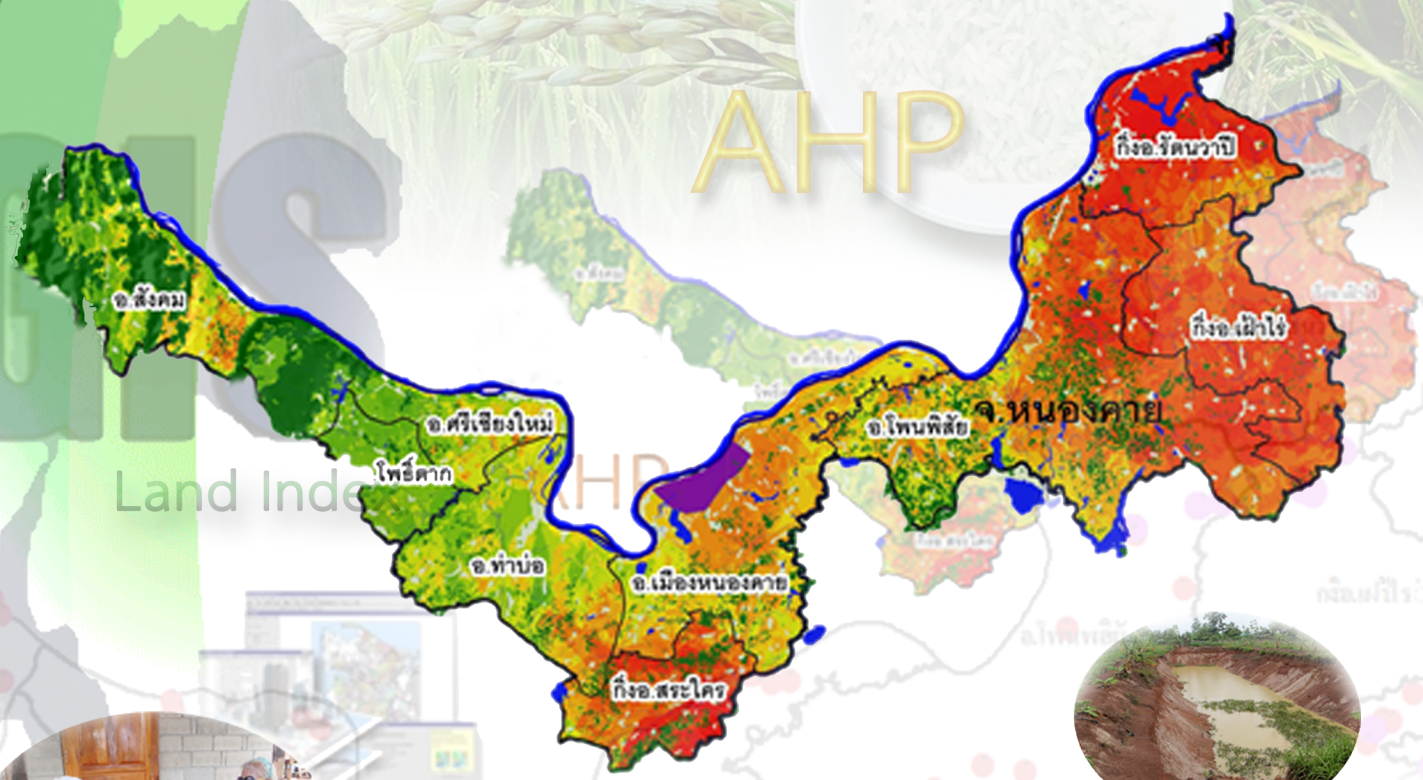
เมืองเกษตรสีเขียว

หนองคาย

6 Green Agriculture City



6 Green Agriculture City = Organic Farming + GAP + WQI - EIA

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	
สารบัญ	ก
สารบัญตาราง	ข
สารบัญภาพ	ง
สารบัญแผนที่	จ
สารบัญตารางภาคผนวก	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1. หลักการและเหตุผล	1
2. การตรวจเอกสาร	2
3. วัตถุประสงค์	49
บทที่ 2 วิธีการดำเนินการ	
1. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	50
2. ขั้นตอนการดำเนินงาน	52
3. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ	88
บทที่ 3 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	
1. ผลการวิเคราะห์หาทางเลือกโดยใช้กระบวนการวิเคราะห์ลำดับชั้นแบบหลายลำดับชั้น (AHP) และวิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index)	89
2. การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินโครงการเมืองเกษตรสีเขียว	90
3. สถานการณ์การใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทย และผลกระทบจากสารพิษตกค้างของเกษตรกร	95
บทที่ 4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
1. สรุปผลการศึกษา	112
2. ข้อเสนอแนะ	113
3. ประโยชน์ที่ได้รับ	114
เอกสารอ้างอิง	115
ภาคผนวก	118

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การนำเข้าสารพิษที่ใช้ทางการเกษตร ปี 2548-2556	4
2	พื้นที่การผลิตเกษตรอินทรีย์ของไทย ปี 2541-2551	6
3	มาตรฐานแหล่งน้ำแบ่งตามช่วง WQI	20
4	ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน	24
5	ค่าระดับความเป็นกรดด่างของดิน	25
6	ค่าปริมาณอินทรียวัตถุของดิน	26
7	ค่าปริมาณคาร์บอนของดิน	26
8	ค่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน	27
9	ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน	28
10	ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดิน	29
11	ค่าปริมาณแคลเซียมของดิน	29
12	ค่าปริมาณแมกนีเซียมของดิน	30
13	ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน	31
14	ค่าความเค็มของดิน	31
15	ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน	32
16	ค่าความหนาแน่นรวมของดิน	33
17	ค่าความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน	34
18	ค่าปริมาณความต้องการปูนของดิน-	35
19	ตัวอย่างตารางเมทริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบคู่ปัจจัย	42
20	การเปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสองสิ่ง (Pairwise Comparison Scale)	43
21	การเปรียบเทียบค่ามาตรฐาน (Random inconsistency index: RI)	43
22	ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่	45
23	ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา	52
24	ค่าปฏิกิริยาดิน จังหวัดหนองคาย	57
25	จำนวน พื้นที่ ความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดหนองคาย	58
26	ระดับชั้นความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม จังหวัดหนองคาย	59
27	ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบประเภทหลักเกณฑ์หลัก (ปัจจัยหลัก)	60
28	การหาผลรวมในแนวตั้ง	60
29	การ Normalize ค่าความสำคัญของหลักเกณฑ์หลัก (ปัจจัยหลัก)	60
30	การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์หลัก (ปัจจัยหลัก)	61
31	ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ย่อยของ Organic Farming	62
32	ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ย่อยของ GAP	63
33	ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ย่อยของ WQI	63
34	ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ย่อยของ EIA	64
35	ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ย่อยลำดับที่ 1 ของ Point Source	64
36	การวิเคราะห์หาความสอดคล้องกันของข้อมูล	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
37	ข้อกำหนดในการจัดระดับความเหมาะสมของปัจจัยทางกายภาพและเคมีของดินในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียว	67
38	ข้อกำหนดในการจัดระดับความเหมาะสมของปัจจัยทางด้านภูมิอากาศในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียว	69
39	ข้อกำหนดในการจัดระดับความเหมาะสมของปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียว	69
40	พื้นที่ชลประทาน และโรงงานอุตสาหกรรม แบ่งระดับชั้นโดยการสร้างแนวกันชน (Buffer Zone)	70
41	ผลการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นค่าถ่วงน้ำหนัก AHP จังหวัดหนองคาย	89
42	พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินงานเมืองเกษตรสีเขียว รายอำเภอ จังหวัดหนองคาย	94
43	ผลการตรวจเลือดร้อยละของเกษตรกรที่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ปี 2540-2550	98
44	รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2552-2556	106
45	ผลการตรวจและคัดกรองการแพ้สารเคมีในเกษตรกร จังหวัดหนองคาย ปี 2557	109
46	อาการผิดปกติหลังการใช้สารเคมีทางการเกษตร จำแนกตามเพศ จังหวัดหนองคาย	110
47	ความสัมพันธ์ระหว่างอำเภอและอาการผิดปกติหลังการใช้สารเคมีทางการเกษตร จังหวัดหนองคาย	111

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กรอบแนวคิดในการทำเกษตรอินทรีย์	4
2	หน่วยงานที่รับผิดชอบโครงการ 6 เมืองเกษตรสีเขียวต้นแบบ กรมพัฒนาที่ดิน	12
3	ลักษณะข้อมูลแบบตรรกะจริงเท็จ (Boolean Logic)	41
4	ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ (Structuring the Hierarchy)	42
5	ลักษณะข้อมูลแบบคลุมเครือ (Fuzzy Logic)	44
6	กรอบแนวคิดหลักการใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติ	46
7	ลักษณะของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	47
8	การกำหนดคุณสมบัติของตัวแปร (Variable view)	48
9	การกำหนดค่าชุดของตัวแปร (Data view)	48
10	กรอบแนวคิดหลักการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้นร่วมกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดหนองคาย	51
11	การเลือกค่าของปัจจัยโดยใช้ GIS ช่วยในการเลือกแต่ละอำเภอในจังหวัดหนองคาย	56
12	การ Summarize พื้นที่อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย	57
13	จุดโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 120,833 จุดของประเทศไทย	58
14	การจัดลำดับชั้นในกระบวนการวิเคราะห์ จังหวัดหนองคาย	59
15	ปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชระหว่าง ปี 2548–กันยายน 2555	96
16	สถิติมูลค่าการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชระหว่าง ปี 2548–กันยายน 2555	97
17	ผลการตรวจเลือดร้อยละของเกษตรกรที่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชใน ปี 2540-2550	99
18	ต้นทุนผลกระทบภายนอกจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย	100
19	ผักและผลไม้ปนเปื้อนสารเคมีที่เกินค่าปริมาณสารตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (MRLs)	101
20	สารเคมีตกค้างสูงสุดในส้มสายน้ำผึ้ง ฝรั่ง และแอปเปิ้ล	101
21	สารเคมีตกค้างสูงสุดในคะน้า กะเพรา สตรอเบอรี่ ส้มจีน และถั่วฝักยาว	102
22	สารเคมีตกค้างสูงสุดในผักชี แตงโม และพริกแดง	102
23	ข้อสันนิษฐานที่พบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ที่ผ่านตรารับรองมาตรฐาน Q	103
24	การลงพื้นที่เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างของเกษตรกร จังหวัดหนองคาย	110

สารบัญแผนที่

แผนที่		หน้า
1	พื้นที่ที่เหมาะสมในการทำเกษตรอินทรีย์ของประเทศไทย	7
2	พื้นที่ที่ทำเกษตรอินทรีย์ในปัจจุบันของประเทศไทย	7
3	ปริมาณคาร์บอนในดินประเทศไทย	9
4	ปริมาณอินทรียวัตถุในดินประเทศไทย	9
5	ปริมาณไนโตรเจนในดินประเทศไทย	10
6	ปริมาณฟอสฟอรัสในดินประเทศไทย	10
7	ปริมาณโพแทสเซียมในดินประเทศไทย	10
8	จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2553	11
9	จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2554	11
10	จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2555	11
11	ค่าปริมาณน้ำฝน จังหวัดหนองคาย	75
12	พื้นที่ชลประทาน จังหวัดหนองคาย	75
13	ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน จังหวัดหนองคาย	76
14	ค่าระดับความเป็นกรดด่างของดิน จังหวัดหนองคาย	76
15	พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเกษตรอินทรีย์ จังหวัดหนองคาย	77
16	ค่าปริมาณอินทรียวัตถุของดิน จังหวัดหนองคาย	77
17	ค่าปริมาณคาร์บอนของดิน จังหวัดหนองคาย	78
18	ค่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน จังหวัดหนองคาย	78
19	ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน จังหวัดหนองคาย	79
20	ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดิน จังหวัดหนองคาย	79
21	ค่าปริมาณแคลเซียมของดิน จังหวัดหนองคาย	80
22	ค่าปริมาณแมกนีเซียมของดิน จังหวัดหนองคาย	80
23	ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน จังหวัดหนองคาย	81
24	ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน จังหวัดหนองคาย	81
25	ค่าความเค็มของดิน จังหวัดหนองคาย	82
26	ค่าความหนาแน่นรวมของดิน จังหวัดหนองคาย	82
27	ค่าความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน จังหวัดหนองคาย	83
28	ค่าปริมาณความต้องการปูนของดิน จังหวัดหนองคาย	83
29	จุดที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม จังหวัดหนองคาย	84
30	ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ จังหวัดหนองคาย	84
31	ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ในน้ำ จังหวัดหนองคาย	85
32	ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ จังหวัดหนองคาย	85
33	ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ จังหวัดหนองคาย	86
34	ค่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำ จังหวัดหนองคาย	86
35	พื้นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม จังหวัดหนองคาย	87

สารบัญแผนที่ (ต่อ)

แผนที่		หน้า
36	พื้นที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง จังหวัดหนองคาย	87
37	พื้นที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม จังหวัดหนองคาย	88
38	พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น แบบ Eigen Vector	90
39	พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น แบบ Fuzzy AHP	90
40	พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย ด้วยวิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index)	91
41	พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย	92
42	พื้นที่เป้าหมายในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย	93

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวกที่		หน้า
1	ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำ จังหวัดหนองคาย แต่ละไตรมาส ปี 2554	121
2	ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2551-2555 (ล้านบาท/ตัน)	124
3	ราคาปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ณ ระดับราคานำเข้า (CIF) ราคาขายส่งกรุงเทพฯ และราคาขายปลีกท้องถิ่นรายเดือน ปี 2556-2557 (บาท/ตัน)	125
4	ราคานำเข้า (CIF) ราคาขายส่งในตลาดกรุงเทพฯ และราคาขายปลีกในตลาดท้องถิ่น ของปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2548-2555 (บาท/ตัน)	126
5	รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2552-2555	127
6	ความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม รายอำเภอ จังหวัดหนองคาย	129
7	ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร จังหวัดหนองคาย	130
8	ข้อมูลทางด้านอาชีพของเกษตรกร จังหวัดหนองคาย	131
9	อาการผิดปกติหลังการใช้สารเคมีทางการเกษตร จังหวัดหนองคาย	132
10	ผลการวิเคราะห์ทางสถิติอาการผิดปกติหลังจากใช้สารเคมี จังหวัดหนองคาย	132

บทสรุปผู้บริหาร

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้พยายาม นำร่อง 6 จังหวัดเป้าหมายผลักดันโครงการเมืองเกษตรสีเขียว (Green Agriculture City) ในปี 2557 ดังนั้นทุกหน่วยงานในกระทรวงเกษตรฯ จึงพยายามเปิดพื้นที่ศึกษา เปิดเวทีสัมมนาขับเคลื่อนโครงการระหว่างปีงบประมาณ 2557 นี้ ซึ่งใช้งบประมาณทั้งกระทรวงทั้งสิ้น 432 ล้านบาท เพื่อสร้างความเข้าใจและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในแต่ละพื้นที่ โดยชู 3 หัวใจสำคัญสู่การเป็นเมืองเกษตรสีเขียว คือ พัฒนาพื้นที่ พัฒนาสินค้า และพัฒนาคน อย่างบูรณาการครบทุกภาคส่วน

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดให้โครงการเมืองเกษตรสีเขียว (Green Agriculture City) เป็นโครงการสำคัญ (Flagship Project) ของกระทรวงเกษตรฯ ที่สอดคล้องกับการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ประเทศ ของรัฐบาลซึ่งเน้นให้ความสำคัญกับการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมตลอดห่วงโซ่การผลิตและการบริโภค และมีการคัดเลือกพื้นที่เป้าหมายจากจังหวัดที่มีศักยภาพและมีความโดดเด่นในการผลิตสินค้าเกษตรเป็นที่ยอมรับในวงกว้าง รวม 6 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ราชบุรี พัทลุง หนองคาย ศรีสะเกษ และจันทบุรี โดยเป็นตัวแทนของจังหวัดต้นแบบในแต่ละภาคของประเทศ เพื่อผลักดันให้เป็นเมืองเกษตรสีเขียว และพัฒนาเป็นเมืองท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยได้กำหนดการขับเคลื่อนโครงการเมืองเกษตรสีเขียว และรับฟังการชี้แจงแนวทางการดำเนินงานปีงบประมาณ 2557 จากเจ้าหน้าที่ นักวิชาการ ของกระทรวงเกษตรฯ ทั้งส่วนกลางและจังหวัด พร้อมด้วยส่วนราชการที่เกี่ยวข้องในจังหวัดนั้น ๆ เจ้าหน้าที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รวมทั้งเกษตรกร และผู้ประกอบการในพื้นที่เข้าร่วม สำหรับจังหวัดหนองคาย ในเบื้องต้นกรมส่งเสริมการเกษตรเลือกพื้นที่ความพร้อมจากการตอบรับและความเข้มแข็งของเกษตรกรและประชาชนในแต่ละอำเภอเป็นจุดเริ่มต้น ได้แก่ อำเภอรัตนวาปีและอำเภอสระใคร เป็นลำดับแรก จากนั้นกรมพัฒนาที่ดินจึงเร่งพิจารณาการหาฐานข้อมูลจากทุกหน่วยงานที่ไม่ใช่เพียงภายในกระทรวงเกษตรฯแต่พยายามหาข้อมูลเกือบทุกด้านที่เกี่ยวข้อง ทั้งทางด้านการนำเข้าสารเคมีที่เป็นพิษ การตรวจเลือดเกษตรกรจากกระทรวงสาธารณสุข จุดที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมประจำจังหวัด การสอบถามผลกระทบและอาการข้างเคียงจากสารเคมีทางการเกษตรที่แสดงออกของเกษตรกรในจังหวัด โดยมีฐานข้อมูล 24 ฐานข้อมูล นำมาถ่วงน้ำหนักและหาปฏิสัมพันธ์โดยใช้วิธีการหาค่าความสำคัญของปัจจัยแบบกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) แล้วดำเนินการประมวลผลร่วมกับวิธีการ สารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อที่จะได้พื้นที่ที่ควรไปดำเนินการจัดทำเมืองเกษตรสีเขียวตั้งแต่ปี 2558 ต่อไป

ผลการนำข้อมูลมาประมวลผลแบบกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ทำให้สามารถสรุปประเด็นต่าง ๆ ที่จะชี้เป้าหมายและขับเคลื่อน 6 เมืองเกษตรสีเขียวต้นแบบ กรมพัฒนาที่ดิน ประกอบด้วย จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดราชบุรี จังหวัดพัทลุง จังหวัดหนองคาย จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดจันทบุรี สรุปผลการดำเนินงาน 4 ประเด็นหลัก ดังนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) โดยวิธีหาดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) การตรวจและคัดกรองการแพ้สารเคมีในเกษตรกร โดยสาธารณสุขจังหวัด และการประเมินข้อมูลความเจ็บป่วยหรืออาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังการใช้หรือสัมผัสสารเคมีกำจัดสัตว์ศัตรูพืช จากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลของเกษตรกรโดยตรง

โดยได้ตัวชี้วัดพื้นฐานซึ่งแบ่งเป็นการศึกษาสมบัติของดินทางเคมีและกายภาพ การศึกษาสมบัติทางคุณภาพของน้ำผิวดินที่เหมาะสม และการกำหนดขอบเขตเมืองเกษตรสีเขียวให้ห่างจากพื้นที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจากสารพิษตกค้างในการผลิตอาหารของแต่ละพื้นที่ การสร้างตัวชี้วัดพื้นฐานดังกล่าวจะเกิดขึ้นจากการรวบรวมข้อมูล 27 ด้าน ซึ่งเป็นตัวชี้วัดพื้นฐานของเมืองเกษตรสีเขียว

จากการรวบรวมข้อมูล 27 ด้าน แบ่งเป็นข้อมูลทางด้านบวก 23 ด้าน ได้แก่ 1) ค่าปริมาณน้ำฝน 2) พื้นที่ชลประทาน 3) ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน 4) ค่าระดับความเป็นกรดด่างของดิน 5) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเกษตรอินทรีย์ 6) ค่าปริมาณอินทรียวัตถุของดิน 7) ค่าปริมาณคาร์บอนของดิน 8) ค่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน 9) ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน 10) ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดิน 11) ค่าปริมาณแคลเซียมของดิน 12) ค่าปริมาณแมกนีเซียมของดิน 13) ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน 14) ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน 15) ค่าความเค็มของดิน 16) ค่าความหนาแน่นรวมของดิน 17) ค่าความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน 18) ค่าปริมาณความต้องการปูนของดิน 19) ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 20) ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ในน้ำ 21) ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ 22) ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ 23) ค่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ และด้านลบ 4 ด้าน ได้แก่ 1) จุดที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม 2) พื้นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม 3) พื้นที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง 4) พื้นที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม

การประสานฐานข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งมีกระทรวงหลัก ๆ ได้แก่ 1) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้แก่ สำนักต่าง ๆ ภายในกรมฯ สำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัด กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร 2) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ และกรมทรัพยากรน้ำบาดาล 3) กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา 4) กระทรวงอุตสาหกรรม ได้แก่ กรมโรงงานอุตสาหกรรม 5) กระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ สาธารณสุขจังหวัด 6) กระทรวงมหาดไทย ได้แก่ กรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นต้น ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากทั้งภายในและภายนอกเป็นอย่างดี

การหาพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดในการดำเนินงานเมืองเกษตรสีเขียว จังหวัดหนองคาย โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ร่วมกับดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) เป็นการหาความเหมาะสมของพื้นที่โดยศึกษาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ คือ เกษตรอินทรีย์ (Organic Farming) การผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agriculture Practices: GAP) ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water Quality Index: WQI) และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA) เป็นต้น ผลจากการวิเคราะห์สามารถบ่งชี้อำเภอที่มีความเหมาะสมในการดำเนินงานก่อน 5 อันดับแรก คือ กิ่งอำเภอโพธิ์ตาก มีพื้นที่เหมาะสม 39,508.19 ไร่ หรือ ร้อยละ 55.25 ของพื้นที่อำเภอ อำเภอศรีเชียงใหม่ มีพื้นที่เหมาะสม 22,934.34 ไร่ หรือ ร้อยละ 25.88 ของพื้นที่อำเภอ อำเภอสังคม มีพื้นที่เหมาะสม 53,542.79 ไร่ หรือ ร้อยละ 20.12 ของพื้นที่อำเภอ อำเภอท่าบ่อ มีพื้นที่เหมาะสม 22,107.44 ไร่ หรือ ร้อยละ 10.65

ของพื้นที่อำเภอ และอำเภอโพนพิสัย มีพื้นที่เหมาะสม 3,447.15 ไร่ หรือ ร้อยละ 0.72 ของพื้นที่อำเภอ สำหรับพื้นที่ที่เหมาะสมน้อยที่สุด คือ กิ่งอำเภอเฝ้าไร่ ตามลำดับ

การตรวจและคัดกรองการแพ้สารเคมีในเกษตรกร โดยสาธารณสุขจังหวัดหนองคาย พบว่า แนวโน้มตั้งแต่ปี 2557 ที่ผ่านมา ผลตรวจเลือดมีความเสี่ยง พบที่อำเภอสังคม ส่วนผลตรวจเลือดอาการไม่ปลอดภัย พบที่อำเภอโพนพิสัย เนื่องจากผู้ผลิตหรือเกษตรกรขาดความระมัดระวังในกระบวนการผลิต โดยการใช้สารเคมีปริมาณมากเพื่อเพิ่มผลผลิต รวมถึงเกษตรกรทำการเกษตรมาเป็นเวลานานอาจทำให้มีสารเคมีตกค้าง นอกจากนี้การประเมินข้อมูลความเจ็บป่วยหรืออาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังการใช้หรือสัมผัสสารเคมีกำจัดสัตว์ศัตรูพืช จากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลของเกษตรกรโดยใช้แบบสอบถาม พบว่า เกษตรกรมีอาการผิดปกติมากที่สุด ในพื้นที่อำเภอโพธิ์ตาก ซึ่งได้จากความรู้สึกของเกษตรกรในพื้นที่ เพราะขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการลดการใช้สารเคมีหรือการทำเกษตรแบบปลอดภัย โดยกลุ่มเป้าหมายของสาธารณสุขจังหวัดมีทั้งที่เป็นประชาชนทั่วไปและเกษตรกร ในขณะที่กรมพัฒนาที่ดินนำข้อมูลการสำรวจแบบสอบถามจากกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ 6 จังหวัดต้นแบบเมืองเกษตรสีเขียวโดยตรงทำให้ผลตรวจเลือดในกลุ่มที่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยเป็นคนละกลุ่มเป้าหมายในการสำรวจ จึงทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้แตกต่างกัน

จากการประมวลผลและจัดทำฐานข้อมูลในที่สุดงาน 6 เมืองเกษตรสีเขียวต้นแบบ กรมพัฒนาที่ดิน ก็ได้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ซึ่งถูกจัดเตรียมในรูปที่เป็นเอกสารวิชาการ และลงในรูปพื้นที่ทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยจะส่งให้แต่ละจังหวัดจัดเตรียมและปรับแผนในการปฏิบัติในปีต่อ ๆ ไป

Executive Summary

Ministry of Agriculture and Cooperative (MOAC) has been acting six green agriculture projects as flagship project for early the physical year 2014. Four hundred and thirty two million baht has been paid to introduce understanding and to exchange experience such as area approach, product and skill to the community.

Green Agriculture City as flagship project of MOAC follows the national strategic planning. This project is emphasizing ecofriendly of food chain and consumer aspect. It is focus on the provinces that are promptly complete information and there is community to encourage continuous improvement the best products. Six provinces are selected such as Chiang Mai, Ratchaburi, Phatthalung, Nong Khai, Srisaket and Chanthaburi. They are representative of each regional of the country to push as green agriculture city and agrotourism. All stakeholders of Nong Khai province are concern about the selection of the best target community in each district. Rattana Wapi and Srakhai district are the first priority to choose as pioneer district of green agriculture city in Nong Khai province. Land Development Department (LDD) catalyzes and collects all information as dataset from not only MOAC but also another Ministry. For example, import chemical pesticide and other

toxic substance, blood test by Ministry of Public Health, Plant location of province, questionnaire's farmer from toxins and residues. There are 24 databases and analyze by means of Analytical Hierarchy Process (AHP) then use GIS to delineate the green agriculture city in 2015.

The result shows that soil chemical properties, water quality index, no plant location establish far away from 5 km that is a free zone of critical area from toxins. LDD collected 27 dataset such as rainfall, irrigated area, soil fertility, soil pH, organic land suitability, soil organic matter, soil carbon, soil nitrogen content, soil phosphorus content, soil potassium content, soil calcium content, soil magnesium content, soil cation exchange capacity, soil base saturation, the electrical conductivity, soil bulk density, soil infiltration rate, Lime requirement, Dissolve oxygen in water, Bio oxygen demand, Total Coliform Bacteria, Fecal Coliform Bacteria, NH_3–N in water. There are 4 negative indexes such as plant location, flood areas, drought areas and land slide impact areas.

MOAC is a core to cooperate and sharing information to other Ministry. Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE) is importance such as Pollution Control Department, Department of Ground Water Resources. Moreover, Ministry of Information and Communication Technology such as Thai Meteorological Department is supply big data to other Departments. Ministry of Industry Thailand such as Department of Industry Works offers plant locations. Ministry of Public Health such as Provincial Public Health Office feeds blood test information. Ministry of Interior such as Department of Public Works and Town & Country planning that are supply more data.

Land suitability of Green Agriculture City in Nong Khai province by means of Analytical Hierarchy Process (AHP) and Land Index (LI) is a method to delineate that consists of Organic Farming, Good Agriculture Practices Areas, General Water Quality Index and Environmental Impact Assessment etc., This reveals that top five district for Land Suitability of Green Agriculture City such as Pho Tak 39,508.19 rai (55.25% of the district), Si Chiang Mai 22,934.34 rai (25.88% of the district), Sang Khom 53,542.79 rai (20.12% of the district), Tha Bo 22,107.44 rai (10.65% of the district) and Phon Phisai 3,447.15 rai (0.72% of the district) for the opposite is Fao Rai district respectively.

Blood test information and chemical allergic in 2013-2014 from farmers by Provincial Public Health Office has indicated that Sang Khom district is a risk zone levels for blood

testing but Phon Phisai is an unsafe zone levels for blood testing. This means that farm workers are not sufficient precaution or lack awareness of farmers. Pho Tak's farmer questioners indicate that they have gotten impact from chemical pesticide poisonings. The result shows it is difference target group then none synchronize the report of blood testing. At the end, this report completely collects more information and to adjust action plan of Green Agriculture City in the near future.

บทที่ 1
บทนำ

1. หลักการและเหตุผล

ในปี 2557 กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดให้โครงการเมืองเกษตรสีเขียว (Green Agriculture City) เป็นโครงการสำคัญ (Flagship Project) ของกระทรวง ที่สอดคล้องกับการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ประเทศของรัฐบาล ซึ่งเน้นให้ความสำคัญกับการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมตลอดห่วงโซ่การผลิตและการบริโภค และมีการคัดเลือกพื้นที่เป้าหมายจากจังหวัดที่มีศักยภาพและมีความโดดเด่นในการผลิตสินค้าเกษตรเป็นที่ยอมรับในวงกว้าง รวม 6 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ ราชบุรี พัทลุง หนองคาย ศรีสะเกษ และจันทบุรี โดยเป็นตัวแทนของจังหวัดต้นแบบในแต่ละภาคของประเทศ เพื่อผลักดันให้เป็นเมืองเกษตรสีเขียวและพัฒนาเป็นเมืองท่องเที่ยวเชิงเกษตร โดยได้กำหนดการขับเคลื่อนโครงการเมืองเกษตรสีเขียว และรับฟังการชี้แจงแนวทางการดำเนินงานปีงบประมาณ 2557 จากเจ้าหน้าที่ นักวิชาการของกระทรวงเกษตรฯ ทั้งส่วนกลางและส่วนภูมิภาค พร้อมด้วยส่วนราชการที่เกี่ยวข้องในจังหวัดนั้นๆ เจ้าหน้าที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น รวมทั้งเกษตรกร และผู้ประกอบการในพื้นที่เข้าร่วม

สาระสำคัญ คือ การกำหนดพื้นที่ที่จะพัฒนาให้เป็นพื้นที่สีเขียว โดยอาจจะมีขอบเขตระดับอำเภอหรือระดับตำบล ตามแต่ศักยภาพที่สามารถจะขับเคลื่อนให้เป็นพื้นที่สีเขียวอย่างเป็นรูปธรรมเต็มพื้นที่ และประสานความร่วมมือจากทุกภาคส่วนให้มีกระบวนการผลิตสินค้าเกษตรที่ดีเหมาะสม (Good Agricultural Practice, GAP) ให้ปลอดภัยจากสารเคมีตกค้างในสินค้าเกษตร หัวใจสำคัญของการพัฒนาเมืองเกษตรสีเขียวมีอยู่ 3 ประการด้วยกัน ประการแรก คือ การพัฒนาพื้นที่ให้เป็นพื้นที่ปลอดภัย ปราศจากมลพิษรบกวน มีการจัดการของเสียอย่างเป็นระบบ ประการที่สอง คือการพัฒนาตัวสินค้าให้เป็นสินค้าที่มีคุณภาพได้มาตรฐานด้านความปลอดภัย ไม่มีสารพิษตกค้าง มีการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการผลิต และประการสุดท้าย คือการพัฒนาคน ให้มีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการขายสินค้าที่มีคุณภาพ สามารถทำการผลิต และอาศัยอยู่ในพื้นที่ได้อย่างยั่งยืน

กรมพัฒนาที่ดิน ให้ความสำคัญการดำเนินงานเชิงพื้นที่โดยเน้นการทำตัวชี้วัดเบื้องต้น (Green Agriculture Primary index) ในสองมิติ คือทั้งทางบวก (Green Agric-City) และทางลบ (Gray Agric-City) ในเชิงพื้นที่ เพื่อ คอยติดตาม ตรวจสอบ และรายงานสถานการณ์การดำเนินการของทุกภาคส่วน โดยพยายามลดความซ้ำซ้อน และจัดลำดับความสำคัญงานของทุกหน่วยในกระทรวงเกษตรฯ ที่ไปมีส่วนร่วมใน 6 พื้นที่ต้นแบบ โดยเน้นประชาชนและผู้เกี่ยวข้องที่มีส่วนได้ส่วนเสียโดยตรงต่อกิจกรรมของกระทรวงเกษตรเป็นศูนย์กลาง ในการกำหนดตัวชี้วัดเบื้องต้น นอกจากนี้กรมพัฒนาที่ดิน จะดำเนินการประสานข้อมูลเชิงพื้นที่ไปที่จังหวัดโดยตรงและจะคอยเป็นผู้ติดตามข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ นอกกระทรวงเกษตรฯ โดยแปลงฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่โดยมุ่งเน้น การรายงานสถานการณ์ที่แท้จริงตามสภาพภูมิประเทศ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ช่วยอธิบายความเปลี่ยนแปลง เพื่อให้เห็นถึงพัฒนาการของการขับเคลื่อนจากทุกภาคส่วน โดยจังหวัดจะได้ประโยชน์ในการดำเนินยุทธศาสตร์ ของจังหวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ซึ่งจะได้ลดความซ้ำซ้อนจากโครงการอื่นอย่างเด่นชัด โดยกรมพัฒนาที่ดินจะเป็นผู้ รวบรวมและประมวลผลข้อมูลให้มีความทันสมัย และอยู่ในรูป digital บน website ของจังหวัด และกระทรวงเกษตรฯ

กรมพัฒนาที่ดินมีแนวทางในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมในการดำเนินการ และใช้พื้นที่เป็นเครื่องมือยึดโยงให้ทั้งหน่วยงานภายในและภายนอกกระทรวงเกษตรฯ โดยนำภารกิจของแต่ละหน่วยงานเข้าร่วมดำเนินการ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประมวลผล เพื่อวิเคราะห์เชิงพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลกายภาพด้านดิน น้ำ ป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร พื้นที่เสี่ยงภัยทางการเกษตร พื้นที่หมอกควันไฟข้ามแดน พื้นที่ดินที่มีปัญหา พื้นที่ที่อาจปนเปื้อนสารเคมี หรือพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากโลหะหนักทั้งจากการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรม ข้อมูลการนำเข้าสารพิษทางการเกษตร ผลตรวจเลือดของเกษตรกร ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่เสียหาย

จังหวัดหนองคายเป็น 1 ใน 6 จังหวัดที่ได้รับการคัดเลือกจากกระทรวงเกษตรฯ ให้พัฒนาเป็นเมืองเกษตรสีเขียว เป้าหมายของโครงการที่เน้นไปในเรื่องการท่องเที่ยวเชิงเกษตรชายแดน เพื่อเป็นฐานการผลิตสินค้าเกษตรที่ดีและเหมาะสม รวมทั้งกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับวัฒนธรรมและภูมิปัญญาท้องถิ่น เกษตรกรมีคุณภาพชีวิตที่ดี ประชาชนมีความมั่นคงทางอาหารเป็นฐานการสร้างรายได้ให้กับประเทศ ดังนั้นการจัดทำฐานข้อมูล และการหาพื้นที่เหมาะสมในการดำเนินงานโครงการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้การพัฒนาเมืองเกษตรสีเขียวประสบผลสำเร็จ และขับเคลื่อนงานของกระทรวงเกษตรฯ ให้สอดประสานในทุกองค์กร ให้ไปในทิศทางและรูปแบบเดียวกัน

2. การตรวจเอกสาร

ข้อมูลโครงการ ฐานข้อมูล และพื้นที่ที่เหมาะสมในการดำเนินงานเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดเชียงใหม่

ในปี 2557 กระทรวงเกษตรฯ ได้พยายามผลักดันโครงการเมืองเกษตรสีเขียว (Green Agriculture City) โดยมีพื้นที่นำร่องใน 6 จังหวัดเป้าหมาย ทุกหน่วยงานในกระทรวงเกษตรฯ จึงพยายามศึกษา จัดเวทีสัมมนาเพื่อขับเคลื่อนโครงการ โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่ช่วง มกราคม–กุมภาพันธ์ 2557 เพื่อสร้างความเข้าใจและแลกเปลี่ยนประสบการณ์ในแต่ละพื้นที่ โดยชู 3 หัวใจสำคัญสู่การเป็นเมืองเกษตรสีเขียว คือ พัฒนาพื้นที่ พัฒนาสินค้า และพัฒนาคน อย่างบูรณาการครบทุกภาคส่วน

เน้นการผลิตระดับต้นน้ำให้ได้สินค้าคุณภาพ ความปลอดภัย ส่วนระดับกลางน้ำ และปลายน้ำ ได้แก่ การแปรรูป การกำจัดของเสียโดยนำไปเป็นพลังงานทดแทน ส่งเสริมการดำเนินการให้เกิดร้าน Q Shop, Q restaurant รวมทั้งการพัฒนาเป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ซึ่งต้องอาศัยการบูรณาการจากทุกภาคส่วนต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องร่วมกันและที่สำคัญ คือ เกษตรกรจะต้องมีความเข้าใจ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ให้การสนับสนุน และร่วมมือกันอย่างแข็งขันเพื่อพัฒนาพื้นที่ของตนเองให้เป็นพื้นที่สีเขียว ซึ่งคาดว่าประชาชนในจังหวัดหนองคายให้ความเห็นชอบและเข้าใจกรอบนโยบายและแนวทางการดำเนินงานโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ตลอดจนผู้เกี่ยวข้องทุกภาคส่วน ได้มีส่วนร่วมในการกำหนดทิศทางการพัฒนาโครงการฯ โดยมุ่งหวังให้จังหวัดเป็นผู้ขับเคลื่อนโครงการในระดับพื้นที่เพื่อผลักดันให้เกิดเมืองเกษตรสีเขียวนำร่องอย่างเป็นรูปธรรม

จากหลักคิดเมืองเกษตรสีเขียว หน่วยงานต่างๆ ในกระทรวงเกษตรฯ ได้เสนอร่างแผนงบประมาณทั้งสิ้น 13 หน่วยงาน ประกอบไปด้วย สำนักงานปลัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ (สป.กษ.) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (สศก.) กรมชลประทาน (ชป.) กรมส่งเสริมการเกษตร (กสก.) กรมวิชาการเกษตร (วก.) กรมประมง (กป.) กรมปศุสัตว์ (ปศ.) สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) กรมการข้าว (กข.) กรมส่งเสริมสหกรณ์ (กสส.) สำนักงานการปฏิรูปที่ดินเพื่อเกษตรกรรม (สปก.) กรมหม่อนไหม (กม.) และกรมพัฒนาที่ดิน (พด.) ซึ่งกรมพัฒนาที่ดินเข้าไปเกี่ยวข้องในสองมิติ ทั้งพื้นที่ต้นน้ำ การปรับปรุงที่ดินและพื้นที่กลางน้ำด้าน Footprint ของวัสดุปรับปรุงดิน จากแนวคิดเดิมที่วางไว้เพื่อที่จะทำให้ทุกหน่วยงานขับเคลื่อนให้ไปในทิศทางเดียวกัน แต่ประเด็นหลักคือ จะเริ่มกันอย่างไร และจะเชื่อมโยงกันอย่างไร เพื่อมิให้

เกิดความซ้ำซ้อน และต่างกรมต่างทำต่างหลากหลายแนวคิด ดังนั้นกรมพัฒนาที่ดินมีแนวทางโดยใช้พื้นที่เป็นเครื่องมือเชื่อมโยงให้ทั้งหน่วยงานภายในและภายนอกกระทรวงเกษตรฯ สามารถภาระกิจหลักของตนจัดเข้ามาเชื่อมร้อยเข้าด้วยกันโดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นเครื่องมือ เพื่อวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในภาพรวม โดยเริ่มต้นจากข้อมูลกายภาพด้านดิน น้ำ ป่าไม้ การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร พื้นที่เสี่ยงภัยทางการเกษตร พื้นที่หมอกควันไฟข้ามแดน พื้นที่ดินที่มีปัญหา พื้นที่ที่อาจปนเปื้อนสารเคมี หรือพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากโลหะหนักทั้งจากการเกษตรและโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งจำเป็นต้องใช้แผนที่ผังเมืองของทั้ง 6 จังหวัดพิจารณาควบคู่ไปพร้อมกับแผนพัฒนาจังหวัด การดำเนินการดังกล่าวต้องทำไปพร้อมกับวิธีติดป้ายสัญลักษณ์พื้นที่สีเขียว 1-5 คล้ายติดฉลากพลังงานประหยัดไฟฟ้าในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟเบอร์ 5 มีการถ่วงน้ำหนักให้คะแนนในแต่ละหน่วยงานและต้องตั้งทีมทำงานให้มีความเป็นเอกภาพโดยเริ่มจากงานภายในกรมพัฒนาที่ดินก่อน และค่อยขยายแนวคิดเชื่อมโยงไปในทุกหน่วยงาน หากทุกหน่วยงานมีทิศทางเดียวกันและค่อยเริ่มไปพร้อมกัน ก็จะทำให้งานที่สำคัญของกระทรวงเกษตรฯ เริ่มเห็นเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น

กรมพัฒนาที่ดิน จะดำเนินการประสานข้อมูลเชิงพื้นที่ไปที่จังหวัดโดยตรงและจะคอยเป็นผู้ติดตามข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ นอกกระทรวงเกษตรฯ โดยแปลงฐานข้อมูลให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่โดยมุ่งเน้น การรายงานสถานการณ์ที่แท้จริงตามสภาพภูมิประเทศ โดยใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ช่วยอธิบายความเปลี่ยนแปลงในทุกไตรมาส ซึ่งเมื่อเห็นความเปลี่ยนแปลงอย่างน้อย 4 ครั้งในรอบปี จะสามารถเห็นถึงพัฒนาการของการขับเคลื่อนจากทุกภาคส่วน โดยจังหวัดจะได้ประโยชน์ในการดำเนินยุทธศาสตร์ ของจังหวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะโครงการเมืองเกษตรสีเขียว ซึ่งจะได้ลดความซ้ำซ้อนจากโครงการอื่นอย่างเด่นชัด โดยกรมพัฒนาที่ดินจะเป็นผู้ กระชับข้อมูลให้มีความทันสมัย และอยู่ในรูป digital บน website ของจังหวัด และกระทรวงเกษตรฯ

จากหลักแนวคิดดั้งเดิมอาจกล่าวได้ว่าการทำพื้นที่เมืองเกษตรสีเขียวให้สำเร็จคงต้องพิจารณาทางด้านต่างๆ ดังนี้ คือ การเกษตรที่ให้ความสำคัญกับการปฏิบัติและเทคนิคการผลิตที่เหมาะสมกับท้องถิ่นและมีความหลากหลาย มีเป้าหมายในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ขณะเดียวกัน เพิ่มผลประโยชน์ตอบแทนต่อเกษตรกร ปรับปรุงระบบนิเวศ และลดของเสีย และความไม่มีประสิทธิภาพในห่วงโซ่อาหาร เทคนิคการผลิตขึ้นอยู่กับวิธีทางธรรมชาติในการบริหารจัดการโรคพืชและสัตว์ วัชพืช แหล่งอินทรียวัตถุของปุ๋ย เมล็ดพันธุ์ อย่างไรก็ตาม ยังสามารถใช้เทคโนโลยีขั้นสูงที่ทำให้เกิดการใช้ปุ๋ย สารเคมี ฮอร์โมนในการควบคุมศัตรูพืชและโรคสัตว์อย่างมีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพสูงได้ด้วย

1. แนวคิดทางด้านเกษตรอินทรีย์ (Organic Farming Approach)
2. แนวคิดทางด้านการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agricultural Practice)
3. แนวคิดด้านการค้าทางการเกษตรที่เป็นธรรม (Fair Trade)
4. แนวคิดเกษตรนิเวศวิทยา (Ecological Agriculture)
5. แนวคิดเกษตรเชิงอนุรักษ์ (Conservation Agriculture)
6. แนวคิดการลดผลกระทบภาวะโลกร้อนจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่รุนแรง (Global Warming Impact by Extreme of Climate Change)

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการทำเกษตรอินทรีย์
ที่มา: Anuluxtipun et al., 2006

จากสถิติการนำเข้าสารพิษทางการเกษตรโดยสำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตรพบว่า ปัจจุบันสถานการณ์การใช้สารเคมีเพื่อการเกษตรในประเทศไทยถือว่าอยู่ในขั้นรุนแรง สัดส่วนการใช้สารเคมีที่ใช้ในนาข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมาก โดยในปี 2555 มีอัตราการนำเข้าเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 จากปี 2554 สำหรับการใช้สารเคมีในนาข้าวมี 2 ส่วน คือใช้ในนาข้าว และใช้เพื่อเก็บสต๊อกข้าว นอกจากนี้ยังพบว่าต้นทุนในการทำนาปรังเพิ่มขึ้นจากที่ไม่ควรเกิน 300-500 บาทต่อไร่ แต่กลับพบว่ามีการใช้ต้นทุนสูงถึง 1,500 บาทต่อไร่ การใช้สารเคมีจำนวนมากส่งผลกระทบทั้งต่อเกษตรกร สิ่งแวดล้อม และผู้บริโภค โดยจากการตรวจการปนเปื้อนของสารเคมีในเลือดของเกษตรกรพบว่า มีเกษตรกรถึงร้อยละ 32 ที่มีการปนเปื้อนของสารเคมีในเลือดระดับเสี่ยงและไม่ปลอดภัยปี 2555

ประเทศไทยนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชทั้งหมด 134,377 ตัน คิดเป็นเนื้อสารสำคัญ 70,156 ตัน คิดเป็นมูลค่า 19,357 ล้านบาท และในรอบ 6 เดือนแรกของปี 2556 มีปริมาณนำเข้าสารเคมี 96,793 ตัน คิดเป็นเนื้อสารสำคัญ 49,139 ตัน คิดเป็นมูลค่า 13,229 ล้านบาท มีการคาดการณ์ว่า สารเคมีเหล่านี้กว่า 50 เปอร์เซ็นต์ถูกใช้ในนาข้าวภายในประเทศผ่านช่องทางการจำหน่ายร้านวัสดุทางการเกษตรที่กระจายอยู่ทุกอำเภอ

ตารางที่ 1 การนำเข้าสารพิษที่ใช้ทางการเกษตร ปี 2548-2556

ปัจจัย \ ปี	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556 (ครึ่งปี)
ปริมาณ (ตัน)	75,473	95,763	116,323	109,908	62,383	117,699	164,383	134,377	96,793
สารสำคัญ (ตัน)	44,696	55,539	67,895	62,871	36,945	69,869	87,619	70,156	49,139
ราคา (ล้านบาท)	10,531	12,809	15,026	19,182	9,376	17,925	22,044	19,357	13,229

ที่มา: สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2555

การนำเข้าสารพิษทางการเกษตร ผลตรวจเลือดของเกษตรกร ระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมที่เสียหาย จึงเป็นสาเหตุสำคัญที่กระทรวงเกษตรฯ ให้ความสำคัญอย่างมากต่อแนวทางที่จะทำพื้นที่เกษตรสีเขียวเกิดขึ้นอย่างเป็นรูปธรรม อย่างไรก็ตามการเริ่มต้นระยะแรกต้องทำให้ทุกหน่วยงานมีทิศทางที่ชัดเจนและรูปแบบของการประเมินต้องสามารถทำให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันเพื่อให้การกำหนด พื้นที่เกษตรสีเขียวมีความชัดเจน และข้อมูลการนำเข้าสารพิษที่เพิ่มขึ้นเท่ากับตอกย้ำการลดลงของพื้นที่เกษตรอินทรีย์

พื้นที่เกษตรอินทรีย์ของประเทศไทยลดลงอย่างต่อเนื่องจาก 0.14 ล้านไร่ ในปี 2549 เหลือ 0.12 และ 0.11 ล้านไร่ ในปี 2550 และ 2551 ตามลำดับ สำหรับปี 2552 ประเทศไทยมีพื้นที่ทำการเกษตรอินทรีย์ทั้งกลุ่มพืชผัก ประมง ปศุสัตว์รวมทั้งสิ้น 118,091 ไร่ ทั้งนี้กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ตั้งเป้าวางยุทธศาสตร์การเพิ่มพื้นที่เกษตรอินทรีย์อีกร้อยละ 40 เป็น 200,000 ไร่ ภายในปี 2554-2555 สำหรับสินค้าเกษตรอินทรีย์ที่มีสัดส่วนการผลิตมากคือ ข้าว โดยมีสัดส่วนกว่าร้อยละ 50 โดยเฉพาะข้าวหอมมะลิอินทรีย์ รองลงมาคือ พืชผัก เช่น ผลไม้ หน่อไม้ฝรั่ง ข้าวโพดฝักอ่อน ข้าวโพดหวาน ผักตระกูลสลัด กล้วยหอม เครื่องเทศ และสมุนไพรต่าง ๆ เป็นต้น

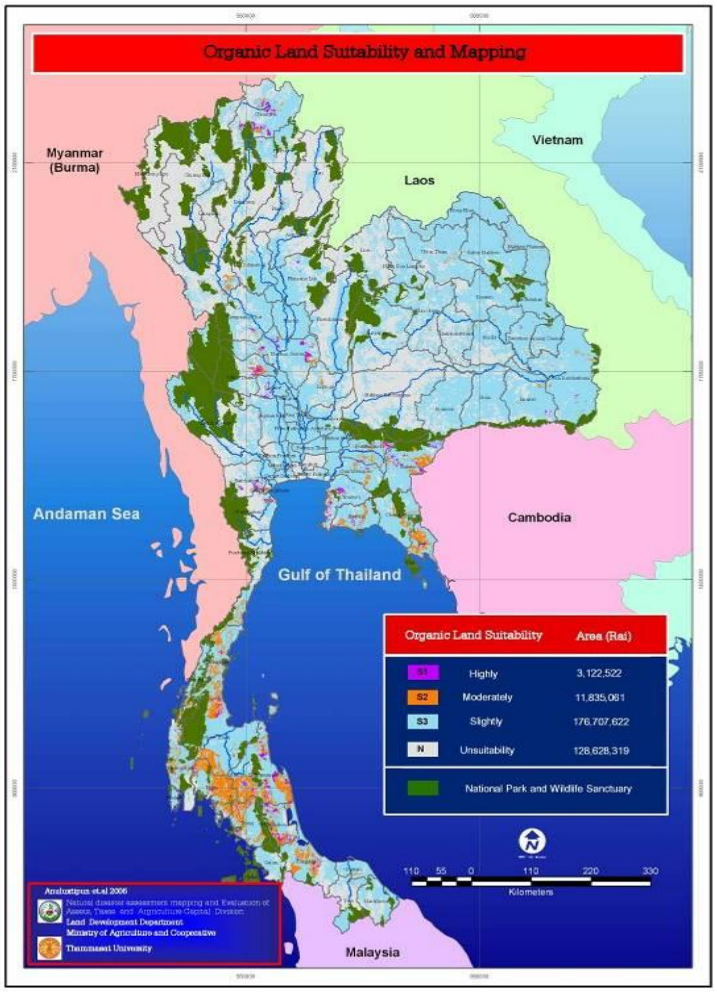
การทำเกษตรอินทรีย์จะทำให้ระบบนิเวศได้รับการฟื้นฟู สามารถยกระดับคุณภาพชีวิต และต่อต้านจากโรคร้ายได้ ดังนั้นผู้บริโภคที่ให้ความสนใจในสุขภาพ จึงได้เปลี่ยนพฤติกรรมหันมาบริโภคผลิตภัณฑ์ จากเกษตรอินทรีย์ ทั้งในรูปของสินค้าอุปโภค บริโภค อย่างไรก็ดี หากภาครัฐและเอกชนสามารถรวมตัวกันได้ในการแลกเปลี่ยนความรู้ และทำความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐาน จะสามารถสร้างความเชื่อมั่นให้ไทยเป็นครัวของโลกได้ ทั้งนี้ จากผลการศึกษาเกษตรอินทรีย์ของโลก ระบุว่า มีเกษตรกรที่ดำเนินการผลิตด้านเกษตรอินทรีย์ทั่วโลก 1.8 ล้านคน มีพื้นที่เกษตรอินทรีย์ และพื้นที่ระยะปรับเปลี่ยนสู่เกษตรอินทรีย์ รวมกันราว 232.5 ล้านไร่ โดยประเทศที่มีพื้นที่เกษตรอินทรีย์มากที่สุด คือ ออสเตรเลีย อาร์เจนตินา สหรัฐอเมริกา และจีน แต่ประเทศที่มีประชากรทำเกษตรอินทรีย์มากที่สุดกลับเป็นอินเดีย ยูกันดา และเม็กซิโก ขณะที่ด้านการตลาดเกษตรอินทรีย์โลก ปี 2554 มียอดจำหน่ายรวม 1.88 ล้านล้านบาท เพิ่มขึ้นร้อยละ 6.62 เมื่อเทียบกับปี 2553 โดยสหรัฐอเมริกาเป็นตลาดใหญ่ที่สุด สำหรับในเอเชีย มีพื้นที่เกษตรอินทรีย์ 23 ล้านไร่ โดยจีนมีพื้นที่มากที่สุด รองลงมา คือ อินเดีย และไทยอยู่อันดับ 7 ซึ่งตลาดในเอเชียนั้นมีการเติบโตอย่างต่อเนื่อง โดยมีตลาดสำคัญอยู่ที่จีน ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ ส่วนประเทศไทยมีพื้นที่เกษตรอินทรีย์ 2.2 แสนไร่ มีประชากรที่ทำเกษตรอินทรีย์ราว 7,000 คน สร้างผลผลิต 80,000 ตันต่อปี มูลค่าการส่งออกคิดเป็น 4,000 ล้านบาท โดยตลาดส่งออกสำคัญของประเทศไทย คือ สหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา และสิงคโปร์ โดยไทยวางเป้าหมายขยายพื้นที่เกษตรอินทรีย์ให้ได้ร้อยละ 20 ภายในปี 2556 เป็น 3.7 แสนไร่ โดยเฉพาะพืชไร่อินทรีย์ที่จะมีอัตราการขยายตัวมากที่สุด

