรกร</u>

เกษตรในชนบทขณะนี้มีพื้นฐานการศึกษาต่ำเกินกว่าที่จะรับแนวความคิดการใช้คอมพิวเตอร์จัดการในไร่นาได้ จะต้องมีการปรับโครงสร้างทางการศึกษาให้ผู้ที่จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา ได้มีโอกาสศึกษาในระดับมัธยมศึกษา ที่เน้นการผลิตทางการเกษตรโดยใช้เทคโนโลยีทันสมัย

พึ่งตนเองจะลดลง

ง. <u>ระบบข้อมูล</u> ต้องมีระบบข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ เอกสารคู่มือและข้อกำหนดต่าง ๆ และวิธีทำ/ซ่อมให้พร้อมที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ ถ้าไม่มีหรือมีน้อยต้องสามารถหาได้จากสถาบันการศึกษาใกล้เคียง

จ. <u>ระบบข้อมูลย้อนกลับ</u> ต้องมีการจดข้อมูลต่าง ๆ ในการผลิต แล้วนำมาปรับปรุงระบบให้ดีขึ้นหรือฝึกตนในท้องถิ่นให้มีความสามารถมากขึ้นนำเข้ามาใช้ในระบบได้

ฉ. <u>การบำรุงรักษา</u> ถ้าอุปกรณ์เครื่องมือเสียหายต้องซ่อมได้เอง หรือรู้ที่ซ่อมได้ คนควบคุมระบบไม่อยู่ต้องหาคนทดแทนได้

ช. <u>การเข้าร่วมกับระบบอื่นได้</u> การตัดสินใจใช้ระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการจัดการไร่นานั้น เมื่อตัดสินใจใช้แล้วก็ต้องดูด้วยว่าผลการใช้สามารถรวมเข้ากับระบบอื่นได้ด้วย เช่น ถ้าทำการผลิตการเกษตรก็ต้องได้ผลผลิตที่มีรูปร่างลักษณะรสชาดใกล้เคียงกับผลผลิตจากระบบปกติ สามารถส่งขายในท้องตลาดได้โดยไม่มีอะไรแปลกหรือแตกต่างกว่าผลิตผลของผู้อื่นจนผู้ซื้อไม่กล้าซื้อ เช่น ถ้าผลิตมะเขือเทศ ผลผลิตต้องมีขนาด รูปร่าง สี กลิ่น รส เช่นเดียวกับมะเขือเทศปกติขายได้ปกติ

ตัวแปรทั้ง 7 ตัวที่กล่าวมาแล้วจะเป็นตัวกำหนดที่จะทำให้ผู้ประกอบการพึ่งตนเองได้ในการดำเนินการ แต่ในขณะเดียวกัน การผลิตใด ๆ ถ้าจะให้เข้าหลักเกณฑ์พึ่งตนเองแล้ว ต้องดูผลผลิตด้วยว่าเข้าหลักเกณฑ์พึ่งตนเองหรือไม่ ตัวแปรปัจจัยออกจากระบบ ได้แก่ ผลกระทบทางตรงและทางอ้อม ดังนี้

ช. <u>ผลผลิตทางตรง</u> ผลผลิตควรมีปริมาณเพียงพออุปกโภคบริโภคภายในชุมชนก่อนเหลือขายในประเทศ เหลือมากจึงส่งต่างประเทศ คุณภาพต้องดีเหมาะสมแก่การบริโภค หรือได้มาตราฐานที่รัฐกำหนด

ฌ. <u>ผลกระทบทางอ้อม</u> ต้องดูว่าผลผลิตนั้นสังคมยอมรับได้หรือไม่ การผลิตฝิ่น หรือกัญชาเป็นตัวอย่างที่สังคมยอมรับไม่ได้ ต้องดูว่าผลผลิตเมื่อขายได้ค่าตอบแทนคุ้มในแง่เศรษฐกิจการลงทุน ต้องดูว่าใช้ทรัพยากรของชุมชนหมดเร็วมากไหม การเลี้ยงกุ้งอาจเป็นที่ชื่นชอบของชุมชน ขายได้กำไรดี แต่อาจต้องใช้น้ำมากซึ่งถ้าแหล่งน้ำมีขีดความสามารถให้น้ำจำกัด ก็จะเป็นการแย่งทรัพยากรที่สำคัญของชุมชนมาใช้เกินส่วนที่ยุติธรรม

ง. <u>โครงสร้างพื้นฐานสนับสนุนการเกษตร</u>

โครงสร้างพื้นฐานที่รัฐจัดทำเพื่อสนับสนุนการเกษตรได้แก่ ระบบการศึกษาวิจัยพัฒนาซึ่งดำเนินการโดยกรมวิชาการเกษตร กรมประมง กรมปศุสัตว์ ฯลฯ ยังเน้นการศึกษาวิจัยด้านเดียวไม่เอื้อต่อการพัฒนาไปสู่เกษตรกรรมผสมผสาน ที่ใช้คอมพิวเตอร์จัดการในไร่นา การจัดการน้ำโดยกรมชลประทานหรือการสูบน้ำเพื่อการเกษตร โดยสำนักงานพลังงานแห่งชาติยังเน้นการจัดสรรน้ำให้เกษตรกร ผ่านระบบจ่ายน้ำที่เป็นคลองการสูญเสียน้ำมีมาก ต้องเปลี่ยนไปเป็นส่งน้ำโดยท่อแล้วฉีดน้ำเป็นฝอยหรือหยดให้พืชไฟฟ้าซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญยังไปไม่ถึงทุกแห่งในชนบท โรงเรียนแม้จะมีทุกชุมชนแต่การเรียนการสอนยังเป็นระดับประถมศึกษาและเป็นการให้ความรู้ทั่วไปมากกว่าจะให้ความรู้เฉพาะด้านการผลิตทางการเกษตรผสมผสาน

หน่วยงานรัฐที่ทำหน้าที่ถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตรให้กับเกษตรกร เช่น กรมส่งเสริมการเกษตร ยังมิได้ศึกษาการจัดการไร่นาอย่างมีประสิทธิภาพอย่างจริงจังและยังไม่มีการถ่ายทอดเทคโนโลยีนี้ให้เกษตรกร เกษตรกรจึงยังไม่ได้รับรู้เทคนิคและวิธีการที่จะก้าวหน้า

จ. <u>การศึกษาวิจัยในสถาบันการศึกษา</u>

ยังขาดการวิจัยพัฒนาไร่นาผสมผสาน และในการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการไร่ที่นาอยู่ อีกทั้งยังขาดการศึกษาวิจัยร่วมกับหน่วยงานรัฐที่มีการศึกษาวิจัยอยู่บ้างแล้ว ทำให้ยังไม่สามารถนำเอาเทคโนโลยีการใช้คอมพิวเตอร์จัดการไร่นาไปประยุกต์ใช้ได้อย่างจริงจัง

6.1.2 ความเป็นไปได้การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการไร่นาในปัจจุบัน

การศึกษาวิจัยนี้พอสรุปได้ว่าโอกาศที่จะนำเทคโนดลยีคอมพิวเตอร์ไปจัดการในไร่นายังมีน้อย เพราะ

ก. ยังขาด การศึกษาจัดสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งทางที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์และการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์จัดการไร่นา และเครื่องมืออุปกรณ์การเกษตรที่จะเอื้อต่อการผลิตทางการเกษตรผสมผสาน ซึ่งเหมาะกับการใช้คอมพิวเตอร์เข้าจัดการอีกมาก ซึ่งจะต้องมีการศึกษาพัฒนาด้านเครื่องมืออุปกรณ์ที่จำเป็นเหล่านี้ต่อไป

อย่างไม่หยุดยั้ง

ข. ยังขาดการศึกษาวิจัย การใช้คอมพิวเตอร์จัดการไร่นาในระดับปฏิบัติการโดยหน่วยงานรัฐ ต้องเริ่มศึกษาได้แล้ว

ค. ยังขาดนโยบายและการวางแผนของรัฐ ที่จะให้ขบวนการผลิตทางการเกษตรในประเทศไทย เป็นขบวนการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูง ควรใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการในไร่นา จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตสูงขึ้น รัฐควรมีนโยบายส่งเสริมการผลิตก้าวหน้า

ง. หน่วยงานเอกชน ยังไม่กล้าที่จะลงทุนทำการผลิตโดยการใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยจัดการไร่นา เพราะยังไม่แน่ใจว่าถ้าทำการผลิตในระบบนี้แล้วจะได้รับผลคุ้มทุนที่ลงหรือไม่

6.1.3 ความเป็นไปได้การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการไร่นาแบบพึ่งพาตนเองได้

การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ควบคุมและจัดการไร่นานั้นจุดที่สำคัญอยู่ที่ผู้ใช้เทคโนโลยีนั้นต้องมีขีดความสามารถในการพึ่งตนเองได้ เมื่อเกิดขัดข้องทางเทคนิคหรือเมื่อต้องการปรับปรุงระบบให้ดีขึ้น จากการศึกษาวิจัยนี้พอจะสรุปได้ว่าเกษตรกรโดยทั่วไปยังไม่สามารถพึ่งตนเองได้ ถ้าจะหันมาใช้ระบบผลิตทางการเกษตรควบคุมและจัดการด้วยคอมพิวเตอร์ในปัจจะบันจุดอ่อนอยู่ที่เกษตรกรยังไม่มีความรู้พอที่จะตั้งเป้า ไม่รู้ว่าการศึกษาวิจัยปรับปรุงเทคนิคการผลิตการเกษตรด้วยตนเอง ไม่มีเอกสารและผู้รู้ที่จะสนับสนุนการผลิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมและจัดการไร่นา ขาดระบบข้อมูลย้อนกลับเพราะยังไม่มีการเริ่มการผลิตซึ่งไม่มีการผลิตบุคลากรขึ้นรองรับระบบและไม่มีการนำผลการวิจัยใหม่ไปใช้ ถ้าใช้ระบบนี้ในการผลิตจะประสบปัญหาการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์ และด้านบุคลากรดำเนินการมาก

การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ควบคุมและจัดการไร่นาโดยบริษัทเอกชนจะมีโอกาสดำเนินการอย่างพึ่งตนเองได้มากกว่าเกษตรกรรายย่อย จุดอ่อนจะมีเรื่องการตั้งเป้าพึ่งตนเอง เพราะบริษัทเหล่านี้จะเน้นการผลิตเพื่อให้ได้กำไรสูงสุดจะนำเทคโนโลยีเข้ามาจากต่างประเทศมาก แต่เชื่อได้ว่าเมื่อเกิดปัญหา บริษัทเหล่านี้จะพึ่งผู้รู้และแหล่งวิชาการในประเทศมากกว่าต่างประเทศ การพึ่งตนเองในอนาคตจะดีขึ้น

6.2 ข้อเสนอแนะ

ก. ควรจะได้มีการศึกษาวิจัยเพิ่มในระดับห้องปฏิบัติการ ให้สามารถใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมและจัดการระบบการผลิตทางการเกษตรผสมผสาน คือ ปลูกพืชเลี้ยงสัตว์บกและสัตว์น้ำ

ข. ควรจะได้มีการศึกษาภาคสนามขนาดเล็ก การควบคุมการให้น้ำแก่พืชในระบบ น้ำหยด น้ำฉีด น้ำแช่ (Hydroponics) และพ่นน้ำเป็นฝอยให้ถึงรากพืชที่ปลูกลอยในอากาศ (Aeroponics)

ค. ควรจะได้มีการศึกษาภาคสนาม ระบบการผลิตทางการเกษตรแบบไร่นาผสมผสานของเกษตรกรรายย่อย ที่ใช้คอมพิเตอร์ควบคุมและจัดการไร่นา

ง. ควรจะได้มีการศึกษาความเป็นไปได้เชิงพานิชของการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมและจัดการการให้น้ำ การปลูกพืชของหน่วยผลิตขนาดไม่เล็กกว่า 1 ไร่ การปลูกควรเป็นการปลูกทั้งในอาคารโปร่งแสง และในที่โล่ง

จ. ควรจะได้มีการศึกษาความเป็นไปได้เชิงพานิช ของการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ควบคุมและจัดการไร่นาผสมผสานที่มีการปลูกพืช เลี้ยงสัตว์บก สัตว์น้ำ ในพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1 เฮคตาร์ (6 ไร่)

เอกสารอ้างอิง

1. ไม่ปรากฏผู้แต่ง "อิสรากวา "78" นิตยสาร "อิสราเอล สถานฑูตอินราเอล กรุงเทพฯ กรกฎาคม 2521
2. ไม่ปรากฏผู้แต่ง" เลี้ยงคน 1 คน ในเวลา 1 ปี ในพื้นที่ 1 พันตารางเมตร" นิตยสารอิสราเอล สถานฑูตอิสราเอล กรุงเทพ ตุลาคม 2521
3. มาริออน ควาร์ทเลอร "ชาวไร่ในอนาคตปลูกพืชกลางอากาศ" นิตยสารอิสราเอล สถานฑูตอิสราเอล กรุงเทพ เมษายน 2524
4. ไม่ปรากฏผู้แต่ง "อิสราเอล : ผู้นำแห่งเทคโนโลยีการเกษตรชั้นสูง" นิตยสารอิสราเอล สถานฑูตอิสราเอล กรุงเทพ มิถุนายน 2525
5. ไม่ปรากฏผู้แต่ง "พัฒนาการเกษตรอิสราเอล : วิถีทางที่ไม่กลัวความเปลี่ยนแปลง" นิตยสารอิสราเอล สถานฑูตอิสราเอล กรุงเทพ มิถุนายน 2526
6. ธวัชชัย สันติกุล และเกรียงไกร เลิศกุลไชย "รายงานการศึกษาวิชาสัตวบาลเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณสูตรอาหาร" ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ 2526
7. ศรี วรกุลสวัสดิ์ "การโปรแกรมเชิงเส้นเบื้องต้น" ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพ 2526
8. ยืน ภู่สุวรรณ ทฤฎีและการใช้งานอิเลคโทรนิคส์ บริษัทเอดยูเคชั่น กรุงเทพฯ 2529
9. "อิเลคโทรนิคส์อุตสาหกรรม" บริษัท ซี เอด ยูเคชั่น กรุงเทพฯ 2524

10. ยืน ภู่สุวรรณ "เทคนิคการประยุกต์ใช้งาน ไอซีทีทีแอล" บริษัท ซีเอคยูเคชั่น กรุงเทพฯ 2528

11. วิลเลี่ยม เจ คลาก "การเกษตรอิสาราเอล : ยุคแห้งคอมพิวเตอร์" นิตยสารอิสราเอล สถานฑูตอิสราเอล กรุงเทพฯ มิถุนายน 2527

12. ไม่ปรากฏผู้แต่ง "มีอะไรในงานอะโกรเทค 85 " นิตยสารอิสราเอล สถานฑูตอิสราเอล กรุงเทพ ธันวาคม 2527

13. เนตาฟิม "ระบบชลประทานแบบ น้ำหยดและอุปกรณ์" นิตยสารอิสราเอล สถานฑูตอิสราเอล กรุงเทพฯ กุมภาพันธ์ 2528

14. บริษัท ซีเอคยูเคชั่น "รวมโครงงาน อีเลคโทรนิคส์" กรุงเทพฯ 2527

15. "คู่มือเทียบเบอร์ ไอซีทีทีแอล" กรุงเทพฯ 2529

16. "โซลิคเสตตรีเลย์ สร้างเองได้" วารสารเซมิคอนดักเตอร์ อิเลคโทรนิคส์ ฉบับที่ 60 กรุงเทพฯ

17. ทวี แก้วคง "โภชนาศาสตร์สัตว์เบื้องต้นและการให้อาหารสัตว์" กรุงสยามการพิมพ์ กรุงเทพฯ 2527

18. ตรีพล เจาะจิตต์, ทวี แก้วคง, สมศักดิ์ เลื่อมนิมิตร, "การเลี้ยงโคนม" สำนักพิมพ์เกษตรไทย กรุงเทพฯ 2527

19. ตรีผล เจาะจิตต์" การเลี้ยงสัตวใหญ่ คณะเกษตรศาสตร์ วิทยาลัยเทคโนโลยี และอาชีวศึกษา นครศรีธรรมราช 2527

20. ไม่ปรากฏผู้แต่ง "ประหยัดนับล้าน" นิตยสารอิสราเอล สถานฑูตอิสราเอล กรุงเทพฯ. สค. 2528

21. ไม่ปรากฏผู้แต่ง "สิ่งประดิษฐ แนวความคิดใหม่อิสราเอล นิตยสารอิสราเอล กรุงเทพฯ ตค. 2528

22. สมหวัง เนญจภัทรนนท์ "การสร้างโปรแกรมสำเร็จรูประบบการจัดการด้านอาหารสัตว์" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 2529

23. สรรรัชต์ ศิริลักษณ์ "การพัฒนาระบบข้อสนเทศด้วยคอมพิวเตอร์ในฟาร์มปศุสัตว์" วิทยานิพนธ์ ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2529

24. ครรชิต จามรมาน "การประยุกต์ใช้งาน เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในงานโยธา รายงานปัญหาพิเศษ 161-497 Special Problem in CE I ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2529

25 ธำรงค์ แจงเชื้อ "โครงการเครื่องควบคุมสภาพความชื้นดิน" เสนอต่อภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528

26 สรรรัชต์ ศิริลักษณ์ "การพัฒนาระบบข้อสนเทศด้วยคอมพิวเตอร์ในฟาร์มปศุสัตว์" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

27 อลงกรณ์ โสภาพันธ์ "การศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการชลประทานฉีดผอย" ร่างวิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิตวิศวกรรมโยธา เพื่อเสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ ฯ, มีนาคม 2529

28 สุชาติ ชื่นกิจมงคล "การประยุกต์ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ในการจัดการด้านอาหารของโคนม" รายงานประกอบการการศึกษาวิชา 161-691 Special Study ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529

29 ธำรง เปรมปรีดิ์, อลงกรณ์ โสภาพันธ์ "การให้น้ำแก่พืชแบบโปรยควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์" รายงานเสนอในการประชุมวิชาการเทคโนโลยี สำหรับการพัฒนาชนบท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, กรกฎาคม 2530

30 ธำรง เปรมปรีดิ์, มนตรี เชื้อคล้อยวรรณา "การปลูกพืชไร้ดินควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ รายงานเสนอในการประชุมวิชาการเทคโนโลยี สำหรับการพัฒนาชนบท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, กรกฎาคม 2530

31 ธำรง เปรมปรีดิ์, ทิวา ตันสถิตย์ "การควบคุมระบบการให้น้ำและแสงพืชด้วยไมโครคอมพิวเตอร์" รายงานเสนอในการประชุมวิชาการเทคโนโลยีสำหรับการพัฒนาชนบท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, กรกฎาคม 2530

ภาษาอังกฤษ

E1. Apple Computer Inc "Apple II Reference Manual" USA 1978

E2. National Academy of Science "N.R.C Nutrient Requirements of Swine" Wash D.C, 1979

E3. Keysher, C,T; "A Digital Thermometer for the Apple II" Micro on the Apple Vol2 USA 1981

E4. Thamrong Prempridi et al "Self-Reliance in Science and Technology for National Development : Thailand as case study" Phase I Report submitted to UN University, Tokyo, December 1985

E5. Wolfe C.S., "Linear Programming with BASIC and FORTRAN" Prentice-Hall Co, N.Y, 1985

E6. Posada R & Roque "Towards a Scientific and Technological Self-Reliance for the Philippines" Draft report submitted to UN University, Tokyo, August 1986

E7. Thamrong Prempridi et al "Self-Reliance in Science and Technology for National Development : Thailand as case study" Phase II Interim Report submitted to UN University, Tokyo, August 1986.

REFERENCE

E8. Marvin L De Jong, "Apple II Assembly Language", Howard W. Sams & Co., Inc., 1982.

E9. Wolfe C.S. "Linear Programming with BASIC and FORTRAN" Prentice-Hall Company, 1985.

E10. Thamrong Prempridi "The Present situation of Farm Mechinization and the Manufacture of Farm Machinery in Thailand" Proceedings of the joint Thai-Japanese Seminar for the field study of the Joint Research on Studies on the Conventional Tools and the Evolution of Farming System in SE. Asia, 4-8 August 1986, Kasetsart University, Kampaengsaen ISBN 974-552-394-1.

E11. Thamrong Permpridi "Self-reliance in Science and Technology at the Thai Village Level: Case Study of Rainwater Cistern System" Proceedings of the Third International Conference on Rain Water Cistern System" Khon Kaen University, Khon Kaen, January 1987.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

การประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการจัดการด้านอาหารสัตว์ : กรณีศึกษาโคนม

ภาคผนวก ก

การประยุกต์ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการจัดการด้านอาหารสัตว์ : กรณีศึกษาโคนม

ก 1. บทนำ

ในปัจจุบันนี้การเกษตรของไทยเริ่มเปลี่ยนรูปแบบจากการผลิตผลิตผลทางการเกษตร เช่น ข้าว มันสำปะหลัง ฯลฯ แล้วส่งขายออกไปนอกประเทศเลย มาเป็นการแปรรูปให้เป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มเสียก่อน แล้วจึงส่งออกไปขาย เช่น นำผลผลิตทางการเกษตรมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ แล้วให้สัตว์กินเปลี่ยนผลิตผลเหล่านั้นเป็นผลิตภัณฑ์โปรตีนสูงเสียก่อนจึงจะส่งไปขาย เช่น โคเนื้อ หมูขุน ไก่สดแช่แข็ง เป็นต้น ปัญหาการจัดการไร่นาจึงมีมากขึ้น เพราะการผลิตทางการเกษตรในไร่นาเริ่มมีความยุ่งยากมากขึ้นต้องจัดการให้ได้และมีประสิทธิภาพ จึงได้มีการนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้จัดการไร่นา สำหรับในภาคผนวก ก นี้จะกล่าวถึงการนำคอมพิวเตอร์และโปรแกรมสำเร็จรูปที่จะใช้ได้กับไมโครคอมพิวเตอร์ ขนาด 16 บิท สามารถคำนวณจัดสูตรอาหารของโคนมได้แม่นยำ มีประสิทธิภาพและลดต้นทุนการผลิตโคนมลงได้

ก 2. วัตถุประสงค์ ขอบข่ายการศึกษา

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการปรับโปรแกรมสำเร็จรูปด้านการจัดการอาหารสัตว์ ปรับใช้กับการจัดการเพื่อให้ได้สูตรผสมของอาหารโคนมที่มีสารอาหารครบ แต่ราคาถูก

ขอบข่ายการศึกษา

จะศึกษาเฉพาะกรณีศึกษาการผสมอาหารโคนมที่เลี้ยงกันที่ อ.มวกเหล็ก จ.สระบุรี และที่หนองโพ จ.ราชบุรี เท่านั้น เพราะแหล่งเลี้ยงทั้งสองแห่งนี้เกษตรกรนิยมซื้ออาหารสำเร็จรูปมาให้โคกินอยู่เป็นประจำอยู่แล้ว

ก 3. วิธีดำเนินการศึกษา

(ก) ศึกษาข้อมูลอาหารสัตว์จากเอกสารต่าง ๆ

(ข) เก็บรวบรวมข้อมูลอาหารสัตว์จากภาคสนาม

(ค) ศึกษาขีดความสามารถและศักยภาพของไมโครคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดการด้านอาหารสัตว์

(ง) ประยุกต์ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อทดลองผสมอาหาร

(จ) นำผลเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ที่มีขายอยู่แล้วในท้องตลาด ทั้งด้านคุณภาพและราคา

ก 4. โภชนะในอาหารสัตว์

เนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ จะแบ่งออกได้เป็นส่วนใหญ่ ๆ 3 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นน้ำ ส่วนของอินทรีย์สารและส่วนของอนินทรีย์สาร หรือสามารถแบ่งออกได้ตามกลุ่มของโภชนะได้ 6 ชนิดคือ น้ำ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน วิตะมินและเกลือแร่ เนื่องจากอาหารสัตว์เป็นสิ่งที่ได้จากพืชและสัตว์ ดังนั้นอาหารสัตว์จึงประกอบด้วยโภชนะ 6 ประเภทเหมือนกับโภชนะที่พบในเนื้อเยื่อของพืชและสัตว์ จากการวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหารสัตว์เพื่อนำความรู้มาประยุกต์ใช้ในการสร้างสูตรอาหารสัตว์พบว่าวัตถุดิบทุกชนิดจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ 6 ส่วนด้วยกันคือ

1. น้ำและความชื้น (Water/Moisture)
2. ไขมัน (Fat/Oil)
3. เยื่อใย (Crude Fiber)
4. Nitrogen-Free Extract (NFE)
5. โปรตีนรวม (Crude Protein)
6. แร่ธาตุ (Minerals/Ash)

ส่วนประกอบทั้ง 6 ส่วนข้างบนนี้ เราสามารถวิเคราะห์หาค่าได้โดยตรง โดยวิธีวิเคราะห์ทางเคมีเพียง 5 ส่วน อีกส่วนหนึ่งที่เหลือคือ NFE ไม่สามารถวิเคราะห์หาได้โดยตรง แต่หาได้จากเอาผลบวกของส่วนที่วิเคราะห์ได้ทั้ง 5 ส่วน มารวมกันแล้วลบออกจาก 100

ก 4.1 โปรตีนและการให้อาหารโปรตีนแก่สัตว์

โปรตีนเป็นโภชนะที่สำคัญสำหรับการดำรงชีวิตและการให้ผลผลิตของสัตว์ โดยเฉพาะในโคนมโปรตีนมีอยู่มากมายหลายชนิด ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของกรดอมิโน ประเภทของโปรตีนแบ่งตามแหล่งที่มาได้ 2 ประเภท คือ

1. โปรตีนจากสัตว์ (Animal proteins) เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพสูง เพราะมีกรดอมิโนอยู่มากชนิด โปรตีนพวกนี้ได้จากปลาป่น เนื้อป่น นมผง เป็นต้น
2. โปรตีนจากพืช (Plant proteins) เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำกว่าโปรตีนจากสัตว์ เนื่องจากไม่มีกรดอมิโนที่สำคัญ างชนิด (หรือมีก็ไม่พอ) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 อย่างคือ โปรตีนจากพืชตระกูลถั่ว ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ใบกระถินและโปรตีนจากธัญญพืช ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง เป็นต้น

สำหรับวัตถุดิบที่นิยมนำมาผสมอาหารของโคนมในประเทศไทยเราขณะนี้ คือ

1. ถั่วเหลืองและกากถั่วเหลือง (Soybean และ Soybean oil meal) เมล็ดถั่วเหลืองมีโปรตีน ไขมันและเยื่อใยประมาณร้อยละ 38, 18 และ 5 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีแคลเซียมและฟอสฟอรัสอยู่ประมาณร้อยละ 0.25 และ 0.55 ตามลำดับ หลักเกณฑ์ในการใช้ถั่วเหลืองเป็นอาหารสัตว์

1.1 โดยส่วนใหญ่แล้วไม่นิยมใช้ถั่วเหลืองดิบเป็นอาหารสัตว์เพราะจะมีคุณค่าทางอาหารต่ำ แต่หากราคาถั่วเหลืองดิบต่ำมากกว่าวัตถุดิบชนิดอื่นมาก จะใช้ผสมอาหารโคขุนอายุมาก

1.2 กากถั่วเหลือง นับเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันพืช ซึ่งกากถั่วเหลืองก็มีคุณค่าทางอาหารสูง คือมีโปรตีน ไขมันและเยื่อใยร้อยละ 44, 3 และ 6 ตามลำดับ กากถั่วเหลืองอัดน้ำมันก็ยังมีวิตะมินดีและวิตะมินเอต่ำเช่นเดียวกับถั่วเหลืองดิบ ในการใช้เลี้ยงสัตว์จึงต้องพิจารณาให้สัตว์ได้รับวิตะมินเอจากแหล่งอื่นด้วย

2. กากเมล็ดฝ้าย (Cotton seed meal) ในการปลูกฝ้ายเพื่อเอาเส้นใย เราจะได้เมล็ดฝ้ายเป็นผลพลอยได้ที่สามารถใช้เป็นแหล่งโปรตีนสำหรับสัตว์ได้ดี โดยเฉลี่ยแล้วกากเมล็ดฝ้ายจะมีโปรตีนและเยื่อใยร้อยละ 38 และ 11 ตามลำดับ โปรตีนดังกล่าวใช้สำหรับผสมอาหารสัตว์จำพวกโคได้ดี หลักเกณฑ์ในการใช้กากเมล็ดฝ้ายในอาหารสัตว์

2.1 สามารถใช้กากเมล็ดฝ้ายผสมในอาหารโคนมได้ดี โดยไม่แสดงอาการเป็นพิษ อันเนื่องมาจากสาร Gassypol จากการทดลองพบว่า น้ำนมโคซึ่งกินอาหารที่มีกากเมล็ดฝ้ายที่มีไขมันต่ำลงกว่าปกติเล็กน้อย

2.2 กากเมล็ดฝ้าย สามารถใช้เลี้ยงลูกโคนมได้ แต่ต้องใช้ไม่เกินร้อยละ 20 ของอาหาร หากใช้เกินกว่านั้นจะแสดงอาการเป็นพิษได้

3. กากมะพร้าว (Coconut oil meal) กากมะพร้าวเป็นผลพลอยได้ จากการนำเนื้อมะพร้าวมาสกัดหรือหีบเอาน้ำมัน กากมะพร้าวมีโปรตีนและไขมันประมาณร้อยละ 21-23 และ 6 สำหรับเยื่อใยของกากมะพร้าวค่อนข้างมีค่าสูงมาก คือประมาณร้อยละ 12-15 กากมะพร้าวคุณภาพดีจะมีสีค่อนข้างขาวหรืออน้ำตาลอ่อน กลิ่นหอม โปรตีนกากมะพร้าวมีความสามารถในการถูกย่อย ได้ประมาณร้อยละ 50-73 ทั้งนี้ขึ้นกับขบวนการทีบและระดับความร้อนที่ใช้หีบ คุณภาพของกากมะพร้าวจะต่ำกว่ากากถั่วเหลืองอัดน้ำมัน หลักเกณฑ์ในการใช้กากมะพร้าวเป็นอาหารสัตว์

3.1 สามารถใช้กากมะพร้าวผสมอาหารเลี้ยงโคกำลังให้นมได้ แต่เนื่องจากกากมะพร้าวมีไขมันมาก จะมำให้ระดับของไขมันนมสูงไปด้วย

3.2 เนื่องจากกากมะพร้าวมีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำตาลจาก (molasses) ได้ดีจึงสามารถใช้กากมะพร้าวผสมกับกากน้ำตาล จนได้อาหารผสมที่

เรียกว่า Candies Copra

4. กากเมล็ดยางพารา (Rubber seed meal) กากเมล็ดยางพาราเป็นผลพลอยได้ของการทำสวนยางพารา ซึ่งน่าจะเป็นแหล่งวัตถุดิบประเภทโปรตีนแหล่งสำคัญสำหรับประเทศไทย ในแต่ละปีจะได้เมล็ดยางผลผลิตสูงถึง 261,000 ตัน เมล็ดยางแต่ละเมล็ดเมื่อทำการหีบเอาน้ำมันออกแล้ว จะมีกากยางประมาณร้อยละ 75 กากยางมีโปรตีนไขมันและเยื่อใยประมาณร้อยละ 13.5 และ 38 ตามลำดับ หลักเกณฑ์การใช้กากเมล็ดยางพาราในอาหารสัตว์

4.1 สามารถใช้กากเมล็ดยางพาราผสมในอาหารโครีดนมได้ โดยพบว่ากากเมล็ดยางสามารถช่วยทำให้ไขมันนมสูงขึ้นด้วย สามารถให้โคนมกินกากเมล็ดยางได้ไม่เกินวันละ 2 กก./ตัว

4.2 กากเมล็ดยางพารามีสารพิษชื่อว่า ไฮโดรไซยานิก เอซิค (Hydrocyanic Acid) สารพิษดังกล่าวนี้ หากสัตว์ได้รับในระดับสูงจะทำให้ตายได้ทันที แต่อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าในเมล็ดยางสดจะมีกรดชนิดนี้อยู่สูง กรดดังกล่าวนี้จะลดปริมาณลงได้เร็วหลังจากเก็บเมล็ดไว้ระยะหนึ่ง เช่น มีรายงานกล่าวว่า หากเก็บเมล็ดยางพารานานประมาณ 4 สัปดาห์ ในที่ซึ่งมีความชื้นต่ำจะมีกรดชนิดนี้เหลืออยู่เพียงร้อยละ 0.01 เท่านั้น

5. กากเมล็ดปาล์ม (Palm Kernel meal) กากเมล็ดปาล์มเป็นวัตถุดิบที่มีโปรตีนระดับกลาง มีเยื่อใยสูง กล่าวคือ จะมีโปรตีนและเยื่อใย ประมาณร้อยละ 7 และ 21 ตามลำดับ หลักเกณฑ์ในการใช้กากเมล็ดปาล์มในอาหารสัตว์

5.1 การใช้กากเมล็ดปาล์มในอาหารโคนมต้องค่อย ๆ เพิ่มเข้าไปในอาหารจนโคนมเกิดความเคยชิน จนถึงระดับร้อยละ 10-15 ของอาหาร

ก 4.2 คาร์โบไฮเดรทและการให้อาหารคาร์โบไฮเดรท

คาร์โบไฮเดรท เป็นโภชนะสำคัญที่ให้พลังงานและความร้อนแก่ร่างกายของสัตว์ มีโครงสร้างทางเคมีประกอบด้วยธาตุคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) โดยโมเลกุลของคาร์โบไฮเดรทเกือบทุกชนิด จะมีอัตราส่วนระหว่างไฮโดรเจนกับออกซิเจน เป็น 2 : 1 เท่ากับในโมเลกุลของน้ำ (H_2O)

ในการวิเคราะห์โดยประมาณจะแบ่งคาร์โบไฮเดรทออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

1. เยื่อใย
2. Nitrogen-Free Extract (NFE)

เยื่อใย

เยื่อใยนอกจากจะเป็นแหล่งพลังงานสำหรับสัตว์กระเพาะรวมแล้ว ก็ยังช่วยทำให้อาหารเข้มข้นพองตัวง่าย จะสามารถเคลื่อนที่ผ่านระบบทางเดินอาหารได้สะดวก อาหารเยื่อใยมีคุณสมบัติช่วยระบาย (laxative) นอกจากนั้นอาหารเยื่อใยยังช่วยให้ผนังด้านในของระบบทางเดินอาหารเกิดความระคายเคือง ทำให้ต่อมต่าง ๆ ซึ่งอยู่บริเวณนั้นถูกกระตุ้นให้ผลิตน้ำย่อยออกมาย่อยอาหารได้อีกด้วย

Nitrogen-Free Extract (NFE)

NFE เป็นคาร์โบไฮเดรทที่สามารถถูกย่อยได้ง่าย ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ แป้งและน้ำตาล ซึ่งเป็นส่วนที่สามารถฝช้เป็นแหล่งพลังงานของสัตว์ทุกชนิด แป้งและน้ำตาลจะถูกย่อยโดยน้ำย่อยของสัตว์ จนกระทั่งได้น้ำตาลกูลโคสนำไปใช้ประโยชน์ในการสร้างพลังงาน

วัตถุดิบจำพวกคาร์โบไฮเดรทที่ใช้เป็นอาหารสัตว์

วัตถุดิบจำพวกคาร์โบไฮเดรทส่วนใหญ่ได้มาจากเมล็ดธัญญพืช (Cereal Grain) และผลพลอยได้ของเมล็ดธัญญพืชวัตถุดิบพวกนี้จะประกอบด้วยแป้ง ซึ่งสามารถให้พลังงานได้สูง กล่าวคือ เมล็ดธัญญพืชส่วนใหญ่จะมียอดโภชนะย่อยได้สูง เยื่อใยต่ำ เมล็ดธัญญพืชจะมีโปรตีนและมีคุณภาพไม่ดี เพราะขาดกรดอมิโนบางชนิด นอกจากนั้นเมล็ดธัญญพืชจะมีธาตุแคลเซียม ธาตุฟอสฟอรัส ไวตามินเอ ไวตามินดีในปริมาณต่ำ แต่ไวตามิน บี 1 ไวตามิน บี 2 และไวตามินอี ในปริมาณที่มากพอต่อความต้องการของสัตว์ วัตถุดิบที่จะใช้เป็นอาหารสัตว์ ได้แก่

1. ข้าวโพด (Corn หรือ Maize) ข้าวโพดจัดเป็นธัญญพืชที่มีความสำคัญมาก ทั้งเป็นอาหารมนุษย์และอาหารสัตว์ มีคาร์โบไฮเดรทสูง คือ มียอดโภชนะย่อยได้ประมาณ ร้อยละ 88 มี NFE สูง เยื่อใยต่ำ มีโปรตีนประมาณ ร้อยละ 8 ข้าวโพดสามารถนำมาใช้เป็นอาหารสัตว์ได้หลายรูปด้วยกัน เช่น ให้สัตว์กินทั้งผักที่เอาเปลือกนอกออกแล้ว (ear corn) ข้าวโพดทั้งผักรวมถึงเปลือกนอก (snapped corn) เมล็ดข้าวโพดจะหยาบ (cracked corn) หรือนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ในรูปข้าวโพดบดละเอียด นอกจากส่วนของผักข้าวโพดแล้ว ต้นและฝบของข้าวโพดก็ยังสามารถใช้เป้นอาหารของสัตว์กระเพาะรวมได้อีกด้วย หลักเกณฑ์ในการใช้ข้าวโพดในอาหารสัตว์

1.1 ในการใช้ข้าวโพดผสมในอาหารสัตว์ร่วมกับวัตถุดิบอย่างอื่นควรจะมีการบดเมล็ดข้าวโพด เพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยให้สูงขึ้น

1.2 สามารถใช้ข้าวโพดและผลพลอยได้จากข้าวโพดที่เอาเปลือกนอกออก ต้นข้าวโพดและเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์กระเพาะรวมได้ โดยอาจจะตั้งในการกิน

แยกกับวัตถุดิบชนิดอื่นหรือผสมกับวัตถุดิบอย่างอื่นเป็นอาหารเข้มข้น เนื่องจากข้าวโพดเป็นวัตถุดิบที่ให้พลังงานสูง ดังนั้นนักอาหารสัตว์จะใช้ระดับพลังงานในข้าวโพดมาเป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบกับระดับพลังงานของวัตถุดิบชนิดอื่น ๆ โดยถือว่าระดับพลังงานในข้าวโพดมี 100 %

2. ปลายข้าว (Broken Rice) ปลายข้าวเป็นผลพลอยได้จากโรงสี มียอดโภชนะย่อย ได้ประมาณร้อยละ 79 มีเยื่อใยต่ำ และมีโปรตีนประมาณร้อยละ 7 ตามลำดับ หลักเกณฑ์ในการใช้ปลายข้าวในอาหารสัตว์

2.1 ปลายข้าวสามารถใช้แทนข้าวโพดเพื่อผสมอาหารสัตว์ได้

2.2 ในการใช้ปลายข้าวเป็นอาหารสัตว์ นอกจากใช้เป็นอาหารพลังงานแล้ว ปลายข้าวยังมีคุณสมบัติเป็นยาระบายอย่างอ่อน ดังนั้นในการใช้จึงไม่ควรจะใช้ผสมมากเกินไป

3. รำหยาบ (Rice bran) รำเป็นผลพลอยได้จากโรงสีเช่นกัน ในรำอาจมีเปลือกเมล็ดข้าวปะปนอยู่มากบ้างน้อยบ้าง ทำให้จำนวนของเยื่อใยในรำแตกต่างกันออกไป รำเป็นอาหารพลังงานที่หาได้ง่ายในทุกท้องที่ รำหยาบคุณภาพดีจะมีโปรตีนประมาณ ร้อย 7-13 และไขมัน ประมาณร้อยละ 8-13 มีไวตามินบีรวมสูง หลักเกณฑ์ในการใช้รำหยาบในอาหารสัตว์

3.1 เนื่องจากรำมีไขมันสูงนี้เอง ทำให้มีปัญหาในด้านการเก็บรักษา กล่าวคือ หากเก็บรักษารำไว้นานไขมันซึ่งอยู่ในรำจะเกิดปฏิกิริยารวมกับออกซิเจนและรวมกับน้ำ ทำให้เกิดสารประกอบซึ่งมีกลิ่นหืน ชื่อว่าสารเปอร์ออกไซด์ (peroxide) โดยเฉพาะในสภาวะที่มีความชื้นและอุณหภูมิเหมาะสม รำซึ่งมีกลิ่นหืนหากนำมาผสมอาหารจะทำให้สัตว์ไม่ชอบกิน สำหรับรำซึ่งได้สกัดไขมันออกบ้างบางส่วนแล้วจะสามารถเก็บไว้ได้นานขึ้น

3.2 รำหยาบเป็นวัตถุดิบที่สามารถใช้ผสมอาหารโคนม แต่จำนวนที่ผสมจะต้องไม่เกิน 1/3 ของอาหารทั้งหมด เพราะหากผสมเกินอัตราดังกล่าวนี้จะทำให้ไขมันเนยมีความอ่อนตัว

3.3 รำมีคุณสมบัติในการช่วยระบายจึงไม่ควรใช้ผสมอาหารลูกโค เพราะจะทำให้ท้องร่วงได้

4. รำละเอียด (Rice polish) รำละเอียดจะมีโปรตีนและไขมันในปริมาณที่สูงกว่ารำหยาบ ในการสีข้าวจะได้รำหยาบประมาณ 2 % และจะได้รำละเอียดประมาณ 8-9 % รำละเอียดมีเยื่อใยต่ำกว่ารำหยาบคือ ประมาณร้อยละ 2.7 มีไวตามินบี 1 และ บี 2 ในระดับสูง หลักเกณฑ์ในการใช้รำละเอียดในอาหารสัตว์

4.1 เนื่องจากมีไขมันสูงประมาณร้อยละ 19-20 ทำให้เหม็นหืนได้ง่ายกว่ารำหยาบ สามารถใช้รำละเอียดผสมในอาหารโคนมได้เช่นเดียวกับรำหยาบ

5. มันสำปะหลัง (Cassava meal หรือ Tapioca meal) มันสำปะหลังหรือที่เรียกว่า มันเส้น เป็นพืชสำคัญทางเศรษฐกิจอย่างหนึ่งของไทย สามารถใช้เลี้ยงสัตว์ในรูปของกากมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการทำแป้งมันสำปะหลัง หลักเกณฑ์ในการใช้มันเส้นในอาหารสัตว์

5.1 มันเส้นมีคุณค่าด้านพลังงานสูง กล่าวคือ มียอดโภชนะย่อยได้ประมาณ ร้อยละ 80 มีเยื่อใย ไขมัน ประมาณ ร้อยละ 4.6 และ 0.7 ตามลำดับ

5.2 การใช้มันเส้นผสมในอาหารสัตว์ในระดับสูงเกินไป อาจทำให้สัตว์แสดงอาการท้องร่วงได้อีกด้วย

6. กากน้ำตาลอ้อย (molasses) กากน้ำตาลเป็นผลพลอยได้จากโรงงานผลิตน้ำตาล ในการผลิตน้ำตาลโดยทั่วไปอ้อยจำนวน 1 ตัน จะได้กากน้ำตาลที่ไม่ตกตะกอน 60 กก. กากน้ำตาลเป็นวัตถุดิบที่มีลักษณะเหนียว สีน้ำตาลปนดำ หลักเกณฑ์ในการใช้กากน้ำตาลในอาหารสัตว์

6.1 กากน้ำตาลมียอดโภชนะย่อยได้ประมาณ ร้อยละ 54-60 มีโปรตีนประมาณ ร้อยละ 3-9 ขึ้นอยู่กับสถานที่ซึ่งปลูกอ้อย กากน้ำตาลจะมีประโยชน์ในแง่ช่วยปรับปรุงความอร่อยของอาหาร ช่วยเพิ่มกิจกรรมของจุลินทรีย์ในกระเพาะผ้าขี้ริ้ว

6.2 กากน้ำตาลช่วยลดการเป็นฝุ่นของอาหาร และช่วยให้อาหารจับเม็ดได้ดี สำหรับระดับของกากน้ำตาลที่ใส่ไว้ป้องกันฝุ่นในอาหารควรใส่ประมาณ ร้อยละ 10 ของอาหาร และไม่ควรผสมกากน้ำตาลในอาหารเกินระดับร้อยละ 15 เพราะหากผสมเกินจำนวน จะทำให้อาหารเหนียวยากต่อการนำไปใช้ นอกจากนี้ก็ยังพบว่าหากให้สูงกว่านี้ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของจุลินทรีย์จะต่ำด้วย

ก 4.3 ไขมัน

ไขมัน (Lipids หรือ Fats) คือสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของพืชและสัตว์ ไม่ละลายได้ในน้ำ ในการวิเคราะห์โดยประมาณนิยมใช้อีเทอร์เป็นสารละลาย เพื่อสกัดแยกไขมัน