อย่างไรก็ตามรัฐบาลฯ ได้มีเป้าหมายส่งเสริมเกษตรอินทรีย์และเกษตรยั่งยืนตามแนวทางสร้างความมั่นคงทางอาหารให้ครอบครัว ชุมชนท้องถิ่น จนถึงระดับชาติ ภายใต้ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ซึ่งมีหลักว่าต้องสอดคล้องกับสภาพสังคมแต่ละพื้นที่ ดังนั้นเพื่อให้เกิดรูปธรรม ภาครัฐได้แต่งตั้งคณะกรรมการเกษตรอินทรีย์แห่งชาติ เพื่อกำหนดนโยบายยุทธศาสตร์ในการขับเคลื่อน โดยมีผู้แทนจากหน่วยงานต่าง ๆ คือ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กระทรวงพาณิชย์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงศึกษาธิการ สำนักนายกรัฐมนตรี ภาคเอกชน ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้แทนเกษตรกร จนจัดทำเป็นยุทธศาสตร์เกษตรอินทรีย์แห่งชาติ ปี 2556-2559 แล้ว

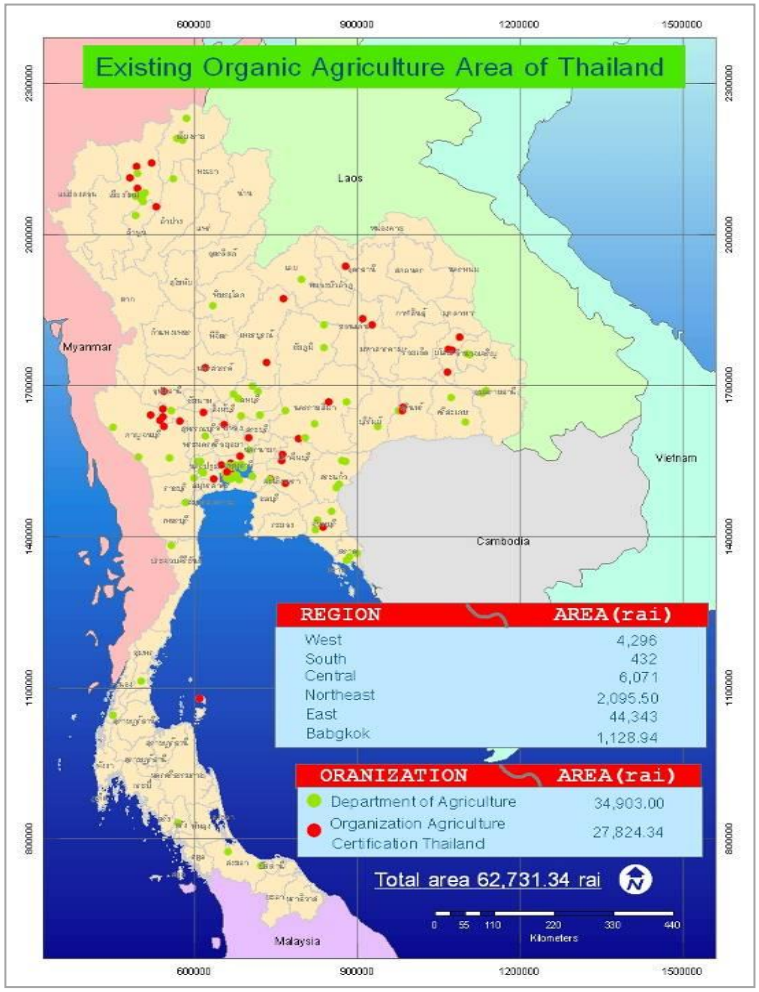
ตารางที่ 2 พื้นที่การผลิตเกษตรอินทรีย์ของไทย ปี 2541-2551 หน่วย: ไร่

ปี พ.ศ.	ข้าว	พืชไร่	ผัก	ผลไม้	อื่น ๆ	รวม
2541	6,281.41		-	-		6,281.41
2542	5,510.13		-	-		5,510.13
2543	7,005.26		3,518.75	-		10,524.01
2544	9,900.50		3,518.75	-		13,419.25
2545	32,841.27		22,382.30	768.75		55,992.32
2546	46,719.33		22,260.64	768.75		69,748.72
2547	52,182.75	7,859.79	13,283.60	12,777.00	768.75	86,871.89
2548	108,302.02	6,731.20	14,844.76	4,995.35	761.00	135,634.33
2549	113,213.04	6,546.65	15,121.21	4,981.83	1,077.25	140,939.98
2550	77,005.03	10,103.64	16,503.19	15,907.20	203.75	119,722.81
2551	70,486.67	11,791.13	13,820.39	8,368.92	1,500.00	105,967.10
2552*	89,378		28,713			118,091

ที่มา: มูลนิธิสายใยแผ่นดิน, 2552



แผนที่ 1 พื้นที่ที่เหมาะสมในการทำเกษตรอินทรีย์ของประเทศไทย
ที่มา: Anuluxtipun et al., 2006



แผนที่ 2 พื้นที่ที่ทำเกษตรอินทรีย์ในปัจจุบันของประเทศไทย
ที่มา: Anuluxtipun et al., 2006

การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agriculture Practices: GAP) หมายถึง แนวทางในการทำการเกษตร เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีตรงตามมาตรฐานที่กำหนด ได้ผลผลิตสูงคุ้มค่าการลงทุนและกระบวนการผลิตจะต้องปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค มีการใช้ทรัพยากรที่เกิดประโยชน์สูงสุด เกิดความยั่งยืนทางการเกษตรและไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยหลักการนี้ได้รับการกำหนดโดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO)

ประเทศไทยมีการนำหลักเกณฑ์ของ GAP มาประยุกต์ใช้ ได้แก่ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agriculture Practices: GAP) ของกรมวิชาการเกษตรและกรมการข้าว ที่มุ่งให้เกิดกระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย ปลอดจากศัตรูพืชและคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ประกอบด้วยข้อกำหนดเรื่อง แหล่งน้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การเก็บรักษาและขนย้ายผลิตผลภายในแปลง การบันทึกข้อมูล การผลิตให้ปลอดภัยจากศัตรูพืช การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลคุณภาพ และการเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว

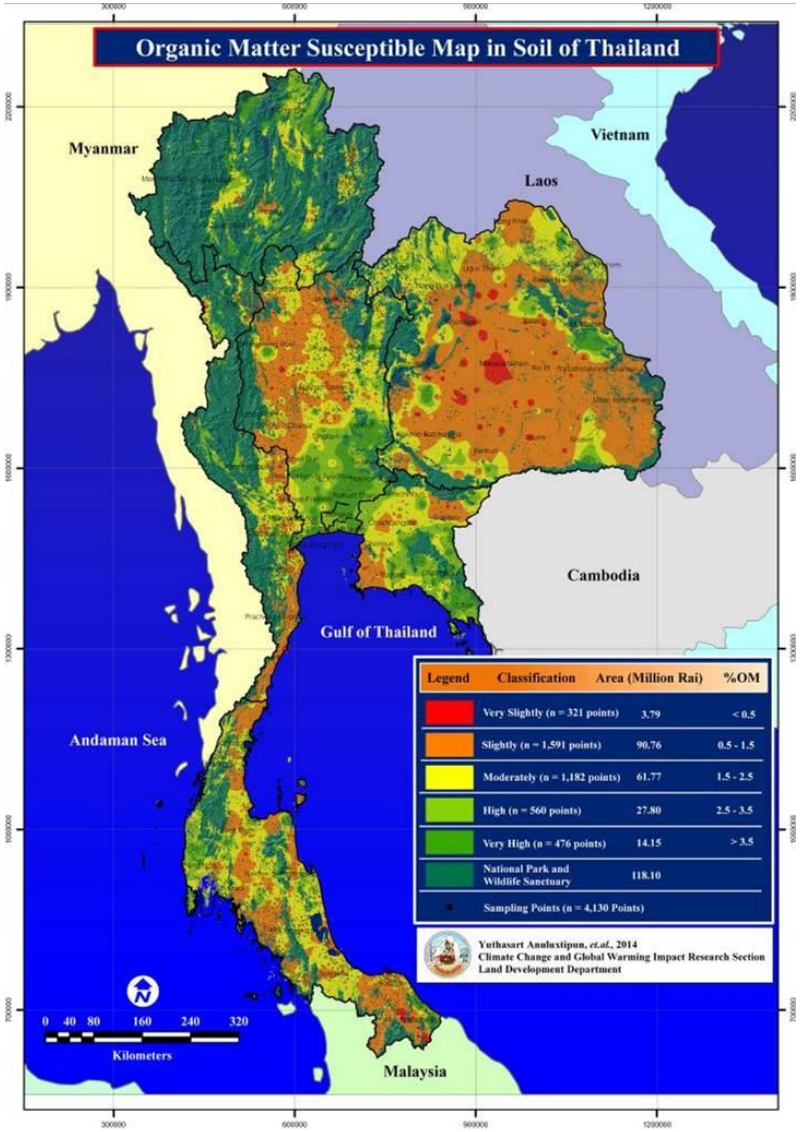
การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับปศุสัตว์ (Good Agriculture Practices: GAP) ของกรมปศุสัตว์ เป็นการนำหลักเกณฑ์การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับสัตว์ (GAP สำหรับสัตว์) มาใช้ เพื่อยกระดับการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทย และเพื่อให้เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ ผู้บริโภคอาหารที่ได้จากสัตว์ และสิ่งแวดล้อมมีความปลอดภัย

การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับสัตว์น้ำ (Good Agriculture Practices: GAP) ของกรมประมง ซึ่งเป็นมาตรฐานการปฏิบัติทางการประมงที่ดีสำหรับฟาร์มเลี้ยงสัตว์น้ำ (GAP สำหรับสัตว์น้ำ) เป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานและหลักเกณฑ์สำหรับกระบวนการผลิต ผลผลิต และผลิตภัณฑ์ประมง

สำหรับประเทศไทย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการตรวจรับรองระบบการจัดการคุณภาพ: การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (GAP) โดยได้กำหนดข้อกำหนด กฎเกณฑ์ และวิธีการตรวจประเมิน ซึ่งเป็นไปตามหลักการที่สอดคล้องกับ GAP ตามหลักการสากล เพื่อใช้เป็นมาตรฐานการผลิตพืชในระดับฟาร์มของประเทศ รวมทั้งได้จัดทำคู่มือการเพาะปลูกพืชตามหลัก GAP สำหรับพืชที่สำคัญของไทยจำนวน 27 ชนิด ประกอบด้วย ผลไม้ ได้แก่ ทุเรียน ลำไย สับปะรด ส้มโอ มะม่วง และส้มเขียวหวาน พืชผัก ได้แก่ มะเขือเทศ หน่อไม้ฝรั่ง คะน้า หอมหัวใหญ่ กะหล่ำปลี พริก ถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา ผักกาดขาวปลี ข้าวโพดฝักอ่อน หัวหอมปลี และหอมแดง ไม้ดอก กล้วยไม้ตัดดอก และปทุมมา พืชอื่นๆ ได้แก่ กาแฟโรบัสต้า มันสำปะหลัง และยางพารา การตรวจรับรองระบบ GAP ของกรมวิชาการเกษตรได้แบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

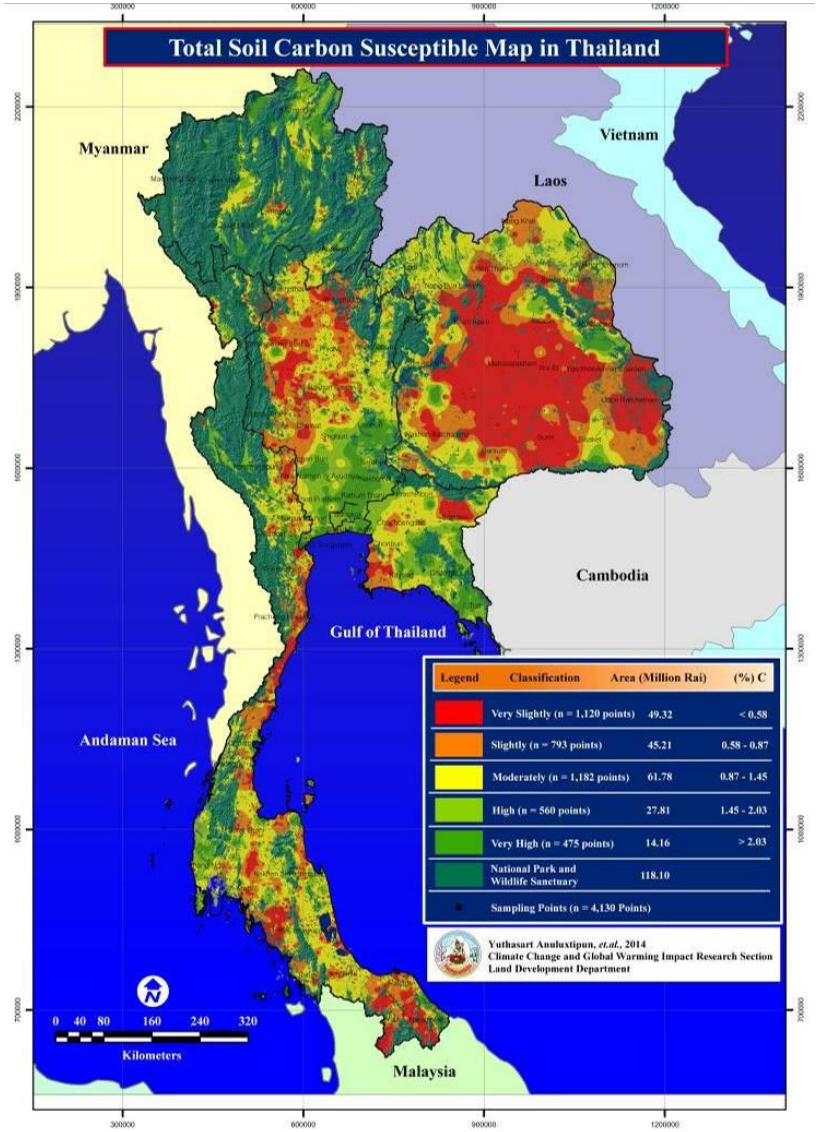
- กระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย
- กระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัยและปลอดภัยจากศัตรูพืช
- กระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย ปลอดจากศัตรูพืชและคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค

การนำหลักการหรือแนวทางเกษตรอินทรีย์ร่วมกับพื้นที่ของ GAP มาผนวกรวมกันน่าจะสามารถตีความให้ตรงตามวัตถุประสงค์ของพื้นที่เมืองเกษตรสีเขียว โดยพิจารณาควบคู่ไปกับพื้นที่ที่ต้องทำ EIA ที่อาจก่อมลพิษให้กับชุมชน ซึ่งนิยามว่าเป็นพื้นที่สีเทา Gray Zone โดยการกำหนดเขตเมืองเกษตรสีเขียวจะพยายามไม่เข้าไปในเขตอุตสาหกรรมดังกล่าวมากนัก จะได้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน ท้ายสุดแล้วการกำหนดแนวทางร่วมกันทั้ง 13 กรม ในกระทรวงเกษตรฯ ต้องมีจุดร่วมเชิงพื้นที่ และจำเป็นต้องหา Key to success ร่วมกันในเบื้องต้นก่อน เพื่อขจัดความซ้ำซ้อนและกระจัดกระจายของพรหมแดนแห่งความรู้ที่ทุกหน่วยงานพยายามใช้กิจกรรมที่มีอยู่เป็นตัวขับเคลื่อน เมืองเกษตรสีเขียวให้เดินไปข้างหน้า โดยแบ่งตามโครงสร้างของกระทรวงเกษตรฯ เป็นกลุ่มภารกิจ



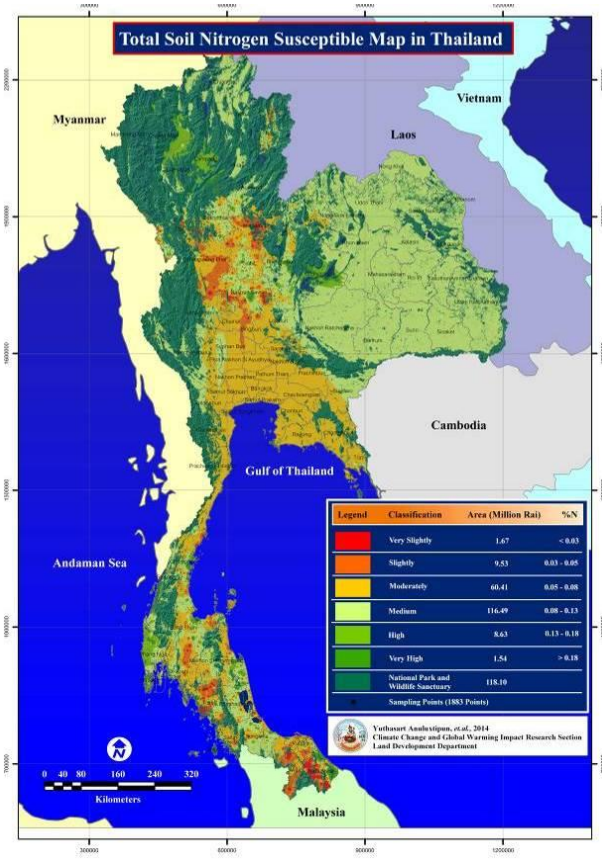
แผนที่ 3 ปริมาณคาร์บอนในดินประเทศไทย

ที่มา: ยุทธศาสตร์, 2555

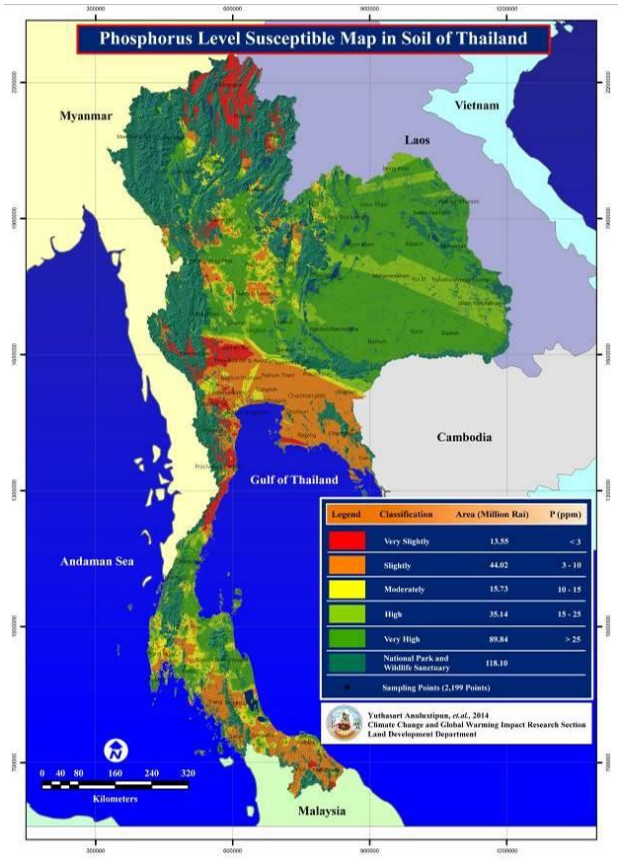


แผนที่ 4 ปริมาณอินทรียวัตถุในดินประเทศไทย

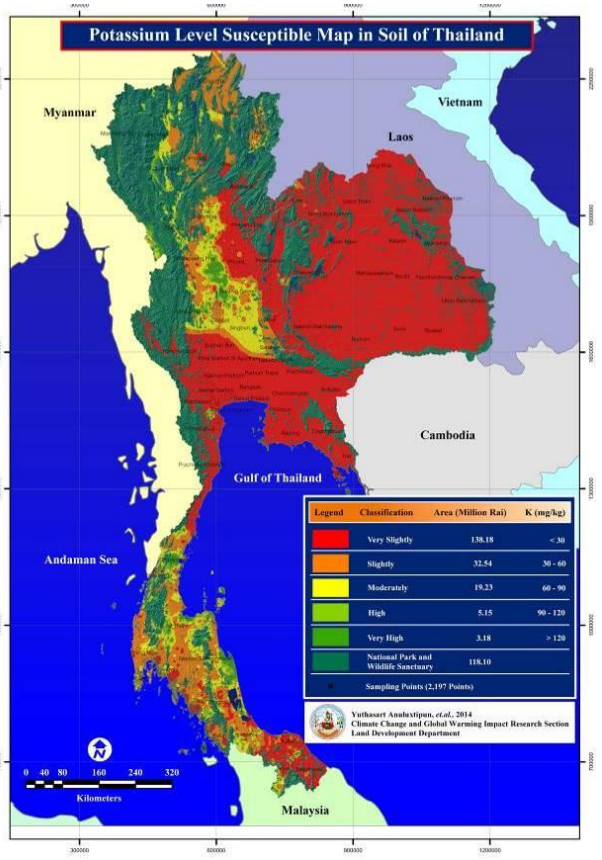
ที่มา: ยุทธศาสตร์, 2555



แผนที่ 5 ปริมาณไนโตรเจนในดินประเทศไทย
ที่มา: ยุทธศาสตร์, 2555



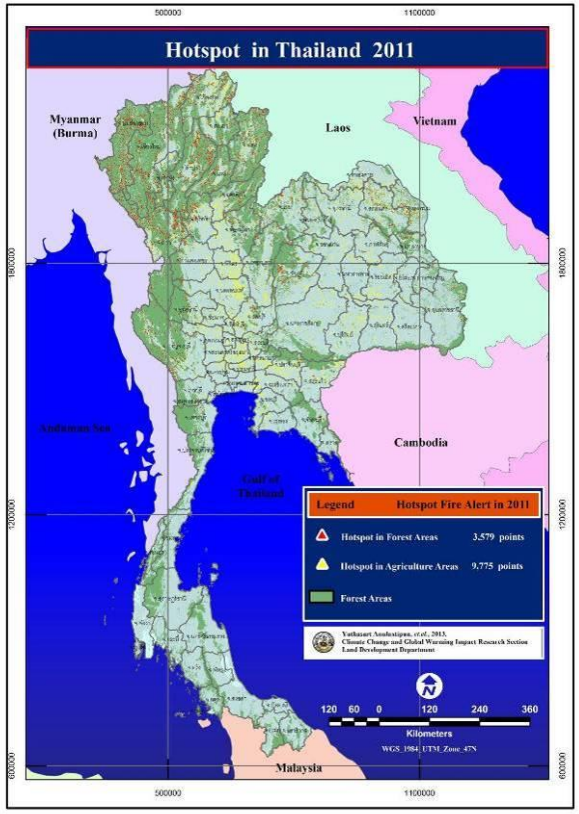
แผนที่ 6 ปริมาณฟอสฟอรัสในดินประเทศไทย
ที่มา: ยุทธศาสตร์, 2555



แผนที่ 7 ปริมาณโพแทสเซียมในดินประเทศไทย
ที่มา: ยุทธศาสตร์, 2555

แผนที่ 8 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2553

ที่มา: ยุทธศาสตร์, 2555



แผนที่ 9 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2554

ที่มา: ยุทธศาสตร์, 2555

แผนที่ 10 จุดที่เกิดไฟของประเทศไทย ปี 2555

ที่มา: ยุทธศาสตร์, 2555

Key to success for Green Agricultural city primary index

สิ่งสำคัญที่ทำให้การพัฒนาเมืองเกษตรสีเขียวประสบผลสำเร็จ คือการสร้างดัชนีขั้นพื้นฐานเป็นตัวชี้วัด ที่ซึ่งจะสามารถขับเคลื่อนงานของกระทรวงเกษตรฯ ให้สอดประสานในทุกองค์กร ทั้งภายในและภายนอก อันเป็นความร่วมมือที่จะตกลงก้าวเดินไปในทิศทางและรูปแบบเดียวกันโดยการใช้การพัฒนาเชิงพื้นที่เป็นเครื่องมือ ในการเชื่อมตัวในทุกภาคส่วน

ดิน กรมพัฒนาที่ดิน แสดงในรูปขอบเขตจังหวัด กันพื้นที่สีเทา (Gray Zone) ซึ่งเป็นเขตอุตสาหกรรมที่เป็น point source ออกจากเขตเกษตรสีเขียวที่จะต้องให้ความสำคัญในการจัดจำแนกเป็นเขียวอ่อนๆ ถึงเขียวเข้ม อีก 4 กลุ่มโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ช่วยประมวลผลจากข้อมูลด้านเกษตรอินทรีย์ GAP ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณคาร์บอนในดิน ธาตุอาหารพืชในดิน (N, P และ K) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน การปรับปรุงบำรุงดิน สภาพภูมิประเทศ (DEM และ slope) soil erosion ระบบอนุรักษ์ดินและน้ำ การตรวจวัดการปนเปื้อนของสารพิษในดิน การเผาในป่าและพื้นที่เกษตรทำให้เกิดหมอกและควันข้ามแดน น้ำ กรมชลประทาน แสดงข้อมูลทั้งปริมาณและคุณภาพของน้ำในแต่ละ Sub watershed ของทั้ง 6 จังหวัดเมืองเกษตรสีเขียว

อาหาร ยา และเครื่องนุ่งห่ม กรมวิชาการเกษตร กรมข้าว กรมปศุสัตว์ กรมประมง กรมหม่อนไหม และ สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ แสดงข้อมูลผลผลิตจากพืชและสัตว์ ในเชิงปริมาณและคุณภาพ

อากาศ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม สนับสนุนข้อมูลทุติยภูมิที่เผยแพร่เรื่องคุณภาพอากาศทั้งดีและไม่ดีเพื่อจะนำมาประมวลผลร่วมกัน ทั้ง 6 จังหวัดเมืองเกษตรสีเขียว

โรคภัย กระทรวงสาธารณสุข สนับสนุนข้อมูลทุติยภูมิที่เผยแพร่เรื่องคุณภาพของสุขภาพของเกษตรกรและประชาชนในเขตเมืองเกี่ยวกับผลตรวจเลือด โดยแบ่งเป็นประเภทของโรคต่างๆ เพื่อดูการแพร่ระบาดทั้งในเขตเกษตรและเขตเมือง เบื้องต้นพิจารณาการปนเปื้อนสารพิษที่เลือดของเกษตรกรแทน

โครงการ 6 เมืองเกษตรสีเขียวต้นแบบ กรมพัฒนาที่ดิน
6 Green Agriculture City Model

ภาพที่ 2 หน่วยงานที่รับผิดชอบโครงการ 6 เมืองเกษตรสีเขียวต้นแบบ กรมพัฒนาที่ดิน

การหาพื้นที่ใน 6 เมืองต้นแบบเพื่อพัฒนาให้เป็นพื้นที่เกษตรสีเขียวและพัฒนาให้เป็นพื้นที่ท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนนี้สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

พื้นที่เกษตรกรรมสีเขียว = Organic Farming + GAP + WQI - EIA

โดยตัวแปรต่างๆ ที่แสดงในสมการการหาพื้นที่เกษตรกรรมสีเขียวนี้สามารถอธิบายความหมายและความสำคัญได้ดังนี้

1. เกษตรอินทรีย์ (Organic Farming)

เกษตรอินทรีย์ คือ การทำเกษตรกรรมโดยปราศจากสารเคมีหรือสารสังเคราะห์ต่างๆ เป็นเกษตรกรรมที่ให้ความสำคัญกับความยั่งยืนของสุขภาพดิน ระบบนิเวศ และมนุษย์ เกษตรอินทรีย์พึ่งพาอาศัยกระบวนการทางนิเวศวิทยา ความหลากหลายทางชีวภาพ และวงจรธรรมชาติที่มีลักษณะเฉพาะของแต่ละพื้นที่แทนที่จะใช้ปัจจัยการผลิตที่ได้จากการสังเคราะห์ซึ่งมีผลกระทบทางลบ อาทิเช่น ปุ๋ยเคมี สารควบคุมการเจริญเติบโต สารควบคุมและกำจัดวัชพืช สารป้องกันกำจัดโรคแมลง และการดัดแปลงหรือตัดแต่งพันธุกรรมด้วยวิธีการทางพันธุวิศวกรรม (GMO) ในทุกขั้นตอนการผลิต เกษตรอินทรีย์มีการผสมผสานองค์ความรู้พื้นบ้านนวัตกรรม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และส่งเสริมความสัมพันธ์ที่เป็นธรรม และคุณภาพชีวิตที่ดีของทุกผู้คนและสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้การทำเกษตรอินทรีย์ยังช่วยรักษาความหลากหลายทางชีวภาพ และความอุดมสมบูรณ์ของดิน เป็นผลให้เกิดการกสิกรรมที่ยั่งยืนต่อไป

การทำเกษตรอินทรีย์มีหลักการที่ยอมรับกันทั่วไป คือ หลักการที่กำหนดโดยสหพันธ์เกษตรอินทรีย์นานาชาติ (International Federation of Organic Agriculture Movements–IFOAM) ซึ่งมีมติรับรองหลักการเกษตรอินทรีย์ที่ประกอบด้วย 4 มิติ คือ สุขภาพ นิเวศวิทยา ความเป็นธรรม และการดูแลเอาใจใส่ (health, ecology, fairness and care) มีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

- มิติด้านสุขภาพ

“เกษตรอินทรีย์ควรจะต้องดำรงไว้และสร้างเสริมสุขภาพของดิน พืช สัตว์ มนุษย์และโลกอย่างเป็นองค์รวม ไม่สามารถแบ่งแยกได้” เนื่องจากพืชพรรณต่างๆ ที่ผลิตจากผืนดินที่มีความอุดมสมบูรณ์จะส่งผลต่อสุขภาวะที่ดีของสัตว์เลี้ยงและมนุษย์ที่อาศัยพืชพรรณเหล่านั้นเป็นอาหาร เกษตรอินทรีย์จึงมุ่งเน้นการผลิตอาหารที่มีคุณภาพสูง มีคุณค่าทางโภชนาการ และหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี สารสังเคราะห์ต่างๆ ที่อาจส่งผลให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของดิน พืช สัตว์ มนุษย์ โดยรวมดังกล่าว เพื่อสนับสนุนให้มนุษย์ได้มีสุขภาวะที่ดีขึ้น การมีสุขภาวะที่ดีไม่ใช่เพียงแค่ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บ หากแต่รวมถึงการดำรงไว้แห่งความเป็นอยู่ที่ดีทางกายภาพ จิตใจ สังคม และสภาพแวดล้อมโดยรวม ซึ่งแสดงให้เห็นได้จากการมีภูมิต้านทานต่อโรค ความสามารถในการฟื้นตัวของร่างกายจากการเจ็บป่วย เป็นต้น

- มิติด้านนิเวศวิทยา

“เกษตรอินทรีย์ควรจะต้องตั้งอยู่บนรากฐานของระบบนิเวศและวัฏจักรที่มีชีวิตโดยการทำงานร่วมกับมัน เลียนแบบวิถีทางธรรมชาติ และช่วยดำรงไว้ซึ่งระบบนิเวศและวัฏจักรที่มีชีวิตดังกล่าว” มิติด้านนิเวศวิทยามองเกษตรอินทรีย์ในฐานะองค์ประกอบหนึ่งของระบบนิเวศที่มีชีวิต ดังนั้น การผลิตจึงต้องอยู่บนพื้นฐานของวิถีแห่งระบบนิเวศ ไม่ว่าจะเป็นการเพาะปลูก การหมุนเวียน การเลี้ยงสัตว์ หรือการหาของป่า จะต้องสอดคล้องกับวัฏจักรธรรมชาติและความสมดุลของระบบนิเวศ ซึ่งแต่ละท้องถิ่นอาจมีระบบนิเวศที่เป็นลักษณะเฉพาะพื้นที่ ดังนั้นการจัดการเกษตรอินทรีย์จึงต้องสอดคล้องกับสภาวะของท้องถิ่น ภูมินิเวศ วัฒนธรรม และเหมาะสมกับขนาดการผลิต ตลอดจนปัจจัยการผลิตทั้งที่เป็นวัสดุ สิ่งของ และ

พลังงานควรใช้ในปริมาณที่ลดลงโดยใช้หลักการหมุนเวียน การใช้ซ้ำ และการใช้อย่างมีประสิทธิภาพเพื่อลดการใช้ทรัพยากรและอนุรักษ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมให้มีความยั่งยืน

- มิติด้านความเป็นธรรม

"เกษตรอินทรีย์ควรดำเนินอยู่บนความสัมพันธ์ที่มีความเป็นธรรมระหว่างสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปและโอกาสในการดำเนินชีวิต" ความเป็นธรรมหมายรวมถึงความยุติธรรม ความเคารพกัน ความเท่าเทียมกันต่อการมีส่วนร่วมในการพิทักษ์โลกที่ทุกสิ่งอาศัยอยู่ร่วมกัน ทั้งระหว่างมนุษย์ด้วยกันเอง มนุษย์กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ และมนุษย์กับธรรมชาติ ความเป็นธรรมในแง่ของการทำเกษตรอินทรีย์ถูกนำมาใช้ภายใต้มิติของระบบการผลิต การจัดส่ง และการค้าเกษตรอินทรีย์ ที่จะต้องมีความโปร่งใส มีความยุติธรรม เปิดเผยและสามารถตรวจสอบได้ ทั้งยังต้องมีการนำเอาต้นทุนทางสังคมและสิ่งแวดล้อมมาพิจารณารวมเป็นต้นทุนการผลิตด้วย นอกจากนี้การทำเกษตรอินทรีย์จะต้องตระหนักถึงความสัมพันธ์ที่เป็นธรรมต่อกันกับชนทุกกลุ่มและทุกระดับที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการเกษตรอินทรีย์ ไม่ว่าจะเป็นเกษตรกร คนงาน ผู้แปรรูป ผู้จัดจำหน่าย ผู้ค้า และผู้บริโภค จะต้องมีโอกาสที่จะมีคุณภาพชีวิตที่ดี และได้รับผลผลิตที่มีคุณภาพอย่างเพียงพอ ส่วนความเป็นธรรมต่อสัตว์ เกษตรอินทรีย์ต้องจัดสภาพการเลี้ยงให้สอดคล้องกับลักษณะตามธรรมชาติของปศุสัตว์ และดูแลเอาใจใส่ความเป็นอยู่อย่างเหมาะสม และความเป็นธรรมต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมนั้น การใช้ทรัพยากรในการผลิตและการบริโภคควรมีความเป็นธรรมทั้งทางสังคมและทางนิเวศวิทยา และคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อเยาวชนคนรุ่นหลังด้วย

- มิติด้านการดูแลเอาใจใส่

"การบริหารจัดการเกษตรอินทรีย์ควรจะต้องดำเนินการอย่างระมัดระวังและรับผิดชอบ เพื่อปกป้องสุขภาพและความเป็นอยู่ของผู้คนทั้งในปัจจุบันและอนาคต รวมทั้งสภาพแวดล้อมโดยรวมด้วย" เกษตรกรสามารถดำเนินการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและเพิ่มผลผลิตจากการทำเกษตรอินทรีย์ได้ แต่การดำเนินการดังกล่าวต้องไม่ตั้งอยู่บนความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพและสภาพความเป็นอยู่ การนำเทคโนโลยีและกรรมวิธีการผลิตใหม่ๆ เข้ามาใช้กับเกษตรอินทรีย์จะต้องมีการประเมินความเสี่ยงอย่างจริงจังและรอบด้านต่อผลกระทบที่อาจมีต่อระบบนิเวศ และควรหลีกเลี่ยงความเสี่ยงจากการใช้เทคโนโลยีใหม่ที่มีผลลัพธ์ที่ไม่มีความชัดเจน เช่น เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม การตัดสินใจใดๆ จะต้องพิจารณาถึงความจำเป็นและคุณค่าของผู้ที่อาจได้รับผลกระทบ โดยอาศัยกระบวนการที่มีความโปร่งใสและกระบวนการการมีส่วนร่วมของผู้ได้รับผลกระทบต่างๆ เกษตรกรต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวังเอาใจใส่และมีความรับผิดชอบ อาจอาศัยความรู้ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์เป็นสิ่งยืนยันเพื่อให้มั่นใจว่าการทำเกษตรอินทรีย์นั้นสร้างเสริมสุขภาพ ปลอดภัย และเหมาะสมกับระบบนิเวศ ทั้งยังต้องอาศัยประสบการณ์จากการปฏิบัติและภูมิปัญญาท้องถิ่นที่สะสมถ่ายทอดกันมาร่วมเป็นสิ่งยืนยันด้วย

2. การผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agriculture Practices: GAP)

การผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agriculture Practices: GAP) หมายถึง แนวทางในการทำการเกษตร เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีตรงตามมาตรฐานที่กำหนด ได้ผลผลิตสูงคุ้มค่าการลงทุนและขบวนการผลิตจะต้องปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค มีการใช้ทรัพยากรที่เกิดประโยชน์สูงสุด เกิดความยั่งยืนทางการเกษตรและไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยหลักการนี้ได้รับการกำหนดโดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเชียงราย, 2557)

ประเทศไทยมีการนำหลักเกณฑ์ของ GAP มาประยุกต์ใช้ในด้านการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (Good Agriculture Practices: GAP) สำหรับพืช ปศุสัตว์ และสัตว์น้ำ โดยหลักการปฏิบัติ

ทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสมสำหรับพืชนั้นได้จัดให้กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการตรวจรับรองระบบการจัดการคุณภาพ: การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (GAP) ซึ่งมีหลักการ ข้อกำหนด กฎเกณฑ์และวิธีการตรวจประเมินที่สอดคล้องกับ GAP ตามหลักการสากล อาทิ ข้อกำหนดเรื่องแหล่งน้ำ พื้นที่ปลูก การใช้วัตถุอันตรายทางการเกษตร การเก็บรักษาและขนย้ายผลิตผลภายในแปลง การบันทึกข้อมูล การผลิตให้ปลอดภัยจากศัตรูพืช การจัดการกระบวนการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตผลคุณภาพ การเก็บเกี่ยวและการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยว เป็นต้น เพื่อใช้เป็นมาตรฐานการผลิตพืชในระดับฟาร์มของประเทศ โดยกรมวิชาการเกษตรมีกระบวนการตรวจรับรองระบบ GAP ที่สามารถแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- กระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย
- กระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัยและปลอดจากศัตรูพืช
- กระบวนการผลิตที่ได้ผลิตผลปลอดภัย ปลอดจากศัตรูพืชและคุณภาพเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค

ทั้งนี้กรมวิชาการเกษตรยังได้จัดทำคู่มือการเพาะปลูกพืชตามหลัก GAP สำหรับพืชที่สำคัญของไทยจำนวน 24 ชนิด ประกอบด้วย

- ผลไม้: ทุเรียน ลำไย กล้วยไม้ สับปะรด ส้มโอ มะม่วง และส้มเขียวหวาน
- พืช: ผัก มะเขือเทศ หน่อไม้ฝรั่ง ผักคะน้า หอมหัวใหญ่ กะหล่ำปลี พริก ถั่วฝักยาว ถั่วลันเตา ผักกาดขาวปลี ข้าวโพดฝักอ่อน หัวหอมปลี และหัวหอมแบ่ง
- ไม้ดอก: กล้วยไม้ตัดดอก และปทุมมา
- พืชอื่นๆ: กาแฟโรบัสต้า มันสำปะหลัง และยางพารา

สถานการณ์การขึ้นทะเบียนสารเคมีในเกษตรกร ตามที่พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย ฉบับปรับปรุง ปี 2551 ได้กำหนดให้ทะเบียนวัตถุอันตรายทางการเกษตรทั้งหมดกว่า 27,000 รายการ ต้องขึ้นทะเบียนใหม่ทั้งหมด เพื่อควบคุมการนำเข้าและการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชมิให้ส่งผลกระทบต่อเกษตรกร ผู้บริโภค และสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจต่อประเทศ การดำเนินการตามกฎหมายดังกล่าวเปิดโอกาสให้กรมวิชาการเกษตร ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการควบคุมวัตถุอันตรายทางการเกษตร สามารถปฏิเสธการขึ้นทะเบียนสารเคมีที่มีความอันตรายสูงและมีผลกระทบเป็นวงกว้าง เพื่อปกป้องสุขภาวะของเกษตรกรและประชาชนไทยโดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ คาร์โบฟูราน (ฟูราดาน) เมโทมิล (แลนเนท) ไดโครโตฟอส และอีพีเอ็น ซึ่งมีพิษร้ายแรงและหลายประเทศทั่วโลกห้ามใช้ และปฏิเสธการขึ้นทะเบียนเมโทมิล โอเมโทเอท เซตต้าไซเปอร์เมทริน เอนโดซัลแฟนซี.เอส. อัลดิคาร์บอซินฟอสเมทิล คลอไพรีฟอสเอทิล เมธอกซ์ซิคลอร์ และพาราควอท ทั้งนี้โดยเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจะได้ขับเคลื่อนเพื่อให้มีการยกเลิกสารดังกล่าวเป็นลำดับต่อไป

ปัญหาสุขภาพและความเสี่ยงจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช สาเหตุของปัญหา เนื่องจากมีการนำเข้าและการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น เกษตรกรมีพฤติกรรมการใช้สารเคมีอย่างไม่ปลอดภัย ในแต่ละปีประเทศไทยนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นมูลค่าหลายหมื่นล้านบาทโดยที่ไม่ต้องเสียภาษีนำเข้า และหากพิจารณามูลค่าของสารเคมีเหล่านี้ในช่วง 6 ปีที่ผ่านมา จะพบว่าแนวโน้มมูลค่าการนำเข้าได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามแนวโน้มของราคาน้ำมันที่เป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญของสารเคมีสังเคราะห์ทุกประเภท โดยเฉพาะช่วงปี 2552 และ 2553 ปริมาณการนำเข้ารวมลดลงเกือบสองหมื่นตัน แต่มูลค่าการนำเข้ารวม

กลับสวนทางตัวเลขดังกล่าว (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2555) ในปี 2554 มีการนำเข้าปริมาณ 13,203,856 กิโลกรัม สารออกฤทธิ์ 1,682,145 เป็นมูลค่า 721,173,319 บาท

จากข้อมูลเมื่อปี 2540 ของสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข พบว่า มีเกษตรกรที่ผลการตรวจเลือดอยู่ในเกณฑ์ไม่ปลอดภัยและเสี่ยงต่อการเกิดพิษ อันเนื่องมาจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นจำนวนถึง 16.35 เปอร์เซ็นต์ หรือ 89,926 คน จากจำนวนเกษตรกรที่ตรวจเลือด 563,353 คน และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ โดยในปี 2550 ผลการสุ่มตรวจพบว่ามีเกษตรกรถึง 39 เปอร์เซ็นต์ ที่มีความเสี่ยงทางสุขภาพดังกล่าว (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข, 2554)

ปัญหาด้านสุขภาพสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือผลกระทบที่เป็นพิษเฉียบพลัน ซึ่งผู้ป่วยจะมีอาการในทันทีหลังจากสัมผัสสารเคมี เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ปวดหัว ปวดกล้ามเนื้อ ท้องร่วง หายใจติดขัด ตาพร่า เป็นต้น และผลกระทบที่เป็นพิษเรื้อรัง ซึ่งเกิดจากพิษสะสมที่ก่อให้เกิดโรคหรือปัญหาอื่นๆ เช่น มะเร็ง เบาหวาน อัมพฤกษ์ อัมพาต โรคผิวหนังต่างๆ การเป็นหมัน การพิการของทารกแรกเกิด หรือการเสื่อมสมรรถภาพทางเพศ เป็นต้น

แหล่งที่มาของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

จากข้อมูลการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตั้งแต่ ปี 2552-2555 พบว่าประเทศไทยมีปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชเฉลี่ย 133,575,731.75 กิโลกรัมต่อปี หรือคิดเป็นสารออกฤทธิ์ (active ingredient) 71,973,267.30 กิโลกรัมต่อปี จากประเทศต่างๆ รวม 39 ประเทศเนื่องมาจากประเทศไทยยังไม่สามารถที่จะผลิตสารออกฤทธิ์ได้ จึงเป็นการนำเข้ามาเพื่อบรรจุขายภายในประเทศหรือมีการผสมสารอื่น ๆ แล้วจึงบรรจุขายต่อไป ประเทศผู้ผลิตสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ประเทศไทยนำเข้า 5 อันดับแรก มากที่สุด คือ ประเทศจีน มีปริมาณนำเข้าสารออกฤทธิ์เฉลี่ย 50,613,811.96 กิโลกรัมต่อปี หรือคิดเป็น 70.32 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณนำเข้าทั้งหมด รองลงมา คือ อินเดีย 5.72 เปอร์เซ็นต์ อิสราเอล 4.12 เปอร์เซ็นต์ มาเลเซีย 4.11 เปอร์เซ็นต์ และโปแลนด์ 3.33 เปอร์เซ็นต์ เป็นต้น

ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตั้งแต่ปี 2548 เรื่อยมา โดยเฉพาะในปี 2554 ซึ่งมีปริมาณการนำเข้าสูงที่สุด มากถึง 164,338,014.83 กิโลกรัม คิดเป็นสารออกฤทธิ์ 87,619,341.95 กิโลกรัม มูลค่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่นำเข้าทั้งหมดคิดเป็น 22,043,836,384.18 บาท เมื่อพิจารณาสัดส่วนปริมาณสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่นำเข้าในส่วนของสารออกฤทธิ์ พบว่า 3 อันดับที่มีการนำเข้าสูงสุด คือ สารกำจัดวัชพืช (herbicide) 77.16 เปอร์เซ็นต์ สารกำจัดแมลง (insecticide) 12.18 เปอร์เซ็นต์ และสารป้องกันและกำจัดโรคพืช (Fungicide) 7.97 เปอร์เซ็นต์

อย่างไรก็ตามแม้ว่าประเทศไทยและนานาประเทศได้พยายามกำหนดกลไกในการควบคุมการใช้สารเคมีทางการเกษตรให้มีปริมาณลดลงและเกิดความปลอดภัยในการใช้มากยิ่งขึ้น แต่ผลกระทบเชิงลบในด้านต่างๆ ของประเทศไทยยังคงมีสถิติเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นเพื่อลดผลกระทบเชิงลบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

- ทุกภาคส่วนควรช่วยกันสร้างความตระหนักรู้ถึงผลกระทบเชิงลบในการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มากเกินความจำเป็นและไม่เหมาะสม รวมทั้งร่วมกันปลูกฝังจิตสำนึกความรับผิดชอบสำหรับทุกคนที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่การผลิตอาหารและการเกษตร
- หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเผยแพร่ความรู้ในการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสมแก่เกษตรกร รวมทั้งส่งเสริมการเรียนรู้และรณรงค์ให้เกษตรกรปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agricultural Practice: GAP)

- ส่งเสริมให้องค์กรผู้บริโภคหรือหน่วยงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการคุ้มครองผู้บริโภคมีบทบาทในการเข้ามากำหนดมาตรฐาน และกฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อให้ผลผลิตทางการเกษตรปราศจากสารพิษตกค้าง

- คณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภคควรควบคุมการโฆษณาสินค้าสารเคมีทางการเกษตรทางสื่อแขนงต่างๆ ให้มีความเหมาะสม รวมทั้งให้มีข้อความเตือนภัยของสารเคมีชนิดนั้นๆ ปรากฏอยู่ด้วยเสมอ

- จัดตั้งกองทุนโดยการจัดเก็บจากผู้ประกอบการที่นำเข้า ผลิต และจำหน่ายสารเคมีทางการเกษตร เพื่อนำมาใช้ในการเยียวยา ชดเชย และสนับสนุนการผลิตที่ปลอดภัยตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agricultural Practice: GAP)

- รัฐควรควบคุมช่องทางการจำหน่ายสารเคมีทางการเกษตรให้เป็นไปตามกฎหมายอย่างเคร่งครัด และกำหนดให้มีผู้เชี่ยวชาญด้านสารเคมีหรือผู้มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพประจำร้านขายสารเคมีทางการเกษตร รวมทั้งควบคุมการส่งเสริมการขายสารเคมีหรือวัตถุมีพิษทางการเกษตรอย่างไร้จรรยาบรรณของผู้จำหน่ายสารเคมีทางการเกษตร เช่น การให้รางวัลในการส่งเสริมการขายกับตัวแทนจำหน่าย เป็นต้น

- ควรยกเลิกการขึ้นทะเบียนสารเคมีทางการเกษตรที่มีพิษรุนแรง เช่น คาร์โบฟูราน เมทโทมิล อีพีเอ็น ไดโคร-โตฟอส เป็นต้น ซึ่งเป็นสารเคมีที่สหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป และอีกหลายประเทศในเอเชียห้ามใช้แล้ว

- รัฐบาลควรศึกษาข้อมูลของคู่ค้า โดยเฉพาะสหรัฐอเมริกา สหภาพยุโรป และประเทศคู่ค้าที่สำคัญอื่นๆ และกฎระเบียบระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีทางการเกษตร เพื่อพัฒนาสินค้าทางการเกษตรให้เป็นไปตามมาตรฐานของประเทศต่างๆ เหล่านั้น ทั้งนี้เพื่อลดความสูญเสียทางด้านการค้าจากการกีดกันหรือยกเลิกสินค้าเกษตรของไทย

- จัดตั้งศูนย์กลางการแจ้งเตือนภัยด้านอาหารที่สามารถสื่อสารต่อสาธารณะได้ทันต่อสถานการณ์อย่างเป็นรูปธรรม

พิษสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช (Pesticides poisoning)

จากการรายงานผู้ป่วยพิษจากสารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช ที่ได้รับรายงานจากระบบเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา ปี 2546-2555 (ค.ศ. 2003–2012) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและในปี 2555 มีจำนวนผู้ป่วยลดลงเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากมีการปรับเปลี่ยนระบบการรายงานโรค ซึ่งหากเปรียบเทียบกับปริมาณการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องและเพิ่มขึ้นในภาคเกษตร พบว่ายังมีปริมาณการนำเข้าค่อนข้างสูงถึง 120,000 ตัน คิดเป็นมูลค่า 18,000 ล้านบาท โดยเฉพาะสารกำจัดวัชพืช นำเข้าถึง ร้อยละ 74 ของสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชทั้งหมด (กรมวิชาการเกษตร, 2553) จากข้อมูลดังกล่าวอาจบ่งชี้ถึงความเสี่ยงของประชาชนจะได้รับพิษสารเคมีกำจัดแมลงศัตรูพืชเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะกลุ่มวัยแรงงาน และอาชีพเกษตรกรรม มีแนวโน้มการได้รับพิษค่อนข้างสูง จากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชในฤดูกาลที่มีการเพาะปลูกช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนสิงหาคม นอกจากนี้ยังพบว่ามีรายงานการได้รับพิษในเด็กเล็กซึ่งอาจมีสาเหตุจากการใช้อย่างไม่ระมัดระวัง เช่น การเก็บในที่ไม่ปลอดภัย การทิ้งภาชนะบรรจุ เป็นต้น การให้ความสำคัญต่อการเฝ้าระวัง การได้รับพิษจากสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เป็นสิ่งสำคัญที่ควรดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลไปให้ความรู้แก่กลุ่มเสี่ยง และประชาชนทั่วไป รวมถึงการนำข้อมูลไปพิจารณาการยกเลิกหรือห้ามนำเข้า จำหน่ายสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่มีพิษร้ายแรงต่อไป (แสงโฉม และสุชาดา, 2555)

3. ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water Quality Index: WQI)

โดยทั่วไปมีการใช้ประโยชน์น้ำในหลายด้าน เช่น เป็นแหล่งน้ำดิบเพื่อการประปา เพื่อการเกษตรกรรม เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจ และเพื่อเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำ เป็นต้น ความต้องการคุณภาพน้ำจะแตกต่างกันขึ้นกับว่านำน้ำไปใช้ประโยชน์ทางด้านใด ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่กล่าวถึงเป็นดัชนีที่บ่งบอกสภาพของแหล่งน้ำโดยทั่วไป แต่มิได้ระบุโดยตรงว่าแหล่งน้ำนั้นสามารถนำไปใช้ประโยชน์อะไรได้บ้าง บ่งบอกได้แต่เพียงว่าระดับคุณภาพน้ำนั้นอยู่ในเกณฑ์ดีมาก ดีพอใช้หรือต่ำ ซึ่งจะทำให้เราทราบว่าแหล่งน้ำดังกล่าวจะต้องดำเนินการควบคุมดูแลอย่างไรบ้าง

คุณภาพน้ำ หมายถึง ความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมของมนุษย์ กล่าวอีกนัยหนึ่ง หมายถึง คุณภาพน้ำนั้นจะเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของมนุษย์ที่จะใช้เฉพาะกิจหรือเป็นกรณีไป เช่น คุณภาพน้ำเพื่อใช้ดื่มย่อมต้องมีคุณภาพสูงหรือดีที่สุด ส่วนคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตรกรรมย่อมมีคุณภาพต่ำกว่า เป็นต้น คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำธรรมชาติโดยทั่วไปจะเปลี่ยนแปลงไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับส่วนประกอบต่างๆ ที่เจือปนอยู่ในน้ำ และสภาพแวดล้อมในแต่ละท้องถิ่นที่แตกต่างกัน เช่น สภาพภูมิประเทศ ลักษณะทางธรณีวิทยา การใช้ที่ดินตลอดจนการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องกับน้ำ ซึ่งสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2543) ได้แบ่งคุณภาพน้ำออกเป็นลักษณะใหญ่ๆ ได้ 3 ลักษณะ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6, 2557) คือ

- คุณภาพน้ำทางกายภาพ

คุณภาพน้ำทางกายภาพ (physical characteristics) เกิดจากสิ่งเจือปนที่ทำให้ลักษณะทางกายภาพแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะทางกายภาพนี้ สามารถสัมผัสได้ด้วยประสาทสัมผัสทั้ง 5 ได้แก่ การดมกลิ่น ชิมรส ดูสี และสัมผัสด้วยผิวหนัง ข้อมูลสำคัญที่บ่งบอกคุณภาพน้ำทางกายภาพคือ สี กลิ่น รส ความขุ่น อุณหภูมิ ของแข็งแขวนลอย การนำไฟฟ้า และลักษณะทางกายภาพอื่นๆ ได้แก่ ความหนาแน่น ความหนืด เป็นต้น

- คุณภาพน้ำทางเคมี

คุณภาพน้ำทางเคมี (chemical characteristics) เกิดจากการมีแร่ธาตุต่างๆ และสารเคมีละลายหรือเจือปนกับน้ำธรรมชาติ ซึ่งทำให้คุณภาพของน้ำเปลี่ยนแปลงไปและไม่ปลอดภัยที่จะใช้ดื่ม เพราะสารบางตัวเป็นพิษต่อมนุษย์ คุณสมบัติของคุณภาพน้ำทางเคมีที่สำคัญได้แก่ ความกระด้าง ความเป็นกรดด่าง ออกซิเจนละลายในน้ำ บีโอดี ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม ปรอท เหล็ก แมงกานีส ทองแดง สังกะสี และวัตถุมีพิษ ได้แก่ กลุ่มออร์กาโนคลอรีน ซึ่งประกอบด้วย DDT, alfa BHC, dieldrin, aldrin, heptachlor, heptachlor epoxide และ endrin เป็นต้น

- คุณภาพน้ำทางชีวภาพ

คุณภาพน้ำทางชีวภาพ (biological characteristics) มีดัชนีบ่งชี้ที่สำคัญคือ จุลินทรีย์ที่เจือปนอยู่ในน้ำ และเป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีหรือสิ่งเจือปนที่อยู่ในน้ำ ซึ่งทำให้น้ำมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนั้นแล้วยังมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้ปนอยู่ด้วย เช่น แบคทีเรีย โปรโตซัวแอจจี ฟังไจ ไวรัส และพยาธิ ทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้ที่นำน้ำไปบริโภค ตัวอย่างแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เช่น แบคทีเรียในตระกูลซัลโมเนลล่า (Salmonella) ชิเจลล่า (Shigella) และวิบริโอ (Vibrio) แบคทีเรียที่ก่อโรคเหล่านี้กระจายได้ง่าย โดยทางเดินอาหารและน้ำ การแพร่กระจายของโรคมักเกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อโรคจากสิ่งปฏิกูลของคนและสัตว์เลือดอุ่น ซึ่งอาจมีการแพร่กระจายโดยทางตรงหรือทางอ้อม ทำให้เกิดการระบาดของโรคติดต่อจากแบคทีเรีย เช่น โรคไทฟอยด์

โรคพาราไทฟอยด์ โรคอุจจาระร่วง อหิวาตกโรค บิด ฯลฯ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย จึงเป็นการให้ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

Unweighted Multiplicative River Water Quality Index เป็นวิธีที่ใช้ในการเผยแพร่ความรู้ทางด้านคุณภาพน้ำให้แก่สาธารณชนทราบ ด้วยคำที่ง่าย วิธีการรวบรัด และเข้าใจโดยง่าย ไม่สลับซับซ้อน ซึ่งใช้อยู่ในสหรัฐอเมริกา และเป็นวิธีหนึ่งที่ถูกใช้ในการจัดทำรายงานเสนอต่อสภาผู้แทนราษฎรของสหรัฐอเมริกา (พัฒนาโดย Brown et al., 1970) ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (WQI) ที่กล่าวถึง มีหน่วยเป็นคะแนน เริ่มจาก 0 ถึง 100 คะแนน (คิดเหมือนคะแนนสอบ) 91–100 คะแนน ถือว่า คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีมาก 71-90 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี 61-70 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ 31-60 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรม และ 0-30 คะแนน คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาก คะแนนเหล่านี้โดยปกติเกิดมาจากการรวมคะแนนจาก ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ 9 ดัชนี ได้แก่ ความเป็นกรดด่าง (pH) ออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ของแข็งทั้งหมด (Total Solid: TS) แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria: FCB) ไนเตรท (NO_3^-) ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ความขุ่น (Turbidity) อุณหภูมิ (Temperature) และความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biological Oxygen Demand: BOD) เข้าด้วยกันเป็นคะแนนรวมอย่างเดียว โดยใช้สมการ

$$WQI = [(pH)(DO)(TS)(FCB)(NO_3^-)(PO_4^{3-})(Turbid)(Temp)(BOD)]^{1/9}$$

ที่มาของดัชนีทั้ง 9 และคะแนนที่เกี่ยวข้องของแต่ละดัชนีคุณภาพน้ำ เกิดจากการส่งแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญต่างๆ นับร้อยคน (ซึ่งเป็นวิธีเดียวกับการพัฒนาระเบิดปรมาณู) โดยมีวัตถุประสงค์ให้ผู้เชี่ยวชาญทั้งหลายกำหนดว่าการพิจารณาคุณภาพน้ำทั่วไป ควรดูดัชนีอะไรบ้าง และถ้าจะให้คะแนนตามระดับความเข้มข้นต่างๆ เช่น ค่าออกซิเจน 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะให้คะแนนเท่าไหร่ ซึ่งผลการรวมความคิดของเหล่าผู้เชี่ยวชาญดังกล่าว ได้นำไปสู่การพัฒนาดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปซึ่งได้มีการพิสูจน์เปรียบเทียบผลคะแนนคุณภาพน้ำที่ได้จากวิธีนี้กับความรู้สึกของผู้เชี่ยวชาญแล้วพบว่าอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

กรมควบคุมมลพิษได้ทดสอบวิธีดังกล่าวกับผลคุณภาพน้ำที่มีอยู่ในแม่น้ำ 45 สายเป็นระยะเวลา 1 ปี และได้ดัดแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยในการรายงานผลดัชนีวัดคุณภาพน้ำทั่วไปจะใช้ดัชนีตรวจวัดคุณภาพน้ำ 8 ดัชนี ไม่รวมอุณหภูมิเพื่อให้ WQI มีความอ่อนไหวพอสมควรต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ และทั้งนี้สภาพอุณหภูมิน้ำและอากาศในบ้านเราเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก (จะใช้อุณหภูมิเมื่อพบว่ามี Thermal Pollution) จากการทดลองใช้ Modified Water Quality Index กับผลข้อมูลคุณภาพน้ำในแม่น้ำต่างๆ ในประเทศไทย พบว่าการวิเคราะห์ผลอยู่ในเกณฑ์ที่ใช้ได้ดีในทางปฏิบัติ สามารถนำไปใช้ในการอธิบายภาพรวมของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ รวมทั้งยังใช้เปรียบเทียบระดับคุณภาพน้ำระหว่างแม่น้ำได้ ซึ่งทำให้ง่ายต่อการมองภาพรวม เพื่อให้ผู้บริหารและประชาชนซึ่งไม่มีพื้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้เข้าใจสภาพปัญหาคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้น โดยคะแนนที่ได้จากแต่ละพารามิเตอร์ สามารถทดสอบได้จากเส้นกราฟ (Rating Curve) ที่เสนอมารวมกับโปรแกรมและหลังจากที่คำนวณแต่ละพารามิเตอร์จะทำทุกคะแนนรวมกันอีกครั้งเพื่อหาคะแนนสุดท้าย จากสูตรคำนวณดังข้างต้น ทั้งนี้กรมควบคุมมลพิษได้ปรับ rating curve เพื่อพัฒนาให้สูตรการคำนวณ WQI เหมาะสมกับแม่น้ำในประเทศไทยและสามารถเปรียบเทียบได้กับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน นั่นคือ

ตารางที่ 3 มาตรฐานแหล่งน้ำแบ่งตามช่วง WQI

ช่วง WQI	ระดับค่า WQI	เทียบได้กับมาตรฐานแหล่งน้ำประเภท
0-30	เสื่อมโทรมมาก	5
31-60	เสื่อมโทรม	4
61-70	พอใช้	3
71-90	ดี	2
91-100	ดีมาก	1

ที่มา: สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ, 2557

อย่างไรก็ตามสำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ได้กำหนดเกณฑ์การประเมินค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water Quality Index, WQI) สำหรับประเทศไทยโดยใช้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ จำนวน 2 กลุ่ม และ 5 ดัชนี (พารามิเตอร์, parameter) พื้นฐานสำคัญ ได้แก่

กลุ่มที่ 1 คือ พารามิเตอร์ที่ต้องตรวจสอบในภาคสนามหรือตรวจสอบทันทีพร้อมกับการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากพารามิเตอร์เหล่านี้มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่ายมากจึงจำเป็นต้องตรวจวัดทันที ไม่สามารถเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการได้ ได้แก่ ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) ส่วนกลุ่มที่ 2 คือ พารามิเตอร์ที่ไม่สามารถตรวจวัดในภาคสนามได้ จะต้องเก็บรักษาตัวอย่างไว้ก่อนและนำมาตรวจสอบหรือวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand: BOD) ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform bacteria: TCB) ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform bacteria: FCB) และปริมาณแอมโมเนีย–ไนโตรเจน (NH_3-N) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)

ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) คือ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นค่าที่มีความจำเป็นต่อการหายใจของพืชและสัตว์น้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/L) แหล่งน้ำที่เหมาะแก่การดำรงชีวิต การขยายพันธุ์และการอนุรักษ์สัตว์น้ำ ควรมีค่า DO ไม่ต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งโดยทั่วไปสัตว์น้ำส่วนใหญ่จะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปกติที่ระดับค่า DO ไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้ค่าออกซิเจนละลายน้ำ บอกให้ทราบว่าน้ำมีความเหมาะสมเพียงใดในการดำรงชีวิตของสัตว์และพืชในน้ำ ตลอดทั้งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในน้ำว่าอยู่ในภาวะที่มีออกซิเจน หรือที่ไม่มีออกซิเจน ซึ่งเป็นดัชนีบอกคุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำนั้น (ณรงค์, 2525) โดยตราบใดที่ปริมาณการใช้ออกซิเจนและการเติมออกซิเจนยังสมดุลอยู่ แหล่งน้ำจะไม่เน่าเสีย แต่ถ้าการใช้ออกซิเจนมีมากกว่าการเติมออกซิเจนจะทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงเกิดสภาพไร้อากาศ ทำให้สิ่งมีชีวิตต่างๆ ดำรงอยู่ไม่ได้ ยกเว้นแบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศ ขณะเดียวกันในสภาพที่มีออกซิเจนเพียงพอแบคทีเรียกลุ่มที่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้น (สิรินี, 2527) อนึ่งปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำได้จากการละลายของก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศ และจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ซึ่งปริมาณการละลายออกซิเจนในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งนั้นขึ้นอยู่กับความกดอากาศ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณคลอไรด์ในน้ำ ปริมาณการละลายของออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง ความกดอากาศที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายออกซิเจนในน้ำมากขึ้น และการละลายของออกซิเจนจะค่อยๆ ลดลงเมื่อน้ำนั้นเข้าใกล้ทะเลเนื่องจากมีความเค็มสูง ในทำนองเดียวกันในน้ำเสียค่าอิ่มตัวของออกซิเจนที่ละลายจะน้อยกว่าในน้ำสะอาด

Hawker flow และ Linter (1974) รายงานว่า การเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียในแหล่งน้ำจืดจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการเพิ่มของสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำนั้นๆ ด้วยการชะล้าง (erosion) เกิดจากการที่ฝนตกลงกระทบผิวหน้าดิน เม็ดฝนจะทำลายเม็ดดินผิวหน้า แตกกระจายเป็นเม็ดเล็กๆ ซึ่งจะไปอุดรูดินทำให้น้ำซึมผ่านผิวหน้าดินได้น้อยลงเกิด surface flow และไหลไปตามผิวหน้าดินลงสู่ที่ต่ำ (เกษม, 2526) ซึ่งฝนจะชะล้างจุลินทรีย์ และสิ่งสกปรกต่างๆ บนพื้นดิน ลงสู่แหล่งน้ำได้มากขึ้น จนทำให้เกิดมลพิษในน้ำได้ โดยเฉพาะการที่ฝนตกหนักหลังจากที่ผ่านระยะเวลาแห้งแล้งมานาน น้ำฝนจะชะล้างจุลินทรีย์หน้าดินลงสู่แหล่งน้ำได้มากขึ้น แต่ภายหลังที่ฝนตกติดต่อกันเป็นประจำจะมีผลทำให้แบคทีเรียลดลง

ปัญหาใหญ่ของน้ำเสียมักเกิดจากสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำ เนื่องจากสารอินทรีย์มักถูกย่อยสลายทางชีวภาพจึงมี ความต้องการออกซิเจน (Aerobic Process) เพื่อให้จุลินทรีย์ใช้ในการดำรงชีวิต นั่นคือจุลินทรีย์ย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยใช้ออกซิเจนในการหายใจในปริมาณมาก ส่งผลให้ออกซิเจนละลายน้ำลดลง

ปริมาณสารอินทรีย์ที่มากเกินไปทำให้ออกซิเจนละลายน้ำในธรรมชาติมีไม่เพียงพอต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยเฉพาะในสภาพที่น้ำมีอุณหภูมิสูงเช่นประเทศไทย ปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์จะสูงตาม ในขณะที่ ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนกลับลดลง จนทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไม่ใช้ ออกซิเจนแทน (Anaerobic Process) ทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) หรือก๊าซไข่เน่า ทำให้แหล่งน้ำมีกลิ่นเหม็น และมีสีดำคล้ำ

- ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand: BOD)

ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (BOD) คือ ค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ เป็นค่าที่บอกให้ทราบถึงปริมาณการเจือปนของอินทรีย์สารที่มีอยู่ในน้ำ และเป็นการวัดความสามารถของแหล่งน้ำที่จะกำจัดความสกปรกโดยธรรมชาติ (กรรณิการ์, 2525) แหล่งน้ำที่มีค่าบีโอดีมากย่อมแสดงว่ามีความสกปรกมาก เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมากในการย่อยสลายสารอินทรีย์หรือสิ่งปฏิกูล ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ในแหล่งน้ำลดลงและอาจเกิดความเน่าเสียได้ ดังนั้น ค่าบีโอดี จึงสามารถใช้เป็นดัชนีบอกถึงความสกปรกของน้ำ และเป็นดัชนีตรวจสอบการระบายของเสียลงแหล่งน้ำได้ โดยทั่วไปแหล่งน้ำผิวดินที่อนุรักษ์ไว้สำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และการผลิตประปาขั้นพื้นฐานควรมีค่าบีโอดีเกินกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าจะอนุรักษ์ไว้เพื่อกิจกรรมด้านการเกษตรไม่ควรมีค่าบีโอดีเกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนแหล่งน้ำที่จะอนุรักษ์ไว้ใช้ประโยชน์เพื่อกิจกรรมด้านการอุตสาหกรรมไม่ควรมีค่าบีโอดีเกินกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในการหาปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียต้องการใช้ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ต้องทำภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียสในเวลา 5 วัน ทั้งนี้เพราะเป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำทั่ว ๆ ไป และแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ช้าที่อุณหภูมินี้

- ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria: TCB)

ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (TCB) คือ กลุ่มแบคทีเรียชนิดหนึ่งซึ่งส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในลำไส้มนุษย์หรือสัตว์แต่บางครั้งอาจพบในบริเวณอื่น อาทิ พืช ดิน เมล็ดธัญพืช เป็นต้น การตรวจแบคทีเรียชนิดนี้ในแหล่งน้ำนั้นมักจะแสดงถึงภาวะเสี่ยงต่อการปนเปื้อนหรือแพร่กระจายของเชื้อโรคในระบบทางเดินอาหาร ในแหล่งน้ำ เช่น โรคอหิวาต์ บิด ไทฟอยด์ หรืออุจจาระร่วง เป็นต้น นฤมล (2535) รายงานว่า การใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีในการปนเปื้อน เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดมาจากอุจจาระของคนและสัตว์เลือดอุ่น โดยทั่วไปแล้วจะไม่พบในน้ำบริสุทธิ์ แต่มักปนเปื้อนอยู่ในน้ำที่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรค และมีจำนวนแปรผันตรงตามจำนวนของแบคทีเรียก่อโรค มักมีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมมากกว่าแบคทีเรียที่ก่อโรค วิธีการตรวจวิเคราะห์สามารถทำได้ง่ายและสะดวก โดยที่ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม

ทั้งหมดมีหน่วยวัดเป็น MPN/100 ml (Most Probable Number/100 ml) ตามมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินกำหนดให้แหล่งน้ำที่เหมาะจะนำมาใช้ในการผลิตประปา เล่นกีฬาทางน้ำและสามารถว่ายน้ำได้นั้น ไม่ควรมีค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดเกินกว่า 5,000 หน่วย MPN/100 ml ขณะที่แหล่งน้ำที่เหมาะจะอนุรักษ์ไว้เพื่อใช้สำหรับกิจกรรมการเกษตรกรรมไม่ควรมีค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดเกินกว่า 20,000 หน่วย MPN/100 ml

- ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมด (Fecal Coliform bacteria: FCB)

ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมด (FCB) คือ ปริมาณเชื้อโรคแบคทีเรียชนิดหนึ่งในแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีอยู่ในอุจจาระของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น การตรวจพบแบคทีเรียชนิดนี้ในแหล่งน้ำ จะบ่งชี้เฉพาะหรือยืนยันเพิ่มขึ้นจากค่าการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดว่าแหล่งน้ำนั้นมีโอกาสปนเปื้อน หรือมีการแพร่กระจายของเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารสูงหรือไม่ ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมักมีลักษณะคุณสมบัติเช่นเดียวกับโคลิฟอร์มแบคทีเรีย แต่มีความสามารถในการหมักย่อยน้ำตาลแล็คโทสที่อุณหภูมิ 44.5±0.2 องศาเซลเซียส และให้ผลผลิตเป็นกรดและแก๊สภายในเวลา 24 ชั่วโมง สามารถมีชีวิตอยู่นอกลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นได้หลายวัน โดยขึ้นกับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อม ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่สำคัญ ได้แก่ *Escherichia Coli* ซึ่งส่วนใหญ่จะตรวจพบมากในแหล่งน้ำที่ไหลผ่านชุมชนที่มีการระบายน้ำทิ้งสู่แหล่งน้ำโดยตรง ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลฟอร์มมีหน่วยวัดเช่นเดียวกับปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด ตามมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำที่เหมาะจะนำมาใช้ในการผลิตประปาและสามารถว่ายน้ำหรือเล่นกีฬาทางน้ำไม่ควรมีค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม เกินกว่า 1,000 หน่วย MPN/100 ml ขณะที่แหล่งน้ำที่เหมาะจะอนุรักษ์ไว้เพื่อสำหรับกิจกรรมการเกษตรกรรมไม่ควรมีค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม เกินกว่า 4,000 หน่วย

- ค่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N)

ค่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) คือ ไนโตรเจนที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียทั้งหมด มีความสำคัญในการบ่งชี้สภาพความสกปรกของแหล่งน้ำที่เกิดจากของเสียหรือน้ำทิ้งที่มีส่วนประกอบของไนโตรเจน เช่น โปรตีนในสารอินทรีย์ สารประกอบในร่างกาย พืช สัตว์ อุจจาระ ปุ๋ยคอก เป็นต้น โดยเฉพาะน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน ฟาร์มสุกร หากตรวจพบว่าแหล่งน้ำมีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนสูง แสดงว่าแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนจากมลพิษสูง และอาจเป็นพิษต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ในแหล่งน้ำไม่ควรมีค่าเกินกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2557)

4. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA)

การนำหลักการหรือแนวทางเกษตรอินทรีย์ และพื้นที่ของ GAP มาพิจารณาร่วมกัน โดยพิจารณาควบคู่ไปกับพื้นที่ที่ต้องทำ EIA ที่อาจก่อมลพิษให้กับชุมชนซึ่งนิยามว่าเป็นพื้นที่สีเทา Gray Zone โดยการกำหนดเขตเมืองเกษตรสีเขียวจะพยายามไม่เข้าไปในเขตอุตสาหกรรมดังกล่าวมากนัก จะได้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน

ทรัพยากรดิน

ดินเป็นสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ เกิดจากการสลายตัวผุพังของหินชนิดต่าง ๆ โดยใช้เวลาที่นานมาก หินที่สลายตัวผุกร่อนนี้จะมีขนาดต่างๆ กัน เมื่อผสมรวมกับซากพืช ซากสัตว์ น้ำ อากาศ ก็กลายเป็นเนื้อดินซึ่งประกอบไปด้วยแรธาตุที่เปนของแข็ง อินทรียวัตถุ น้ำ และอากาศ โดยมีสัดสวนแตกตางกันออกไป ดินที่พบในที่แหงหนึ่งอาจจะเหมือนหรือตางไปจากดินในที่อีกแหงหนึ่งได ขึ้นอยูกับปจจัย

ต่างๆ ที่สำคัญ ได้แก สภาพภูมิอากาศ ปจจัยทางชีวภาพ สภาพภูมิประเทศ วัตถุต้นกำเนิดดิน และชวงเวลาต่อเนื่องโดยไมมีการขัดจังหวะ ซึ่งมีความมากน้อยแตกตางกันไปในแตละบริเวณ สงผลให้เกิดดินที่มีลักษณะเดน เฉพาะตัวแตกตางกันไปตามชนิดของดิน

ชนิดของดิน

อนุภาคของดินจะรวมตัวกันเข้าเกิดเป็นเม็ดดิน อนุภาคเหล่านี้จะมีขนาดไม่เท่ากัน ขนาดเล็กที่สุดคืออนุภาคดินเหนียว อนุภาคขนาดกลางเรียกอนุภาคทรายแป้ง อนุภาคขนาดใหญ่เรียกว่าอนุภาคทราย เนื้อดินจะมีอนุภาคทั้ง 3 กลุ่มนี้ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่ไม่เท่ากันทำให้เกิดลักษณะของดิน 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ ดินเหนียว ดินทราย และดินร่วน

- ดินเหนียว เป็นดินที่เมื่อเปียกแล้วมีความยืดหยุ่น อาจปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้ เหนียวเหนอะหนะติดมือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี มีความสามารถในการจับยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้สูง หรือค่อนข้างสูง เป็นดินที่มีก้อนเนื้อละเอียดเพราะมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวอยู่มาก เหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน

- ดินทราย เป็นดินที่มีเนื้อดินทรายเพราะมีปริมาณอนุภาคทรายมาก มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพราะความสามารถในการจับยึดธาตุอาหารพืชมีน้อย พืชที่ปลูกอยู่ชั้นบนดินทรายจึงมักขาดทั้งอาหารและน้ำ

- ดินร่วน เป็นดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือ ยืดหยุ่นได้บ้าง มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูก ในธรรมชาติมักไม่ค่อยพบ แต่จะพบดินที่มีเนื้อดินใกล้เคียงกันมากกว่า

สีของดิน

สีของดินจะทำให้เราทราบถึงความอุดมสมบูรณ์ปริมาณอินทรียวัตถุที่ปะปนอยู่และแปรสภาพเป็นฮิวมัสในดิน ทำให้สีของดินต่างกันถ้ามีฮิวมัสน้อยสีจะจางลงมีความอุดมสมบูรณ์น้อย

ข้อมูลทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน

- ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Soil Fertility)

ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน หมายถึง ศักยภาพของดินที่จะให้ธาตุอาหารที่จำเป็นให้แก่พืชในปริมาณที่เพียงพอและในอัตราส่วนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช (Buckman และ Brady, 1959) ดังนั้นความอุดมสมบูรณ์ของดินจึงหมายถึง ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ทั้งธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองที่มีอยู่ในดิน รวมไปถึงคุณสมบัติอื่นๆ ทั้งทางเคมี และกายภาพ ที่มีผลทำให้ธาตุต่างๆ เหล่านั้นเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากหรือน้อยเท่าใด พอเหมาะกับความต้องการหรือไม่ ตัวอย่างเช่นระดับความเป็นกรดด่างของดิน เป็นต้น คุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้มีความแตกต่างกันตามชนิดของดินและสภาพพื้นที่ เป็นเหตุให้ดินในแต่ละพื้นที่แต่ละแห่งมีความอุดมสมบูรณ์ไม่เท่ากัน การใช้ประโยชน์จากดินในแต่ละพื้นที่จึงควรจะต้องทราบถึงสมบัติของดินก่อนเพื่อวางแผนการจัดการดินให้เหมาะสมกับสภาพของดินในพื้นที่นั้น โดยประกอบด้วยข้อมูลภาคสนาม และข้อมูลจากผลวิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ทั้งทางเคมีและกายภาพของดินโดยละเอียด

ระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินใช้ค่าทางเคมีของดิน 5 ปัจจัยเป็นดัชนีชี้วัด ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ และปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ ซึ่งปัจจัยทั้ง 5 ปัจจัยเป็นข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ดินในพื้นที่ต่างๆ ทั่วประเทศ นำมาจำแนกระดับออกเป็น 3 ระดับตามเกณฑ์มาตรฐานแล้วให้ค่าคะแนน โดยถ้ามีระดับสูงให้ค่าคะแนนเป็น 3 ระดับปานกลางให้ค่าคะแนนเป็น 2 และระดับต่ำให้ค่าคะแนนเป็น 1 ดังเกณฑ์การแบ่งด้านล่าง

	ต่ำ	ปานกลาง	สูง
ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (%)	<1.5	1.5-3.5	>3.5
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (meq/100g Soil)	<10	10-20	>20
ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง (%)	<35	35-75	>75
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (ppm)	<10	10-25	>25
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (ppm)	<60	60-90	>90

ตารางที่ 4 ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน
ต่ำ	5-8
ปานกลาง	9-12
สูง	13-15

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าระดับความเป็นกรดด่างของดิน (pH)

ค่าระดับความเป็นกรดด่างของดิน หมายถึง ความเป็นกรด (Acidity) หรือความเป็นด่าง (Alkalinity) ของดิน การที่ดินมีสภาพเป็นกรดหรือเป็นด่างเป็นเพราะค่า Hydrogen ion (H^+) ในสารละลายดินซึ่งถ้าในสารละลายดินมี $H^+ > OH^-$ ดินจะมีปฏิกิริยาเป็นกรด ส่วนถ้าสารละลายดินมี $H^+ < OH^-$ ดินจะมีปฏิกิริยาเป็นด่าง และถ้า $H^+ = OH^-$ ดินจะมีปฏิกิริยาเป็นกลาง การพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของดินสิ่งแรกที่จะต้องคำนึงถึงคือ pH ของดินซึ่งเป็นสมบัติของดินที่อาจกล่าวได้ว่าเป็นตัวควบคุมระดับปริมาณธาตุอาหารในดินที่พืชจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ วิธีที่นิยมใช้ในการวัด pH ของดินมี 2 วิธี วิธีที่นิยมใช้ในสนามคือวิธี Colorimetric Method ซึ่งส่วนใหญ่ใช้สารประกอบอินทรีย์ที่ให้สีเฉพาะเจาะจง เมื่อสัมผัสกับดินที่มี pH หนึ่งๆ และนำไปเทียบกับ Chart สีมาตรฐานของ pH Indicator แต่ละชนิด ค่าที่ได้จะเป็นค่าโดยประมาณเท่านั้น ส่วนวิธีที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการคือวิธี Electrometric หรือ Potentiometric Method โดยใช้เครื่องมือ pH Meter จากหลักการความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้า (Glass Electrode) สองอันที่จุ่มอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งผันแปรโดยกลับกับความเข้มข้นของ H^+ อิสระที่อยู่ในสารละลาย ความสัมพันธ์นี้ถูกนำมาดัดแปลงให้อ่านออกมาเป็นค่า pH บนหน้าปัดของ pH Meter

ตารางที่ 5 ค่าระดับความเป็นกรดด่างของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าความเป็นกรดด่างของดิน
กรดจัดมาก	< 4.5
กรดรุนแรงมาก	4.5-5.0
กรดรุนแรง	5.0-5.5
กรดปานกลาง	5.5-6.0
กรดเล็กน้อย	6.0-6.5
กลาง	6.5-7.3
ด่างอย่างน้อย	7.3-7.8
ด่างปานกลาง	7.8-8.4
ด่างรุนแรงมาก	8.4-9.0

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าปริมาณอินทรียวัตถุของดิน (Organic matter: OM)

ค่าปริมาณอินทรียวัตถุของดิน (OM) หมายถึง อินทรียสารทุกชนิดที่มีอยู่ในดิน ซึ่งได้จากซากพืช ซากสัตว์ และสิ่งมีชีวิตต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน สิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ สลายตัวทับถมอยู่ในดิน รวมถึงอินทรียสารที่รากพืชปลดปล่อยออกมา และที่จุลินทรีย์สังเคราะห์ อินทรียวัตถุในดินประกอบด้วยอินทรียสารหลายชนิด คือ พวกสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน สารประกอบอินทรีย์ฟอสฟอรัส สารประกอบอินทรีย์กำมะถัน เป็นต้น อินทรียวัตถุเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของจุลินทรีย์ดิน การสลายตัวของอินทรียวัตถุในดินจึงเกิดจากการกระทำของจุลินทรีย์ดินเป็นส่วนใหญ่ ทำให้อัตราการสลายตัวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ดังนั้นในพื้นที่มีอุณหภูมิสูง อากาศร้อนชื้น การสลายตัวของอินทรียวัตถุจึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การสะสมมีน้อย ทำให้สภาพพื้นที่ดังกล่าวนี้มีปริมาณอินทรียวัตถุต่ำ หรือค่อนข้างต่ำ ต่างไปจากพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ อากาศเย็น โดยทั่วไปแล้วดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูง ถือว่าเป็นดินที่มีความอุดมสมบูรณ์สูง เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช เพราะอินทรียวัตถุเมื่อสลายตัวโดยจุลินทรีย์ถึงขั้นสุดท้ายจะได้ฮิวมัส (Humus) ซึ่งเป็นสารอินทรีย์ประกอบเชิงซ้อนที่ประกอบขึ้นจากสารกลุ่มต่างๆ เช่น Methyl phenolic, Quinine และ Carboxylic Groups ที่มีอยู่ในดิน ฮิวมัสแบ่งได้เป็นสองส่วนคือ Humic Acid และ Fulvic Acid (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2535) ฮิวมัสนี้ไม่ใช่สารที่คงทนถาวร จุลินทรีย์ดินสามารถทำให้สลายตัวได้ เช่นเดียวกับอินทรียสารอื่นที่มีอยู่ในดิน แต่อัตราการสลายตัวของฮิวมัสจะช้ากว่าการสลายตัวของอินทรียสารที่เป็นต้นกำเนิดของฮิวมัส ฮิวมัสเป็นของแข็งที่มีอนุภาคละเอียดมาก มีบทบาทสำคัญคือมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity: CEC) สูง สามารถดูดซับน้ำได้ดี และมีบทบาทสำคัญต่อการเกาะยึดกันเป็นเม็ดของอนุภาคดินทำให้สมบัติทางกายภาพของดินดีขึ้น เช่น อนุภาคของดินเกาะตัวกันได้ดี การระบายอากาศดีขึ้น การอุ้มน้ำดีขึ้น แล้วยังช่วยให้ดินดูดซับธาตุอาหารได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังให้ธาตุอาหารหลักคือ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส ธาตุอาหารรอง กำมะถัน และรวมถึงธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อยที่สำคัญได้แก่ เหล็ก ทองแดง สังกะสี โมลิบดินัม และอื่นๆ

ตารางที่ 6 ค่าปริมาณอินทรียวัตถุของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าปริมาณอินทรียวัตถุของดิน (เปอร์เซ็นต์)
ต่ำมาก	< 0.5
ต่ำ	0.5-1.5
ปานกลาง	1.5-2.5
สูง	2.5-3.5
สูงมาก	> 3.5

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าปริมาณคาร์บอนของดิน (Carbon: C)

ค่าปริมาณคาร์บอนของดิน (C) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอินทรียวัตถุ ดังนั้นในการหาปริมาณอินทรียวัตถุในดินจึงใช้วิธีวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนโดยการใช้สารเคมีทำให้เกิด Oxidation กับคาร์บอนในอินทรียวัตถุในดินแล้วคำนวณปริมาณคาร์บอนในอินทรียวัตถุจากความเข้มข้นของสารเคมีที่ใช้ไปในปฏิกิริยา และเมื่อทราบปริมาณคาร์บอนแล้วสามารถนำมาคำนวณปริมาณอินทรียวัตถุโดยประมาณ โดยคูณกับ “Van Bemmelen Factor” ซึ่งเท่ากับ 1.724 จากหลักที่ว่า อินทรียวัตถุ มีปริมาณคาร์บอน 58 เปอร์เซ็นต์ โดยจริงๆ แล้ว Broadbent (1953) ให้ใช้ตัวคูณที่เปลี่ยนจาก อินทรีย์คาร์บอนเป็นอินทรียวัตถุแตกต่างกันในดินบนและดินล่าง กล่าวคือ ดินบนคูณด้วย 1.9 โดยประมาณ (52 เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอน) และดินล่างคูณด้วย 2.5 (40 เปอร์เซ็นต์ของคาร์บอน) แต่อัตราส่วนการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนต่ออินทรียวัตถุในดินที่แตกต่างกัน และระหว่างในชั้นดินเดียวกันไม่แน่นอน ดังนั้นจึงนิยมใช้ตัวคูณ 1.724 ดังกล่าวมากกว่า

ตารางที่ 7 ค่าปริมาณคาร์บอนของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าปริมาณคาร์บอนของดิน (เปอร์เซ็นต์)
ต่ำมาก	< 0.58
ต่ำ	0.58-0.87
ปานกลาง	0.87-1.45
สูง	1.45-2.03
สูงมาก	> 2.03

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน (Nitrogen: N)

ค่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดินเป็นธาตุอาหารหลักธาตุหนึ่งที่พืชต้องการปริมาณมาก และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะไนโตรเจนช่วยพืชสร้างโปรตีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุด โปรตีนเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่ประกอบด้วยโมเลกุลของกรดอะมิโนจำนวนมาก ซึ่งกรดอะมิโนเหล่านี้มีธาตุไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญและไนโตรเจนยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในเอนไซม์ต่างๆ ที่ทำหน้าที่ช่วยเร่งและควบคุมปฏิกิริยาต่างๆ รวมถึงกระบวนการสังเคราะห์แสงนอกจากนั้นไนโตรเจนยังเป็นองค์ประกอบของวิตามิน (Vitamin) และ Adenosine Triphosphate (ATP) ในพืชอีกด้วย (คณาจารย์ปฐพีวิทยา, 2541)

ธาตุไนโตรเจนปกติจะมีอยู่ในอากาศในรูปของก๊าซไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก แต่ไนโตรเจนในอากาศในรูปของก๊าซนั้น พืชนำเอาไปใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้ (ยกเว้นพืชตระกูลถั่วเท่านั้นที่มีระบบรากพิเศษสามารถแปรรูปก๊าซไนโตรเจนจากอากาศเอามาใช้ประโยชน์ได้) ธาตุไนโตรเจนที่พืชทั่วๆ ไปดึงดูดขึ้นมาใช้ประโยชน์ได้นั้น จะต้องอยู่ในรูปของอนุมูลของสารประกอบ เช่น แอมโมเนียมไอออน (NH_4) และไนเทรตไอออน (NO_3) ธาตุไนโตรเจนในดินที่อยู่ในรูปเหล่านี้จะมาจากการสลายตัวของสารอินทรียวัตถุในดิน โดยจุลินทรีย์ในดินจะเป็นผู้ปลดปล่อยให้ นอกจากนั้นก็ได้มาจากการที่เราใส่ปุ๋ยเคมีลงไปในดินด้วย

ตารางที่ 8 ค่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)		
	ดินทราย	ดินร่วน	ดินเหนียว
น้อยที่สุด	< 0.045	< 0.024	< 0.032
น้อย	0.045-0.07	0.024-0.038	0.032-0.053
ปานกลาง	0.07-0.10	0.038-0.055	0.053-0.075
มาก	0.10-0.15	0.055-0.081	0.075-0.1
มากที่สุด	> 0.15	> 0.081	> 0.1

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน (Available Phosphorus)

ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดินเป็นธาตุอาหารพืชธาตุหนึ่งที่พืชต้องการเป็นปริมาณมากแต่จะมีอยู่ในดินต่ำมากโดยมีค่าเฉลี่ยเพียง 0.06 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับไนโตรเจนที่มี 0.14 และโพแทสเซียม 0.83 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available phosphorus) เริ่มต้นจากต้นกำเนิดฟอสฟอรัสในดินที่อยู่ในรูปของอนินทรีย์ฟอสฟอรัส (Inorganic phosphorus) เป็นส่วนใหญ่ แหล่งแร่ที่สำคัญของฟอสฟอรัส คือ ฟลูออร์อะพาไทต์ (Fluorapatite) ซึ่งเป็นแร่ที่ไม่ละลาย จึงเป็นแหล่งธาตุฟอสฟอรัสที่พืชใช้ประโยชน์อะไรไม่ได้ในดินอนินทรีย์ (Inorganic soil) ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและพืชสามารถนำไปใช้ได้จะอยู่ในรูปของ Orthophosphate ion คือ $H_2PO_4^-$ และ HPO_4^{2-} ซึ่งจะอยู่รวมเป็นสารประกอบของแคลเซียมที่ละลายได้ แต่สารประกอบดังกล่าวนี้มักมีเป็นส่วนน้อย นอกจากนี้ไอออนของธาตุเหล็ก ธาตุอลูมินัม และแมงกานีสที่มีในแร่ของดินเหนียวจำพวก Aluminosilicate เช่น แร่เคโอลิไนท์ (Kaolinite) ก็มักจะจับยึดธาตุฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดินให้เกิดเป็นสารประกอบของธาตุเหล่านี้กับฟอสฟอรัสในรูปของ Hydroxyl-phosphate ซึ่งไม่ละลาย ถ้า pH ของดินยิ่งต่ำมากเท่าใด การแตกตัวเป็นไอออนของธาตุเหล่านี้ก็จะยิ่งมากขึ้น ปริมาณ $H_2PO_4^-$ ก็จะถูกแปรรูปมากขึ้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชก็จะยิ่งลดน้อยลง ดังนั้น ในดินที่มี pH ต่ำมากๆ ภาวะการขาดธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชจะเกิดมากที่สุด ทั้งนี้การขาดธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์นอกจากจะเกิดมากที่ pH ของดินต่ำมากๆ แล้ว ที่ pH สูงมากกว่า 8.0 ก็อาจเกิดภาวะเดียวกันขึ้นได้ ถ้าในดินมีปริมาณแคลเซียมไอออนสูงก็อาจจะรวมตัวกับไอออนฟอสฟอรัสเกิดเป็นแคลเซียมฟอสเฟตในรูปที่ไม่ละลายขึ้นได้เช่นเดียวกัน

ทั้งนี้ปริมาณฟอสฟอรัสส่วนที่พืชสามารถใช้ประโยชน์ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ 1) pH ของดิน 2) ปริมาณเหล็ก อลูมินัม และแมงกานีสที่ละลายอยู่ในดิน 3) ชนิดและปริมาณของแร่ดินเหนียวที่มีเหล็ก อลูมินัม และแมงกานีสเป็นองค์ประกอบ 4) ปริมาณธาตุแคลเซียม 5) อัตราการสลายตัวของอินทรียวัตถุซึ่งเป็นกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน โดยขึ้นอยู่กับความตื่นตัวของจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในดิน

โดยปัจจัยที่กล่าวถึงทั้งหมดนี้ pH ของดินเป็นปัจจัยที่มีบทบาทมากที่สุดต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัสในดิน

ตารางที่ 9 ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำมาก	< 3
ต่ำ	3-10
ปานกลาง	10-15
สูง	15-25
สูงมาก	> 25

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดิน (Available Potassium)

ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดินเป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการปริมาณมากและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช ในกิจกรรมสร้างและเคลื่อนย้ายน้ำตาล การสังเคราะห์แสงและการหายใจ รวมไปถึงกลไกอื่นๆ โพแทสเซียมในดินมีอยู่ในรูปต่อไปนี้ คือ 1) รูปของไอออนอิสระในสารละลายดิน (Soluble K^+) 2) รูปของไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K^+) โดยอยู่ที่ผิวของแร่ดินเหนียวและบางส่วนมีอยู่ที่อินทรียวัตถุ 3) รูปที่ถูกจับยึดไว้ชั่วคราวระหว่างชั้นของแร่ดินเหนียวจำพวกอิลไลท์ (Illite) และมอนต์โมริลโลไนท์ (Montmorillonite) และ 4) องค์ประกอบของแร่ปฐมภูมิและแร่ทุติยภูมิ (Primary minerals และ Secondary minerals)

โพแทสเซียมในดินรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ คือ Exchangeable K^+ และ Soluble K^+ สำหรับ Soluble K^+ นั้น พืชสามารถดูดไปใช้ประโยชน์ได้ง่ายแต่เนื่องจากปริมาณน้อยมากจึงไม่ค่อยนำมาใช้ในการประเมินปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียมในดินในรูปต่างๆ จะสมดุลกันอยู่เสมอ กล่าวคือเมื่อรากพืชดูด Exchangeable K^+ (Readily Available K) ไปใช้ประโยชน์อยู่เสมอจนมีระดับต่ำมาก โพแทสเซียมในดินที่ถูกตรึงไว้จะถูกปลดปล่อยออกมาอยู่ในรูป Readily Available ซึ่งการปลดปล่อยนี้จะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดของ Soil colloid และความชื้นของดิน เป็นต้น ส่วนใหญ่โพแทสเซียมในดินจะอยู่ในแร่ปฐมภูมิที่ไม่ใช่แร่ดินเหนียว ได้แก่ Mica และ Feldspars เป็นต้น โพแทสเซียมส่วนนี้จะมีปริมาณ 1-2 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณธาตุโพแทสเซียมทั้งหมด (Total K) ของดิน และจะมีประโยชน์ต่อพืชก็ต่อเมื่อ แร่เหล่านี้สลายตัวและปลดปล่อยโพแทสเซียมออกมา ปริมาณโพแทสเซียมในดินที่มีอยู่รองลงมาจะอยู่ในรูปของไอออนที่แลกเปลี่ยนได้ (Exchangeable K^+) มีตั้งแต่น้อยกว่า 100 ppm ไปจนถึง มากกว่า 1,000 ppm ส่วนโพแทสเซียมที่อยู่ในรูปไอออนอิสระที่มีอยู่ในสารละลายดิน (Soluble K^+) มีอยู่ในปริมาณน้อยมาก ประมาณ 2-3 ppm เท่านั้น (Pratt, 1965)

โพแทสเซียมเป็นธาตุอาหารที่ถูกชะล้างได้ง่าย โดยเฉพาะในดินแถบศูนย์สูตรที่มีการสลายตัวสูง เนื่องจากแร่ดินเหนียวที่พบในดินแถบนี้เป็นชนิดที่มีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุธาตุต่ำ ในดินที่มีระดับ pH ต่ำหรือเป็นกรด โพแทสเซียมจะถูกชะล้างมากขึ้น การยกระดับ pH ให้สูงขึ้นช่วยให้การถูกชะล้างลดลง (Buckman และ Brady, 1959) อย่างไรก็ตาม ในดินที่มีปริมาณ $CaCO_3$ สูงความเป็นประโยชน์ของธาตุโพแทสเซียมต่อพืชจะลดลงเนื่องจากบางส่วนจะถูกตรึงเอาไว้ ดังนั้นการใช้ปูนเพื่อยกระดับ pH ของดิน จะต้องคำนึงถึงเรื่องของความไม่เป็นประโยชน์ด้วยเช่นกัน

ตารางที่ 10 ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำมาก	< 30
ต่ำ	30-60
ปานกลาง	60-90
สูง	90-120
สูงมาก	> 120

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าปริมาณแคลเซียมของดิน (Calcium: Ca)

ค่าปริมาณแคลเซียมของดินเป็นธาตุอาหารที่พืชนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต โดยแคลเซียมเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ และโครงสร้างที่สำคัญในลำต้น กิ่ง ใบ และมีหน้าที่ควบคุมการละลายของเกลือและความสมดุลของกรดอินทรีย์ต่างๆ ในเซลล์ ช่วยเรื่องการงอกของเมล็ด การเจริญเติบโตของส่วนยอด ส่วนที่ยังอ่อนของพืช รวมทั้งปลายราก ช่วยควบคุมการดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมและแมกนีเซียม ทั้งยังช่วยส่งเสริมการนำธาตุไนโตรเจนจากดินมาใช้ให้เป็นประโยชน์มากขึ้น และในบางกรณีที่พืชอาจได้รับสารซึ่งเป็นพิษมากเกินไป เช่น พวกกรดอินทรีย์ต่างๆ หรือมีธาตุทองแดงในพืชมาก พิษนั้นจะหายไปเมื่อพืชมีปริมาณธาตุแคลเซียมเพียงพอ มีฮอร์โมนพืชบางอย่าง เช่น พวกออกซิน เมื่อมีมากเกินไปจะทำให้การขยายตัวของเซลล์พืชผิดปกติ ธาตุแคลเซียมจะเป็นตัวช่วยปรับสภาพความสมดุลของฮอร์โมนนี้ให้พอดีได้ นอกจากนี้แคลเซียมยังมีส่วนในการเคลื่อนย้ายและเก็บรักษาคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนไว้ในพืช เพื่อนำไปใช้ในการสร้างผลและเมล็ดต่อไป แคลเซียมเป็นธาตุอาหารพืชที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ในพืช เพราะฉะนั้นอาการขาดแคลเซียมจึงมักพบในบริเวณยอดและปลายราก โดยพืชที่ขาดธาตุนี้จะส่งผลให้ใบที่เจริญใหม่หงิกงอ ตายอดไม่เจริญ อาจมีจุดดำที่เส้นใบ รากสั้น ผลแตก และมีคุณภาพไม่ดี

ตารางที่ 11 ค่าปริมาณแคลเซียมของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าปริมาณแคลเซียมของดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำมาก	< 400
ต่ำ	400-1,000
ปานกลาง	1,000-2,000
สูง	2,000-4,000
สูงมาก	> 4,000

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าปริมาณแมกนีเซียมของดิน (Magnesium: Mg)

ค่าปริมาณแมกนีเซียมของดินเป็นองค์ประกอบของคลอโรฟิลล์ ส่วนที่เป็นสีเขียวของพืช มีบทบาทสำคัญในการสร้างอาหารและโปรตีนพืช ช่วยระบบการทำงานของเอนไซม์ สร้างและเปลี่ยนไขมัน ช่วยการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในต้นพืชโดยเป็นตัวนำธาตุอาหารฟอสฟอรัสจากส่วนรากไปยังส่วนต่างๆ ของพืช และเป็นตัวควบคุมปริมาณแคลเซียมในพืช นอกจากนี้ แมกนีเซียมยังมีบทบาทเกี่ยวกับปฏิกิริยาของเอนไซม์หลายชนิดที่เกี่ยวข้องในการดำรงชีวิตของพืช ซึ่งพืชจะดูดแมกนีเซียมขึ้นไปใช้ในต้นพืช

หลังจากที่พืชงอกมาแล้ว 5-6 สัปดาห์ แมกนีเซียมจะช่วยเพิ่มให้พืชมีความสามารถในการทนทานต่อสภาพอากาศที่ไม่เหมาะสมและโรคพืชได้ โดยทั่วไปแล้วแหล่งที่มาของแมกนีเซียมมาจากโดโลไมท์ (Dolomite) ซึ่งจะให้แมกนีเซียมอยู่ในรูปของแมกนีเซียม-คาร์บอเนต การเกิดประโยชน์จะขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินและขนาดของเม็ดโดโลไมท์ ปกติแล้วเราใช้โดโลไมท์เพื่อปรับปรุงดิน เพราะโดโลไมท์จะให้แมกนีเซียมแก่พืชช้า เราจึงใช้ลดความเป็นกรดของดินได้ การขาดธาตุแมกนีเซียมจะทำให้ผลผลิตลดลงและต้นพืชทรุดโทรมอย่างเห็นได้ชัด และใบพืชมักมีสีเหลืองซีด สาเหตุที่สำคัญมาจากการที่ปริมาณแมกนีเซียมที่อยู่ในดินถูกชะล้างลึกลงไปเกินกว่าที่รากพืชจะดูดดึงมาใช้ได้ และการที่มีปริมาณธาตุโพแทสเซียมสะสมในดินมากเกินไป ซึ่งการแก้ไข สามารถทำได้โดยการปรับปรุงสภาพดิน ความเป็นกรดด่างของดินให้เหมาะสมต่อการดูดเข้าไปใช้ของพืช และมีการใช้ปุ๋ยโพแทสเซียมที่พอเหมาะ ที่สำคัญก็คือ การฉีดพ่นทางใบด้วยธาตุอาหารเสริม ซึ่งมีธาตุแมกนีเซียมในรูปที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ทันที

ตารางที่ 12 ค่าปริมาณแมกนีเซียมของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าปริมาณแมกนีเซียมของดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ต่ำมาก	< 36
ต่ำ	36-120
ปานกลาง	120-365
สูง	365-1,000
สูงมาก	> 1,000

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (Cation exchange capacity: CEC)

ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) คือ ผลรวมของไอออนที่มีประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้ซึ่งดินหรือดินเหนียวหรือวัสดุอื่นๆ ดูดซับไว้ (คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา, 2541) ปัจจุบันนี้ใช้หน่วย เซนติโมลต่อกิโลกรัม (cmol/kg) ของดิน สารคอลลอยด์ในดินมีทั้งประจุลบและประจุบวก แต่ปกติแล้วจะมีประจุลบมากกว่าประจุบวก ดังนั้นดินทั่วๆ ไปคอลลอยด์ในดินจึงมีประจุรวมเป็นลบ และสามารถดูดประจุบวกได้มากกว่า หากประจุบวกที่เกาะยึดไว้นั้นถูกยึดไม่แข็งแรงนักจะเคลื่อนไหวตลอดเวลาและสามารถแลกเปลี่ยนกับประจุที่อยู่ในสารละลายชั้นนอกได้ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC) ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น 1) ปริมาณและชนิดของอนุภาคดินเหนียว โดยดินเนื้อละเอียดจะมี CEC มากกว่าดินเนื้อหยาบ แต่ถ้าดินมีเนื้อดินเหมือนกันและปริมาณอนุภาคดินเหนียวเท่ากัน แต่มี CEC ต่างกัน แสดงว่ามีชนิดของแร่ดินเหนียวแตกต่างกัน แร่ดินเหนียวมอนต์มอริลโลไนต์มี CEC (80-150 cmol/kg) มากกว่าเคโอลิไนท์ (3-15 cmolkg) 2) นอกจากบรรดาคอลลอยด์ในดินแล้วอินทรียวัตถุมี CEC สูงที่สุดโดยเฉลี่ยแล้วสูงถึง 200 cmol/kg 3) การเปลี่ยนแปลง pH ซึ่งพบว่าประจุลบถาวรของดินไม่เปลี่ยนแปลงในช่วง pH 2.5-5.0 แต่จะเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นในช่วง pH 5.0-7.0 และการแตกตัวเป็นไอออนของกลุ่ม OH^- จะมีเพียงเล็กน้อยที่ pH 6.0 แต่จะมากขึ้นที่ pH 7.0 ดังนั้นค่า CEC ของดินจึงขึ้นอยู่กับ pH ของสารละลายที่ใช้สกัดด้วย