สารประกอบพวกไขมัน บางครั้งมีธาตุอื่นเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย เช่น ธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัส ส่วนคาร์โบไฮเดรทไม่มีธาตุอื่นอยู่เลย สารประกอบพวกนี้เมื่ออยู่ในสภาพของเหลวที่อุณหภูมิปกติเรียกว่า น้ำมัน (oil) ได้แก่ น้ำมันมะพร้าว น้ำมันรำและน้ำมันพืชอื่น ๆ

หน้าที่ของไขมันในร่างกายสัตว์

1. ไขมันให้พลังงานแก่ร่างกายเหมือนคาร์โบไฮเดรท ไขมัน 1 กรัม จะให้พลังงานถึง 9 กิโลคาลอรี

2. ไขมันช่วยเป็นตัวกลางในการละลายและดูดซึมไวตามินพวกที่ละลายใน

ไขมัน (fatsoluble vitamines) ได้แก่ ไวตามินเอ ดี อี และไวตามินเค

3. ไขมันทำหน้าที่เป็นนวมป้องกันการกระเทือนของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย ทั้งนี้เพราะไขมันจะถูกสะสมตามรอบ ๆ ลำไส้และไต ซึ่งเป็นอวัยวะสำคัญ

4. ไขมันที่สะสมใต้ผิวหนัง ทำหน้าที่ป้องกันความหนาวจากภายนอก ทำให้ร่างกายอบอุ่นอยู่เสมอ ทั้งนี้เพราะไขมันมีคุณสมบัติเป็นฉนวนความร้อน

5. ไขมันช่วยให้การดูดซึมธาตุแคลเซียม เพื่อไปสร้างกระดูกและฟันเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

แหล่งของไขมันที่ใช้ผสมอาหารสัตว์

1. จากน้ำมันพืช เช่น น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว

2. จากน้ำมันสัตว์ เช่น ไขสัตว์ น้ำมันตับปลา

3. ไขมันเป็นส่วนประกอบของวัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ผสมอาหารสัตว์ เช่น ข้าวโพด ปลายข้าว กากเมล็ดปาล์ม ฯลฯ

ก 4.4 ยอดโภชนะย่อยทั้งหมด (Total Digestible Nutrient, TDN)

ยอดโภชนะย่อยได้ทั้งหมด คือ จำนวนพลังงานของโภชนะทุกชนิดในอาหาร หาได้โดยการนำค่าเปอร์เซนต์ความสามารถในการย่อยได้ (% digestibility) ของโภชนะแต่ละชนิดมารวมกัน ดังสมการ

$$\% \text{ TDN} = \%\text{โปรตีนย่อยได้} + \%\text{เยื่อใยย่อยได้} + \%\text{NFE ย่อยได้} + \%\text{ไขมันย่อยได้} \times 2.25$$

ค่าของพลังงานของโปรตีนย่อยได้ เยื่อใยย่อยได้ และ NFE ย่อยได้ มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ค่าพลังงานของไขมันย่อยได้มีค่ามากกว่าโภชนะ 3 ชนิดที่กล่าวมาแล้วถึง 2.25 เท่า ดังนั้นในสูตรการคำนวณหายอดโภชนะย่อยได้ทั้งหมดจึงต้องเอา 2.25 คูณด้วยเปอร์เซนต์ไขมันย่อยได้

โดยปกติแล้วเปอร์เซนต์ TDN ของวัตถุดิบจะแปรผกผันกับจำนวนเยื่อใยของวัตถุดิบนั้นกล่าวคือ วัตถุดิบที่มีเยื่อใยต่ำ เช่น ข้าวโพด มันสำปะหลัง จะมี TDN สูง 65-85 % ส่วนวัตถุดิบที่มีเยื่อใยสูง เช่น หญ้าแห้ง กากสับปะรด จะมี TDN ต่ำ 45-65 %

ก 4.5 ยูเรีย

ยูเรีย เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีน สามารถนำมาผสมอาหารเลี้ยงโค ซึ่งเป็นสัตว์กระเพาะรวม เพื่อลดจำนวนวัตถุดิบที่เป็นแหล่งโปรตีนให้น้อยลง ทำให้สามารถลดต้นทุนการผสมอาหารโคนมลงได้บ้าง ยูเรียเป็นสารประกอบที่มีลักษณะเป็นเกล็ดขาว ไม่มีกลิ่น มีสูตร N_2H_4CO และมีไนโตรเจนอยู่ 46.6 % แต่จำนวนไนโตรเจนที่

สามารถนำไปสร้างเป็นโปรตีนจริง ๆ มีประมาณร้อยละ 46

เนื่องจากยูเรียไม่มีโภชนะอย่างอื่นอยู่เลย ในการใช้ยูเรียในอาหารโคนมจึงต้องใช้ร่วมกับวัตถุดิบแหล่งพลังงานอื่น ๆ คือ วัตถุดิบที่มีแป้งและน้ำตาลอยู่ในปริมาณสูง ได้แก่ เมล็ดธัญญพืชพวกข้าวโพด ปลายข้าว รำ และสามารถใช้ร่วมกับกากน้ำตาลได้ดีด้วย วัตถุดิบพลังงานสูงเหล่านี้จะเป็นพลังงานของจุลินทรีย์ในกระเพาะผ้าขี้ริ้ว ทำให้สามารถใช้ประโยชน์จากยูเรียได้มากขึ้น ในทางกลับกันหากทำการผสมยูเรียลงในอาหาร โดยไม่มีแหล่งของพลังงานอยู่ในอาหารด้วย จะทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถใช้แก๊สแอมโมเนีย เพื่อสังเคราะห์โปรตีนได้หมด เมื่อแก๊สแอมโมเนียเหลืออยู่ในส่วนกระเพาะผ้าขี้ริ้วมากก็จะซึมเข้าสู่กระแสเลือด ทำให้เลือดเกิดสภาพความเป็นด่าง สัตว์ก็จะแสดงอาการยูเรียเป็นพิษ (urea toxicity) ทันที หลักเกณฑ์ในการใช้ยูเรียในอาหารสัตว์

7.1 การใช้ยูเรียต้องร่วมกับอาหารพลังงาน โดยผสมเป็นอาหารเข้มข้น โดยต้องใช้ยูเรียในปริมาณที่ไม่เกินร้อยละ 3 ของอาหาร

7.2 สูตรอาหารที่ประกอบด้วยยูเรีย ต้องมีอาหารพวกแป้งหรือน้ำตาลสูงประกอบควบคู่อยู่ด้วย เช่น ข้าวโพด กากน้ำตาล ฯลฯ

7.3 ในสูตรอาหารที่มียูเรียจะต้องเติมเกลือลงไปด้วย เพื่อเพิ่มความน่ากินของอาหาร โดยเพิ่มเกลือลงไปประมาณ 0.5 % ของอาหารทั้งหมด

7.4 อย่าใช้เมล็ดถั่วดิบ ๆ ประกอบในอาหารที่มียูเรียอยู่ด้วย ทั้งนี้เนื่องจากว่าเมล็ดถั่วให้น้ำย่อยชนิดหนึ่งอยู่คือ ยูเรียเอส (Ureaase) ซึ่งน้ำย่อยนี้จะย่อยยูเรียให้แตกตัวเป็นแอมโมเนีย (NH_3) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) การที่แอมโมเนียถูกปลดปล่อยออกมามาก ๆ ทำให้อาหารมีกลิ่นแอมโมเนีย สัตว์จะไม่กินอาหารหรือกินน้อยลง ถึงแม้ว่าสัตว์จะกินอาหารได้แต่ระดับโปรตีนในอาหารจะลดลง

7.5 จุดประสงค์ในการใช้ยูเรียก็เพื่อช่วยลดต้นทุนการผสมอาหารให้ต่ำลง ผู้ผสมอาหารจะใช้ยูเรียสำหรับเพิ่มระดับโปรตีนหรือใช้วัตถุดิบชนิดอื่น ก็ต้องทำการเปรียบเทียบต้นทุนโดยถือหลักว่า ราคาของยูเรียซึ่งมีธาตุไนโตรเจนอยู่ร้อยละ 46 จำนวน 1 ตัน รวมกับราคาของเมล็ดธัญญพืช 6.5 ตัน ต้องน้อยกว่าราคาของวัตถุดิบโปรตีน จำนวน 7.5 ตัน ถึงจะใช้ยูเรียได้ ซึ่งวัตถุดิบจำพวกธัญญพืชที่ใช้เทียบคือ ข้าวโพด และวัตถุดิบจำพวกโปรตีน คือ กากถั่วเหลืองซึ่งมีโปรตีนร้อยละ 44

ก 5 การคำนวณสูตรอาหาร

การเตรียมอาหารสำหรับโคนมให้มีคุณภาพดีและราคาไม่แพง เป็นสิ่งที่ต้องอาศัยความรู้ ความชำนาญพอสมควรนับตั้งแต่การคำนวณสูตรอาหาร การคัดเลือกวัตถุดิบมาใช้ผสมอาหาร อีกทั้งอาหารโคนมจะต้องมีคุณภาพดีตามที่ต้องการ โดยจะต้องคำนวณให้

มีปริมาณโภชนะต่าง ๆ เพียงพอและสมดุลย์ นอกนั้นอาหารที่ผสมจะต้องมีรสชาดอร่อยสัตว์ชอบกินด้วย

สิ่งที่ต้องทราบก่อนการคำนวณสูตรอาหารมี 2 อย่าง คือ

1. ความต้องการโภชนะของสัตว์ (Nutrient requirement) มาตรฐานที่ใช้ในการคำนวณสูตรอาหารข้นที่นิยมใช้ในเมืองไทย สำหรับโคกำลังรีดนม คือ

(1) ปริมาณโปรตีนรวมในอาหารข้น มีค่าระหว่าง 16-18 %

(2) ปริมาณไขมันในอาหารข้นมีค่าไม่มากกว่า 5 %

(3) ปริมาณเยื่อใยในอาหารข้นมีค่าไม่มากกว่า 15 %

(4) ยอดโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) มีค่าระหว่าง 70-75 %

(5) แร่ธาตุในอาหารข้นมีค่าประมาณ 4 %

โดยที่แร่ธาตุอาหารข้นจะประกอบด้วย เกลือป่น (salt) กระดูกป่น (bone meal) กำมะถัน (sulpher) แร่ธาตุปลีกย่อย (mineral premix) จุนสี (copper sulphate) และไวตามินเอดี 3 (AD3) เป็นต้น ปริมาณโภชนะในอาหารเข้มข้นดับกล่าวจะแตกต่างกันไปบ้างสำหรับโครุ่น (รอคลอด) และลูกโค (แรกเกิดจนถึง 4 เดือน)

2. ส่วนประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่ใช้ผสมอาหาร ผู้คำนวณสูตรอาหารจะต้องทราบว่า วัตถุดิบที่ใช้ผสมอาหารทุกชนิดมีเปอร์เซ็นต์โภชนะต่าง ๆ จำนวนเท่าไร เช่นทราบเปอร์เซ็นโปรตีนย่อยได้ ยอดโภชนะย่อยได้ทั้งหมด เกลือแร่ที่สำคัญ การเลือกใช้วัตถุดิบนับเป็นสิ่งสำคัญในการผสมอาหาร เพราะเกี่ยวข้องกับคุณภาพและต้นทุนการผลิตโดยตรง ลักษณะวัตถุดิบที่ควรเลือกมาผสมอาหารสัตว์คือ

(1) เป็นวัตถุดิบที่มีราคาถูกมีโภชนะต่าง ๆ สูง ทั้งด้านปริมาณและคุณภาพ

(2) หาได้ง่ายและหาได้ตลอดปี ไม่ควรเลือกใช้วัตุดิบที่มีเฉพาะฤดูกาล

(3) อยู่ในระดับใช้ได้เลย ไม่ต้องเสียเวลาในการเตรียมอีก

(4) มีความพองตัว หรือน่ากิน เมื่อผสมในสูตรอาหารแล้ว

(5) ในการผสมอาหารควรใช้วัตถุดิบหลายชนิดเข้าผสม เพราะในอาหารจะได้มีโภชนะครบถ้วนสมดุลย์

ก 6 การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณสูตรอาหาร

การคำนวณสสูตรอาหารด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง (Line Programming) เป็นการเทคนิคทางคณิตศาสตร์เข้ามาช่วยในการเลือกใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งมีส่วนประกอบทางโภชนะและราคาต่างๆ กัน มาผสมกันให้ได้สารอาหารต่าง ๆ ตามความต้องการ พร้อมทั้งมีราคาต่ำสุด (Least cost ration) สูตรอาหารผสมที่ได้จากการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง จะได้ผลดีเพียงไรขึ้นอยู่กับ

- ปริมาณสารอาหาร และข้อกำหนดที่ตั้งไว้สำหรับสูตรอาหารนั้น
- ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ใช้
- ราคาของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีอยู่
- ความรู้ความชำนาญในการกำหนดความน่ากินของวัตถุดิบ โดยโปรแกรมเชิงเส้น

ในการคำนวณสูตรอาหารโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นนี้ จุดสำคัญคือ การสร้างสมการเพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณหาสูตรอาหารที่ต้องการ ถ้าสมการที่สร้างขึ้นผิดพลาดจะทำให้ผลคำนวณที่ได้ผิดพลาดไปด้วย ก่อนจะสร้างสมการจะขอกำหนดชื่อตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

n = จำนวนชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์

aij = จำนวนหน่วยของสารอาหารชนิดที่หนึ่ง i ในวัตถุดิบชนิดที่ j 1 หน่วย

bi = จำนวนหน่วยที่สัตว์ต้องการของสารอาหารชนิดที่ i

cj = ราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบชนิดที่ j

Xj = จำนวนหน่วยของวัตถุดิบชนิดที่ j

Z = ราคาอาหารผสมทั้งหมดที่ใช้

หมายเหตุ - ค่า bi อาจกำหนดเป็นช่วงก็ได้ เนื่องจากปริมาณที่สัตว์ต้องการของสารอาหารสามารถผันแปรได้ปริมาณหนึ่ง

- ค่า Xj ควรกำหนดให้อยู่ในช่วงที่ไม่มากเกินไปที่จะก่อให้เกิดพิษหรือความผิดปกติอื่น ๆ

จากตัวแปรข้างต้น สามารถนำมาสร้างสมการวัตถุประสงค์ได้คือ

$$Z = C1X1 + C2X2 + \dots\dots\dots CjXj + \dots\dots\dots + CnXn$$

โดยที่ Z ต้องเป็นค่าต่ำที่สุด

และสามารถนำมาสร้างสมการข้อจำกัดได้ดังนี้

$$ai1X1 + ai2X2 + \dots\dots\dots + aijXj + \dots\dots\dots + ainXn \; O \; bi$$

< 0 หมายถึง > . < หรือ= >

โดยที่ X1 , X2 , ..., Xj มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับศูนย์

เมื่อได้สร้างสมการข้างต้นเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปก็คือ วิธีการแก้ปัญหาโปรแกรม ซึ่งก็ได้มีการพัฒนาเรื่อยมาจนกระทั่งปัจจุบันมีวิธีหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับกันว่าเป็นวิธีที่เหมาะสมในการแก้ปัญหามากที่สุด คือ วิธซิมเพลคซ์ (Simplex method) ซึ่งจะให้ผลลัพธ์เป็นสูตรอาหารที่มีต้นทุนต่ำที่สุดและมีสารอาหารต่าง ๆ ครบถ้วนตามที่สัตว์นั้น ๆ ต้องการ

วิธีซิมเพลคซ์เป็นวิธีการคำนวณเพื่อหาคำตอบโดยทำเป็นระบบย้อนซ้ำ

(Iteration)จนกว่าจะได้จุดที่เหมาะสมตามต้องการ โดยใช้ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 เลือกตัวแปรเข้า basis (Entering Varible) คือการเลือกตัวแปร non-basis ให้เป็น basis โดยดูจากสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่ติดลบมากที่สุดในกรณีที่ต้องการหาค่าสูงสุด หรือดูจากสัมประสิทธิ์ของตัวแปรที่มีค่าบวกมากที่สุดในกรณีที่ต้องการหาค่าต่ำสุด แต่ถ้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการเป็นหมายเป็นบวกในกรณีที่ต้องการหาต่าสูงสุด หรือเป็นลบในกรณีที่หาค่าต่ำสุดหรือเป็นศูนย์แล้ว แสดงว่าถึงจุดที่เหมาะสมไม่ต้องทำต่อไปอีก

ขั้นที่ 2 เลือกตัวแปรออกจาก basis ด้วยการหาอัตราส่วนของคำตอบปัจจุบัน กับสัมประสิทธิ์ของตัวที่จะเข้า basis ที่เลือกไว้แล้วในขั้นที่ 1 (ไม่ต้องคำนึงถึงสัมประสิทธิ์ที่เป็นลบหรือเป็นศูนย์) เลือกอัตราส่วนที่ต่ำที่สุด อัตราส่วนต่ำสุดของตัวแปร basis อยู่ที่ตัวใด แสดงว่าตัวนั้นจะต้องออกจาก basis

ขั้นที่ 3 เปลี่ยน basis ด้วยการสับเปลี่ยนตำแหน่งกันระหว่างตัวแปรที่จะเข้า และตัวแปรที่จะออกจาก basis ด้วยการคำนวณโดยยึดตามแนวนอน (row operation)

ขั้นที่ 4 ให้กลับไปทพที่ 1,2 และ 3 ต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งถึงจุดที่เหมาะสม ดังรูปที่ 1

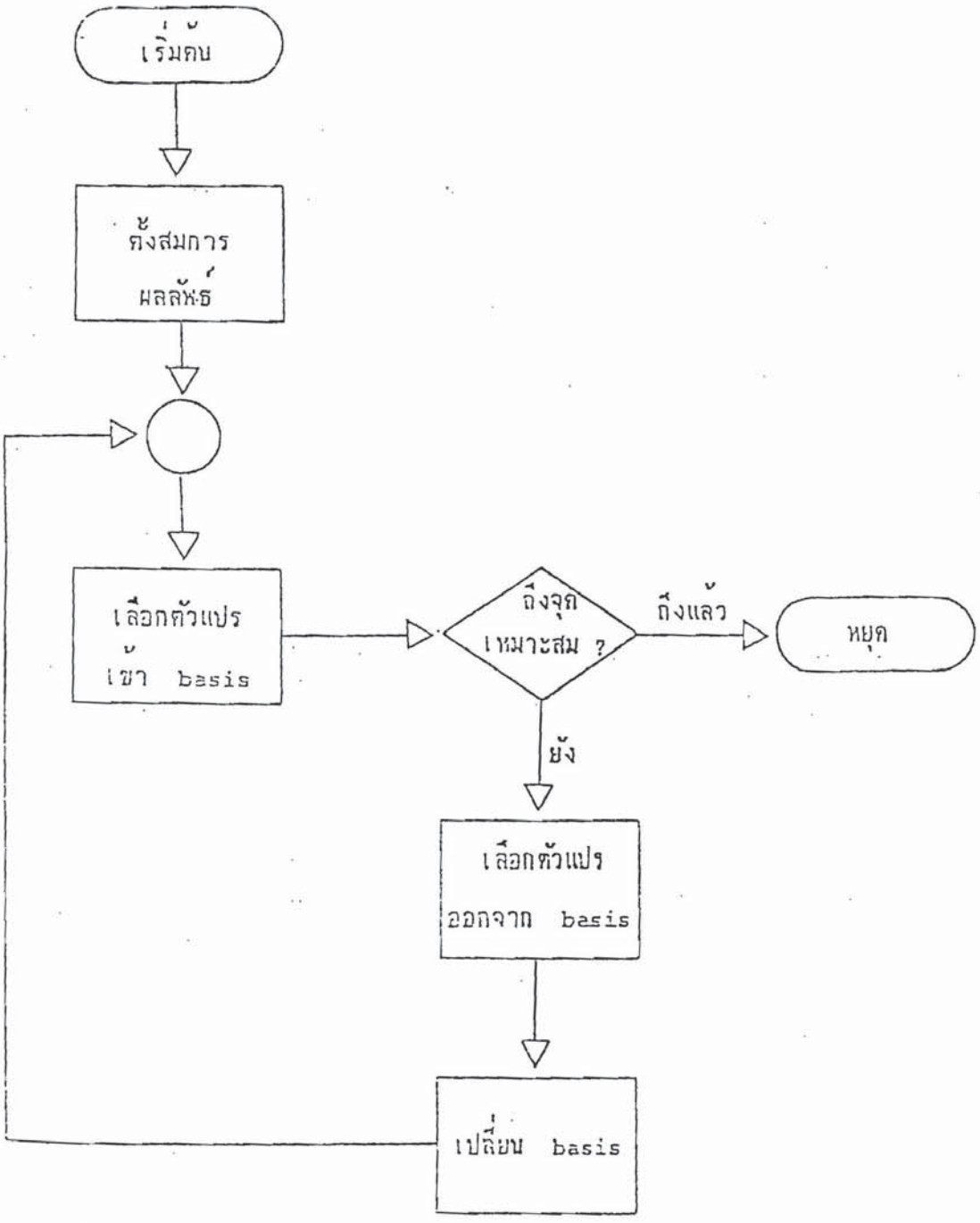
ในการคำนวณหาสูตรอาหารผสมโดยใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรง สำหรับการใช้งานนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 16 บิท คือ เครื่อง IBM โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้งาน คือ โปรมแกรมเวิร์ดสตาร์ (Wordstar) ซึ่งจะใช้สำหรับการป้อนข้อมูลที่เป็นสมการวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัดจากนั้นจึงใช้โปรแกรมสำเร็จรูปลินโด (Lindo) ในการวิเคราะห์ สมการวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัด เพื่อหาคำตอบที่เหมาะสม (optimum solution)

การเตรียมข้อมูลที่เป็นสมการวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัด โดยใช้โปรแกรมเวิร์ดสตาร์เขียนสมการวัตถุประสงค์ ซึ่งต้องเขียนสมการวัตถุประสงค์เป็นบรรทัดแรก กล่าวคือ ถ้าต้องการหาคำตอบดุตมะที่ทำให้สมการวัตถุประสงค์คือ 2X + 3Y ให้ค่าสูงสุด จะเขียนบรรทัดแรกได้ดังนี้

MAX 2X + 3Y

โดยมีเงื่อนไขดังนี้ คือ

- MAX หรือ MAXIMUM จะเป็นวัตถุประสงค์ที่จะหาค่าสูงสุดของสมการวัตถุประสงค์และต้องเป็นคำสั่งแรกสุดเท่านั้น
- ในกรณีที่ต้องการหาค่าต่ำสุดของสมการวัตถุประสงค์ ให้ใช้คำว่า MIN หรือ MINIMUM แทน
- ตัวแปรในที่นี้ คือ X และ Y ทั้งนี้ตัวแปรสามารถจะมีได้ตั้งแต่ 1 ถึง 8



รูปที่ 1 แสดงขั้นตอนของซิมเพลกซ์

อักขระที่เป็นตัวอักษรผสมกับตัวเลขได้ แต่ตัวแปรจะต้องเริ่มขึ้นต้นด้วยตัวอักษรเท่านั้น

- เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในสมการวัตถุประสงค์ จะเป็นบวก (+) หรือลบ (-) เท่านั้น

- ระหว่างคำสั่งวัตถุประสงค์ (MAX หรือ MIN) ตัวแปรและเครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ จะต้องเว้นช่องว่างอย่างน้อย 1 ช่อง เพื่อแยกความแตกต่าง ทั้งนี้ภายในชื่อตัวแปรใด ๆ ก็ตาม ห้ามมิให้มีช่องว่างภายในชื่อตัวแปรนั้น ๆ

ง. ในการเขียนสมการวัตถุประสงค์ ความยาวของสมการดังกล่าว จะต้องไม่เขียนเลยคอลัมน์ที่ 72 เพราะข้อความที่ยาวเกินไปจะถูกตัดออกทันทีโดยโปรแกรม Lindo ทำให้ได้สมการที่ไม่เป็นไปตามต้องการ

จ. ค่าสัมประสิทธิ์หน้าตัวแปรไม่อนุญาตให้เขียนในรูปยกกำลัง เช่น 0.258E + 29 แต่สามารถมีค่าเป็นทศนิยมได้ โดยเครื่องจะเก็บค่าสัมประสิทธิ์ดังกล่าวให้มีเลขนัยสำคัญประมาณ 6.5 ตำแหน่ง

หลังจากจบสมการวัตถุประสงค์แล้ว บรรทัดที่ 2 ให้พิมพ์คำว่า ST หรือ SUBJECT TO ซึ่งจะเป็นคำสั่งที่จะบอกให้เครื่องทราบว่าบรรทัดต่อ ๆ ไป จากนี้เป็นสมการข้อจำกัด

ตั้งแต่บรรทัดที่ 3 เป็นไปจะเป็นสมการข้อจำกัด เช่น

```
4X  +  5Y  <  9
7X  +  6Y  <  13
```

เครื่องหมายทางคณิตศาสตร์ที่แสดงถึงสมการ คือเครื่องหมายเท่ากับ (=) หรือแสดงถึงสมการ เช่น เครื่องหมายมากกว่า (>) หรือเครื่องหมายน้อยกว่า (<) ในการวิเคราะห์นั้น เครื่องหมายมากกว่า โปรแกรม LINDO จะเปลี่ยนให้เป็นเครื่องหมายมากกว่าเท่ากับ (>=) แทน และเครื่องหมายน้อยกว่าก็จะเปลี่ยนเป็นน้อยกว่าเท่ากับ (<=) แทน เมื่อหมดสมการข้อกำหนดแล้ว ให้ขึ้นบรรทัดใหม่พิมพ์คำว่า END ซึ่งเป็นคำสั่งจบสิ้นของข้อมูลทั้งหมด เพื่อบอกให้เครื่องรอรับคำสั่งทำงานต่อไป ทั้งนี้จำนวนตัวแปรทั้งหมดที่ใช้จะต้องมีได้ไม่เกิน 119 ตัว และจำนวนสมการวัตถุประสงค์รวมกับสมการข้อจำกัดต้องมีไม่เกิน 59 สมการ

ดังนั้น เมื่อเสร็จสิ้นการป้อนข้อมูลแล้ว เราจะได้รูปแบบดังนี้คือ

```
MAX 2X  +  3Y
ST
4X  +  5Y  <  9
7X  +  6Y  <  13
END
```

เป็นการเสร็จสิ้นการเก็บข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูปเวิร์ดสตาร์

การวิเคราะห์หาคำตอบที่เหมาะสม ของสมการวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัด

ในการใช้โปรแกรม LINDO ภายในโปรแกรมจะมีคำสั่งใช้งานต่าง ๆ ซึ่งสามารถดูได้โดยใช้คำสั่ง COM ซึ่งเครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงผลดังนี้

```
COM
LINDO  COMMANDS  BY  CATEGORY.  FOR  INFORMATION
 ON  A  SPECIFIC  COMMAND,  TYPE:  HELP  FOLLOWED
 THE  COMMAAND  NAME.
 1)  INFORMATIO
      HELP     COM     CAT
 2)  INPUT
      MAX     MIN      RETR     TAKE      LEAV
 3)  DISPLAY
      PIC    TABL    LOOK     NONZ     SHOC     SOLU     RANGE  BPIC
 4)  FILE  OUTPUT
      SAVE     DIVE    RVRT     SDBC
 5)  SOLUTION
      GO    PIV
 6)  PROBLEM  EDITTING
      ALT  EXT     DEL     SUB     APPC
 7)  QUIT
      QUIT
 8)  INTEGER, QUADRATIC, AND  PARAMETRIC  PROGRAMS
      INT    PARA     BIP
 9)  CONVERSATIONAL  PARAMETERS
      WIDTH     TERS     VERB     BAT     PAGE
10)  USER  SUPPLIED  ROUTINES
11)  MISCELLANEOUS
      INV    STAT
```

ซึ่งรายละเอียดของคำสั่งต่าง ๆ สามารถที่จะดูได้โดยใช้คำสั่ง HELP ตามด้วยชื่อคำสั่งนั้น สำหรับคำสั่งที่ใช้งานพอสรุปได้ตามลำดับการใช้งานดังนี้คือ

ขั้นตอนนำข้อมูลเข้ามาวิเคราะห์ในโปรแกรม LINDO

คำสั่ง TAKE (TAKE COMMAND)

เป็นคำสั่งที่ใช้เรียกแฟ้มข้อมูลที่เขียนโดยโปรแกรมเวิร์ดสตาร์ เพื่อเข้ามาทำการวิเคราะห์ในโปรแกรม LINDO โดยที่เก็บชื่อแฟ้มข้อมูลในรูปแบบดังนี้คือ ชื่อ.TAK ซึ่งข้อมูลจะถูกเก็บในรูปรหัสเอสกี้ (ASCII code)

คำสั่ง RETR (RETRIEVE COMMAND)

เป็นคำสั่งที่ใช้เรียกแฟ้มข้อมูล ในกรณีที่เขียนสมการวัตถุประสงค์และสมการข้อจำกัดในโปรแกรมของ LINDO แล้วใช้คำสั่ง SAVE ในโปรแกรม LINDO ที่มีรูปแบบดังนี้ SAVE ชื่อ.RET การเก็บแฟ้มข้อมูลโดยคำสั่ง SAVE ในโปรแกรม LINDO จะทำให้ข้อมูลที่เก็บอยู่ในรูปรหัสฐาน 2 (Binary Code)

ขั้นตอนการตรวจทานข้อมูลก่อนทำการวิเคราะห์

คำสั่ง PAGE (PAGE COMMAND)

เป็นคำสั่งที่ใช้กำหนดจำนวนบรรทัดที่ต้องการแสดงผลบนจอภาพ โดยปกติจะให้แสดงผลบนจอครั้งละ 24 บรรทัด เพื่อสะดวกในการดูผลบนจอภาพ และสามารถดูผลต่อไปโดยกดแป้นรับคำสั่ง (Carriage return) รูปแบบคำสั่งที่ใช้คือ PAGE 24 ในกรณีที่ไม่ใช้คำสั่ง PAGE เครื่องจะแสดงผลต่อเนื่องไปจนหมด การหยุดดูผลชั่วคราวสามารถใช้คำสั่ง Control S ได้

คำสั่ง LOOK (LOOK COMMAND)

เป็นคำสั่งเพื่อครวจดูสมการต่าง ๆ ที่จะวิเคราะห์อีกครั้งเพื่อให้แน่ใจ โดยปกติจะตรวจดูสมการทั้งหมด ซึ่งรูปแบบที่ใช้คือ LOOK ALL ในกรณีที่ต้องการดูสมการใดสมการหนึ่งก็ให้ระบุลำดับที่ของสมการที่ต้องการตามหลัง LOOK

ขั้นตอนในการวิเคราะห์

คำสั่ง GO (GO COMMAND)

เป็นคำสั่งที่ให้เริ่มทำการวิเคราะห์ หลังจากวิเคราะห์แล้วเครื่องจะบอกคำตอบอุตมะ (OPTIMAL SOLUTION) ของสมการวัตถุประสงค์ที่สอดคล้องกับข้อจำกัด โดยจะแสดงค่าของตัวแปรที่ทำให้สมการวัตถุประสงค์ได้ผลดีที่สุด และส่วนลดของสัมประสิทธิ์ในคอลัมน์ Reduce cost ของตัวแปรที่ไม่ใช่ตัวแปรฐาน (non basis variable) ซึ่งถ้าค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรดังกล่าวลดลงน้อยกว่าค่าที่แสดง ตัวแปรนั้นก็จะเข้าเป็นตัวแปรฐาน (basis variable)

นอกจากนี้ยังได้แสดงถึงส่วนขาด (Slack) หรือส่วนเกิน (Surplus) ของสมการข้อจำกัด และการเปลี่ยนแปลงค่าคำตอบอุตมะต่อการเปลี่ยนทรัพยากร (ค่าทางด้านขวาของสมการข้อจำกัด) 1 หน่วย ซึ่งเป็นค่า Dual price เมื่อจอภาพแสดงผลดังกล่าวแล้วจะบอกจำนวนครั้งที่วิเคราะห์ซ้ำพร้อมทั้งถามความต้องการที่จะวิเคราะห์ขอบเขตที่สัมประสิทธิ์ของตัวแปรในสมการวัตถุประสงค์ ที่จะยอมให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ โดยที่ตัวแปรฐานไม่เปลี่ยนไป

ขั้นตอนการเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์

การเก็บผลลัพธ์เฉพาะส่วนที่เป็นค่าตัวแปรที่ให้ค่าคำตอบที่เหมาะสม สามารถใช้คำสั่ง SDBC (SAVE IN DATA BASE FORMAT A COLUMN REPORT) รูปแบบคำสั่ง คือ SDBC ชื่อ แฟ้ม .SDB

หรือจะเก็บข้อมูลผลลัพธ์ทั้งหมดลงในแผ่นแม่เหล็ก โดยใช้แฟ้มชุดคำสั่งที่เขียนขึ้นด้วยโปรแกรมเวิร์ดสตาร์ โดยใช้รูปแบบชื่อแฟ้มดังนี้คือ ชื่อ .COM

```
DIVE
ชื่อแฟ้มผลลัพธ์.DIV
RETR ชื่อแฟ้มข้อมูล.RET
LOOK ALL
GO
YES
RVRT
LEAV
```

การเก็บผลลัพธ์ทั้งหมดลงในแผ่นแม่เหล็ก จะสามารถใช้แฟ้มชุดคำสั่งได้ก็ต่อเมื่อ แฟ้มข้อมูลที่เป็นสมการต่าง ๆ ถูกสั่งเก็บลงในแผ่นแม่เหล็ก โดยคำสั่ง SAVE ของโปรแกรม LINDO รูปแบบคำสั่งคือ SAVE ชื่อแฟ้มข้อมูล .RET ดังนั้นในกรณีที่แฟ้มข้อมูลถูกเขียนโดยโปรแกรมเวิร์ดสตาร์ จะต้องใช้คำสั่ง TAKE อ่านข้อมูลเข้าโปรแกรม LINDO แล้วเก็บข้อมูลลงแผ่นแม่เหล็กใหม่โดยใช้คำสั่ง SAVE ชื่อ .RET

ความหมายของคำสั่งในแฟ้มชุดคำสั่งมีดังนี้ คือ

คำสั่ง DIVE (DIVert COMMAND)

จะเป็นคำสั่งบอกให้เครื่องเก็บผลลัพธ์ลงในแฟ้มข้อมูลที่มีชื่อแฟ้มข้อมูล ดังแสดงในบรรทัดถัดมา โดยใช้นามสกุลของแฟ้มผลลัพธ์เป็น DIV เพื่อบอกให้รู้ว่าเป็นแฟ้มผลลัพธ์ที่ได้จากคำสั่ง DIVE หลังจากบอกให้เครื่องเตรียมแฟ้มผลลัพธ์แล้ว ในบรรทัด RETR ชื่อแฟ้มข้อมูล .RET จะเป็นการเรียกแฟ้มข้อมูลที่ต้องการมาใช้ และเก็บข้อมูลทั้งหมดที่จะวิเคราะห์ด้วยคำสั่ง LOOK ALL แล้วให้ทำการวิเคราะห์โดยใช้คำสั่ง GO คำสั่ง YES ซึ่งเป็นคำสั่งให้เครื่องแสดงผลการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของค่าสัมประสิทธิ์และค่าทรัพยากร

คำสั่ง RVRT (REVERT COMMAND)

เป็นคำสั่งบอกให้เครื่องเสร็จสิ้นการเก็บผลลัพธ์ลงในแผ่นแม่เหล็ก

คำสั่ง LEAV (LEAVE COMMAND)

จะเป็นคำสั่งบอกการเลิกใช้แฟ้มชุดคำสั่ง และกลับเข้าสู่ภาวะการทำงานในโปรแกรม LINDO ใหม่ การเรียกใช้แฟ้มชุดคำสั่งในโปรแกรม LINDO สามารถเรียกได้ด้วยคำสั่ง TAKE และเมื่อเสร็จสิ้นการทำงานแล้วก็สามารถออกจากโปรแกรม LINDO ได้

โดยใช้คำสั่ง QUIT และการดูผลลัพธ์ที่เก็บไว้ได้โดยใช้ คำสั่ง TYPE ตามด้วยชื่อแฟ้มที่ต้องการ

ก 7 ผลการศึกษา

การจัดการสูตรอาหารของโคนมนี้ ได้ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับโภชนะของอาหารโคนมที่ได้จากองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ฟาร์มโคนมไทยเดนมาร์ก จังหวัดสระบุรีและฟาร์มโคนมหนองโพ จังหวัดราชบุรี ซึ่งเลี้ยงโคนมพันธุ์โฮลสไตน์เหมือนกัน การวิเคราะห์หาสูตรอาหารคุ้มต้นทุนต่ำสุดที่โคนมยอมกิน และได้ยอดโภชนะตรงตามมาตรฐาน จะวิเคราะห์เฉพาะโคนมที่กำลังรีดนมเท่านั้น

มาตรฐานอาหารโคนมที่ใช้เป็นสมการข้อจำกัด คือ

1. ปริมาณโปรตีนรวมในอาหารข้นมีค่าระหว่าง 16-18 %
2. ปริมาณไขมันในอาหารข้นมีค่าน้อยกว่า 5 %
3. ปริมาณเยื่อใยในอาหารข้นมีค่าน้อยกว่า 15 %
4. ยอดโภชนะย่อยได้ทั้งหมด (TDN) มีค่าระหว่าง 70-75 %
5. แร่ธาตุในอาหารข้นมีค่าประมาณ 4 %

สำหรับอาหารที่นิยมใช้สำหรับโคนมของฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ก ดังสรุปในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ข้อมูลของฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ก

ชื่อตัวแปร	ชื่อวัตถุดิบ	% โปรตีน	% ไขมัน	% เยื่อใย	% TDN	ราคา(บาท/กก.)	ข้อจำกัดในการใช้
X1	กากฝ้าย	38	6.0	11	74	3.30	< 30
X2	กากนุ่น	30	6.0	22	65	2.70	< 30
X3	รำถั่วเขียว	22	6.0	19	70	2.90	> 10
X4	กากยาง	13	5.0	38	75	2.15	< 25
X5	รำละเอียด	12	18	6	78	2.60	-
X6	มันเส้น	2	0.6	2	90	2.55	> 5
X7	กากน้ำตาล	2	-	-	90	1.80	2-7
X8	กระถิน	14	5.0	10	64	2.55	> 10
X9	ข้าวโพด	8	4.0	17	88	2.64	-
X10	กากปาล์ม	7	10	21	74	2.04	< 25
X11	รำหยาบ	6	3.5	25	60	2.26	-
X12	รำสกัดน้ำมัน	15	2.0	10	75	2.20	-
X13	กากถั่วเหลือง	44	3.0	6	75	7.3	-
X14	แร่ธาตุ	-	-	-	-	2.64	= 4

หมายเหตุ เปอร์เซนต์สารอาหารและราคาต่อหน่วยของวัตถุดิบ เมื่อเดือนสิงหาคม 2529

ข้อจำกัดในการใช้ที่แสดงในตาราง จะพิจารณาถึงความน่ากินของอาหาร ยกเว้นกากน้ำตาลที่ใช้ปริมาณมากกว่า 2 % เนื่องจากช่วยให้อาหารข้นเป็นเม็ดดีขึ้นไม่เกิดฝุ่นมากนัก และเปอร์เซนต์ดังกล่าวต้องไม่มากกว่า 7 % เพราะจะทำให้อาหารชื้นและมีกลิ่นส่วนกระถินหากใช้ปริมาณมากกว่า 10 % แล้ว จะทำให้เกิดพิษได้

สมการข้อจำกัดที่ต้องพิจารณาเพิ่มในการวิเคราะห์ คือ ปริมาณอาหารที่ใช้จะต้องรวมกันครบ 100 % เสมอ ซึ่งแสดงในสมการที่ 8 ของการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

```
MIN       3.3 X1 + 2.7 X2 + 2.9 X3 + 2.15 X4 + 2.6 X5 + 2.55 X6 + 1.8 X7
      + 2.55 X8 + 2.64 X9 + 2.04 X10 + 2.25 X11 + 2.2 X12 + 7.3 X13
      + 2.67 X14
SUBJECT TO
        2)    38 X1 + 30 X2 + 22 X3 + 13 X4 + 12 X5 + 2 X6 + 2 X7 + 14 X8
      + 8 X9 + 7 X10 + 6 X11 + 15 X12 + 44 X13 >=    1600
        3)    38 X1 + 30 X2 + 22 X3 + 13 X4 + 12 X5 + 2 X6 + 2 X7 + 14 X8
      + 8 X9 + 7 X10 + 6 X11 + 15 X12 + 44 X13 <=    1800
        4)    6 X1 + 6 X2 + 5.8 X3 + 5 X4 + 18 X5 + 0.6 X6 + 5 X8 + 4 X9
      + 10 X10 + 3.5 X11 + 2 X12 + 3 X13 <=    500
        5)    11 X1 + 22 X2 + 19 X3 + 38 X4 + 6 X5 + 2 X6 + 10 X8 + 1.7 X9
      + 21 X10 + 25 X11 + 10 X12 + 6 X13 <=    1500
        6)    74 X1 + 65 X2 + 70 X3 + 75 X4 + 78 X5 + 90 X6 + 90 X7 + 64 X8
      + 80 X9 + 74 X10 + 60 X11 + 75 X12 + 75 X13 >=    7000
        7)    74 X1 + 65 X2 + 70 X3 + 75 X4 + 78 X5 + 90 X6 + 90 X7 + 64 X8
      + 80 X9 + 74 X10 + 60 X11 + 75 X12 + 75 X13 <=    7500
        8)    X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12
      + X13 + X14 =     100
        9)    X1 <=    30
       10)    X2 <=    30
       11)    X3 >=    10
       12)    X4 <=    25
       13)    X6 >=    5
       14)    X7 <=    7
       15)    X8 <=    10
       16)    X10 <=    25
       17)    X14 =     4
END
```

```
 DO RANGE(SENSITIVITY) ANALYSIS?
? YES
```

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	3.300000	INFINITY	.333333
X2	2.700000	.217391	.038461
X3	2.900000	INFINITY	.466667
X4	2.150000	INFINITY	.016667
X5	2.600000	INFINITY	.500000
X6	2.550000	INFINITY	.783333
X7	1.800000	INFINITY	.033333
X8	2.550000	INFINITY	.383333
X9	2.640000	INFINITY	.673333
X10	2.040000	INFINITY	.106667
X11	2.250000	INFINITY	.350000
X12	2.200000	.014706	.625000
X13	7.300000	INFINITY	4.133333
X14	2.670000	INFINITY	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1600.000000	182.500000	155.000000
3	1800.000000	INFINITY	200.000000
4	500.000000	INFINITY	235.666700
5	1500.000000	INFINITY	366.000000
6	7000.000000	121.666700	INFINITY
7	7500.000000	INFINITY	378.333300
8	100.000000	4.450980	1.431373
9	30.000000	INFINITY	30.000000
10	30.000000	INFINITY	19.666670
11	10.000000	22.142860	10.000000
12	25.000000	INFINITY	25.000000
13	5.000000	22.692310	5.000000
14	7.000000	INFINITY	7.000000
15	10.000000	INFINITY	10.000000
16	25.000000	INFINITY	25.000000
17	4.000000	1.431373	4.000000

```
GO
    LP OPTIMUM FOUND  AT STEP     16

        OBJECTIVE FUNCTION VALUE

 1)          235.796700

VARIABLE           VALUE          REDUCED COST
      X1          .000000          .333333
      X2        10.333330          .000000
      X3        10.000000          .000000
      X4          .000000          .016667
      X5          .000000          .500000
      X6         5.000000          .000000
      X7          .000000          .033333
      X8          .000000          .383333
      X9          .000000          .673333
     X10          .000000          .106667
     X11          .000000          .350000
     X12        70.666670          .000000
     X13          .000000         4.133333
     X14         4.000000          .000000

   ROW        SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
     2)           .000000          -.033333
     3)         200.000000          .000000
     4)         235.666700          .000000
     5)         366.000000          .000000
     6)         121.666700          .000000
     7)         378.333300          .000000
     8)           .000000         -1.700000
     9)          30.000000          .000000
    10)          19.666670          .000000
    11)           .000000          -.466667
    12)          25.000000          .000000
    13)           .000000          -.783333
    14)          7.000000          .000000
    15)          10.000000          .000000
    16)          25.000000          .000000
    17)           .000000          -.970000

NO. ITERATIONS=       16
```