ตารางที่ 13 ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (มิลลิกรัมสมมูลต่อดิน 100 กรัม)
ต่ำมาก	< 3
ต่ำ	3-5
ค่อนข้างต่ำ	5-10
ปานกลาง	10-15
ค่อนข้างสูง	15-20
สูง	20-30
สูงมาก	> 30

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าความเค็มของดิน (Soil salinity)

ในดินมีเกลือที่ละลายได้อยู่หลายชนิด บางชนิดละลายได้ดี เช่น NaCl, $CaCl_2$, $NaHCO_3$, Na_2SO_4 เป็นต้น บางชนิดละลายน้ำได้เพียงบางส่วน เช่น $CaSO_4$ การวัดค่านำไฟฟ้าของดิน จึงเป็นการประเมินปริมาณเกลือที่ละลายได้ของดิน และค่าที่ได้ยังใช้เป็นตัวกำหนดระดับความเค็มของดินด้วย การวัดค่าการนำไฟฟ้าของดินโดยใช้วิธีวัดในสารละลายของดินกับน้ำ อัตราส่วนระหว่างดินต่อน้ำ อาจแตกต่างกันแล้วแต่ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่ง แต่ที่นิยมใช้มักเป็น 1:5 หรือ เรียกว่า EC 1:5 หรือใช้วัดเมื่อทำให้ดินเป็น Saturated Paste แล้ววัดในสารละลายที่สกัดได้เรียกว่า EC extract (EC_e) ซึ่งจะใช้สัดส่วนของดินต่อน้ำเท่าใดก็ตาม จะต้องระบุสัดส่วนนั้นไว้ด้วยทุกครั้งที่รายงานผล EC_e และ EC 1:5 ของตัวอย่างเดียวกันจะให้ค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากปริมาณเกลือที่ละลายออกมาจากดินจะไม่เท่ากัน ในการวัด EC ในอัตราส่วน ดิน:น้ำ 1:5 ปริมาณน้ำที่ออกมากอาจละลายเกลือออกมาได้เกือบหมด แต่ EC_e จะใช้น้ำน้อยกว่าวิธี EC 1:5 ทำให้มีเกลือละลายออกมาได้น้อย ดังนั้น ค่า EC 1:5 เมื่อเทียบกันเป็นความเข้มข้นของเกลือที่ละลายได้ในดินจะมากกว่าที่ได้จาก EC_e โดย ค่า EC_e เป็นค่าที่ได้เมื่อสภาวะของดินต่อน้ำใกล้เคียงกับสภาพการอุ้มน้ำที่ความจุสนาม (Field Capacity) ซึ่งต่างกับค่า EC 1:5 ซึ่งใช้น้ำมากกว่าหลายเท่า ทำให้เปรียบเทียบกับสภาพของดินตามธรรมชาติไม่ได้ ดังนั้น ค่า EC_e จึงมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของพืชมากกว่าค่า EC 1:5 ค่าของ EC ของสารละลายเกลือจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิของสารละลายเพิ่มขึ้น โดยจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส ดังนั้นอุณหภูมิมาตรฐานเมื่อรายงานค่า EC คือ 25 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 14 ค่าความเค็มของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าความเค็มของดิน (เดซิซีเมนต่อเมตร)	ผลต่อการเพาะปลูก
ไม่เค็ม	< 2	ไม่มีผลกระทบต่อพืช
เค็มน้อย	2-4	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่ทนเค็ม
เค็มปานกลาง	4-8	มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด
เค็มมาก	8-16	เฉพาะพืชทนเค็มเท่านั้นจึงเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้
เค็มจัด	> 16	เฉพาะพืชทนเค็มจัดจึงเจริญเติบโตให้ผลผลิตได้

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน (Base Saturation: BS)

ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน (BS) เป็นตัวเลขที่แสดงถึงปริมาณไอออนประจุบวกของธาตุที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง (Base Cations) ที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งหมดที่ดินจับยึด (Hold) ไว้ได้คิดเทียบจากค่า CEC ของดินนั้น แสดงค่าเป็นร้อยละหรือเปอร์เซ็นต์ ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน สามารถบ่งชี้ได้ว่าดินนั้นๆ มีระดับความอุดมสมบูรณ์อยู่ในเกณฑ์ใด และเมื่อพูดถึงไอออนประจุบวกของธาตุที่มีปฏิกิริยาเป็นด่างและแลกเปลี่ยนได้ ตามปกติจะหมายถึง Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} และ Na^{+} เนื่องจากเป็นไอออนที่มีมากในดิน

การหาเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างใช้วิธีคำนวณจากผลรวมของจำนวนไอออนประจุบวกที่เป็นด่างที่แลกเปลี่ยนได้ทั้งหมด หารด้วยค่า CEC ของดินนี้

$$\text{\% Base saturation (BS)} = \frac{\text{ผลรวมของจำนวนไอออนประจุบวกที่แลกเปลี่ยนได้}}{\text{ค่า CEC ของดิน}} \times 100$$

จากความสัมพันธ์นี้จะเห็นได้ว่า ถ้าดินยิ่งมีเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวด้วยไอออนประจุบวกของธาตุที่มีปฏิกิริยาเป็นด่าง (Base Cations) ที่แลกเปลี่ยนได้สูงก็แสดงว่า ดินนั้นย่อมมีโอกาสที่จะให้แร่ธาตุอาหารแก่พืชสูง ด้วยเหตุนี้ เปอร์เซ็นต์ Base saturation จึงเกี่ยวข้องกับความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยตรง ซึ่งจะมีค่ามากน้อยเท่าใดขึ้นกับชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว (Clay Minerals) วัตถุต้นกำเนิดดิน และปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Tisdale และ Nelson, 1968) นอกจากนี้ เปอร์เซ็นต์ Base Saturation ยังมีความสัมพันธ์โดยตรงกับ pH ของดินโดยเฉพาะในเขตพื้นที่ที่มีการชะล้างสูง การชะล้างจะทำให้ดินสูญเสีย Cations ต่างๆ ไป ทำให้ปริมาณ Cations ของดินลดน้อยลง เหลือปริมาณไอออนของ H^{+} และ Al^{+3} ที่ถูกอนุภาคของดินจับยึดไว้ด้วยแรงของพันธะที่แน่นหนากว่า เป็นเหตุให้ดินเป็นกรดมากขึ้น เปอร์เซ็นต์ Base Saturation ของดินจึงลดลง ในช่วง pH ของดิน 5-6 ทุกๆ ค่า pH ที่เปลี่ยนแปลงไป 0.1 หน่วย เปอร์เซ็นต์ Base Saturation จะเปลี่ยนแปลงไปประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ (Buckman และ Brady, 1959) แสดงว่าถ้าดินมี เปอร์เซ็นต์ Base Saturation เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่ pH 5.5 เมื่อ pH ลดลงเป็น 5.0 ดินเดียวกันนี้จะมีเปอร์เซ็นต์ Base Saturation ลดลงเหลือ เท่ากับ 25 เปอร์เซ็นต์ หรือถ้า pH เพิ่มขึ้นเป็น 6.0 เปอร์เซ็นต์ Base Saturation ของดินจะเพิ่มจาก 50 เปอร์เซ็นต์ เป็น 75 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่า เมื่อปริมาณ H^{+} ที่อยู่ในสารละลายดินลดต่ำลงจะทำให้ปริมาณ Cations สูงขึ้นในทำนองเดียวกันปริมาณไอออนของธาตุอลูมินัมจะเพิ่มขึ้นตามการลดลงของค่า pH ของดิน เช่นเดียวกับ H^{+} การใส่ปูนเพื่อปรับสภาพของดินจึงมีผลทำให้ เปอร์เซ็นต์ Base Saturation สูงขึ้น และปริมาณไฮโดรเจนไอออนและอลูมินัมไอออนลดลง ซึ่งจะมีผลต่อไปถึงการถูกจับยึดของธาตุอื่นๆ เช่น ฟอสฟอรัสลดลง เพิ่มปริมาณส่วนที่พืชสามารถใช้ได้มากขึ้น

ตารางที่ 15 ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน (เปอร์เซ็นต์)
ต่ำ	< 35
ปานกลาง	35-75
สูง	> 75

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density)

ความหนาแน่นของอนุภาคของดิน หมายถึง มวลของดินแห้งต่อหนึ่งหน่วยปริมาตรของส่วนที่เป็นของแข็งของดิน มีหน่วยเป็นหน่วยของมวลต่อหน่วยของปริมาตร เช่น กรัมต่อมิลลิลิตร ปอนด์ต่อลูกบาศก์ฟุต เป็นต้น ความหนาแน่นอนุภาคของดิน เป็นสมบัติของส่วนที่เป็นของแข็งของดิน ซึ่งเป็นของผสมของอินทรียวัตถุและอนินทรียสารต่างๆ สารแต่ละชนิดมีความหนาแน่นไม่เท่ากัน และดินแต่ละชนิดมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน ดังนั้นย่อมมีความหนาแน่นของสารที่เป็นของแข็งไม่เท่ากัน การทราบถึงค่าของความหนาแน่นอนุภาคของดิน สามารถใช้เป็นแนวทางบ่งชี้ว่าดินนั้นมีอินทรียวัตถุน้อยหรือมาก เช่น ดินมีความหนาแน่นอนุภาคต่ำกว่า 2.0 กรัมต่อมิลลิลิตร ย่อมมีอินทรียวัตถุมากอาจเป็นดินอินทรีย์ ถ้าความหนาแน่นอนุภาคมีค่าประมาณ 2.0 กรัมต่อมิลลิลิตร หรือมากกว่า อาจเป็นดินแร่ที่ใช้ในการเกษตรกรรมโดยทั่วไป ซึ่งมีอินทรียวัตถุต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก และถ้าพบว่าความหนาแน่นอนุภาคมากกว่า 3.0 กรัมต่อมิลลิลิตร ขึ้นไป ดินนั้นย่อมประกอบด้วยแร่ที่มีความหนาแน่นสูง เช่น แร่เหล็กต่างๆ นอกจากนี้ค่าของความหนาแน่นอนุภาคยังใช้ในการคำนวณความพรุนทั้งหมดของดินอีกด้วย อย่างไรก็ตามความหนาแน่นรวมของดินเป็นสมบัติที่อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามระดับการอัดตัวของอนุภาคดินและอาจใช้เป็นดัชนีอย่างหนึ่งของระดับการอัดตัวของอนุภาคดินได้ ดินที่มีค่าความหนาแน่นอนุภาคสูงมักเป็นดินที่มีการอัดตัวสูงซึ่งอาจจะเนื่องมาจากน้ำหนักของเครื่องมือที่ใช้ในการเกษตรกรรมและการเหยียบย่ำดินโดยมนุษย์และสัตว์ในขณะที่ทำการเพาะปลูก ทำให้การไชชอนของรากถูกจำกัด รวมทั้งการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างบรรยากาศและดิน ส่งผลให้การหายใจของรากจำกัดไปด้วย

ตารางที่ 16 ค่าความหนาแน่นรวมของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
ต่ำ	< 1.0
ค่อนข้างต่ำ	1.0-1.3
ปานกลาง	1.3-1.4
ค่อนข้างสูง	1.4-1.6
สูง	> 1.6

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน (Permeability)

ค่าความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน ขึ้นอยู่กับช่องว่างในดินซึ่งช่องว่างในดินไม่ใช่เป็นโพรงแยกอยู่โดดๆ ไว้เก็บกักน้ำเหมือนอ่างเก็บน้ำ แต่เป็นช่องเล็กๆ คดเคี้ยวไปมาต่อเนื่องถึงกันระหว่างเม็ดดิน ดังนั้นเมื่อน้ำมีความดันหรือระดับต่างกันระหว่าง 2 จุดในดิน ก็จะมีการไหลของน้ำผ่านช่องว่างเหล่านี้ ความสามารถที่น้ำไหลผ่านดินได้นี้ เรียกว่าความซึมได้ของน้ำในดิน (k) การที่น้ำไหลผ่านไปได้เร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน เช่น ดินกรวด ดินทราย จะยอมให้น้ำซึมผ่านไปได้เร็ว ค่า k จะสูง เรียกดินชนิดนี้ว่าดินที่น้ำสามารถไหลซึมผ่านได้ง่าย (Pervious Soil) ส่วนดินพวกตะกอนทรายหรือดินเหนียว จะยอมให้น้ำไหลซึมผ่านไปได้ช้า ค่า k จะต่ำ เรียกดินชนิดนี้ว่าดินที่น้ำไหลซึมผ่านได้ยาก (Impervious Soil) การที่ดินยอมให้น้ำไหลซึมผ่านได้นี้มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชเศรษฐกิจที่เกี่ยวข้องกับการรั่วซึมของน้ำ การระบายน้ำจากพื้นดิน และการลดระดับน้ำใต้ดินเป็นอย่างมาก ทั้งนี้ค่า k จะขึ้นอยู่กับอิทธิพลต่อไปนี้

ขนาดของเม็ดดิน ค่าความซึมได้ของน้ำในดิน จะเป็นปฏิภาคกับกำลังสองของขนาดประสิทธิผลของเม็ดดิน

สมบัติของของเหลวในช่องว่าง สมบัติของน้ำที่สำคัญที่จะเปลี่ยนแปลงคือความหนืด (Viscosity) ความหนืดของน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นความหนืดจะลดลงทำให้น้ำไหลซึมผ่านได้ง่าย

อัตราส่วนช่องว่างของดิน ดินที่มีส่วนช่องว่างมากน้ำย่อมไหลสะดวกกว่าดินที่มีอัตราส่วนช่องว่างน้อย เช่น ทรายหลวม น้ำย่อมไหลได้สะดวกและเร็วกว่าในทรายอัดแน่น

รูปร่างและการจัดเรียงตัวของช่องว่าง ช่องว่างของดินที่มีรูปร่างและการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบเป็นแถวเป็นแนวในทิศทางการไหลของน้ำ น้ำย่อมไหลได้สะดวกและเร็วกว่าในช่องว่างของดินที่มีรูปร่างและการจัดเรียงตัวแบบระเกะระกะสลับซับซ้อนและคดเคี้ยวไปมา

ระดับความอิ่มตัว ในดินที่ไม่อิ่มตัว ช่องว่างจะมีฟองอากาศอยู่ด้วยซึ่งจะคอยกั้นการไหลของน้ำทำให้น้ำไหลซึมผ่านไม่สะดวก ดังนั้นถ้าระดับความอิ่มตัวของดินเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ค่าความซึมได้ของน้ำในดินเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 17 ค่าความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน

ระดับชั้นข้อมูล	ค่าความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน (เซนติเมตรต่อชั่วโมง)
ช้ามาก	< 0.125
ช้า	0.125-0.5
ค่อนข้างช้า	0.5-2.0
ปานกลาง	2.0-6.25
ค่อนข้างเร็ว	6.25-12.5
เร็ว	12.5-25.0
เร็วมาก	> 25.0

ที่มา: บัณฑิต และ คำรณ, 2542

- ค่าปริมาณความต้องการปูนของดิน (Lime Requirement: LR)

ค่าปริมาณความต้องการปูนของดิน (LR) หมายถึง ปริมาณ $CaCO_3$ บริสุทธิ์ มีหน่วยเป็นกิโลกรัมต่อไร่ ที่ใส่ลงในดินต่อหน่วยพื้นที่แล้วทำให้ pH ของดินเพิ่มขึ้นถึงระดับที่ต้องการ (ปกติถ้าไม่ระบุว่าเป็นระดับ pH ใดจะหมายถึง pH 7) การวิเคราะห์ความต้องการปูนในห้องปฏิบัติการนั้น ปริมาณของปูนที่จะต้องใส่โดยมากเมื่อนำไปใส่ในพื้นที่แล้วจะไม่สามารถยกระดับ pH ได้ตามที่วิเคราะห์ได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากปัจจัยต่างๆ เช่น ปูนถูกน้ำชะล้างไปบ้าง ทำปฏิกิริยากับน้ำชลประทานหรือน้ำฝนที่มีปฏิกิริยาเป็นกรด หรือถ้าใส่ในดินเปรี้ยวจัด (Acid sulfate soil) ปูนจะต้องสะเทินกรดซัลฟูริกที่ออกมาจากแร่ไพไรต์ที่อยู่ในดินที่มีปฏิกิริยาออกซิเดชั่นกับอากาศอีกด้วย ซึ่งต่างประเทศได้กำหนดค่าหนึ่งคือ Liming Factor เท่ากับ 1.5 ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการทดลองโดยนำไปคูณกับจำนวนปูนที่ได้จากการทดลองแล้วทำให้ได้ปริมาณปูนที่ใส่ในพื้นที่จริง เพื่อยกระดับ pH ของดินให้สูงขึ้นตามระดับที่ต้องการ (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2535) ปัจจุบันประเทศไทยใช้ค่า Liming Factor เท่ากับ 1.5 คูณกับปริมาณอลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้เป็นค่าความต้องการปูนจริงๆ ที่ใช้ในพื้นที่ดินเปรี้ยวจัดภาคกลางและ Liming Factor เท่ากับ 2 สำหรับดินเปรี้ยวจัดภาคใต้ แล้วสามารถยกระดับ pH ให้สูงขึ้นถึงระดับที่ต้องการ

ตารางที่ 18 ค่าปริมาณความต้องการปูนของดิน

ระดับความเป็นกรดด่าง	ค่า pH	ความต้องการปูน (กิโลกรัมต่อไร่) ภาคกลาง,ตะวันออก,ตะวันตก,ใต้	ความต้องการปูน (กิโลกรัมต่อไร่) ภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือ
กรดจัดมาก	<4.5	1,000-2,300	200-460
กรดรุนแรงมาก	4.5-5.0	600-1,000	120-200
กรดรุนแรง	5.0-5.5	270-600	54-120
กรดปานกลาง	5.5-6.0	70-270	14-54
กรดเล็กน้อย	6.0-6.5	ไม่ต้องใช้ปูน	ไม่ต้องใช้ปูน
เป็นกลาง	6.5-7.3	ไม่ต้องใช้ปูน	ไม่ต้องใช้ปูน
ด่างอย่างน้อย	7.3-7.8	ไม่ต้องใช้ปูน	ไม่ต้องใช้ปูน
ด่างปานกลาง	7.8-8.4	ไม่ต้องใช้ปูน	ไม่ต้องใช้ปูน
ด่างรุนแรงมาก	8.4-9.0	ไม่ต้องใช้ปูน	ไม่ต้องใช้ปูน

ที่มา: อรรถ และคณะ, 2548

การประเมินพื้นที่เสี่ยงภัยของประเทศไทย

อุทกภัย คือ ภัยหรืออันตรายที่เกิดจากน้ำท่วม หรืออันตรายอันเกิดจากสภาวะที่น้ำไหลเอ่อล้นฝั่งแม่น้ำ ลำธาร หรือทางน้ำ เข้าท่วมพื้นที่ซึ่งโดยปกติแล้วไม่ได้อยู่ใต้ระดับน้ำ หรือเกิดจากการสะสมน้ำบนพื้นที่ซึ่งระบายออกไม่ทัน ทำให้พื้นที่นั้นปกคลุมไปด้วยน้ำ โดยทั่วไปแล้วอุทกภัยมักเกิดจากน้ำท่วม ซึ่งสามารถแบ่งเป็นลักษณะใหญ่ๆ ได้ 2 ลักษณะ คือ

- น้ำท่วมขัง น้ำล้นตลิ่ง เป็นสภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นเนื่องจากระบบระบายน้ำไม่มีประสิทธิภาพ มักเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำและบริเวณชุมชนเมืองใหญ่ๆ มีลักษณะค่อยเป็นค่อยไป ซึ่งเกิดจากฝนตกหนัก ณ บริเวณนั้นๆ ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน หรือเกิดจากสภาวะน้ำล้นตลิ่ง น้ำท่วมขังส่วนใหญ่จะเกิดบริเวณท้ายน้ำและมีลักษณะแผ่เป็นบริเวณกว้างเนื่องจากไม่สามารถระบายได้ทัน ความเสียหายจะเกิดกับพืชผลทางการเกษตรและอสังหาริมทรัพย์เป็นส่วนใหญ่ สำหรับความเสียหายอื่นๆ มีไม่มากนักเพราะสามารถเคลื่อนย้ายไปอยู่ในที่ที่ปลอดภัย

- น้ำท่วมฉับพลัน เป็นภาวะน้ำท่วมที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลันในพื้นที่ เนื่องจากฝนตกหนักในบริเวณพื้นที่ซึ่งมีความชันมาก และมีสมบัติในการกักเก็บหรือการต้านน้ำน้อย เช่น บริเวณต้นน้ำซึ่งมีความชันของพื้นที่มาก พื้นที่ป่าถูกทำลายไปทำให้การกักเก็บหรือการต้านน้ำลดน้อยลง บริเวณพื้นที่ถนนและสนามบิน เป็นต้น หรือเกิดจากสาเหตุอื่นๆ เช่น เขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำพังทลาย น้ำท่วมฉับพลันมักเกิดขึ้นหลังจากฝนตกหนักไม่เกิน 6 ชั่วโมง และมักเกิดขึ้นในบริเวณที่ราบระหว่างหุบเขา ซึ่งอาจจะไม่มีฝนตกหนักในบริเวณนั้นมาก่อนเลยแต่มีฝนตกหนักมากบริเวณต้นน้ำที่อยู่ห่างออกไป เนื่องจากน้ำท่วมฉับพลันมีความรุนแรงและเคลื่อนที่ด้วยความรวดเร็วมากโอกาสที่จะป้องกันและหลบหนีจึงมีน้อย ดังนั้นความเสียหายจากน้ำท่วมฉับพลันจึงมีมากทั้งแก่ชีวิตและทรัพย์สิน

สาเหตุของการเกิดอุทกภัย มีดังนี้

จากธรรมชาติ

- ฝนตกหนักจากพายุหรือพายุฝนฟ้าคะนอง เป็นพายุที่เกิดขึ้นติดต่อกันเป็นเวลาหลายชั่วโมง มีปริมาณฝนตกหนักมากจนไม่อาจไหลลงสู่ต้นน้ำลำธารได้ทันจึงท่วมพื้นที่ที่อยู่ในที่ต่ำ มักเกิดในช่วงฤดูฝนหรือฤดูร้อน

- ฝนตกหนักจากพายุหมุนเขตร้อน เมื่อพายุนี้ประจำอยู่ที่แห่งใดแห่งหนึ่งเป็นเวลานานหรือแทบไม่เคลื่อนที่ จะทำให้บริเวณนั้นมีฝนตกหนักติดต่อกันตลอดเวลา ยิ่งพายุมีความรุนแรงมาก เช่น มีความรุนแรงขนาดพายุโซนร้อนหรือไต้ฝุ่น เมื่อเคลื่อนตัวไปถึงที่ใดก็ทำให้ที่นั้นเกิดพายุลมแรง ฝนตกหนักเป็นบริเวณกว้างและมีน้ำท่วมขัง นอกจากนี้ถ้าความถี่ของพายุที่เคลื่อนที่เข้ามาหรือผ่านเกิดขึ้นต่อเนื่องกัน ถึงแม้จะในช่วงสั้นแต่ก็ทำให้น้ำท่วมเสมอ

- ฝนตกหนักในป่าบนภูเขา ทำให้ปริมาณน้ำบนภูเขาหรือแหล่งต้นน้ำมาก มีการไหลเชี่ยวอย่างรุนแรงลงสู่ที่ราบเชิงเขา เกิดน้ำท่วมขึ้นอย่างกะทันหัน เรียกว่าน้ำท่วมฉับพลัน เกิดขึ้นหลังจากที่มีฝนตกหนักในช่วงระยะเวลาสั้นๆ หรือเกิดก่อนที่ฝนจะหยุดตก มักเกิดขึ้นในลำธารเล็กๆ โดยเฉพาะตอนที่อยู่ใกล้ต้นน้ำของบริเวณลุ่มน้ำ ระดับน้ำจะสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว จังหวัดที่อยู่ใกล้เคียงกับเทือกเขาสูง เช่น จังหวัดเชียงใหม่ เป็นต้น

- ผลจากน้ำทะเลหนุน ในระยะที่ดวงอาทิตย์และดวงจันทร์อยู่ในแนวที่ทำให้ระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด น้ำทะเลจะหนุนให้ระดับน้ำในแม่น้ำสูงขึ้นอีกมาก เมื่อประจวบกับระยะเวลาที่น้ำป่าและจากภูเขาไหลลงสู่แม่น้ำ ทำให้น้ำในแม่น้ำไม่อาจไหลลงสู่ทะเลได้ ทำให้เกิดน้ำเอ่อล้นตลิ่งและท่วมเป็นบริเวณกว้างยิ่งถ้ามีฝนตกหนักหรือมีพายุเกิดขึ้นในช่วงนี้ ความเสียหายจากน้ำท่วมชนิดนี้จะมีมาก

- ผลจากลมมรสุมมีกำลังแรง มรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นมรสุมที่พัดพาความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียเข้าสู่ประเทศไทย ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม เมื่อมีกำลังแรงเป็นระยะเวลาหลาย วัน ทำให้เกิดคลื่นลมแรง ระดับน้ำในทะเลตามขอบฝั่งจะสูงขึ้น ประกอบกับมีฝนตกหนักทำให้เกิดน้ำท่วมได้ ยิ่งถ้ามีพายุเกิดขึ้นในทะเลจีนใต้ก็จะยิ่งเสริมให้มรสุมดังกล่าวมีกำลังแรงขึ้นอีก ส่วนมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดจากประเทศจีนเข้าสู่ไทย ปะทะขอบฝั่งตะวันออกของภาคใต้ มรสุมนี้มีกำลังแรงเป็นครั้งคราว เมื่อบริเวณความกดอากาศสูงในประเทศจีนมีกำลังแรงขึ้นจะทำให้มีคลื่นค่อนข้างใหญ่ในอ่าวไทยและระดับน้ำทะเลสูงกว่าปกติ บางครั้งทำให้มีฝนตกหนักในภาคใต้ ตั้งแต่จังหวัดชุมพร ลงไปทำให้เกิดน้ำท่วมเป็นบริเวณกว้าง

- ผลจากแผ่นดินไหวหรือภูเขาไฟระเบิด เมื่อเกิดแผ่นดินไหว หรือภูเขาไฟบนบกและภูเขาไฟใต้น้ำระเบิด เปลือกของผิวโลกบางส่วนจะได้รับความกระทบกระเทือนต่อเนื่องกัน บางส่วน

ของผิวโลกจะสูงขึ้น บางส่วนจะยุบลง ทำให้เกิดคลื่นใหญ่ในมหาสมุทรซัดขึ้นฝั่ง เกิดน้ำท่วมตามหมู่เกาะและเมืองตามชายฝั่งทะเลได้ เกิดขึ้นบ่อยครั้งในมหาสมุทรแปซิฟิก

จากการกระทำของมนุษย์

- การตัดไม้ทำลายป่า ในพื้นที่เสี่ยงภัยเมื่อเกิดฝนตกหนักจะทำให้อัตราการไหลสูงสุดเพิ่มมากขึ้นและไหลมาเร็วขึ้น เป็นการเพิ่มความรุนแรงของน้ำในการทำลายและยังเป็นสาเหตุของดินถล่มด้วย นอกจากนี้ยังทำให้ดินและรากไม้ขนาดใหญ่ถูกชะล้างให้ไหลลงมาในท้องน้ำ ทำให้ท้องน้ำตื้นเขินไม่สามารถระบายน้ำได้ทันที รวมทั้งก่อให้เกิดความสูญเสียชีวิตและบาดเจ็บของประชาชนทางด้านท้ายน้ำ

- การขยายเขตเมืองรุกล้ำเข้าไปในพื้นที่ลุ่มต่ำ (Flood plain) ซึ่งเป็นแหล่งเก็บน้ำธรรมชาติทำให้ไม่มีที่รับน้ำ ดังนั้นเมื่อน้ำล้นตลิ่งก็จะเข้าไปท่วมบริเวณที่เป็นพื้นที่ลุ่มต่ำซึ่งเป็นเขตเมืองที่ขยายใหม่ก่อน

- การก่อสร้างโครงสร้างขวางทางน้ำธรรมชาติ ทำให้มีผลกระทบต่อการระบายน้ำและก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วม

- การออกแบบทางระบายน้ำของถนนไม่เพียงพอ ทำให้น้ำล้นเอ่อในเขตเมืองทำความเสียหายให้แก่ชุมชนเมืองใหญ่ เนื่องจากการระบายได้ช้ามาก

- การบริหารจัดการน้ำที่ไม่ดีเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดน้ำท่วม โดยเฉพาะบริเวณด้านท้ายเขื่อนหรืออ่างเก็บน้ำ

ดินถล่มหรือโคลนถล่ม คือ การเคลื่อนตัวของมวลดินและหินภายใต้อิทธิพลแรงโน้มถ่วงของโลก สาเหตุหลักของดินถล่มหรือโคลนถล่ม คือ ดินบริเวณนั้นไม่สามารถรับน้ำหนักของตัวเองได้อีกต่อไป ดินถล่มมักเกิดพร้อมกับหรือตามมาหลังจากน้ำป่าไหลหลาก เกิดขึ้นในขณะหรือภายหลังพายุฝนที่ทำให้เกิดฝนตกหนักต่อเนื่องอย่างรุนแรง กล่าวคือ เมื่อฝนตกต่อเนื่อง น้ำซึมลงในดินอย่างรวดเร็ว เมื่อถึงจุดหนึ่งดินจะอิ่มตัวชุ่มด้วยน้ำ ยังผลให้น้ำหนักของมวลดินเพิ่มขึ้นและแรงยึดเกาะระหว่างมวลดินลดลง ระดับน้ำใต้ผิวดินเพิ่มสูงขึ้นทำให้แรงต้านทานการเลื่อนไหลของดินลดลง จึงเกิดการเลื่อนไหลของตะกอนมวลดินและหิน ดังนั้นโอกาสที่เกิดดินถล่มหรือโคลนถล่มจึงมีมากยิ่งขึ้น การเคลื่อนตัวของดินอาจเกิดอย่างช้าๆ หรืออย่างฉับพลัน น้ำหนักของมวลดินที่ถล่มลงมามีกำลังมหาศาลที่ทำลายสิ่งต่างๆ ที่ขวางทางและก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินการเกิดดินถล่มเกิดขึ้นได้หลายลักษณะ

สาเหตุของดินถล่ม/โคลนถล่ม มีดังนี้

จากธรรมชาติ

- ฝนตกหนัก การเกิดดินถล่มในประเทศไทยส่วนใหญ่มักจะมีฝนเป็นปัจจัยเร่งที่สำคัญเสมอ
- การละลายของหิมะจะไปเพิ่มระดับน้ำใต้ผิวดิน และน้ำหนักของดินอย่างรวดเร็ว
- การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำเนื่องจากน้ำขึ้นน้ำลง การลดระดับน้ำในแม่น้ำและอ่างเก็บน้ำ
- การกัดเซาะของดินจากกระแสน้ำในแม่น้ำ ลำธาร หรือจากคลื่นซัดทำให้ความหนาแน่นของมวลดินลดลง
- การผุพังของมวลดินและหิน
- การสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว

- ภูเขาไฟระเบิด ในบริเวณที่ภูเขาไฟยังไม่สงบ เถ้าภูเขาไฟหรือลาวาจะเคลื่อนตัวเป็นมวลดินขนาดใหญ่ที่มีความหนาแน่นต่ำเมื่อเกิดฝนตกหนัก จึงมีโอกาสที่เกิดดินถล่มหรือโคลนถล่ม นอกจากนี้ การเกิดดินถล่มอาจมีสาเหตุจากการเกิดภัยธรรมชาติหลายๆ อย่างในเวลาเดียวกัน ในบางกรณี ภัยธรรมชาติเพียงภัยหนึ่งอาจส่งผลให้เกิดภัยต่างๆ ตามมาได้ ตัวอย่างเช่น แผ่นดินไหวซึ่งทำให้เกิดดินถล่มและเขื่อนแตก ส่งผลให้เกิดน้ำท่วมอย่างรุนแรงในพื้นที่ท้ายน้ำที่มีระดับต่ำกว่า เหตุการณ์ลักษณะเช่นนี้อาจส่งผลกระทบแตกต่างไป จากเหตุการณ์ที่มีสาเหตุการเกิดจากภัยพิบัติเพียงภัยเดียว

จากการกระทำของมนุษย์

- การก่อสร้างในบริเวณเชิงเขาที่ลาดชัน โดยไม่มีการคำนวณด้านวิศวกรรมที่ดีพอ
- การเกษตรในพื้นที่ลาดชันเชิงเขา
- การกำจัดพืชที่ปกคลุมดินและการตัดไม้ทำลายป่า

กิจกรรมเหล่านี้ส่งผลให้พื้นที่ดังกล่าวมีความลาดชันเพิ่มขึ้น เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำผิวดินและเปลี่ยนแปลงระดับน้ำบาดาล ซึ่งอาจก่อให้เกิดดินถล่มหรือโคลนถล่ม การขุดหรือตัดถนนในบริเวณที่ลาดเชิงเขาอาจก่อให้เกิดความชันของพื้นที่มากขึ้น การขุดเหมืองและการระเบิดหินมักจะทำให้ดินมีความลาดชันเพิ่มขึ้น การทำการเกษตรในบริเวณที่ลาดชัน เกษตรกรก็จำเป็นที่จะต้องกำจัดวัชพืชและอาจปรับพื้นที่ให้มีลักษณะขั้นบันได หรือธุรกิจการตัดไม้ทำลายป่า กิจกรรมเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำบริเวณผิวดิน กล่าวคือน้ำจะไหลผ่านหน้าดินอย่างรวดเร็ว และก่อให้เกิดการชะล้างหน้าดินเนื่องจากป่าถูกทำลาย ดินขาดรากไม้ยึดเหนี่ยว นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการไหลของน้ำบริเวณผิวดินยังส่งผลต่อระดับน้ำบาดาลอีกด้วย ในการทำชลประทาน จะมีปริมาณน้ำส่วนหนึ่งที่ซึมออกจากคลองชลประทานและไหลซึมลงไปใต้ดิน ทำให้ระดับน้ำบาดาลเพิ่มสูงขึ้น มวลดินมีน้ำหนักมากขึ้นและอาจเป็นสาเหตุให้เกิดดินถล่มในที่สุด การเพิ่มระดับน้ำบาดาลอาจมีสาเหตุมาจากการรั่วของท่อน้ำ บ่อหรืออ่างเก็บน้ำ หรือการปล่อยน้ำทิ้งจากที่ต่างๆ

ลักษณะพื้นที่ที่มีโอกาสเกิดภัยโคลนถล่มและสัญญาณเตือนภัย

พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดภัยโคลนถล่ม หมายถึง พื้นที่และบริเวณที่อาจจะเริ่มเกิดการเลื่อนไหลของตะกอนมวลดินและหินที่อยู่บนภูเขาสู่ที่ต่ำในลำห้วยและทางน้ำขณะเมื่อมีฝนตกหนักอย่างต่อเนื่อง ลักษณะของพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม มีข้อสังเกตดังนี้

- พื้นที่ตามลาดเชิงเขาหรือบริเวณที่ลุ่มใกล้เชิงเขาที่มีการพังทลายของดินสูง
- พื้นที่เป็นภูเขาสูงชันหรือหน้าผาที่เป็นหินผุพังง่ายและมีชั้นดินหนาจากการผุกร่อนของหิน
- พื้นที่ที่เป็นทางลาดชัน เช่น บริเวณถนนที่ตัดผ่านหุบเขา บริเวณลำห้วย บริเวณเหมืองใต้ดินและเหมืองบนดิน
- บริเวณที่ดินลาดชันมากและมีหินก้อนใหญ่ฝังอยู่ในดิน โดยเฉพาะบริเวณที่ใกล้ทางน้ำ เช่น ห้วย คลอง แม่น้ำ ที่ลาดเชิงเขาที่มีการขุดหรือถม
- สภาพพื้นที่ต้นน้ำลำธารที่มีการทำลายป่าไม้สูง ชั้นดินขาดรากไม้ยึดเหนี่ยว
- เป็นพื้นที่ที่เคยเกิดดินถล่มมาก่อน
- พื้นที่สูงชันไม่มีพืชปกคลุม

- บริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของชั้นดินอย่างรวดเร็วซึ่งมีสาเหตุมาจากการก่อสร้าง
- บริเวณพื้นที่ลาดต่ำแต่ชั้นดินหนาและชั้นดินอิ่มตัวด้วยน้ำมาก

สัญญาณเตือนภัยบอกเหตุดินถล่มในบริเวณพื้นที่ลาดชัน ได้แก่

- มีฝนตกหนักถึงหนักมากตลอดทั้งวัน
- มีน้ำไหลซึมหรือน้ำพุพุ่งขึ้นมาจากใต้ดิน นอกจากนี้อาจจะสังเกตจากลักษณะการอุ้มน้ำของชั้นดิน เนื่องจากเกิดดินถล่ม ดินจะอิ่มตัวด้วยน้ำหรือชุ่มน้ำมากกว่าปกติ
- ระดับน้ำในแม่น้ำลำห้วยเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วผิดปกติ
- สีของน้ำมีสีขุ่นมากกว่าปกติ เปลี่ยนเป็นเหมืองสีดินภูเขา
- มีกิ่งไม้หรือท่อนไม้ไหลมากับกระแสน้ำ
- เกิดช่องทางเดินน้ำแยกขึ้นใหม่หรือหายไปจากเดิมอย่างรวดเร็ว
- เกิดรอยแตกบนถนนหรือพื้นดินอย่างรวดเร็ว
- ดินบริเวณฐานรากของตึก หรือสิ่งก่อสร้างเกิดการเคลื่อนตัวอย่างกะทันหัน
- โครงสร้างต่างๆ เกิดการเคลื่อนหรือดันตัวขึ้น เช่น ถนน กำแพง
- ต้นไม้ เสาไฟ รั้ว หรือกำแพง เอียงหรือล้มลง
- ท่อน้ำใต้ดินแตกหรือหักอย่างฉับพลัน
- ถนนยุบตัวลงอย่างรวดเร็ว
- เกิดรอยแตกร้าวขึ้นที่โครงสร้างต่างๆ เช่น รอยแตกที่กำแพง
- เห็นรอยแยกระหว่างวงกบกับประตู หรือระหว่างวงกบกับหน้าต่างขยายใหญ่ขึ้น

น้ำท่วมและดินถล่ม เป็นกระบวนการทางธรรมชาติของลักษณะทางธรณีวิทยาส่งผลกระทบต่อชีวิต และทรัพย์สินของประชาชน ที่อาศัยอยู่บริเวณท้ายน้ำ และที่อยู่อาศัยบริเวณเชิงเขา หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญและตระหนักถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ควรมีการรวบรวมข้อมูล ศึกษาหาแนวทางป้องกันและแก้ไขผลกระทบอันเนื่องจากน้ำท่วมและแผ่นดินถล่ม ดังนั้น การใช้เครื่องมือสำหรับคาดคะเนความรุนแรงของน้ำท่วมและดินถล่ม โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแบบจำลองทางด้านคณิตศาสตร์ เพื่อประมวลผลข้อมูลต่างๆ และจัดทำแผนที่พื้นที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วมและแผ่นดินถล่มสามารถนำไปวางแผนและจัดการทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อป้องกันและบรรเทาผลเสียที่จะเกิดขึ้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การศึกษาแบบจำลองพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม และดินถล่ม ของประเทศไทย โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์วิเคราะห์ผลร่วมระหว่างพื้นที่กับข้อมูลทางสถิติย้อนหลังสามสิบปีนำมาคำนวณหาค่าความน่าจะเป็น ในการเกิดเหตุการณ์เสี่ยงต่อภัยพิบัติและกำหนดเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยนำไปเตือนภัยให้ประชาชนได้รับทราบทางสื่อต่างๆ จะก่อให้เกิดประโยชน์และลดความสูญเสียได้ในระดับหนึ่ง การทดลองได้นำฐานข้อมูลต่างๆ ในระดับประเทศมาประมวลผลเชิงพื้นที่ร่วมกับการใช้แบบจำลองทาง สถิติโดยวิธี Logistic Regression Analysis และจัดแบ่งพื้นที่เสี่ยงออกเป็นสามลักษณะคือพื้นที่ซึ่งจะพบทั้งสองปัญหาคือทั้งแผ่นดินถล่มและน้ำท่วมในระดับรุนแรงมากที่สุดมีขอบเขตพื้นที่เสี่ยงกว้างถึง 6.03 ล้านไร่ และจากปัญหาแผ่นดินถล่มอย่างเดียวมีพื้นที่เสี่ยงในระดับรุนแรงมากที่สุดสูงถึง 16.32 ล้านไร่ สำหรับปัญหาน้ำท่วมรุนแรงซ้ำซากในระดับรุนแรงมากที่สุดเพียงอย่างเดียวจะมีประมาณ 6.05 ล้านไร่ การทำศึกษา

แบบจำลองเป็นเพียงส่วนหนึ่งที่จะพยายามเตือนภัยเพื่อลดความสูญเสียและเตือนให้ประชาชนตระหนักถึงภัยที่จะก่อความรุนแรงต่อชีวิตและทรัพย์สิน อีกทั้งน่าจะเป็นแนวทางให้ภาครัฐกำหนดพื้นที่ที่คอยเฝ้าระวังและจัดสรรงบประมาณ ในการดำเนินการเตรียมการช่วยเหลือในแผนระยะสั้น และระยะยาวที่จะก่อให้เกิดความสูญเสียในอนาคตต่อไป

ภัยแล้ง คือ ภัยที่เกิดจากการขาดแคลนน้ำในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งเป็นเวลานาน จนก่อให้เกิดความแห้งแล้ง และส่งผลกระทบต่อชุมชน

สาเหตุของการเกิดภัยแล้ง มีดังนี้

จากธรรมชาติ

- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโลก การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล และ ภัยธรรมชาติ เช่น วาตภัย แผ่นดินไหว เป็นต้น

จากการกระทำของมนุษย์

- การทำลายชั้นโอโซน ผลกระทบของภาวะเรือนกระจก การพัฒนาด้านอุตสาหกรรม และการตัดไม้ทำลายป่า

สำหรับภัยแล้งในประเทศไทย ส่วนใหญ่เกิดจากฝนแล้งและฝนทิ้งช่วง ซึ่งฝนแล้งเป็นภาวะปริมาณฝนตกน้อยกว่าปกติหรือฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ฝนแล้งมีความหมายในด้านอุตุนิยมวิทยา: ฝนแล้ง หมายถึง สภาวะที่มีฝนน้อยหรือไม่มีฝนเลยในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งตามปกติควรจะต้องมีฝน โดยขึ้นอยู่กับสถานที่และฤดูกาล ณ ที่นั้นๆ ด้วย

- ด้านการเกษตร: ฝนแล้ง หมายถึง สภาวะการขาดแคลนน้ำของพืช

- ด้านอุทกวิทยา: ฝนแล้ง หมายถึง สภาวะที่ระดับน้ำผิวดินและใต้ดินลดลง หรือน้ำในแม่น้ำลำคลองลดลง

- ด้านเศรษฐศาสตร์: ฝนแล้ง หมายถึง สภาวะการขาดแคลนน้ำ ซึ่งมีผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจในภูมิภาค

ฝนทิ้งช่วง หมายถึง ช่วงที่มีปริมาณฝนตกไม่ถึงวันละ 1 มิลลิเมตร ติดต่อกันเกิน 15 วัน ในช่วงฤดูฝน เดือนที่มีโอกาสเกิดฝนทิ้งช่วงสูงคือ เดือนมิถุนายนและกรกฎาคม ภัยแล้งในประเทศไทยสามารถเกิดใน 2 ช่วง ได้แก่

- ช่วงฤดูหนาวต่อเนื่องถึงฤดูร้อน ซึ่งเริ่มจากครึ่งหลังของเดือนตุลาคมเป็นต้นไป บริเวณประเทศไทยตอนบน (ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออก) จะมีปริมาณฝนลดลง ตามลำดับ จนกระทั่งเข้าสู่ฤดูฝนในช่วงกลางเดือนพฤษภาคมของ ปีถัดไป ซึ่งภัยแล้งลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี

- ช่วงกลางฤดูฝน ประมาณปลายเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม จะมีฝนทิ้งช่วงเกิดขึ้น ภัยแล้งลักษณะนี้จะเกิดขึ้นเฉพาะท้องถิ่นหรือบางบริเวณ บางครั้งอาจครอบคลุมพื้นที่เป็นบริเวณกว้างเกือบทั่วประเทศ

การศึกษาภาวะการเป็นทะเลทรายในประเทศไทยโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดพื้นที่ความเสี่ยงต่อภาวะความเป็นทะเลทราย โดยนำปัจจัยที่เกี่ยวข้องตามคำจำกัดความในอนุสัญญาว่าด้วยการต่อต้านการแปรสภาพเป็นทะเลทราย คือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ปริมาณฝนรวมรายปี, AI-Index, PE-Index, TE-Index และ Length of Growing Period ร่วมกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับดิน ได้แก่ การชะล้างพังทลายของดิน, ดินที่มีปัญหาต่อการทำเกษตรกรรม และการใช้ประโยชน์ที่ดิน นำปัจจัยดังกล่าวมาวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ด้วยระบบสารสนเทศ

ภูมิศาสตร์ พบว่าในประเทศไทยมีพื้นที่ที่มีความเสี่ยงรุนแรงต่อภาวะการเป็นทะเลทราย 7.04 ล้านไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.2 ของพื้นที่ทั้งประเทศ แบ่งออกเป็นพื้นที่ราบ 1.28 ล้านไร่ และพื้นที่สูง 5.76 ล้านไร่ จากสภาพปัญหาของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภาวะความเป็นทะเลทราย จะนำมาประเมินความเสียหายในเรื่องผลผลิตทางการเกษตรที่เกษตรกรจะได้รับ โดยประเมินว่าผลผลิตไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของผลผลิตพืชหลักแต่ละชนิดจะได้รับผลกระทบ ดังนั้นการนำเอาองค์ความรู้และการเผยแพร่ข้อมูลเชิงพื้นที่มาใช้เพื่อเตือนภัยจะสามารถลดระดับความรุนแรงของพื้นที่เสี่ยงภัยต่อภาวะการเป็นทะเลทรายลงได้

ข้อมูลพื้นฐานโปรแกรมที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์และดำเนินงานสำหรับโครงการ

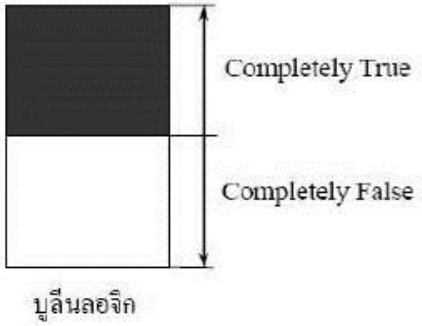
1. กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process : AHP)

การตัดสินใจโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) เป็นวิธีการที่ใช้ในการกำหนดน้ำหนักความสำคัญซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาจาก Thomas L. Saaty ในปี ค.ศ. 1970 เป็นเทคนิคในการตัดสินใจเลือกหรือเรียงลำดับทางเลือกของปัญหาที่ต้องใช้การตัดสินที่ซ้ำซ้อนโดยสร้างรูปแบบการตัดสินใจให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้นและนำข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์สรุปแนวทางเลือกที่เหมาะสม

การดำเนินการของวิธี AHP แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 รูปแบบคือ การวิเคราะห์แบบ Eigenvector และการวิเคราะห์แบบ Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)

การวิเคราะห์แบบ Eigenvector

กระบวนการวิเคราะห์ที่มีการนำปัจจัยมาปฏิสัมพันธ์ซึ่งกัน โดยพิจารณาข้อมูลที่มีลักษณะในรูปแบบของตรรกะจริงเท็จ (Boolean Logic) เชื่อมโยงเป็นโครงข่ายความสัมพันธ์ ซึ่งประกอบด้วยกระบวนการ 3 กระบวนการดังนี้



ภาพที่ 3 ลักษณะข้อมูลแบบตรรกะจริงเท็จ (Boolean Logic)
ที่มา: พยุง, ม.ป.ป.