ผลการศึกษาพบว่า ราคาอาหารสัตว์ที่จะผสมตามสูตร 1 คือ 235.80 บาท/100 กก. ซึ่งจะต้องใช้รำสกัดน้ำมันในปริมาณมากถึง 70.67 % ปัญหาคือ ปริมาณสารเกลือแร่หรือไวตามินในสูตรอาหารได้ไม่ครบถ้วนและการใช้วัตถุดิบชนิดนี้มากเกินไป ก็อาจมีปัญหาในการซื้อและการเก็บรักษา จึงได้ทำการกำหนดข้อจำกัดในการใช้ใหม่ เพื่อให้ใช้วัตถุดิบชนิดใดชนิดหนึ่งไม่มากจนเกินไป โดยปกติไม่ควรเกิน 25 % ซึ่งเป็นขอบเขตสูงสุดของวัตถุดิบ และได้เปลี่ยนข้อจำกัดในการใช้ของวัตถุดิบบางตัว ทั้งนี้โดยพิจารณาถึงความอ่อนไหวของต้นทุน (DUAL PRICE) ที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งก่อน เพื่อไม่ให้ราคาต้นทุนต่ำสุดเพิ่มมากเกินไป ผลการวิเคราะห์หลังจากการปรับสมการข้อจำกัดในการใช้แล้ว ซึ่งจะได้ผลดังนี้

```
MIN      3.3 X1 + 2.7 X2 + 2.9 X3 + 2.15 X4 + 2.6 X5 + 2.55 X6 + 1.8 X7
     + 2.55 X8 + 2.64 X9 + 2.04 X10 + 2.25 X11 + 2.2 X12 + 7.3 X13
     + 2.67 X14
SUBJECT TO
       2)    38 X1 + 30 X2 + 22 X3 + 13 X4 + 12 X5 + 2 X6 + 2 X7 + 14 X8
     + 8 X9 + 7 X10 + 6 X11 + 15 X12 + 44 X13 >=    1600
       3)    38 X1 + 30 X2 + 22 X3 + 13 X4 + 12 X5 + 2 X6 + 2 X7 + 14 X8
     + 8 X9 + 7 X10 + 6 X11 + 15 X12 + 44 X13 <=    1800
       4)    6 X1 + 6 X2 + 5.8 X3 + 5 X4 + 18 X5 + 0.6 X6 + 5 X8 + 4 X9
     + 10 X10 + 3.5 X11 + 2 X12 + 3 X13 <=    500
       5)    11 X1 + 22 X2 + 19 X3 + 38 X4 + 6 X5 + 2 X6 + 10 X8 + 1.7 X9
     + 21 X10 + 25 X11 + 10 X12 + 6 X13 <=    1500
       6)    74 X1 + 65 X2 + 70 X3 + 75 X4 + 78 X5 + 90 X6 + 90 X7 + 64 X8
     + 88 X9 + 74 X10 + 60 X11 + 75 X12 + 75 X13 >=    7000
       7)    74 X1 + 65 X2 + 70 X3 + 75 X4 + 78 X5 + 90 X6 + 90 X7 + 64 X8
     + 88 X9 + 74 X10 + 60 X11 + 75 X12 + 75 X13 <=    7500
       8)    X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12
     + X13 + X14 =     100
       9)    X1 <=    30
      10)    X2 <=    30
      11)    X3 >=    10
      12)    X4 <=    25
      13)    X5 >=    10
      14)    X6 >=    5
      15)    X7 >=    2
      16)    X7 <=    7
      17)    X8 <=    10
      18)    X10 <=    25
      19)    X12 <=    30
      20)    X13 <=    25
      21)    X14 =     4
END
```

```
GO
    LP OPTIMUM FOUND  AT STEP     17

        OBJECTIVE FUNCTION VALUE

 1)          241.364300

VARIABLE           VALUE          REDUCED COST
      X1          .000000           .328286
      X2        20.675330           .000000
      X3        10.000000           .000000
      X4        12.077920           .000000
      X5        10.000000           .000000
      X6         5.000000           .000000
      X7         7.000000           .000000
      X8          .000000           .267143
      X9          .000000           .499457
     X10         1.246753           .000000
     X11          .000000           .253714
     X12        30.000000           .000000
     X13          .000000          4.136571
     X14         4.000000           .000000

   ROW       SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
     2)          .000000            -.028857
     3)       200.000000            .000000
     4)         2.090907            .000000
     5)          .000000            .003714
     6)       152.000000            .000000
     7)       348.000000            .000000
     8)          .000000           -1.916000
     9)        30.000000            .000000
    10)         9.324676            .000000
    11)          .000000           -.419714
    12)        12.922080            .000000
    13)          .000000           -.360000
    14)          .000000           -.583715
    15)         5.000000            .000000
    16)          .000000            .173714
    17)        10.000000            .000000
    18)        23.753250            .000000
    19)          .000000            .111714
    20)        25.000000            .000000
    21)          .000000           -.754000

NO. ITERATIONS=      17
```

DO RANGE(SENSITIVITY) ANALYSIS?
? YES

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	3.300000	INFINITY	.328286
X2	2.700000	.215315	.212920
X3	2.900000	INFINITY	.419714
X4	2.150000	.062174	.395577
X5	2.600000	INFINITY	.360000
X6	2.550000	INFINITY	.583715
X7	1.800000	.173714	INFINITY
X8	2.550000	INFINITY	.267143
X9	2.640000	INFINITY	.499457
X10	2.040000	.223587	.081362
X11	2.250000	INFINITY	.253714
X12	2.200000	.111714	INFINITY
X13	7.300000	INFINITY	4.136571
X14	2.670000	INFINITY	INFINITY

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1600.000000	29.999980	12.777760
3	1800.000000	INFINITY	200.000000
4	500.000000	INFINITY	2.090907
5	1500.000000	28.235280	8.846144
6	7000.000000	152.000000	INFINITY
7	7500.000000	INFINITY	348.000000
8	100.000000	.129797	.562061
9	30.000000	INFINITY	30.000000
10	30.000000	INFINITY	9.324676
11	10.000000	2.681563	.942622
12	25.000000	INFINITY	12.922080
13	10.000000	.396551	10.000000
14	5.000000	.609137	.142151
15	2.000000	5.000000	INFINITY
16	7.000000	.583941	.132488
17	10.000000	INFINITY	10.000000
18	25.000000	INFINITY	23.753250
19	30.000000	1.081080	.225049
20	25.000000	INFINITY	25.000000
21	4.000000	.562061	.129797

สูตรอาหารที่ฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์กใช้อยู่ด้านการคำนวณแบบจำลองผิดถูก คือ

วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้	% โปรตีน	โปรตีนในสารอาหาร	% ไขมัน	ไขมันในสารอาหาร	% เยื่อใย	เยื่อใยในสารอาหาร	% TDN	TDN ในสารอาหาร
กากผ้าย	15	38	5.70	6.0	0.90	11	1.65	74	11.10
รำถั่วเขียว	14	20	2.80	0.6	0.08	19	2.66	70	9.80
รำละเอียด	31	12	3.72	18.0	5.58	6	1.86	78	24.18
กากยาง	13	13	1.69	5.0	0.65	38	4.94	75	9.75
ข้าวโพด	25	8	2.00	4.0	1	17	4.25	88	22.00
กากน้ำตาล	2	2	0.04	-	-	-	-	90	1.80
มันเส้น	5	2	0.10	0.6	0.03	2	0.10	90	4.50
แร่ธาตุ	4	-	-	-	-	-	-	-	-
รวม			16.05		8.24		15.46		83.13

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณวัตถุดิบระหว่างสูตรอาหารที่ใช้อยู่ ด้วยวิธีการคำนวณแบบลองผิดลองถูก กับการคำนวณโดยโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

ชื่อตัวแปร	วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้อยู่ (%)	ปริมาณที่ได้จากการคำนวณ (%)	ข้อจำกัดในการใช้
X1	กากผ้าย	15.00	-	< 30
X2	กากนุ่น	-	20.67	< 30
X3	รำถั่วเขียว	14.00	10.00	> 10
X4	กากยาง	13.00	12.08	< 25
X5	รำละเอียด	31.00	10.00	-
X6	มันเส้น	5.00	5.00	> 5
X7	กากน้ำตาล	2.00	7.00	2-7
X8	กระถิน	-	-	> 10
X9	ข้าวโพด	25.00	-	-
X10	กากปาล์ม	-	1.25	< 25
X11	รำหยาบ	-	-	-
X12	รำสกัดน้ำมัน	-	30.00	-
X13	กากถั่วเหลือง	-	-	-
X14	แร่ธาตุ	4.00	4.00	= 4
	รวม	100.00	100.00	
ต้นทุน (บาท/100 กก.)		288.48	241.36	

และผลการเปรียบเทียบโภชนะของอาหารสัตว์ที่ใช้อยู่กับที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้นตรง จะได้ดังนี้

	% โปรตีนรวม	% ไขมันรวม	% เยื่อใยรวม	% TDN รวม
มาตรฐานของสูตรอาหารสัตว์	16-18	< 5	< 15	70-75
สูตรอาหารสัตว์ที่ใช้อยู่	16.05	8.24	15.46	83.13
สูตรอาหารที่ได้จากโปรแกรม	16.00	2.91	15.00	71.52

ในการคำนวณแบบลองผิดลองถูกด้วยมือ โดยปรับเปลี่ยนปริมาณที่จะใช้แล้วคำนวณโภชนะรวมของสูตรที่ให้ได้ตามมาตรฐาน ซึ่งจะเห็นว่าในการคำนวณด้วยมือนั้นมีความยุ่งยากในการคำนวณมาก เพื่อให้ได้ปริมาณโปรตีนในสูตรอาหารตามต้องการ แต่ปริมาณไขมัน เยื่อใยและ TDN ก็ยังไม่ได้ตามมาตรฐาน ดังนั้นโดยทั่วไปแล้วผู้คำนวณจึงมักพิจารณาเฉพาะโปรตีนในสูตรอาหารเป็นหลักเท่านั้น สำหรับสูตรอาหารที่ใช้อยู่เมื่อเดือนสิงหาคมนี้ จะได้ต้นทุนอาหารเท่ากับ 288.48 บาท/100 กก. เมื่อมาทำการคำนวณโดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์แล้ว จะได้ต้นทุนอาหารเหลือเพียง 241.36 บาท/100 กก. ซึ่งถูกกว่า เท่ากับ 47.12 บาท/100 กก. ทั้งยังได้คุณภาพตามมาตรฐานด้วย

สำหรับอาหารที่ใช้สำหรับโคนมของฟาร์มหนองโพ สรุปดังในตารางที่ 2 ทั้งนี้ในการคำนวณสูตรอาหารของฟาร์มโคนมหนองโพ จะคำนึงเฉพาะปริมาณโปรตีนในสูตรอาหารเป็นหลักเช่นกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์สูตรอาหารจึงขอใช้เปอร์เซนต์โปรตีนในวัตถุดิบเช่นเดียวกับของฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ก ซึ่งค่าที่ใช้ดังกล่าวเป็นค่าจากการวิจัยเมื่อเดือนสิงหาคม 2529 สารอาหารที่ใช้วัตถุดิบอาจแตกต่างกันออกไปบ้าง ตามวัตถุดิบที่เข้ามาในแต่ละเดือน ส่วนราคาของวัตถุดิบจะขอใช้ข้อมูลที่ฟาร์มโคนมหนองโพใช้อยู่ เมื่อเดือนสิงหาคม เพื่อให้สามารถเทียบกันได้

ตารางที่ 2 ข้อมูลของฟาร์มโคนมหนองโพ

ชื่อตัวแปร	ชื่อวัตถุดิบ	% ของโปรตีน	ราคา (บาท/กก.)	ข้อจำกัดในการใช้ (%)
X1	รำละเอียด	12	2.64	10-30
X2	รำรวม	12	2.25	-
X3	ข้าวโพด	8	2.50	-
X4	ปาล์มเนื้อ	10	2.04	-
X5	ถั่วเขียว	22	2.83	10
X6	กระถิน	14	1.50	< 10
X7	กากมะพร้าว	19	2.58	-
X8	ปลายข้าว	7	2.51	-
X9	ส่าเหล้า	6	2.43	-
X10	กากน้ำตาล	2	1.755.50	2-7
X11	ยูเรีย (พิตเกรด)	287	15.50	1-2
X12	กระดูกป่น	12	3.30	> 2
X13	เกลือป่น	-	1.30	1-2
X14	กำมะถัน	-	10.00	> 0.07
X15	แร่ธาตุ	-	2.70	> 0.4

หมายเหตุ ข้อมูลเมื่อเดือนสิงหาคม 2529

ผลการวิเคราะห์เมื่อพิจารณาเฉพาะข้อจำกัดของความน่ากิน และผลเสียที่อาจเกิดสารพิษเท่านั้น จะได้ผลดังนี้

```
LOOK ALL

MIN      2.64 X1 + 2.25 X2 + 2.5 X3 + 2.04 X4 + 2.83 X5 + 1.5 X6
     + 2.58 X7 + 2.51 X8 + 2.43 X9 + 1.75 X10 + 15.5 X11 + 3.3 X12
     + 1.3 X13 + 10 X14 + 2.7 X15
SUBJECT TO
       2)    12 X1 + 12 X2 + 8 X3 + 10 X4 + 22 X5 + 14 X6 + 19 X7 + 7 X8
     + 6 X9 + 2 X10 + 287 X11 + 12 X12 >=    1600
       3)    12 X1 + 12 X2 + 8 X3 + 10 X4 + 22 X5 + 14 X6 + 19 X7 + 7 X8
     + 6 X9 + 2 X10 + 287 X11 + 12 X12 <=    1800
       4)    X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12
     + X13 + X14 + X15 =     100
       5)    X12 + X13 + X14 + X15 =     4
       6)    X1 >=    10
       7)    X1 <=    30
       8)    X5 >=    10
       9)    X6 <=    10
      10)    X10 >=    2
      11)    X10 <=    7
      12)    X11 >=    1
      13)    X11 <=    2
      14)    X12 >=    2
      15)    X13 >=    1
      16)    X13 <=    2
      17)    X14 >=    0.07
      18)    X15 >=    0.4
END
```

```
GO
    LP OPTIMUM FOUND  AT STEP     13

        OBJECTIVE FUNCTION VALUE

 1)          236.092600

VARIABLE          VALUE          REDUCED COST
      X1        10.000000          .000000
      X2          .000000          .112816
      X3          .000000          .557184
      X4        62.368230          .000000
      X5        10.000000          .000000
      X6        10.000000          .000000
      X7          .000000          .102672
      X8          .000000          .615776
      X9          .000000          .584368
     X10         2.000000          .000000
     X11         1.631769          .000000
     X12         2.000000          .000000
     X13         1.530000          .000000
     X14          .070000          .000000
     X15          .400000          .000000

   ROW      SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
     2)          .000000          -.048592
     3)       200.000000           .000000
     4)          .000000         -1.554079
     5)          .000000           .254079
     6)          .000000          -.502816
     7)        20.000000           .000000
     8)          .000000          -.206895
     9)          .000000           .734368
    10)          .000000          -.098737
    11)         5.000000           .000000
    12)          .631769           .000000
    13)          .368231           .000000
    14)          .000000         -1.416895
    15)          .530000           .000000
    16)          .470000           .000000
    17)          .000000         -8.700001
    18)          .000000         -1.400000

NO. ITERATIONS=      13
```

```
 DO RANGE(SENSITIVITY) ANALYSIS?
? YES
```

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	2.640000	INFINITY	.502816
X2	2.250000	INFINITY	.112816
X3	2.500000	INFINITY	.557184
X4	2.040000	.095965	.745128
X5	2.830000	INFINITY	.206895
X6	1.500000	.734368	INFINITY
X7	2.580000	INFINITY	.102672
X8	2.510000	INFINITY	.615776
X9	2.430000	INFINITY	.584368
X10	1.750000	INFINITY	.098737
X11	15.500000	3.160001	3.418752
X12	3.300000	INFINITY	1.416895
X13	1.300000	1.400000	INFINITY
X14	10.000000	INFINITY	8.700001
X15	2.700000	INFINITY	1.400000

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1600.000000	102.000000	175.000000
3	1800.000000	INFINITY	200.000000
4	100.000000	17.500000	10.200000
5	4.000000	.470000	.530000
6	10.000000	20.000000	10.000000
7	30.000000	INFINITY	20.000000
8	10.000000	14.583330	8.500000
9	10.000000	43.750000	10.000000
10	2.000000	5.000000	2.000000
11	7.000000	INFINITY	5.000000
12	1.000000	.631769	INFINITY
13	2.000000	INFINITY	.368231
14	2.000000	.530000	.470000
15	1.000000	.530000	INFINITY
16	2.000000	INFINITY	.470000
17	.070000	.530000	.070000
18	.400000	.530000	.400000

คำตอบที่ได้คือ 236.09 บาท/100 กก. ซึ่งจะเห็นว่าหากใช้สูตรอาหารดังกล่าว จะต้องใช้ปาล์มเนื้อ ในปริมาณถึง 62.37 % ดังนั้นกำหนดข้อจำกัดการใช้ใหม่ โดยไม่ควรเกิน 25 % เป็นขอบเขตสูงสุดของวัตถุดิบ และได้เปลี่ยนข้อจำกัดในการใช้ของวัตถุดิบบางตัว ทั้งนี้โดยพิจารณาถึงความอ่อนไหวที่ได้จากการวิเคราะห์ครั้งก่อน ซึ่งจะได้ผลดังนี้

```
MIN      2.64 X1 + 2.25 X2 + 2.5 X3 + 2.04 X4 + 2.83 X5 + 1.5 X6
     + 2.58 X7 + 2.51 X8 + 2.43 X9 + 1.75 X10 + 15.5 X11 + 3.3 X12
     + 1.3 X13 + 10 X14 + 2.7 X15
SUBJECT TO
       2)    12 X1 + 12 X2 + 8 X3 + 10 X4 + 22 X5 + 14 X6 + 19 X7 + 7 X8
     + 6 X9 + 2 X10 + 287 X11 + 12 X12 >=    1600
       3)    12 X1 + 12 X2 + 8 X3 + 10 X4 + 22 X5 + 14 X6 + 19 X7 + 7 X8
     + 6 X9 + 2 X10 + 287 X11 + 12 X12 <=    1800
       4)    X1 + X2 + X3 + X4 + X5 + X6 + X7 + X8 + X9 + X10 + X11 + X12
     + X13 + X14 + X15 =     100
       5)    X12 + X13 + X14 + X15 =     4
       6)    X1 >=    10
       7)    X1 <=    30
       8)    X4 >=    15
       9)    X4 <=    25
      10)    X5 >=    10
      11)    X6 <=    10
      12)    X10 >=    2
      13)    X10 <=    7
      14)    X11 >=    1
      15)    X11 <=    2
      16)    X12 >=    2
      17)    X13 >=    1
      18)    X13 <=    2
      19)    X14 >=    0.07
      20)    X15 >=    0.4
END
```

:

```
GO
    LP OPTIMUM FOUND  AT STEP     15

        OBJECTIVE FUNCTION VALUE

 1)          240.093300

VARIABLE          VALUE          REDUCED COST
      X1        10.000000          .000000
      X2        11.714280          .000000
      X3          .000000          .438571
      X4        25.000000          .000000
      X5        10.000000          .000000
      X6        10.000000          .000000
      X7        21.285720          .000000
      X8          .000000          .495714
      X9          .000000          .462857
     X10         7.000000          .000000
     X11         1.000000          .000000
     X12         2.000000          .000000
     X13         1.530000          .000000
     X14          .070000          .000000
     X15          .400000          .000000

   ROW       SLACK OR SURPLUS      DUAL PRICES
     2)          .000000           -.047143
     3)        200.000000           .000000
     4)          .000000          -1.684286
     5)          .000000           .384286
     6)          .000000           -.390000
     7)        20.000000           .000000
     8)        10.000000           .000000
     9)          .000000           .115714
    10)          .000000           -.108571
    11)          .000000           .844286
    12)         5.000000           .000000
    13)          .000000           .028572
    14)          .000000           -.285717
    15)         1.000000           .000000
    16)          .000000          -1.434286
    17)          .530000           .000000
    18)          .470000           .000000
    19)          .000000          -8.700000
    20)          .000000          -1.400000

NO. ITERATIONS=      15
```

```
 DO RANGE(SENSITIVITY) ANALYSIS?
? YES
```

RANGES IN WHICH THE BASIS IS UNCHANGED

OBJ COEFFICIENT RANGES

VARIABLE	CURRENT COEF	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
X1	2.640000	INFINITY	.390000
X2	2.250000	.249231	.007463
X3	2.500000	INFINITY	.438571
X4	2.040000	.115714	INFINITY
X5	2.830000	INFINITY	.108571
X6	1.500000	.844286	INFINITY
X7	2.580000	.007273	.330000
X8	2.510000	INFINITY	.495714
X9	2.430000	INFINITY	.462857
X10	1.750000	.028572	INFINITY
X11	15.500000	INFINITY	.285717
X12	3.300000	INFINITY	1.434286
X13	1.300000	1.400000	INFINITY
X14	10.000000	INFINITY	8.700000
X15	2.700000	INFINITY	1.400000

RIGHTHAND SIDE RANGES

ROW	CURRENT RHS	ALLOWABLE INCREASE	ALLOWABLE DECREASE
2	1600.000000	81.999980	149.000000
3	1800.000000	INFINITY	200.000000
4	100.000000	12.416670	4.315789
5	4.000000	.470000	.530000
6	10.000000	11.714280	10.000000
7	30.000000	INFINITY	20.000000
8	15.000000	10.000000	INFINITY
9	25.000000	9.111110	10.000000
10	10.000000	14.900000	10.000000
11	10.000000	16.400000	10.000000
12	2.000000	5.000000	INFINITY
13	7.000000	4.823529	5.000000
14	1.000000	.541818	.305970
15	2.000000	INFINITY	1.000000
16	2.000000	.530000	.470000
17	1.000000	.530000	INFINITY
18	2.000000	INFINITY	.470000
19	.070000	.530000	.070000
20	.400000	.530000	.400000

:

เปรียบเทียบกับสูตรอาหารที่ฟาร์มโคนมหนองโพใช้อยู่คือ

ชื่อตัวแปร	วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้	% โปรตีน	ราคา(บาท/กก.)	ข้อจำกัดการใช้(%)
X1	รำละเอียด	12.67	16.15	2.64	>10
X2	รำรวม	12.00	12.00	2.25	-
X3	ข้าวโพด	16.67	8.00	2.50	-
X4	ปาล์มเนื้อ	14.00	10.15	2.04	15 - 25
X5	กากถั่วเขียว	3.33	18.00	2.83	>10
X6	กระถิน	8.33	15.00	1.50	<10
X7	กากมะพร้าว	16.00	19.00	2.58	-
X8	ปลายข้าว	6.33	7.00	2.51	-
X9	ล่าเหล้า	2.00	6.00	2.43	-
X10	กากมะพร้าว	3.33	3.00	1.75	2 - 7
X11	พิตเกรตยูเรีย	1.20	287.00	15.50	1 - 2
X12	กระดูกป่น	2.00	12.00	3.30	>2
X13	เกลือป่น	1.67	-	1.30	1 - 2
X14	กำมะถัน	0.07	-	10.00	>0.07
X15	แร่ธาตุ	0.40	-	2.70	>0.4
รวม		100.00	15.52	249.55	

หมายเหตุ ข้อมูลเมื่อเดือนสิงหาคม 2529

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณวัตถุดิบระหว่างสูตรอาหารที่ใช้อยู่ด้วยวิธี การคำนวณแบบลองผิดลองถูก กับการคำนวณโดยโปรแกรมเชิงเส้นตรงด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์

ชื่อตัวแปร	วัตถุดิบ	ปริมาณที่ใช้อยู่(%)	ปริมาณที่ได้จากการคำนวณ(%)	ข้อจำกัดในการใช้(%)
X1	รำละเอียด	12.67	10.00	>10
X2	รำรวม	12.00	11.71	-
X3	ข้าวโพด	16.67	-	-
X4	ปาล์มเนื้อ	14.00	25.00	15 - 25
X5	กากถั่วเขียว	3.33	10.00	>10
X6	กระถิน	8.33	10.00	<10
X7	กากมะพร้าว	16.00	21.29	-
X8	ปลายข้าว	6.33	-	-
X9	ส่าเหล้า	2.00	-	-
X10	กากน้ำตาล	3.33	7.00	2 - 7
X11	ฟิตเกรตยูเรีย	1.20	1.00	1.2
X12	กระดูกป่น	2.00	2.00	>2
X13	เกลือป่น	1.67	1.53	1 - 2
X14	กำมะถัน	0.07	0.07	>0.07
X15	แร่ธาตุ	0.44	0.40	>0.40
	รวม	100.00	100.00	
	ต้นทุน	249.55	240.09	

และผลการเปรียบเทียบโภชนะของอาหารสัตว์ ที่ใช้กับที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้นตรง จะได้ดังนี้

	% โปรตีนรวม
มาตรฐานของสูตรอาหารสัตว์	16 - 18
สูตรอาหารที่ใช้กันอยู่	15.52
สูตรอาหารที่ได้จากโปรแกรม	16.00

หมายเหตุ โปรตีนรวมของสูตรอาหารที่ได้จากโปรแกรมเชิงเส้น พิจารณาจากค่าส่วนเกินของสมการข้อจำกัดของโปรตีนในสมการที่ 2 มีค่าเป็น 0

จากการเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งให้ต้นทุนอาหารเท่ากับ 241.36 บาท /กก. ซึ่งถูกกว่าสูตรที่ใช้อยู่ 8.19 บาท/กก. ทั้งยังได้สารอาหารตรงตามมาตรฐาน ในการวิเคราะห์โดยเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับข้อมูลที่ฟาร์มหนองโพ ได้ใช้สมการข้อจำกัดและปริมาณโปรตีนเท่านั้น เนื่องจากไม่มีข้อมูล

การวิจัยทางด้านไขมัน เยื่อใย และ TDN ของวัตถุดิบ และเปอร์เซนต์โปรตีนบางค่าได้จากการวิจัย ดังนั้นในการวิเคราะห์จึงใช้ข้อมูลของฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์กบางตัวแทน

ก8 สรุปผลและเสนอแนะ

ผลจากการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ คำนวณหาต้นทุนต่ำสุดของสูตรอาหาร ทั้งของฟาร์มไทย - เดนมาร์ก และ ฟาร์มหนองโพ จะได้ต้นทุนของสูตรอาหารที่ต่ำกว่าการคำนวณโดยผู้คำนวณใช้วิธีลองผิดลองถูก (Trial and error or cut and try) ทั้งยังให้ยอดโภชนะได้ตามมาตรฐาน

ในการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปในการวิเคราะห์โดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์นี้ ผู้ใช้จำเป็นจะต้องทราบถึงสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

(1) สิ่งควรรู้ในการคำนวณสูตรอาหาร
- ความต้องการสารอาหารชนิดต่าง ๆ ของสัตว์ ในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโต
- ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบที่จะนำมาใช้คำนวณหาสูตรอาหาร
- ชนิดของวัตถุดิบที่จะนำมาใช้ในอาหารสูตรนั้น ๆ ตลอดจนราคาและสิ่งทดแทนหากวัตถุดิบนั้น ๆ ขาดตลาด หรือมีราคาแพงขึ้นในระยะหลัง

(2) คุณสมบัติของอาหารผสมที่ดี
- ให้สารอาหารแก่สัตว์ครบถ้วน ตามต้องการของสัตว์ในช่วงการเจริญเติบโตนั้น ๆ
- ใช้วัตถุดิบหลายชนิดมาผสมอาหาร เพื่อรักษาคุณภาพของสารอาหาร
- วัตถุดิบที่จะนำมาใช้เมื่อผสมอาหารแล้ว ควรต้องมีรสชาดชวนกิน ปราศจากสารพิษ และ ประหยัด

(3) หลักปฏิบัติในการคำนวณสูตรอาหาร
- เลือกวัตถุดิบที่หาง่ายในท้องถิ่น และหาซื้อได้ตลอดปี
- เลือกวัตถุดิบที่มีราคาถูก แต่คุณภาพดี
- เลือกวัตถุดิบที่มีรสชาดดี และปราศจากสารพิษ
- เลือกวัตถุดิบทีนำมาผสมเป็นอาหารสัตว์ได้เลย โดยไม่ต้องนำมาแปรรูปต่อ
- คำนวณสูตรอาหารที่มีคุณภาพของสารอาหารชนิดต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

(4) ข้อคำหนดที่จำเป็นต้องคำนึงถึงในการใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงคำนวณสูตรอาหาร
- ใช้มาตรฐานการให้อาหารสัตว์ที่เหมาะสมในการประกอบสูตรอาหาร
- ข้อมูลในการวิเคราะห์หาส่วนประกอบโภชนาการของวัตถุดิบอาหารสัตว์จะต้องแม่นยำเชื่อถือได้

- ข้อกำหนดหรือสมการข้อจำกัดต้องเป็นข้อกำหนดที่เป็นไปได้
- จะต้องกำหนดปริมาณต่ำสุดหรือสูงสุดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ เป็นสมการข้อจำกัดด้วย มิฉะนั้นแล้วสูตรอาหารที่จะได้อาจมีราคาถูกเกินความต้องการจนทำให้สัตว์ไม่ยอมกินอาหารนั้น หรือถ้ามีปริมาณมากเกินไปอาหารอาจชื้นและมีกลิ่นจนไม่ชวนกิน

อย่างไรก็ตามในการวิเคราะห์สูตรอาหารต้นทุนต่ำสุดนี้ จำเป็นที่จะต้องอาศัยประสบการณ์ในการให้อาหารสัตว์บ้าง เช่น โคนมชอบกินอาหารชนิดไหน วัตถุชนิดใดที่โคนมถ้ากินมากเกินไปจะเกิดโทษ อีกทั้งทราบระดับราคาตลาดของวัตถุดิบที่ใช้ผสมอาหารอยู่เสมอ เพื่อจะทำให้ต้นทุนสูตรอาหารที่คำนวณได้มีราคาต่ำและมีความน่ากิน เนื่องจากการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเวิร์ดสตาร์และลินโด สำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์นี้เป็นเพียงเครื่องอำนวยความสะดวกในการคำนวณสูตรอาหารที่มีตัวแปรมากมายทั้งวัตถุดิบ สารอาหารและราคาต่อหน่วยให้สามารถทราบว่า วัตถุดิบชนิดใดควรใช้เท่าใดเมื่อมีคุณภาพและราคาต่อหน่วยเมื่อเวลานั้น ๆ ดังนั้นเมื่อได้สูตรอาหารแล้วทุกครั้งจึงควรทำการทดสอบก่อนเสมอแล้วจึงมาปรับแก้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. ทวี แก้วคง "โภชนาศาสตร์สัตว์เบื้องต้นและการให้อาหารสัตว์" สำนักพิมพ์กรุงสยามการพิมพ์ กรุงเทพ , 2527
2. ตรีพล เจาะจิตต์, ทวี แก้วคง, สมศักดิ์ เลี่ยมนิมิตร "การเลี้ยงโคนม" สำนักพิมพ์เกษตรไทย กรุงเทพ, 2527
3. ตรีพล เจาะจิตต์ "การเลี้ยงสัตว์ใหญ่" คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีและอาชีวศึกษา นครศรีธรรมราช, 2527
4. สมหวัง เบญจภัทรนนท์ "การสร้างโปรแกรมสำเร็จรูประบบการจัดการด้านอาหารสัตว์" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529
5. สรรรัชต์ ศิริลักษณ์ "การพัฒนาระบบข้อสนเทศด้วยคอมพิวเตอร์ในฟาร์มปศุสัตว์" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529
6. ธวัชชัย สันติกุล และเกรียงไกร เลิศธกูลไชย "รายงานการศึกษาวิชาสัตวบาลเรื่องการใช้คอมพิวเตอร์คำนวณสูตรอาหาร" กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526
7. ศรี วรกุลสวัสดิ์ "การโปรแกรมเชิงเส้นเบื้องต้น" ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2526
8. National Academy of Science. "N.R.C. Nutrient Requirements of Swine" Washington D.C., 1979
9. Wolfe C.S. "Linear Programming with BASIC and FORTRAN" Prentice-Hall Company, 1985

ภาคผนวก ข.

สรุปข้อมูลการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการผลิตของเกษตรกรไทยในภาคกลาง

TABLE B2. SURVEY OF AGICULTURAL PRODUCTION AND RELATED PROBLEMS:

GENERAL DATA

	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
	VARIABLE	LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
1 NUMBER OF INTERVIEWS		114	154	116	31	76	112	603
2. SEX OF THE INFORMANT	MALE	78	80	83	19	37	63	360
	FEMALE	36	74	33	12	39	49	243
4. LANGUAGE/ DIALECT	NORTHERN	-	1	1	-	-	-	2
	EASTERN	5	-	2	-	-	5	12
	LAOS	-	-	-	-	-	-	-
	SUAY	-	-	-	-	-	-	-
	MON	-	-	-	-	-	-	-
	CENTRAL	109	153	113	31	68	103	557
	SOUTH/YAWI	-	-	-	-	-	-	-
	KHEER	-	-	-	-	-	-	-
	MALAY	-	-	-	-	-	-	-
	OTHERS	-	-	-	-	-	4	4
5. RELIGION	BUDDHIST	114	145	113	31	76	112	591
	CHRISTIAN	-	-	-	-	-	-	-
	ISLAM	-	9	-	-	-	-	9
	OTHERS	-	-	3	-	-	-	3
6. AGE	<20	-	6	3	-	-	1	10
	21-30	18	28	19	6	7	15	93
	31-40	25	30	31	7	13	28	134
	41-50	25	26	24	8	18	24	127
	51-60	32	35	21	7	23	21	139
	61-70	12	23	11	2	11	13	72
	71-80	1	1	6	1	3	8	26
	80 AND UP	1	-	5	-	-	-	6

	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
	VARIABLE	LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
7. EDUCATION	NONE	4	14	5	11	9	16	59
	PRIMARY SCHOOL	99	130	97	16	66	90	498
	SECONDARY SCHOOL	8	3	4	2	-	1	18
	RELIGIOUS SCHOOL	6	5	2	1	-	2	16
	VOCATIONAL SCHOOL	-	1	-	-	-	3	4
	UNIVERSITY	-	-	-	1	-	-	1
8. NUMBER OF YEAR SINCE LEFT SCHOOL	1-5	1	7	3	1	-	2	14
	6-10	4	9	5	4	1	1	25
	11-15	7	7	8	6	66	8	102
	16-20	14	16	14	2	-	9	55
	OVER 20	86	102	70	8	-	80	346
9. READING ABILITY	VERY GOOD	4	4	9	3	6	5	31
	GOOD	39	40	41	8	9	30	167
	FAIR	50	85	58	13	48	50	304
	NOT SO GOOD	21	18	4	6	5	9	63
	NONE	5	8	4	1	5	17	40

	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
	VARIABLE	LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
10. MARITAL STATUS	SINGLE	10	13	12	3	1	10	51
	MARRIED	103	141	114	19	74	102	553
11. NUMBER OF LIVING OFFSPRINGS	1-2	25	40	35	4	15	29	148
	3-4	32	45	20	3	27	34	172
	5-6	15	25	16	11	12	24	103
	7-8	23	18	13	6	11	11	82
	9-10	5	11	5	-	17	3	41
	OVER 10	2	-	3	-	1	-	6
12. NUMBER OF OFFSPRING THAT ARE UNDERAGE	1-2	41	65	53	13	24	42	238
	3-4	30	36	24	6	24	25	145
	5-6	8	9	6	-	2	7	32
	OVER 6	3	3	1	-	5	1	15
13. TOTAL FARM AREA	1-5 RAI	7	11	5	3	18	10	56
	6-10	8	20	20	-	20	10	78
	11-15	6	16	8	2	4	9	45
	16-20	15	6	16	8	9	19	73
	21-30	28	13	15	6	11	26	99
	31-40	10	11	8	4	4	8	45
	41-50	14	19	3	3	3	9	51
	51-60	5	6	5	1	1	8	25
	OVER 60	17	10	7	2	2	7	45

	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
	VARIABLE	LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
14. FARMING AREA (OWNED ONLY)	1-5 RAI	3	10	8	4	18	8	53
	6-10	4	18	18	-	19	5	64
	11-15	8	8	4	3	3	10	36
	16-20	11	14	10	5	10	13	63
	21-30	16	10	11	4	8	23	72
	31-40	11	4	8	3	1	7	36
	41-60	14	9	7	2	5	8	45
	OVER 60	13	4	3	1	3	4	30
15. FARMING AREA (RENT ONLY)	1-5	6	5	-	2	5	5	23
	6-10	8	13	5	2	4	6	38
	11-15	5	7	3	2	1	4	22
	16-20	7	13	2	3	1	9	35
	21-30	7	7	3	2	-	2	21
	31-40	3	10	1	1	1	3	19
	41-50	4	10	1	-	-	4	19
	51-60	-	4	2	1	-	2	9
	OVER 60	5	2	4	-	1	1	13

VARIABLE		CENTRAL LOP BURI	CENTRAL CHA CHERNG SOA	CENTRAL RAYONG - CHOL BURI	CENTRAL RACHA BURI	THAILAND PRA CHUAB - PETCH BURI	THAILAND SUPAN - KAN BURI	THAILAND TOTAL
16. FARMING AREA (BELONG TO OTHERS)	1-5	-	2	-	2	1	1	6
	6-10	-	2	1	-	1	-	4
	11-15	-	-	-	1	-	1	2
	16-20	1	1	-	-	1	1	4
	21-30	1	-	-	-	-	1	2
	31-40	-	-	-	-	1	-	1
	41-50	-	-	-	-	-	-	-
	51-60	-	-	-	-	-	-	-
	OVER 60	-	-	-	-	-	-	-

VARIABLE		CENTRAL LOP BURI	CENTRAL CHA CHERNG SOA	CENTRAL RAYONG - CHOL BURI	CENTRAL RACHA BURI	THAILAND PRA CHUAB - PETCH BURI	THAILAND SUPAN - KAN BURI	THAILAND TOTAL
17. TYPE OF SOIL	CLAY	54	76	9	3	22	40	204
	SILTY	32	8	7	-	2	25	74
	SANDY	5	1	15	-	4	11	36
	SILTYCLAY	19	45	48	19	47	40	218
18. SOIL FERTILITY NO. FERLILIZER	RICH	22	2	12	-	2	15	53
<1 BAG OF FERTILIZER	GOOD	79	81	37	27	53	63	340
OVER 1 BAG OF FERTILIZER	POOR	9	24	36	4	19	29	121
19. AMOUNT OF RAINFALL IN THE PAST YEAR	>1500	16	8	13	22	7	26	92
	1000-1500	72	97	48	-	49	50	316
	<1000	22	26	22	-	13	40	123

EXISTING TECHNOLOGY

VARIABLE		CENTRAL LOP BURI	CENTRAL CHA CHERNG SOA	CENTRAL RAYONG - CHOL BURI	CENTRAL RACHA BURI	THAILAND PRA CHUAB - PETCH BURI	THAILAND SUPAN - KAN BURI	THAILAND TOTAL
FARMING METHODOLOGY	1.SINGLE CROP	-	-	-	7	-	-	7
	2.CROP IN ROTATION	-	-	-	5	-	-	5
	3.ANIMAL AND CROP (a)COMPLETE CYCLE	-	-	-	-	-	-	-
	(b)NOT COMPLETE	-	-	-	4	-	-	4
20. RICE								
20.1 EXPERIENCE	0 - 5 YEARS	4	6	-	6	3	2	21
	6 - 10	2	12	2	3	1	3	23
	11 - 15	-	2	1	5	-	3	11
	> 15	16	86	22	10	36	90	260
20.2 METHOD	TRANSPLANTING	19	46	25	2	35	71	198
	BROADCASTING	7	5	-	14	4	62	92
	DROPPING	-	-	-	9	1	-	10
	SPECIAL TECHNIQUE	-	58	-	-	-	5	63
20.3 RICE FARMING AREA(TOTAL)	0-10 RAI	4	30	17	8	22	21	102
	11 - 20	4	29	5	6	4	31	79
	21 - 30	3	13	1	3	7	32	59
	31 - 40	2	4	-	1	2	12	21
	41 - 50	3	-	1	3	-	9	18
	51 - 60	1	-	2	3	-	5	11
	OVER 60	-	-	-	-	-	1	1

VARIABLE		CENTRAL LOP BURI	CENTRAL CHA CHERNG SOA	CENTRAL RAYONG	CENTRAL RACHA BURI	THAILAND PRA CHUAB - PETCH BURI	THAILAND SUPAN - KAN BURI	THAILAND TOTAL
20.4 NUMBER OF LABOUR REQUIRED FOR LAND PREPARATION	(a) OWN FAMILY 1 - 2	8	62	9	1	23	59	162
	3 - 4	5	14	7	8	4	15	53
	5 - 6	3	5	4	9	3	5	29
	7 - 8	-	1	1	2	1	4	9
	9 - 10	1	-	1	-	-	-	2
	> 10	-	1	-	-	-	-	1
	(b)RELATIVE (FREE) 1 - 2	-	4	-	-	2	3	9
	3 - 4	-	-	-	-	-	1	1
	5 - 6	-	-	-	-	-	-	-
	7 - 8	-	-	2	-	-	-	2
	9 - 10	-	-	-	-	-	-	-
	> 10	-	-	-	-	-	-	-
	(c) HIRED 1 - 2	3	26	3	-	10	35	77
	3 - 4	1	3	2	1	-	3	10
	5 - 6	-	1	1	1	-	3	6
	7 - 8	-	-	1	-	-	-	1
	9 - 10	1	1	-	-	-	-	2
	>10	3	-	1	5	-	13	21

	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
	VARIABLE	LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
20.5 NUMBER OF LABOUR REQUIRED FOR TRANSPLANTING	(a) OWN FAMILY 1 - 2	7	32	8	2	9	52	110
	3 - 4	6	34	8	9	9	24	90
	5 - 6	3	5	5	5	5	7	30
	7 - 8	-	1	1	-	2	-	4
	9 - 10	1	-	1	-	1	-	3
	> 10	-	-	-	-	1	-	1
	(b) RELATIVES (FREE) 1 - 2	-	8	1	-	1	4	15
	3 - 4	-	2	-	-	-	2	4
	5 - 6	-	3	-	-	-	-	3
	7 - 8	-	-	2	-	-	-	2
	9 - 10	-	2	1	-	-	-	3
	> 10	-	-	-	6	2	-	8
	(c) HIRED 1 - 2	2	2	2	-	3	9	18
	3 - 4	3	3	2	1	1	7	17
	5 - 6	-	-	1	1	2	5	8
	7 - 8	1	1	-	-	1	1	4
	9 - 10	3	-	3	-	2	14	22
	> 10	-	-	7	-	11	36	54

	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
	VARIABLE	LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
20.6 LABOUR REQUIRED FOR HARVESTING	(a) OWN FAMILY 1 - 2	8	32	9	2	10	62	113
	3 - 4	6	40	8	10	8	26	98
	5 - 6	2	8	5	8	5	7	30
	7 - 8	-	1	1	2	1	-	5
	9 - 10	1	-	1	-	1	3	4
	> 10	-	-	-	-	1	-	1
	(b) RELATIVES (FREE) 1 - 2	-	5	-	-	-	4	9
	3 - 4	1	1	-	-	1	2	5
	5 - 6	-	-	-	-	-	-	-
	7 - 8	-	-	2	-	-	-	2
	9 - 10	-	-	-	-	-	-	-
	> 10	-	6	2	-	3	-	11
	(c) HIRED 1 - 2	-	2	1	-	1	7	11
	3 - 4	2	3	-	1	1	9	16
	5 - 6	1	1	3	1	4	7	17
	7 - 8	-	3	-	-	-	1	4
	9 - 10	4	1	2	-	1	12	20
	> 10	8	47	4	3	15	51	130

	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
	VARIABLE	LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
20.7 EQUIPMENT AND FARMING MACHINERY	1. TRACTOR	13	63	18	9	24	68	193
	2. BUFFALOES	5	17	9	8	-	7	46
	3. IRON PLOUGH	4	33	10	6	6	17	76
	4. WOODEN PLOUGH	-	5	7	8	1	5	26
	5. SMOOTHER	6	67	27	1	24	38	163
	6. DIESEL ENGINE -PUMP	6	41	10	5	10	58	130
	7. ELECTRIC PUMP	1	7	8	-	1	-	17
	8. SPRAYER FOR INSECTICIDE	5	14	9	5	3	38	74
	9. SICKLE	9	76	10	-	32	74	200
	10. OTHERS	1	8	1	-	7	6	21
20.8 SOURCE OF WATER FOR RICE FARMING	1. RAIN	14	84	23	14	18	67	220
	2. GROUND WATER	-	-	1	-	1	1	3
	3. SURFACE WATER	8	28	2	14	3	41	96
	4. OTHERS (IRRIGATION WATER ETC.)	5	32	-	9	21	25	92