1) การจัดลำดับชั้นในการวิเคราะห์ (Structuring the Hierarchy)

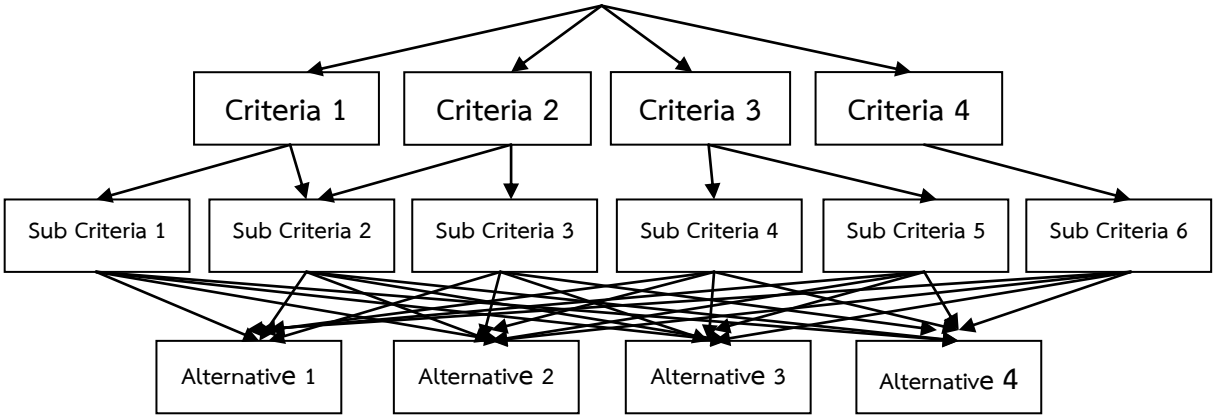
ในการวิเคราะห์เพื่อตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นลำดับชั้นดังนี้คือ เป้าหมาย (Goal) เกณฑ์ (Criteria) เกณฑ์ย่อย (Sub criteria) และทางเลือก (Alternatives) โดยในแต่ละชั้นอาจมีหลายเกณฑ์และในแต่ละเกณฑ์อาจมีหลายเกณฑ์ย่อยก็ได้ ชั้นล่างสุดคือชั้นของทางเลือก ดังภาพที่ 4 ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

ระดับชั้นที่ 1 หรือระดับบนสุด แสดงจุดโฟกัสหรือเป้าหมายของการตัดสินใจ

ระดับชั้นที่ 2 แสดงถึงเกณฑ์การตัดสินใจหลัก ที่มีผลต่อเป้าหมายในการตัดสินใจนั้น

ระดับชั้นที่ 3 ลงมา แสดงถึงเกณฑ์ย่อยของการตัดสินใจ ซึ่งจะมีจำนวนเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับความชัดเจนของเกณฑ์หลัก (อาจไม่จำเป็นต้องมี ถ้าเกณฑ์หลักมีความชัดเจนพอ)

ระดับชั้นที่ 4 หรือระดับชั้นสุดท้าย คือทางเอกที่เราจะนำมาพิจารณาผ่านเกณฑ์การตัดสินใจตามที่เรากำหนดไว้



ภาพที่ 4 ลำดับชั้นในการวิเคราะห์ (Structuring the Hierarchy)

2) การคำนวณหาลำดับความสำคัญ (Calculation of Relative Priority)

เนื่องจากเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจแต่ละเกณฑ์นั้นมีความสำคัญต่อเป้าหมายในการตัดสินใจไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาน้ำหนัก “ความสำคัญ” ของแต่ละเกณฑ์ก่อนที่จะทำการประเมินทางเลือก ในแต่ละชั้นผู้บริหารหรือผู้เชี่ยวชาญหรือผู้เกี่ยวข้องจะเป็นผู้ให้คะแนนความสำคัญหรือความชอบโดยการเปรียบเทียบของ (เกณฑ์หรือทางเลือก) ทีละคู่ (Pairwise Comparison) โดยเริ่มจากชั้นบนลงสู่ชั้นล่างโดยแบ่งระดับความสำคัญหรือความชอบ (AHP Measurement Scale) ออกเป็น 9 ระดับ ดังตารางที่ 20 โดยมีขั้นตอนดังนี้

- สร้างเมทริกซ์เปรียบเทียบเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเป็นคู่

ตารางที่ 19 ตัวอย่างตารางเมทริกซ์ที่ใช้แสดงการเปรียบเทียบคู่ปัจจัย

เกณฑ์ตัดสินใจ		ปัจจัย			
		A1	A2	A3	A4
ปัจจัย	A1	a_{11}	a_{12}	a_{13}	a_{14}
	A2	a_{21}	a_{22}	a_{23}	a_{24}
	A3	a_{31}	a_{32}	a_{33}	a_{34}
	A4	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}

โดยที่ a_{ij} คือ สมาชิกในแถวที่ i หลักที่ j ของเมทริกซ์ หมายถึงผลการเปรียบเทียบความสำคัญระหว่างปัจจัย A_i และ A_j

- กำหนดมาตราส่วนในการวินิจฉัยเปรียบเทียบ

ตารางที่ 20 การเปรียบเทียบความสำคัญหรือความชอบของสองสิ่ง (Pairwise Comparison Scale)

เชิงคุณภาพ	เชิงปริมาณ
เท่ากัน (Equally Preferred)	1
เท่ากันถึงปานกลาง (Equally to Moderately)	2
ปานกลาง (Moderately Preferred)	3
ปานกลางถึงค่อนข้างมาก (Moderately to Strongly)	4
ค่อนข้างมาก (Strongly Preferred)	5
ค่อนข้างมากถึงมากกว่า (Strongly to Very Strongly)	6
มากกว่า (Very Strongly Preferred)	7
มากกว่าถึงมากที่สุด (Very Strongly to Extremely)	8
มากที่สุด (Extremely Preferred)	9

ที่มา: วราวุธ, ม.ป.ป. อ้างถึง Huizingh และ Virolijk, 1994

3) การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency)

การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล (Consistency) ความไม่สมเหตุสมผลหรือข้อผิดพลาดเป็นสิ่งที่สามารถเกิดขึ้นได้ ในการวิเคราะห์เปรียบเทียบเป็นคู่ จึงต้องมีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของข้อมูล โดยการคำนวณอัตราส่วนความไม่คงเส้นคงวา (Inconsistency Ratio: CR) ถ้าค่า CR เท่ากับ 0 แสดงว่าการเปรียบเทียบคู่ของส่วนประกอบมีความคงเส้นคงวาแบบสมบูรณ์ (มีความสมเหตุสมผล) หากค่า CR มากกว่า 0.1 ควรจะต้องดำเนินการเปรียบเทียบใหม่

$$CR = CI/RI$$

เมื่อ CI คือดรรชนีความสมเหตุสมผล (Consistency Index)

CR คือสัดส่วนความสมเหตุสมผล (Consistency Ratio) และ

RI คือดรรชนีค่าสุ่มของความไม่สมเหตุสมผล (Random Inconsistency Index) ขึ้นอยู่กับขนาดของตารางเมทริกซ์ ดังตารางที่ 21

$$CI = (\lambda_{max} - \text{จำนวนคู่ปัจจัย}) / (\text{จำนวนคู่ปัจจัย} - 1)$$

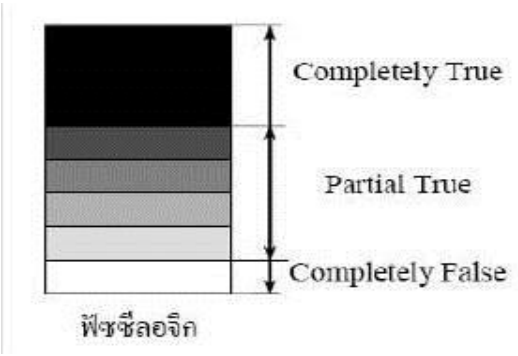
ตารางที่ 21 การเปรียบค่ามาตรฐาน (Random Inconsistency Index: RI)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

ที่มา: Saaty, 1970

การวิเคราะห์แบบ Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP)

กระบวนการวิเคราะห์ที่มีการนำวิธีทางคณิตศาสตร์จำลองความไม่แน่นอนที่อยู่ในรูปแบบของข้อมูลที่มีความคลุมเครือ (Vagueness of Fuzziness) และความไม่แม่นยำ (Impression) ของระบบที่เกี่ยวข้องกับความคิดความรู้สึกของมนุษย์ เมื่อพิจารณาส่วนประกอบต่างๆ ในความไม่แน่นอนเพื่อกำหนดเงื่อนไขในการตัดสินใจ (Decision Making) โดยอาศัยเซตของความไม่เป็นสมาชิก (Set Membership) ซึ่งมีกระบวนการ 3 กระบวนการดังนี้



ภาพที่ 5 ลักษณะข้อมูลแบบคลุมเครือ (Fuzzy Logic)
ที่มา: พยุง, ม.ป.ป.

- ฟัซซิฟิเคชัน (Fuzzification) แปลงข้อมูลที่มีลักษณะ Crisp Data ให้เป็นอินพุต (Input) ของระบบฟัซซี ซึ่งอยู่ในรูปแบบของค่าความเป็นสมาชิก
- การวินิจฉัย (Fuzzy Inference) ประมวลผลและตีความในลักษณะ If Input = ... Then Output = ... ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่เกิดขึ้นก่อน (Antecedent; If Part) และผลที่ตามมา (Consequent; Then Part)
- ดีฟัซซิฟิเคชัน (Defuzzification) เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนที่สองยังเป็นรูปแบบของฟัซซี จึงทำการแปลงค่า Output ให้อยู่ในรูแบบข้อมูลที่มีลักษณะแบบ Crisp ตามเดิม

2. การวิเคราะห์การเลือกพื้นที่โดยใช้ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index)

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) เพื่อประเมินหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียว โดยการกำหนดระดับคะแนนของตัวแปร (ปัจจัย) ซึ่งมีหลายวิธี อาจจะเป็นการกำหนดจากผู้เชี่ยวชาญ การอ้างอิงเอกสารงานวิจัยที่มีอยู่และนำมาปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพของพื้นที่ การกำหนดด้วยวิธีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ สำหรับการศึกษานี้ ใช้การจำแนกระดับความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมเพื่อเลือกพื้นที่เมืองเกษตรสีเขียว โดยทำการให้จำแนกระดับคะแนนของประเภทภายในตัวแปร (ปัจจัย) เพื่อจัดค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land index) โดยใช้วิธีการของ Storie (1978) แล้วทำการแบ่งช่วงของข้อมูลปัจจัยตามระดับความเหมาะสมที่กำหนดไว้ของกรมวิชาการเกษตร โดยแบ่งเป็นข้อมูลที่มีระดับความเหมาะสมดังนี้

- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก (S1)
- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2)
- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อย (S3)
- พื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสม (N)

การประเมินระดับความเหมาะสมของพื้นที่ที่มีศักยภาพจะออกมาในรูปของตัวเลข (numerical approach หรือ parametric approach) โดยใช้ตัวเลขที่แตกต่างกันแทนระดับขีดจำกัดของปัจจัยที่แตกต่างกันของค่า land characteristic ของแต่ละปัจจัยในระดับชั้น (Classes) ตามเค้าโครงของ FAO เพื่อจัดค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land index) โดยใช้วิธีการของ Storie (1978)

ดังสมการ

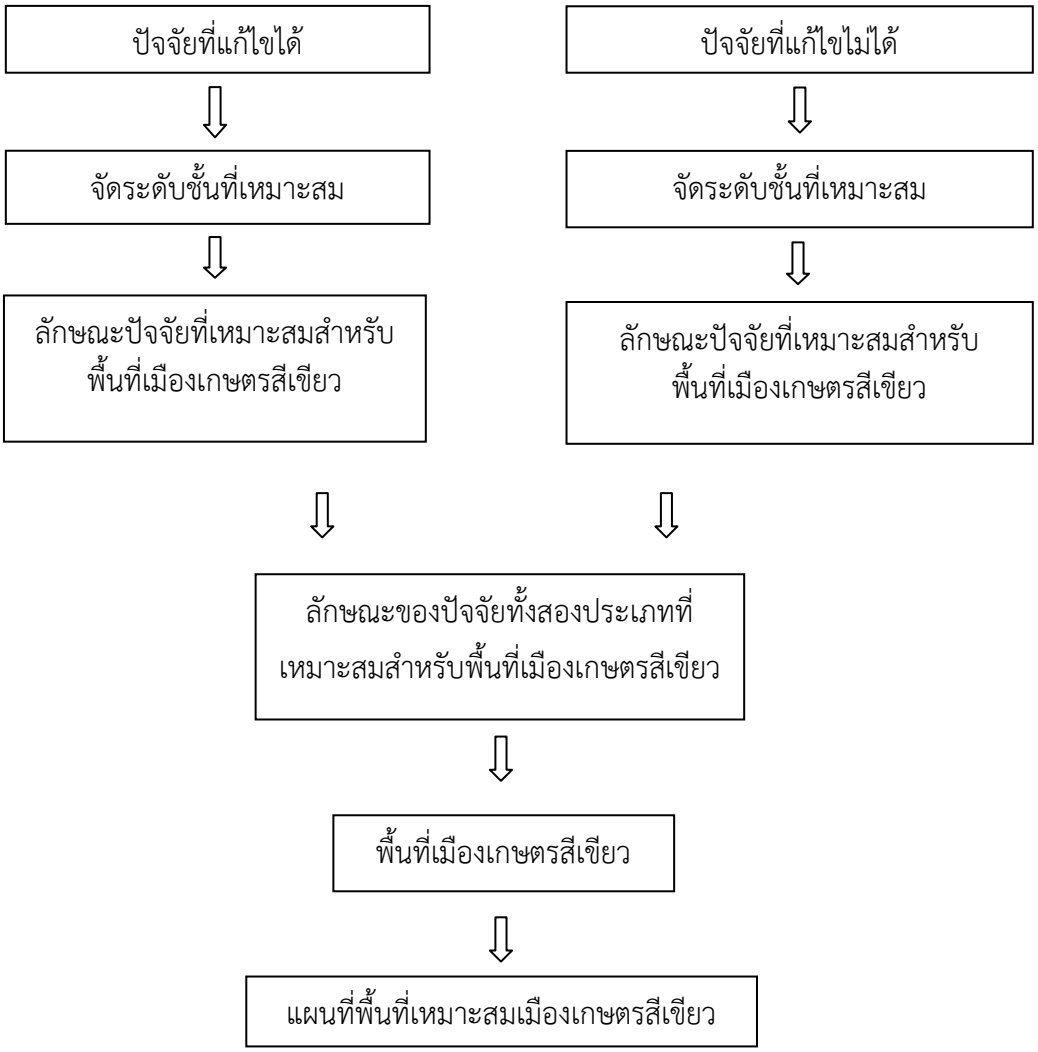
Land index (L.I.) = $A_1 \times A_2/100 \times A_3/100 \times \ldots\ldots\ldots\ldots A_n/100$

โดยที่ $A_1 \ldots\ldots\ldots A_n$ คือ ค่าของตัวเลขที่กำหนดให้แทนระดับขีดจำกัดของแต่ละปัจจัยของ land characteristics

ตารางที่ 22 ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่

ระดับขีดจำกัด	คะแนน	ชั้นความเหมาะสม	ดัชนีความเหมาะสม (Land Index)
0, ไม่มี	100-95	S1	100-75
1, เล็กน้อย	< 95–85		
2, ปานกลาง	< 85–60	S2	75-50
3, รุนแรง	< 60–40	S3	
4, รุนแรงมาก			
- แก้ไขได้	< 40-20	N1	50-25
- แก้ไขไม่ได้	< 20	N2	< 25

ที่มา: นคร และคณะ, 2541



ภาพที่ 6 กรอบแนวคิดหลักการใช้การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ร่วมกับการวิเคราะห์ทางสถิติ

แผนที่แสดงพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียวเป็นแผนที่ซึ่งจะแสดงระดับความเหมาะสมสำหรับในการดำเนินงานเมืองเกษตรสีเขียว โดยได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่เกี่ยวข้องทั้งปัจจัยที่แก้ไขได้ (เคมีและกายภาพดินและคุณภาพน้ำ) และปัจจัยที่แก้ไขไม่ได้ (สภาพภูมิอากาศและพื้นที่เสี่ยงภัยทางการเกษตร) แล้วทำการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial Analysis) ตามเค้าโครงของ FAO เพื่อจัดชั้นความเหมาะสมของพื้นที่

3. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หรือ ระบบ GIS เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยข้อมูลลักษณะต่างๆ ในพื้นที่ที่ทำการศึกษาจะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ

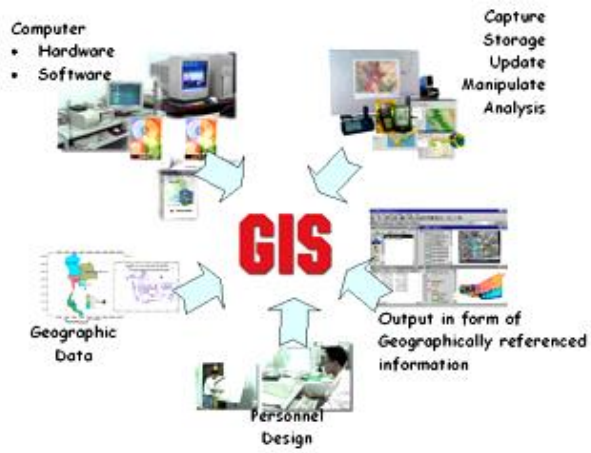
“GIS เป็นระบบของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ และวิธีการที่ออกแบบมาเพื่อการจัดเก็บ การจัดการ การจัดทำ การวิเคราะห์ การทำแบบจำลอง และการแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อ

แก้ปัญหาการวางแผนที่ซับซ้อน และปัญหาในการจัดการ” ซึ่งเป็นคำจำกัดความที่ได้ให้ไว้โดย Federal Interagency Coordinating Committee (1988)

TYDAC Technologies Inc. (1987) ได้ให้คำจำกัดความของ Geographic Information Systems (GIS) หรือระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ไว้ดังนี้ “Geographic Information System are software packages which can be use to create and analyze spatial information. With such systems, maps, air photos and diagrams describing natural and man-made features can be translated into an electronic code which can be recalled, modified and analyzed.”

“ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นระบบโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูลรูปทรงสัณฐานของวัตถุทุกอย่างบนพื้นผิวโลก (Spatial) เกี่ยวกับระบบแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศและแผนผังต่างๆ ของลักษณะภูมิประเทศทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น สิ่งเหล่านี้สามารถแปลความออกมาเป็นรหัสอิเลคโทรนิค ซึ่งเรียกออกมาใช้งาน แก้ไข และวิเคราะห์ข้อมูลได้” แต่จากการสำรวจอัตราส่วนในการนำไปใช้ประโยชน์ถือว่า ประสบผลสำเร็จน้อยมาก (Marble และ Penquet, 1983) ทั้งนี้เนื่องจากมีปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นส่วนใหญ่ และการแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้อง เพราะข้อมูลที่บันทึกไว้อาจผิดพลาดได้ซึ่งเป็นเรื่องของคณิตศาสตร์และซอฟท์แวร์ (ครรชิต, 2529)

อีกความหมายหนึ่งคือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง กระบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟท์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personnel Design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูล ให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือหมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ ในการจัดเก็บ และการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่างๆ บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์ เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ นั้นเอง ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ลักษณะของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ที่มา: หน่วยวิจัยระบบภูมิสารสนเทศเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น, ม.ป.ป.

โปรแกรมที่มีประสิทธิภาพสูง ในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และการจัดการข้อมูลต่างๆ ผู้ใช้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติประเภทต่างๆ และแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกมาในรูปของตาราง หรือแผนภูมิชนิดต่างๆ ได้ทั้งแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ การใช้งานโปรแกรมไม่ซับซ้อน เหมาะสำหรับผู้ใช้ที่ต้องการประมวลผลข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำและรวดเร็ว แต่ก็ยังมีคนอยู่จำนวนไม่น้อยที่ยังมีแนวคิดที่ว่าการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ เป็นเรื่องที่ยากและต้องใช้ความรู้ทางสถิติเป็นอย่างดีบ้าง โอกาสในการนำไปใช้ในการปฏิบัติงานค่อนข้างน้อยบ้าง เนื่องจากการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ไม่จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานทางสถิติเป็นอย่างดีเสมอไป แต่ขอให้มีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการนำเสนอ

ข้อมูลด้วยสถิติเบื้องต้น เช่น ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นต้น โดยส่วนใหญ่แล้วการใช้งานโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ มักจะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัย แต่ก็ไม่เสมอไป กล่าวคือวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตได้เป็นอย่างดี เช่น การทำบัญชีและคำนวณรายรับรายจ่ายในครอบครัว ใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อประเมินการปฏิบัติงานของบุคลากรในหน่วยงาน วิเคราะห์ทัศนคติ และความพึงพอใจต่อสิ่งต่างๆ (จุฬาวลัย และสันติ, 2554)

วัตถุประสงค์คือ เป็นการแบ่งงานออกเป็นสองส่วนใหญ่คือ ส่วนออกแบบกำหนดโครงสร้างตัวแปรและส่วนกำหนดค่าชุดตัวแปร โดยแบ่งออกเป็น 2 มุมมอง ได้แก่

- Variable view เป็นส่วนกำหนดคุณสมบัติของตัวแปร Variable โดยการสร้างและแก้ไขโครงสร้างตัวแปร

Name	Type	Width	Decimals	Label	Values	Missing	Columns	Align	Measure
เพศ	Numeric	8	0		{1, ชาย}...	None	8	Right	Scale
อายุ	Numeric	8	0		{1, ต่ำกว่า30}...	None	8	Right	Scale
ระดับการศึกษา	Numeric	8	0		{1, ประถมศึกษา}...	None	8	Right	Scale

ภาพที่ 8 การกำหนดคุณสมบัติของตัวแปร (Variable view)

Name = กำหนดชื่อตัวแปร
Type = กำหนดชนิดของตัวแปร
Width = กำหนดจำนวนของค่าตัวแปรหรือจำนวนความกว้างของค่าตัวแปร
Decimals = กำหนดจำนวนของจุดทศนิยม
Label = กำหนดชื่อของตัวแปรจะมีผลเมื่อเราออกแบบรายงานเป็นกราฟ
Value = กำหนดค่าตัวแปรโดยมิต้องไปกำหนดที่ Variable view
Missing = กำหนดเมื่อไม่พบค่าตัวแปรของชุดตัวแปรนั้น
Columns = กำหนดความกว้างของช่อง Columns สำหรับกรอกข้อมูล
Align = จัดค่าของชุดตัวแปรให้ชิดซ้าย กลาง หรือ ขวา
Measure = กำหนดมาตราวัดของตัวแปร

- Data view เป็นส่วนกำหนดค่าชุดของตัวแปรในแต่ละชุดหรือ Data entry

เพศ	อายุ	ระดับการศึกษา	ทำนา	ทำไร่	ทำสวน	ปศุสัตว์	ประมง	อื่นๆ
2	4	1	0	0	1	0	0	0
1	3	1	0	0	1	0	0	0
2	4	1	0	0	1	0	0	0
1	3	1	0	0	1	0	0	0
1	3	1	0	0	1	0	0	0

ภาพที่ 9 การกำหนดค่าชุดของตัวแปร (Data view)

3. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา รวบรวม จัดทำฐานข้อมูล และหาพื้นที่เหมาะสมในการดำเนินการโครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดหนองคาย

2. เพื่อเชื่อมโยงและแปลงฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ให้เหมาะสมในการดำเนินการโครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดหนองคาย

บทที่ 2
วิธีการดำเนินการ

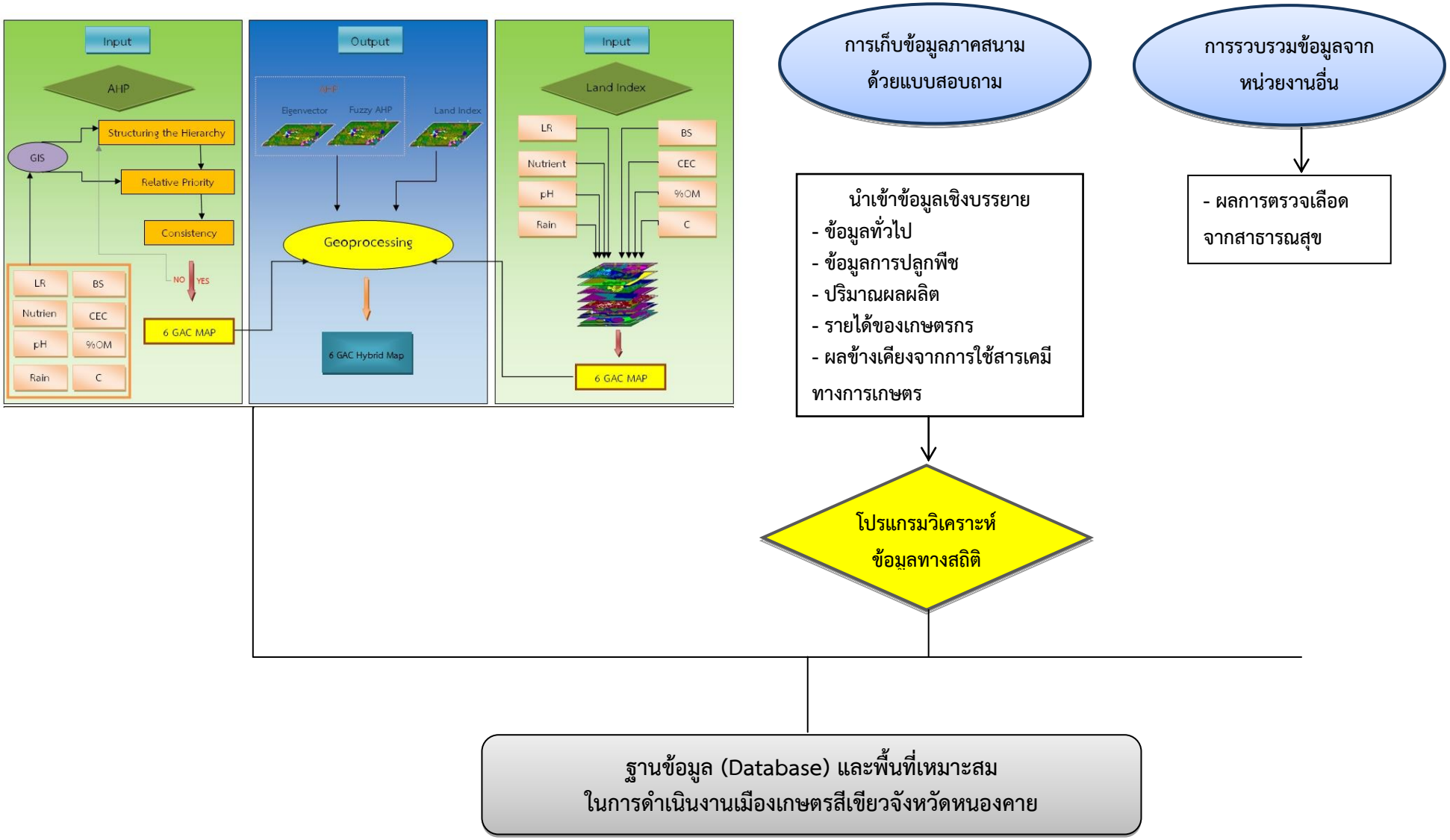
1. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

ในการศึกษา จัดทำฐานข้อมูล (Database) และวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับดำเนินงานเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดหนองคาย การวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมจังหวัดหนองคาย เพื่อพัฒนาให้เป็นพื้นที่เกษตรสีเขียวและเป็นพื้นที่ท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน สามารถหาได้จากสมการดังต่อไปนี้

พื้นที่เกษตรสีเขียว = Organic Farming + GAP + WQI – EIA

กรอบความคิดในการศึกษา วิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดหนองคาย จะพิจารณาจากการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ (Spatial analysis) โดยการนำข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งนำมาจากหน่วยงานราชการต่างๆ ที่ได้จัดทำไว้ ร่วมกับการเตรียมข้อมูลเพิ่มเติมจากข้อมูลที่มีพิกัดภูมิศาสตร์ที่แน่นอน ประกอบด้วยทั้งสิ้นจำนวน 26 ปัจจัย ทั้งปัจจัยทางด้านบวกและทางด้านลบ อาทิเช่น ปริมาณคาร์บอนในดิน (Carbon: C) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter: OM) ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density) ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility) ความต้องการปูน (Lime Requirement) ค่าปฏิกิริยาดิน พื้นที่โรงงานอุตสาหกรรม และพื้นที่เสี่ยงภัยทางการเกษตร เป็นต้น โดยข้อมูลจะถูกเตรียมขึ้นเป็นชั้นข้อมูลทั้งในรูปแบบ Vector และ Raster รวมถึงฐานข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ (Attribute Database) จากนั้นข้อมูลในรูปแบบต่างๆ จะถูกนำเข้าสู่การประมวลผล ซึ่งแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน ได้แก่ กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับ และการวิเคราะห์การเลือกพื้นที่โดยใช้ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ ดังภาพที่ 10

นอกจากนั้นแล้วการรวบรวมข้อมูลจากสาธารณสุขจังหวัดหนองคาย ในด้านข้อมูลผลตรวจเลือดของเกษตรกร เพื่อหาสารพิษตกค้างในเลือด ควบคู่กับการลงพื้นที่สำรวจข้อมูลเกษตรกร การเก็บข้อมูลแบบสอบถาม และการสุ่มเก็บตัวอย่างดิน จะทำให้ทราบถึงข้อมูลทั่วไป ข้อมูลทางด้านอาชีพ ความเจ็บป่วยหรืออาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังการใช้หรือสัมผัสสารเคมีของเกษตรกร แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเพื่อนำมาเปรียบเทียบหาพื้นที่ที่มีความปลอดภัย และพื้นที่มีความเสียงจากการทำเกษตรกรรม



ภาพที่ 10 กรอบแนวคิดหลักการใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้นร่วมกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ในการหาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดหนองคาย

2. ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. รวบรวมข้อมูล

1.1 รวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลทางสถิติ ทั้งในรูปแบบข้อมูลที่เป็นแผนที่ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และข้อมูลดิจิตอลที่มีพิกัดของจุดข้อมูลที่แน่นอนเพื่อนำมาเตรียมข้อมูลในรูประบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ภายในจังหวัดหนองคาย จำนวน 27 ฐานข้อมูล ดังตารางที่ 23 โดยการวิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ใช้ข้อมูล 24 ฐานข้อมูล (ลำดับที่ 1-18) และการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) ใช้ข้อมูล 27 ฐานข้อมูล (ลำดับ ที่ 1-19)

ตารางที่ 23 ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับที่	ข้อมูล	ที่มา	รายละเอียดข้อมูล
1	ค่าปฏิกิริยาดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ ของข้อมูลค่าปฏิกิริยาดินจากจุดเก็บตัวอย่างของกรมพัฒนาที่ดินทั่วประเทศ
2	ปริมาณความต้องการปูน	กองวิเคราะห์ดิน กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลปริมาณความต้องการปูน
3	ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี	กรมอุตุนิยมวิทยา	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ จากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยาทั่วประเทศ
4	ปริมาณคาร์บอนในดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลปริมาณคาร์บอนในดิน
5	ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน	กรมวิชาการเกษตร	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลปริมาณอินทรียวัตถุ
6	ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง	กรมวิชาการเกษตร	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง
7	ความหนาแน่นรวมของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลความหนาแน่นของดิน

ตารางที่ 23 (ต่อ) ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับที่	ข้อมูล	ที่มา	รายละเอียดข้อมูล
8	ปริมาณแคลเซียมในดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลปริมาณแคลเซียมในดิน
9	ปริมาณแมกนีเซียมในดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลปริมาณแมกนีเซียมในดิน
10	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน
11	ค่าความเค็มของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลค่าความเค็มของดิน
12	ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน
13	ปริมาณธาตุอาหารในดิน 3 ฐานข้อมูล (N, P, K)	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน
14	ความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลความในการซาบซึมน้ำของดิน
15	พื้นที่ชลประทาน	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลพื้นที่ชลประทาน
16	พื้นที่เหมาะสมสำหรับเกษตรอินทรีย์	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของพื้นที่เหมาะสมสำหรับเกษตรอินทรีย์
17	จุดที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของโรงงานอุตสาหกรรม

ตารางที่ 23 (ต่อ) ที่มาและรายละเอียดของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ลำดับที่	ข้อมูล	ที่มา	รายละเอียดข้อมูล
18	ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป 5 ฐานข้อมูล (DO, BOD, TCB, FCB และ NH_3-N)	กรมควบคุมมลพิษ	-
19	พื้นที่เสี่ยงภัยทางการเกษตร 3 ฐานข้อมูล (Flood, Drought, Landslide)	กรมพัฒนาที่ดิน	ข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ของข้อมูลพื้นที่เสี่ยงภัยทางการเกษตร

ข้อมูลจากภายนอกกรมพัฒนาที่ดินโดยการขอความร่วมมือจากสาธารณสุขจังหวัดหนองคาย สำหรับข้อมูลผลตรวจเลือดของเกษตรกร เพื่อหาสารพิษตกค้างในเลือด ควบคู่กับการวิเคราะห์ข้อมูลเกษตรกรจากการลงพื้นที่ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

รวมถึงศึกษาการใช้โปรแกรมระบบร่วมตัดสินใจ (รตส.) (เมธี, 2543) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ได้รับการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ในกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น ที่ใช้ในการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย

1.2 ลงพื้นที่สำรวจข้อมูลเกษตรกรโดยการเก็บแบบสอบถาม และสุ่มเก็บตัวอย่างดิน ซึ่งมีข้อมูลในการสอบถาม 3 ส่วน ดังนี้

- ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร
- ข้อมูลทางด้านอาชีพของเกษตรกร
- ความเจ็บป่วยหรืออาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังการใช้หรือสัมผัสสารเคมี

2. เตรียมข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลมาทำการเตรียมข้อมูลให้เป็นชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่จะใช้เป็นฐานข้อมูลในการดำเนินการขั้นต่อไป และตรวจสอบความถูกต้องโดยมีการเตรียมข้อมูลที่สำคัญดังนี้

ข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาดินจากจุดเก็บตัวอย่างดินทั่วประเทศในรูปแบบข้อมูลดิจิตอลเชิงปริมาณพร้อมพิกัดที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ และชั้นข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ปริมาณความต้องการปูน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี ปริมาณคาร์บอนในดิน ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง ความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณแคลเซียมในดิน ปริมาณแมกนีเซียมในดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน ค่าความเค็ม ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ปริมาณธาตุอาหารในดิน และความซาบซึมน้ำของดิน โดยมีการเตรียมข้อมูลที่สำคัญ คือ

ค่าปฏิกิริยาดินมีวิธีการดังนี้

กระจายค่าปฏิกิริยาดินซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการ Interpolate ค่า Moving Average ด้วยวิธีการ Inverse Distance ด้วย Algorithm ของโปรแกรม ILWIS ขนาด Grid Cell 30x30 ตารางเมตร

แปลงข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลแบบ Grid ของโปรแกรม Arcview จะได้แผนที่ค่าปฏิกิริยาดิน (Soil pH Map) เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

แบ่งข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยกระบวนการ Land Index

แบ่งข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดเป็นรายอำเภอเพื่อนำไปวิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP)

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 30 ปี มีวิธีการดังนี้

นำเข้าข้อมูลเชิงปริมาณและพิกัดภูมิศาสตร์แบบ Latitude-Longitude ในฐานข้อมูลตาราง Database File (.DBF)

นำเข้าสู่ชั้นข้อมูล GIS

แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ WGS 1984 UTM Zone 47N

แปลงข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม ILWIS 3.1

กระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการ Interpolation โดยวิธี Moving Average ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบ Inverse Distance ด้วย Algorithm ของโปรแกรม ILWIS 3.1 ที่ขนาด Grid Cell 30x30 ตารางเมตร

แปลงข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลแบบ Grid ของโปรแกรม Arcview เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

แบ่งข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยกระบวนการ Land Index

แบ่งข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดเป็นรายอำเภอเพื่อนำไปวิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP)

ปริมาณความต้องการปูนมีวิธีการดังนี้

นำเข้าข้อมูลเชิงปริมาณและพิกัดภูมิศาสตร์แบบ Latitude-Longitude ในฐานข้อมูลตาราง Database File (.DBF)

นำเข้าสู่ชั้นข้อมูล GIS

แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ WGS 1984 UTM Zone 47N

แปลงข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม ILWIS 3.1

กระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการ Interpolation โดยวิธี Moving Average ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบ Inverse Distance ด้วย Algorithm ของโปรแกรม ILWIS 3.1 ที่ขนาด Grid Cell 30x30 ตารางเมตร

แปลงข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลแบบ Grid ของโปรแกรม Arcview เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

แบ่งข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยกระบวนการ Land Index

แบ่งข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดเป็นรายอำเภอเพื่อนำไปวิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP)

ปริมาณคาร์บอนในดินมีวิธีการดังนี้

นำเข้าข้อมูลเชิงปริมาณและพิกัดภูมิศาสตร์แบบ Latitude-Longitude ในฐานข้อมูลตาราง Database File (.DBF)

นำเข้าสู่ชั้นข้อมูล GIS

แปลงพิกัดภูมิศาสตร์ลงสู่ระบบ WGS 1984 UTM Zone 47N

แปลงข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม ILWIS 3.1

กระจายค่าข้อมูลซึ่งเป็นจุดลงสู่ทุกพื้นที่โดยการ Interpolation โดยวิธี Moving Average ด้วยวิธีการถ่วงน้ำหนักแบบ Inverse Distance ด้วย Algorithm ของโปรแกรม ILWIS 3.1 ที่ขนาด Grid Cell 30x30 ตารางเมตร

แปลงข้อมูลเข้าสู่ฐานข้อมูลแบบ Grid ของโปรแกรม Arcview เพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป

แบ่งข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยกระบวนการ Land Index

แบ่งข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั้งจังหวัดเป็นรายอำเภอเพื่อนำไปวิเคราะห์กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP)

ชั้นข้อมูลอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณอินทรียวัตถุ ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง ความหนาแน่นรวมของดิน ปริมาณแคลเซียมในดิน ปริมาณแมกนีเซียมในดิน ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน และความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน ทำการเตรียมข้อมูลเช่นเดียวกับชั้นข้อมูลข้างต้นรวมถึงตรวจสอบความถูกต้องของชั้นข้อมูลแต่ละชั้นข้อมูล และแก้ไขเพิ่มเติมในส่วนที่มีความผิดพลาด

3. วิเคราะห์ข้อมูล

3.1 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP)

การดำเนินการวิเคราะห์โดย ใช้การเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของปัจจัยซึ่งใช้ปัจจัยจำนวน 26 ปัจจัย ดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น (ข้อที่ 1.1) แล้วกำหนดค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยแล้ววิเคราะห์หาค่าน้ำหนักความสำคัญ ที่ใช้ในการคำนวณทั้งแบบ Eigenvector และแบบ Fuzzy Analytical Hierarchy Process: FAHP สุดท้ายวิเคราะห์ความสมเหตุสมผลของข้อมูล เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าข้อมูลหรือปัจจัยที่ทำการถ่วงน้ำหนักมีความสมเหตุสมผลและยอมรับได้

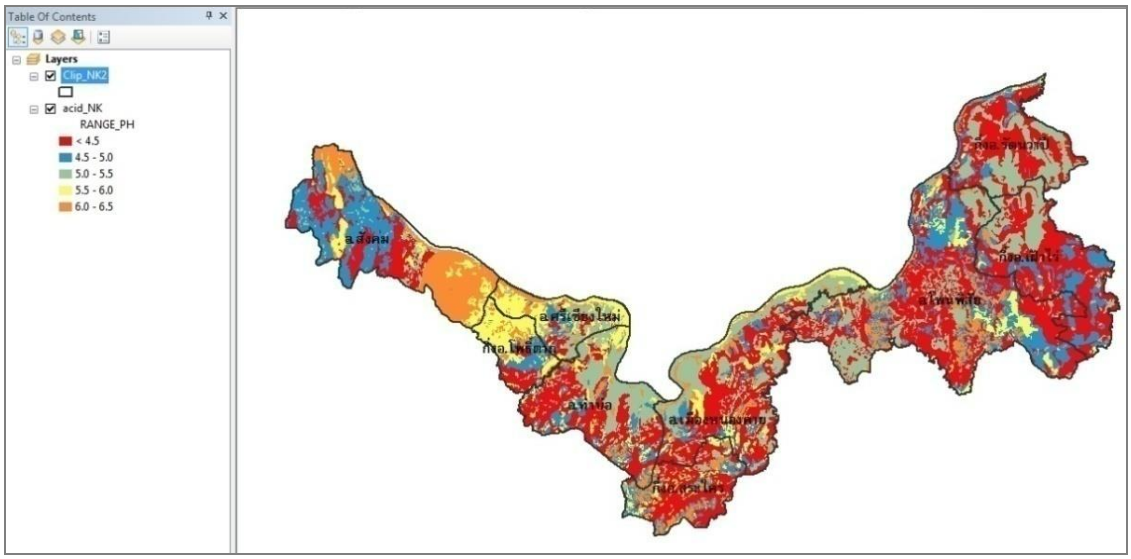
การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการเลือกทางเลือก รวมถึงนำความรู้ด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาเป็นตัวช่วยในการวิเคราะห์ โดยแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การเตรียมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1.1 การเตรียมข้อมูล

ปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย ประกอบด้วยปัจจัยทั้งหมด 24 ปัจจัย ดังตารางที่ 23 (ลำดับที่ 1-18) ในที่นี้ขอแสดงการจัดลำดับชั้น (Class) เพียง 2 ฐานข้อมูล คือ ค่าปฏิกิริยาดินและโรงงานอุตสาหกรรมเป็นตัวอย่างในเบื้องต้น

1) ค่าปฏิกิริยาดิน (Soil Acidity)

เปิดฐานข้อมูล (Database) ในโปรแกรม ArcGIS



ภาพที่ 11 การเลือกค่าของปัจจัยโดยใช้ GIS ช่วยในการเลือกแต่ละอำเภอในจังหวัดหนองคาย

จังหวัดหนองคาย ใช้ฐานข้อมูล ดังภาพที่ 11 ค่าปฏิกิริยาดิน ของจังหวัดหนองคาย ใช้การคัดเลือกพื้นที่โดยพิจารณาจากขนาดของพื้นที่ที่มากที่สุด เป็นหลักเกณฑ์ในการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนช่วงค่า pH ของแต่ละอำเภอ โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เข้ามาช่วยในการเลือกตัวแทน pH ของแต่ละอำเภอโดยการ Summarize พื้นที่ แต่ละช่วงค่าของ pH ในแต่ละอำเภอ ดังภาพที่ 12

RANGE_PH	Count_RANGE_PH	Sum_area_rai
< 4.5	11	218111
4.5 - 5.0	11	110409
5.0 - 5.5	11	112612
5.5 - 6.0	9	32674.2
6.0 - 6.5	10	42600.9

ภาพที่ 12 การ Summarize พื้นที่อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย

จากรูปจะเห็นว่า เมื่อทำการ Summarize พื้นที่อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย แล้วช่วงค่า pH ที่มีพื้นที่มากที่สุดของอำเภอโพนพิสัยคือ pH < 4.5 อยู่ใน Class ที่ 1 เป็นกรดรุนแรงมาก จากนั้นทำการหาเช่นนี้ทุกอำเภอในจังหวัดหนองคาย จะได้ค่า pH ของแต่ละอำเภอ ดังตารางที่ 24

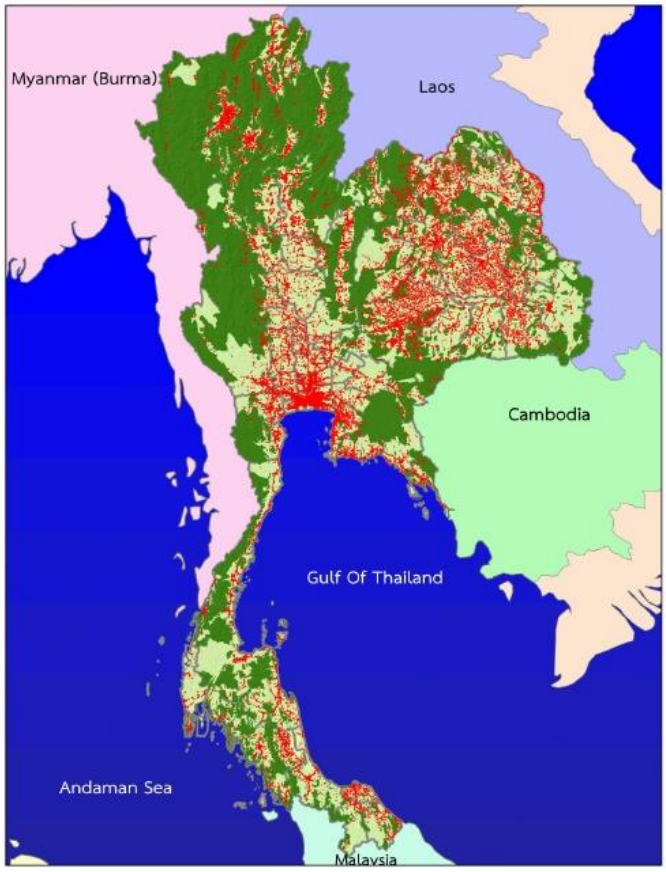
ตารางที่ 24 ค่าปฏิกิริยาดิน จังหวัดหนองคาย

อำเภอ	Class	ช่วง pH	ระดับความเป็นกรด
กิ่งอำเภอเฝ้าไร่	1	< 4.5	กรดรุนแรงมาก
กิ่งอำเภอโพธิ์ตาก	4	5.5-6.0	กรดน้อย
กิ่งอำเภอรัตนวาปี	1	< 4.5	กรดรุนแรงมาก
กิ่งอำเภอสระใคร	1	< 4.5	กรดรุนแรงมาก
ท่าบ่อ	1	< 4.5	กรดรุนแรงมาก
โพนพิสัย	1	< 4.5	กรดรุนแรงมาก
เมืองหนองคาย	1	< 4.5	กรดรุนแรงมาก
ศรีเชียงใหม่	4	5.5-6.0	กรดน้อย
สังคม	2	4.5-5.0	กรดรุนแรง

2) โรงงานอุตสาหกรรม

ในการวิเคราะห์หาทางเลือกหรืออำเภอที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่เมืองเกษตรสีเขียว วิเคราะห์โดยใช้ความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีวิธีการดังนี้

นำเข้า shape file ข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรม ในโปรแกรม ArcGIS



ภาพที่ 13 จุดโรงงานอุตสาหกรรมจำนวน 120,833 จุดของประเทศไทย

เลือกจุดโรงงานอุตสาหกรรมที่มีจุดที่ตั้งอยู่ในจังหวัดหนองคาย ดูจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมในแต่ละอำเภอ แล้วทำการจัดแบ่งระดับชั้น (Classify) โรงงานอุตสาหกรรมโดยพิจารณาจากจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมต่อพื้นที่ (Density) ซึ่งขั้นตอนในการจัดแบ่งระดับชั้นทำได้โดย ใช้ความหนาแน่นสูงสุดที่ได้จากการคำนวณหารด้วยระดับชั้นที่จะทำการแบ่งระดับ

ตารางที่ 25 จำนวน พื้นที่ ความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรมจังหวัดหนองคาย

อำเภอ	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ความหนาแน่น
กิ่งอำเภอสระใคร	6	203.0910	0.0246
สังคม	19	460.7183	0.0412
กิ่งอำเภอรัตนวาปี	24	296.3097	0.0776
กิ่งอำเภอเฝ้าไร่	36	362.5764	0.0993
กิ่งอำเภอโพธิ์ตาก	14	123.8004	0.1131
โพนพิสัย	124	826.2481	0.1501
ท่าบ่อ	105	359.2478	0.2895
ศรีเชียงใหม่	66	153.4463	0.4301
เมืองหนองคาย	212	490.4826	0.4322

จังหวัดหนองคาย มีความหนานแน่นของโรงงานอุตสาหกรรมสูงสุด (D_{max}) อยู่ที่อำเภอเมืองหนองคาย มีความหนาแน่นเท่ากับ 0.4322 โรงงานต่อตารางกิโลเมตร ทำการแบ่งระดับชั้นความหนาแน่นแบ่งเป็น 5 ชั้นดังนี้

D_{max} = 0.4322 โรงงานต่อตารางกิโลเมตร, ระดับชั้น= 5

ดังนั้น ช่วงคะแนนแต่ละช่วง (Class Interval) = 0.4322/5

= 0.0864

ได้ระดับชั้นความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรมของจังหวัดหนองคาย ดังตารางที่ 34

ตารางที่ 26 ระดับชั้นความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม จังหวัดหนองคาย

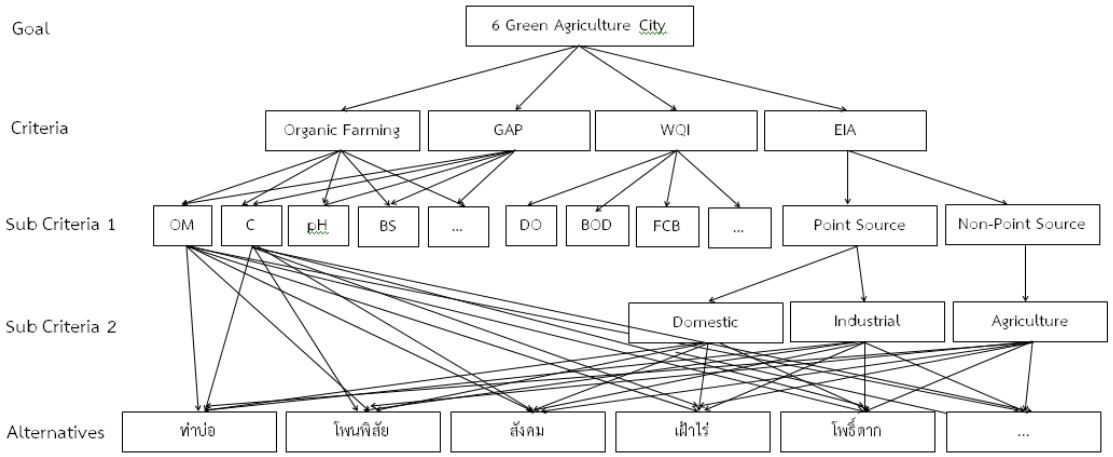
ระดับชั้น	ช่วงชั้นข้อมูล	ความเหมาะสม
1	0-0.0864	น้อยที่สุด
2	0.0865-0.1728	น้อย
3	0.1729-0.2592	ปานกลาง
4	0.2593-0.3456	มาก
5	0.3457-0.4322	มากที่สุด

ทำการเตรียมข้อมูลเช่นเดียวกันนี้ กับปัจจัยที่เหลือของจังหวัดหนองคาย เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ในลำดับต่อไป

3.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูล โดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ซึ่งขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นตอนดังนี้

1) พิจารณาองค์ประกอบของปัญหาและจัดองค์ประกอบของปัญหาออกมาในรูปของแผนภูมิระดับชั้น โดยมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 14 การจัดลำดับชั้นในกระบวนการวิเคราะห์ จังหวัดหนองคาย

2) หาลำดับความสำคัญของปัจจัย โดยทำการเปรียบเทียบองค์ประกอบในแต่ละชั้น ให้ค่าความสำคัญดังตารางที่ 20 การเปรียบเทียบปัจจัยชั้นใดๆ นั้น ในตารางเมทริกซ์จะแสดงคู่เปรียบเทียบความสัมพันธ์ของชั้นถัดไป

จากการกำหนดมาตรฐานดังกล่าว สามารถสร้างเมทริกซ์เปรียบเทียบความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจในชั้นต่าง ๆ ได้ดังนี้

ชั้นแรก เป้าหมาย (Goal) ในที่นี้ จังหวัดหนองคาย ประกอบด้วย หลักเกณฑ์จำนวน 4 หลักเกณฑ์ ได้แก่ Organic Farming GAP WQI และ EIA

ตารางที่ 27 ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบประเภทหลักเกณฑ์หลัก (ปัจจัยหลัก)

เป้าหมายการตัดสินใจ	หลักเกณฑ์ (ปัจจัย)			
	Organic Farming	GAP	WQI	EIA
Organic Farming	1	5	6	9
GAP	1/5	1	2	6
WQI	1/6	1/2	1	3
EIA	1/9	1/6	1/3	1

หลักเกณฑ์ Organic Farming มีความสำคัญมากกว่า GAP WQI และ EIA

ทำการ Normalize ค่าเพื่อเป็นการลดความคลาดเคลื่อนของค่าที่กำหนดไว้ตั้งแต่แรกให้แคบลง โดยการหาผลรวมของแต่ละคอลัมน์แล้วนำค่าทุกค่าในเมทริกซ์หารด้วยผลรวมของแต่ละคอลัมน์และเมื่อรวมค่าแต่ละแถวอีกครั้งจะมีค่าเท่ากับ 1

ตารางที่ 28 การหาผลรวมในแนวตั้ง

เป้าหมายการตัดสินใจ	หลักเกณฑ์ (ปัจจัย)			
	Organic Farming	GAP	WQI	EIA
Organic Farming	1	5	6	9
GAP	1/5	1	2	6
WQI	1/6	1/2	1	3
EIA	1/9	1/6	1/3	1
รวม	1.48	6.67	9.33	19.00

1/1.48= 0.68, 5/6.67= 0.75, 6/9.33 = 0.64, 9/19.00 = 0.47 นำค่าที่คำนวณได้ ใส่ลงในเมทริกซ์

ตารางที่ 29 การ Normalize ค่าความสำคัญของหลักเกณฑ์หลัก (ปัจจัยหลัก)

เป้าหมายการตัดสินใจ	หลักเกณฑ์ (ปัจจัย)			
	Organic Farming	GAP	WQI	EIA
Organic Farming	0.68	0.75	0.64	0.47
GAP	0.14	0.15	0.21	0.32
WQI	0.11	0.07	0.11	0.16
EIA	0.08	0.02	0.04	0.05
รวม	1.00	1.00	1.00	1.00

ทำการหาผลรวมของแต่ละแถว เพื่อนำผลไปใช้ในการคำนวณหาค่าน้ำหนักของปัจจัยแต่ละปัจจัย โดยการนำผลรวมที่ได้หารด้วยจำนวนคู่ปัจจัย จะได้ค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัยออกมา

ตารางที่ 30 การหาค่าน้ำหนักความสำคัญของหลักเกณฑ์หลัก (ปัจจัยหลัก)

เป้าหมายการตัดสินใจ	หลักเกณฑ์ (ปัจจัย)					Eigenvector
	OF	GAP	WQI	EIA		
OF	0.68	0.75	0.64	0.47	2.54	0.636
GAP	0.14	0.15	0.21	0.32	0.82	0.204
WQI	0.11	0.07	0.11	0.16	0.45	0.113
EIA	0.08	0.02	0.04	0.05	0.19	0.047

* OF คือ Organic Farming

รวมค่าแต่ละแถว ในเมทริกซ์ 0.68 + 0.75 + 0.64 + 0.47 = 2.54 คำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Eigenvector) โดยนำค่าผลรวมแต่ละแถวหารด้วยจำนวนคู่ปัจจัย จะได้ 2.54/4 = 0.636

ชั้นที่สอง หลักเกณฑ์ (Criteria) ได้แก่ Organic Farming GAP WQI และ EIA

Organic Farming ประกอบด้วยหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) จำนวน 17 หลักเกณฑ์ ทำการเปรียบคู่หลักเกณฑ์ย่อย (ปัจจัยย่อย) ทั้งหมด โดยกำหนดให้

SC1 = พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการทำเกษตรอินทรีย์ (Organic Suitability)
SC2 = ปริมาณคาร์บอนในดิน (Carbon,: C)
SC3 = ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter: OM)
SC4 = ค่าปฏิกิริยาดิน
SC5 = ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง (Base Saturation: BS)
SC6 = ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density)
SC7 = ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca)
SC8 = ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC)
SC9 = ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility)
SC10 = ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K)
SC11 = ความต้องการปูน (Lime Requirement)
SC12 = ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg)
SC13 = ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)
SC14 = ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (Available N)
SC15 = ความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน (Permeability)/(Hydraulic)
SC16 = ปริมาณน้ำฝน (Annual Rain)
SC17 = พื้นที่ชลประทาน (Irrigated)