	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
	VARIABLE	LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
20.9 FERTILIZER & ADDITIVES	(1) 16:20:0	18	83	20	7	23	72	223
	(2) CHEMICAL FERTILIZER	5	1	2	8	6	8	30
	(3) MANURE	3	5	2	11	2	2	25
	(4) LIME	-	-	-	3	-	1	4
	(5) ORGANIC FERTILIZER	1	1	-	1	-	-	3
	(6) OTHERS FERTILIZER	-	3	-	1	1	32	37
	(7) NONE	-	17	-	2	10	10	39
20.10 INSECTICIDE, HERBICIDE & OTHERS	(1) INSECTICIDE	15	64	17	8	19	79	202
	(2) HERBICIDE	8	57	14	13	12	63	167
	(3) GETTING RID OF SNAIL	-	11	8	-	1	4	24
	(4) FUNGI ETC.	6	36	12	3	12	39	108
	(5) GETTING RID OF ANIMAL (CRAB, RAT ETC.)	4	26	12	-	13	30	85
	(6) SEED FUMIGATION	-	-	-	-	-	1	1
	(7) OTHERS	2	9	1	6	9	5	32

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
20.11 HOW TO OBTAIN SEEDS FOR NEW CROP	(1) BUY	3	5	1	4	8	32	53
	(2) EXCHANGE WITH TRADERS	-	3	-	-	-	-	1
	(3) EXCHANGE WITH NEIGHBOR	2	43	1	-	9	10	67
	(4) EXCHANGE WITH EXTENSION OFFICER	1	2	1	1	1	2	8
	5) GATHER FROM LAST CROP	16	-	22	20	24	84	171
20.12 FARM MANAGEMENT	1) FAMILY	18	96	23	22	37	100	296
	2) COMMUNITY GROUP	2	8	2	-	1	6	19
	3) AGRICULTURE COOPERATIVES	-	6	-	3	-	4	13

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
21. UPLAND CROP AND FRUIT ORCHARD 21.1 TYPE OF CROPS	(1) CORN	18	3	2	7	8	1	39
	(2) CASSAVA	-	27	38	-	2	1	68
	(3) SUGAR CANE	3	-	21	1	5	6	36
	(4) TOBACCO	-	-	-	-	1	-	1
	(5) MUNG BEAN	3	-	-	2	1	-	6
	(6) SOY BEAN	-	-	-	2	-	1	3
	(7) PEANUT	5	-	2	-	-	2	9
	(8) VEGETABLE	-	-	-	7	9	4	20
	(9) KAPOK	-	-	-	-	-	-	-
	(10) JUTE	-	1	-	-	-	-	1
	(11) COTTON	-	-	-	-	-	-	-
	(12) SORGHUM	5	-	1	-	-	1	7
	(13) COCONUT	-	-	7	2	2	14	25
	(14) PINEAPPLE	-	-	2	-	21	-	23
	(15) RUBBER	-	-	15	-	-	-	15
	(16) FRUITS	-	1	23	8	14	7	53
	(17) OTHERS	3	-	-	10	12	11	36

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
21.2 EXPERIENCE	0-5 YEARS	4	14	13	4	13	8	56
	6-10	1	9	10	1	8	6	35
	11-15	1	4	6	7	5	1	24
	>15	20	2	52	10	23	9	116
21.3 FARM AREA	0-20 RAI	10	20	65	15	38	19	157
	21-40 RAI	7	5	20	3	5	2	42
	41-60 RAI	2	2	3	4	1	1	13
	61-80 RAI	1	1	2	-	3	1	8
	81-100 RAI	3	1	2	-	-	-	6
	>100 RAI	3	1	-	-	1	-	5
21.4 LABOUR REQUIREMENT	(a) OWN FAMILY 1 - 2	10	14	34	1	28	14	101
	3 - 4	6	9	27	8	17	7	74
	5 - 6	7	3	7	8	8	1	34
	7 - 8	-	-	1	1	1	-	3
	9 - 10	-	-	1	-	-	-	1
	>10	-	-	-	-	-	-	-
	(b) RELATIVES(FREE) 1 - 2	-	1	3	-	-	-	4
	3 - 4	-	-	2	2	1	-	5
	5 - 6	1	1	1	-	2	1	6
	7 - 8	-	-	1	-	-	-	1
	9 - 10	-	-	-	-	-	-	-
	>10	-	1	1	1	-	-	3

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
	(c) HIRED 1 - 2	1	2	7	-	2	3	15
	3 - 4	5	2	8	1	5	-	21
	5 - 6	1	1	6	1	2	2	13
	7 - 8	2	1	3	1	1	-	8
	9 - 10	1	-	5	-	-	-	6
	>10	6	6	15	-	-	7	34
21.5 SEEDS FOR NEW CROPS	1. BUY	18	2	30	9	18	12	89
	2. EXCHANGE WITH NEIGHBOR	-	2	5	-	1	-	8
	3. SELF (FROM PREVIOUS CROP	7	26	38	10	31	13	125
	4. EXCHANGE WITH TRADERS	-	-	2	-	-	-	2
	5. EXCHANGE WITH EXTENSION OFFICER	-	2	5	2	-	-	9
21.6 MANAGEMENT	1. FAMILY	21	29	69	14	31	23	187
	2. COMMUNITY GROP	-	1	-	-	1	-	2
	3. AGRI-COOPERATIVES	2	-	2	7	3	-	14

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
22. ANIMALS							
22.1 TYPE							
1. CATTLE	1	5	6	1	11	6	30
2. MILK COW	1	-	2	-	2	-	5
3. CHICKEN (FOR EGG)	-	4	4	3	4	3	18
4. CHICKEN	1	10	10	2	17	8	37
5. PIG	1	8	2	5	24	27	67
6. DUCK	1	6	2	1	1	5	16
7. BUFFALOES	3	4	12	-	-	2	21
8. OTHER	-	3	-	6	-	3	12
22.2 EXPERIENCE							
0-5 YEARS	1	9	4	4	10	11	39
6 - 10	1	12	-	3	5	8	29
11 - 15	1	1	-	1	2	2	7
>15	3	17	14	1	24	13	72
22.3 METHOD OF RAISING							
1. TRADITIONAL	5	34	17	7	38	25	126
2. MIXED	-	3	2	5	3	9	20
3. MODERN	-	1	1	-	1	5	8
22.4 EQUIPMENT							
1. SPRAYER	-	-	-	2	-	1	3
2. ARTIFICIAL INSEMINATOR	-	-	-	2	-	-	2
22.5 LABOURS							
(1) 0-5	7	37	14	6	38	29	131
(2) 6-10	-	1	1	2	-	2	6
(3) 11-15	-	-	-	-	-	-	-
(4) >15	-	-	-	-	-	-	-

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
22.6 ANIMAL FEED							
(1) BUY	2	18	5	4	20	27	76
(2) MIX FROM FARM PRODUCT	1	15	2	7	10	1	36
(3) OWN GRAZE LAND	1	-	2	1	1	1	6
(4) PUBLIC GRAZE LAND	3	7	9	1	12	8	40
(5) RICE STRAW	1	2	3	1	-	3	10
(6) OTHER	-	6	1	4	2	4	17
22.7 ANIMAL MEDICINE							
(1) BUY	3	10	4	2	10	10	48
(2) OWN CONCOCTION	-	-	-	-	2	2	4
(3) GIVEN	1	3	2	1	6	2	15
(4) OTHER	-	16	1	7	10	2	36

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
22.8 YOUNG ANIMAL							
(1) BUY	8	17	8	5	26	19	80
(2) EXCHANGE WITH NEIGHBOR	9	4	1	-	1	2	16
(3) GIVEN BY TRADERS	-	24	1	-	-	1	26
(4) BRED IN OWN FARM	3	-	8	5	15	12	43
(5) GIVEN BY GOVERNMENT ORGANIZATION	-	-	-	-	-	-	-
22.9 MANAGEMENT DONE BY							
(1) FAMILY	6	41	17	8	36	32	140
(2) COMMUNITY GROUP	-	-	-	-	1	-	1
(3) AGRI - COOPERATIVE	-	-	-	2	-	-	2
23. FISHERIES							
23.1 TYPE							
(1) FRESH WATER	-	11	3	1	1	8	24
(2) DEEP SEA	-	7	15	-	1	-	23
(3) ESTUARY	-	5	-	-	-	-	5

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
23.2 TYPE OF ANIMAL							
(1) FISH	-	9	15	1	1	2	30
(2) CLAM	-	-	3	-	-	2	5
(3) SHRIMP	-	6	5	-	-	6	16
(4) OTHER	-	6	8	-	-	-	14
23.3 EXPERIENCE							
YEAR (1) 0-5	-	8	8	1	-	4	21
(2) 6-10	-	3	2	-	-	1	6
(3) 11-15	-	3	1	-	-	1	5
(4) >15	-	1	8	-	-	1	10
23.4 METHOD							
(1) DRAWN NET	-	5	10	-	-	1	16
(2) POST AND NET	-	-	-	-	-	-	-
(3) SPREAD NET	-	-	3	-	-	1	4
(4) NET CASTING	-	1	2	1	-	1	5
(5) HOD & HOOK	-	-	7	1	-	-	8
(6) POND	-	5	-	-	-	2	7
(7) MODERN POND	-	6	-	-	-	3	9
(8) OTHER	-	1	5	-	-	-	6

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
23.5 LABOUR	(1) 0-5	-	11	12	1	-	7	31
	(2) 6-10	-	2	1	-	-	1	4
	(3) 11-15	-	2	2	-	-	-	4
	(4) >15	-	1	6	-	-	-	7
23.6 EQUIPMENT	(1) LARGE NET	-	5	15	-	-	5	25
	(2) POST & NET	-	2	-	-	-	-	2
	(3) CASTING NET	-	-	1	1	-	2	4
	(4) ROD & HOOK	-	-	6	1	-	-	7
	(5) TRAP	-	-	-	-	-	-	-
	(6) RAISED NET	-	-	-	-	-	1	1
	(7) SMALL BOAT	-	1	3	-	-	4	8
	(8) LARGE BOAT	-	2	7	-	-	-	9
	(9) OTHER	-	9	4	-	-	1	14
23.7 FEEDS	(1) BUY	-	8	-	-	-	6	14
	(2) OWN CONCOCTION	-	8	-	-	-	1	9
23.8 MEDICINE	(1) BUY	-	5	-	-	-	3	8
	(2) OWN CONCOCTION	-	-	-	-	-	-	-

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
23.9 AQUA - BREEDING	(1) BUY	-	8	-	-	-	5	13
	(2) OWN BREEDING	-	-	-	-	-	-	-
23.10 MANAGEMENT	(1) FAMILY	-	13	10	1	-	6	30
	(2) COMMUNITY GROUP	-	3	6	-	-	-	9
	(3) AGRI - COOPS	-	-	2	-	-	-	2

ART AND CRAFT TECHNOLOGY

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
24 ART AND CRAFT								
24.1 CRAFT	TYPE							
	(1) WOOD CARVING	-	-	-	-	-	-	-
	(2) BAMBOO WEAVING	3	-	12	6	-	11	32
	(3) MAT WEAVING	-	-	3	1	-	5	9
	(4) RATTAN	-	-	-	-	-	-	-
	(5) POTTERY	-	-	3	-	-	2	3
	(6) GRAZE POTTERY	-	-	-	-	-	-	-
	(7) UMBRELLA	-	-	-	-	-	-	-
	(8) WEAVING	-	-	-	-	-	-	-
	(9) BED MAT	-	3	-	-	-	-	3
	(10) LACQUER WARE	-	-	-	-	-	-	-
	(11) OTHER	-	6	5	-	-	1	11

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
24.2 EXPERIENCE	YEAR							
	(1) 0-5	-	2	10	2	-	4	18
	(2) 6-10	-	2	-	-	-	-	2
	(3) 11-15	-	1	1	1	-	1	4
	(4) >15	-	3	9	4	-	12	28
24.3 METHOD								
24.4 EQUIPMENT								
24.5 LABOUR	0-5	4	9	19	6	2	22	72
	6-10	-	-	1	-	-	-	1
	11-20	-	-	-	-	-	-	-
	21-30	-	-	-	-	-	-	-
	31-50	-	-	-	-	-	-	-
	51-100	-	-	-	-	-	-	-
	>100	-	-	-	-	-	-	-

BUILDING TECHNOLOGY : WATER RESOURCE : ENERGY

LOCATION / VARIABLE		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
25 TECHNOLOGY								
25.1 TECHNOLOGY	(1) CARPENTER	4	16	14	4	5	15	58
	(2) MASONRY-PLASTER	5	9	7	1	4	10	36
	(3) AUTO-MECHANIC	4	1	5	1	1	4	16
	(4) ELECTRICIAN	1	2	-	-	-	1	4
	(5) FOREMAN	-	-	-	1	-	1	2
	(6) OTHER	1	1	1	1	-	4	8
25.2 EXPERIENCE	0-5	4	8	12	1	5	5	35
	6-10	1	6	-	2	-	4	13
	11-15	1	4	-	3	1	3	12
	> 15	2	3	-	1	1	13	20

LOCATION / VARIABLE		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
25.3 EQUIPMENT	(1) HAMMER	7	18	18	4	7	16	72
	(2) SAW	7	17	16	4	6	16	66
	(3) CHISEL	7	16	16	4	4	17	64
	(4) AXE	7	13	17	3	7	13	60
	(5) FILER	6	14	14	2	6	14	56
	(6) LIFTER	4	14	6	1	2	9	36
	(7) WIRE CUTTER	5	13	6	-	4	13	41
	(8) KNIFE	6	11	12	4	7	16	56
	(9) MECHANICS SET	5	3	8	1	1	9	27
	(10) OTHER	2	1	3	2	-	5	13
25.4 NUMBER OF FAMILY WHO PRACTICE CRAFT	1	5	27	19	6	5	23	85
	2	3	-	1	1	1	3	9
	3	-	-	-	1	-	-	1
	4 OR MORE	-	1	-	-	-	-	1

LOCATION / VARIABLE		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
25.5 SOURCE OF DRINKING WATER	(1) JAR	21	61	34	-	16	49	183
	(2) SHALLOW WELL	15	63	59	-	10	21	168
	(3) DEEP WELL	3	9	4	-	3	13	32
	(4) PONO	1	-	4	-	1	3	9
	(5) PIPE WATER	6	6	5	-	9	4	30
	(6) WATER TANK	1	1	8	-	2	11	23
	(7) DUG WELL	6	-	1	-	1	2	10
	(8) DITCH	1	32	2	-	4	25	64
	(9) RESERVOIR	-	-	-	-	3	-	3
	(10) OTHER	-	25	-	-	8	11	44
25.6 SOURCE OF ENERGY	(a) LIGHT (1) LAMP	3	70	13	-	1	16	103
	(2) CANDLE	-	28	3	-	-	3	34
	(3) ELECTRICITY	28	65	89	-	32	71	285
	(4) OTHER	2	-	1	-	1	-	4
	(b) COOKING (1) WOOD-CHARCOAL	24	110	46	-	22	68	270
	(2) NPG	8	35	38	-	13	21	115
	(3) OTHER	6	21	13	-	8	9	58

SOCIAL SERVICE TECHNOLOGY

LOCATION / VARIABLE		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
26: HEALTH CARE 26.1 DOCTOR	(1) NUMBER OF DOCTOR IN COMMUNITY (a) 1	7	19	27	26	5	38	122
	(b) 2	3	14	4	1	1	26	49
	(c) 3-5	1	2	10	2	1	5	21
	(d) > 5	4	-	-	-	1	2	7
26.2 NURSE	(2) NUMBER OF NURSE (a) 1	3	11	2	-	5	16	39
	(b) 2	-	43	11	27	2	2	85
	(c) 3-5	-	8	6	1	1	3	19
	(d) > 5	-	1	1	-	1	-	3
26.3 HEALTH OFFICER	(3) HEALTH OFFICER NUMBER (a) 1	2	56	7	1	6	13	84
	(b) 2	13	40	25	4	19	33	134
	(c) 3-5	7	4	17	24	4	7	63
	(d) > 5	-	-	-	-	-	-	-
26.4 IS THERE A	(4) HEALTH CENTER? (a) YES	24	127	61	29	39	24	324
	(b) NO	13	9	12	-	3	9	46

VARIABLE		CENTRAL LOP BURI	CENTRAL CHA CHERNG SOA	CENTRAL RAYONG - CHOL BURI	CENTRAL RACHA BURI	THAILAND PRA CHUAB - PETCH BURI	THAILAND SUPAN - KAN BURI	THAILAND TOTAL
26.5 IS THERE A	(5) MEDICAL BANK ?							
	(a) YES	12	134	42	7	39	30	284
	(b) NO	16	2	34	22	4	38	116
26.6 WHAT	(6) TYPE OF MEDICINE							
	(a) TRADITIONAL DRUG	5	10	12	-	-	10	37
	(b) MODERN DRUG	22	137	70	29	40	65	363
26. HEALTH CARE (CONT) 26.7 FREQUENT ILLNESS	(a) FLU	3	152	64	29	41	102	391
	(b) LONG ILLNESS	3	2	9	1	-	6	21
	(c) CONTAGEOUS ILLNESS	-	-	4	-	-	7	11
	(d) WORM	3	-	11	3	3	7	27
	(e) MALNUTRITION	2	2	2	2	3	-	11
	(f) MALARIA	3	26	18	16	14	8	113
	(g) OTHER	4	16	10	1	2	13	46

VARIABLE		CENTRAL LOP BURI	CENTRAL CHA CHERNG SOA	CENTRAL RAYONG - CHOL BURI	CENTRAL RACHA BURI	THAILAND PRA CHUAB - PETCH BURI	THAILAND SUPAN - KAN BURI	THAILAND TOTAL
26.8 MEDICAL EQUIPMENT (MODERN)	(a) AVAILABLE	8	16	2	-	-	11	34
	(b) SOME	12	116	43	29	33	59	292
	(c) NONE	14	-	13	-	9	18	83
27. NUTRITION	(1) NUMBER OF NUTRITION ADVISOR							
	(a) 1	3	2	2	7	3	3	16
	(b) 2	2	12	15	-	-	-	29
	(c) > 2	3	1	3	2	5	4	18
	(d) NONE	-	-	-	10	-	-	10
	(2) FOOD							
	(a) TRADITIONAL	16	54	39	29	16	27	181
	(b) NEWLY INTRODUCED BY ADVISOR	2	3	2	-	-	2	9

VARIABLE		CENTRAL LOP BURI	CENTRAL CHA CHERNG SOA	CENTRAL RAYONG - CHOL BURI	CENTRAL RACHA BURI	THAILAND PRA CHUAB - PETCH BURI	THAILAND SUPAN - KAN BURI	THAILAND TOTAL
	(3) NUMBER OF PERSON WITH MAL - NITRITION IN FAMILY							
	(a) 1	-	-	-	2	3	3	10
	(b) 2	-	-	-	-	-	-	-
	(c) 3-5	-	-	-	-	-	-	-
	(d) > 5	-	-	-	-	-	-	-
	(e) NONE							
28. EDUCATION	(1) TYPE							
	(a) NORMAL SCHOOLING	38	153	102	24	44	109	470
	(b) NONFORMAL	-	-	1	-	-	2	3
	(c) SPECIALLY TRAINED	1	-	3	4	-	1	9
	(d) SELF TAUGHT	-	-	-	3	-	-	3
	(e) NONE	-	-	-	2	-	3	5
	(2) NUMBER OF SCHOOL IN COMMUNITY							
	(1) 1	11	22	28	2	13	24	100
	(2) 2	2w	131	w1	27	36	87	365
	(3) > 2	-	-	-	-	-	-	-
	(4) NONE	-	-	-	-	-	2	2

VARIABLE		CENTRAL LOP BURI	CENTRAL CHA CHERNG SOA	CENTRAL RAYONG - CHOL BURI	CENTRAL RACHA BURI	THAILAND PRA CHUAB - PETCH BURI	THAILAND SUPAN - KAN BURI	THAILAND TOTAL
29. LAW AND SECURITY	(1) LAWS THAT CONCERNED INFORMANT							
	(a) LAND	10	100	51	20	21	68	270
	(b) LOAN	9	102	36	20	20	46	233
	(c) ANIMAL	1	41	17	2	1	17	79
	(d) VEHICLE	1	37	12	9	3	10	72
	(e) OTHERS							
	(2) LEGAL ADVISOR							
	(a) LAWYER	1	129	12	1	-	14	197
	(b) HEADMAN	16	24	57	24	-	63	184
	(c) NEIGHBOR	-	1	7	3	-	10	21
	(d) TEACHER	-	5	3	1	-	-	9
	(e) SELF	5	6	3	12	-	11	37
	(f) OTHERS	-	-	6	-	-	5	11
29. (CONT) 29.3 POLICE	(3) COMMUNITY POLICE STATION							
	(a) YES	19	76	62	21	28	74	280
	(b) NO	16	89	35	6	16	28	204

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
29.4 OTHER PROTECTION							
(4) SECURITY PROTECTION	-	-	-	1	-	-	1
(a) COMMUNITY ARRANGEMENT	10	39	4	14	22	23	112
(b) FAMILY	20	105	35	15	24	65	264
(c) OTHER	2	-	2	-	1	5	10
29.5 IF SELF PROTECTION WHAT WEAPONS DO YOU USE							
(a) GUN	17	17	46	24	19	37	160
(b) SWORD	12	113	24	7	23	51	230
(c) BOW AND ARROW	1	1	1	1	-	5	9
(d) LANCE	-	-	-	-	-	1	1
(e) AXE	-	11	4	4	7	20	46
(f) OTHERS	-	-	1	-	-	-	1

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
30. MORAL RELIGION							
(1) PLACE OF WORSHIP							
(a) YES	38	147	93	29	44	109	460
(b) NO	-	2	-	-	-	1	3
(2) NUMBER OF RELIGIOUS LEADER							
(a) 1	-	8	3	5	1	-	17
(b) 2	5	-	2	1	-	-	8
(c) 3	1	6	7	1	6	5	26
(d) > 3	31	115	80	22	37	108	393
(3) ACTIVITY							
(a) WEEKLY SERMON	27	117	80	28	35	87	374
(b) MONTHLY SERMON	1	1	-	2	-	5	9
(c) MEDITATION	4	5	2	1	1	4	17
(d) DISCUSSION	1	-	-	1	-	2	4
(e) BLACK MAGIC	2	24	1	-	1	2	30
(f) OTHERS	6	1	12		9	22	5

TECHNOLOGY AND SOCIALS

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
38. ATTITUDES TOWARDS CHANGING TECHNOLOGY							
38 (1) YOU WANT OTHER PEOPLE TO LEAVE YOU ALONE							
(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	-	-	5	3	-	12	18
(2) AGREE	2	20	13	3	12	11	59
(3) NOT SURE	1	4	1	-	4	6	16
(4) DISAGREE	19	130	48	23	47	65	332
(5) DISAGREE STRONGLY	13	1	29	4	6	32	85
38 (2) YOU WANT TO ASSOCIATE MORE WITH OTHERS							
(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	18	10	32	9	12	53	134
(2) AGREE	17	130	54	20	51	57	329
(3) NOT SURE	-	4	1	-	6	1	22
(4) DISAGREE	-	10	6	-	2	1	19
(5) DISAGREE STRONGLY	-	-	-	-	-	1	1

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
38 (3) YOU WANT YOUR WAY OF LIFE AS IT IS							
(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	-	3	3	-	-	16	22
(2) AGREE	7	73	24	1	20	28	203
(3) NOT SURE	6	19	18	3	6	22	74
(4) DISAGREE	11	92	29	24	39	48	243
(5) DISAGREE STRONGLY	11	-	18	1	5	19	54
38 (4) YOU WANT YOUR WAY OF LIFE CHANGE TO THE WAY YOU WANT							
(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	16	3	24	3	9	33	88
(2) AGREE	16	130	54	10	49	59	318
(3) NOT SURE	1	15	10	11	10	16	65
(4) DISAGREE	2	6	4	5	2	3	22
(5) DISAGREE STRONGLY	-	-	-	-	-	-	-

LOCATION / VARIABLE		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
38(5) YOU WANT TO CHANGE YOUR TECHNIQUE THAT DO NOT-REQUIRE HIGH INVESTMENT	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	33	-	37	4	8	21	61
	(2) AGREE	13	46	27	17	33	50	186
	(3) NOT SURE	6	36	37	3	17	26	105
	(4) DIS-AGREE	3	72	28	6	22	22	155
	(5) DIS-AGREE STRONGLY	-	-	4	-	-	3	7

LOCATION / VARIABLE		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
39. ATTITUDE TOWARDS OUTSIDER AND DEVELOP-MENT OFFICERS								
39 (1) NEIGHBOR ARE SINCERE AND HELPFUL	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	20	44	33	4	22	52	175
	(2) AGREE	13	104	54	23	47	63	304
	(3) NOT SURE	1	1	3	2	-	3	10
	(4) DIS-AGREE	1	-	1	-	2	1	5
	(5) DIS-AGREE STRONGLY WHO	-	-	-	-	-	1	1
39 (2) PEOPLE IN NEXT COMMUNITY ARE FRIENDLY AND HELPFUL	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	13	33	25	2	15	45	133
	(2) AGREE	22	119	62	22	51	64	340
	(3) NOT SURE	1	-	3	5	4	10	23
	(4) DIS-AGREE	-	-	3	-	-	1	4
	(5) DIS-AGREE STRONGLY	-	-	-	-	-	1	1

LOCATION / VARIABLE		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
39 (3) TRADERS OF YOUR REQUIRE MENT THEAT YOU FAIR	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	2	-	2	3	3	30	20
	(2) AGREE	18	46	32	5	17	27	145
	(3) NOT SURE	-	09	33	20	25	30	207
	(4) DIS-AGREE	14	35	21	1	22	41	354
	(5) DIS-AGREE STRONGLY WHO	6	-	4	-	-	12	22
39 (4) BUYERS OF YOUR PRODUCTS THEAT YOU FAIR	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	2	-	1	3	3	2	11
	(2) AGREE	17	28	32	1	16	23	117
	(3) NOT SURE	4	89	28	15	26	36	108
	(4) DIS-AGREE	12	64	37	10	20	40	183
	(5) DIS-AGREE STRONGLY	-	-	3	-	1	19	25

LOCATION / VARIABLE		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
39 (5) EXTENSION OFFICERS GIVE APPROPRIATE ADVICES	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	3	-	7	5	2	17	34
	(2) AGREE	24	96	50	12	40	58	280
	(3) NOT SURE	1	37	16	12	19	29	114
	(4) DIS-AGREE	4	11	10	-	7	8	40
	(5)DIS AGREE STRONGLY	3	-	3	-	1	4	11
39 (6) COMMUNITY LEADER GIVE SPECIAL ATTENTION TO AGRICULTURAL DEVELOPMENT	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	4	-	4	5	2	13	28
	(2) AGREE	24	101	57	24	40	57	303
	(3) NOT SURE	3	35	17	8	17	30	107
	(4) DIS-AGREE	1	8	9	-	3	11	34
	(5)DIS AGREE STRONGLY WHO	3	-	2	-	-	1	6

VARIABLE \ LOCATION		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
40. SOURCE OF DATA AND TRAINING IN AGRICULTURAL PRODUCTION TECHNIQUE	(a) LAND (1) ANCESTER	16	118	41	28	64	90	357
	(2) RELATIVE	4	84	42	1	39	54	224
	(3) NEIGHBOR	4	87	20	-	44	49	213
	(4) SELF EXPERIMENT	4	57	27	-	29	21	138
	(5) COMMUNITY LEADER	1	-	1	-	-	2	4
	(6) TRADER/ BUYER	-	-	1	-	-	2	3
	(7) EXTENSION OFFICER	5	33	9	-	10	16	73
	(8) RADIO MESSAGE	-	-	-	-	-	8	8
	(9) BOOK/ JOURNAL	-	-	1	-	-	2	3
	(10) RESEARCHER	3	-	3	-	2	6	14

VARIABLE \ LOCATION		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
40. (CONT)	(b) SEED (KEM IMPROVED) (1) ANCESTER	11	113	35	26	52	83	322
	(2) RELATIVE	-	85	36	1	39	52	213
	(3) NEIGHBOR	4	86	28	-	43	43	204
	(4) SELF EXPERIMENT	9	55	24	-	29	21	138
	(5) COMMUNITY LEADER	1	-	1	-	-	6	8
	(6) TRADER/ BUYER	2	-	3	2	-	2	9
	(7) EXTENSION OFFICER	6	32	9	5	10	17	79
	(8) RADIO MESSAGE	-	-	-	-	-	6	6
	(9) BOOK/ JOURNAL	-	-	-	-	-	5	5
	(10) RESEARCHER	3	-	3	-	2	9	17

VARIABLE \ LOCATION		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
42. TECHNICAL ADVICES FROM EXTENSION OFFICER ARE								
42. (1) HELPFUL TO SOLVE YOUR PROBLEMS	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	1	3	7	1	4	7	23
	(2) AGREE	24	81	34	23	28	54	244
	(3) NOT SURE	4	1	6	5	3	20	39
	(4) DIS-AGREE	4	1	9	1	4	11	30
	(5) DIS-AGREE STRONGLY	-	-	1	1	-	2	4
42 (2) APPROPRIATE TO YOUR AVAILABLE LABOUR FORCE IN YOUR FAMILY	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	-	3	7	1	4	1	16
	(2) AGREE	27	69	42	18	22	53	231
	(3) NOT SURE	5	4	6	10	8	20	53
	(4) DIS-AGREE	1	4	-	-	4	13	22
	(5) DIS-AGREE STRONGLY	-	-	-	-	-	5	5

VARIABLE \ LOCATION		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
42 (3) AGREEABLE WITH YOUR FINANCIAL RESOURCES	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	1	1	6	1	3	3	15
	(2) AGREE	23	40	34	9	25	47	178
	(3) NOT SURE	5	7	10	19	10	23	74
	(4) DIS-AGREE	3	28	5	-	-	16	52
	(5) DIS-AGREE STRONGLY	1	-	-	-	-	1	2
42 (4) SUITABLE WITH YOUR AVAILABLE TIME	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	1	1	6	-	4	3	15
	(2) AGREE	25	60	40	16	26	53	220
	(3) NOT SURE	5	12	6	13	8	28	72
	(4) DIS-AGREE	2	3	1	-	-	5	11
	(5) DIS-AGREE STRONGLY	-	-	-	-	-	1	1

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
42.(5) AGREEABLE WITH YOUR TECHNICAL CAPACITY	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	2	1	8	3	3	3	20
	(2) AGREE	25	39	35	15	31	45	190
	(3) NOT SURE	3	21	7	11	8	25	265
	(4) DIS - AGREE	2	17	3	-	6	8	36
	(5) DIS - AGREE STRONGLY	-	-	1	-	-	3	4
42(6) USING EQUIPMENT AND MATERIAL AVAILABLE IN YOUR COMMUNITY	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	2	2	7	3	5	5	24
	(2) AGREE	21	57	36	15	28	51	208
	(3) NOT SURE	6	18	11	11	4	28	78
	(4) DIS - AGREE	3	-	-	-	-	12	15
	(5) DIS - AGREE STRONGLY	-	-	-	-	-	-	-

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
42(7) EASY TO UNDERSTAND	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	2	1	2	1	4	9	19
	(2) AGREE	26	60	40	24	30	60	240
	(3) NOT SURE	1	15	6	4	5	27	58
	(4) DIS - AGREE	1	1	-	-	-	4	6
	(5) DIS - AGREE STRONGLY	-	-	-	-	-	-	-
42(8) PRACTICAL ENOUGH TO BE PRACTICED IN FARM	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	1	2	7	4	4	9	27
	(2) AGREE	26	31	30	8	30	43	168
	(3) NOT SURE	2	20	11	17	7	21	78
	(4) DIS - AGREE	3	21	7	-	8	12	51
	(5) DIS - AGREE STRONGLY	-	-	1	-	-	3	4

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
42 (9) GIVING YOU GOOD RETURN FOR YOUR INVESTMENT	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	1	1	6	3	4	9	24
	(2) AGREE	20	13	23	7	9	32	104
	(3) NOT SURE	11	35	18	19	16	34	133
	(4) DIS - AGREE	2	32	6	-	1	11	52
	(5) DIS - AGREE STRONGLY	1	-	2	-	-	3	6
43.ACCORDING TO YOUR FINANCIAL CONDITION, DO YOU STILL WANT TO								
43(1) BUY FERTILIZER	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	10	27	21	4	9	32	103
	(2) AGREE	15	81	40	22	55	64	277
	(3) NOT SURE	1	6	6	2	3	10	28
	(4) DIS - AGREE	2	5	5	1	1	8	22
	(5) DIS - AGREE STRONGLY	-	-	-	-	-	-	-

VARIABLE	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RATONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
43.(2) BUY INSEC. - TICIDE OR HERBICIDE	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	10	26	16	2	7	29	90
	(2) AGREE	15	81	41	26	53	70	286
	(3) NOT SURE	1	4	8	-	7	8	28
	(4) DIS - AGREE	3	6	6	1	-	7	23
	(5) DIS - AGREE STRONGLY	-	-	-	-	-	-	-
43 (3) BUY NEW IMPROVED SEEDS (OR IMPROVED BREED FOR ANIMAL)	(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	7	-	13	3	5	30	58
	(2) AGREE	13	68	35	16	30	42	224
	(3) NOT SURE	2	17	12	8	4	6	49
	(4) DIS - AGREE	1	32	10	1	7	26	77
	(5) DIS - AGREE STRONGLY	-	-	-	1	-	1	2

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
43(4) BUY NEW IMPROVED AGRICULTURAL MACHINE							
(1) AGREE WHOLE HEARTEDLY	13	29	16	5	7	24	94
(2) AGREE	13	84	46	3	60	64	230
(3) NOT SURE	1	7	13	21	5	16	63
(4) DIS AGREE	1	28	7	-	5	20	61
(5) DIS AGREE STRONGLY	1	-	-	-	-	-	-
44. HOW OFTEN DO YOU MEET EXTENSION OFFICER							
(1) OFTEN > 1/MONTH	3	8	8	-	1	6	26
(2) 10-12/YEAR	1	6	8	2	5	2	24
(3) 7-9/YEAR	-	2	1	2	3	-	8
(4) 4-6/YEAR	1	8	3	15	8	8	43
(5) 1-3/YEAR	18	66	36	10	39	47	216
(6) NONE	9	37	37	-	21	46	150

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
45. (a) HOW OFTEN DO YOU GET FOR FREE FROM							
45(1) EXTENSION OFFICER							
(1) OFTEN	2	2	6	3	-	3	16
(2) RARELY	6	34	10	17	21	33	121
(3) NONE	7	100	63	9	45	39	263
45(2) ADMINISTRATOR							
(1) OFTEN	-	-	-	-	-	-	-
(2) RARELY	12	5	3	19	3	12	54
(3) NONE	24	131	71	10	61	100	307
45(3) HEAD MAN							
(1) OFTEN	3	-	-	3	1	1	8
(2) RARELY	5	5	3	21	7	7	48
(3) NONE	29	130	71	5	51	106	392
45(4) TRADER/BUYER							
(1) OFTEN	-	-	2	1	-	-	3
(2) RARELY	-	-	2	3	1	1	7
(3) NONE	36	136	72	25	63	114	446
45(5) RELATIVE							
(1) OFTEN	-	-	2	13	-	2	17
(2) RARELY	6	4	9	10	5	7	36
(3) NONE	29	103	63	6	60	107	368
45(6) NEIGHBOR							
(1) OFTEN	-	-	1	2	-	4	7
(2) RARELY	7	4	8	24	2	6	51
(3) NONE	28	133	65	3	61	104	305

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
45. (b) HOW OFTEN DO YOU BUY FROM							
45(7) COOPERATIVE							
(1) OFTEN	6	2	8	21	8	16	61
(2) RARELY	-	2	8	3	3	1	17
(3) NONE	31	129	58	5	54	86	363
45(8) EXTENSION OFFICER							
(1) OFTEN	-	1	2	7	-	5	15
(2) RARELY	-	-	2	18	-	9	29
(3) NONE	36	135	75	4	64	98	412
45(9) ADMINISTRATOR							
(1) OFTEN	-	-	1	6	-	-	7
(2) RARELY	36	-	2	15	1	9	63
(3) NONE	-	136	70	8	63	105	382
45(10) COMMUNITY LEADER							
(1) OFTEN	-	1	-	7	1	1	10
(2) RARELY	-	-	3	16	-	3	22
(3) NONE	32	135	70	6	62	109	414
45(11) TRADERS							
(1) OFTEN	35	148	88	23	51	92	404
(2) RARELY	-	1	14	3	1	17	36
(3) NONE	3	16	5	3	13	3	43
45(12) RELATIVE							
(1) OFTEN	-	-	-	4	-	3	7
(2) RARELY	9	3	3	13	1	12	41
(3) NONE	27	135	69	12	63	97	401
45(13) NEIGHBOR							
(1) OFTEN	-	1	1	1	2	6	11
(2) RARELY	7	3	6	23	1	10	50
(3) NONE	29	132	67	5	61	97	301

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
46. TO INCREASE YOUR AGRICULTURAL PRODUCTION							
46(1) YOU ARE WILLING TO OBTAIN ADVICE ON							
1. AGREE WHOLE HEARTEDLY	15	16	21	NA	15	34	101
2. AGREE	22	104	63	NA	42	55	287
3. NOT SURE	2	25	4	NA	10	20	51
4. DIS - AGREE	-	5	2	NA	1	9	17
5. DIS - AGREE STRONGLY	-	-	-	NA	-	-	-
46(2) WILLING TO INVEST ON INPUTS : FERTILIZER INSECTICIDE, NEW IMPROVED SEEDS, MACHINERY ETC							
1. AGREE WHOLE HEARTEDLY	15	14	18	NA	11	35	93
2. AGREE	18	70	44	NA	37	43	212
3. NOT SURE	4	31	22	NA	16	28	102
4. DIS - AGREE	1	20	6	NA	5	10	32
5. DIS - AGRRE STRONGLY	-	-	1	NA	-	-	1

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
46 (3) WILLING TO GO TO BUY NEW MACHINERY AND OTHER INPUTS ON YOUR OWN — 1. AGREE WHOLE HEARTEDLY	14	15	14	NA	12	27	82
2. AGREE	15	76	43	NA	36	45	215
3. NOT SURE	9	34	23	NA	16	34	118
4. DIS - AGREE	-	22	6	NA	5	13	46
5. DIS - AGREE STRONGLY	-	-	2	NA	-	-	2
47. PROBLEM/NEED							
47(1) OLD TECHNIQUE DO NOT YIELD ENOUGH PRODUCES COMMEN SURATE WITH INVESTMENT — 1. REAL PROBLEM	17	74	23	NA	23	43	180
2. NOT QUITE A PROBLEM	8	28	27	NA	29	42	134
3. NO PROBLEMS AT ALL	11	27	24	NA	14	27	103
47(2) NEW AGRO - PRODUCTION TECHNIQUE GIVE NOT ENOUGH RETURN FOR THE INVESTMENT — 1. REAL PROBLEM	6	75	17	NA	21	31	150
2. NOT QUITE A PROBLEM	12	52	29	NA	27	35	155
3. NO PROBLEMS AT ALL	17	5	32	NA	18	48	120
47 (8) HAVE NOT ENOUGH MACHINE AND EQUIPMENT — 1. REAL PROBLEM	15	73	37	NA	19	48	194
2. NOT QUITE A PROBLEM	13	10	10	NA	19	53	114
3. NO PROBLEMS AT ALL	7	36	31	NA	28	34	136
47 (4) AGRICULTURE MACHINE REQUIRE REPAIRMENT OFTEN — 1. REAL PROBLEM	9	9	7	NA	12	20	47
2. NOT QUITE A PROBLEM	10	53	26	NA	31	28	148
3. NO PROBLEMS AT ALL	15	50	39	NA	16	38	160
47 (5) CAN NOT REPAIR FARM MACHINE FAST ENOUGH TO DO A PROPER JOB — 1. REAL PROBLEM	7	2	16	NA	12	19	56
2. NOT QUITE A PROBLEM	7	45	19	NA	26	27	124
3. NO PROBLEMS AT ALL	20	60	37	NA	32	60	214

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
47 (6) NOT ENOUGH TECHNICAL KNOW-HOW TO REPAIR FARM MACHINERY — 1. REAL PROBLEM	15	40	23	NA	34	66	178
2. NOT QUITE A PROBLEM	10	40	14	NA	11	20	95
3. NO PROBLEMS AT ALL	13	44	35	NA	21	35	148
47(7) DO NOT KNOW WHERE TO BUY NEW MACHINE AND EQUIPMENT — 1. REAL PROBLEM	5	20	8	NA	13	23	69
2. NOT QUITE A PROBLEM	0	20	23	NA	7	24	83
3. NO PROBLEMS AT ALL	23	91	44	NA	45	66	269
47 (8) HAVE NOT ENOUGH MONEY TO BUY NEW MACHINE — 1. REAL PROBLEM	21	94	53	NA	44	73	287
2. NOT QUITE A PROBLEM	8	23	14	NA	12	20	79
3. NO PROBLEMS AT ALL	8	9	12	NA	11	17	57
47(9) WANT TO CHANGE TO NEW IMPROVED SEED BUT DO NOT KNOW HOW — 1. REAL PROBLEM	8	12	12	NA	9	24	65
2. NOT QUITE A PROBLEM	11	72	32	NA	26	38	179
3. NO PROBLEMS AT ALL	18	45	31	NA	34	47	175
47(10) WANT NEW IMPROVED SEEDS BUT DO NOT KNOW WHERE AND HOW — 1. REAL PROBLEM	10	23	25	NA	7	30	95
2. NOT QUITE A PROBLEM	8	72	26	NA	42	34	182
3. NO PROBLEMS AT ALL	19	39	27	NA	20	47	152
47 (11) HAVE NO MONEY TO BUY NEW IMPROVED — 1. REAL PROBLEM	16	81	36	NA	29	54	216
2. NOT QUITE A PROBLEM	11	35	14	NA	37	18	115
3. NO PROBLEMS AT ALL	10	3	24	NA	11	35	83
47 (12) WANT NEW FERTILIZER BUT DO NOT KNOW HOW TO APPLY PROPERLY — 1. REAL PROBLEM	5	5	11	NA	4	23	48
2. NOT QUITE A PROBLEM	13	83	32	NA	4	32	164
3. NO PROBLEMS AT ALL	10	45	35	NA	30	58	187
47 (13) WANT NEW FERTILIZER BUT DO NOT KNOW WHERE TO BUY — 1. REAL PROBLEM	3	10	7	NA	1	23	44
2. NOT QUITE A PROBLEM	10	37	10	NA	23	38	118
3. NO PROBLEMS AT ALL	25	86	49	NA	41	62	263

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
47 (14) WANT TO BUY NEW FERTILIZER BUT HAVE NO MONEY — 1. REAL PROBLEM	20	86	52	NA	33	66	257
2. NOT QUITE A PROBLEM	10	40	13	NA	28	35	126
3. NO PROBLEMS AT ALL	6	5	15	NA	10	24	50
47 (15) WANT TO BUY NEW INSECTICIDE BUT DO NOT KNOW HOW TO USE PROPERLY — 1. REAL PROBLEM	9	11	13	NA	5	28	66
2. NOT QUITE A PROBLEM	10	74	30	NA	32	38	184
3. NO PROBLEMS AT ALL	17	47	35	NA	29	49	177
47(16) WANT TO BUY NEW INCECTICIDE BUT DO NOT KNOW WHERE TO BUY — 1. REAL PROBLEM	3	7	5	NA	1	14	30
2. NOT QUITE A PROBLEM	7	40	23	NA	21	35	126
3. NO PROBLEMS AT ALL	25	85	49	NA	45	69	273
47 (17) HAVE NO MONEY TO BUY NEW INSECTICIDE — 1. REAL PROBLEM	18	86	44	NA	29	62	239
2. NOT QUITE A PROBLEM	7	42	17	NA	32	23	121
3. NO PROBLEMS AT ALL	11	4	17	NA	6	31	69

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
47(18) SOIL ARE POOR, REQUIRE MORE FERTILIZER — 1. REAL PROBLEM	16	57	47	NA	28	62	210
2. NOT QUITE A PROBLEM	15	45	19	NA	27	34	140
3. NO PROBLEMS AT ALL	6	30	14	NA	14	26	90
47 (19) SOIL ARE TOO ACID OR SALINE — 1. REAL PROBLEM	10	40	17	NA	13	15	85
2. NOT QUITE A PROBLEM	10	42	16	NA	25	32	125
3. NO PROBLEMS AT ALL	21	47	43	NA	31	54	196
47 (20) SANDY SOIL DIFFICULT TO HOLD WATER — 1. REAL PROBLEM	7	32	35	NA	14	33	121
2. NOT QUITE A PROBLEM	11	39	15	NA	32	30	127
3. NO PROBLEMS AT ALL	19	50	27	NA	22	51	178
47 (21) NOT ENOUGH RAIN WATER — 1. REAL PROBLEM	16	69	33	NA	18	57	193
2. NOT QUITE A PROBLEM	15	46	21	NA	36	23	141
3. NO PROBLEMS AT ALL	8	23	26	NA	16	32	104