เมทริกซ์เปรียบเทียบคู่หลักเกณฑ์ย่อยขนาด 17x17 (ขนาดเมทริกซ์เท่ากับคู่ปัจจัยที่ทการเปรียบเทียบ) โดยทำการใส่ค่าความสำคัญจากตารางที่ 20 ลงในเมทริกซ์

ตารางที่ 31 ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ย่อยของ Organic Farming

	SC1	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
SC1	1	4	2	7	5	5	4	4	4	1/3	4	7	4	4	1/2	4	6
SC2	1/4	1	1/2	6	5	5	3	4	4	1/4	2	7	3	2	1/3	2	3
SC3	1/2	2	1	7	5	5	4	4	4	1/4	3	7	4	3	1/2	3	6
SC4	1/7	1/6	1/7	1	1/3	1/3	1/5	1/4	1/4	1/7	1/5	1	1/5	1/5	1/7	1/5	1/2
SC5	1/5	1/5	1/5	3	1	1	1/3	1/2	1/2	1/5	1/3	3	1/2	1/3	1/5	1/3	1/2
SC6	1/5	1/5	1/5	3	1	1	1/3	1/2	1/2	1/6	1/3	3	1/3	1/3	1/6	1/3	1
SC7	1/4	1/3	1/4	5	3	3	1	2	2	1/4	1/2	5	1	1/2	1/4	1/2	5
SC8	1/4	1/4	1/4	4	2	2	1/2	1	1	1/6	1/2	4	1	1/2	1/5	1/2	3
SC9	1/4	1/4	1/4	4	2	2	1/2	1	1	1/6	1/2	4	1	1/2	1/5	1/2	3
SC10	3	4	4	7	5	6	4	6	6	1	4	8	5	4	2	4	7
SC11	1/4	1/2	1/3	5	3	3	2	2	2	1/4	1	5	2	1	1/4	1	4
SC12	1/7	1/7	1/7	1	1/3	1/3	1/5	1/4	1/4	1/8	1/5	1	1/5	1/6	1/8	1/6	1/2
SC13	1/4	1/3	1/4	5	2	3	1	1	1	1/5	1/2	5	1	1/2	1/4	1/2	5
SC14	1/4	1/2	1/3	5	3	3	2	2	2	1/4	1	6	2	1	1/4	1	4
SC15	2	3	2	7	5	6	4	5	5	1/2	4	8	4	4	1	4	6
SC16	1/4	1/2	1/3	5	3	3	2	2	2	1/4	1	6	2	1	1/4	1	4
SC17	1/6	1/3	1/6	2	2	1	1/5	1/3	1/3	1/7	1/4	2	1/5	1/4	1/6	1/4	1

Normalize ค่าความสำคัญในตารางเมทริกซ์ แล้วทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Eigenvector) ของหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) ที่เปรียบเทียบตามการคำนวณข้างต้น (ดังวิธีการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของชั้นแรก)

GAP ประกอบด้วยหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) จำนวน 16 หลักเกณฑ์ (ขนาดเมทริกซ์ 16x16) ได้แก่

SC2 = ปริมาณคาร์บอนในดิน (Carbon: C)

SC3 = ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter: OM)

SC4 = ค่าปฏิกิริยาดิน

SC5 = ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง (Base Saturation: BS)

SC6 = ความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density)

SC7 = ปริมาณแคลเซียมในดิน (Ca)

SC8 = ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC)

SC9 = ความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility)

SC10 = ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K)

SC11 = ความต้องการปูน (Lime Requirement)

SC12 = ปริมาณแมกนีเซียมในดิน (Mg)

SC13 = ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

SC14 = ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (Available N)

SC15 = ความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน (Permeability)/(Hydraulic)

SC16 = ปริมาณน้ำฝน (Annual Rain)

SC17 = พื้นที่ชลประทาน (Irrigated)

ตารางที่ 32 ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ย่อยของ GAP

	SC2	SC3	SC4	SC5	SC6	SC7	SC8	SC9	SC10	SC11	SC12	SC13	SC14	SC15	SC16	SC17
SC2	1	1/2	6	5	5	3	4	4	1/4	2	7	3	2	1/3	2	3
SC3	2	1	7	5	5	4	4	4	1/4	3	7	4	3	1/2	3	6
SC4	1/6	1/7	1	1/3	1/3	1/5	1/4	1/4	1/7	1/5	1	1/5	1/5	1/7	1/5	1/2
SC5	1/5	1/5	3	1	1	1/3	1/2	1/2	1/5	1/3	3	1/2	1/3	1/5	1/3	1/2
SC6	1/5	1/5	3	1	1	1/3	1/2	1/2	1/6	1/3	3	1/3	1/3	1/6	1/3	1
SC7	1/3	1/4	5	3	3	1	2	2	1/4	1/2	5	1	1/2	1/4	1/2	5
SC8	1/4	1/4	4	2	2	1/2	1	1	1/6	1/2	4	1	1/2	1/5	1/2	3
SC9	1/4	1/4	4	2	2	1/2	1	1	1/6	1/2	4	1	1/2	1/5	1/2	3
SC10	4	4	7	5	6	4	6	6	1	4	8	5	4	2	4	7
SC11	1/2	1/3	5	3	3	2	2	2	1/4	1	5	2	1	1/4	1	4
SC12	1/7	1/7	1	1/3	1/3	1/5	1/4	1/4	1/8	1/5	1	1/5	1/6	1/8	1/6	1/2
SC13	1/3	1/4	5	2	3	1	1	1	1/5	1/2	5	1	1/2	1/4	1/2	5
SC14	1/2	1/3	5	3	3	2	2	2	1/4	1	6	2	1	1/4	1	4
SC15	3	2	7	5	6	4	5	5	1/2	4	8	4	4	1	4	6
SC16	1/2	1/3	5	3	3	2	2	2	1/4	1	6	2	1	1/4	1	4
SC17	1/3	1/6	2	2	1	1/5	1/3	1/3	1/7	1/4	2	1/5	1/4	1/6	1/4	1

Normalize ค่าความสำคัญในตารางเมทริกซ์ แล้วทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Eigenvector) ของหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) ที่เปรียบเทียบตามการคำนวณข้างต้น (ดังวิธีการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของชั้นแรก)

WQI (Water Quality Index) ประกอบด้วยหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) จำนวน 5 หลักเกณฑ์ (ขนาดเมทริกซ์ 5x5) ได้แก่

WQI (Water Quality Index) ประกอบด้วยหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) จำนวน 5 หลักเกณฑ์ (ขนาดเมทริกซ์ 5x5) ได้แก่

- ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)
- ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ในน้ำ (Biochemical Oxygen Demand: BOD)
- แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ (Total Coliform Bacteria: TCB)
- แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มในน้ำ (Fecal Coliform Bacteria: FCB)
- แอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำ (Ammonia: NH_3-N)

ตารางที่ 33 ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ย่อยของ WQI

	DO	BOD	FCB	TCB	NH_3
DO	1	5	7	6	9
BOD	1/5	1	5	4	7
FCB	1/7	1/5	1	1/2	4
TCB	1/6	1/4	2	1	2
NH_3	1/9	1/7	1/4	1/2	1

Normalize ค่าความสำคัญในตารางเมทริกซ์ แล้วทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Eigenvector) ของหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) ที่เปรียบเทียบตามการคำนวณข้างต้น (ดังวิธีการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของชั้นแรก)

EIA (Environmental Impact Assessment) ประกอบด้วยหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) จำนวน 2 หลักเกณฑ์ (ขนาดเมทริกซ์ 2x2) ได้แก่

- Point Source (ขนาดเมทริกซ์ 2x2) ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรม (Industrial) และ ชุมชน (Domestic)
- Non-Point Source ได้แก่ เกษตรกรรม (Agriculture)

ตารางที่ 34 ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ย่อยของ EIA

	Point Source	Non-Point Source
Point Source	1	2
Non-Point Source	1/2	1

- Point Source ประกอบด้วย โรงงานอุตสาหกรรม (Industrial) และ ชุมชน (Domestic) จึงต้องมีการสร้างเมทริกซ์เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญเช่นกัน

ตารางที่ 35 ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบหลักเกณฑ์ย่อยลำดับที่ 1 ของ Point Source

	Domestic	Industrial
Domestic	1	1/3
Industrial	3	1

Normalize ค่าความสำคัญในตารางเมทริกซ์ แล้วทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Eigenvector) ของหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) ที่เปรียบเทียบตามการคำนวณข้างต้น (ดังวิธีการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของชั้นแรก)

ทางเลือก (Alternative) ของจังหวัดหนองคาย คืออำเภอจำนวน 9 อำเภอ

- กิ่งอำเภอสระใคร - สังคม
- กิ่งอำเภอรัตนวาปี - กิ่งอำเภอเฝ้าไร่
- กิ่งอำเภอโพธิ์ตาก - โพนพิสัย
- ท่าบ่อ - ศรีเชียงใหม่
- เมืองหนองคาย

ในการวิเคราะห์หาทางเลือกต้องทำการวิเคราะห์ทุกหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) โดยหนองคาย ประกอบด้วยปัจจัยทั้งหมด 24 ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ ดังนั้นจำนวน 1 ปัจจัย จะต้องทำการเปรียบเทียบคู่อำเภอจำนวน 9 คู่ซึ่งเป็นทางเลือกของจังหวัดหนองคาย (ขนาดเมทริกซ์ 9X9)

- ค่าปฏิกิริยาดิน (Soil Acidity)

จากตารางที่ 24 ค่าปฏิกิริยาดิน ของจังหวัดหนองคาย สร้างเมทริกซ์เพื่อเปรียบเทียบความสำคัญของคู่ทางเลือก (อำเภอ) เมทริกซ์ขนาด อำเภอxอำเภอ (9x9) แล้วใส่ค่าความสำคัญเพื่อเปรียบเทียบทางเลือกลงในเมทริกซ์ การเปรียบเทียบทำได้โดยดูจากช่วง pH เทียบกับค่าความเหมาะสมจริง เช่น ดินที่มี pH เป็นกลางหรือ pH เท่ากับ 7 ดีที่สุด กรณีเปรียบเทียบอำเภอศรีเชียงใหม่กับอำเภอสังคม จากตารางเปรียบเทียบ ค่าปฏิกิริยาดิน ของจังหวัดหนองคาย จะเห็นว่าอำเภอศรีเชียงใหม่ มีช่วง pH 5.5-6.0 มีความเป็นกรดน้อย และอำเภอสังคม มีช่วง pH 4.5-5.0 มีความเป็นกรดรุนแรง จึงกล่าวได้ว่า อำเภอศรี

เชียงใหม่มีความสำคัญมากกว่าเล็กน้อยเมื่อเทียบกับอำเภอสังคม สำหรับฐานข้อมูล (Database) ตัวอื่นๆ รวมถึงอำเภอที่เหลือก็ทำการเปรียบเทียบเช่นเดียวกัน

Normalize ค่าความสำคัญในตารางเมทริกซ์ แล้วทำการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญ (Eigenvector) ของหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) ที่เปรียบเทียบตามการคำนวณข้างต้น (ดังวิธีการคำนวณหาน้ำหนักความสำคัญของชั้นแรก)

3) วิเคราะห์หาความสอดคล้องกันของข้อมูล (Consistency Ratio, CR) ชั้นแรก เป้าหมาย (Goal) ในที่นี้ จังหวัดหนองคาย หาความสอดคล้องโดยนำน้ำหนักความสำคัญ (Eigenvector) ของแต่ละหลักเกณฑ์หลัก (ปัจจัยหลัก) คูณค่าความสำคัญโดยทำการคูณให้ครบทุกค่าในเมทริกซ์ ข้อสังเกตคือ ค่าน้ำหนักความสำคัญ (Eigenvector) ของหลักเกณฑ์ใดให้นำไปคูณกับค่าความสำคัญของหลักเกณฑ์นั้น

ตารางที่ 36 การวิเคราะห์หาความสอดคล้องกันของข้อมูล

เป้าหมายการตัดสินใจ	หลักเกณฑ์ (ปัจจัย)				Eigenvector
	OF	GAP	WQI	EIA	
OF	1	5	6	9	0.636
GAP	1/5	1	2	6	0.204
WQI	1/6	1/2	1	3	0.113
EIA	1/9	1/6	1/3	1	0.047

* OF คือ Organic Farming

	Consistency vector
OF	4.335= ((1x0.636)+(5x0.204)+(6x0.113)+(9x0.047)) / 0.636
GAP	4.114= ((0.2x0.636)+(1x0.204)+(2x0.113)+(6x0.047)) / 0.204
WQI	4.107= ((0.17x0.636)+(0.5x0.204)+(1x0.113)+(3x0.047)) / 0.113
EIA	4.020= ((0.11x0.636)+(0.17x0.204)+(0.33x0.113)+(1x0.047)) / 0.047
Sum	16.576

จากนั้นทำการแทนค่าในสูตรต่อไป

λ_{max} = sum (consistency vector) / จำนวนคู่ปัจจัย

= 16.576 / 4

= 4.144

CI = (λ_{max} – จำนวนคู่ปัจจัย) / (จำนวนคู่ปัจจัย – 1)

= (4.144 – 4) / (4 – 1)

= 0.048

CR = CI/RI

= 0.048 / 0.90

= 0.05

CR < 0.1 แสดงว่าค่าปัจจัยมีความสอดคล้องกันสามารถนำ Eigenvector ไปใช้เป็นค่าน้ำหนักได้

สำหรับหลักเกณฑ์ย่อย (Sub Criteria) และทางเลือก (Alternative) ที่ได้ทำการจับคู่เปรียบเทียบทั้งหมด จะต้องมีการวิเคราะห์ความสอดคล้องกันของข้อมูลเช่นกัน วิธีการคำนวณนั้นเช่นเดียวกับการคำนวณหาความสอดคล้องของชั้นแรก (ยกเว้นค่า RI จะมีค่าเป็นไปตามขนาดของเมทริกซ์ เช่น ถ้าขนาดเมทริกซ์เท่ากับ 5x5 ใช้ค่า RI เท่ากับ 1.12 แต่ถ้ากรณีที่ขนาดของเมทริกซ์มากกว่า 15x15 ให้ใช้ค่า RI ที่มากที่สุดในที่นี้คือ 1.59)

เมื่อวิเคราะห์ค่า CR แล้วพบว่า มีค่ามากกว่า 0.1 แสดงว่าหลักเกณฑ์ (ปัจจัย) ที่จับคู่เปรียบเทียบไม่มีความสอดคล้องกันควรทำการพิจารณาใหม่ หรือทำการถ่วงน้ำหนักให้ค่าความสำคัญของหลักเกณฑ์ (ปัจจัย) ใหม่ แต่ถ้าพบว่า CR มีค่าน้อยกว่า 0.1 แสดงว่าหลักเกณฑ์ (ปัจจัย) มีความสอดคล้องกัน สามารถนำค่าน้ำหนักความสำคัญ (Eigenvector) ไปใช้ได้

ขั้นตอนสุดท้ายในการที่จะคำนวณเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ว่าอำเภอใดในจังหวัดหนองคายเป็นไปตามวัตถุประสงค์ คือ อำเภอไหนของจังหวัดหนองคายเป็นพื้นที่ที่ถูกเลือกให้เป็นเมืองเกษตรสีเขียวสามารถคำนวณได้โดย

ค่าน้ำหนักของทางเลือก = ∑ (ค่าน้ำหนักของปัจจัยหลัก×ค่าน้ำหนักของปัจจัยย่อย)

3.2 การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index)

การวิเคราะห์ความเหมาะสมสำหรับพื้นที่เมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย โดยการประยุกต์นำทฤษฎีของ Storie คือ การวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) ในการแทนค่าคะแนนของปัจจัยลงในสูตรความสัมพันธ์ โดยสามารถจัดช่วงชั้นข้อมูลของแต่ละปัจจัยดังนี้

ตารางที่ 37 ข้อกำหนดในการจัดระดับความเหมาะสมของปัจจัยทางกายภาพและเคมีของดินในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียว

ปัจจัย \ ระดับความเหมาะสม	หน่วย	ช่วงความเหมาะสม												ที่มา
		พื้นที่เหมาะสมมาก (S1)			พื้นที่เหมาะสมปานกลาง (S2)			พื้นที่เหมาะสมน้อย (S3)			พื้นที่ไม่เหมาะสม (N)			
ค่าปฏิกิริยาดิน	-	6.5-7.3			5.5-6.0 6.0-6.5 7.3-7.8			4.5-5.0 5.0-5.5 7.8-8.4			> 8.4 < 4.5			กรมพัฒนาที่ดิน
ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC)	มิลลิกรัมสมมูล/ดิน 100 กรัม	> 20			10-15 15-20			3-5 5-10			< 3			กรมพัฒนาที่ดิน
ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง (BS)	เปอร์เซ็นต์	> 75			35-75			< 35			-			กรมวิชาการเกษตร
อินทรียวัตถุ (ความลึกของผิวดิน 0–15 cm.)	เปอร์เซ็นต์	> 3.5			2.5-3.5			1.5-2.5			< 0.5			กรมวิชาการเกษตร
ปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์	เปอร์เซ็นต์	S	Si	C	S	Si	C	S	Si	C	S	Si	C	กรมพัฒนาที่ดิน
		>0.1	>0.055	>0.075	0.07-0.1	0.038-0.055	0.053-0.075	0.045-0.07	0.024-0.038	0.032-0.053	<0.045	<0.024	<0.032	
ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	> 15			10-15			3-10			< 3			กรมพัฒนาที่ดิน
ปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	> 90			60-90			30-60			< 30			กรมพัฒนาที่ดิน
ค่าความเค็มของดิน	เดซิซีเมน/เมตร	< 2			2-4			4-8			> 8			กรมพัฒนาที่ดิน
ความอุดมสมบูรณ์ของดิน	ระดับชั้น	สูง			ปานกลาง			ต่ำ			-			กรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 37 (ต่อ) ข้อกำหนดในการจัดระดับความเหมาะสมของปัจจัยทางกายภาพและเคมีของดินในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียว

ปัจจัย / ระดับความเหมาะสม	หน่วย	ช่วงความเหมาะสม				ที่มา
		พื้นที่เหมาะสมมาก (S1)	พื้นที่เหมาะสมปานกลาง (S2)	พื้นที่เหมาะสมน้อย (S3)	พื้นที่ไม่เหมาะสม (N)	
ปริมาณแคลเซียมในดิน	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	> 2,000	1,000-2,000	400-1,000	< 400	กรมพัฒนาที่ดิน
ปริมาณแมกนีเซียมในดิน	มิลลิกรัม/กิโลกรัม	> 365	120-365	36-120	< 36	กรมพัฒนาที่ดิน
ความต้องการปูน (LR)	กิโลกรัม/ไร่	< 350	350-400 400-450 450-500 500-550 550-600	600-650 650-675 675-700	> 700	กรมพัฒนาที่ดิน
ความหนาแน่นรวมของดิน	กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร	< 1.3	1.3-1.4	1.4-1.6	> 1.6	กรมพัฒนาที่ดิน
ความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน	เซนติเมตร/ชั่วโมง	2.00-6.25	0.5-2.0 6.25-12.5	0.125-0.5 12.5-25.0	< 0.125 > 25.0	กรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 38 ข้อกำหนดในการจัดระดับความเหมาะสมของปัจจัยทางด้านภูมิอากาศในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียว

ปัจจัย \ ระดับความเหมาะสม	หน่วย	ช่วงความเหมาะสม				ที่มา
		พื้นที่เหมาะสมมาก (S1)	พื้นที่เหมาะสมปานกลาง (S2)	พื้นที่เหมาะสมน้อย (S3)	พื้นที่ไม่เหมาะสม (N)	
ปริมาณน้ำฝน	มิลลิเมตร	> 3,000	1,200-2,400 2,400-3,000	120-1,200	< 120	กรมพัฒนาที่ดิน

ตารางที่ 39 ข้อกำหนดในการจัดระดับความเหมาะสมของปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำในการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียว

ปัจจัย \ ระดับความเหมาะสม	หน่วย	ช่วงความเหมาะสม				ที่มา
		พื้นที่เหมาะสมมาก (S1)	พื้นที่เหมาะสมปานกลาง (S2)	พื้นที่เหมาะสมน้อย (S3)	พื้นที่ไม่เหมาะสม (N)	
ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)	มิลลิกรัม/ลิตร	> 8.8	8.4-8.8	6.1-8.4	< 6.1	กรมควบคุมมลพิษ
ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ในน้ำ (Biochemical Oxygen Demand: BOD)	มิลลิกรัม/ลิตร	< 1.5	1.5-2	2-4	> 4	กรมควบคุมมลพิษ
แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ (Total Coliform Bacteria: TCB)	เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	< 5,000	5,000-20,000	20,000-160,000	> 160,000	กรมควบคุมมลพิษ
แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มในน้ำ (Fecal Coliform Bacteria: FCB)	เอ็มพีเอ็น/100 มิลลิลิตร	< 1,000	1,000-4,000	4,000-90,000	> 90,000	กรมควบคุมมลพิษ
แอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำ (Ammonia: NH_3-N)	มิลลิกรัม/ลิตร	< 0.22	0.22-0.5	0.5-1.83	> 1.83	กรมควบคุมมลพิษ

ตารางที่ 40 พื้นที่ชลประทาน และโรงงานอุตสาหกรรม แบ่งระดับชั้นโดยการสร้างแนวกันชน (Buffer Zone)

ปัจจัย \ ระดับความเหมาะสม	หน่วย	ช่วงความเหมาะสม				ที่มา
		พื้นที่เหมาะสมมาก (S1)	พื้นที่เหมาะสมปานกลาง (S2)	พื้นที่เหมาะสมน้อย (S3)	พื้นที่ไม่เหมาะสม (N)	
ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม	กิโลเมตร	> 15	10-15	5-10	< 5	กรมพัฒนาที่ดิน
ระยะห่างจากพื้นที่ชลประทาน	กิโลเมตร	< 5	5-10	10-15	> 15	กรมพัฒนาที่ดิน

ตัวแปรที่จะนำเข้าสู่การวิเคราะห์ Land Index จะต้องทำการกรองช่วงค่าของปัจจัยในแต่ละช่วงค่าที่เป็นไปตามชั้นความเหมาะสม แล้วทำการกำหนดคะแนนตามชั้นความเหมาะสมนั้น ดังตารางที่ 22

ผลลัพธ์ที่ได้จะปรากฏเป็นค่าคะแนนในแต่ละระดับชั้นความเหมาะสมของแต่ละปัจจัย ทำการรวม (Union) ปัจจัยทั้งหมดให้อยู่ใน Shape file เดียวกันด้วยโปรแกรม ArcGIS วิเคราะห์โดยใช้ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) ซึ่งสามารถทำการประเมินศักยภาพพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียว ได้ดังสมการ

$$\text{Land index (L.I.)} = A_1 \times A_2/100 \times A_3/100 \times \ldots\ldots\ldots\ldots A_n/100$$

โดยที่ A_1..... A_n คือค่าของตัวเลขที่กำหนดให้แทนระดับขีดจำกัดของแต่ละปัจจัยของ land characteristics ซึ่งในวิธีการศึกษานี้จะทำการกำหนดตัวแปร (ปัจจัย) ดังนี้

A_1 คือ ค่าคะแนนของปริมาณน้ำฝน (Annual Rain)

A_2 คือ ค่าคะแนนของค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่าง (Base Saturation: BS)

A_3 คือ ค่าคะแนนของความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC)

A_4 คือ ค่าคะแนนของพื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับการทำเกษตรอินทรีย์ (Organic Suitability)

A_5 คือ ค่าคะแนนของปริมาณคาร์บอนในดิน (Carbon: C)

A_6 คือ ค่าคะแนนของปริมาณอินทรียวัตถุในดิน (Organic Matter: OM)

A_7 คือ ค่าคะแนนของค่าปฏิกิริยาดิน (pH)

A_8 คือ ค่าคะแนนของความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk Density)

A_9 คือ ค่าคะแนนของปริมาณแคลเซียมของดิน (Ca)

A_{10}คือ ค่าคะแนนของค่าความเค็ม (EC)

A_{11}คือ ค่าคะแนนของความอุดมสมบูรณ์ของดิน (Fertility)

A_{12}คือ ค่าคะแนนของปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ (Available K)

A_{13}คือ ค่าคะแนนของความต้องการปูน (Lime Requirement)

A_{14}คือ ค่าคะแนนของปริมาณแมกนีเซียมของดิน (Mg)

A_{15}คือ ค่าคะแนนของปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (Available P)

A_{16}คือ ค่าคะแนนของปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ (Available N)

A_{17}คือ ค่าคะแนนของความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน (Permeability)/(Hydraulic)

A_{18}คือ ค่าคะแนนของพื้นที่ชลประทาน (Irrigated)

A_{19}คือ ค่าคะแนนของโรงงานอุตสาหกรรม (Industrial)

A_{20}คือ ค่าคะแนนของออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO)

A_{21}คือ ค่าคะแนนของความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ในน้ำ (Biochemical Oxygen Demand: BOD)

A_{22}คือ ค่าคะแนนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ (Total Coliform Bacteria: TCB)

A_{23} คือ ค่าคะแนนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มในน้ำ (Fecal Coliform Bacteria: FCB)

A_{24} คือ ค่าคะแนนของแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำ (Ammonia: NH3-N)

A_{25} คือ พื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม

A_{26} คือ พื้นที่เสี่ยงภัยแล้ง

A_{27} คือ พื้นที่เสี่ยงภัยน้ำท่วม

คำนวณหาพื้นที่จะได้ชั้นข้อมูลแผนที่ระดับความเหมาะสมสำหรับพื้นที่เมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย โดยมีการแบ่งระดับความเหมาะสมที่กำหนดไว้ตามเค้าโครงของ FAO ดังนี้

- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก (S1)
- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2)
- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อย (S3)
- พื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสม (N)

3.3 กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์การเลือกพื้นที่โดยใช้ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process : AHP) ร่วมกับวิธีการวิเคราะห์การเลือกพื้นที่โดยใช้ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) เป็นการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมของเมืองเกษตรสีเขียว โดยการนำผลลัพธ์ของทั้งสองวิธีมาทำการวิเคราะห์ร่วมกันโดยใช้โปรแกรม ArcGIS

สำหรับกระบวนการวิเคราะห์หาพื้นที่เหมาะสมสำหรับเมืองเกษตรสีเขียวโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ร่วมกับการวิเคราะห์เลือกพื้นที่โดยใช้ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) มีขั้นตอนดังนี้

หลังจากที่ทำการวิเคราะห์ AHP ซึ่งได้ผลลัพธ์เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญจากการคำนวณทั้งสองแบบ คือ การคำนวณแบบ Eigenvector และ การคำนวณแบบ Fuzzy AHP เรียบร้อยแล้ว นำค่าน้ำหนักที่ได้จากการคำนวณทั้งสองวิธีใส่ลงใน Attribute ของ Shape file จังหวัดหนองคาย

ทำการวิเคราะห์ Geoprocessing โดยการ Union ผลลัพธ์ของทั้งสองวิธีที่อยู่ในรูป Shape file เข้าด้วยกัน ใน Attribute จะปรากฏทั้ง Field ข้อมูลที่เป็นค่าน้ำหนักความสำคัญจากการคำนวณแบบ Eigenvector และ การคำนวณแบบ Fuzzy AHP และค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) ในแต่ละอำเภอของจังหวัดหนองคาย

รวม (Summarize) ผลลัพธ์ทั้งสามค่าคือ ค่าน้ำหนักความสำคัญจากการคำนวณแบบEigenvector และ การคำนวณแบบ Fuzzy AHP และค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) ผลที่ได้คือ ผลลัพธ์จากการรวมทั้งสามค่าเข้าด้วยกัน (เพิ่มขึ้นอีก 1 field เป็น Field ของผลรวม) แล้วทำการ Normalize ค่าของผลรวมใหม่ ผลลัพธ์สุดท้ายจะได้พื้นที่เหมาะสมของจังหวัดหนองคาย 4 ระดับ คือ พื้นที่เหมาะสมมาก (S1) พื้นที่เหมาะสมปานกลาง (S2) พื้นที่เหมาะสมน้อย (S3) และพื้นที่ไม่เหมาะสม (N)

3.4 โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (SPSS)

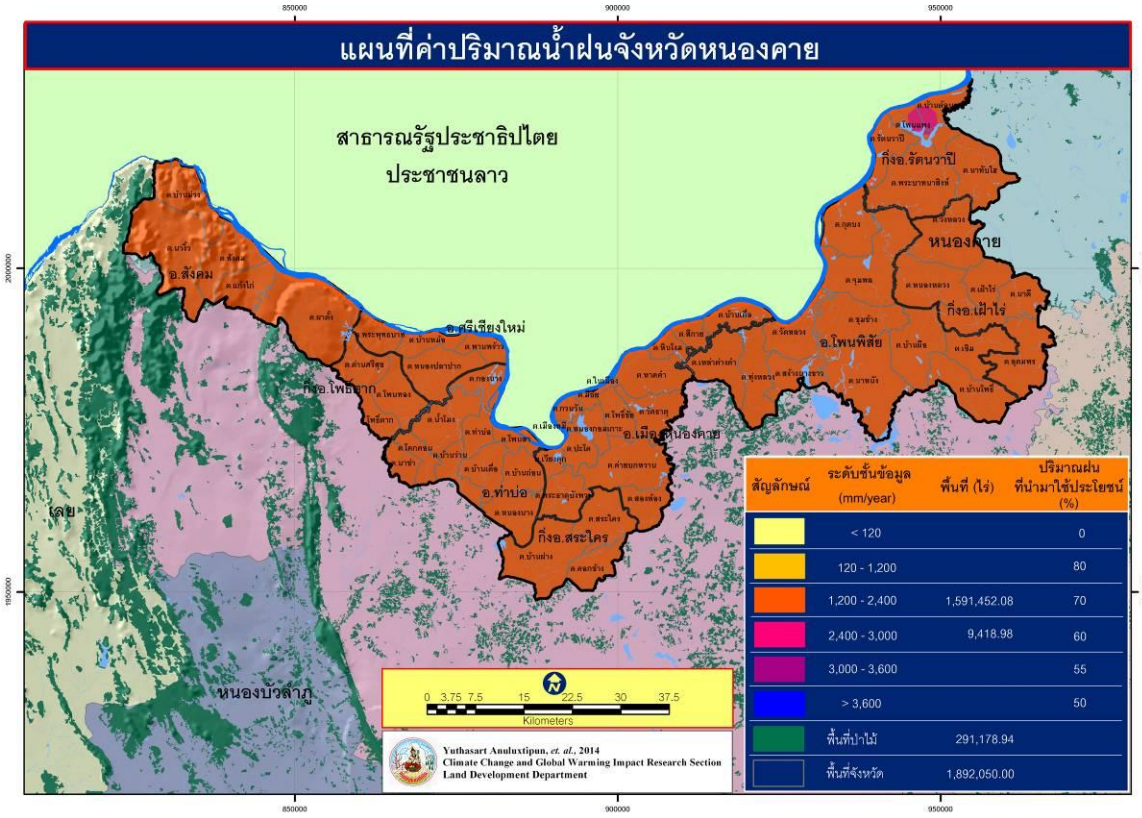
ดำเนินการวิเคราะห์ โดยการประยุกต์ใช้โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ (SPSS) มาทำการวิเคราะห์ข้อมูล หลังจากที่ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งข้อมูลผลตรวจเลือดของเกษตรกร ข้อมูลจากแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ ฯลฯ แล้วทำการประมวลผลออกมาในรูปของตัวเลข เพื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อมูลถึงความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์

สามารถลำดับขั้นตอนในการทำงานได้ดังนี้ คือ

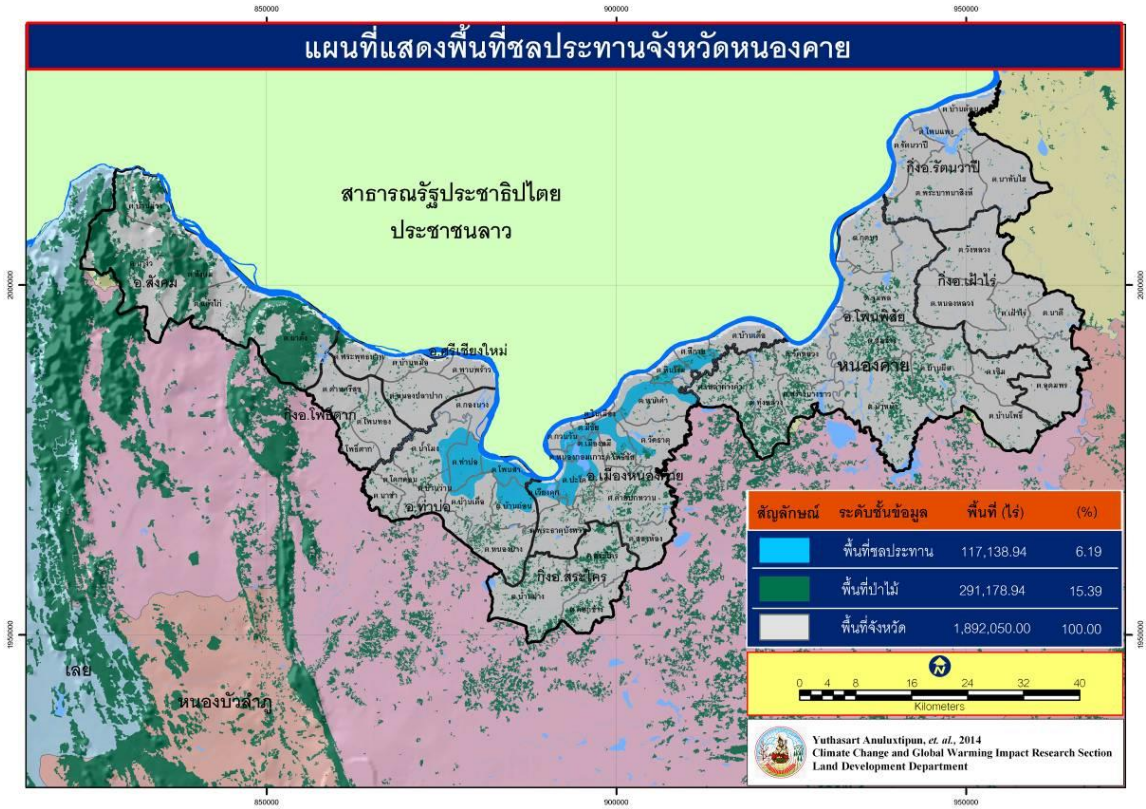
- นำข้อมูลจากเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูล มาทำการลงรหัสข้อมูล ทำการสร้างแฟ้มข้อมูลใหม่ กำหนดรายชื่อตัวแปร และคุณสมบัติต่างๆ ของตัวแปรให้ครบถ้วน
- นำข้อมูลที่ลงรหัสแล้วมาบันทึกลงในแฟ้มข้อมูล ทำการจัดกลุ่ม ปรับรหัสข้อมูล หรือสร้างตัวแปรใหม่ขึ้นจากข้อมูลเดิม ตามความต้องการในการวิเคราะห์ข้อมูล
- ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยเลือกใช้คำสั่งวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ
- ทำการบันทึกผล จัดพิมพ์ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
- อ่านผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตีความ และสรุปผล

ฐานข้อมูลแผนที่ 1:50,000 ที่กรมพัฒนาที่ดินมีอยู่นั้นครอบคลุมพื้นที่ทั้งประเทศ โดยในรายงานฉบับนี้จะเน้นรายละเอียดของข้อมูลจังหวัดหนองคาย มีฐานข้อมูลที่นำมาใช้ทั้งหมด 27 ข้อมูล ได้แก่

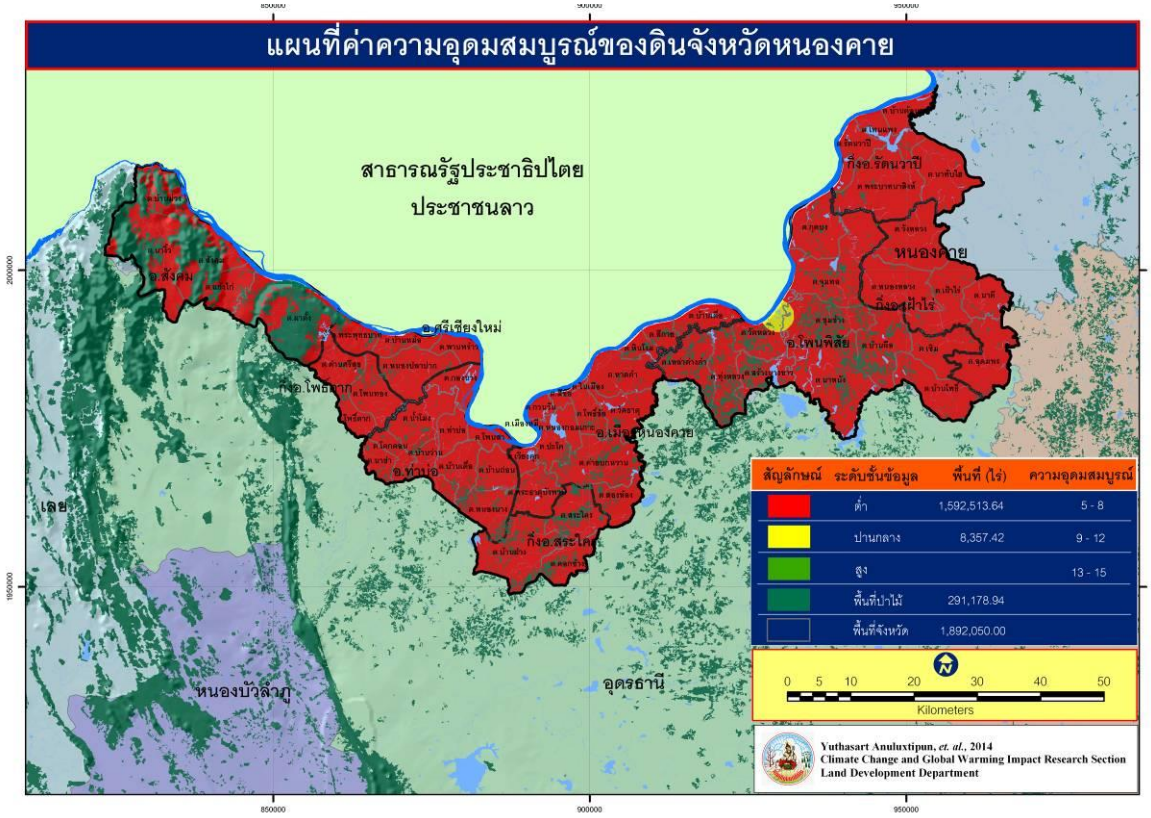
1. ค่าปริมาณน้ำฝน (แผนที่ 11 หน้า 75)
2. พื้นที่ชลประทาน (แผนที่ 12 หน้า 75)
3. ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน (แผนที่ 13 หน้า 76)
4. ค่าระดับความเป็นกรดด่างของดิน (แผนที่ 14 หน้า 76)
5. พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเกษตรอินทรีย์ (แผนที่ 15 หน้า 77)
6. ค่าปริมาณอินทรียวัตถุของดิน (แผนที่ 16 หน้า 77)
7. ค่าปริมาณคาร์บอนของดิน (แผนที่ 17 หน้า 78)
8. ค่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน (แผนที่ 18 หน้า 78)
9. ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน (แผนที่ 19 หน้า 79)
10. ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดิน (แผนที่ 20 หน้า 79)
11. ค่าปริมาณแคลเซียมของดิน (แผนที่ 21 หน้า 80)
12. ค่าปริมาณแมกนีเซียมของดิน (แผนที่ 22 หน้า 80)
13. ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (แผนที่ 23 หน้า 81)
14. ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน (แผนที่ 24 หน้า 81)
15. ค่าความเค็มของดิน (แผนที่ 25 หน้า 82)
16. ค่าความหนาแน่นรวมของดิน (แผนที่ 26 หน้า 82)
17. ค่าความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน (แผนที่ 27 หน้า 83)
18. ค่าปริมาณความต้องการปูนของดิน (แผนที่ 28 หน้า 83)
19. จุดที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม (แผนที่ 29 หน้า 84)
20. ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (แผนที่ 30 หน้า 84)
21. ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ในน้ำ (แผนที่ 31 หน้า 85)
22. ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ (แผนที่ 32 หน้า 85)
23. ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ (แผนที่ 33 หน้า 86)
24. ค่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำ (แผนที่ 34 หน้า 86)
25. พื้นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม (แผนที่ 35 หน้า 87)
26. พื้นที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง (แผนที่ 36 หน้า 87)
27. พื้นที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม (แผนที่ 37 หน้า 88)



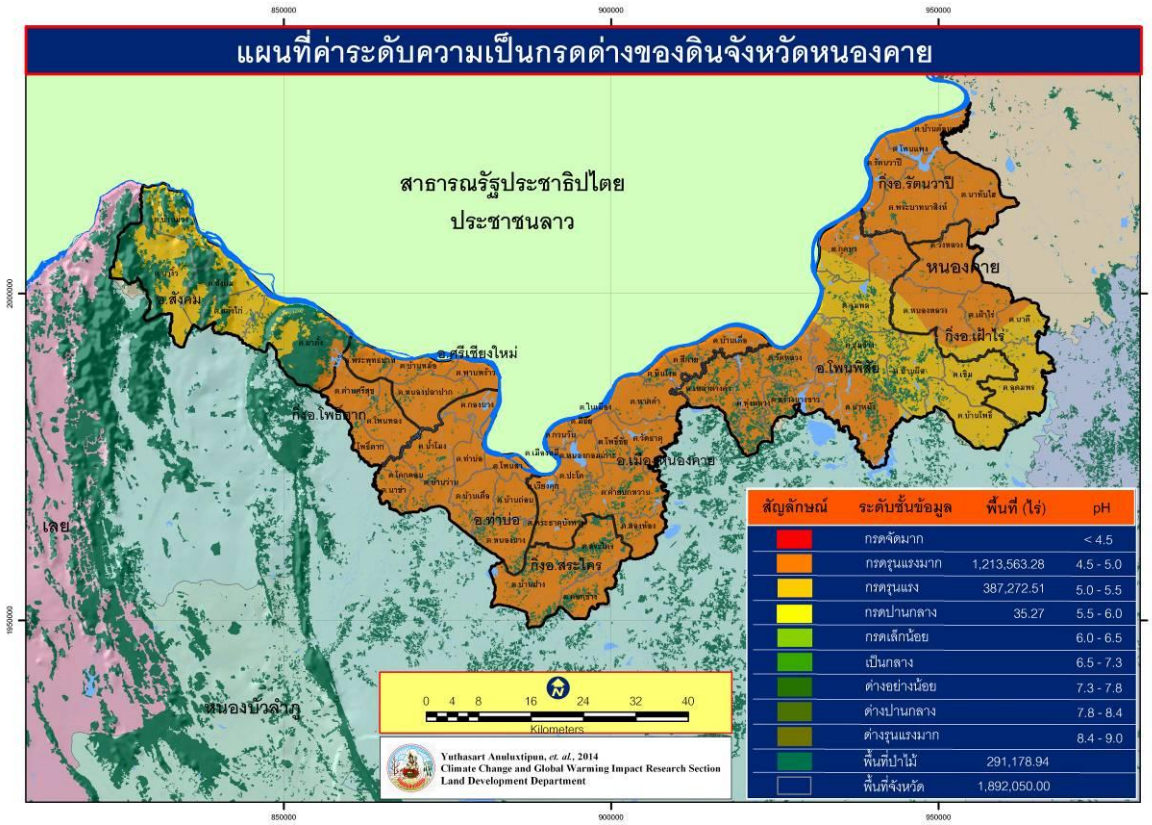
แผนที่ 11 ค่าปริมาณน้ำฝน จังหวัดหนองคาย



แผนที่ 12 พื้นที่ชลประทาน จังหวัดหนองคาย

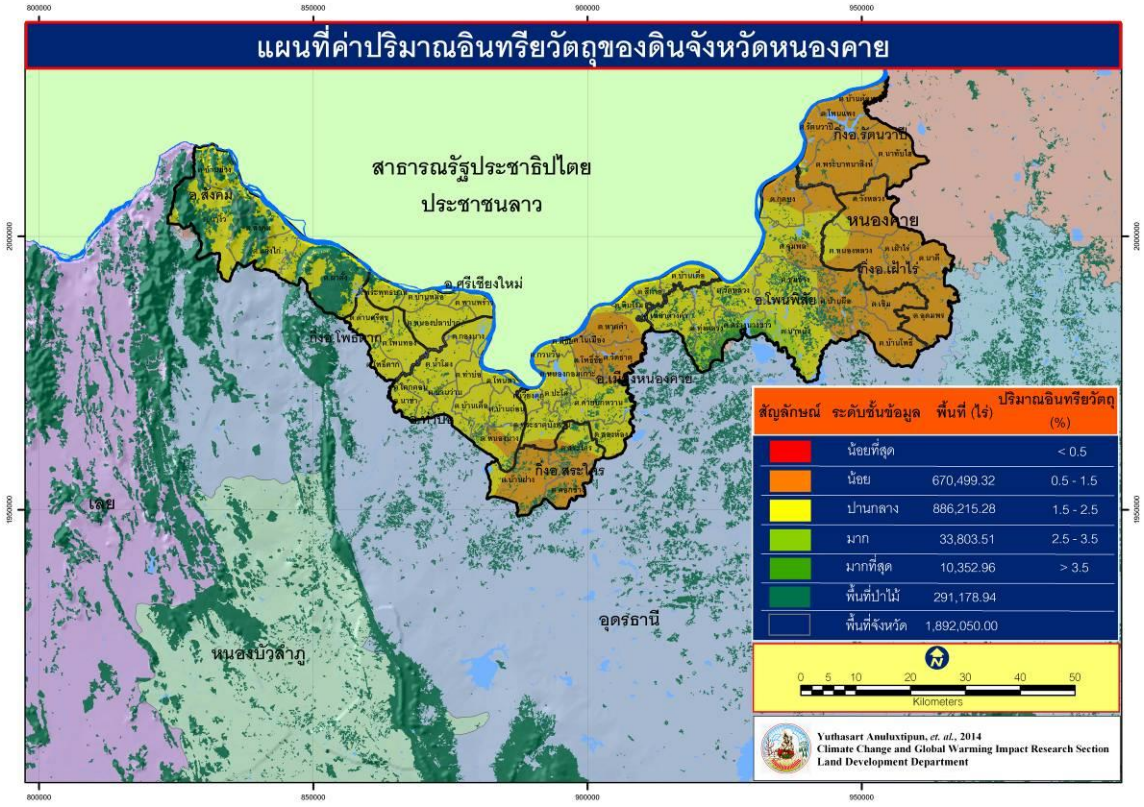


แผนที่ 13 ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน จังหวัดหนองคาย

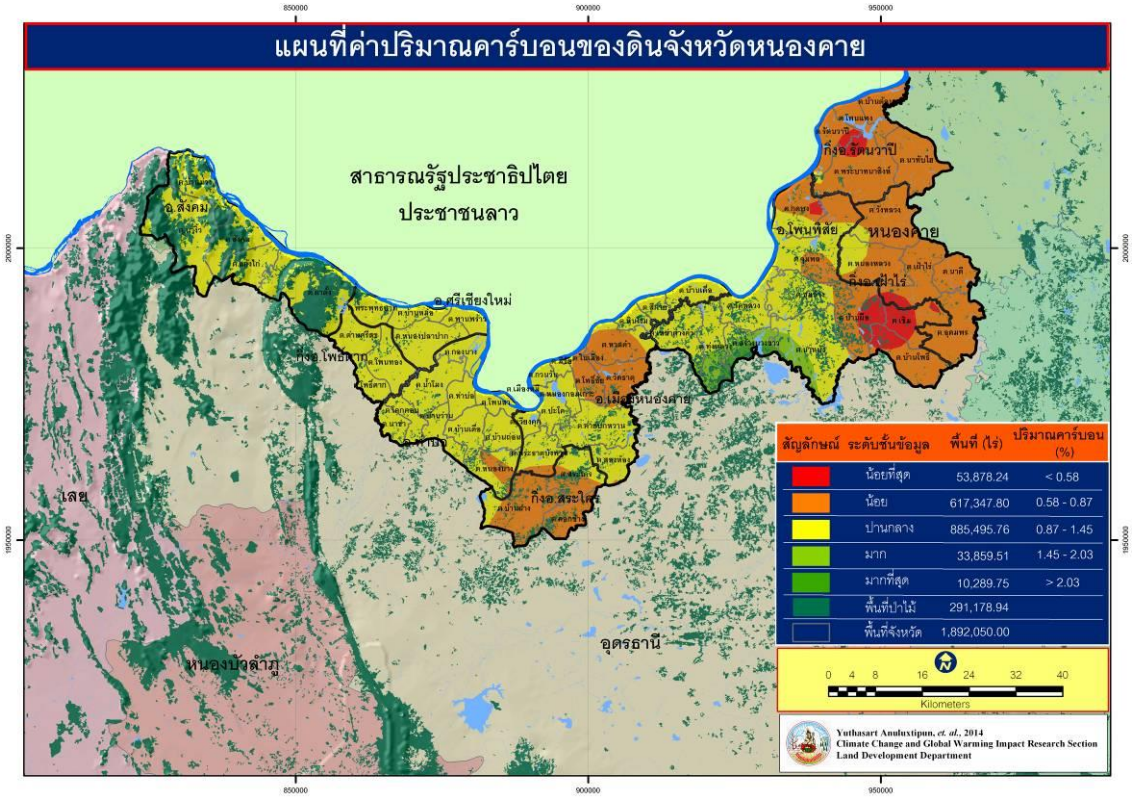


แผนที่ 14 ค่าระดับความเป็นกรดด่างของดิน จังหวัดหนองคาย

แผนที่ 15 พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเกษตรอินทรีย์ จังหวัดหนองคาย

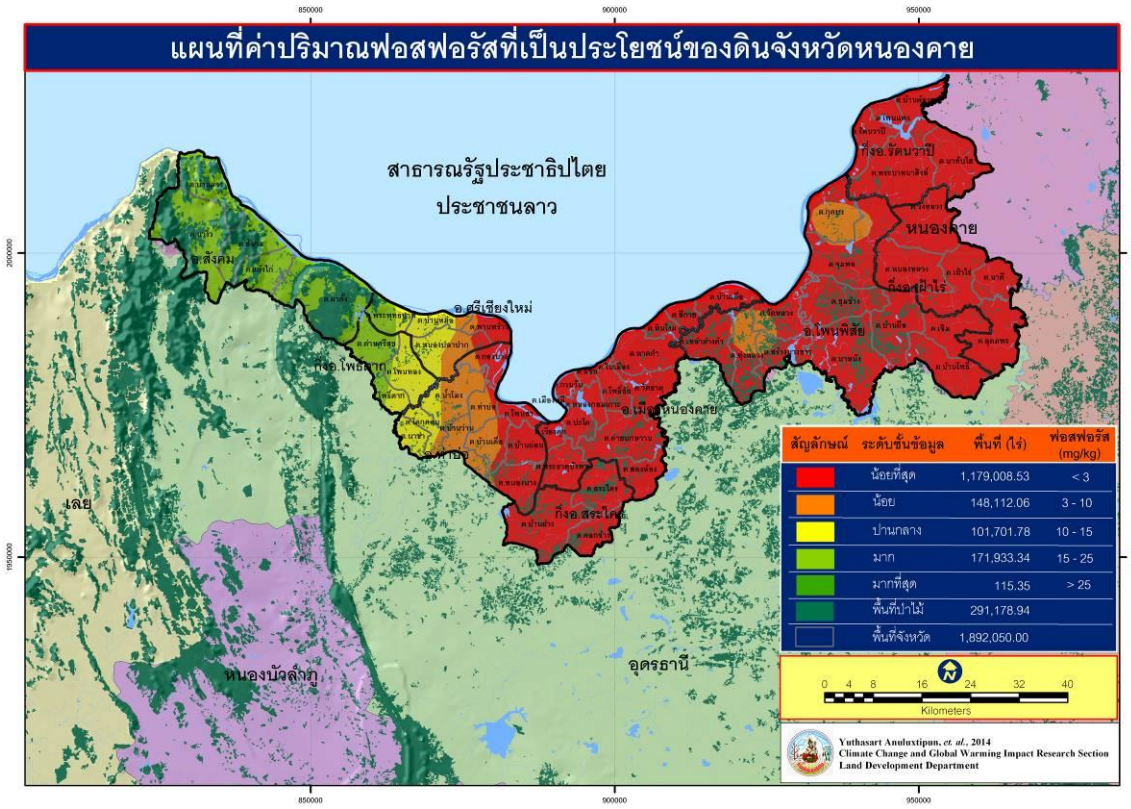


แผนที่ 16 ค่าปริมาณอินทรียวัตถุของดิน จังหวัดหนองคาย

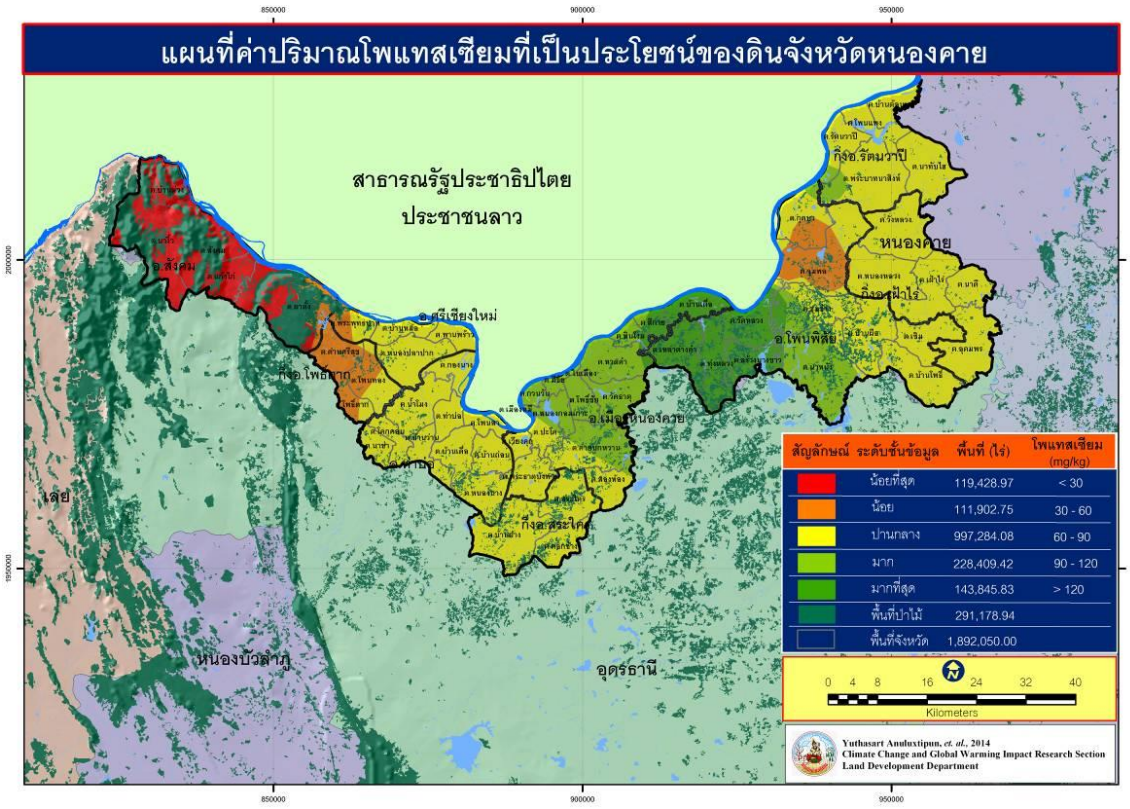


แผนที่ 17 ค่าปริมาณคาร์บอนของดิน จังหวัดหนองคาย

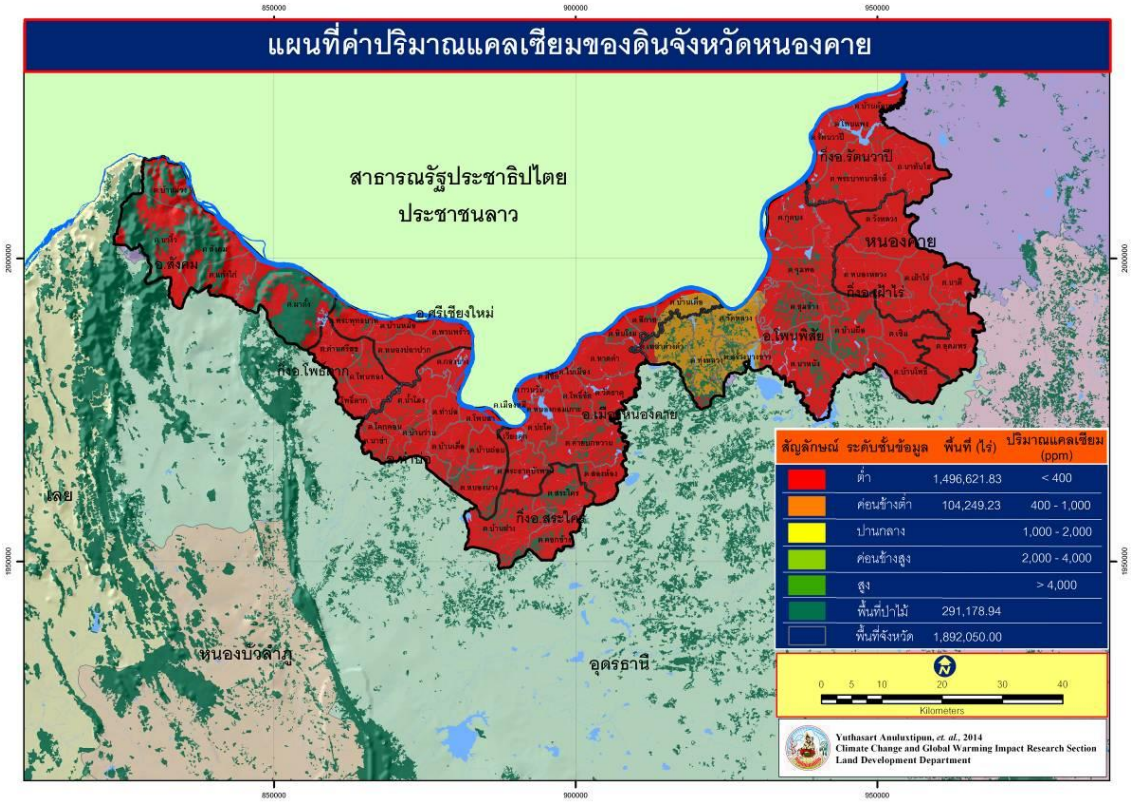
แผนที่ 18 ค่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน จังหวัดหนองคาย



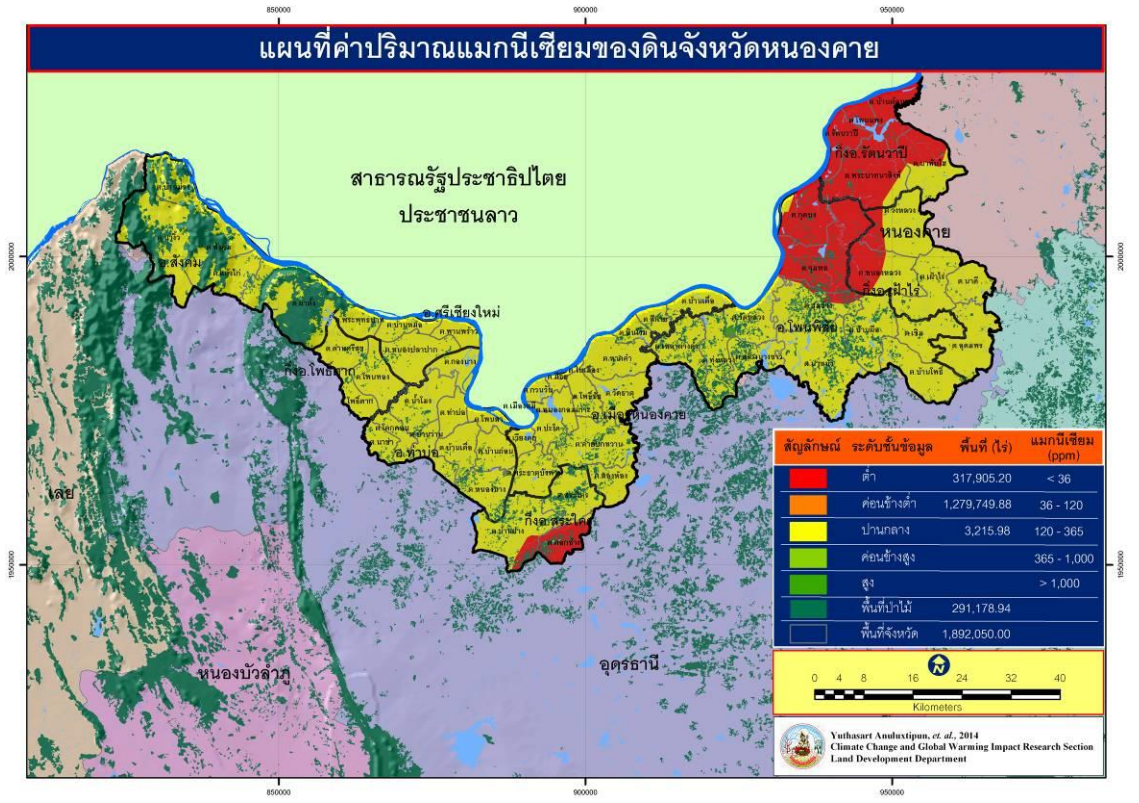
แผนที่ 19 ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน จังหวัดหนองคาย



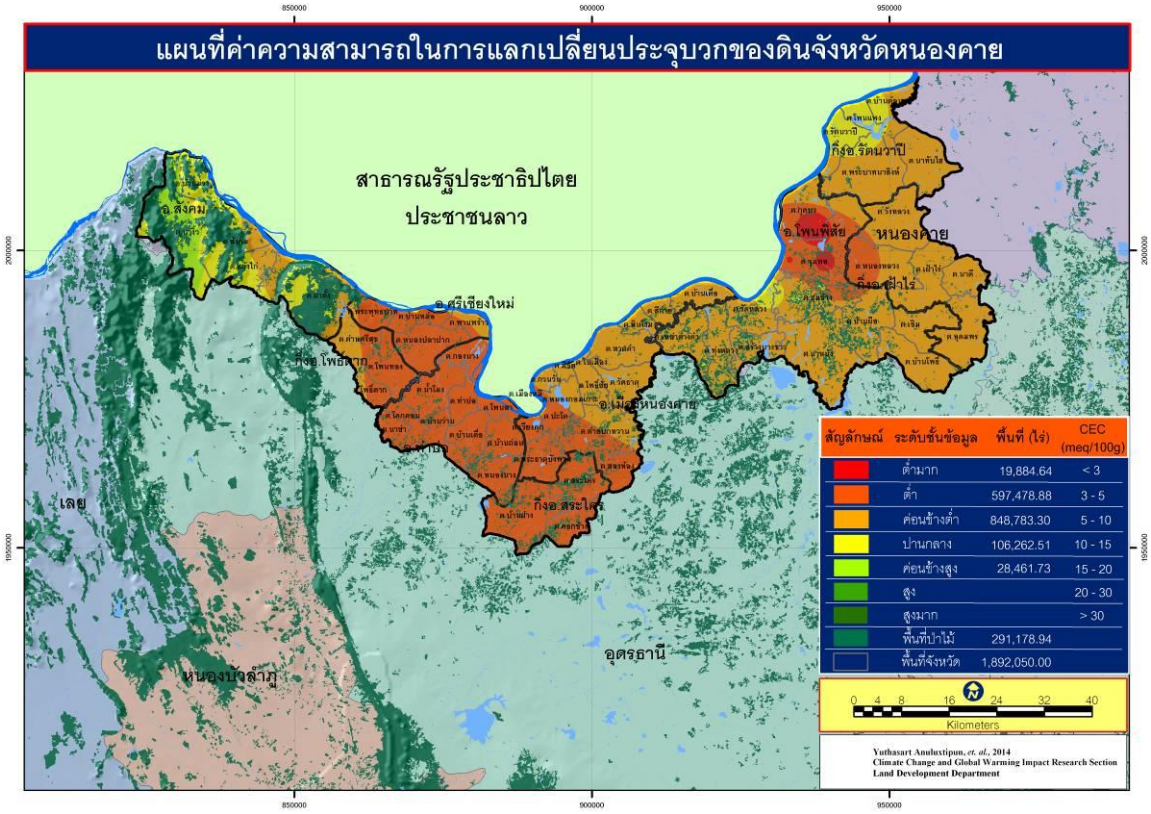
แผนที่ 20 ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดิน จังหวัดหนองคาย



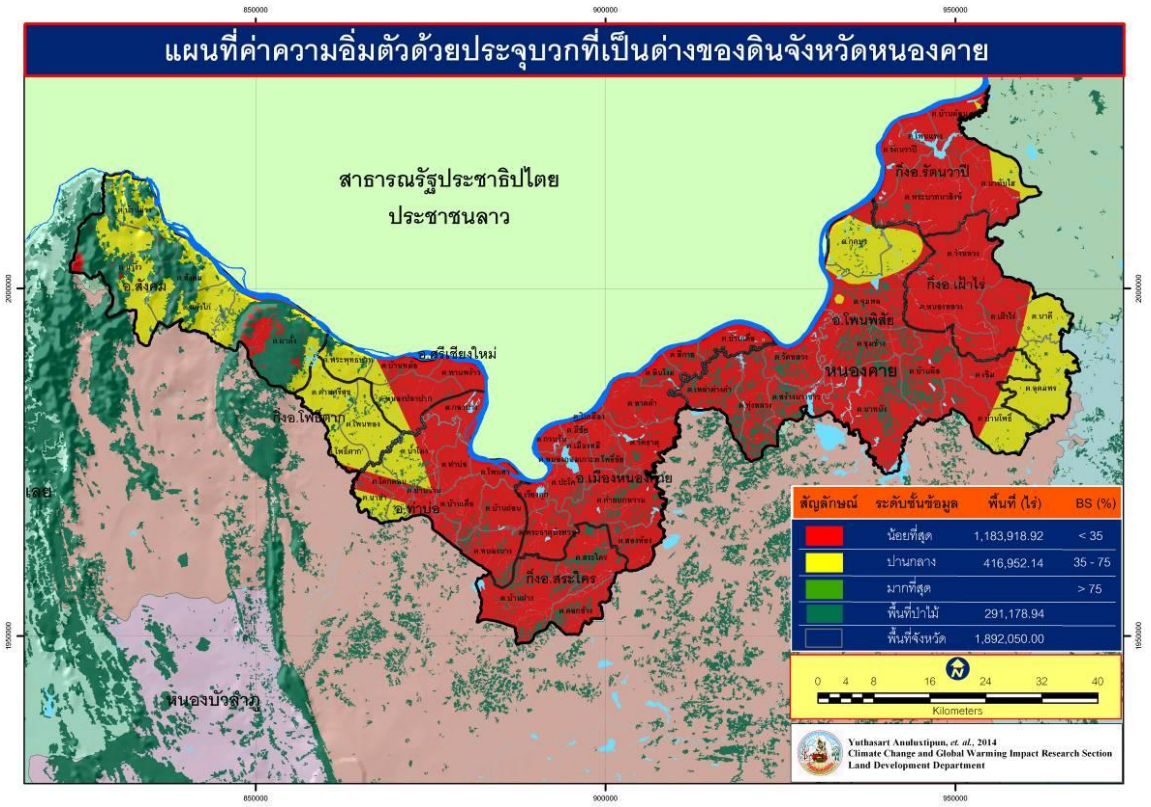
แผนที่ 21 ค่าปริมาณแคลเซียมของดิน จังหวัดหนองคาย



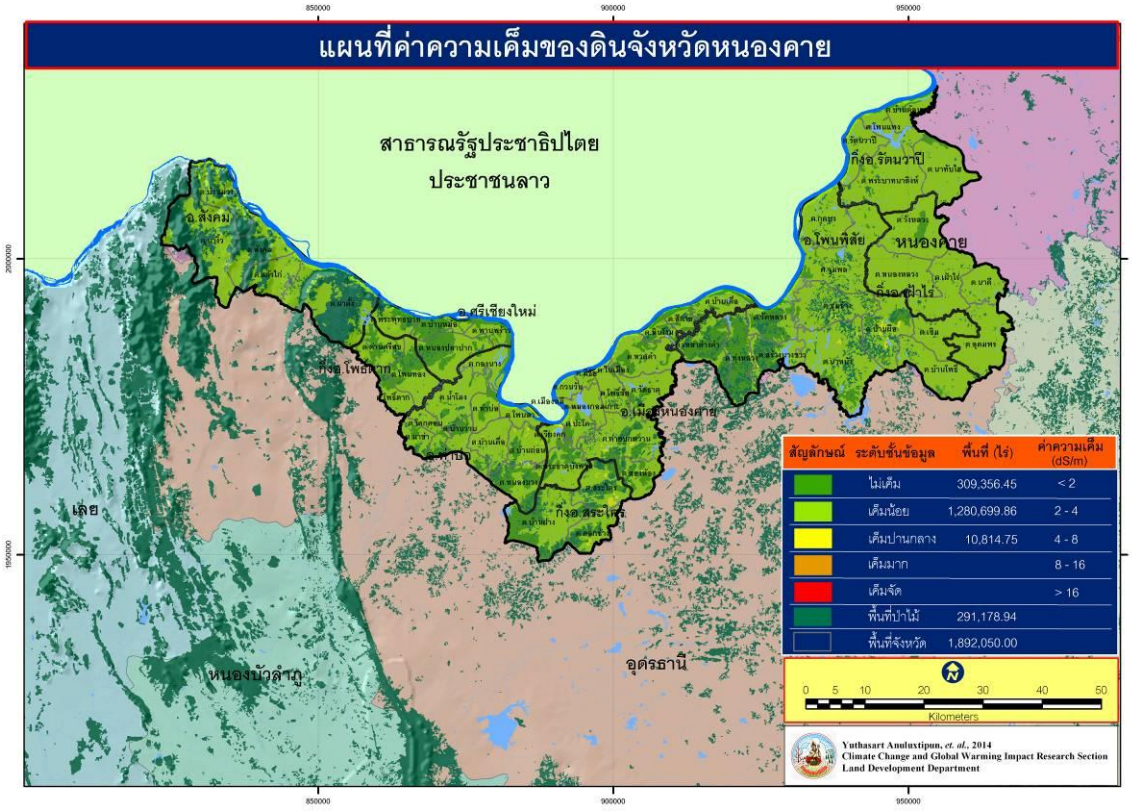
แผนที่ 22 ค่าปริมาณแมกนีเซียมของดิน จังหวัดหนองคาย



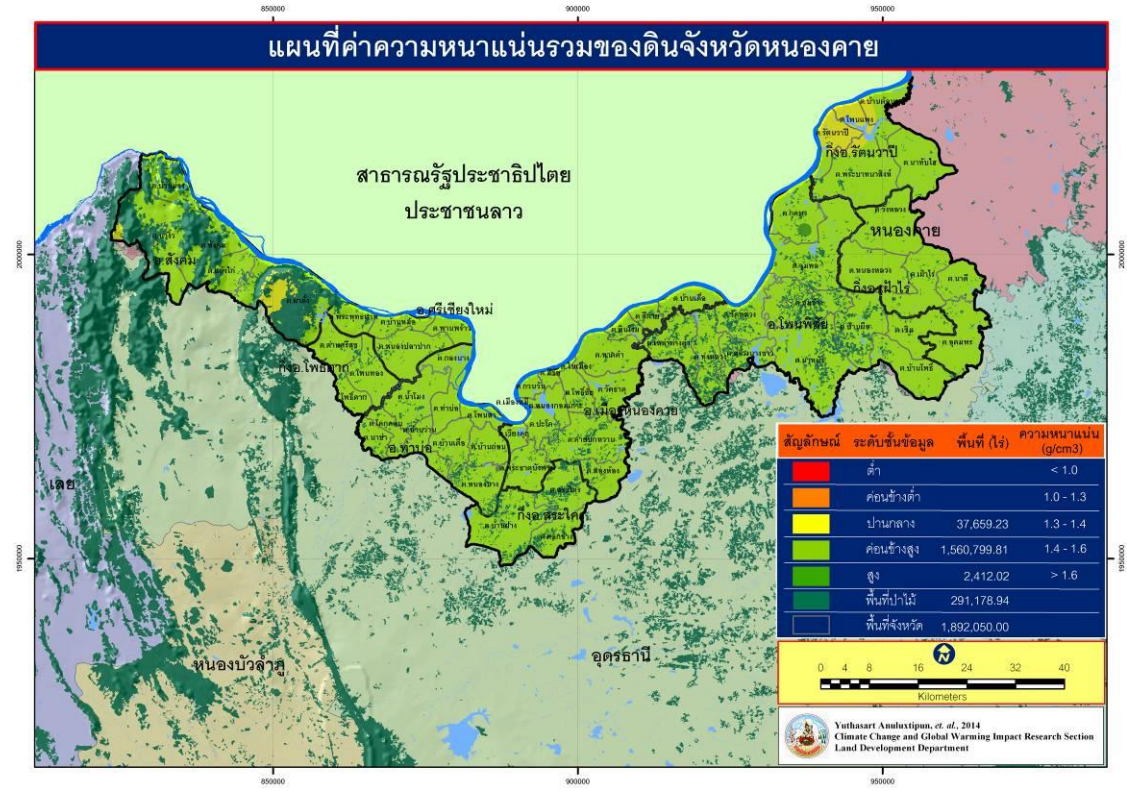
แผนที่ 23 ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน จังหวัดหนองคาย



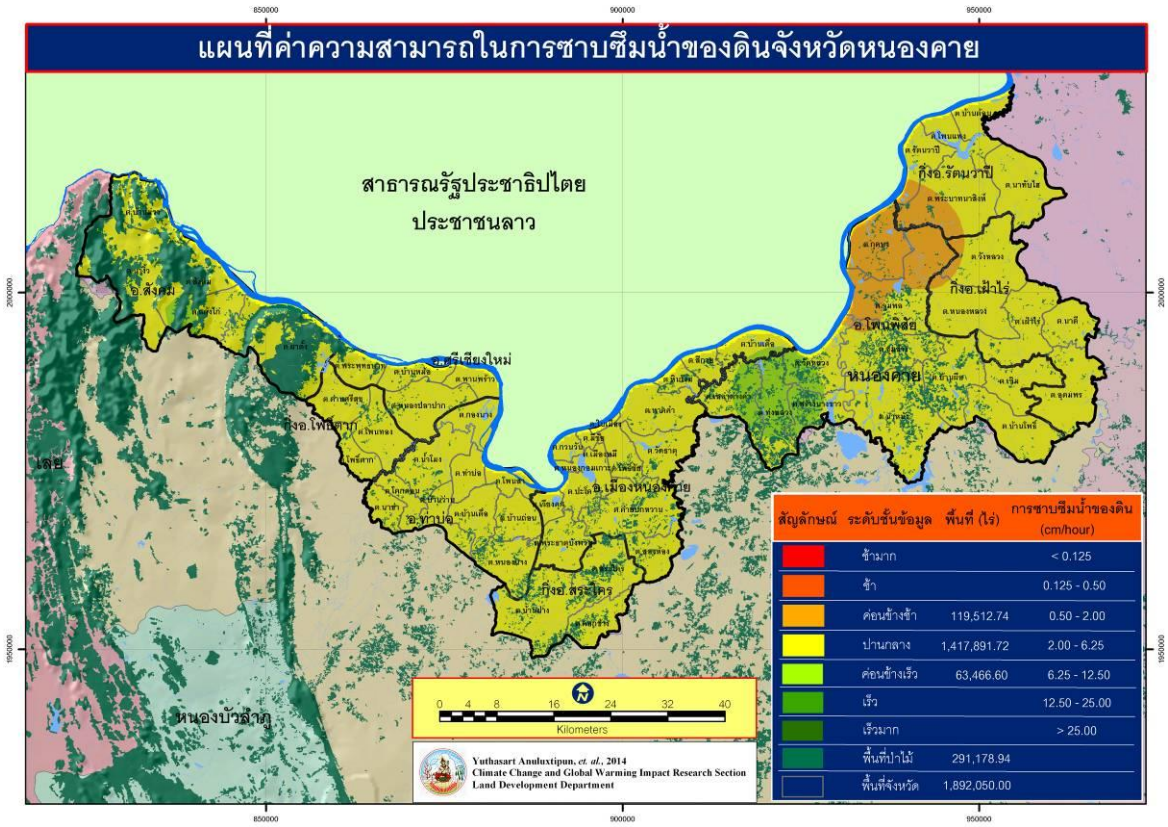
แผนที่ 24 ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน จังหวัดหนองคาย



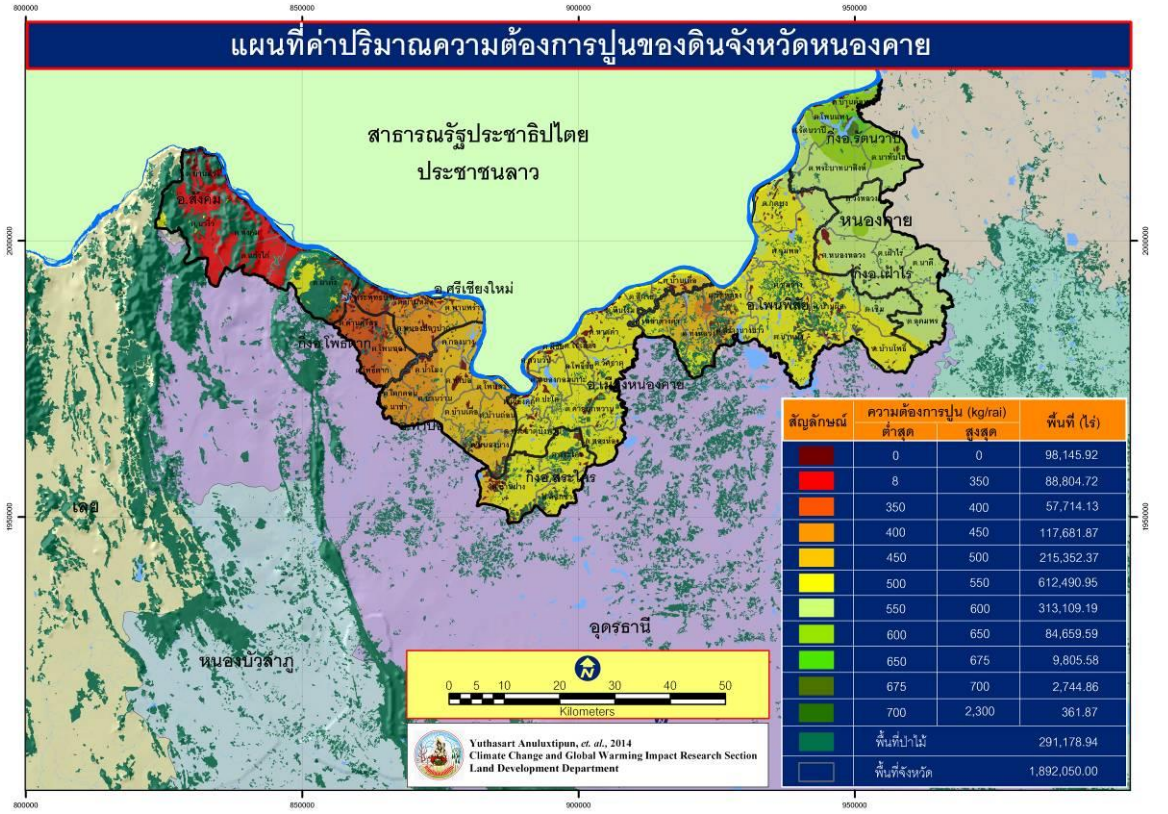
แผนที่ 25 ค่าความเค็มของดิน จังหวัดหนองคาย



แผนที่ 26 ค่าความหนาแน่นรวมของดิน จังหวัดหนองคาย



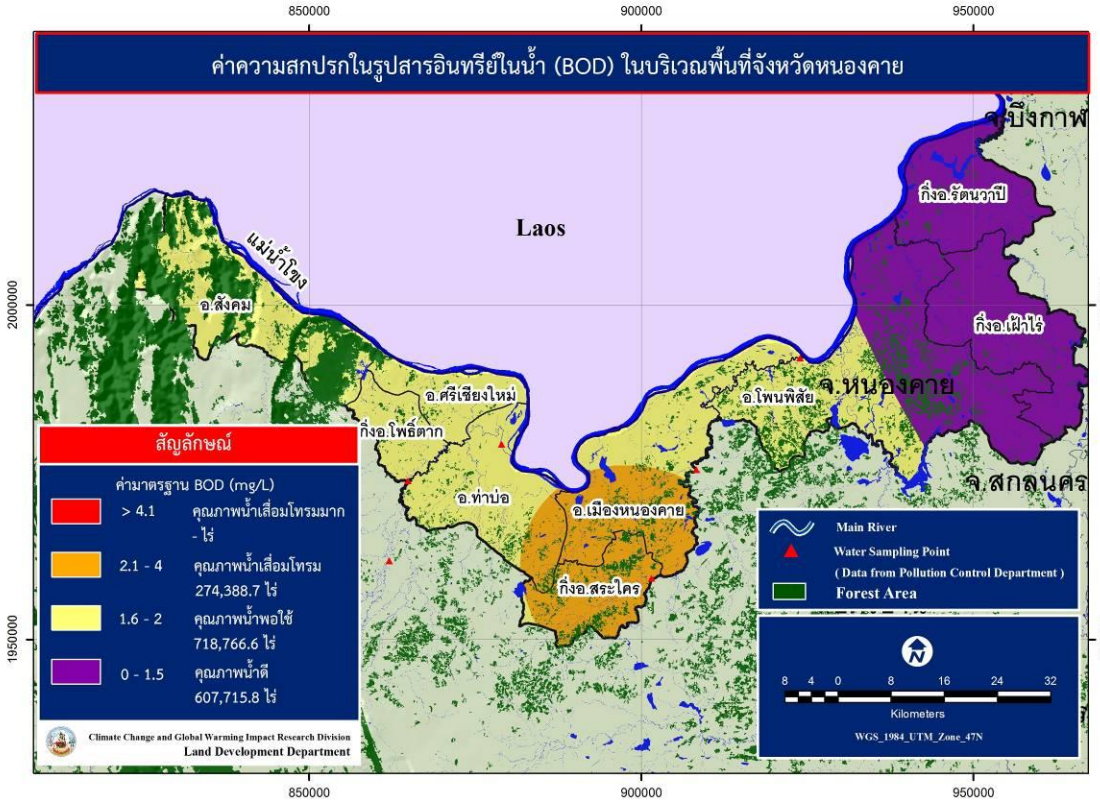
แผนที่ 27 ค่าความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน จังหวัดหนองคาย



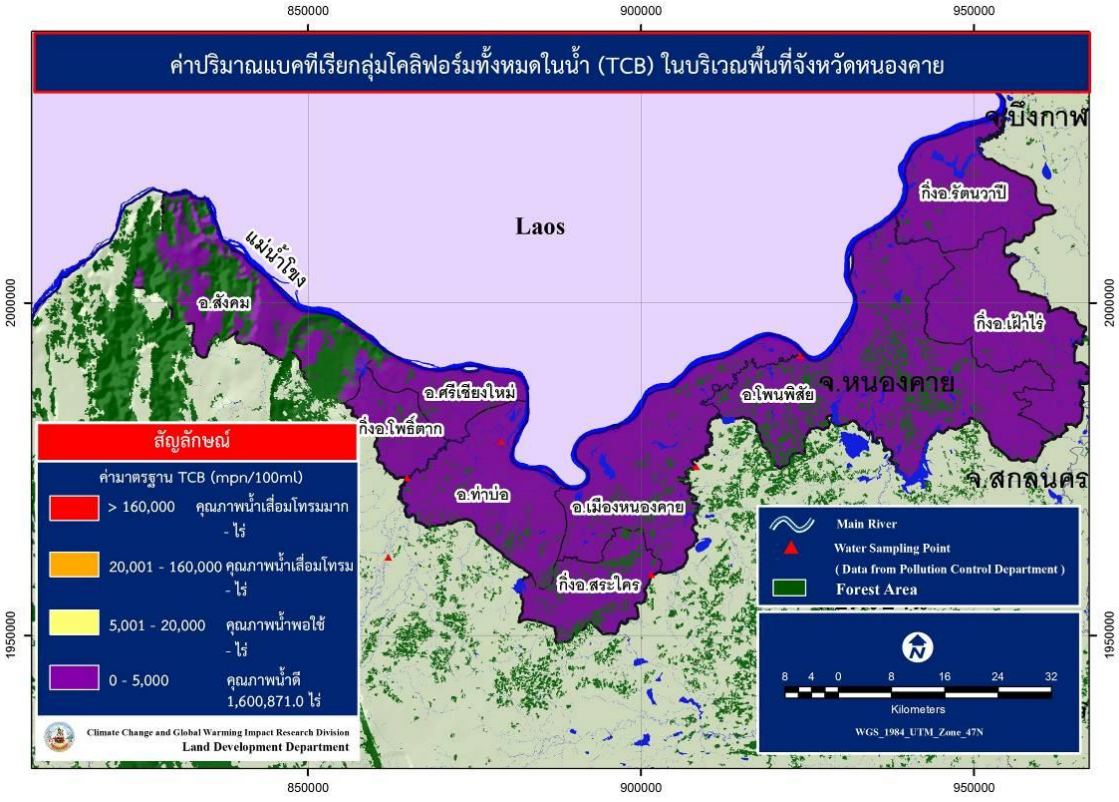
แผนที่ 28 ค่าปริมาณความต้องการปูนของดิน จังหวัดหนองคาย

แผนที่ 29 จุดที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม จังหวัดหนองคาย

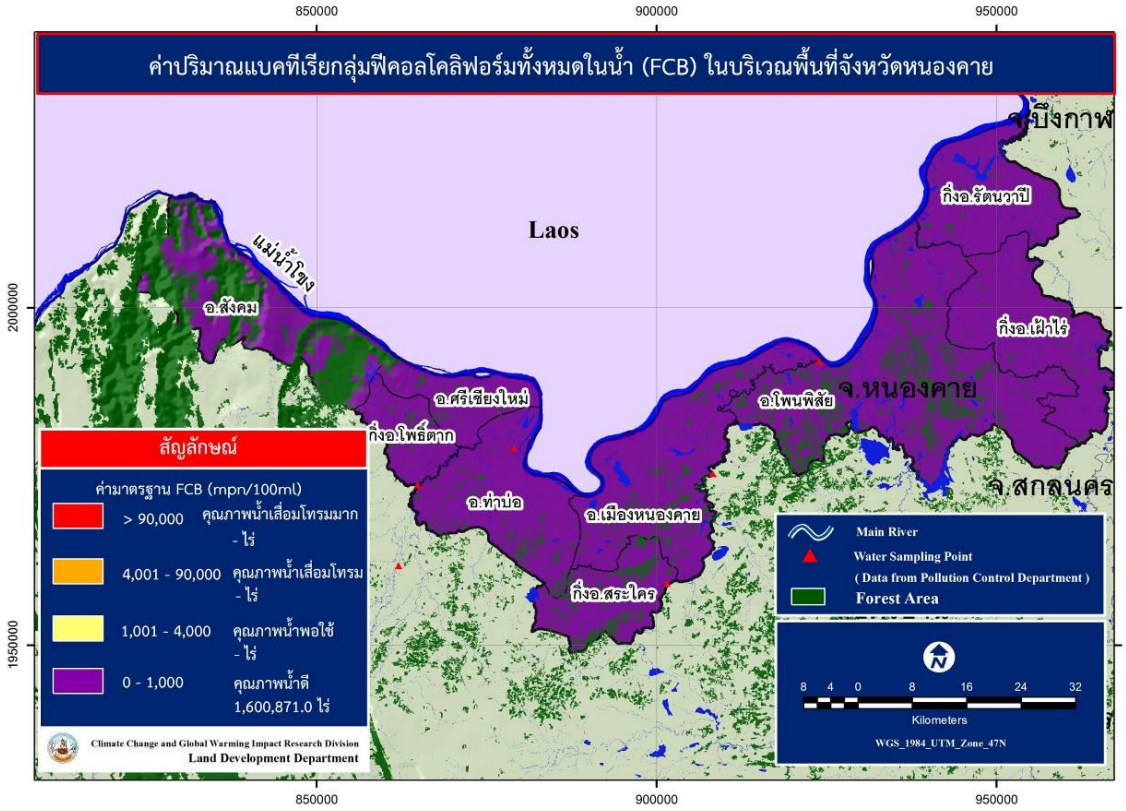
แผนที่ 30 ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ จังหวัดหนองคาย



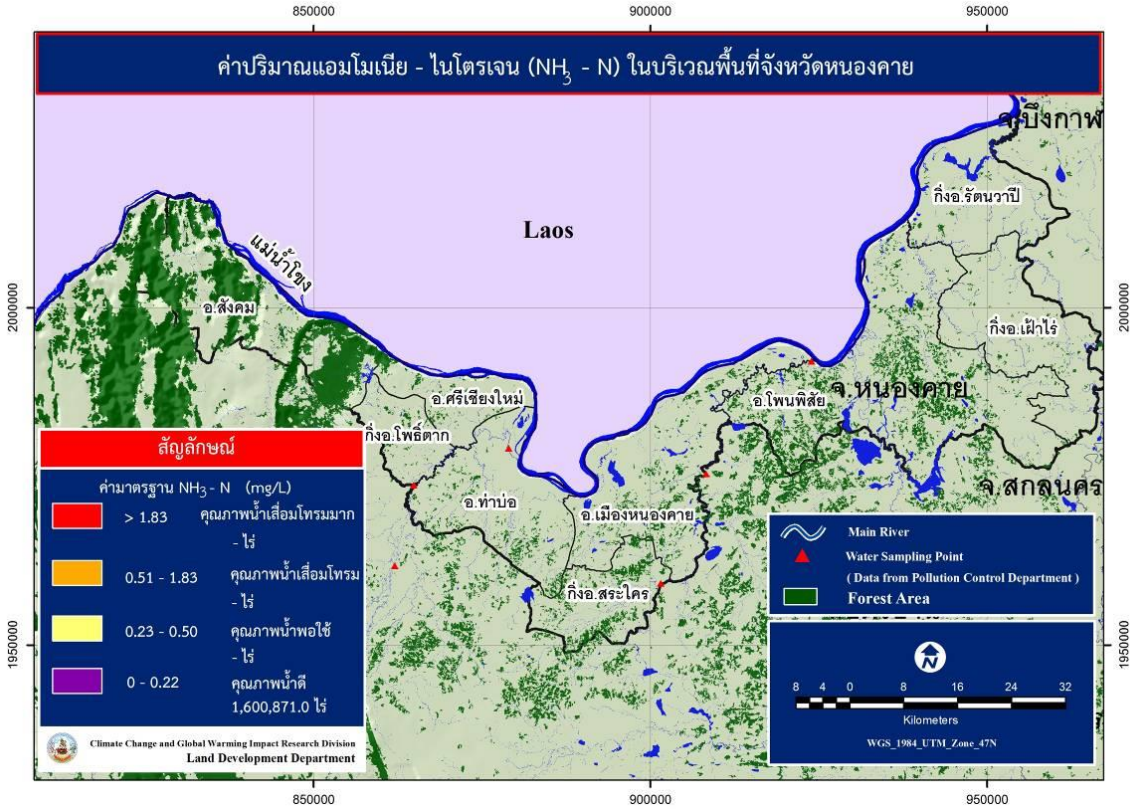
แผนที่ 31 ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ในน้ำ จังหวัดหนองคาย



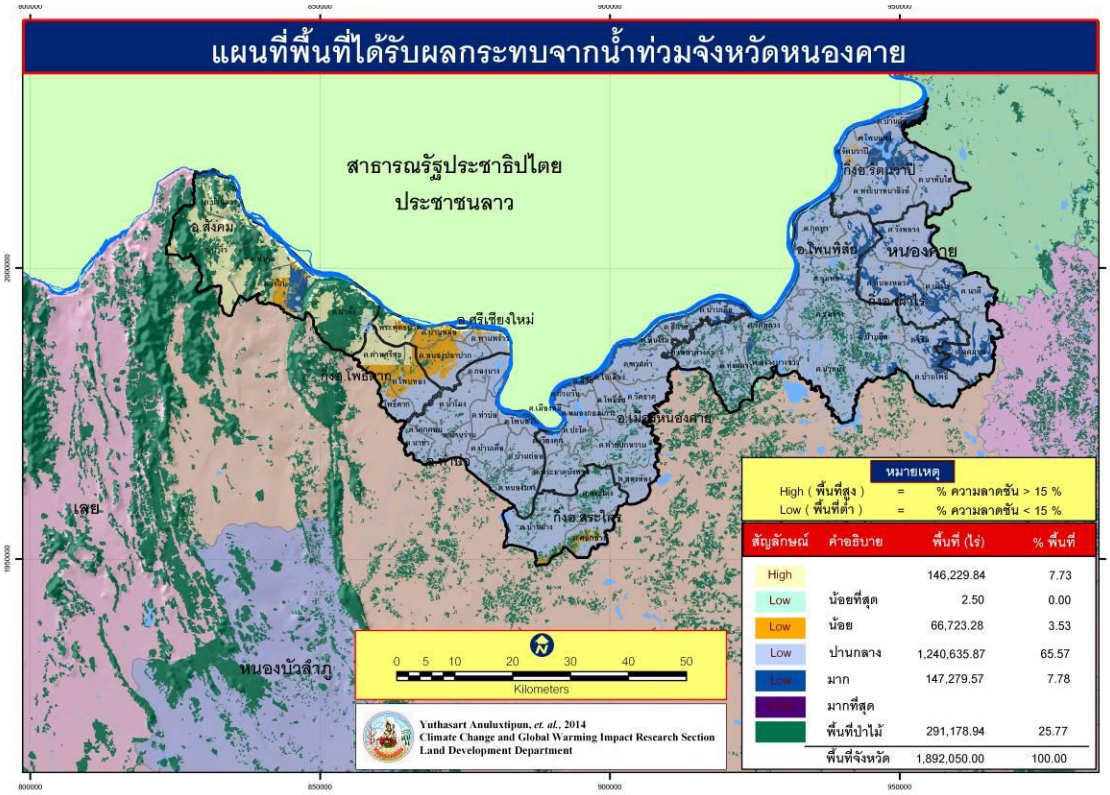
แผนที่ 32 ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ จังหวัดหนองคาย



แผนที่ 33 ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ จังหวัดหนองคาย



แผนที่ 34 ค่าปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในน้ำ จังหวัดหนองคาย



แผนที่ 35 พื้นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม จังหวัดหนองคาย

แผนที่ 36 พื้นที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง จังหวัดหนองคาย

แผนที่ 37 พื้นที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม จังหวัดหนองคาย

3. ระยะเวลาและสถานที่ดำเนินการ

ระยะเวลาดำเนินงาน **เริ่มต้นเดือน** กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557
สิ้นสุดเดือน มกราคม พ.ศ. 2558

สถานที่ดำเนินการ **1. สถานที่ตั้ง** จังหวัดหนองคาย
2. Site Characterization -

บทที่ 3
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการวิเคราะห์หาทางเลือกโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (AHP) และวิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index)

จากการวิเคราะห์หาทางเลือกโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ซึ่งใช้การคำนวณ 2 แบบคือ การคำนวณแบบ Eigenvector และแบบ Fuzzy Analytical Hierarchy Process: FAHP พบว่า

การคำนวณแบบ Eigenvector พบว่าพื้นที่ที่เป็นทางเลือก 5 อันดับแรกของ จังหวัดหนองคาย คือ อำเภอเมืองหนองคาย มีน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.159 รองลงมาคือ อำเภอสังคม อำเภอท่าบ่อ อำเภอโพนพิสัย และกิ่งอำเภอโพธิ์ตาก มีน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.136, 0.117, 0.114 และ 0.106 ตามลำดับ

การคำนวณแบบ Fuzzy Analytical Hierarchy Process: FAHP พบว่าพื้นที่ที่เป็นทางเลือก 5 อันดับแรกของจังหวัดหนองคาย คือ อำเภอเมืองหนองคาย มีน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.779 รองลงมาคือ อำเภอท่าบ่อ กิ่งอำเภอโพธิ์ตาก อำเภอโพนพิสัย และกิ่งอำเภอเฝ้าไร่ มีน้ำหนักความสำคัญเท่ากับ 0.596, 0.578, 0.577 และ 0.515 ตามลำดับ ดังตารางที่ 41 ค่าน้ำหนักแสดงให้เห็นถึงค่าความน่าจะเป็นที่ควรจะนำไปพิจารณาดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวเป็นลำดับแรกจนถึงลำดับท้ายสุด ซึ่งพิจารณาจากการใช้ความสำคัญเชิงพื้นที่โดยใช้แผนที่ฐานจำนวน 24 ฐานข้อมูล

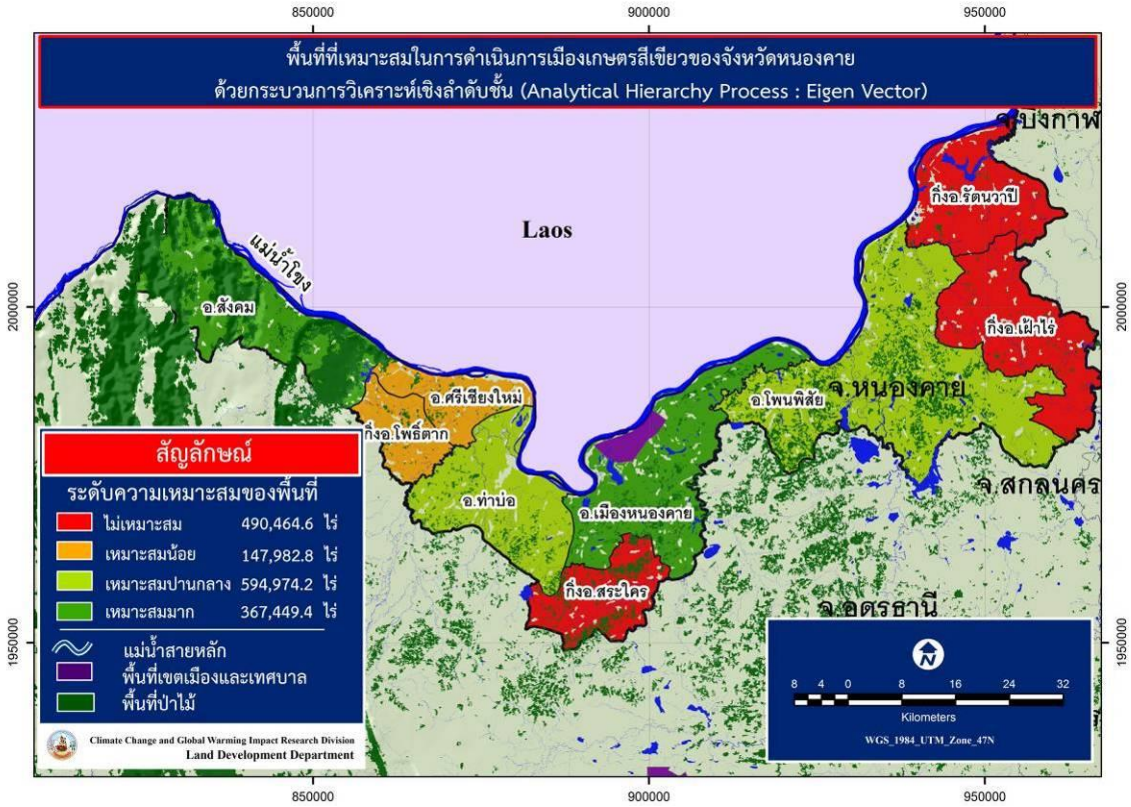
ตารางที่ 41 ผลการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ค่าถ่วงน้ำหนัก AHP จังหวัดหนองคาย

ค่าถ่วงน้ำหนัก Eigenvector		ค่าถ่วงน้ำหนัก Fuzzy AHP	
เมืองหนองคาย	0.159	เมืองหนองคาย	0.779
สังคม	0.136	ท่าบ่อ	0.596
ท่าบ่อ	0.117	กิ่งอำเภอโพธิ์ตาก	0.578
โพนพิสัย	0.114	โพนพิสัย	0.577
กิ่งอำเภอโพธิ์ตาก	0.106	กิ่งอำเภอเฝ้าไร่	0.515
ศรีเชียงใหม่	0.101	กิ่งอำเภอรัตนวาปี	0.483
กิ่งอำเภอสระใคร	0.091	สังคม	0.482
กิ่งอำเภอรัตนวาปี	0.089	กิ่งอำเภอสระใคร	0.444
กิ่งอำเภอเฝ้าไร่	0.086	ศรีเชียงใหม่	0.254

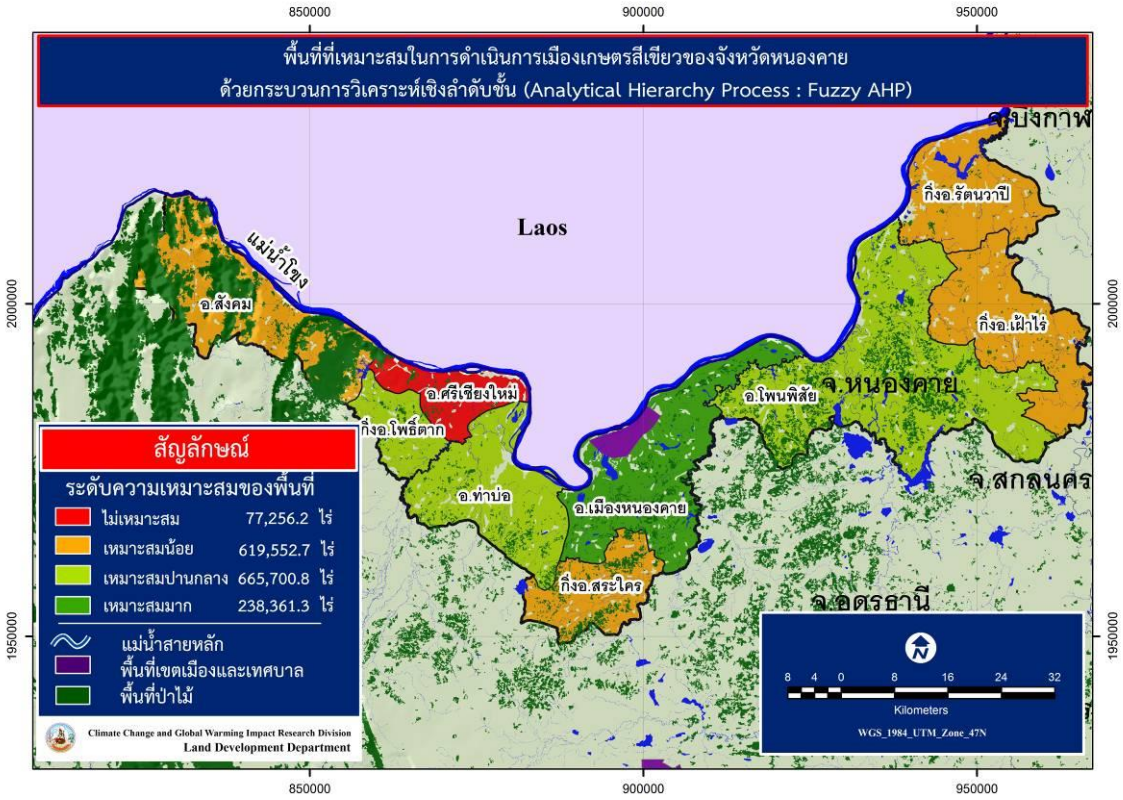
การคำนวณหาพื้นที่จะได้ชั้นข้อมูลพื้นที่ที่เหมาะสมในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย ด้วยวิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) โดยใช้แผนที่ฐานจำนวน 24 ฐานข้อมูล มีการแบ่งระดับความเหมาะสมที่กำหนดไว้ตามเค้าโครงของ FAO ดังนี้

- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก (S1) 114,682.2 ไร่
- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมปานกลาง (S2) 220,395.1 ไร่
- พื้นที่ที่มีความเหมาะสมน้อย (S3) 403,663.7 ไร่
- พื้นที่ที่ไม่มีความเหมาะสม (N) 862,130.0 ไร่