PRODUCION PROBLEMS

LOCATION / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
47 (22) TOO LONG A DROUGHT PERIOD — 1. REAL PROBLEM	17	62	32	NA	15	55	181
2. NOT QUITE A PROBLEM	15	46	23	NA	41	35	160
3. NO PROBLEMS AT ALL	5	24	23	NA	13	25	90
47 (23) HAVE NOT ENOUGH LABOUR — 1. REAL PROBLEM	14	51	22	NA	28	58	173
2. NOT QUITE A PROBLEM	11	58	23	NA	30	42	164
3. NO PROBLEMS AT ALL	12	21	31	NA	17	28	109

48. PROBLEM / VARIABLE	CENTRAL: LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	THAILAND: PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
48 (1) YOU FEEL THAT AGRICULTURE PRACTICES LEAD TO LOSSES — 1. REAL PROBLEM	12	75	33	NA	20	69	209
2. NOT QUITE A PROBLEM	10	26	33	NA	14	24	107
3. NO PROBLEMS AT ALL	15	11	21	NA	23	22	92
48 (2) YOU FEEL TUAT YOUR GROSS INCOME EQUAL TO EXPENSES — 1. REAL PROBLEM	7	26	21	NA	12	30	96
2. NOT QUITE A PROBLEM	17	39	28	NA	16	37	137
3. NO PROBLEMS AT ALL	11	29	21	NA	31	33	125
48 (3) INCOME FROM AGRICULTURE IS MORE THAN EXPENSES — 1. REAL PROBLEM	2	5	7	NA	4	11	29
2. NOT QUITE A PROBLEM	13	24	17	NA	18	30	102
3. NO PROBLEMS AT ALL	18	41	43	NA	39	52	193

	LOCATION	CENTRAL				THAILAND		
	VARIABLE	LOP BURI	CHA CHERNG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
48 (4) FARM AREA IS TOO SMALL	1. REAL PROBLEM	18	85	33	NA	41	35	210
	2. NOT QUITE A PROBLEM	16	27	20	NA	8	39	110
	3. NO PROBLEMS AT ALL	8	25	27	NA	20	44	124
48 (5) HAVE NO MONEY TO BUY MORE LAND	1. REAL PROBLEM	13	95	41	NA	19	54	252
	2. NOT QUITE A PROBLEM	17	26	14	NA	5	32	94
	3. NO PROBLEMS AT ALL	7	5	22	NA	11	28	73
48(6) HAVE NO MONEY OR OUTPUT TO RENT MORE LAND	1. REAL PROBLEM	19	96	31	NA	43	45	234
	2. NOT QUITE A PROBLEM	8	24	23	NA	8	36	99
	3. NO PROBLEMS AT ALL	10	16	30	NA	14	33	103
48(7) WANT MORE LOAN BUT HAVE NO GUARANTEE	1. REAL PROBLEM	14	78	31	NA	37	33	193
	2. NOT QUITE A PROBLEM	8	17	13	NA	8	25	71
	3. NO PROBLEMS AT ALL	14	41	32	NA	20	36	143
48(8) WANT MORE LOAN, BUT DO NOT KNOW WHERE TO APPLY	1. REAL PROBLEM	8	62	12	NA	17	28	127
	2. NOT QUITE A PROBLEM	8	21	22	NA	10	36	97
	3. NO PROBLEMS AT ALL	20	33	41	NA	34	49	201
48(9) HAVE NO MONEY TO MAINTAIN OR REPAIR AGRO-MACHINE	1. REAL PROBLEM	10	69	18	NA	33	27	157
	2. NOT QUITE A PROBLEM	9	29	16	NA	10	35	99
	3. NO PROBLEMS AT ALL	15	37	35	NA	22	44	153

PROBLEMS RELATED TO SOCIALS AND ENVIRONMENTAL

49. PROBLEMS	LOCATION / VARIABLE	CENTRAL LOP BURI	CENTRAL CHA CHERNG SOA	CENTRAL RAYONG - CHOL BURI	CENTRAL RACHA BURI	THAILAND PRA CHUAB - PETCH BURI	THAILAND SUPAN - KAN BURI	THAILAND TOTAL
49(1) TOO MANY SOCIAL EVENTS AND SOCIAL TAXES	1. REAL PROBLEM	3	50	4	NA	12	10	79
	2. NOT QUITE A PROBLEM	12	27	33	NA	16	47	135
	3. NO PROBLEMS AT ALL	23	76	43	NA	37	61	240
49(2) TOO MANY MEETINGS AT COMMUNITY LEVEL	1. REAL PROBLEM	2	-	-	NA	-	6	8
	2. NOT QUITE A PROBLEM	9	37	31	NA	22	44	163
	3. NO PROBLEMS AT ALL	27	80	48	NA	37	60	252
49 (3) MEMBERS OF FAMILY TOO SICK TO WORK	1. REAL PROBLEM	3	12	4	NA	4	6	29
	2. NOT QUITE A PROBLEM	13	90	24	NA	28	43	198
	3. NO PROBLEMS AT ALL	21	67	40	NA	37	69	243
49 (4) DO NOT GET ENOUGH ASSISTANCE FROM EXTENSION OFFICERS	1. REAL PROBLEM	11	31	20	NA	9	36	107
	2. NOT QUITE A PROBLEM	11	61	30	NA	23	39	166
	3. NO PROBLEMS AT ALL	16	49	31	NA	36	44	176
49(5) RECEIVE INJUSTICE FROM OFFICIALS	1. REAL PROBLEM	3	11	46	NA	8	15	83
	2. NOT QUITE A PROBLEM	13	70	8	NA	24	35	150
	3. NO PROBLEMS AT ALL	22	59	20	NA	38	67	206
49 (6) LOAN SHARK USE UNFAIR METHOD TO FORCE YOU TO MAKE LOAN REPAYMENT	1. REAL PROBLEM	7	41	48	NA	17	25	138
	2. NOT QUITE A PROBLEM	8	53	3	NA	16	29	109
	3. NO PROBLEMS AT ALL	23	47	18	NA	37	63	188

LOCATION / VARIABLE		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHEANG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
49(7) MEMBER OF FAMILY OBJECT TO CHANGING YOUR TECHNIQUE TO A MODERN ONE	1. REAL PROBLEM	1	-	3	NA	1	5	10
	2. NOT QUITE A PROBLEM	12	30	18	NA	19	38	137
	3. NO PROBLEMS AT ALL	24	01	57	NA	50	74	296
40(8) INSECURITY DUE TO TOO MANY THIEVES AND ROBBERS	1. REAL PROBLEM	1	3	5	NA	4	14	27
	2. NOT QUITE A PROBLEM	11	43	39	NA	26	50	169
	3. NO PROBLEMS AT ALL	26	55	34	NA	30	60	214

LOCATION / VARIABLE		CENTRAL				THAILAND		
		LOP BURI	CHA CHEANG SOA	RAYONG - CHOL BURI	RACHA BURI	PRA CHUAB - PETCH BURI	SUPAN - KAN BURI	TOTAL
49(9) FLOOD CAUSED IRREPAIRABLE DAMAGES IN YOUR FARM	1. REAL PROBLEM	8	4	10	NA	5	21	48
	2. NOT QUITE A PROBLEM	8	55	14	NA	21	60	158
	3. NO PROBLEMS AT ALL	22	81	56	NA	14	40	243
49(10) DROUGHT CREATE LOSSES IN YOUR FARM	1. REAL PROBLEM	20	40	2w	NA	12	64	165
	2. NOT QUITE A PROBLEM	9	53	28	NA	34	29	153
	3. NO PROBLEMS AT ALL	9	47	33	NA	24	26	139

ภาคผนวก ค.

ตัวอย่างแบบสอบถามข้อมูลเกษตรกร

แบบสอบถาม

เรื่อง การพึ่งตัวเองทางบริหารการเกษตรและเทคโนโลยี

ผู้ทำการสัมภาษณ์ .....

วันที่สัมภาษณ์ ..... เวลาสัมภาษณ์ ..... น. ถึง ..... น.

ข้อมูลทั่วไป

(1) ผู้ถูกสัมภาษณ์ชื่อ .....

(2) เพศ 1. ชาย 2. หญิง

(3) อยู่บ้านเลขที่ ..... หมู่ที่ ..... ตำบล ..... อำเภอ .....
จังหวัด .....

(4) ภาค 1. เหนือ 4. กะวันออก
2. กะวันออกเฉียงเหนือ 5. กะวันตก
3. กลาง 6. ใต้

(4) ภาษาที่พูด
1. พื้นเมือง 6. กลาง (รวมทั้งชาวเมืองสุพรรณ)
2. อีสาน 7. มักใช้
3. ไหมหาน 8. เขมร
4. ส่วย 9. มาเลย์
5. ม้ง 10. อื่น ๆ โปรดระบุ .....

(5) นับถือศาสนาอะไร
1. พุทธ 3. อิสลาม
2. คริสต์ 4. ฮินดู
5. อื่น ๆ โปรดระบุ .....

(6) อายุในปีนี้เท่าใด
1. ต่ำกว่า 20 ปี 5. 51 - 60
2. 21 - 30 6. 61 - 70
3. 31 - 40 7. 71 - 80
4. 41 - 50 8. สูงกว่า 80

2.

(7) ระดับการศึกษาเรียนสูงสุดถึงใด
1. ไม่เคยเรียนหนังสือเลยอย่างเป็นทางการ
2. เคยเรียนภาคบังคับ ป 1 - 6
3. มัธยมศึกษา ม.1-3
4. มัธยมศึกษา ม.4-6
5. นักธรรม (ตรี,โท,เอก,เปรียญ)
6. อาชีวศึกษา
7. ปริญญาตรี
8. สูงกว่าปริญญาตรี

(8) จบการศึกษาระดับสูงสุดมาแล้วกี่ปี
1. 1 - 5 ปี 4. 16 - 20 ปี
2. 6 - 10 ปี 5. เกินกว่า 20ปี
3. 11 - 15 ปี

(9) ความสามารถในการอ่านหนังสือ (ให้หนังสืออ่านเพื่อเป็นการทดสอบ) เป็นอย่างใด
1. อ่านได้คล่องมาก 4. อ่านไม่ค่อยได้
2. อ่านได้ดี 5. อ่านไม่ได้เลย
3. อ่านได้ปานกลาง

(10) ฐานะทางครอบครัว
1. โสด 2. แต่งงานแล้ว

(11) ในปัจจุบันลูกมีวิถีชีวิตอยู่ด้วยกี่คน
1. 1 - 2 คน 4. 7 - 8 คน
2. 3 - 4 คน 5. 9 - 10 คน
3. 5 - 6 คน 6. เกิน 10 คน

(12) ในปัจจุบันลูกที่มีอายุต่ำกว่า 20 ปีกี่คน
1. 1 - 2 คน 3. 5 - 6 คน
2. 3 - 4 คน 4. เกิน 6 คน

3.

ฐานประกอบอาชีพและการบริหารการเกษตรของพื้นที่

(13) เนื้อที่ทำการเกษตรทั้งหมด (ทั้งของตัวเอง และเช่าผู้อื่น หรือของผู้อื่นแต่ไม่ต้องเช่า) กี่ไร่
1. 1 - 5 ไร่ 7. 36 - 40 ไร่
2. 6 - 10 ไร่ 8. 41 - 45 ไร่
3. 11 - 15 ไร่ 9. 46 - 50 ไร่
4. 16 - 20 ไร่ 10. 51 - 55 ไร่
5. 21 - 30 ไร่ 11. 56 - 60 ไร่
6. 31 - 35 ไร่ 12. เกินกว่า 60 ไร่

(14) เนื้อที่ทั้งหมดนี้ใช้ทางด้านเกษตรกี่ไร่
1. 1 - 5 ไร่ 7. 36 - 40 ไร่
2. 6 - 10 ไร่ 8. 41 - 45 ไร่
3. 11 - 15 ไร่ 9. 46 - 50 ไร่
4. 16 - 20 ไร่ 10. 51 - 55 ไร่
5. 21 - 30 ไร่ 11. 56 - 60 ไร่
6. 31 - 35 ไร่ 12. เกินกว่า 60 ไร่

(15) เนื้อที่ทั้งหมดนี้ได้เช่าผู้อื่นทำกี่ไร่ (เช่นนาหุ้น)
1. 1 - 5 ไร่ 7. 36 - 40 ไร่
2. 6 - 10 ไร่ 8. 41 - 45 ไร่
3. 11 - 15 ไร่ 9. 46 - 50 ไร่
4. 16 - 20 ไร่ 10. 51 - 55 ไร่
5. 21 - 30 ไร่ 11. 56 - 60 ไร่
6. 31 - 35 ไร่ 12. เกินกว่า 60 ไร่

(16) เนื้อที่ทั้งหมดนี้เป็นของผู้อื่นแต่ไม่เสียค่าเช่าที่ไร่ (เช่น ของญาติ,เพื่อนบ้าน,นายทุนใจดี)
1. 1 - 5 ไร่ 7. 36 - 40 ไร่
2. 6 - 10 ไร่ 8. 41 - 45 ไร่
3. 11 - 15 ไร่ 9. 46 - 50 ไร่
4. 16 - 20 ไร่ 10. 51 - 55 ไร่
5. 21 - 30 ไร่ 11. 56 - 60 ไร่
6. 31 - 35 ไร่ 12. เกินกว่า 60 ไร่

4.

(17) นักเกษตรผู้นี้เข้าถึงแหล่งเกษตรส่วนใหญ่ในลักษณะใด
1. ญาติพี่น้อง 3. ลักษณะการค้า
2. ที่ราชการ 4. ลักษณะอื่นๆ

(18) ความยุ่งยากในการดำเนินการเกษตรโดยทั่วไป (ถ้าไม่เคยปฏิบัติเลย) อยู่ระดับใด
1. ความยุ่งยากมากที่สุด (ปฏิบัติอะไรก็ลำบากไปหมด)
2. ความยุ่งยากปานกลาง
3. ความยุ่งยากน้อย
4. ไม่เคยเลย
5. ไม่แน่ใจ

(19) ปริมาณน้ำในแหล่งที่นี้ในรอบปีมีลักษณะเป็นอย่างไร
1. ปริมาณน้ำมากเกินไป
2. ปริมาณน้ำปานกลาง
3. ปริมาณน้ำน้อย

ข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่ผู้ตอบรู้และนำมาใช้ (ขอให้ดูภาพรูปเครื่องมือแปลก ๆ ที่แตกต่างกัน - หุ่นเครื่องมือ)

เทคโนโลยีด้านการเกษตร

วิธีกรรมทางการเกษตร
1. ใช้หรือเคยใช้ 2. ที่ชุมชนเรียนจำนวน .... ชนิด
3. ที่ชุมชนเรียน
ก. ครบวงจร ข. ไม่ครบวงจร

(20) ข้าว
เคยทำมา 1. 0 - 5 ปี 3. 11 - 15 ปี
2. 6 - 10 ปี 4. มากกว่า 15 ปี

วิธีการทำ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ) เมื่อปีที่แล้ว
1. นาดำ 3. นาหยอด
2. นาหว่าน 4. นาน้ำฝน
5. อื่น ๆ .....

5.

พื้นที่เพาะปลูกเมื่อปีที่แล้ว

1. 0 - 10 ปี
2. 11 - 20 ปี
3. 21 - 30 ปี
4. 31 - 40 ปี
5. 41 - 50 ปี
6. 51 - 75 ปี
7. 76 - 100 ปี
8. มากกว่า 100 ไร่

จำนวนและแหล่งของแรงงานที่ใช้ในการเตรียมดินเมื่อปีที่แล้ว
กาเครื่องหมาย (X) ลงในช่อง

จำนวนคน	แหล่งของแรงงาน		
	ภายในครอบครัว	ลูกพี่ลูกน้อง(ไม่จ้าง)	แรงงานรับจ้าง
1 - 2			
3 - 4			
5 - 6			
7 - 8			
9 - 10			
มากกว่า 10			

จำนวนและแหล่งของแรงงานที่ใช้ในการปักดำเมื่อปีที่แล้ว
กาเครื่องหมาย (X) ลงในช่อง

จำนวนคน	แหล่งของแรงงาน		
	ภายในครอบครัว	ลูกพี่ลูกน้อง(ไม่จ้าง)	แรงงานรับจ้าง
1 - 2			
3 - 4			
5 - 6			
7 - 8			
9 - 10			
มากกว่า 10			

6.

จำนวนและแหล่งของแรงงานที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวเมื่อปีที่แล้ว
กาเครื่องหมาย (X) ลงในช่อง

จำนวนคน	แหล่งของแรงงาน		
	ภายในครอบครัว	ลูกพี่ลูกน้อง(ไม่จ้าง)	แรงงานรับจ้าง
1 - 2			
3 - 4			
5 - 6			
7 - 8			
9 - 10			
มากกว่า 10			

เครื่องมือทำนา

1. รถไถ (ควายเหล็ก)
2. ควาย
3. เสียมขุดหลุม
4. คันไถไม้
5. คราด
6. เครื่องสูบน้ำ (น้ำมัน)
7. เครื่องสูบน้ำ (ไฟฟ้า)
8. เครื่องหยอดปุ๋ยและเมล็ดพันธุ์
9. เสียว
10. อื่น ๆ .....

แหล่งน้ำใช้ปลูกข้าว

1. น้ำฝน
2. น้ำเหมือง
3. น้ำธรรมชาติ
4. อื่น ๆ .....

ปุ๋ยข้าว

1. ปุ๋ยคอก .....
2. ปุ๋ยหมัก .....
3. ปุ๋ยหอกทำเอง
4. ปุ๋ยเคมี
5. ปุ๋ยหมัก
6. อื่น ๆ .....
7. ไม่ใส่ปุ๋ย

7.

ยากำจัดศัตรูพืชสำหรับข้าว

1. กำจัดแมลง
2. กำจัดวัชพืช
3. กำจัดหอยหวาก
4. กำจัดโรค (เชื้อรา, ไวรัส)
5. กำจัดศัตรู (เช่นปูนา)
6. รมเมล็ดพืช
7. อื่น ๆ .....

ไถดินวิธีการมาใช้

1. ขี้
2. แลกเปลี่ยนกับข้าว (รวมทั้งบริหารอื่นๆ)
3. ขอแบ่งปันเมื่อเสียบาน
4. แลกเปลี่ยนกับทางราชการ
5. เก็บไว้ทำเองทุกอย่าง

การจัดการ

1. จัดการเองในครอบครัว
2. ร่วมกับเกษตรกรในหมู่บ้าน
3. ร่วมกับกลุ่มเกษตรกร (กลุ่มสหกรณ์หรือกลุ่มที่ทางราชการจัดตั้งขึ้น)

(21) ที่ไร่และสวน (ให้วงกลมหน้าเลขเพื่อแสดงว่าเกษตรกรผู้นั้นได้ปลูกพืชดังต่อไปนี้)

ประเภท

1. ข้าวโพด
2. มันสำปะหลัง
3. อ้อย
4. ยาสูบ
5. ถั่วเขียว
6. ถั่วเหลือง
7. ถั่วลิสง
8. ผัก .....
9. หุ่น
10. ฝ้าย
11. ป่าน
12. ข่า ว่าง
13. มะพร้าว
14. สับปะรด
15. ยางพารา
16. ผลไม้ .....
17. อื่น ๆ .....

8.

เหตุที่ทำนา

1. 0 - 5 ปี
2. 6 - 10 ปี
3. 11 - 15 ปี
4. มากกว่า 15 ปี

วิธีการทำ .....

พื้นที่เพาะปลูก

1. 0 - 20 ไร่
2. 21 - 40 ไร่
3. 41 - 60 ไร่
4. 61 - 80 ไร่
5. 81 - 100 ไร่
6. มากกว่า 100 ไร่

จำนวนและแหล่งของแรงงาน(ให้เน้นเฉพาะ 3 ขั้นตอนปลูก ซึ่งขั้นตอนนี้ต้องใช้แรงงานมาก เช่นการเตรียมดินและขอแบ่งที่ดีที่สุด การดำนา การหว่านปราบหัวรูปข้าย การกรีดยาง เป็นต้น ซึ่งมีความต้องการแรงงานในขั้นตอนนี้ใช้แรงงานมาก)
กาเครื่องหมาย (X) ลงในช่อง

จำนวนคน	แหล่งของแรงงาน		
	ภายในครอบครัว	ลูกพี่ลูกน้อง(ไม่จ้าง)	แรงงานรับจ้าง
1 - 2			
3 - 4			
5 - 6			
7 - 8			
9 - 10			
มากกว่า 10			

9.

ได้พันธุ์จากไหน

1. ซื้อมา
2. แลกเปลี่ยนกับเพื่อนบ้าน
3. เพาะเอง
4. แลกเปลี่ยนกับพ่อค้า
5. แลกเปลี่ยนกับทางราชการ

การจัดการ 1. จัดทำเอง 2. ร่วมกับเกษตรกรในหมู่บ้าน
3. รวมกลุ่มสหกรณ์(กลุ่มเกษตรกรหรือกลุ่มที่ทางราชการจัดตั้งขึ้น)

(22) สัตว์

ประเภท 1. โคเนื้อ 5. ทุกร
2. โคนม 6. เป็ด
3. ไก่ไข่ 7. กระบือ
4. ไก่เนื้อ 8. อื่น ๆ .....

เลขตำมา 1. 0 -5 ปี. 3. 11 - 15 ปี
2. 6 - 10 ปี 4. มากกว่า 15 ปี

วิธีการเลี้ยง

1. วิธีการแบบเก่าดั้งเดิม .....
.....
.....
2. วิธีการดัดแปลงใหม่ .....
.....
.....
3. วิธีการแบบใหม่ .....
.....
.....

10.

เครื่องมือ 1. เครื่องฉีดยา 5. เครื่องรีดนมและถังใส่นม
2. เครื่องผสมเพิ่มน 6. เครื่องปั่นน้ำ
3. เครื่องผสมอาหาร 7. เครื่องปรับอุณหภูมิ
4. เครื่องบดอาหาร 8. เครื่องให้นม
9. อื่น ๆ .....

ทำเลที่ตั้ง 1. 0 - 5 กม 2. 6 - 10 กม
3. 11 - 15 กม

อาหาร 1. ซื้อ ระบุ .....
2. ทำเอง ระบุ .....
3. มีทุ่งหญ้าเฉพาะ
4. ทุ่งหญ้าทั่ว ๆ ไป
5. ทำงราว
6. อื่น ๆ ระบุ .....

บาดัตว์ 1. ซื้อ (ระบุชนิดยา) .....
2. ทำเอง (ระบุชนิดยา) .....
3. ได้รับความช่วยเหลือ (ระบุชนิดยา) .....
4. อื่น ๆ .....

พันธุ์สัตว์ 1. ซื้อ 4. เพาะขึ้นเอง
2. แลกเปลี่ยนกับเพื่อนบ้าน 5. ได้รับการช่วยเหลือจากทางราชการ
3. ได้รับการช่วยเหลือจากพ่อค้า เอกชน

การจัดการ 1. จัดการเองในครอบครัว 2. ร่วมกับเกษตรกรในหมู่บ้าน
3. รวมกลุ่มสหกรณ์(กลุ่มผู้เลี้ยงสัตว์หรือกลุ่มที่ทางราชการจัดตั้งขึ้น

(23) ประมง

ประเภท 1. ประมงน้ำจืด 2. ประมงน้ำเค็ม
3. ประมงน้ำกร่อย

11.

ชนิดสัตว์น้ำ 1. ปลา 3. กุ้ง
2. หอย 4. อื่น ๆ .....

เลขตำมา 1. 0 -5 ปี 3. 11 - 15 ปี
2. 6 - 10 ปี 4. มากกว่า 15 ปี

วิธีการทำไว้ใช้

1. อวนลาก 5. ตกเบ็ด
2. โป๊ะ 6. บ่อเลี้ยงวิธีเก่า
3. อวนล้อม 7. บ่อเลี้ยงวิธีใหม่ใหม่
4. ยกยอ 8. อื่น ๆ .....

ทำเลที่ตั้ง 1. 0 - 5 กม 3. 11 - 15 กม
2. 6 - 10 กม 4. มากกว่า 15 กม

เครื่องมือ 1. อวน- 5. ตุ้ม
2. โป๊ะ 6. กระชอน
3. แห 7. เรือเล็ก
4. เบ็ด 8. เรือใหญ่
9. อื่น ๆ .....

อาหารสัตว์น้ำ

1. ซื้อ ระบุ ..... 2. ทำเอง ระบุ .....

บาดัตว์น้ำ 1. ซื้อ ระบุ ..... 2. ทำเอง ระบุ .....

พันธุ์สัตว์น้ำ 1. ซื้อ ระบุ ..... 2. ทำเอง ระบุ .....

การจัดการ 1. มีการเลี้ยงในครอบครัว 2. ร่วมกับราษฎรประมงในระแวก
3. รวมกลุ่มสหกรณ์(กลุ่มเลี้ยงสัตว์น้ำหรือ เลี้ยงกัน
กลุ่มทางราชการจัดตั้งขึ้น

12.

เฉพาะไม้ยืนต้น

(24) พืชสวน

ประเภท 1. แตงไม้ 6. ไม้ดอกและไม้ประดับ
2. ผักสวนครัว 7. สมุนไพร
3. ผักสวนครัว 8. ยาสูบ
4. ผักสวนครัว 9. ไม้ผล
5. ปุ๋ยพืชสด 10. เครื่องเทศ
11. อื่นๆ .....

เลขตำมา 1. 0 - 5 ปี 3. 11 - 15 ปี
2. 6 - 10 ปี 4. มากกว่า 15 ปี

วิธีการทำ (ระบุ) .....
.....
.....

เครื่องมือ 1. ..... 6. .....
2. ..... 7. .....
3. ..... 8. .....
4. ..... 9. .....
5. ..... 10. .....

แรงงาน 1. 0 - 5 คน 4. 21 - 30 คน
2. 6 - 10 คน 5. 31 - 50 คน
3. 11 - 20 คน 6. 51 - 100 คน
7. มากกว่า 100 คน

พันธุ์ไม้ที่ .....
.....

การจัดการ 1. มีการเลี้ยงในครอบครัว 2. รวมกลุ่มสหกรณ์
3. ร่วมกับราษฎรในระแวกใกล้เคียง

13.

เทคโนโลยีช่าง แหล่งน้ำและพลังงาน

(25) ก. ช่าง

ประเภท 1. ช่างไม้ 4. ช่างไม้ไผ่
2. ช่างปูน 5. ช่างแรงงาน
3. ช่างเครื่องยนต์ 6. อื่น ๆ .....

เคยทำมา 1. 0 - 5 ปี 3. 11 - 15 ปี
2. 6 - 10 ปี 4. มากกว่า 15 ปี

เครื่องมือ 1. ขัดขอน 6. ขัน
2. เลื่อย 7. ตลับเมตร
3. สิ่ว 8. มีด
4. ขวาน 9. เครื่องมือวัดระดับ
5. กบไส 10. อื่น ๆ .....

จำนวนสมาชิกในครอบครัวที่เป็นช่าง

1. 1 คน 3. 3 คน
2. 2 คน 4. 4 คน หรือมากกว่า

ข. แหล่งน้ำเพื่อบริโภค

1. โอ่ง 6. ถังเก็บน้ำ
2. บ่อขุด 7. บ่อน้ำตื้น
3. บ่อบาดาล 8. ตุ่ม - กะบอง
4. หนอง - บึง 9. ร่างเก็บน้ำ
5. น้ำประปา 10 อื่น ๆ .....

ค. พลังงานเพื่อการอยู่อาศัย

แหล่งถ่าน 1. กะเทียงน้ำมัน 3. ไม้ฟืน
2. เขียน 4. อื่น ๆ .....

ถุง - ถ้ม 1. ถัน - ถาน 2. แกส
3. อื่น ๆ .....

14.

เทคโนโลยีการบริหารสังคม

(26) สาธารณสุข

หมอในตำบล 1. 1 คน 3. 3 - 5 คน
2. 2 คน 4. 5 - 10 คน

พยาบาลในตำบล 1. 1 คน 3. 3 - 5 คน
2. 2 คน 4. 5 - 10 คน
5. มากกว่า 10 คน

อัตรายาสามัญ

1. 1 คน 3. 3 - 5 คน
2. 2 คน

สถานีอนามัยตำบล

1. มี 2. ไม่มี

คลังยา 1. มี 2. ไม่มี

ธนิกยา 1. เภสัชกร 2. เภสัชชุมชน

สถิติการเจ็บไข้ 1. ไข้ธรรมดา (ภายในระยะเวลาสั้น)
2. โรคเรื้อรัง (ระบุ) .....
3. โรคติดต่อ (ระบุ) .....
4. พยาธิ
5. โรคขาดอาหาร
6. มาลาเรีย
7. อื่น ๆ .....

เครื่องมือแพทย์ 1. มี 3. ไม่มีเลย
ยาสมัยชุมชน 2. มีบ้าง

(27) โภชนาการ

จำนวนโภชนากรตำบล

1. 1 คน 3. 3 - 5 คน
2. 2 คน

15.

ประเภทอาหาร 1. อาหารพื้นบ้าน 2. อาหารที่โภชนากรนำไปเผยแพร่

จำนวนผู้เข้ารับการอาหาร

1. 1 คน 3. 2 - 5 คน
2. 2 คน 4. 5 คน หรือมากกว่า

(28) การศึกษา

ระดับการศึกษา

1. ในโรงเรียน 3. ปัดอบรมจากหน่วยงาน
2. นอกโรงเรียนหรือในระบบ 4. เรียนที่บ้าน
5. อื่น ๆ .....

1. 1 โรงเรียน 3. 3 หรือมากกว่า
2. 2 โรงเรียน 4. ไม่มี

(29) กฎหมายและการรักษาความปลอดภัย

1. กฎหมายที่ดิน 4. กฎหมายจราจรและเมืองบานหางนะ
2. กฎหมายภูมิ
3. กฎหมายคุ้มครองสัตว์ อื่น ๆ .....

การใช้กฎหมาย 1. หมาย 4. มีข้าหน้าที่มาดูแลภายในบ้าน
2. คำแนะนำจากกำนัน-ผู้ใหญ่บ้าน 5. ดูแลตนเอง
3. คำแนะนำจากเจ้าหน้าที่ 6. อื่น ๆ .....

การมีส่วนร่วมในตำบล

1. มี 2. ไม่มี

ระดับความเข้าใจในการรักษาความปลอดภัย

1. ร่วมกับหลายหน่วยงานรักษาความปลอดภัย
2. เรียนรู้จากในครอบครัว
3. อื่น ๆ .....

16.

เครื่องมือ 1. ปืน 4. หน้า
2. มีด - ดาบ 5. ขวาน
3. หน้าไม้ 6. อื่น ๆ .....

(30) การรักษาพยาบาล

วัคซีนประจำตำบล 1. มี 2. ไม่มี

ระยะที่ปฏิบัติงานในหมู่บ้าน

1. 1 องค์ 3. 3 องค์
2. 2 องค์ 4. มากกว่า 3 องค์

วิธีการรักษา 1. เพลิงประจำวันละ 3. ทั่งวิธีการ
2. เพลิงประจำเดือน 4. วิธีพิเศษ
5. พิธีกรรมทางไสยศาสตร์ 6. อื่น ๆ .....

ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์ชุมชนระดับ

(31) เทคโนโลยีเกษตรกรรม

รายได้ของการเกษตรในรอบปีที่แล้ว

ชนิดพืช	พื้นที่ปลูกรวม (ไร่)	พื้นที่เพาะปลูก (ไร่)	ปริมาณผลผลิต (กก)	ผลผลิต/ไร่ (.../ไร่)	รายได้ผลผลิต (บาท)

ชนิดสัตว์	จำนวนที่เลี้ยง (ตัว)	จำหน่ายจำนวน (ตัว)	ราคาต่อตัว (บาท/ตัว)	ราคารวม (บาท)
อื่น ๆ				
รวม				

ข้อ

รายการค่าใช้จ่าย / ชนิดพืช					
ค่าเช่าที่ดิน					
ค่าภาษีที่ดิน					
ค่าดอกเบี้ยเงินกู้					
ค่าเช่าเครื่องมือ					
ค่าจ้างบริการ					
ค่าชลประทาน					
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง					
ค่าซ่อมแซมเครื่องมือ					
ค่าปุ๋ยเคมี					
ค่าปุ๋ยคอก					
ค่าปูนขาว					
ค่ายาปราบศัตรูพืช					
ค่าเมล็ดพันธุ์					
ค่าแรงงาน					
เบ็ดเตล็ด					

อัตรา

รายการค่าใช้จ่าย / ชนิดสัตว์					
ค่าซื้อพันธุ์สัตว์					
ค่าอาหารสัตว์					
ค่ายาสัตว์					
ค่าเครื่องมือ					
ค่าซ่อมแซมเครื่องมือ					
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง					
ค่าโรงเรือน					
ค่าแรงงาน					
เบ็ดเตล็ด					

19.

(33) อายุเครื่องจักร

ชนิดเครื่องจักร	อายุการใช้งาน (ปี)
รถไถนา (ควายเหล็ก)	
รถไถ (ฉบวดเตอร์)	
ปั๊มน้ำ	
เครื่องสูบน้ำ	
เครื่องนวดข้าว	
เครื่องแกะเมล็ดพืช	

(34) ค่าซ่อมแซมเครื่องจักร

(บาท)

อายุเครื่องจักร / ชนิดเครื่องจักร	1	2 - 2	3 - 5	5 - 8	8 - 6	10
รถไถนา (ควายเหล็ก)						
รถไถ (ฉบวดเตอร์)						
ปั๊มน้ำ						
เครื่องสูบน้ำ						
เครื่องนวดข้าว						
เครื่องแกะเมล็ดพืช						

18.

(32) การกู้ยืมทางการเกษตร

ข้อ จำนวนเงินที่กู้ยืม (บาท) เพื่อใช้ในจุลภาคไปนี้

ชนิดพืช	พันธุ์ดี/ลูกผสม	ปุ๋ยเคมี/ยาจัดศัตรูพืช	เครื่องจักรกลและเครื่องมือ	เครื่องสูบน้ำ	น้ำมันเชื้อเพลิง	ค่าแรงงานจ้าง
ข้าว						
พืชไร่						
ผลไม้						
ผัก						

อัตรา จำนวนเงินที่กู้ยืม (บาท) เพื่อใช้ในจุลภาคไปนี้

ชนิดสัตว์	พันธุ์ดี/ลูกผสม	อาหารและยา	เครื่องมือการผลิต	น้ำมันเชื้อเพลิง	ค่าแรงงานจ้าง
ไก่					
กระบือ					
สุกร					
เป็ด-ไก่					

เงินกู้ยืมทั้งหมดปี พ.ศ. .....

(35) ปริมาณปุ๋ยที่ใช้

(กก./ไร่)

ชนิดพืช	10 ปีก่อน	7 ปีก่อน	5 ปีก่อน	2 ปีก่อน	ปัจจุบัน
ข้าว					
พืชไร่					
ที่รวม					
ผัก					

เทคโนโลยี - ทรัพยากร

(36) การใช้แรงงาน

(คน/ไร่)

ชนิดพืช	การเตรียมดินแบบเดิม (วัน/ไร่)	การเตรียมดินด้วยเครื่องจักรกล (ปัจจุบัน)
ข้าว		
พืชไร่		
ที่รวม		
ผัก		

เทคโนโลยี - สิ่งแวดล้อม

(37) การป่วยไข้ในช่วงฤดูการผลิตที่ผ่านมา

สมาชิกครอบครัว	คน	เคยป่วยไข้เนื่องจากยาปราบศัตรูพืช	จำนวนครั้งที่ป่วย	ป่วยครั้งแรก พ.ศ.
ปู่				
ย่า				
ตา				
ยาย				
ลุง				
อา				
แม่				
น้า				
ฉัน				
ลูก				

21.

เทคโนโลยี - สังคม

(38) ทัศนคติเกี่ยวกับวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลง

คำถาม ท่านมีความเห็นในเรื่องต่อไปนี้อย่างไร

เรื่อง	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. ชีวิตจะมีความสะดวกสบายมากขึ้นถ้าเรามีโอกาสอยู่ใกล้ชิดกับธรรมชาติ ไม่ต้องพึ่งเกี่ยวข้องกับคนอื่น					
2. ชีวิตจะมีความสะดวกสบายมาก ถ้ามีโอกาสจะคบหาเพื่อนบ้านร่วมกันคิดค้นหาในสิ่งที่ถูกที่ควร					
3. วิธีทำมาหากินทุกวันนี้ อะไรที่มันจะเปลี่ยนแปลงก็ปล่อยให้มันเปลี่ยนแปลงไปเถิดว่าสิ่งนั้นจะมีผลกระทบ					
4. วิธีทำมาหากินทุกวันนี้เราจะต้องให้มันเปลี่ยนตามที่เราต้องการ ด้วยการซื้อหาเครื่องไม้เครื่องมือทันสมัยมาใช้ (เช่น ปุ๋ยเคมี ยาปราบศัตรูพืช เครื่องสูบน้ำ เป็นต้น)					
5. วิธีทำมาหากินทุกวันนี้ เราจะต้องให้มีการเปลี่ยนแปลงตามที่เราต้องการด้วยการใช้สติปัญญาและเครื่องมือทำกินที่มีอยู่ในขณะนี้เท่านั้นโดยไม่ต้องซื้อหาใช้จ่ายเงินตรา					

22.

(35) ทัศนคติเกี่ยวกับบุคคลภายนอก และการยอมรับ

คำถาม ท่านมีความเห็นในเรื่องต่อไปนี้อย่างไร

ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. เรื่องบ้านของเราในหมู่บ้านนี้ชาวบ้านไม่รู้เบื่อมิตร และมีความเห็นอกเห็นใจเรา					
2. คนในหมู่บ้านใกล้เคียงชอบไปเยี่ยมเยียน และมีความเห็นอกเห็นใจต่อเรา					
3. คนพื้นราบ (เช่น ชนชั้นกลาง ข้าราชการ หรือกลุ่มเกษตรกร) ปุ๋ยเคมี ยาปราบศัตรูพืช หรือเครื่องมือการเกษตร แก่เราอย่างไม่ยุติธรรม					
4. องค์กรรัฐ (เช่น ห้องการเกษตรกรรม) เจ้าหน้าที่ของเราอาจจะไม่ให้ราคาเราในราคายุติธรรม					
5. เจ้าหน้าที่ฝ่ายปกครอง (เช่น เจ้าหน้าที่ของอำเภอ กิ่งอำเภอ) เป็นคนที่วางตัวดีต่อเรา ชาวบ้านและเข้าให้คำการเกษตรกรมีน้อย					
6. คณะกรรมการหมู่บ้าน หรือสภาตำบลต่างก็ให้ความอบอุ่นใจที่จะร่วมคิดร่วมทำการเกษตรให้ดีขึ้น					

23.

(40) แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินการเกษตร

คำถาม ในการปลูกข้าว ..... ท่านอาจได้รับคำแนะนำวิธีการเตรียมดิน การใช้ปุ๋ยหรือยาปราบศัตรูพืชจากแหล่งต่างๆ ระดับท่านคิดว่าแหล่งใดที่ท่านเชื่อมั่นว่าคำแนะนำในเรื่องการเตรียมดินเป็นคนแรกคือใคร และท่านไว้วางใจที่จะมาจากใครเป็นคนแรก

แหล่งข้อมูล	ท่านเชื่อมั่นแหล่งข้อมูล	
	การเตรียมดิน	ปุ๋ยเคมี
พ่อ - แม่		
ญาติ - พี่น้อง เพื่อนบ้าน		
พ่อค้าเอกชน		
ผู้นำหมู่บ้าน		
ครู		
เจ้าหน้าที่พัฒนาชนบท		
ราชการวิทยุ		
หนังสือ		
นักวิจัยตามสถานีทดลองเกษตร		

หมายเหตุ 1. ให้มาเป็นคนแรก
2. ให้มาเป็นคนที่สอง
3. ให้มาเป็นคนที่สาม
4. ให้มาเป็นคนที่สี่
5. ให้มาเป็นคนที่ห้า
6. ให้มาเป็นคนที่หก
7. ให้มาเป็นคนที่เจ็ด
8. ให้มาเป็นคนที่แปด
9. ให้มาเป็นคนที่เก้า
10. ให้มาเป็นคนที่สิบ

24.

(42) ทัศนคติเกี่ยวกับกรมการพัฒนาเกษตรกร

คำถาม ถ้าท่านมีข้อเสนอแนะเจ้าหน้าที่ของกรมการพัฒนาเกษตรที่เจ้าหน้าที่เสนอแนะจากท่านเป็นอย่างไร

ข้อความ	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
คำแนะนำจากเจ้าหน้าที่กรมการพัฒนาเกษตร					
1. สอดคล้องกับปัญหาและความต้องการของท่าน					
2. สอดคล้องกับแรงงานในครอบครัวของท่าน					
3. สอดคล้องกับฐานะทางการเงินของท่าน					
4. สอดคล้องกับเวลาที่ท่านมีของท่าน					
5. สอดคล้องกับความสามารถของท่านที่จะทำ					
6. เรื่องที่ให้ไว้ถูกต้องกับความรู้ความเข้าใจของท่าน (เช่น ปุ๋ยเคมี ยาปราบ)					
7. ทันต่อเวลาที่ใช้งาน					
8. สามารถนำไปปฏิบัติได้ในไร่นา					
9. ได้ผลคุ้มกับเงินทุนและแรงงานที่ใช้					

25.

(43) ทัศนคติเกี่ยวกับการลงทุน ซื้อปัจจัยการผลิตแบบใหม่

คำถาม เมื่อได้ผลิตภาระกับฐานะทางเศรษฐกิจของครอบครัวท่าน ประสบปัญหาการลงทุนซื้อปัจจัยการผลิตแบบใหม่ๆ ท่านคิดจะลงทุนนี้ซึ่งต่อไปนี้หรือไม่

	เห็นด้วยอย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง
1. ซื้อปุ๋ยเคมี					
2. ซื้อยาฆ่าแมลงชนิดต่าง (ยังไง, ยาว)					
3. เมล็ดพันธุ์ใหม่ (ยังไง, ยาว)					
4. เครื่องมือการเกษตรที่ทันสมัย เช่น รถไถ					

(44) ทัศนคติเกี่ยวกับโอกาสได้พบเจ้าหน้าที่การเกษตร

คำถาม ในรอบปีที่ผ่านมานี้โอกาสได้พบเจ้าหน้าที่ มาเยี่ยมให้คำแนะนำและปรับปรุงการเกษตรของท่านมากน้อยเพียงใด

1. ได้พบเยี่ยมประจำ (ไม่น้อยกว่า 12 ครั้ง)
2. ได้พบประมาณปีละ 10 - 12 ครั้ง
3. ได้พบประมาณปีละ 7 - 9 ครั้ง
4. ได้พบประมาณปีละ 4 - 6 ครั้ง
5. ได้พบประมาณปีละ 1 - 3 ครั้ง
6. ไม่ได้พบเลย

26.

(45) ทัศนคติเกี่ยวกับปัจจัยการผลิตที่นำมาขาย

คำถาม ในการใช้ปัจจัยการผลิต (เช่น ปุ๋ยเคมี, ยาปราบศัตรูพืช, พันธุ์พืชใหม่ๆ เครื่องมือการเกษตรชิ้นใหม่ ๆ) ในหมู่บ้านท่านมานานพอสมควรแล้วนั้น ท่านได้รับความรู้ในการใช้ปัจจัยการผลิตนั้นจากใคร และบ่อยแค่ไหน

แหล่งที่ได้รับการผลิต	ความถี่		
	บ่อย ๆ ครั้ง	นาน ๆ ครั้ง	ไม่เคยเลย
1. ได้รับจากเจ้าหน้าที่ฯ			
2. ได้รับจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริม (ยังไง ปรึกษาเกษตร)			
3. ได้รับจากผู้นำหมู่บ้าน (กำนัน, ผู้ใหญ่บ้าน, อสม., กรรมการหมู่บ้าน)			
4. ได้รับจากร้านค้า			
5. ได้รับจากสื่อมวลชน			
6. ได้รับจากเพื่อนบ้าน			
7. ได้รับจากเกษตรกร			
8. ได้รับจากเจ้าหน้าที่อื่นๆ			
9. ได้รับจากเจ้าหน้าที่ส่งเสริม			
10. ได้รับจากผู้นำหมู่บ้าน			
11. ได้รับจากร้านค้า			
12. ได้รับจากสื่อมวลชน			
13. ได้รับจากเพื่อนบ้าน			

27.

(46) ทัศนคติเกี่ยวกับการยอมรับเทคโนโลยีการผลิตใหม่

คำถาม ในการที่ท่านปลูกข้าว เลี้ยงสัตว์ หรือเลี้ยงปลา เองในระยะนี้ โดยที่ได้รับการชักชวนจากบุคคลต่างๆ ให้ปรับการผลิตอย่างใหม่ (เช่น ปุ๋ยเคมี ยาป้องกันโรคสัตว์ พันธุ์ปลาชนิดใหม่) มากน้อยเพียงใด (ซึ่งอาจได้มาโดยการซื้อหรือได้รับการแจกจากทางราชการ) แต่ว่าเกิดมีเจ้าหน้าที่จากการมาแนะนำการปรับปรุงการผลิตแบบใหม่ๆ โดยที่ท่านจะต้องลงทุนมากขึ้นมา ถ้าเกิดเช่นนี้ท่านมีความรู้สึกอย่างไรในเรื่องต่อไปนี้

	เห็นด้วย	เห็นด้วย	ไม่แน่ใจ	ไม่เห็นด้วย	ไม่เห็นด้วย
1. เรื่องการเพิ่มผลผลิตท่านยินดีปรับเปลี่ยนวิธีการใช้ปัจจัยการผลิตแบบใหม่					
2. เรื่องการเพิ่มผลผลิตท่านยินดีลงทุนซื้อปัจจัยการผลิตตามที่เจ้าหน้าที่แนะนำ					
3. เรื่องการเพิ่มผลผลิตท่านยินดีเพิ่มหางไปหาเจ้าหน้าที่เพื่อขอรับการผลิตตามที่แนะนำ					

28.

(47) ปัญหาและความต้องการของเกษตรกรเกี่ยวกับเทคโนโลยี

สำหรับผู้สัมภาษณ์ คำถามในแต่ละข้อต่อไปนี้จะมีทางเลือกครบ 3 ทาง คือ เป็นปัญหามาก เป็นปัญหาน้อย และไม่เป็นปัญหา ซึ่งแต่ละคนจะมีระดับความรู้สึกที่จะระบุได้แน่นอน จึงต้องให้เวลาเวลาในการตัดสินใจตอบอย่างรีบเร่ง

คำถาม เรื่องต่อไปนี้ท่านคิดว่าเป็นปัญหาและความต้องการในเรื่องต่าง ๆ มากน้อย ขนาดไหน ขอให้ท่านกรุณาตอบตามความเป็นจริงที่ท่านประสบอยู่

ปัญหา/ความต้องการ	เป็นปัญหามาก	เป็นปัญหาน้อย	ไม่เป็นปัญหา
1. วิธีการเกษตรแบบใหม่ๆ เช่น การเตรียมดิน การคัดเมล็ดพันธุ์ การป้องกันกำจัดโรคและแมลง และการเพิ่มผลผลิตต่อไร่			
2. วิธีการเกษตรแบบใหม่ๆ ที่ไม่สูญเสียการลงทุนและแรงงาน			
3. ขาดเครื่องมือการเกษตรที่จำเป็นต่อการทำกิน			
4. เครื่องมือการเกษตรที่มีอยู่เป็นแบบบอบ			
5. สามารถซ่อมเครื่องมือเครื่องใช้ได้แก่ไขเอง			

ปัญหา/ความต้องการ	เป็นปัญหามาก	เป็นปัญหาน้อย	ไม่เป็นปัญหา
6. ไม่มีความรู้หรือความชำนาญในการซ่อมเครื่องมือเกษตร			
7. อยากให้เครื่องมือเกษตรแก่เท่าที่จะซื้อได้มาก			
8. อยากให้เครื่องมือเกษตร แต่ขาดเงินที่จะซื้อ			
9. ต้องการพันธุ์พืช (พันธุ์ปลา หรือพันธุ์สัตว์ใหม่ ๆ) แต่ก็ไม่รู้ว่าจะนำมาปลูกโดยถูกหลักวิธีอย่างไร			
10. ต้องการพันธุ์พืช(พันธุ์ปลาหรือพันธุ์สัตว์) ใหม่ ๆ เพราะเพาะขึ้นมาเองไม่ได้ หรือเพาะได้ก็ไม่ค่อยได้ผล			
11. ต้องการพันธุ์พืช(พันธุ์ปลาหรือพันธุ์สัตว์) ใหม่ ๆ แต่ก็ขาดเงินที่จะซื้อ			
12. ต้องการปุ๋ยเคมี(อาหารปลาหรืออาหารสัตว์) แต่ก็ไม่รู้วิธีใช้ที่ถูกหลักวิธีการ			
13. ต้องการปุ๋ยเคมี(อาหารปลาหรืออาหารสัตว์)แต่ก็หาที่จะซื้อได้ยาก			
14. ต้องการปุ๋ยเคมี(อาหารปลาหรืออาหารสัตว์)แต่ก็ขาดเงินที่จะซื้อ			
15. ต้องการซื้อยาปราบศัตรูพืช(ปราบศัตรูปลาหรือปราบศัตรูสัตว์)แต่ก็ไม่รู้วิธีใช้ที่ถูกวิธีการ			

ปัญหา/ความต้องการ	เป็นปัญหามาก	เป็นปัญหาน้อย	ไม่เป็นปัญหา
16. ต้องการซื้อยาปราบศัตรูพืช(ปราบศัตรูปลาหรือศัตรูสัตว์)แต่ก็หาที่จะซื้อได้ยาก			
17. ต้องการยาปราบศัตรูพืช(ปราบศัตรูปลาหรือศัตรูสัตว์)แต่ก็ขาดเงินที่จะซื้อ			
18. ดินขาดปุ๋ยปลูกอะไรก็ไม่ค่อยงาม			
19. ดินเปรี้ยวหรือดินเค็มปลูกอะไรก็ไม่ได้ผล			
20. ดินเก็บน้ำไม่ค่อยอยู่ปลูกอะไรก็ไม่ได้ผล			
21. ปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอต่อการปลูกพืชตลอดฤดู			
22. ฝนทิ้งช่วงห่างกันมากทำให้ปลูกพืชไม่ค่อยได้ผล			
23. แรงงานในครอบครัวไม่ค่อยทำกินทองหาช่างจากที่อื่น			
(48) ปัญหาด้านเศรษฐกิจการผลิต			
1. ยิ่งทำการเกษตรก็ยิ่งจากหุน			
2. ทำการเกษตรมีแต่เสมอตัว (รายได้เท่ากับรายจ่าย)			
3. ทำการเกษตรมีกำไรเลี้ยงตัวเองได้			

ปัญหา/ความต้องการ	เป็นปัญหามาก	เป็นปัญหาน้อย	ไม่เป็นปัญหา
4. ที่ทำการเกษตรไม่เพียงพอ			
5. ขาดเงินที่จะซื้อที่ดินเพิ่ม			
6. มีเงิน(หรือผลผลิต)ไม่ค่อยที่จะเช่าที่ดินเพิ่ม			
7. อยากกู้เงินมาลงทุนแต่ขาดหลักทรัพย์ค้ำประกัน			
8. อยากกู้เงินมาลงทุนแต่ก็ไม่รู้จะไปกู้ที่ไหน			
9. ขาดเงินที่จะมาซื้อเครื่องมือเกษตรหรือที่จะมาซื้อน้ำมันเชื้อเพลิง			
(49) ปัญหาด้านสังคมและสภาวแวดล้อม			
1. มีงานบุญ งานบวช งานทาน และอื่นๆ ที่ต้องไปร่วมมากเกินไปจนมีเวลาไม่พอกับการทำมาหากินนวย			
2. ถูกผู้นำหมู่บ้าน (เช่น กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน) ผู้นำกลุ่มเกษตร (เช่นกลุ่มสหกรณ์การเกษตร กลุ่มเกษตรกรฯ กลุ่มสตรีการเกษตร) และเจ้าหน้าที่ราชการเรียกประชุม			
3. สมาชิกในบ้านยืมค่าอาการเจ็บป่วยทำให้ขาดแรงงานทำกิน			
4. ได้รับความร่วมมือจากเจ้าหน้าที่การเกษตรระดับรู้ไม่มากเท่าที่ควร			
5. ไม่ได้รับความเป็นธรรมจากเจ้าหน้าที่หน่วยอื่น			

ปัญหา/ความต้องการ	เป็นปัญหามาก	เป็นปัญหาน้อย	ไม่เป็นปัญหา
6. นายหุนไม่รู้วิธีการแบบบัญชีฉบับหรือบันทึกไม่มีกำลังใจทำกิน			
7. สมาชิกในครอบครัวจะทำการเกษตรถ้าจะปรับปรุงวิธีการเกษตร			
8. โจรผู้ร้ายชุกชุมจนรู้สึกไม่ปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน			
9. ปัญหาน้ำท่วมจนการเกษตรเสียหาย			
10. ปัญหาฝนแล้งจนการเกษตรเสียหาย			

ภาคผนวก ง.

รายละเอียดการออกแบบอุปกรณ์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ภาคผนวก ง

รายละเอียดการออกแบบอุปกรณ์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ง.1 โครงสร้างของระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการทดลองสามารถแบ่งออกได้เป็นองค์ประกอบใหญ่ ๆ ได้ 4 ส่วน คือ

1) วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา
2) วงจรตรวจสภาพความชื้นของดิน
3) ไมโครคอมพิวเตอร์ MPF-I
4) วงจรขับรีเลย์

วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาและวงจรตรวจสภาพความชื้นจะทำหน้าที่เป็นภาค Input ส่งข้อมูลเข้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ MPF-I ทำการประมวลผลแล้วส่งผลให้วงจรขับรีเลย์ ซึ่งเป็นวงจรภาค Output ไปทำการขับรีเลย์เพื่อนำ Contact ของ Relay ไปควบคุมการเปิด-ปิดวาล์วไฟฟ้าตามเวลาและหลักเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้และที่คำนวณได้

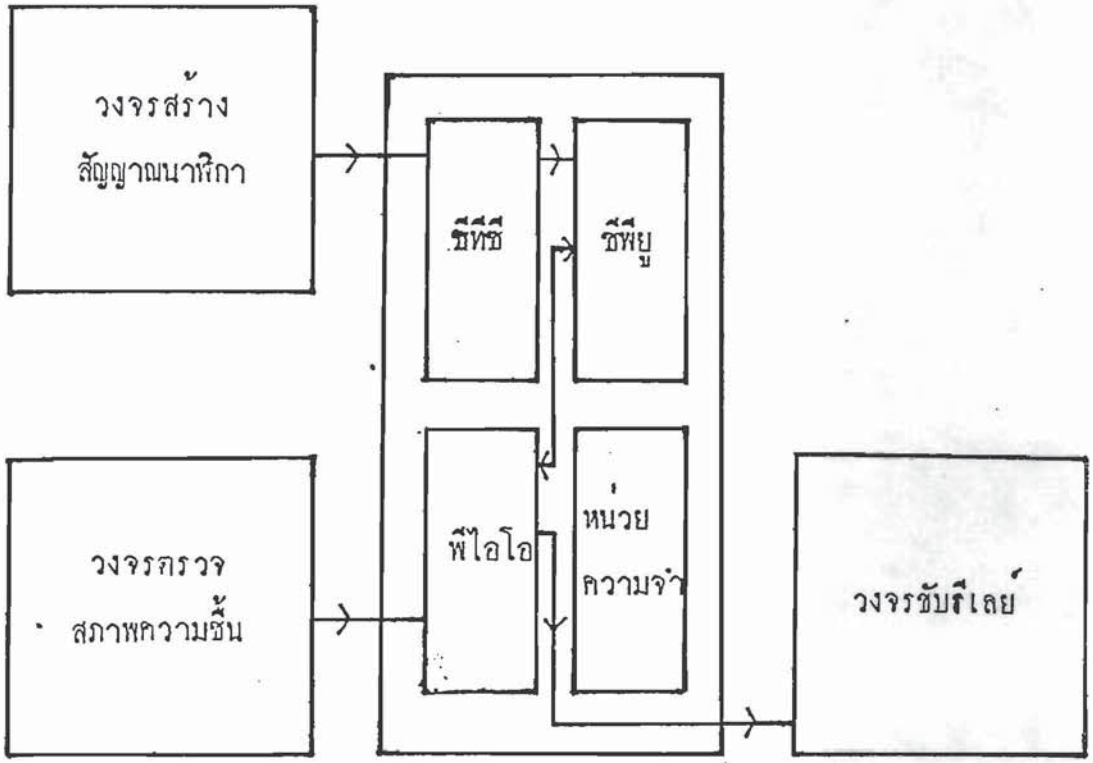
ง.2 การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา

ออกแบบโดย ผศ.ไพบูลย์ ไชยนิลและชำรงค์ แจงเชื้อ (2528) โดยใช้ IC เบอร์ MM 5369 AA Series 17 Stage Oscillator/Divider (รูปที่ ง-2) เป็นตัวสร้างสัญญาณนาฬิกาส่งให้กับ CTC ของไมโครคอมพิวเตอร์ MPF-I เพื่อทำงานนับเวลาและส่งสัญญาณ Interrupt ให้ CPU ของ MPF-I 1 ครั้ง เมื่อนับครบ 60 Hz เพื่อคอยเตือน CPU สั่งเปิดวาล์วเมื่อถึงเวลาทำการให้น้ำ

ง.3 การออกแบบวงจรตรวจสภาพความชื้น

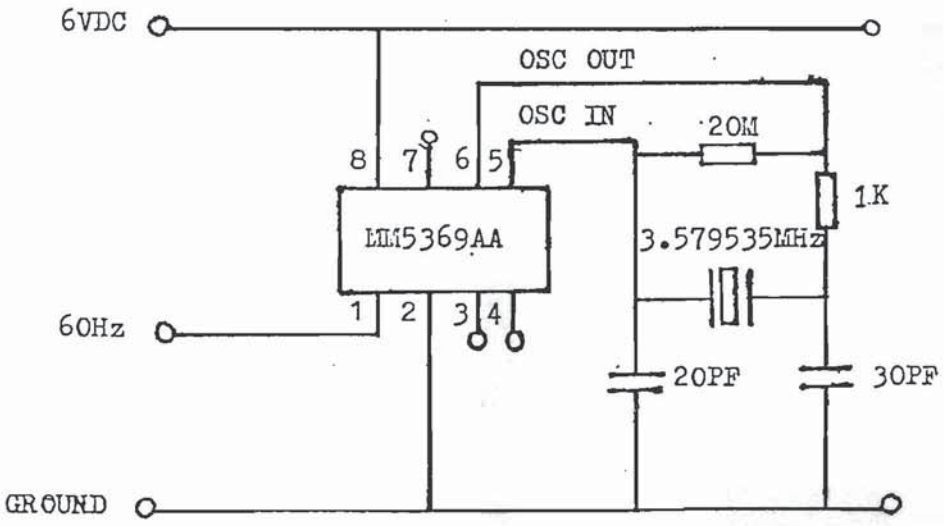
(ก) วงจรและหลักการทำงาน

วงจรนี้ออกแบบโดย ผศ.ไพบูลย์ ไชยนิล และนายชำรงค์ แจงเชื้อ (2528) ดังรูปที่ ง-2 โดยมีลักษณะคล้าย A to D Converter ชนิดหนึ่ง ซึ่งจะแบ่งกระแสที่ต่อเนื่องออกเป็น Step 6 ช่วงด้วยกัน กระแสแต่ละช่วงจะถูกส่งเข้า CPU โดยผ่านทาง Port B 0-7 ของ PIO เพื่อนำไปประมวลผลตามโปรแกรมที่ตั้งไว้



ง-1

รูปที่ 3-11 โครงสร้างของเครื่องควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



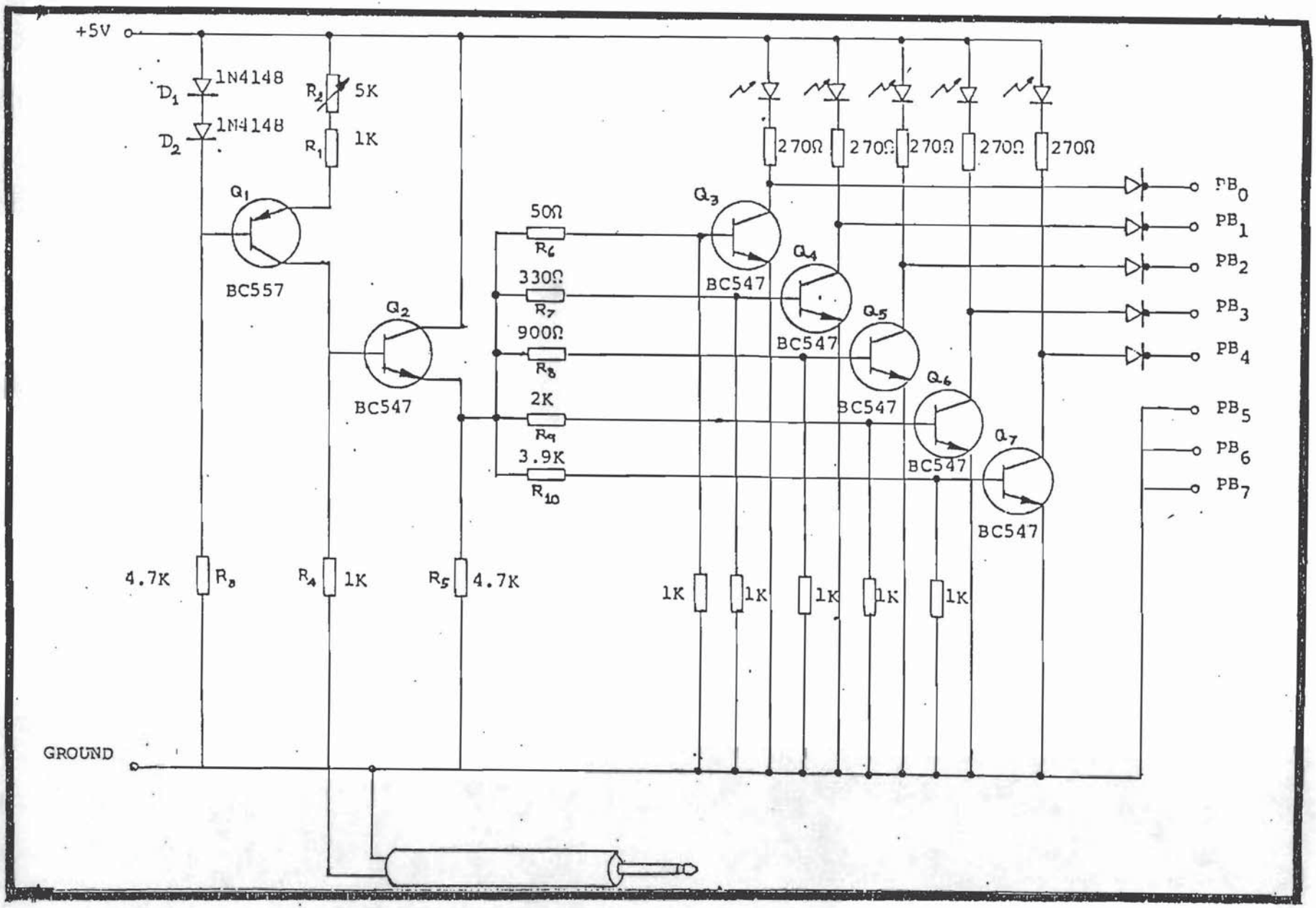
รูปที่ ง-2 วงจร Oscillate 60 HZ ในการวิจัย

หลักการทำงานของวงจรนี้คือ เราจะใช้ Probe)มีลักษณะเป็นแท่งพลาสติก ยาวประมาณ 45 เซนติเมตร ปักลงในดินให้ปลายของ Probe อยู่ตรงจุดที่จะวัดความชื้นในดิน ที่ปลายน้ำจะมี Jack ซึ่งวัดความต้านทานของดินได้ โดยอาศัยหลักที่ว่า ดินที่มีความชื้นมาก ย่อมจะมีความต้านทานกระแสน้อย ความจริงความต้านทานของดินต่อกระแสยังขึ้นอยู่กับองค์ ประกอบอื่น ๆ อีก เช่น ความหนาแน่นของดิน หรือความเป็นกรดด่างของดิน ฯลฯ แต่ในพื้นที่ เพาะปลูกขนาดเล็ก ทำให้ตัวแปรเหล่านี้ไม่มีผลต่างกันมากนัก จึงตัดทิ้งได้

กระแสที่วัดได้จากปลาย Probe จะถูกส่งเข้าวงจรตรวจสภาพความชื้นของดิน การทำงานของวงจรทรานซิสเตอร์ Q_1, D_1, D_2, R_1, R_2, R_3 และ R_4 จะเป็นวงจรจ่าย กระแสคงที่ผ่าน Probe โดยมี R_2 เป็นตัวปรับกระแสให้เหมาะสมกับดินสภาพต่าง ๆ ซึ่งอยู่ใน ช่วง 100μAถึง 600μA ทรานซิสเตอร์ Q_2 จะส่งผ่านแรงดันที่ตกคร่อม Probe รวมกับ R_4 ไปคร่อม R_5 และแรงดันที่คร่อม R_5 นี้จะจ่ายกระแสให้กับทรานซิสเตอร์ Q_3 ถึง Q_7 ซึ่งกระแส เบสของ Q_3 ถึง Q_7 นั้น จะแตกต่างกันเนื่องจากถูกกำหนดโดย R_6, R_7, R_8, R_9 และ R_{10} ซึ่งกำหนดค่าไว้ตามสัดส่วนเพื่อจะแบ่งระดับความชื้นให้เห็นได้จากความสว่างของ Led โดยมีค่า R_6 มีค่าต่ำสุดจนถึง R_{10} มีค่าสูงสุด

เมื่อดินมีความชื้นน้อยที่สุด ทำให้ดินมีความต้านทานสูงที่สุด จะทำให้แรงดันตก คร่อม R_5 สูงสุด Q_3 ถึง Q_7 จึงนำกระแสทุกตัวทำให้ Led สว่าง และขณะเดียวกันสัญญาณ Output ที่ผ่าน Inverter มีลอจิกเป็น 1 ทุกตัว ทำให้มีการให้น้ำสูงสุดเกิดขึ้น เมื่อดินมี ความชื้นขึ้นมาอีกขั้นหนึ่งก็จะทำให้แรงดันตกคร่อม Q_5 ลดลง ทำให้ Q_7 หยุดนำกระแสเป็นตัวแรก Logic จึงเป็น 0 หนึ่งตัว และเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นมาอีกเรื่อย ๆ ก็จะทำให้ Q_6, Q_5, Q_4 และ Q_3 หยุดนำกระแสตามลำดับ ซึ่งก็จะมี logic เป็น 0 ทุกตัว คือ ไม่มีการให้น้ำเลย เพราะดินมีความชื้นมากอยู่แล้ว ซึ่งจุดนี้ก็จะตั้งให้ตรงกับ Field Capacity ของดินที่ใช้ เพาะปลูก นั่นเอง

ดังนั้น จะเห็นว่าขั้นตอนขั้นแรกในการจะใช้ Probe ตรวจสภาพความชื้นในดินนี้ คือต้องหาจุดที่ดินมีความชื้นสูงสุด ที่จะทำให้ไม่มีการให้น้ำเกิดขึ้นเสียก่อน จุดนี้ได้แก่ Field Capacity ของดิน แล้วทำการ Calibrate เครื่องโดยปรับ R_2 ที่ปุ่ม Adjust Current โดยให้ความชื้นที่ Field Capacity นั้น Led กับทุกดวง คือ มีความชื้นสูงสุด ไม่มีการให้น้ำ นั่นเอง



รูปที่ ง-3 วงจรตรวจสภาพความชื้น (ชำรงค์ แจงเชื้อ, 2528)

(ข)การทดสอบความไวของวงจรตรวจสภาพความชื้นของดิน

เมื่อทำการ Calibrate วงจรตรวจสภาพความชื้นในขั้นแรกเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปคือ ทำการหาจุดที่จะมีการเปลี่ยนแปลงการหยุด-นำกระแสของทรานซิสเตอร์แต่ละตัว ว่าจุดเหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงที่ความชื้นในดินเท่าไร

การทดลองนี้ได้ Field Capacity ของดินเท่ากับ 60% โดยน้ำหนัก นำดินที่ความชื้นต่าง ๆ มาทดสอบกับวงจรนี้ที่ความหนาแน่นของดินค่าหนึ่งแล้วจับเวลาการทำงานแต่ละขั้นของ Led ผลที่ได้ดังแสดงในรูปที่ ง-4

(ค)การออกแบบเวลาในการให้น้ำแต่ละขั้น

เมื่อได้กราฟแสดงคุณสมบัติของวงจรตรวจสภาพความชื้นของดินแล้ว ขั้นต่อไปจึงทำการกำหนดค่า t_1, t_2, t_3, t_4 และ t_5 ให้เหมาะสม โดยใช้หลักการที่ว่าเวลาในแต่ละขั้นต้องให้น้ำแก่ดินจนถึงจุด Field Capacity ตามสูตร

$$h = \frac{P_w A_s d}{100}$$

เมื่อ h = ปริมาณความสูงน้ำที่อยู่ในดินหนา d มีความชื้น P_w% โดยน้ำหนัก

ในการทดลองนี้ได้ A_s = 0.43 ใช้ d = 300 มิลลิเมตร ได้ $h = 1.29 P_w$ มิลลิเมตร

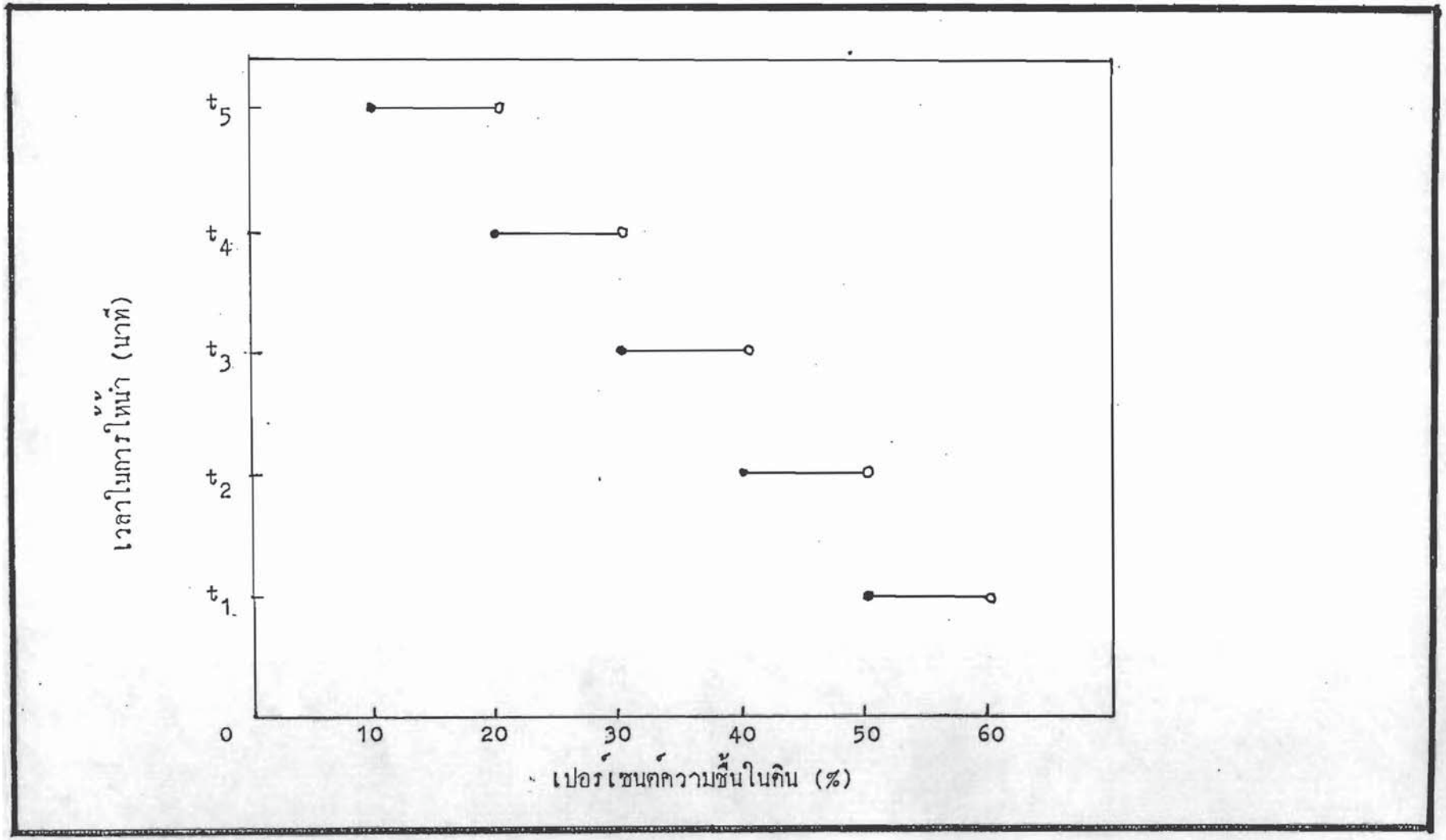
ความสูงของน้ำในดินที่ Field Capacity คือ

$$h = \frac{60 \times 0.43 \times 300}{100} = 77.4 \text{ มิลลิเมตร}$$

ปริมาณน้ำที่ต้องเติมในดิน เพื่อให้ดินมีความชื้นที่ Field Capacity คือ $h = 77.4 - 1.29 P_w$ มิลลิเมตร

ปริมาณน้ำนี้เติมโดยหัวฉีดน้ำที่มีอัตราการให้น้ำ 4.7 มิลลิเมตรต่อนาที ดังนั้นเวลาในการให้น้ำ t คือ

$$t = \frac{77.4 - 1.29 P_w}{4.7}$$



รูปที่ ง-4 ผลการทดสอบความไวของวงจรตรวจสภาพความชื้น

ตารางที่ ง-1 ผลการออกแบบเวลาที่จะใช้ในการให้น้ำแต่ละขั้น

(1) ความชื้นในดินโดยน้ำหนัก (%)	(2) ความสูงของน้ำในดินต่อความลึกของดิน 300 มม = 1.29 x (1) (มม)	(3) เวลาในการให้น้ำที่คำนวณได้ $\frac{77.4 - (2)}{4.7}$ (นาที)	(4) เวลาในการให้น้ำที่ใช้ในการออกแบบ (นาที)	(5) ปริมาณที่เติมลงในดิน (4) x 4.7 (มม)	หมายเหตุ
10	12.9	13.7	15 = t_5	70.5	เวลาที่ t_1, t_2, t_3, t_4 และ t_5 คือเวลาในรูป 3-14 ที่จะใช้ในการให้น้ำแต่ละขั้น
20	25.8	10.9	12 = t_4	56.4	
30	38.7	8.2	9 = t_3	42.3	
40	51.6	5.5	6 = t_2	28.2	
50	64.5	2.7	3 = t_1	14.1	
60	77.4	0	0	0	

นำเวลาที่คำนวณได้ในแต่ละขั้นไปใช้ในการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการให้น้ำแก่พืชต่อไป

ง.2 การออกแบบไมโครคอมพิวเตอร์ MPF-I

ไมโครคอมพิวเตอร์นี้เป็นประเภท Single Board Microcomputer ของ Microprofessor-I (MPF-I) พัฒนาจากไค้หวันเป็นการนำเอา Microprocessor Z80 นำมาประยุกค์ใช้งาน แบ่งออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ 4 ส่วนคือ

(ก) 8255 (Peripheral Interface) ทำหน้าที่สแกนคีย์บอร์ด Display 7 Segments และเปลี่ยนสัญญาณการกดคีย์หรือข้อมูลเป็นสัญญาณเสียงกับ Display Led วงจรอยู่ในรูปที่ ง-5

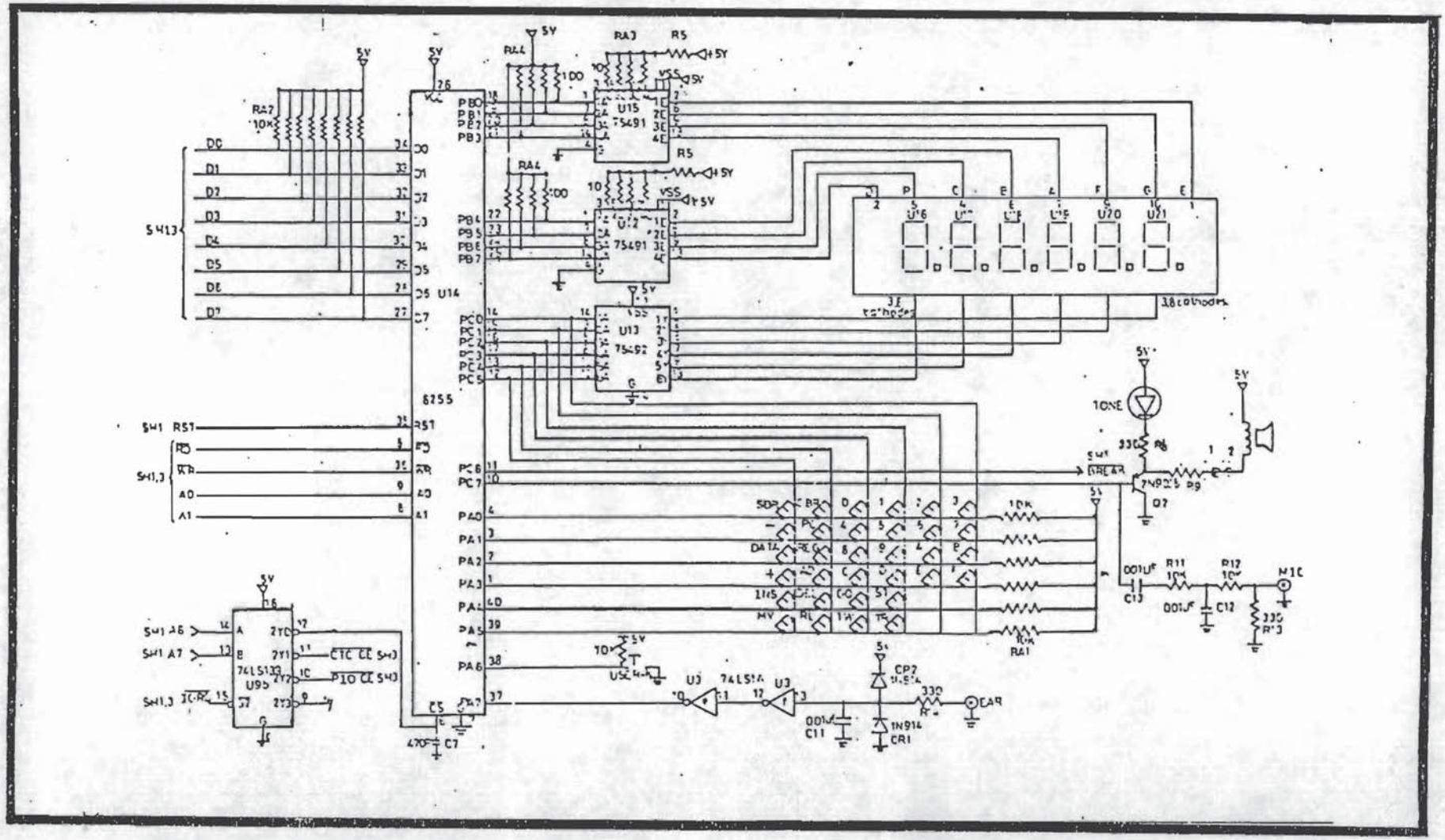
(ข) CTC (Counter Timer Circuit)ทำหน้าที่นับหรือจับเวลา ซึ่งส่งมาจากวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาแล้วไป Interrupt CPU เพื่อคอยเตือนให้ CPU รับรู้ว่าเวลาได้เพิ่มขึ้นเพื่อจะไปประมวลผลตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ โดยใช้ขา CK/TRO เป็นขารับสัญญาณจากวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาและใช้ขาINTส่งสัญญาณ Interrupt ไปยัง CPU วงจรดังรูปที่ ง-6

(ค) PIO (Z80 Parallel I/O) ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์รับข้อมูลหรือส่งข้อมูลออกจาก CPU เพื่อติดต่อกับอุปกรณ์ Input Output อื่น ๆ ที่มีการรับส่งข้อมูลแบบขนาน ในการทดลองนี้ใช้ Port B ของ PIO ทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณจากวงจรตรวจสภาพความชื้น และใช้ Port A ทำหน้าที่ส่งข้อมูลออกมายังวงจรขับรีเลย์ วงจรดังรูป ง-6

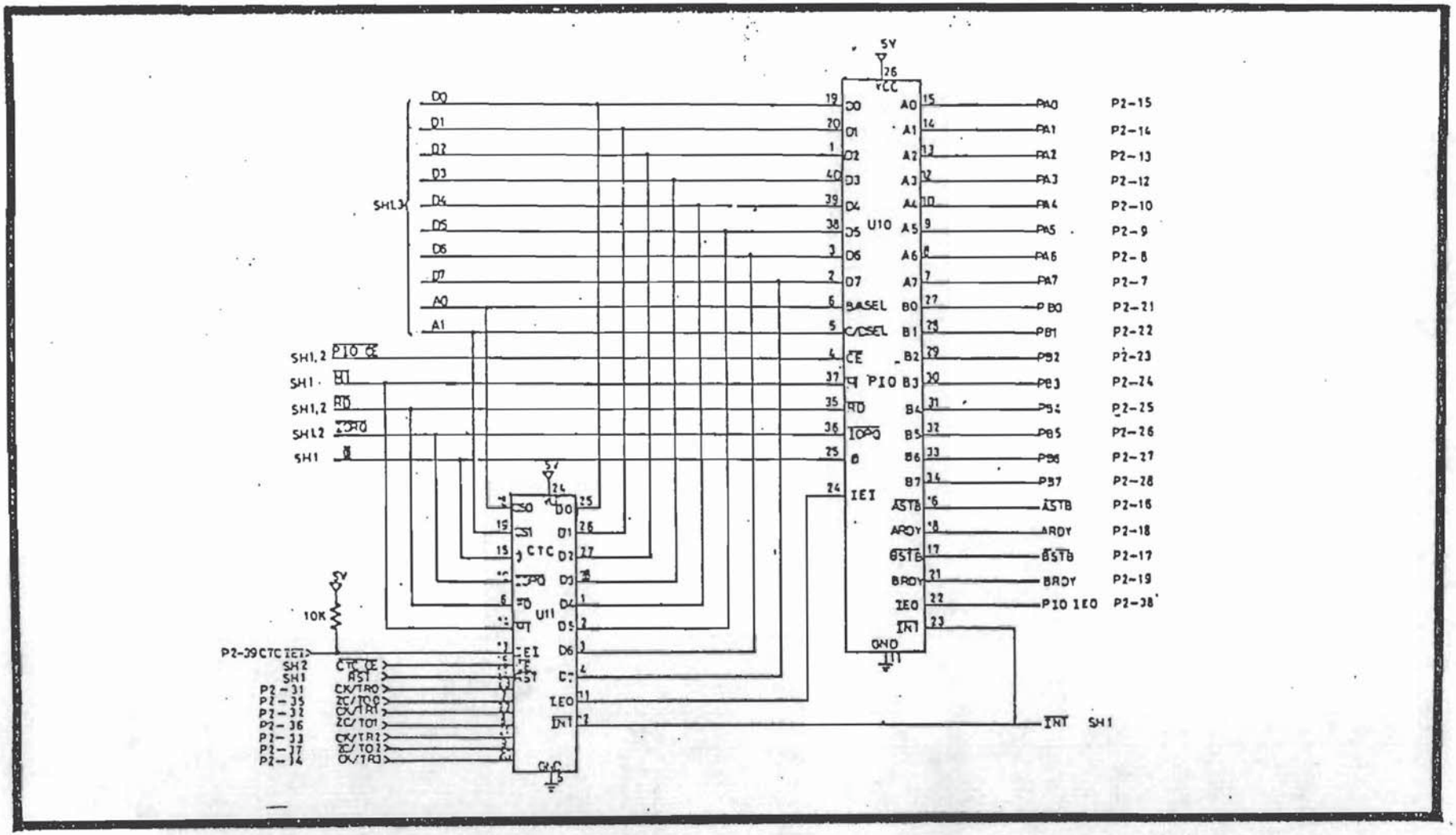
(ง) CPU (Central Processing Unit) และหน่วยความจำทำหน้าที่ประมวลผลและเก็บค่าตัวแปรต่าง ๆ ที่รับสัญญาณจาก CTC และ PIO และส่งผลลัพธ์ที่ได้ผ่าน PIO สู่วงจรขับรีเลย์ต่อไป วงจรดังรูป ง-7

ง.3 การออกแบบวงจรขับรีเลย์

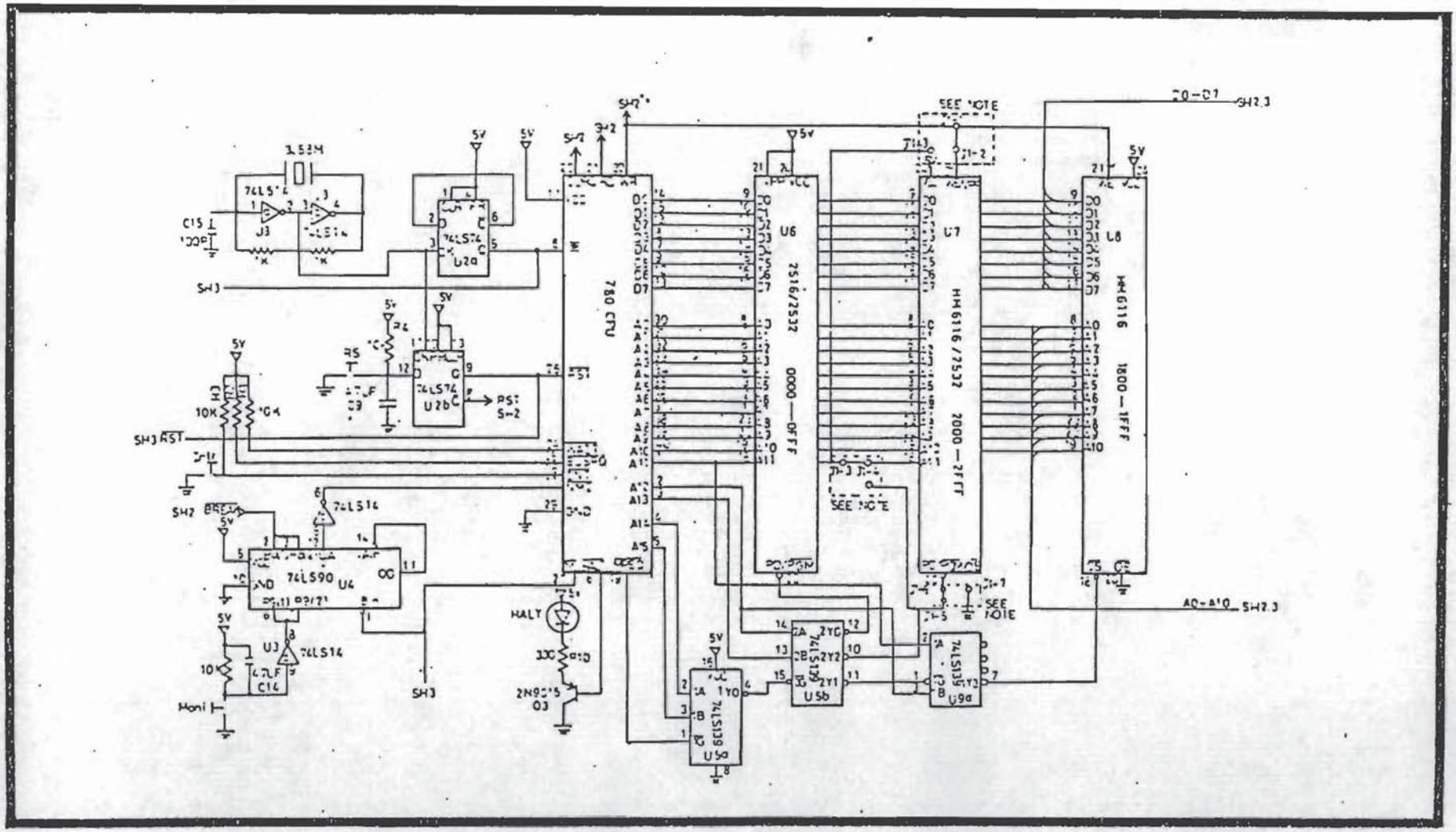
วงจรนี้เป็นภาค Output ซึ่งรับสัญญาณที่ CPU ส่งผ่าน Port A ของ PIO มายังออปโตทรานซิสเตอร์ เพื่อแยกส่วนควบคุมกับส่วน Power ออกจากกันแล้วนำสัญญาณควบคุมนั้นมาขยายผ่านทรานซิสเตอร์ 2N 2222A เพื่อขับรีเลย์ให้ทำงานปิด-เปิดอีกต่อหนึ่ง ซึ่ง Contact ของรีเลย์นี้เราสามารถนำไปใช้ในการควบคุมวาล์วไฟฟ้า (Solenoid Valve)ได้ต่อไป วงจรดังรูป ง-8



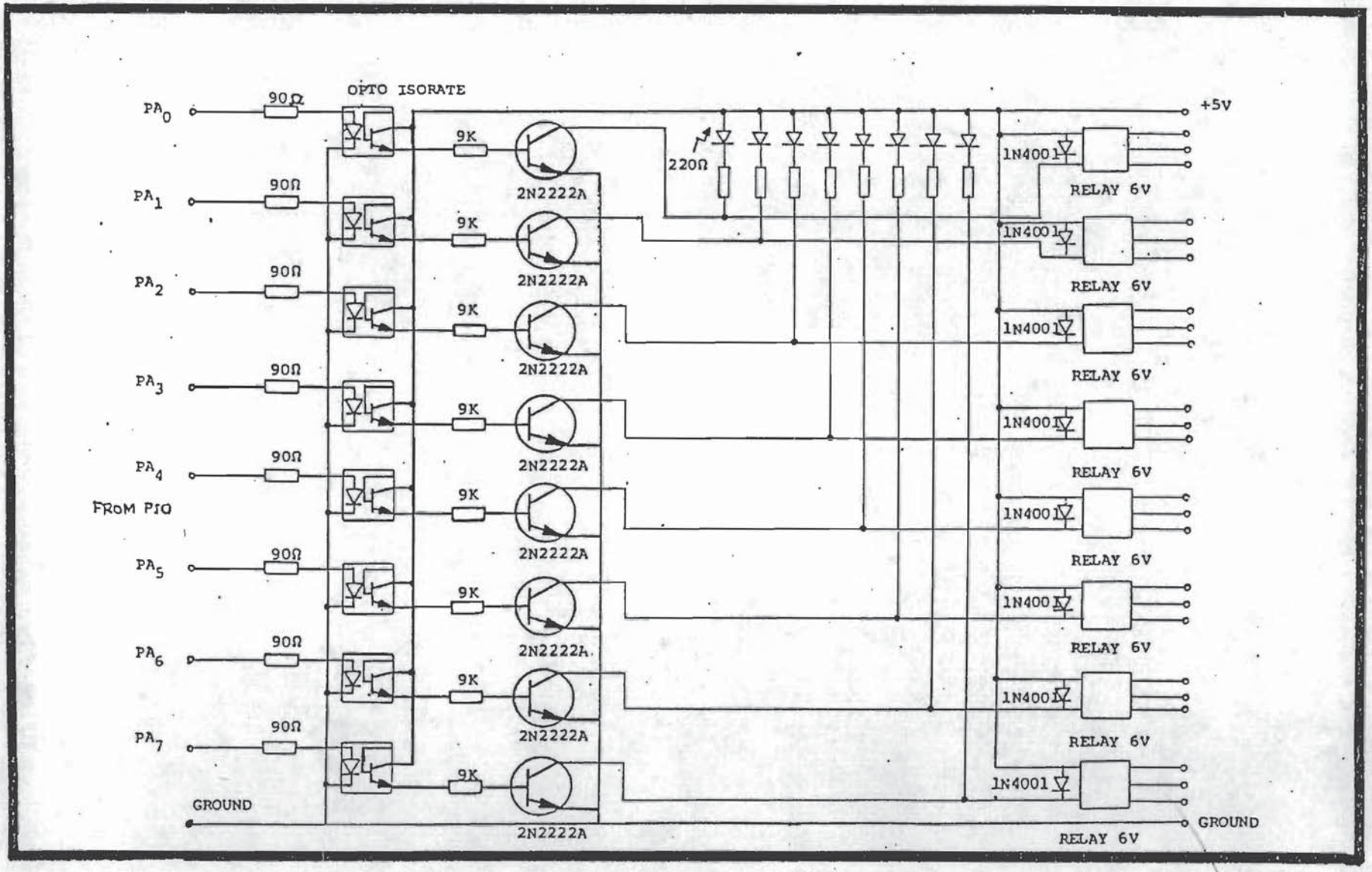
รูปที่ ง - 5 วงจร Input และ Output ของ MPF-I



รูปที่ ง - 6 วงจรการต่อ Z80 CTC และ Z80 PIO ของ MPF-I

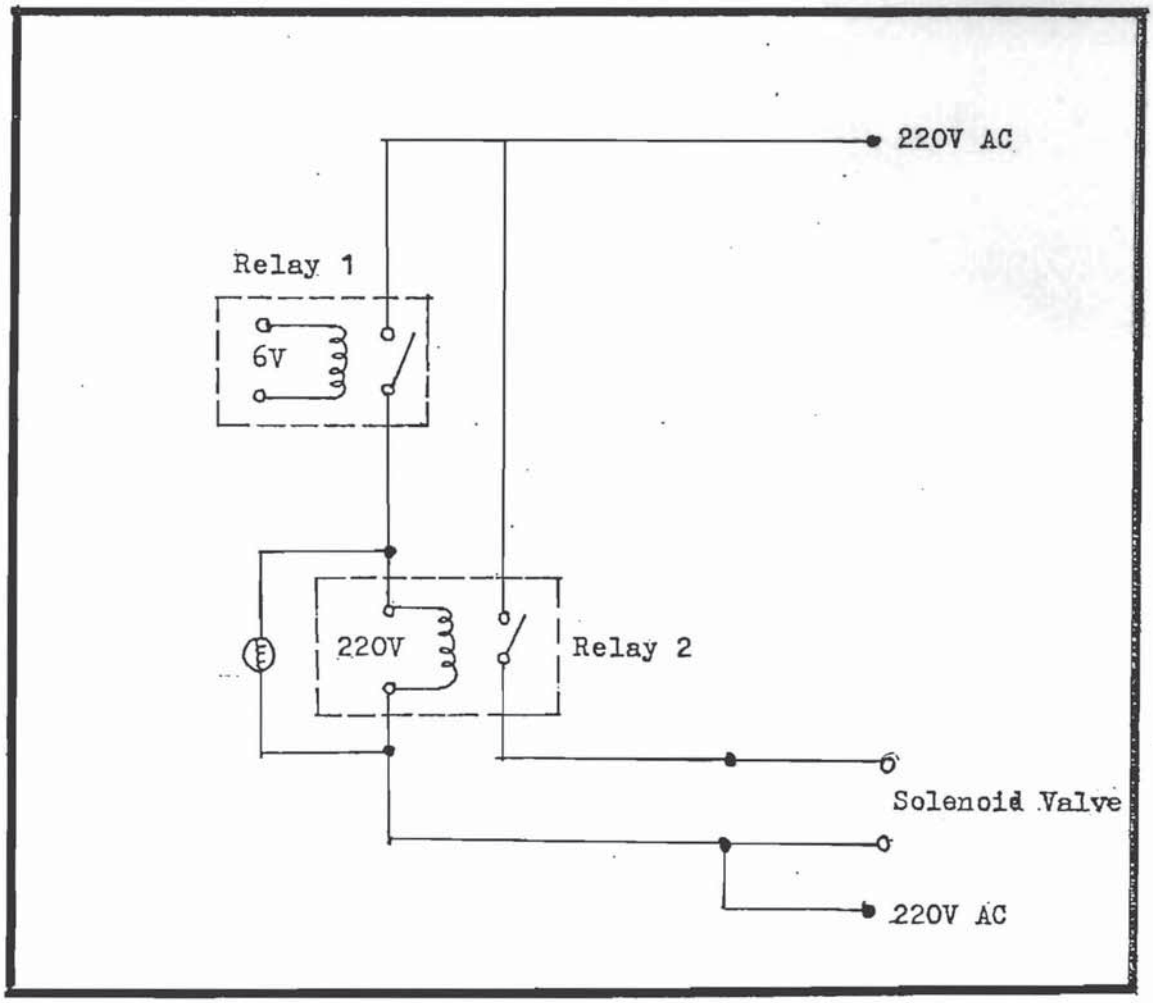


รูปที่ ง - 7 วงจร CPU และหน่วยความจำของ MPF-I



รูปที่ ง - 8 วงจรขับรีเลย์ I (ชำรงค์ แจงเชื้อ, 2528)

อย่างไรก็ตามกระแสที่ผ่านจากรีเลย์นี้ ยังไม่มีกำลังพอที่จะทำให้ Solenoid Valve ทำงานได้ ดังนั้น จึงต้องทำการขยายกระแสดังกล่าวให้เพิ่มขึ้นด้วยการผ่านไปที่รีเลย์ตัวที่ 2 ซึ่งจะรับกระแสได้สูงกว่ารีเลย์ตัวแรกและคอนแทคของรีเลย์ตัวที่ 2 นี้จะถูกนำไปใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดของวาล์วไฟฟ้าต่อไป วงจรร่วมกันของวงจรขับรีเลย์ทั้งสองดังรูป ง-9

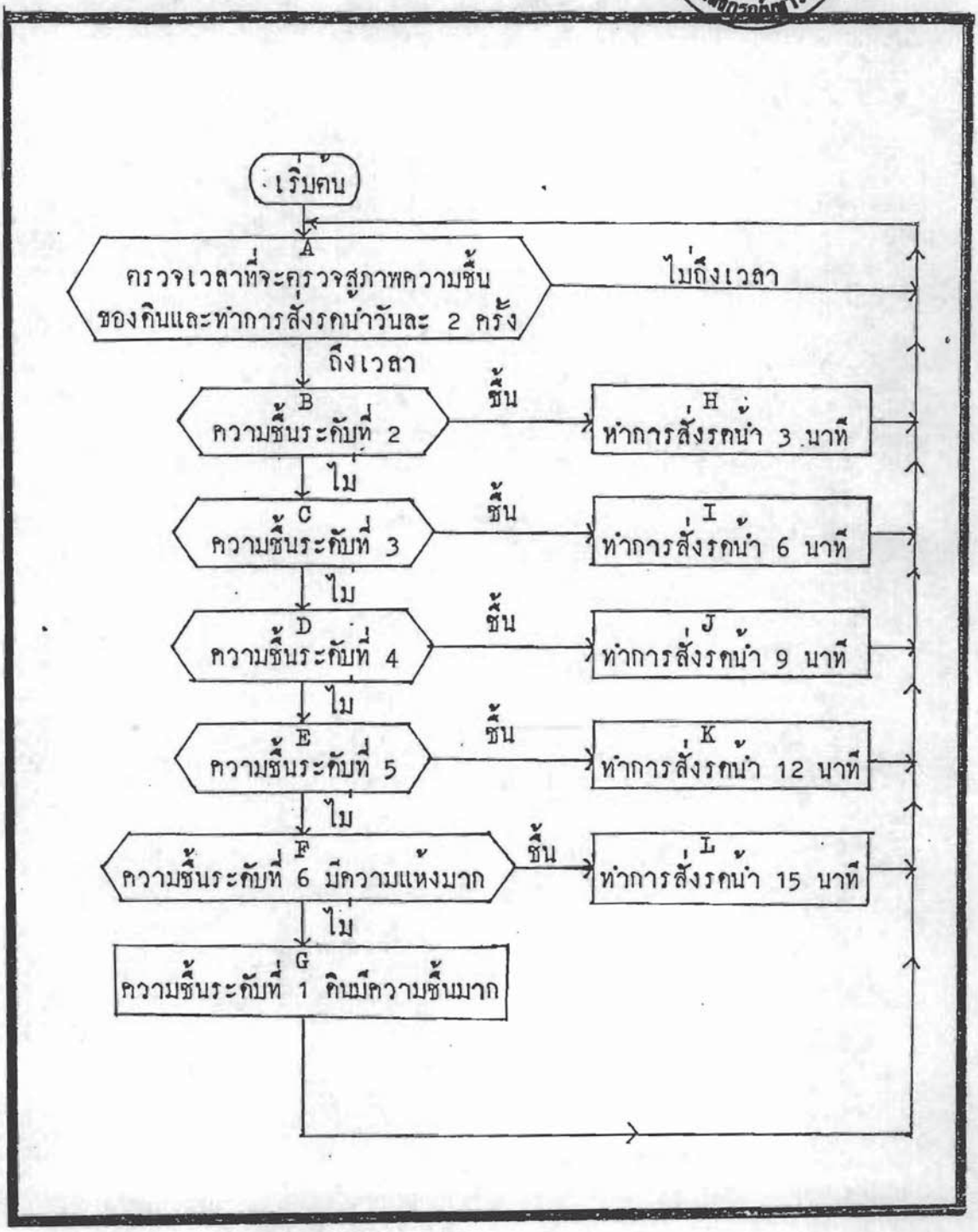


รูปที่ ง-9 วงจรขับรีเลย์ 2 ร่วมกับ 1 ที่ 1 ช่องทางของการควบคุม

ง.4 โปรแกรมการทำงานของซีพียู

หลังจากที่ได้หลักเกณฑ์และค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นในการใช้งานเรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปคือ การเขียนโปรแกรม ซึ่งการเขียนโปรแกรมนี้เขียนด้วยภาษาเครื่องตามคู่มือของไมโครคอมพิวเตอร์ MPF-I เขียนโดยชำรงค์ แจงเชื้อ (2528) โดยมีผังการทำงานดังรูปที่

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



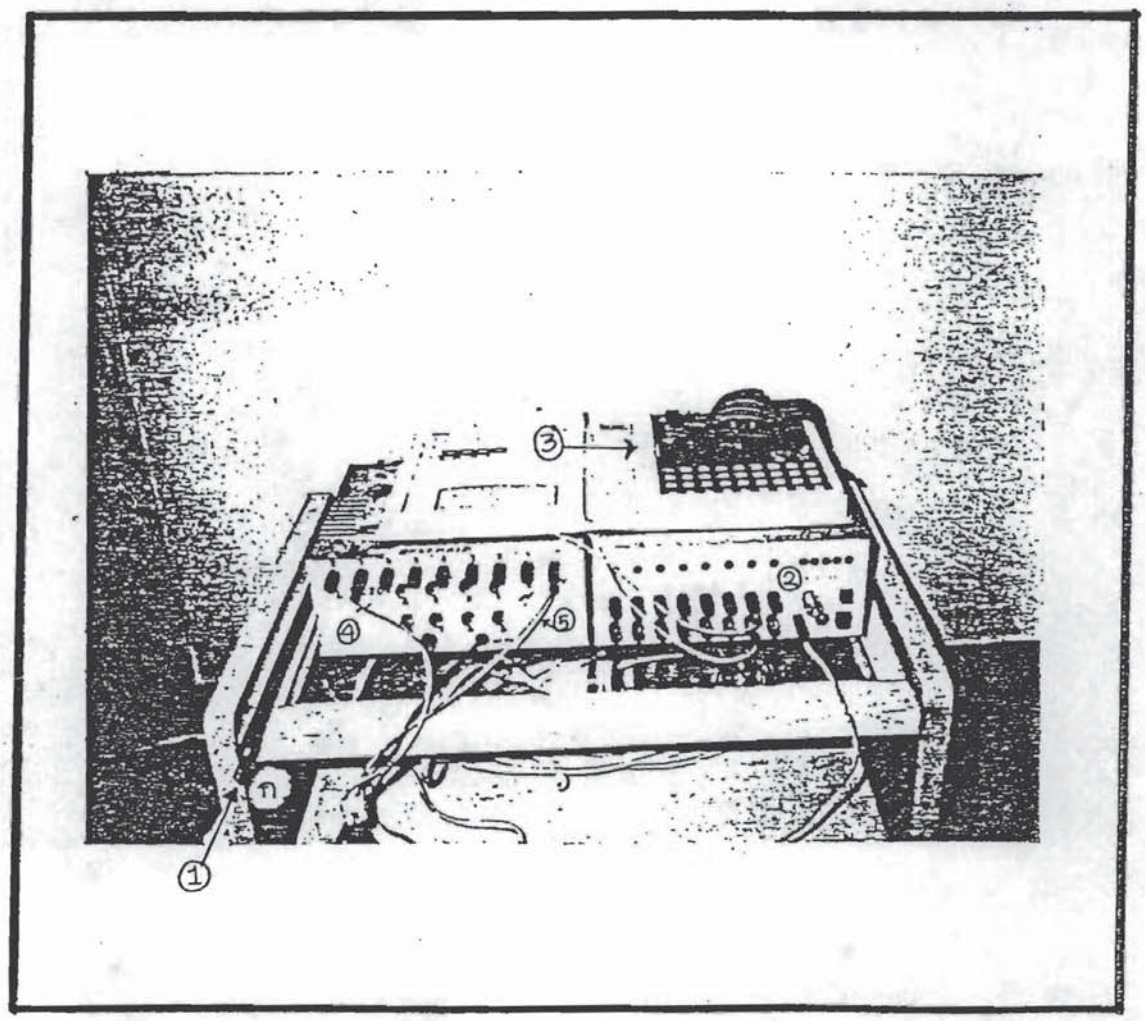
รูปที่ ง-10 ผังการทำงานของ CPU

ในขณะที่ทำงานหน่วงเวลา (ที่โปรแกรมหน่วงเวลา) เพื่อให้น้ำแก่พืชที่เวลาต่าง ๆ นั้น เวลาที่ CPU จะไม่ทำงาน ดังนั้นในตอนท้ายของโปรแกรม H I J K และ L จึงต้องมีการโปรแกรมเพิ่มค่าเวลาเข้าไป

ใน CPU ทั้งนี้ เพื่อทำให้เมื่อทำการให้น้ำเสร็จสิ้นลงแล้ว จะทำให้เวลาที่สัญญาณนาฬิกาและเวลาที่ CPU ตรงกันเช่นเดิม ผังการทำงานและตัวโปรแกรมของโปรแกรมหน่วงเวลาศึกษาจะอยู่ท้ายภาคผนวก ง. การป้อนโปรแกรมดังกล่าวนี้สามารถทำได้โดยใช้เครื่องป้อนโปรแกรม ซึ่งจะเก็บส่วนของโปรแกรมเหล่านี้ไว้ที่หน่วยความจำถาวร ซึ่งจะทำให้ป้อนเพียงครั้งเดียวเก็บไว้ใช้งานได้ตลอดไป แม้เมื่อปิดเครื่องโปรแกรมก็ไม่ถูกลบไป เมื่อเปิดเครื่องก็พร้อมจะทำงานทำโปรแกรมที่ป้อนไว้ทันที จนกว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมโดยผู้ป้อนโปรแกรมอีกครั้งหนึ่ง

ง.5 การประกอบเครื่องมือระบบควบคุม

การประกอบนี้ทำโดย ผศ.ไพบูลย์ ไชยนิล และชำรงค์ แจงเชื้อ (2528) ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ชุดเครื่องมือดังกล่าวสามารถแยกออกได้เป็น 4 ส่วน ดังรูปที่ ง-11 คือ



รูปที่ ง-11 ระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ส่วนที่ 1 ได้แก่ Probe ที่ใช้วัดความชื้นของดิน ตรงส่วนปลาย ก คือ ส่วนที่จะฝังลงในดินตรงจุดที่จะวัดความชื้น ค่าความชื้นที่อ่านได้จะถูกส่งสัญญาณในรูปกระแสไฟฟ้าเข้าสู่วงจรตรวจสภาพความชื้นในส่วนที่ 2 ต่อไป

ส่วนที่ 2 คือ ส่วนที่บรรจุวงจรตรวจสภาพความชื้นที่รับสัญญาณจากส่วนที่ 1 และจะส่งสัญญาณนี้เข้าสู่ PIO ของไมโครคอมพิวเตอร์ MPF-I ในส่วนที่ 3 ต่อไป นอกจากนั้นส่วนนี้ยังประกอบด้วยวงจรขับรีเลย์ I ซึ่งเป็นวงจรภาค Output ซึ่งรับสัญญาณจาก PIOในส่วนที่ 3 เพื่อมาทำการขับรีเลย์ ซึ่งบรรจุอยู่ในส่วนนี้เช่นกัน

ส่วนที่ 3 คือ ส่วนของไมโครคอมพิวเตอร์ MPF-Iอันประกอบด้วยส่วนย่อย 4 ส่วนคือ 8255 CTC PIO CPU และหน่วยความจำดังได้กล่าวมาแล้ว นอกจากนั้น ยังประกอบด้วยวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา ซึ่งส่งสัญญาณให้ CTC ติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ด้วย

ส่วนที่ 4 คือ วงจรขับรีเลย์ 2 ทำหน้าที่ขยายกระแสที่ผ่านจากรีเลย์ 1 ให้ออกจากรีเลย์ 2 ให้มีค่าสูงขึ้นเพื่อนำ Contact ของรีเลย์ 2 นี้ไปควบคุมการเปิด – ปิดของวาล์วไฟฟ้า (Solenoid Valve) ซึ่งต่อไปตามสายไฟ 5 นี้ต่อไป

ง.6 การใช้งานของระบบควบคุม

ระบบควบคุมนี้สามารถใช้งานได้ 2 วิธีคือ การให้น้ำตามเวลาที่กำหนดไว้ โดยให้เป็นปริมาณสอดคล้องกับความชื้นในดิน และให้เป็นปริมาณตามที่ตั้งเวลาไว้ โดยสอดคล้องกับค่าการใช้น้ำของพืช(Consumptive Use) แต่ทั้งนี้มีเป้าหมายร่วมกันคือ เพื่อเพิ่มความชื้นในดินให้ถึงจุด Field Capacity ดังนั้น วิธีในการให้น้ำจึงมีได้แตกต่างกัน 2 วิธีคือ

(ก) การให้น้ำตามเวลาที่กำหนดไว้โดยให้เป็นปริมาณสอดคล้องกับความชื้นในดิน มีขั้นตอนดังนี้คือ

1) การเตรียมเครื่องมือ

ก) นำ Probeวัดความชื้นปักลงในดินบริเวณที่จะทำการให้น้ำ ให้ปลาย Jack ฝังในดินให้มีความลึกประมาณ 1 ใน 4 ของความลึกของเขตรากพืชที่เพาะปลูก ปลายอีกข้างหนึ่งเสียบเข้าที่ Input ของเครื่องตรวจสภาพความชื้น (ส่วนที่ 2)

ข) ต่อวงจรชุดรีเลย์ 1 (ส่วนที่ 2) เข้ากับชุดรีเลย์ 2 (ส่วนที่ 4) แล้วต่อไปยังวาล์วไฟฟ้าต่อไป

ค) ต่อ Supply 220 VAC เข้าที่ส่วนที่ 2 และส่วนที่ 4

ง) ต่อ Supply 5 VDC จากส่วนที่ 2 เข้าสู่ MPF-I (ส่วนที่ 3)

จ) เปิดสวิทช์ไฟที่ส่วนที่ 2 และส่วนที่ 4 จะพบว่าที่ 7 Segments ของ MPF-I จะแสดง [uPF--I] ซึ่งแสดงว่าระบบพร้อมจะใช้งานต่อไป

2) <u>การตั้งเวลาปัจจุบัน</u>

ก) กดคีย์ [PC] ของ MPF-I ที่ 7 Segments Led จะแสดงที่ตำแหน่ง 1800 H ของหน่วยความจำพร้อมทั้งข้อมูล [1800 XX]

ข) ป้อนเวลาที่เป็นวินาทีด้วยเลขฐานสิบหก 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [F] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1801 XX]

ค) ป้อนเวลาที่เป็นนาทีด้วยเลขฐานสิบหก 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [F] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1802 XX]

ง) ป้อนเวลาที่เป็นชั่วโมงด้วยเลขฐานสิบหก 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [F] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1803 XX]

3) <u>การตั้งเวลาให้น้ำครั้งที่ 1</u> (ใน 1 วัน)

ป้อนเวลาที่จะให้น้ำครั้งที่ 1 เป็นชั่วโมง (กี่นาฬิกา) ด้วยเลขฐานสิบหก 2 หลักโดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [F] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1804 XX]

4) <u>การตั้งเวลาให้น้ำครั้งที่ 2</u> (ใน 1 วัน)

ป้อนเวลาที่จะให้น้ำครั้งที่ 2 เป็นชั่วโมง (กี่นาฬิกา) ด้วยเลขฐานสิบหก 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [F] แล้วกดคีย์ [ADDR]

5) การเริ่มทำงาน

กดคีย์ [2] [0] [0] [0] แล้วรอจนเวลาปัจจุบันที่ตั้งไว้ให้ตรงกับเวลาปัจจุบันจริง ๆ จึงกดคีย์ [GO] ระบบควบคุมจะเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติตามยังการทำงานในรูปที่ 3-19 ทันที

จากการใช้งานเช่นนี้จะมีข้อสังเกตเห็นว่า ข้อแรกใน 1 วัน จะทำการให้น้ำได้ 2 ครั้ง ข้อสอง การตั้งเวลาปัจจุบันในขั้นที่ 2) ต้องตั้งไว้ล่วงหน้าเวลาปัจจุบันของนาฬิกาจริง ๆ เล็กน้อย เพื่อเผื่อเวลาในการคีย์คำสั่งอื่น ๆ จากนั้นจึงรอให้เวลาปัจจุบันที่ตั้งไว้ตรงกับเวลาปัจจุบันของนาฬิกาจริง ๆ จึงกดคีย์ [GO] ก็จะพบว่าเวลาปัจจุบันของระบบควบคุมและของนาฬิกาจริง ๆ ตรงกันอย่างไม่มีปัญหาและข้อสาม จะไม่มีการตั้งเวลาหยุดให้น้ำทั้งนี้เพราะระบบจะคำนวณเวลาที่หยุดให้น้ำเอง และปิดวาล์วไฟฟ้าโดยอัตโนมัติเมื่อครบเวลาที่คำนวณไว้ดังกล่าว

ในกรณีที่ต้องการให้น้ำเพียงวันละ 1 ครั้งก็สามารถทำได้โดยหลังจากที่ป้อนเวลาที่ให้น้ำครั้งที่ 1 ที่เป็นชั่วโมง (กี่นาฬิกา) โดยใช้เลขฐานสิบหก 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [F] เรียบร้อยแล้ว จึงกดคีย์ [ADDR] แล้วกดคีย์ [2] [0] [0] [0] แล้วรอให้เวลาปัจจุบันที่ตั้งไว้ตรงกับเวลานาฬิกาจริง ๆ จึงกดคีย์ [GO] ระบบควบคุมก็จะเริ่มทำงานให้น้ำวันละครั้งทันที

ในกรณีที่เครื่องยังไม่ผ่านการ Calibrate มาก่อน ก็สามารถทำการ Calibrate ได้โดยนำ Probe วัดความชื้นที่ปักในดินนั้นต้องปักในดินที่มีความชื้นที่ Field Capacity (ซึ่งเราสามารถควบคุมโดยทำการให้น้ำในดินมีความชื้นที่ Field Capacity ได้โดยใช้ความสัมพันธ์ที่ 2-5 ในการคำนวณ) จากนั้นจึงปรับปุ่ม Adjust Current ให้ Led สีแดงทั้ง 5 ดวง คือ A B C D E ที่อยู่ตรงมุมขวาบนของส่วนที่ 2 ของระบบควบคุมนั้นดับหมด จากนั้นจึงทำตามกรรมวิธีในการให้น้ำตามหัวข้อ 3.3.9.1 ทั้ง 5 ขั้นจนเสร็จ ซึ่งจะพบว่าจะไม่มีการให้น้ำเกิดขึ้น (คือเวลาในการให้น้ำ = 0) ซึ่งตรงกับหลักเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่า ดินจะมีความชื้นสูงสุดที่ Field Capacity ที่จุดนี้หรือความชื้นในดินมากกว่านี้ จะไม่มีการให้น้ำใด ๆ เกิดขึ้น ซึ่งในทางปฏิบัติเรามักทำการ Calibrate ในห้องทดลองโดยนำตัวอย่างดินเพาะปลูกมาทำให้มีความชื้นที่

Field Capacity ตามหลักเกณฑ์ข้างต้นแล้วทำการ Calibrate หลังจาก Calibrate แล้วจึงนำไปใช้ในแปลงเพาะปลูกจริง ๆ ต่อไป

ทั้งนี้ ตัวเลขฐานสิบหกที่ตรงกับเลขฐานสิบที่ใช้ในการทดลองนี้ สามารถดูได้จากภาคผนวก ง

(ข) <u>การให้น้ำตามเวลาที่กำหนดไว้โดยให้เป็นปริมาณตามที่ตั้งเวลาไว้</u>

วิธีนี้เราจะไม่ใช้ Probe เป็นตัวป้อนข้อมูลเพื่อนำไปคำนวณเวลาในการให้น้ำโดย MPF-I แต่อย่างใด แต่จะใช้การคำนวณเวลาให้น้ำโดยเกษตรกรหรือผู้ควบคุมเอง (ใช้ความสัมพันธ์ที่ 2-5 ในการคำนวณ แล้วป้อนเวลาเหล่านี้สั่งการให้ระบบควบคุมทำตามที่กำหนด โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) <u>การเตรียมเครื่องมือ</u>

ทำเช่นเดียวกับการให้น้ำโดยวิธีแรก แต่ไม่ต้องทำข้อ ก)

2) <u>การตั้งเวลาปัจจุบัน</u>

ก) กดคีย์ [PC] ของ MPF-I ที่ 7 Segments Led จะแสดง [1800XX]

ข) ป้อนเวลาที่เป็นวินาทีด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1801XX]

ค) ป้อนเวลาที่เป็นนาทีด้วยเลขฐานสิบ 2 หลักโดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1802XX]

ง) ป้อนเวลาที่เป็นชั่วโมงด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1803XX]

3) <u>การตั้งเวลาให้น้ำครั้งที่ 1</u> (ใน 1 วัน)

ก) ป้อนเวลาที่ให้น้ำครั้งที่ 1 เป็นนาทีด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์

ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1804XX]

ข) ป้อนเวลาที่ให้น้ำครั้งที่ 1 เป็นชั่วโมง ด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1805XX]

4) การตั้งเวลาหยุดให้น้ำครั้งที่ 1 (ใน 1 วัน)

ก) ป้อนเวลาที่หยุดให้น้ำครั้งที่ 1 เป็นนาทีด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1806XX]

ข) ป้อนเวลาที่หยุดให้น้ำครั้งที่ 1 เป็นชั่วโมงด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1807XX]

5) การตั้งเวลาให้น้ำครั้งที่ 2 (ใน 1 วัน)

ก) ป้อนเวลาที่ให้น้ำครั้งที่ 2 เป็นนาทีด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1808XX]

ข) ป้อนเวลาที่ให้น้ำครั้งที่ 2 เป็นชั่วโมงด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [+] 7 Segments จะแสดง [1809XX]

6) การตั้งเวลาหยุดให้น้ำครั้งที่ 2 (ใน 1 วัน)

ก) ป้อนเวลาที่หยุดให้น้ำครั้งที่ 2 เป็นนาทีด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [+] 7Segments จะแสดง [180A XX]

ข) ป้อนเวลาที่หยุดให้น้ำครั้งที่ 2 เป็นชั่วโมงด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [ADDR]

7) การเริ่มทำงาน

กดคีย์ [2] [4] [0] [0] แล้วรอจนเวลาปัจจุบันที่ตั้งไว้ตรงกับเวลาปัจจุบันจริง ๆ จึงกดคีย์ [GO] ระบบควบคุมจะเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติทันที

จากการใช้งานในลักษณะนี้จะพบว่า นอกจากจะให้น้ำได้วันละ 2 ครั้งและต้องตั้งเวลาล่วงหน้ากว่าเวลาปัจจุบันจริง ๆ เล็กน้อยแล้ว ยังมีข้อสังเกตเพิ่มเติมเล็กน้อยคือ เนื่องจากวิธีนี้ไม่ใช้ Probe. ดังนั้น จึงไม่ต้องมีการ Calibrate เครื่องที่ปุ่ม Adjust Current แต่อย่างใด และโดยมากจะใช้วิธีนี้เมื่อ Probe ชำรุดหรือเสียหาย หรือต้องการแก้ไขโปรแกรมการให้น้ำของวงจรตรวจสภาพความชื้นใหม่ หรือใช้ในการให้ปุ๋ยหรือทำกิจกรรมใด ๆ ที่ต้องการเปิดวาล์วไฟฟ้าเป็นเวลานาน ๆ (ซึ่งการใช้งานวิธีแรกตั้งเวลาไม่ได้) ซึ่งในกรณีหลังนี้จะใช้วาล์วปกติควบคุมการไหลของน้ำแทน

ในกรณีที่ต้องการให้น้ำเพียงวันละครั้ง ก็สามารถทำได้โดย หลังจากเสร็จสิ้นขั้นตอน 4 ก) แล้ว ก็ป้อนเวลาที่หยุดให้น้ำครั้งที่ 1 เป็นชั่วโมงด้วยเลขฐานสิบ 2 หลัก โดยใช้คีย์ตัวเลข [0] ถึง [9] แล้วกดคีย์ [ADDR] แล้วกดคีย์ [2] [4] [0] [0] แล้วรอให้เวลาปัจจุบันที่ตั้งไว้ตรงกับเวลานาฬิกาจริง ๆ จึงกดคีย์ [GO] ระบบควบคุมก็จะทำการให้น้ำวันละครั้งตามเวลาที่ตั้งไว้ทันที

อนึ่ง การใช้งานของระบบควบคุมทั้ง 2 ลักษณะนี้ เมื่อเวลาของระบบเดินครบ 24 ชั่วโมงแล้ว ก็จะย้อนกลับมาเริ่มต้นใหม่เช่นเดียวกับเวลาของนาฬิกาปกติ ดังนั้น การทำงานของคำสั่งต่าง ๆ ก็จะทำงานเช่นเดิมวนเวียนเช่นนี้ในแต่ละวันทุก ๆ วัน ไม่ต้องป้อนคำสั่งใหม่ใด ๆ ก่อนการทำงานจนกว่าจะมีคำสั่งเปลี่ยนแปลง หรือตัดวงจร Supply โดยผู้ควบคุมนั่นเอง

ง.7 โปรแกรมการทำงานของ CPU

โปรแกรม A ตรวจเวลาที่จะตรวจสภาพความชื้นของดินและทำการสั่งให้น้ำวันละ 2 ครั้ง

Address	Instruction	Obcode	Contents
2000	LDA, 25H	3E 25	ตั้งรีจีสเตอร์ I ให้มีค่า 25 H
2002	LDI, A	ED 47	
2004	IM 2	ED 5B	ตั้งอินเตอร์รัพท์โหมด 2
2006	LDA, (1800H)	3A 00 18	ตั้งเวลาเป็นวินาทีปัจจุบันเป็นเลขฐานสิบหก
2009	LDB, A	47	
200A	LDA, (1802H)	3A 01 18	ตั้งเวลาเป็นนาทีปัจจุบันเป็นเลขฐานสิบหก
200D	LDC, A	4F	
200E	LDA, (1802H)	3A 02 18	ตั้งเวลาเป็นชั่วโมงเป็นเลขฐานสิบหก
2011	LDD, A	57	
2012	LDA, 00H	3E 00	ตั้งอินเตอร์รัพท์เวกเตอร์
2014	OUT(40H), A	D3 40	
2016	LDA, F5	3E F5	ตั้งให้ CTC อยู่ในโหมดนับค่อเนื่อง
2018	OUT(40H), A	D3 40	
201A	LDA, 3CH	3E 3C	ตั้งเวลาคงที่ ในการนับให้กับ CTC
201C	OUT(40H), A	D3 40	
201E	EI	FB	ตั้งให้ ซีพียู รับอินเตอร์รัพท์โหมด 2

Address	Instruction	Obcode	Contents
201F	JP 201F	C3 1F 20	ให้ทำงานวนเพื่อรอเวลาที่จะไปทำการตรวจสภาพความชื้นและทำการให้น้ำ
2050	INC B	04	เพิ่มเวลา 1 วินาที กรณีที่เวลายังไม่ครบ 1 นาที
2051	LDA, 3CH	3E 3C	กำหนดค่าเวลาที่จะเปรียบเทียบ 60 วินาที (3CH)
2053	CPB	B8	เปรียบเทียบเวลาว่าครบ 60 วินาทีหรือไม่
2054	JRZ	28 03	ครบให้ไปเพิ่มเวลา 1 นาที ไม่ครบให้ไปตรวจวินาที
2056	EI	FB	รอตรวจวินาที
2057	RETI	ED 4D	
2059	LD, 00H	06 00	เคลียค่า เพื่อเริ่มนับวินาทีใหม่
205B	INC C	0C	เพิ่มเวลา 1 นาที
205C	LDA, 3CH	3E 3C	กำหนดค่าเวลาที่จะเปรียบเทียบ 60 นาที (3CH)
205E	CPC	B9	เปรียบเทียบเวลาว่าครบ 60 นาที หรือไม่
205F	JRZ	28 03	ครบให้เพิ่มเวลา 1 ชม. ไม่ครบให้ไปตรวจนาที
2061	EI	FB	รอตรวจนาที
2062	RETI	ED 4D	
2064	LDC, 00H	0E 00	เคลียค่าเพื่อเริ่มนับนาทีใหม่
2066	IND D	14	เพิ่มเวลา 1 ชั่วโมง
2067	LDA, (180 3H)	3A 03 18	ค่าที่จะนำมาเปรียบเทียบเวลาให้น้ำครั้งแรก

Address	Instruction	Obcode	Contents
206A	CPA, D	BA	เปรียบเทียบเวลาให้น้ำครั้งแรก
206B	JPZ 2100H	CA 00 21	ตรวจสอบว่าถึงเวลาให้น้ำครั้งแรกหรือไม่
206E	LDA, (1806H)	3A 04 18	ค่าที่จะนำมาเปรียบเทียบเวลาให้น้ำครั้งที่สอง
2071	CPA, D	BA	เปรียบเทียบเวลาให้น้ำครั้งที่สอง
2072	JPZ 2100H	CA 00 21	ตรวจสอบว่าถึงเวลาให้น้ำครั้งที่สองหรือไม่
2075	LDA, 18H	3E 18	ตั้งค่าเพื่อเปรียบเทียบเวลา 24 ชั่วโมง (18H)
2077	CDA, D	BA	เปรียบเทียบเวลา
2078	JPNZ 207EH	C2 7E 20	ตรวจสอบว่าครบเวลา 24 ชั่วโมงหรือไม่
207B	EI	FB	รอตรวจเวลาใหม่
207C	RETI	ED 4D	
207E	LDB, 00H	06 00	เคลียค่าเวลาในหน่วยวินาที
2080	LDC, 00H	0E 00	เคลียค่าเวลาในหน่วยนาที
2082	LDD, 00H	16 00	เคลียค่าเวลาในหน่วยชั่วโมง
2084	EI	FB	รอตรวจเวลาใหม่
2085	RETI	ED 4D	

โปรแกรม B ตรวจสอบว่าความชื้นอยู่ในระดับที่ 2 หรือไม่

Address	Instruction	Obcode	Contents
2100	LD A, 4F H	3E 4F	ตั้งโหมดให้ PIO เป็น IN PUT
2102	OUT(83H), A	D3 83	
2104	INA, (81H)	DB 81	สั่ง INPUT ข้อมูล

Address	Instruction	Obcode	Contents
2106	LD IX, 2502H	DD 21 02 25	ตั้ง Register IX เป็น Pointer ตำแหน่ง 2502
210A	CP (IX + D)	DD BE 00	เทียบข้อมูลว่ามีความชื้นระดับที่ 2 หรือไม่
210D	JPZ 2200H	CA 00 22	ไปทำโปรแกรมความชื้นระดับที่ 2

โปรแกรม C ตรวจสอบว่าความชื้นอยู่ในระดับที่ 3 หรือไม่

Address	Instruction	Obcode	Contents
2110	INC IX	DD 23	Pointer ตำแหน่ง 2503
2112	CP (IX + D)	DD BE 00	เทียบข้อมูลว่ามีความชื้นระดับที่ 3 หรือไม่
2115	JPZ 2250H	CA 50 22	ไปทำโปรแกรมความชื้นระดับที่ 3

โปรแกรม D ตรวจสอบว่าความชื้นอยู่ในระดับที่ 4 หรือไม่

Address	Instruction	Obcode	Contents
2118	INC IX	DD 23	Pointer ตำแหน่ง 2504
211A	CP (IX + D)	DD BE 00	เทียบข้อมูลว่ามีความชื้นระดับที่ 4 หรือไม่
211D	JPZ 22A0H	CA A0 22	ไปทำโปรแกรมความชื้นระดับที่ 4

โปรแกรม E ตรวจสอบว่าความชื้นอยู่ในระดับที่ 5 หรือไม่

Address	Instruction	Obcode	Contents
2120	INC IX	DD 23	Pointer ตำแหน่ง 2505

Address	Instruction	Obcode	Contents
2122	CP (IX + D)	DD BE 00	เทียบข้อมูลว่ามีความชื้นระดับที่ 5 หรือไม่
2125	JPZ 22F0H	CA F0 22	ไปทำโปรแกรมความชื้นระดับที่ 5

โปรแกรม F ตรวจสอบค่าความชื้นอยู่ในระดับที่ 6 หรือไม่ (ชื้นน้อยที่สุด)

Address	Instruction	Obcode	Contents
2128	INC IX	DD 23	Pointer ตำแหน่ง 2506
212A	CP (IX + D)	DD BE 00	เทียบข้อมูลว่ามีความชื้นระดับที่ 6 หรือไม่
212D	JPZ 2340H	CA 40 23	ไปทำโปรแกรมความชื้นระดับที่ 6

โปรแกรม G ความชื้นอยู่ในระดับที่ 1 (ชื้นมาก)

Address	Instruction	Obcode	Contents
2130	JP 2390H	C3 90 23	มีความชื้นมากกลับไปทำโปรแกรม A

โปรแกรม H รดน้ำเป็นเวลา 3 นาที

Address	Instruction	Obcode	Contents
2200	LDA, 0F H	3E 0F	ตั้งโหมดให้ PIO เป็น OUT PUT
2202	OUT (82H), A	D3 82	
2204	LDA, FF H	3E FF	ตั้งข้อมูลเพื่อ ON รีเลย์

Address	Instruction	Obcode	Contents
2206	OUT (80H), A	D3 80	
2208	EXX	D9	
2209	LDHL, (2510H)	21 10 25	กำหนดค่าแรกที่จะใช้ในโปรแกรมหน่วงเวลา
220C	CALL 2400H	CD 00 24	ไปทำโปรแกรมหน่วงเวลา
220F	EXX	D9	
2210	LDA, 00H	3E 00	คั้งข้อมูลเพื่อ OFF รีเลย์
2212	OUT (80H), A	D3 80	
2214	INC	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2215	INC	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2216	INC	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2217	EI	FB	คั้งเพื่อให้ซีพียูสามารถรับการอินเตอร์รัพท์
2218	RETI	ED 4D	กลับไปทำงานในโปรแกรม A

โปรแกรม I รดน้ำเป็นเวลา 6 นาที

Address	Instruction	Obcode	Contents
2250	LDA, 0FH	3E 0F	คั้งโหมดให้ PIO เป็น OUTPUT
2252	OUT (82H), A	D3 82	
2254	LDA, FFH	3E FF	คั้งข้อมูลเพื่อ ON รีเลย์
2256	OUT (80H), A	D3 80	
2258	EXX	D9	
2259	LDHL, 2514H	21 14 25	กำหนดค่าแรกที่จะใช้ในโปรแกรมหน่วงเวลา
225C	Call 2400H	CD 00 24	ไปทำโปรแกรมหน่วงเวลา

Address	Instruction	Obcode	Contents
225F	EXX	D9	
2260	LDA, 00H	3E 00	ตั้งข้อมูลเพื่อ OFF รีเลย์
2262	OUT (80H), A	D3 80	
2264	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2265	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2266	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2267	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2268	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2269	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
226A	EI	FB	ตั้งเพื่อให้ ซีพียู สามารถรับการอินเตอร์รัพท์
226B	RETI	ED 4D	กลับไปทำงานโปรแกรม A

โปรแกรม J รถน้ำเป็นเวลา 9 นาที

Address	Instruction	Obcode	Contents
22A0	LDA, 0F H	3E 0F	ตั้งโหมดให้ PIO เป็น OUT PUT
22A2	OUT (82H), A	D3 82	
22A4	LDA, FFH	3E FF	ตั้งข้อมูลเพื่อ ON รีเลย์
22A6	OUT (80H), A	D3 80	
22A8	EXX	D9	
22A9	LDHL, (2518H)	21 18 25	กำหนดค่าแรกที่จะใช้ในโปรแกรมหน่วงเวลา
22AC	CALL 2400	CD 00 24	ไปทำโปรแกรมหน่วงเวลา
22AF	EXX	D9	
22B0	LDA, 00H	3E 00	ตั้งข้อมูลเพื่อ OFF รีเลย์

Address	Instruction	Obcode	Contents
22B2	OUT (80H), A	D3 80	
22B4	INC C	OC	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
22B5	INC C	OC	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
22B6	INC C	OC	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
22B7	INC C	OC	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
22B8	INC C	OC	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
22B9	INC C	OC	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
22BA	INC C	OC	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
22BB	INC C	OC	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
22BC	INC C	OC	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
22BD	EI	FB	คั้งเพื่อให้ซีพียูสามารถรับการอินเตอร์รัพท์
22BE	RETI	ED 4D	กลับไปทำงานให้โปรแกรม

โปรแกรม K รดน้ำเป็นเวลา 12 นาที

Address	Instruction	Obcode	Contents
22F0	LDA, 0FH	3E 0F	คั้งโหมดให้ PIO เป็น OUT PUT
22F2	OUT (82H), A	D3 82	
22F4	LDA, FFH	3E FF	คั้งข้อมูลเพื่อ ON รีเลย์
22F6	OUT (80H), A	D3 80	
22F8	EXX	D9	
22F9	LDHL, 251CH	21 1C 25	กำหนดค่าแรกที่จะใช้ในโปรแกรมหน่วงเวลา
22FC	CALL 2400H	CD 00 24	ไปทำโปรแกรมหน่วงเวลา

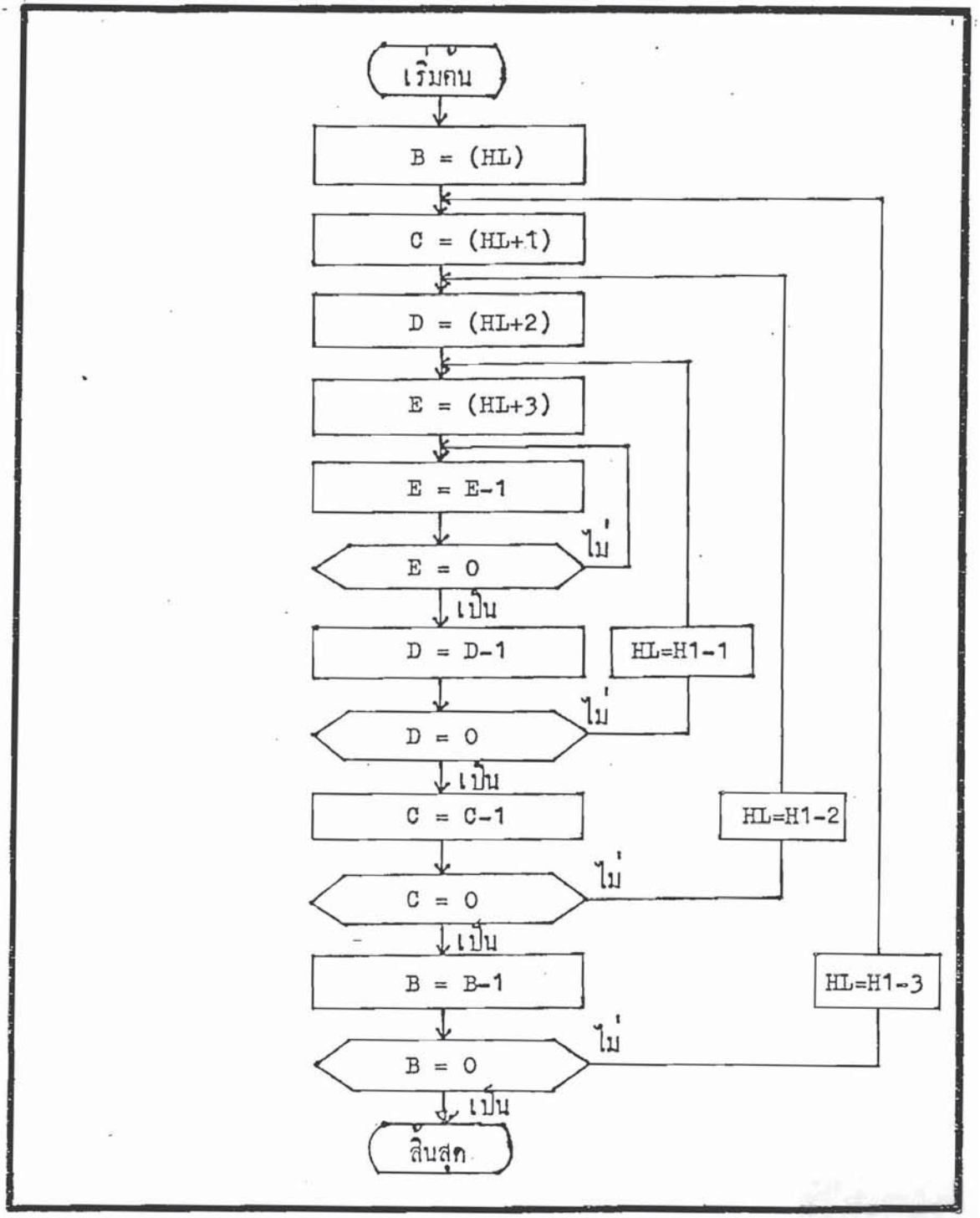
Address	Instruction	Obcode	Contents
22FF	EXX	D9	
2300	LDA, 00H	3E 00	ตั้งข้อมูลเพื่อ OFF รีเลย์
2302	OUT (80H), A	D3 80	
2304	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2305	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2306	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2307	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2308	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2309	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
230A	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
230B	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
230C	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
230D	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
230E	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
230F	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2340	EI	FB	ตั้งเพื่อให้ซีพียูสามารถรับการอินเตอร์รัพท์
2311	RETI	ED 4D	กลับไปทำงานในโปรแกรม A

โปรแกรม L รดน้ำเป็นเวลา 15 นาที

Address	Instruction	Obcode	Contents
2340	LDA, 0FH	3E 0F	ตั้งโหมดให้ PIO เป็น OUT PUT
2342	OUT (82H),A	D3 82	
2344	LDA, FFH	3E FF	ตั้งข้อมูลเพื่อ ON รีเลย์

Address	Instruction	Obcode	Contents
2346	OUT (80H),A	D3 80	
2348	EXX	D9	
2349	LDHL, 2520H	21 20 25	กำหนดค่าแรกที่จะไปใช้ในโปรแกรมหน่วงเวลา
234C	CALL 2400H	CD 00 24	ไปทำโปรแกรมหน่วงเวลา
234R	EXX	D9	
2350	LDA, 00H	3E 00	ตั้งข้อมูลเพื่อ OFF รีเลย์
2352	OUT (80H),A	D3 80	
2354	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2357	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2358	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2359	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
235A	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
235B	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
235C	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
235D	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
235E	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
235F	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2360	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2361	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2362	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2363	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2364	INC C	0C	เพิ่มค่าซึ่งเท่ากับเวลา 1 นาที
2365	EI	FB	ตั้งเพื่อให้ ซีพียู สามารถรับการอินเตอร์รัพท์
2366	RETI	ED 4D	กลับไปทำงานในโปรแกรม A

ง.8 โปรแกรมหน่วงเวลาและวิธีหาข้อมูลในโปรแกรมหน่วงเวลา



ผังการทำงานของโปรแกรมหน่วงเวลา

จากผังการทำงาน แสดงการทำงานของโปรแกรมโดยเรากำหนดให้ Register 4 ตัว คือ B, C, D, E ทำหน้าที่รับข้อมูลที่เรากำหนดไว้จากโปรแกรมที่สั่งรถน้ำตามเวลาที่ตั้งไว้ระหว่างหน่วยความจำตำแหน่งที่ 2510 ถึง 2523 โดยใช้ Register HL ทำหน้าที่เป็นตัวชี้ตำแหน่งที่จะนำข้อมูลมา แล้วนำมาทำการลดค่าลงทีละหนึ่งในลักษณะเป็น loop จนกว่าค่าใน Register ทั้ง 4 ตัวจะเป็นศูนย์ทั้งหมด นั่นก็คือหน่วงเวลาครบตามที่ต้องการ

โปรแกรมหน่วงเวลา

ADDRESS	INSTRUCTION	OBCODE
2400	LD B,(HL)	46
2401	INC HL	23
2402	LD C,(HL)	4E
2403	INC HL	23
2404	LD D,(HL)	56
2405	INC HL	23
2406	LD E,(HL)	5E
2407	DEC E	1D
2408	JRNZ 2407	20 FD
240A	DEC D	15
240B	JRNZ 2406	20
240D	DEC HL	2B
240E	DEC C	0D
240F	JRNZ 2404	20 F3
2411	DEC HL	2B
2412	DEC B	05
2413	JRNZ 2402	20 ED
2415	RET	C9

วิธีการคำนวณหาข้อมูลที่จะนำไปใส่ในหน่วยความจำตำแหน่งที่ 2510H ถึง 2523H

1. เราทราบค่าความถี่ในการทำงานของ ซีพียู ว่าทำงานด้วยความถี่ 1.7897725 MHz ก็ทราบเวลาของการทำงาน 1 Cycle จากสูตร $t = \frac{1}{f}$

   เวลาในการทำงาน 1 Cycle $= \frac{1 \times 10^{-6}}{1.7897725} = 5.5873 \times 10^{-7}$ วินาที

2. เราทราบค่า T State (เวลาในการทำงานรวมของทุกคำสั่งในโปรแกรม) โดยดูจากตารางคำสั่ง

   สมมติให้ (HL) = N1

   (HL+1) = N2

   (HL+2) = N3

   (HL+3) = N4

	คำสั่ง	T State x จำนวนรอบของการทำคำสั่งซ้ำ
	LDB, N1	7 x 1
	INC HL	6 x 1
LOOP4	LD C, N2	7 x N1
	INC HL	6 x N1
LOOP3	LD D, N3	7 x N2 x N1
	INC HL	6 x N2 x N1
LOOP2	LD E, N4	7 x N3 x N2 x N1
LOOP1	DEC E	4 x N4 x N3 x N2 x N1
	JRNZ LOOP1	$[7 + 12(N4-1)]N3N2N1 = (12N4-5)N3N2N1$
	DEC D	4 x N1N2N3
	JRNZ LOOP2	$(7 + 12(N3-1))N1N2 = (12N3-5)N1N2$
	DEC HL	6 x N1 x N2
	DEC C	4 x N1 x N2

คำสั่ง	จำนวนรอบของการทำคำสั่งซ้ำ
JRNZ LOOP3	(7 + 12(N2-1))N1 = (12N2-5)N1
DEC HL	6 x N1
DEC B	4 x N1
JRNZ LOOP4	(7 + 12(N1-1)) = (12N1-5)
RET	10

Total T State

$$= 7+6+7N1+6N1+7N1N2+6N1N2+7N1N2N3+4N1N2N3N4+12N4N2N3N1$$
$$-5N3N2N1+4N1N2N3+12N1N2N3-5N1N2+6N1N2+4N1N2+12N1N2$$
$$-5N1+6N1+4N1+12N1-5+10$$
$$= 18+30N1+30N2N1+18N3N2N1+16N4N3N2N1$$

หา T State จากเวลาที่เราต้องการจะหน่วงจาก

$$\text{T State} = \frac{\text{เวลาที่จะทำการหน่วง}}{\text{เวลา 1 Cycle}}$$

หน่วง 3 นาที

$$\text{T State} = \frac{3 \times 60}{5.5873 \times 10^{-7}}$$

$$= 3.2216 \times 10^{8}$$

หน่วง 6 นาที

$$\text{T State} = 6.4432 \times 10^{8}$$

หน่วง 9 นาที

$$\text{T State} = 9.6647 \times 10^{8}$$

หน่วง 12 นาที

$$\text{T State} = 12.8863 \times 10^{8}$$

หน่วง 15 นาที

$$\text{T State} = 16.1079 \times 10^{8}$$

ทำให้ได้ข้อมูลที่ใช้ในโปรแกรมหน่วงเวลา คือ

2510 H = 01 H

2511 H = FA H

2512 H = 00 H

2513 H = 00 H

2514 H = 02 H

2515 H = FA H

2516 H = 00 H

2517 H = 00 H

2518 H = 04 H

2519 H = FA H

251A H = 00 H

251B H = 00 H

251C H = 05 H

251D H = FA H

251E H = 00 H

251F H = 00 H

2520 H = 06 H

2521 H = FA H

2522 H = 00 H

2523 H = 00 H

ภาคผนวก จ.

ผลการศึกษาการควบคุมการให้น้ำแบบโปรยน้ำควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

ภาคผนวก จ.
ผลการศึกษาการควบคุมการให้น้ำแบบโปรยน้ำ
ควบคุมด้วย คอมพิวเตอร์

จ.1 แปลงเพาะปลูก

แปลงเพาะปลูกเป็นดังแสดงในรูป จ.1 ลักษณะแปลงเพาะปลูกเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ติดตั้งท่อเจาะรูที่แนววางท่อกลางแปลงเพาะปลูก

จ.2 ระบบชลประทานฉีดฝอย

ระบบที่ใช้เป็นแบบโปรยน้ำสูง ประกอบด้วยทางน้ำเข้าถังเก็บน้ำ และท่อระบายน้ำ เครื่องสูบน้ำ สวิทช์ไฟ ถังความดันวาล์วไฟฟ้า ท่อเจาะรู และ เกจ์รัดแรงดัน จัดเรื่องเป็นระบบดังแสดงในรูป จ.2

จ.3 ระบบให้ปุ๋ยและระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์

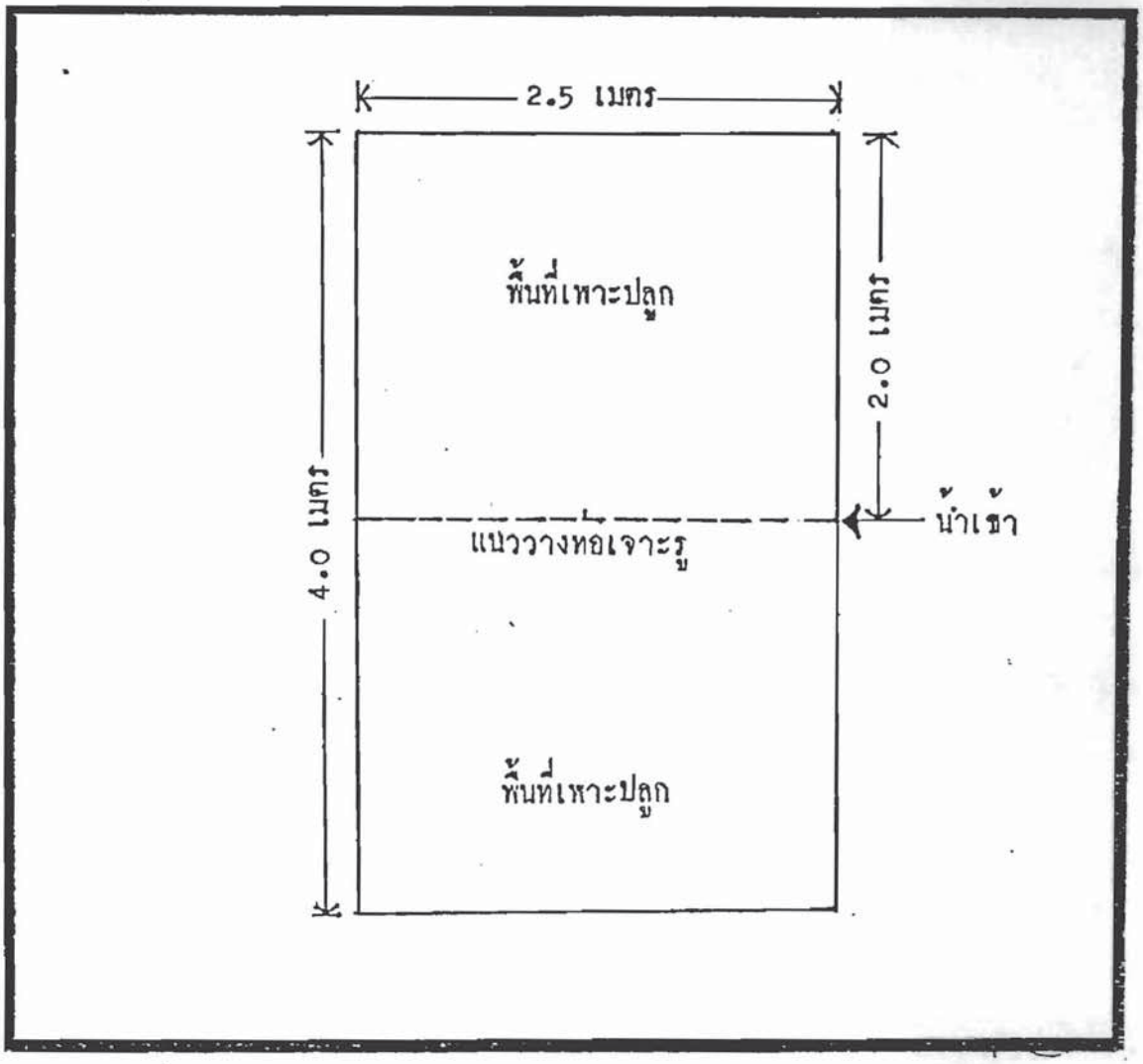
ระบบให้ปุ๋ยเป็นแบบผสมแยก โดยนำปุ๋ยเม็ดผสมในถังผสมปุ๋ย และมีสูบเคมี สูบเข้าผสมกับน้ำจากถังเก็บน้ำในระบบให้น้ำ การควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ควบคุมที่วาล์วไฟฟ้า (Solinoid Valve) ดังปรากฏในรูป จ.3 หลักการทำงานการให้น้ำ และปุ๋ยเป็นดังในรูป จ.4 รายละเอียดอุปกรณ์แสดงไว้ในตารางที่ จ.1

จ.4 การกระจายน้ำของระบบโปรยน้ำ

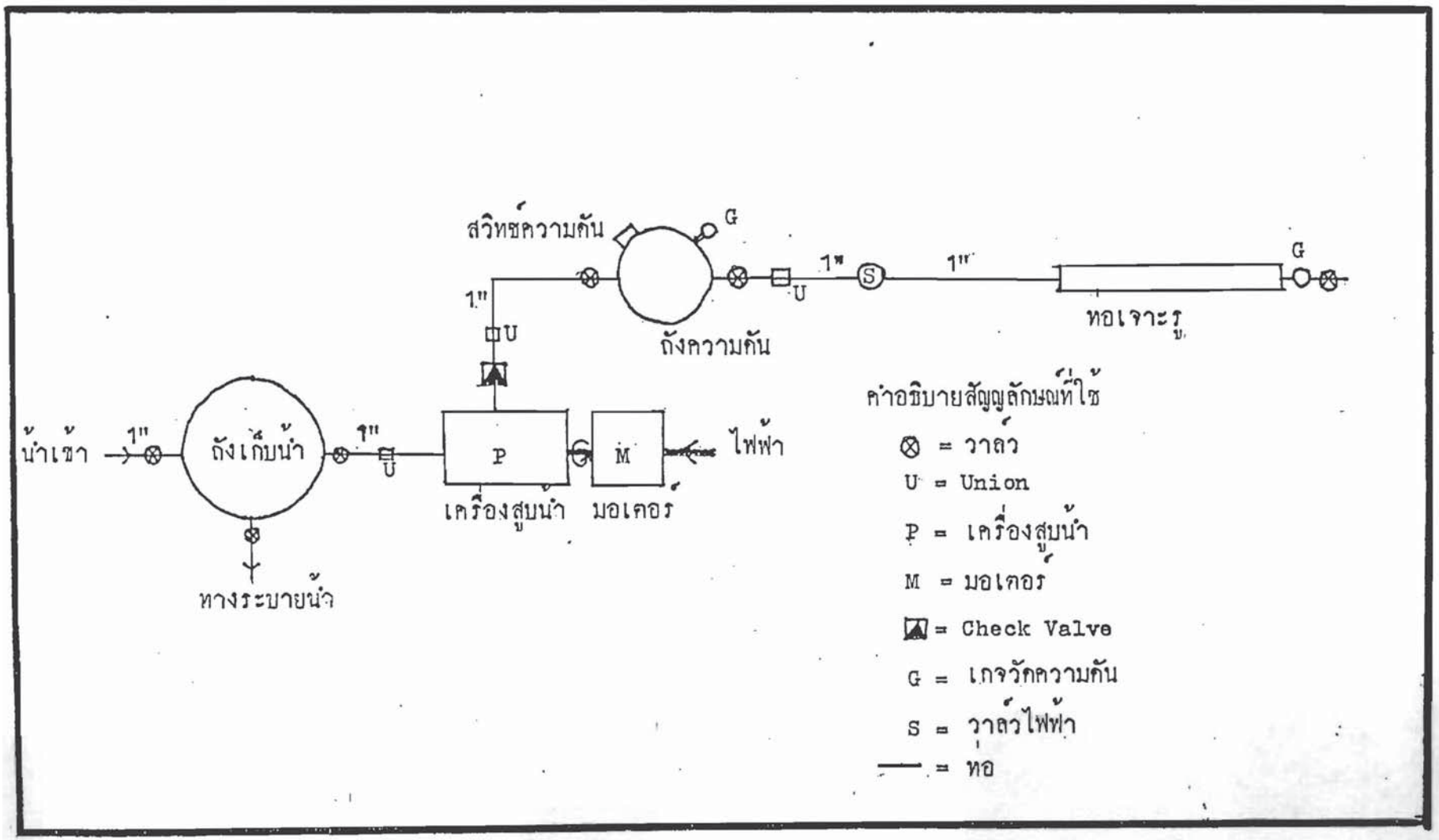
ระบบโปรยน้ำที่ออกแบบไว้สามารถจ่ายน้ำได้ดังปรากฏในรูป จ.5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าแปลงปลูกพืชจะได้น้ำมากในบริเวณใกล้แนววางท่อและลดน้อยลงเมื่ออยู่ห่างจากบริเวณแนวท่อ ข้อเสียของระบบโปรยน้ำนี้อยู่ที่โปรยน้ำสูง ลมจะมีผลมาก ด้านต้านลมจะได้รับน้ำน้อยกว่าด้านตามลม

จ.5 พืชที่ปลูก

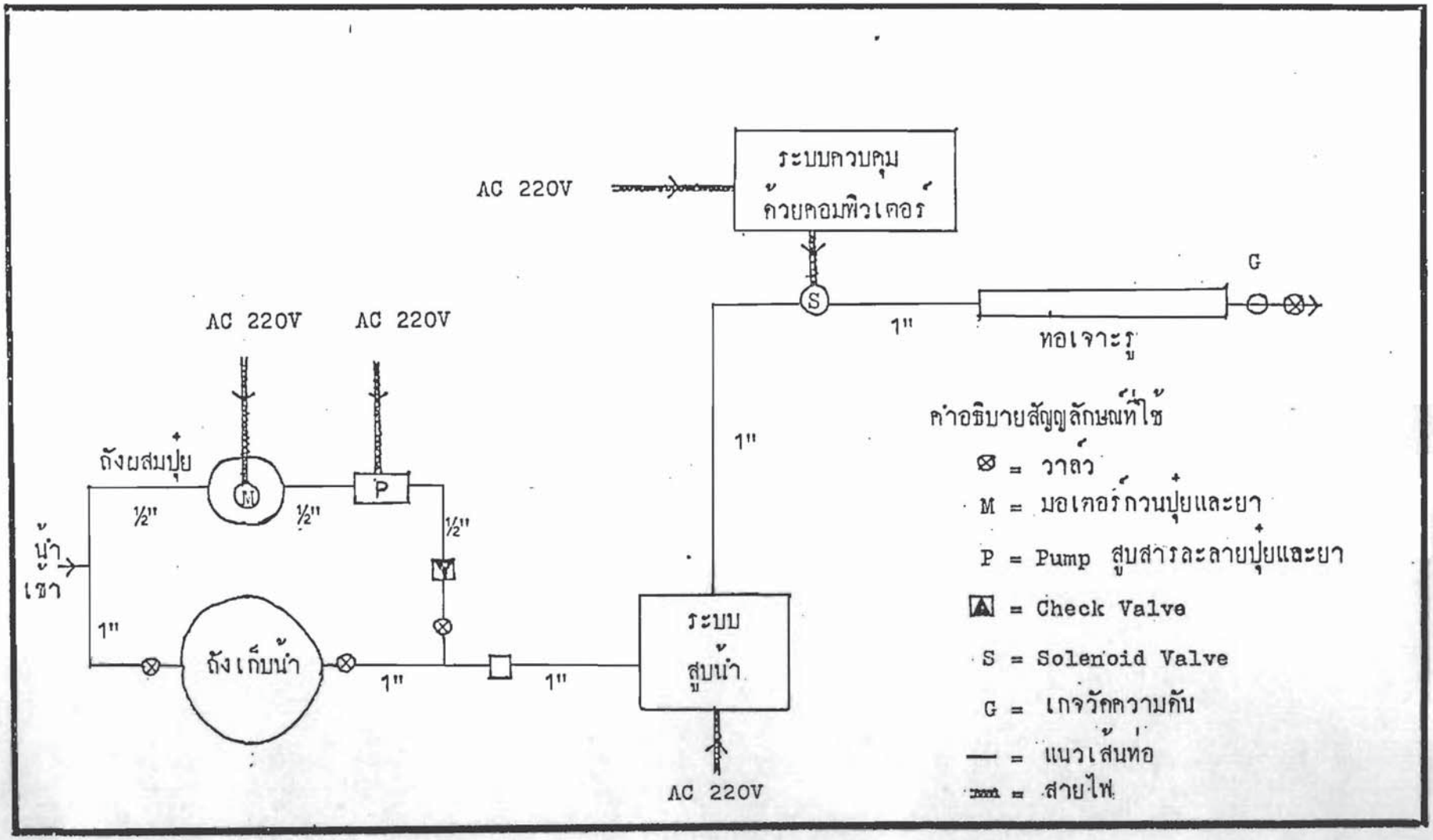
พืชที่ปลูกใช้หอมแดง ให้น้ำในอัตราซึ่งศึกษามาจากการปลูกรอบแรกดังปรากฏในรูป จ.6 การปลูกเป็นดังแสดงในรูปที่ จ.7 ซึ่งจากการศึกษาพบว่าความลึกของเขตรากพืชเป็นประมาณ 30 ซม. อายุการปลูก 50 วัน ปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ยต่อหอม 1 ต้น 3.51 กรัม อัตราให้น้ำเฉลี่ย 5 มม/วัน คิดเป็นน้ำ 6,250 กรัม/ต้น ซึ่งแสดงว่าน้ำส่วนใหญ่ระเหยหายไปในอากาศ



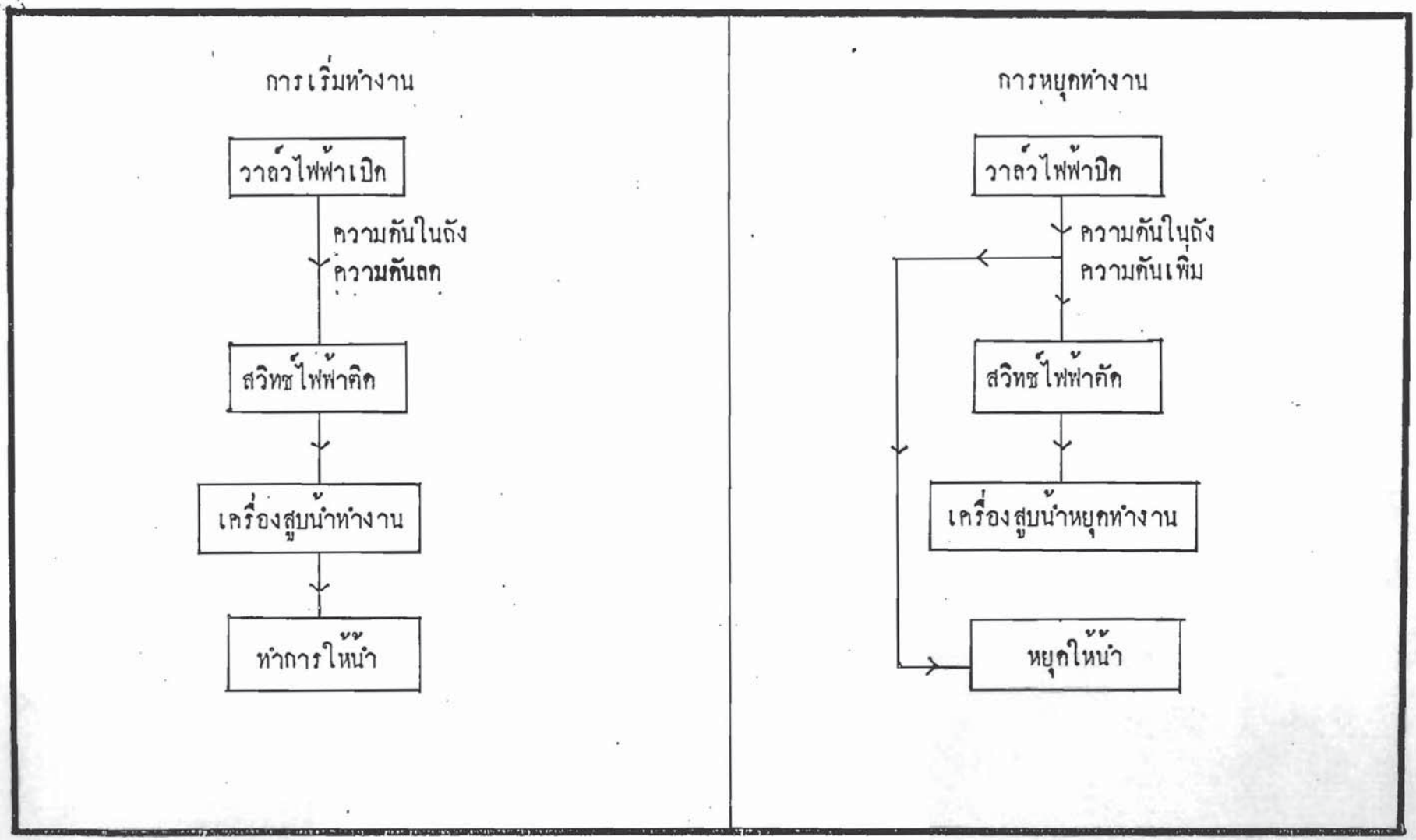
รูปที่ จ-1 อาณาเขตพื้นที่เพาะปลูกและแนววางท่อเจาะรู



รูปที่ จ-2 โครงสร้างของระบบชลประทานแบบฉีดฝอยที่ใช้



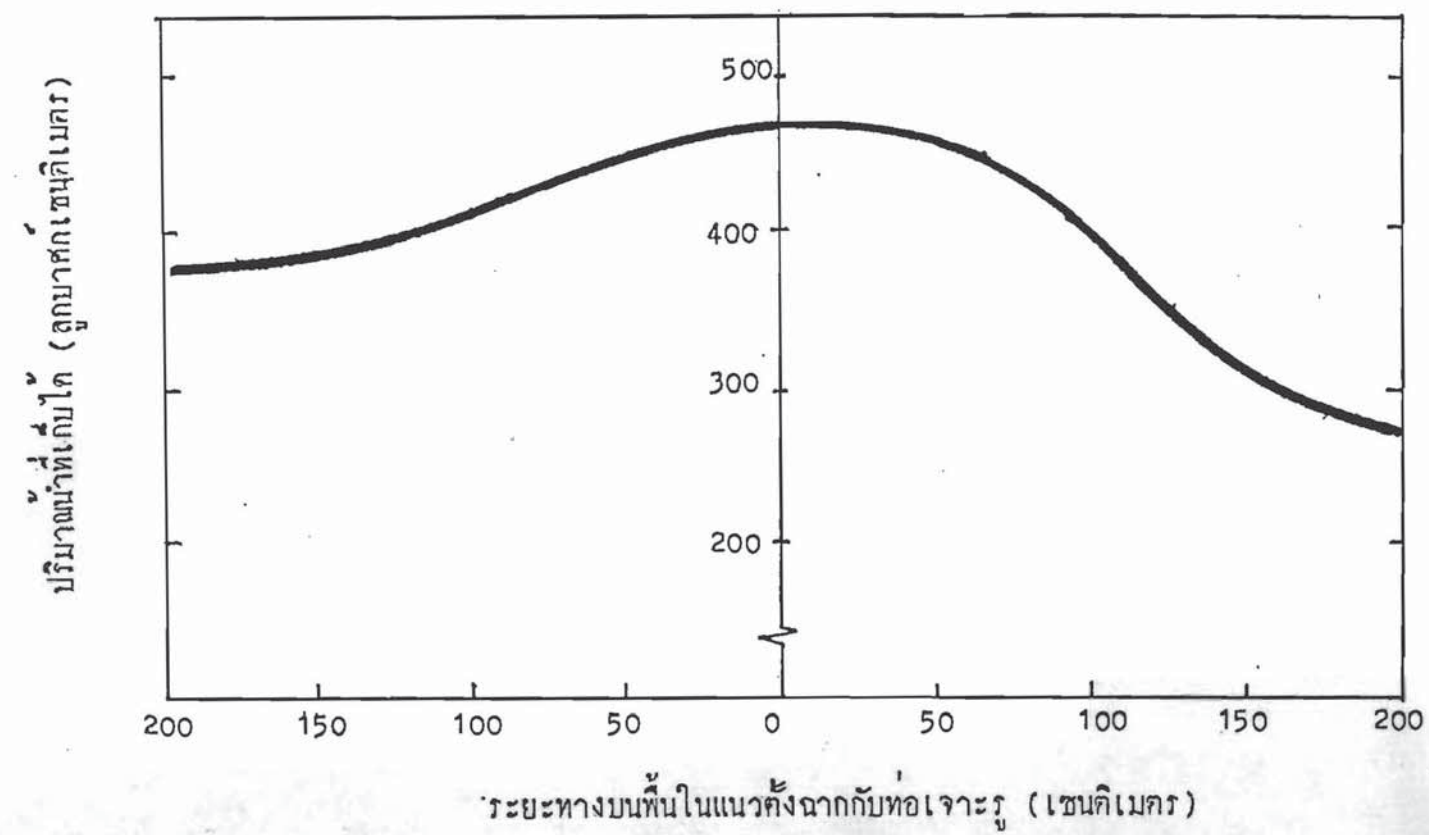
รูปที่ จ-3 แผนผังการประกอบระบบชลประทานแบบฉีดฝอย ระบบให้ปุ๋ยและระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์



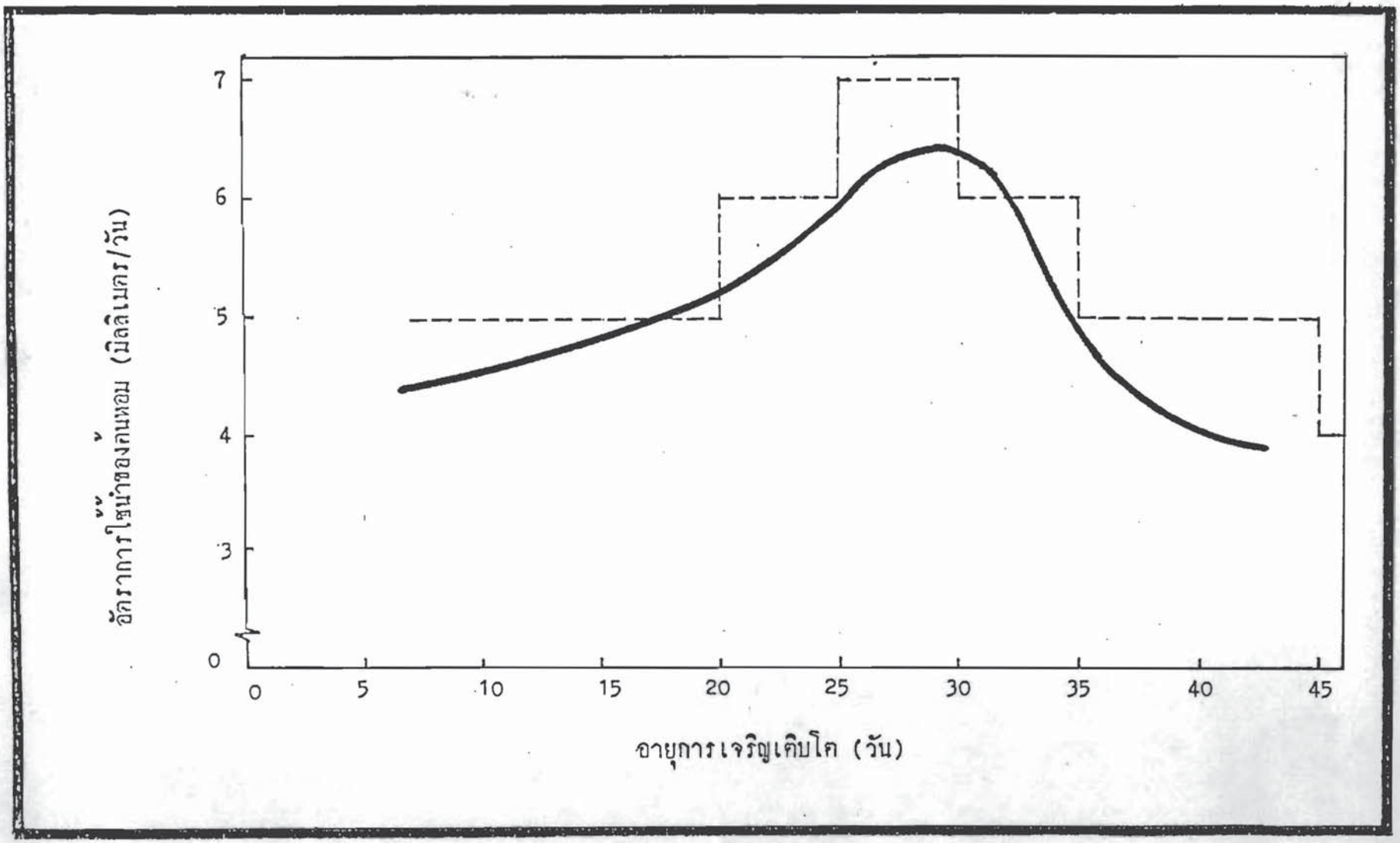
รูปที่ จ-4 หลักการทำงานของระบบชลประทานแบบฉีดฝอยที่ใช้

ตารางที่ จ-1 รายละเอียดอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบชลประทานแบบฉีดฝอย

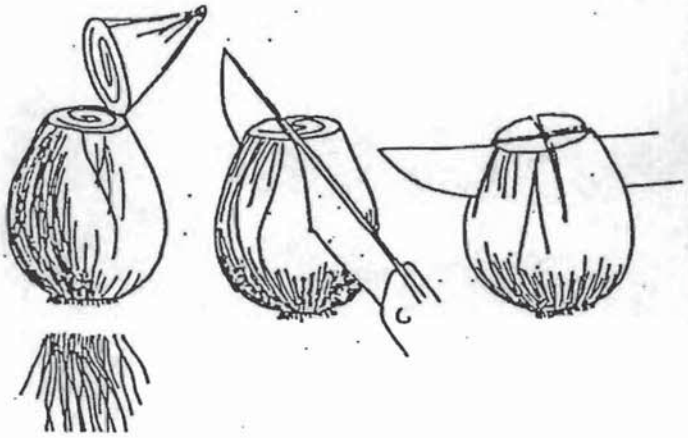
อุปกรณ์	รายละเอียด
1. วาล์วไฟฟ้า (Solenoid Valve)	ยี่ห้อ Saginamiya (EI 622) Type WEV 2510 GLW M.O.P.D. = 10 ksc, S.W.P. = 10 ksc AC 220V 50 Hz 8 Watt Fluid Water
2. ถังความดัน	ถังเหล็กทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 11 นิ้ว สูง 2 นิ้ว
3. สวิทช์ความดันไฟฟ้า	ยี่ห้อ RHINO CAT. No. 69 W A4, Min. Close 5 Max. Open 65 Diffential 10 - 30 PSI Volt 230V AC 1 - 3 Phase Max HP 2
4. เครื่องสูบน้ำ	ยี่ห้อ THE OLYMPIA GERMANY Model HR 84 PUMPEN INDUSTRIAL No. 200240, Q = 1500 L/hr H = 6m
5. มอเตอร์เครื่องสูบน้ำ	ยี่ห้อ TOSHIBA, WORLD POWER SERIES SINGLE PHASE INDUCTION MOTOR, SPLIT - PHASE -START 220V 50 Hz 3A 1440 RPM SERIAL No. 2104335
6. ถังเก็บน้ำ	ยี่ห้อ 18 - 8 STAINLESS STEEL DIAMOND จุ 150 ลิตร



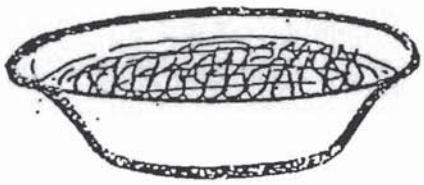
รูปที่ จ-5 รูปแบบการกระจายของน้ำที่ได้จากท่อเจาะรูโดยใช้ผลการทดลองจากรูปที่ 3-5



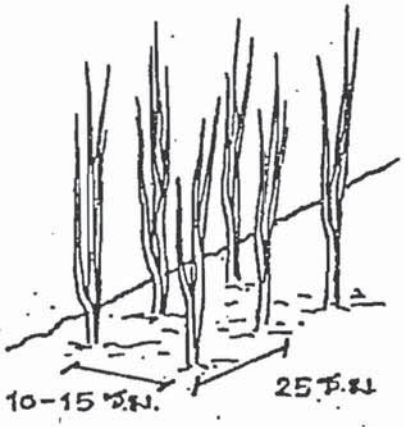
รูปที่ จ-6 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการใช้น้ำของต้นหอมในแปลงเพาะปลูกกับอายุการเจริญเติบโต



ก) เตรียมหัวหอม

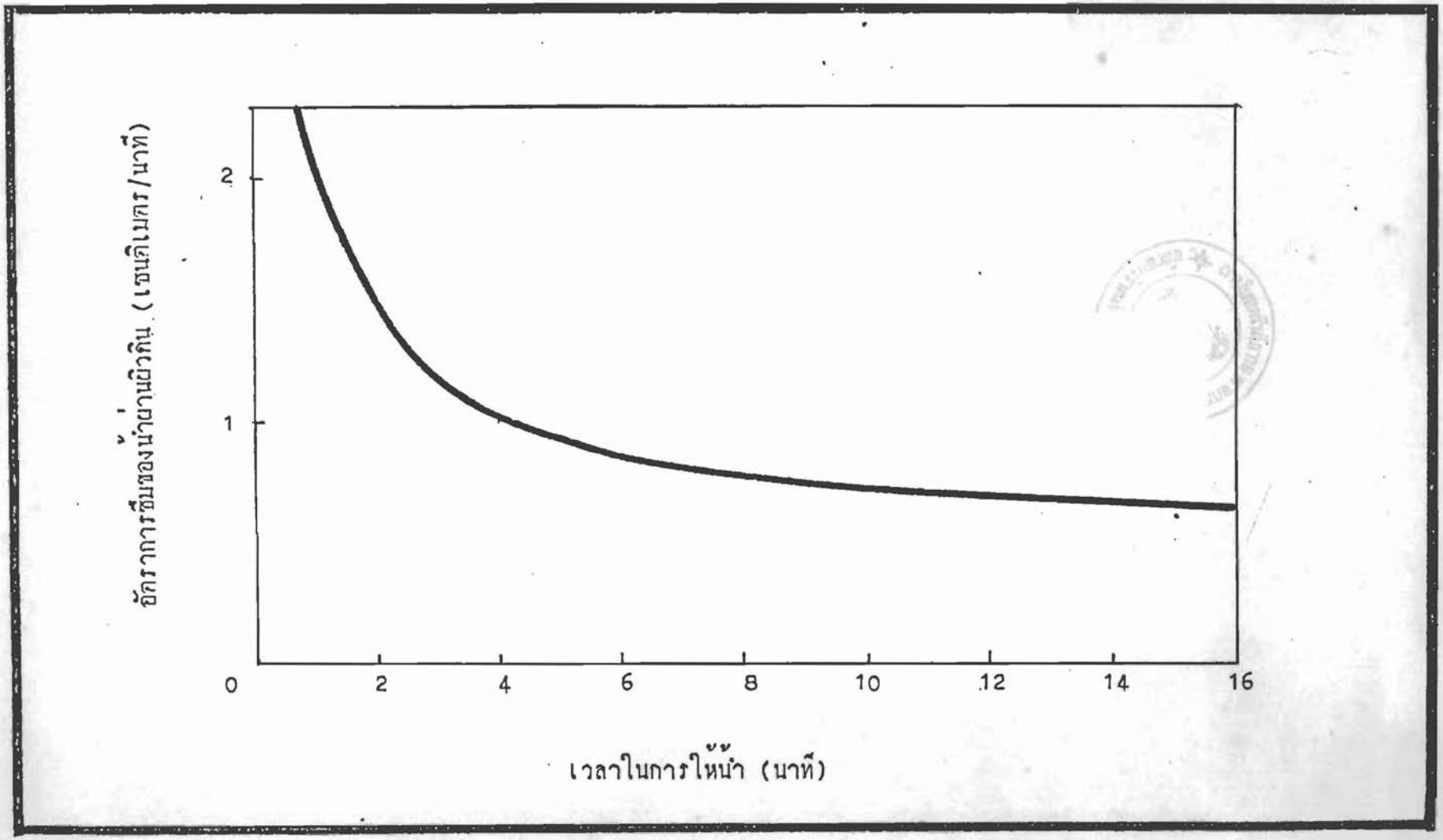


ข) แช่หอมแดง 1 คืน



ค) การปลูก

รูปที่ จ-7 การปลูกหอมแดง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2523)



รูปที่ จ-8 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการซึมของน้ำผ่านผิวดินกับเวลาที่ให้น้ำ