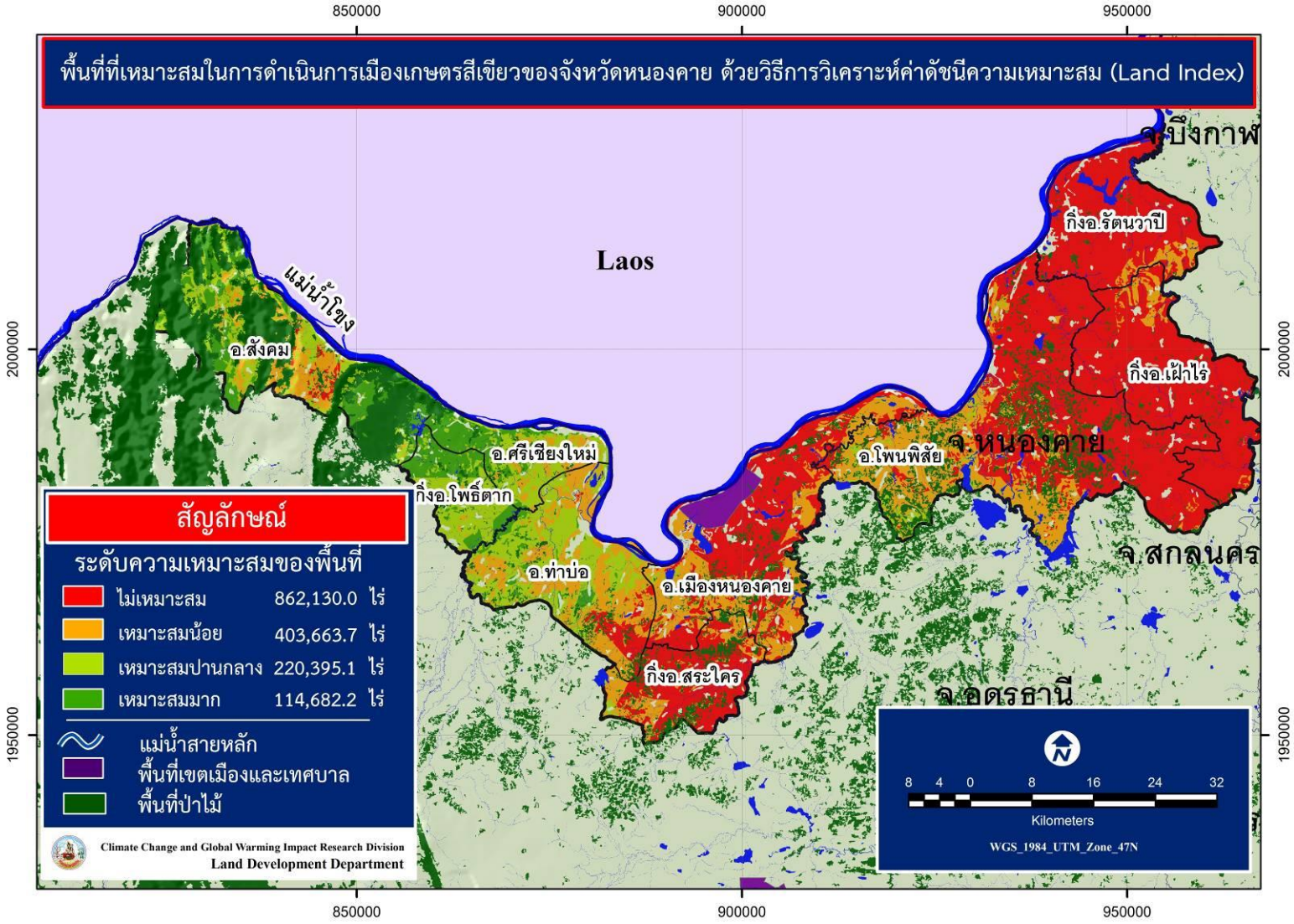
2. การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินโครงการเมืองเกษตรสีเขียว



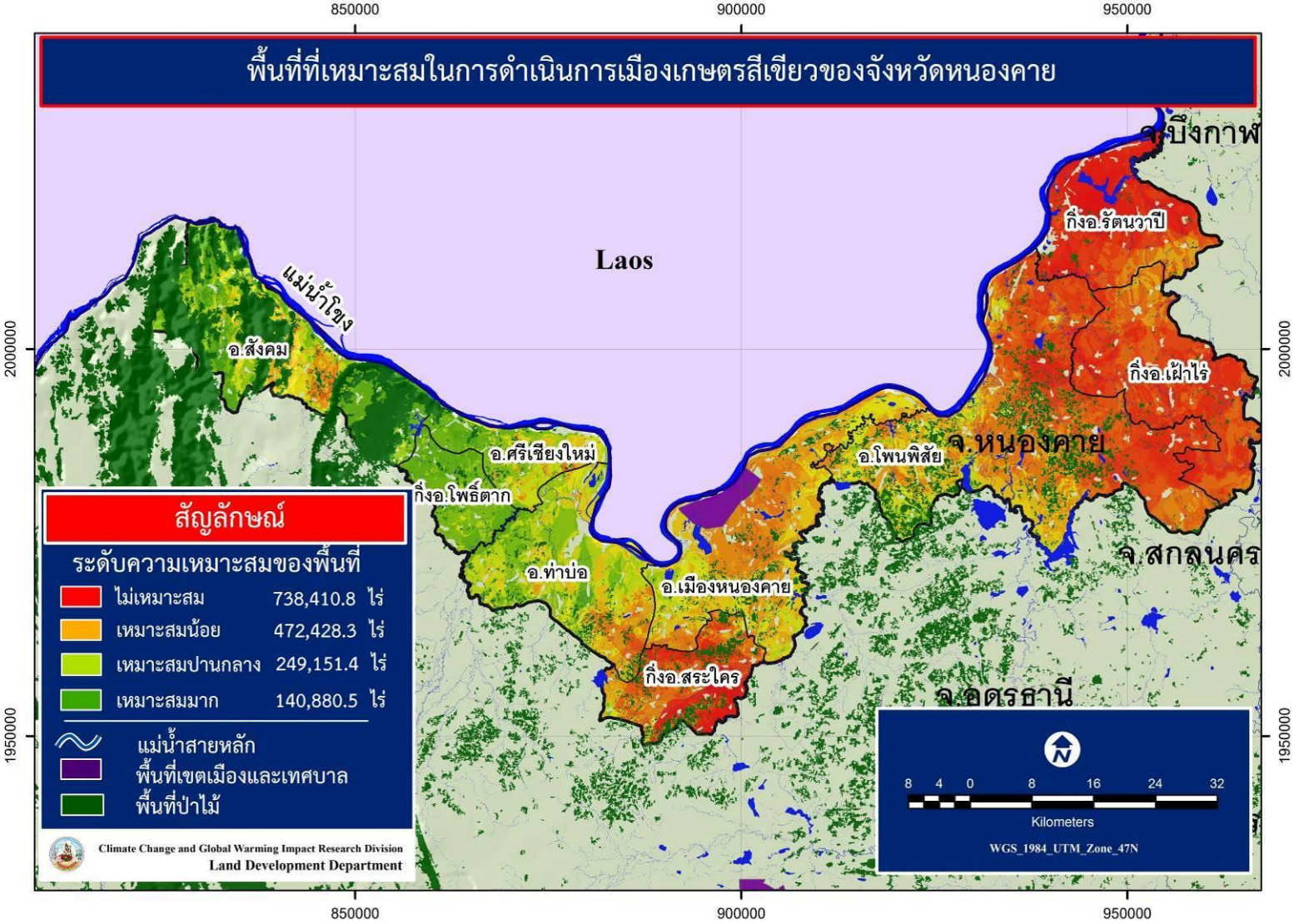
แผนที่ 38 พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย
ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น แบบ Eigen Vector



แผนที่ 39 พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย
ด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น แบบ Fuzzy AHP



แผนที่ 40 พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย ด้วยวิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index)



แผนที่ 41 พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย

แผนที่ 42 พื้นที่เป้าหมายในการดำเนินการเมืองเกษตรสีเขียวของจังหวัดหนองคาย

ตารางที่ 42 พื้นที่เหมาะสมในการดำเนินงานเมืองเกษตรสีเขียว รายอำเภอ จังหวัดหนองคาย

ลำดับ	อำเภอ	พื้นที่เหมาะสมมาก (S1)	พื้นที่เหมาะสมปานกลาง (S2)	พื้นที่เหมาะสมน้อย (S3)	พื้นที่ไม่เหมาะสม (N)	รวม	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละของ S1/พื้นที่
1	กิ่งอำเภอโพธิ์ตาก	39,508.19	26,861.70	1,019.94	1.81	67,391.63	71,502.53	55.25
2	ศรีเชียงใหม่	22,934.34	33,395.10	22,400.83	3,411.92	82,142.19	88,624.90	25.88
3	สังคม	53,542.79	42,400.73	32,741.67	3,511.37	132,196.57	26,6093.80	20.12
4	ท่าบ่อ	22,107.44	97,622.70	61,650.33	10,933.13	192,313.59	207,488.10	10.65
5	โพนพิสัย	3,447.15	22,268.19	137,213.11	238,142.52	401,070.97	477,210.20	0.72
6	กิ่งอำเภอสระใคร	12.23	1,568.70	15,408.04	78,365.06	95,354.03	117,297.80	0.01
7	เมืองหนองคาย	0.00	28,868.61	194,916.26	37,984.39	261,769.26	283,284.50	0.00
8	กิ่งอำเภอรัตนวาปี	-	-	11,233.13	154,879.67	166,112.80	171,137.50	0.00
9	กิ่งอำเภอเฝ้าไร่	-	-	10,796.23	191,723.79	202,520.02	209,410.60	0.00

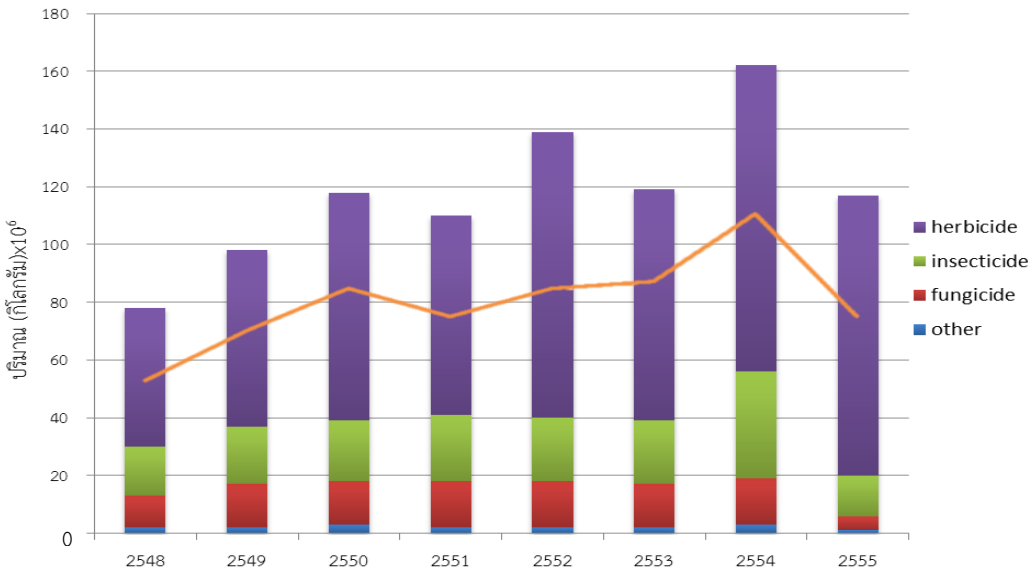
3. สถานการณ์การใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทย และผลกระทบจากสารพิษตกค้างของเกษตรกร

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศเกษตรกรรมมีแนวโน้มพึ่งพาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากขึ้น จากสถิติของสำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตรได้รายงานมูลค่าการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรประเภทสารเคมีในปี 2554 พบว่า มีมูลค่าการนำเข้าเป็นจำนวนมากกว่า 22,034 ล้านบาท (คณะทำงานพัฒนาการพัฒนาคุณภาพชีวิตสาธารณสุขและคุ้มครองผู้บริโภค มูลนิธิชีววิถี, ม.ป.ป.) แม้ว่าสารเคมีทางการเกษตรจะมีประโยชน์ต่อการควบคุมการระบาดของโรคและแมลงศัตรูพืชได้ระดับหนึ่ง แต่ก็มีความเป็นพิษโดยตัวสารเคมีเองอยู่ด้วยประกอบกับการใช้สารเคมีที่ไม่ถูกต้องของตัวเกษตรกรและการใช้ที่มากเกินความจำเป็น รวมทั้งการใช้โดยปราศจากนโยบายและมาตรการทางกฎหมายที่ควบคุมอย่างเข้มงวดจึงส่งผลกระทบให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพเกษตรกรและผู้บริโภคเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเป็นปัจจัยที่ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ในการศึกษาครั้งนี้จึงขอนำเสนอข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสารเคมีทางการเกษตร สถานการณ์การใช้สารเคมีทางการเกษตร ผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตร และการควบคุมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทยและต่างประเทศ รวมถึงข้อเสนอแนะในการบริหารจัดการสารเคมีทางการเกษตรเพื่อประโยชน์ของการนำเข้าการผลิตการจำหน่ายและการนำสารเคมีทางการเกษตรไปใช้อย่างปลอดภัย

การนำสารเคมีทางการเกษตรไปใช้อย่างปลอดภัย มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี ในขณะที่พื้นที่การเพาะปลูกยังคงมีอยู่เท่าเดิม ในปี 2554 พบว่า มีมูลค่าการนำเข้าเป็นจำนวนมากกว่า 22,034 ล้านบาท ซึ่งเป็นการบ่งชี้ว่าเกษตรกรของไทยมีปริมาณการใช้สารเคมีทางการเกษตรต่อไร่เพิ่มสูงขึ้น แม้ว่าสารเคมีทางการเกษตรจำพวกปุ๋ยจะเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชในการผลิตอาหารช่วยลดความเสี่ยงในเรื่องความเสียหายต่อผลผลิตทำให้ผลิตภาพทางการเกษตรเพิ่มสูงขึ้น สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรและเศรษฐกิจของประเทศ แต่การใช้สารเคมีที่มากเกินความจำเป็นและไม่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดผลกระทบด้านต่างๆ กล่าวคือด้านสุขภาพ พบว่าในปี 2550 มีเกษตรกรที่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชถึงร้อยละ 39 ด้านสิ่งแวดล้อม พบการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม ส่วนในด้านเศรษฐกิจผลการประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ โดยการวิเคราะห์ผลกระทบภายนอกจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชพบว่า ในปี 2553 มีมูลค่าผลกระทบภายนอกสูงถึง 14,000 ล้านบาท และเมื่อพิจารณามูลค่าการนำเข้ากับต้นทุน ผลกระทบภายนอกทำให้ต้นทุนที่แท้จริงจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูงถึง 32,000 ล้านบาทต่อปี และมีสถิติเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี นอกจากนี้ยังมีความเสียหายจากการส่งออกที่มีสาเหตุมาจากสารตกค้างในสินค้าทางการเกษตรทำให้เกิดความเสียหายปีละประมาณ 800-900 ล้านบาท ส่งผลทางลบต่อภาพลักษณ์ของประเทศในฐานะผู้ส่งออกสินค้าทางการเกษตรและอาหารรายใหญ่ของโลก

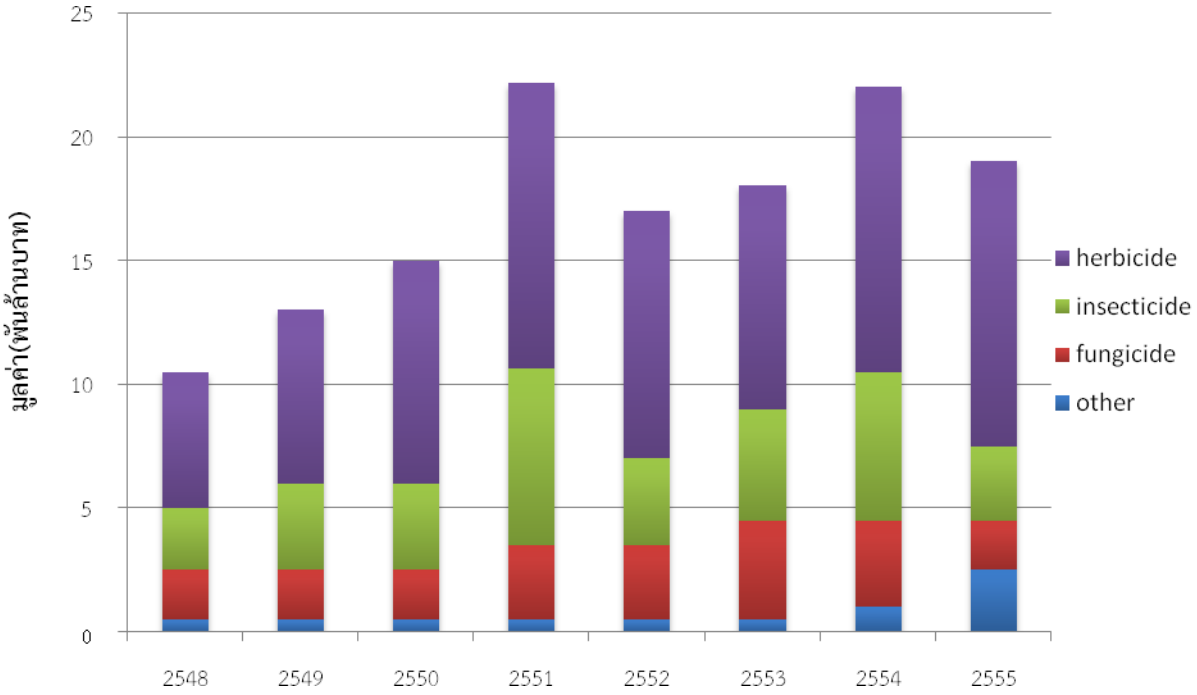
สำหรับประเทศไทยสถิติจากปี 2553 พื้นที่ถือครองทางการเกษตร เฉพาะที่นา พืชไร่ ไม้ผล ไม้ยืนต้น สวนผัก และไม้ดอกประมาณ 143 ล้านไร่ และเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยในแต่ละปี แต่สถิติการใช้ปุ๋ยและสารเคมีทางการเกษตรกลับมีปริมาณสูงขึ้นอย่างมาก โดยจากข้อมูลปี 2549 พบว่าประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยและสารเคมีการเกษตร 3.6 ล้านตัน เมื่อเข้าสู่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 พ.ศ. 2550 - 2554 มีการกำหนดเป้าหมายที่จะลดการนำเข้าปุ๋ยและสารเคมีการเกษตรให้ไม่เกินปีละ 3.5 ล้านตัน แต่กลับปรากฏว่าในปีแรกของแผนพัฒนาฯ มีการนำเข้าเพิ่มขึ้นเป็น 4.5 ล้านตัน และเมื่อสิ้นสุดแผนพัฒนาฯในปี 2554 มีการนำเข้าปุ๋ยและสารเคมีการเกษตรรวม 6.3 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 93,844 ล้านบาท (ศูนย์สารสนเทศยุทธศาสตร์ภาครัฐสำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2556)

โดยสารเคมีการเกษตรที่นำเข้ามาในประเทศไทยถูกนำเข้าโดยบริษัทยักษ์ใหญ่ข้ามชาติ 6 บริษัทฯ และบริษัทฯ อื่นๆ อีก 230 บริษัท มีบริษัทผลิตสูตรสำเร็จ 90 บริษัท ผู้ค้าส่ง 543 รายและผู้ค้าปลีก 15,822 ราย (สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร, 2555 อ้างถึงใน คณะทำงานการพัฒนาคุณภาพชีวิตสาธารณสุขและคุ้มครองผู้บริโภค, ออนไลน์) บริษัทท้องถิ่นของไทยจะนำสารออกฤทธิ์ดังกล่าว มาผสมและบรรจุขายไปยังร้านค้าปลีกและเกษตรกร เนื่องมาจากประเทศไทยยังไม่สามารถที่จะผลิตสารออกฤทธิ์ได้เอง จึงเป็นการนำเข้ามาเพื่อบรรจุขายภายในประเทศหรือมีการผสมสารอื่นๆ แล้วจึงบรรจุขายต่อไปประเทศผู้ผลิตสารเคมีกำจัดศัตรูพืช โดยประเทศไทยนำเข้ามากที่สุดคือประเทศจีน 70.32 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคืออินเดีย 5.72 เปอร์เซ็นต์ อิสราเอล 4.12 เปอร์เซ็นต์ มาเลเซีย 4.11 เปอร์เซ็นต์ โปแลนด์ 3.33 เปอร์เซ็นต์ สหรัฐอเมริกา 1.69 เปอร์เซ็นต์ อินโดนีเซีย 1.62 เปอร์เซ็นต์ เยอรมนี 1.56 เปอร์เซ็นต์ ไต้หวัน 1.22 เปอร์เซ็นต์ ญี่ปุ่น 1.05 เปอร์เซ็นต์ และจากประเทศอื่นๆ อีก 5.26 เปอร์เซ็นต์ (ศูนย์สารสนเทศยุทธศาสตร์ภาครัฐสำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2556) การจะควบคุมสารพิษทางการเกษตรใน 6 เมืองเกษตรสีเขียวได้ จำเป็นต้องได้รับการสนับสนุนจาก ผู้ว่าราชการจังหวัดทำการรวบรวมทั้งปริมาณและชนิดของสารพิษอันตรายโดยร่วมมือกับกรมวิชาการเกษตรที่ขึ้นทะเบียนนำเข้าสารพิษทางการเกษตรและพาณิชย์จังหวัด คอยควบคุมปริมาณสารพิษที่มีการนำเข้ามายังร้านขายปลีกในแต่ละจังหวัดเป็นลำดับแรก และสาธารณสุขประจำจังหวัดคอยรายงานผลเลือดของเกษตรกรและประชาชนในจังหวัดให้คอยเฝ้าระวังความปลอดภัย ให้ชุมชนเข้าใจเรื่องการดูและรักษาสุขภาพของประชาชนในจังหวัด นี่คงเป็นมาตรการแรกๆ ที่จังหวัดจะคอยกระตุ้นทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค



ภาพที่ 15 ปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชระหว่าง ปี 2548–กันยายน 2555
ที่มา: สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2555

ในปี 2554 มีปริมาณการนำเข้าสูงที่สุดในรอบ 15 ปีส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากการประกาศพระราชบัญญัติวัตถุอันตราย (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2551 ซึ่งมีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 23 สิงหาคม 2552 ส่งผลให้วัตถุอันตรายทุกชนิดสิ้นสภาพทะเบียนเดิมในวันที่ 22 สิงหาคม 2554 และต้องยื่นขอขึ้นทะเบียนตามเงื่อนไขใหม่ทั้งหมด ผู้ประกอบการจึงมีการนำเข้าล่วงหน้า เพื่อจะได้จำหน่ายไปได้อีก 2 ปีระหว่างรอขึ้นทะเบียนใหม่จึงทำให้ปริมาณการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูงกว่าปี 2555 และเมื่อทะเบียนเดิมสิ้นสภาพปริมาณการนำเข้าสารกำจัดแมลงในปี 2555 จึงลดลงอย่างเห็นได้ชัด



ภาพที่ 16 สถิติมูลค่าการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชระหว่าง ปี 2548–กันยายน 2555
ที่มา: สำนักควบคุมพืชและวัสดุทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2555

จากสถิติการนำเข้าสารเคมีทางการเกษตรข้างต้น แสดงให้เห็นถึงปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช นอกจากสะท้อนให้เห็นถึงมูลค่าทางเศรษฐกิจของตลาดผลิตภัณฑ์ประเภทหนึ่งแล้วยังสะท้อนภาพให้เห็นถึงปริมาณการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชของคนไทยในแต่ละปีว่ามีแนวโน้มจะสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้อุตสาหกรรมเคมีทางการเกษตรเติบโตอย่างมาก เกษตรกรสามารถเข้าถึงสารเคมีได้ง่ายและมีการใช้มากเกินความพอดี หรืออีกนัยหนึ่งเป็นเพราะศัตรูพืชต่างๆ มีการปรับตัวเพื่อต่อต้านสารเคมีทางการเกษตรมากยิ่งขึ้น

- ผลกระทบจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทย

จากข้อมูลสถานการณ์การใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทยดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่ามีการนำเข้าสารเคมีทางการเกษตรมากเป็นลำดับต้นๆของโลก และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ แม้ว่าสารเคมีทางการเกษตรจำพวกปุ๋ยจะเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืชอาหาร ช่วยลดความเสี่ยงในเรื่องความเสียหายต่อผลผลิตทำให้ผลิตภาพทางการเกษตรเพิ่มสูงขึ้น สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรและเศรษฐกิจของ

ประเทศ แต่การใช้สารเคมีที่มากเกินความจำเป็นและไม่ถูกต้องเหมาะสมจะทำให้เกิดผลกระทบด้านต่างๆ มากมาย ทั้งในด้านสุขภาพของเกษตรกรผู้บริโภค ด้านสิ่งแวดล้อมรวมทั้งด้านเศรษฐกิจของประเทศ

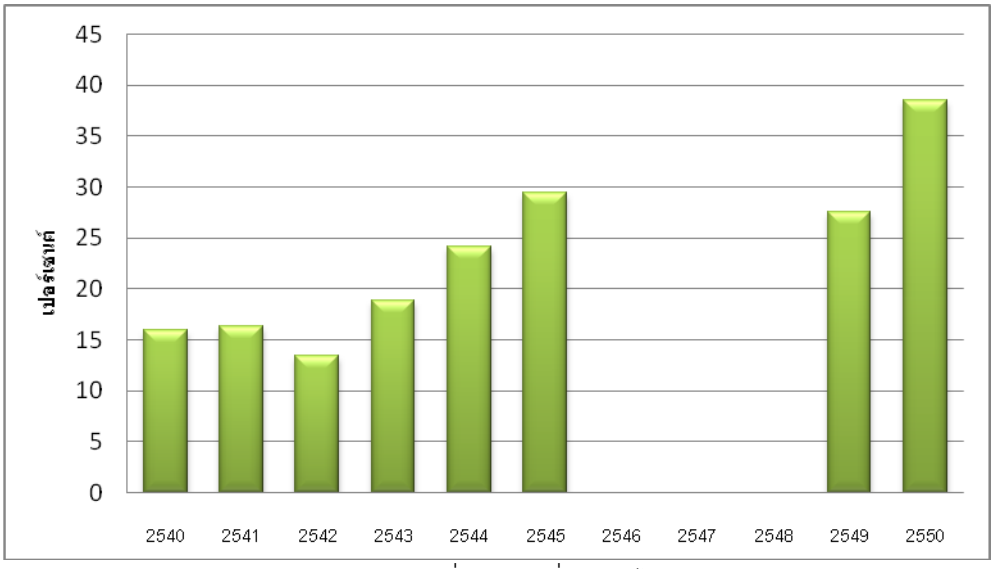
ด้านสุขภาพ จากข้อมูลสถานการณ์การนำเข้าสารเคมีทางการเกษตรที่สูงมาก สะท้อนถึงผลกระทบที่เกิดกับตัวเกษตรกรผู้ใช้สารเคมีและผู้บริโภค โดยปัจจุบันพบว่า ปัญหาสุขภาพที่มีความเกี่ยวเนื่องกับการใช้สารเคมีทางการเกษตร กลายเป็นปัญหาใหญ่และรุนแรงมากในประเทศไทย ซึ่งสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมกระทรวงสาธารณสุข ได้จัดทำสถิติสัดส่วนของเกษตรกรที่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชจากเกษตรกรทั่วประเทศพบว่า ในปี 2540 มีจำนวนมากถึงร้อยละ 16.35 หรือ 89,926 คน จากจำนวนเกษตรกรที่ตรวจเลือด 563,353 คน และมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ โดยในปี 2550 ผลการตรวจพบว่า มีเกษตรกรที่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชถึงร้อยละ 39 (สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อมกระทรวงสาธารณสุข อ้างถึงในมูลนิธิชีววิถี, 2554) ดังตารางที่ 43

ตารางที่ 43 ผลการตรวจเลือดร้อยละของเกษตรกรที่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชปี ปี 2540-2550

ปี	ผลการตรวจเลือดร้อยละของเกษตรกร (เปอร์เซ็นต์)
2540	15.96
2541	16.35
2542	13.38
2543	18.88
2544	24.19
2545	29.41
2546	ND
2547	ND
2548	ND
2549	27.60
2550	38.52

หมายเหตุ: ND (Non Detect) หมายถึงไม่สามารถตรวจสอบได้

ที่มา: สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข, 2554



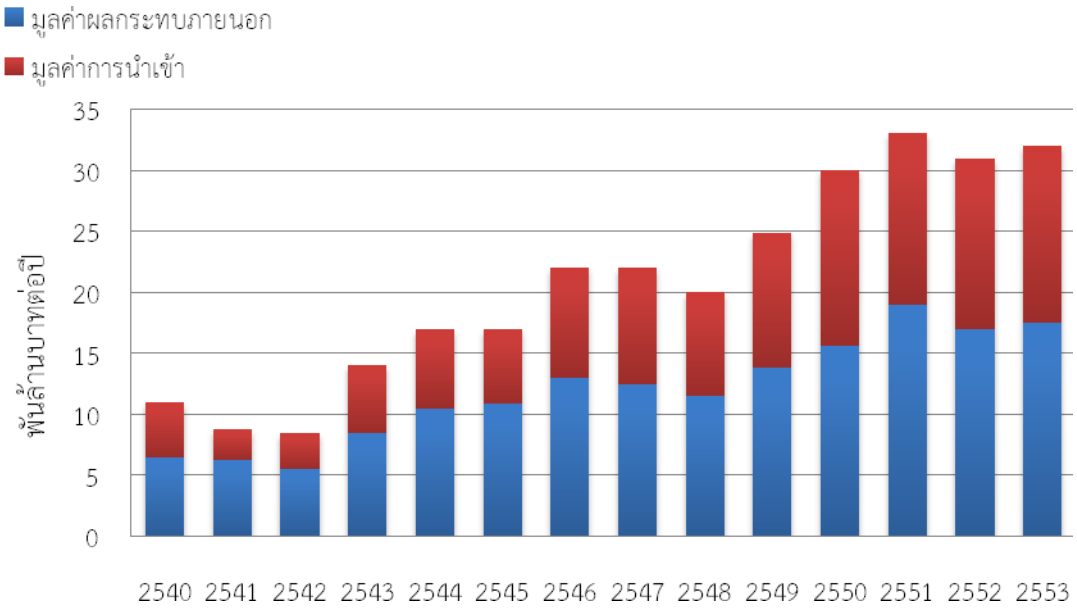
ภาพที่ 17 ผลการตรวจเลือดร้อยละของเกษตรกรที่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ในปี 2540-2550

ที่มา: สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข, 2554

ทั้งนี้ปัญหาด้านสุขภาพและความเสี่ยงจากสารเคมีทางการเกษตรสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือผลกระทบที่เป็นพิษเฉียบพลัน ซึ่งผู้ป่วยจะมีอาการในทันทีหลังจากสัมผัสสารเคมี เช่น คลื่นไส้ อาเจียน ปวดหัว ปวดกล้ามเนื้อ ท้องร่วง หายใจติดขัด และตาพร่า เป็นต้น และผลกระทบที่เป็นพิษเรื้อรัง ซึ่งเกิดจากการสะสมที่ก่อให้เกิดโรค หรือปัญหาอื่นๆ เช่น มะเร็ง เบาหวาน อัมพฤกษ์ อัมพาต โรคผิวหนังต่างๆ การเป็นหมัน การพิการของทารกแรกเกิด เป็นต้น นอกเหนือจากผลกระทบต่อเกษตรกรโดยตรงการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชในอาหาร ได้เพิ่มความเสี่ยงต่อผู้บริโภคโดยเฉพาะกลุ่มรายได้ต่ำ และผู้บริโภคในเมืองที่พึ่งพาอาหารปรุงสำเร็จและไม่สามารถเข้าถึงผักและผลไม้ที่ปราศจากสารเคมี

ด้านสิ่งแวดล้อม ผลกระทบที่สำคัญอีกประการของสารเคมีการเกษตรคือปัญหาการตกค้างของสารเคมีในสิ่งแวดล้อม ซึ่งสาเหตุเกิดจากการแพร่กระจายของสารเคมีในระหว่างการฉีดพ่น เนื่องจากสารเคมีส่วนใหญ่จะกระจายจากบริเวณของพืชที่ต้องการฉีดพ่นลงสู่พื้นและบางส่วนระเหยอยู่ในอากาศทำให้มีการสะสมอยู่ในพื้นดินและน้ำ ซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์เลี้ยง และสัตว์ในธรรมชาติ ในที่สุดจะส่งผลให้เกิดการสะสมของสารเคมีในห่วงโซ่อาหารและทำให้สิ่งมีชีวิตในระบบห่วงโซ่อาหารทุกระดับได้รับผลกระทบ นอกจากนี้ ยังทำลายแมลงที่เป็นประโยชน์ในการช่วยทำลายแมลงศัตรูพืช เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน หรือแมลงที่ช่วยผสมเกสร เช่น ผึ้ง เป็นต้น การใช้สารเคมีทางการเกษตรยังเป็นพิษต่อไส้เดือนดิน ซึ่งเป็นสัตว์ที่ช่วยย่อยสลายเศษซากอินทรียวัตถุในดิน ทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ โปร่งร่วนซุย อากาศถ่ายเทได้ดี สอดคล้องกับคำบอกเล่าของเกษตรกรที่ว่า เมื่อมีการฉีดพ่นยาแลนเนท (เมโทมิล) และฟอสดริ้น (เมวินฟอส) ในแปลงผักเมื่อมีนกบินเข้ามาในแปลงผักนกจะตาย (วิทญา และสามารถ, 2554) สำหรับสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชนอกจากจะตกค้างในสิ่งแวดล้อมแล้ว ปุ๋ยเคมียังสร้างปัญหามลพิษให้กับแหล่งน้ำธรรมชาติและความเสี่ยงทางด้านสุขภาพ ประเด็นปัญหาการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารในอ่าวไทยที่มากเกินไปและปัญหาสาหร่ายมีพิษที่เพิ่มจำนวนมหาศาลนั้น ซึ่งสาเหตุหนึ่งคือปุ๋ยเคมีส่วนเกิน จากพื้นที่เกษตรถูกชะล้างและไหลลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะการทำเกษตรแบบเข้มข้นการใช้ปุ๋ยเคมีในปริมาณมากเกินความต้องการของพืชยังส่งผลให้น้ำใต้ดินมีการปนเปื้อนไนเตรท ซึ่งสร้างความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชน โดยเฉพาะในเด็กซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด (วิทญา และสามารถ, 2554)

ด้านเศรษฐกิจ แม้การใช้สารเคมีทางการเกษตรจะส่งผลให้เกิดผลิตภาพมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มากเกินความจำเป็นและไม่เหมาะสม อาจส่งผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ เป็นมูลค่ามหาศาลได้ เห็นได้จากผลการประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์โดยการวิเคราะห์ผลกระทบทางตรงซึ่งตั้งอยู่บนฐานของการประมาณค่าจากค่าใช้จ่ายจริงมูลค่าสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2553 มีมูลค่าผลกระทบภายนอกสูงถึง 14,000 ล้านบาทและเมื่อผนวกมูลค่าการนำเข้ากับต้นทุนผลกระทบภายนอกทำให้ต้นทุนที่แท้จริงของสังคมจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชสูงถึง 32,000 ล้านบาทต่อปีและพบว่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทุกปี



ภาพที่ 18 ต้นทุนผลกระทบภายนอกจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย
ที่มา: สุวรรณา และคณะ, 2556 อ้างถึงในเครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช, 2556

- การตกค้างของสารพิษในผักและผลไม้

ผักที่พบการตกค้างของสารเคมีกำจัดศัตรูพืชมากที่สุด คือ ผักและผลไม้ที่ได้รับ “ตรารับรองมาตรฐาน Q” โดยภาพรวมของผัก Q 87.5 เปอร์เซ็นต์ พบการตกค้างของสารเคมี และมีที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน MRLs (ปริมาณสารตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้) มากถึง 62.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนผักและผลไม้ที่จำหน่ายในห้างค้าปลีก อยู่ในเกณฑ์รองลงมา อยู่ที่ 53.3 เปอร์เซ็นต์ และแหล่งจำหน่ายที่ตกมาตรฐาน MRLs น้อยที่สุด คือตลาด อยู่ที่ 40.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำผักและผลไม้มาสุ่มตรวจ ได้แก่ คะน้า ถั่วฝักยาว พริก ผักชี กะเพรา ส้ม สตรอเบอรี่ แอปเปิ้ล ฝรั่ง และแตงโม ในห้องปฏิบัติการซึ่งได้รับการรับรอง “ISO 17025” เพื่อวิเคราะห์หาสารเคมีกำจัดศัตรูพืชโดยเฉพาะผลปรากฏว่าสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่พบตกค้างในผักและผลไม้ทุกชนิด คือ คลอร์ไพริฟอสและไซเปอร์เมทริน ซึ่งเป็นสารที่อยู่ในไทยแพนแบนลิสต์ทั้ง 2 ชนิด รวมทั้งคาร์เบนดาซิมที่สุ่มตรวจเฉพาะในผลไม้ (ส้ม, แอปเปิ้ล และสตรอเบอร์รี่) ก็พบการตกค้างในผลไม้ทั้ง 3 ชนิด ในปริมาณที่สูงกว่าค่า MRLs หลายเท่าตัว ซึ่ง “คาร์เบนดาซิม” เป็นสารเคมีกำจัดโรคพืชที่ไม่สามารถตรวจได้จากการสุ่มตรวจโดยทั่วไป ทำให้ที่ผ่านมาหน่วยงานภาครัฐเองก็อาจไม่ได้เฝ้าระวังสถานการณ์การตกค้างของสารชนิดนี้เท่าที่ควร ที่น่ากังวลมากคือสารชนิดนี้เป็นชนิดดูดซึม จึงตกค้างเข้าไปในเนื้อเยื่อของผักและผลไม้และไม่สามารถขจัดออกด้วยการล้างได้

ภาพที่ 19 ผักและผลไม้ปนเปื้อนสารเคมีที่เกินค่าปริมาณสารตกค้างสูงสุดที่ยอมรับได้ (MRLs)
ที่มา: ASTV ผู้จัดการรายวัน, 2557

ภาพที่ 20 สารเคมีตกค้างสูงสุดในส้มสายน้ำผึ้ง ฝรั่ง และแอปเปิ้ล
ที่มา: ASTV ผู้จัดการรายวัน, 2557

ภาพที่ 21 สารเคมีตกค้างสูงสุดในคะน้า กะเพรา สตรอเบอรี่ ส้มจีน และถั่วฝักยาว
ที่มา: ASTVผู้จัดการรายวัน, 2557

ภาพที่ 22 สารเคมีตกค้างสูงสุดในผักชี แตงโม และพริกแดง
ที่มา: ASTVผู้จัดการรายวัน, 2557

ภาพที่ 23 ข้อสันนิษฐานที่พบสารพิษตกค้างในผักและผลไม้ที่ผ่านตรารับรองมาตรฐาน Q
ที่มา: ASTVผู้จัดการรายวัน, 2557

- การควบคุมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของประเทศไทย

จากการรวบรวมข้อมูลผลกระทบด้านต่างๆ ของสารเคมีทางการเกษตร จะเห็นได้ว่าการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มากเกินความจำเป็นและไม่เหมาะสม จะสร้างความสูญเสียให้แก่ประเทศในหลายๆด้าน ทั้งในด้านปัญหาสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และด้านเศรษฐกิจ ดังนั้นในการนำสารเคมีทางการเกษตรมาใช้จึงจำเป็นต้องมีมาตรการในบริหารจัดการสารเคมีของประเทศอย่างเป็นระบบเพื่อลดปัญหาต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น

- กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ.2535 แก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ.2551 โดยรายละเอียดของพระราชบัญญัติ กำหนดให้มีคณะกรรมการวัตถุอันตรายมีหน้าที่สำคัญคือ กำหนดนโยบายมาตรการและแผนการกำกับดูแลวัตถุอันตราย ทั้งนี้พระราชบัญญัติดังกล่าวกำหนดให้มีการแบ่งวัตถุอันตรายออกตามความจำเป็นแก่การควบคุม รวมทั้งกำหนดให้มีการดำเนินการถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับวัตถุอันตรายและให้มีการประกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม สุขภาพอนามัย ชีวิต หรือทรัพย์สินซึ่งเกิดจากการประกอบกิจการและกำหนดการนำเข้าส่งออกและผลิตวัตถุอันตราย โดยกำหนดให้แบ่งวัตถุอันตรายออกเป็น 4 ชนิดดังนี้

วัตถุอันตรายชนิดที่ 1 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิตการนำเข้าการส่งออกหรือการมีไว้ในครอบครองต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนด

วัตถุอันตรายชนิดที่ 2 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิตการนำเข้าการส่งออกหรือการมีไว้ในครอบครองต้องแจ้งให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบก่อนและต้องปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดด้วย

วัตถุอันตรายชนิดที่ 3 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิตการนำเข้าการส่งออกหรือการมีไว้ในครอบครองต้องได้รับใบอนุญาต

วัตถุอันตรายชนิดที่ 4 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่ห้ามมิให้มีการผลิตการนำเข้าการส่งออกหรือการมีไว้ในครอบครอง

ทั้งนี้กรมวิชาการเกษตร และกระทรวงเกษตรฯ ได้ออกประกาศกำหนดให้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชทุกชนิดเป็นวัตถุอันตรายทางการเกษตรชนิดที่ 2, 3 และ 4 ที่ต้องกำกับดูแลอย่างใกล้ชิดซึ่งการผลิตหรือการนำเข้าซึ่งวัตถุอันตรายชนิดที่ 2 หรือ 3 ที่อยู่นอกรายชื่อที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา

จะต้องนำมาขึ้นทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ก่อน และเมื่อได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนแล้ว จึงจะผลิตหรือนำเข้าได้ ซึ่งกระทรวงเกษตรฯ ออกประกาศกระทรวง กำหนดหลักเกณฑ์วิธีการขั้นตอนในการดำเนินการขึ้นทะเบียนไว้คือ ผู้ผลิตหรือผู้นำเข้าต้องยื่นคำขอขึ้นทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่ฝ่ายวัตถุมีพิษกองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตรกรมวิชาการเกษตรซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทดลองเบื้องต้นเพื่อทราบประสิทธิภาพและข้อมูลพิษเฉียบพลัน

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองชั่วคราวเพื่อสาธิตการใช้และข้อมูลพิษระยะปานกลาง

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินผลขั้นสุดท้ายเพื่อรับการขึ้นทะเบียนโดยพนักงานเจ้าหน้าที่จะประเมินผลการทดลองความปลอดภัยต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เพียงพอต่อการใช้ซึ่งรวมทั้งพิษเรื้อรังระยะยาว (2 ปี) ต่อสัตว์ทดลอง ทั้งนี้ได้กำหนดให้สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภคมีอำนาจหน้าที่ตามมาตรา 51 โดยกำหนดให้การควบคุมโฆษณาวัตถุอันตรายทางการเกษตรให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการคุ้มครองผู้บริโภค

อนุสัญญารอตเตอร์ดัม ว่าด้วยกระบวนการแจ้งข้อมูลสารเคมีล่วงหน้าสำหรับสารเคมีอันตรายและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์บางชนิดในการค้าระหว่างประเทศ (Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade: PIC) เป็นอนุสัญญาระหว่างประเทศในการควบคุมการนำเข้าและการส่งออกสารเคมีอันตรายต้องห้ามหรือจำกัดการใช้อย่างเข้มงวด และสูตรผสมของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่เป็นอันตรายอย่างร้ายแรงโดยเปิดให้ลงนามครั้งแรกที่เมืองรอตเตอร์ดัม ราชอาณาจักรเนเธอร์แลนด์เมื่อวันที่ 11 กันยายน 2541 และมีประเทศที่ให้สัตยาบันแล้ว 146 ประเทศ ประเทศไทยได้ให้ภาคยานุวัติต่ออนุสัญญารอตเตอร์ดัมฯ เมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2545 ทั้งนี้อนุสัญญารอตเตอร์ดัมฯ ได้มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2547 เป็นต้นมา โดยอนุสัญญาดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อการส่งเสริมความร่วมมือและรับผิดชอบระหว่างประเทศในเรื่องการค้าสารเคมีอันตรายบางชนิดเพื่อปกป้องสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากอันตรายของสารเคมีและเพื่อส่งเสริมการใช้สารเคมีที่ไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม โดยให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับคุณลักษณะของสารเคมีหรือการแจ้งแก่ผู้มีอำนาจตัดสินใจของประเทศ ได้ทราบถึงการนำเข้าและส่งออกสารเคมีอันตรายต้องห้ามหรือจำกัดการใช้อย่างเข้มงวดและสูตรผสมของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่เป็นอันตรายอย่างร้ายแรงและให้มีการเผยแพร่การตัดสินใจนี้แก่ภาคีสมาชิกได้รับทราบโดยมีพันธกรณีที่ภาคีสมาชิกต้องปฏิบัติดังนี้

การแจ้งการใช้มาตรการด้านกฎระเบียบขั้นสุดท้ายสำหรับสารเคมีต้องห้ามหรือที่ถูกจำกัดการใช้อย่างเข้มงวดภายในประเทศ

การเสนอบัญชีรายชื่อสูตรผสมของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่เป็นอันตรายอย่างร้ายแรง

การแจ้งท่าทีการนำเข้าหรือแจ้งท่าทีนำเข้าชั่วคราวสำหรับสารเคมีในภาคผนวก 3 ของอนุสัญญาฯ

หากเป็นกรณีที่ไม่ยินยอมนำเข้า ต้องประกันว่าจะไม่มีการนำเข้าสารเคมีชนิดนั้นจากแหล่งใดๆ ก็ตามและจะต้องไม่มีการผลิตสารเคมีชนิดนั้น เพื่อใช้ภายในประเทศรวมทั้งการประกันว่าไม่ส่งออกสารเคมีไปยังภาคีผู้นำเข้า ที่ไม่ได้แจ้งท่าทีหรือแจ้งท่าทีชั่วคราวที่ไม่ได้ระบุท่าทีการตัดสินใจ

ต้องแจ้งข้อมูลการส่งออกสารเคมีต้องห้ามหรือสารเคมีที่ถูกจำกัดการใช้อย่างเข้มงวดให้แก่ภาคีผู้นำเข้าก่อนการส่งออกครั้งแรกในทุกปีปฏิทิน และข้อมูลที่ต้องแจ้งพร้อมกับสารเคมีที่ส่งออก

อาทิรหัสระบบศุลกากรโดยจำเพาะขององค์การศุลกากรโลก การติดฉลากระบุความเสี่ยงหรืออันตรายต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม และเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี

ให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลด้านวิทยาศาสตร์ เทคนิค เศรษฐกิจ และกฎหมายซึ่งเกี่ยวข้องกับสารเคมีที่อยู่ในขอบเขตของอนุสัญญาฯ รวมทั้งข้อมูลด้านพิษวิทยาสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยการให้ข้อมูลเผยแพร่แก่หมู่สาธารณชนเกี่ยวกับมาตรการด้านกฎระเบียบในประเทศที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีข้อมูลด้านการจัดการสารเคมีและอุบัติเหตุจากสารเคมีรวมทั้งข้อมูลทางเลือกอื่นๆ ที่มีความปลอดภัยมากกว่า

ร่วมมือกันในการส่งเสริมการให้ความช่วยเหลือทางเทคนิคในการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและขีดความสามารถในการจัดการสารเคมีตลอดวงจรของสารเคมี รวมทั้งการจัดฝึกอบรมแก่ภาคีอื่น สำหรับประเทศไทย กระทรวงเกษตรฯ โดยกรมวิชาการเกษตรเป็นตัวแทนผู้มีอำนาจของรัฐ (Designated National Authorities: DNAs) ด้านสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์

อนุสัญญาสตอกโฮล์มว่าด้วยสารมลพิษที่ตกค้างยาวนาน (Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants: POPs) อนุสัญญาสตอกโฮล์มฯ ยกร่างขึ้นในเดือนพฤษภาคม 2544 ที่กรุงสตอกโฮล์มประเทศสวีเดนและมีประเทศร่วมลงนาม 150 ประเทศทั้งนี้ประเทศไทยลงนามในอนุสัญญาสตอกโฮล์มเมื่อวันที่ 22 พฤษภาคม 2545 และให้สัตยาบันเป็นสมาชิกโดยบริบูรณ์ในวันที่ 31 มกราคม 2548 โดยมีจุดประสงค์เพื่อการคุ้มครองสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมจากสารมลพิษที่ตกค้างยาวนานโดยมีหลักการที่สำคัญคือ กำหนดมาตรการควบคุมและจำกัดการผลิตและการใช้สารมลพิษตกค้างยาวนานลดหรือเลิกการปล่อยมลพิษที่ตกค้างยาวนาน จากกระบวนการผลิตโดยไม่จงใจ และกำจัดของเสียที่เกิดจากสารมลพิษตกค้างยาวนานและดำเนินการจัดหาสารเคมีชนิดใหม่มาแทนและหากระบวนการผลิตที่ไม่ก่อให้เกิดสารเคมีกลุ่มนี้โดยอนุสัญญาฯ ได้กำหนดรายชื่อสารมลพิษที่ตกค้างยาวนานหรือ Persistent Organic Pollutions (POPs) มีคุณสมบัติตกค้างยาวนานและสะสมในสิ่งมีชีวิตและสามารถเคลื่อนย้ายไปได้ไกลในสิ่งแวดล้อม โดยมีพันธกรณีที่ภาคีสมาชิกต้องปฏิบัติดังนี้

ใช้มาตรการทางกฎหมายและการบริหารในการห้ามผลิตและใช้สาร POPs 9 ชนิดแรก คืออัลดริน (aldrin) คลอเดน (chlordane) ดิลดริน (dieldrin) เอนดริน (endrin) เฮปตะคลอร์ (heptachlor) เอชซีบี (hexachlorobenzene) ไมเร็กซ์ (mirex) ท็อกซาฟีน (toxaphene) และพีซีบี (Polychlorinated Biphenyls: PCBs)

นำเข้าและส่งออกสาร POPs ได้เฉพาะตามวัตถุประสงค์ที่อนุญาต

จัดทำแผนปฏิบัติระดับชาติเพื่ออนุวัติตามอนุสัญญาฯและส่งรายงานให้ที่ประชุมรัฐภาคีภายใน 2 ปี หลังจากอนุสัญญาสตอกโฮล์มฯ มีผลบังคับใช้ในประเทศของตน

ส่งเสริมการใช้สารทดแทนแนวทางด้านเทคนิคที่ดีที่สุด (Best Available Techniques: BAT) และแนวทางปฏิบัติทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีที่สุด (Best Environmental Practices: BEP)

คลังสินค้าที่มีสาร POPs ต้องมีการดูแลไม่ให้ส่งผลต่อสุขภาพมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งต้องดูแลจัดการของเสียที่เกิดจากสาร POPs อย่างเหมาะสม

ให้ผู้บริหารและผู้กำหนดนโยบายมีความเข้าใจเรื่องสาร POPs

เผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับสาร POPs แก่สาธารณชน รวมทั้งกำหนดแผนและแนวปฏิบัติในการประชาสัมพันธ์ให้สตรีเด็กและผู้ด้อยโอกาสทางการศึกษาทราบเรื่องสาร POPs และภัยอันตรายต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม

สนับสนุนให้มีทำการวิจัยเรื่องผลกระทบต่างๆ จากสาร POPs ทั้งในระดับชาติและระหว่างประเทศ

ตั้งศูนย์ประสานงานระดับชาติเพื่อทำหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนข้อมูลและหน้าที่อื่นๆ

ตารางที่ 44 รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2552-2556

ประเภทของวัตถุอันตราย		2552 (ม.ค.-ธ.ค.)			2553 (ม.ค.-ธ.ค.)		
		ปริมาณ (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)	สารสำคัญ (กิโลกรัม)	ปริมาณ (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)	สารสำคัญ (กิโลกรัม)
1.สารเคมี	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	24,680,168.90	3,972,447,198.25	8,112,151.62	23,417,251.34	4,669,880,729.91	9,994,592.27
	สารป้องกันและกำจัดโรคพืช (Fungicide)	10,366,987.08	2,967,933,290.16	4,890,495.67	9,670,895.96	3,859,565,820.02	5,972,032.06
	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	97,956,856.41	9,338,498,815.25	53,615,203.12	80,278,187.82	8,845,038,256.90	51,902,744.87
	สารกำจัดไร (Acaricide)	622,097.24	133,273,180.30	154,342.27	403,137.97	125,888,409.00	169,283.12
	สารกำจัดหนู (Rodenticide)	222,490.01	25,784,622.08	84,597.97	437,395.40	61,740,540.58	260,555.22
	สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (PGR)	2,107,459.63	183,017,953.30	1,110,072.73	2,292,534.00	192,078,756.03	904,227.60
	สารกำจัดหอยและหอยทาก (Mollussicide)	695,387.50	47,170,497.87	94,889.38	348,700.00	32,831,510.00	82,480.00
	สารรมควันพิษ (Funigants)	942,946.50	147,643,520.35	706,990.24	850,378.00	137,383,323.03	582,494.56
	สารกำจัดไส้เดือนฝอย (Nematocide)	-	-	-	-	-	-
	สารอื่น (Other)	-	-	-	-	-	-
	รวม	137,594,393.27	16,815,769,077.56	68,768,743.00	117,698,480.49	17,924,407,345.47	69,868,409.70
2.สารชีวภาพ	สารชีวินทรีย์กำจัดศัตรูพืช (Bio-Pesticide)	144,998.00	21,404,651.00	-	117,084.20	32,295,884.59	-
	รวม	144,998.00	21,404,651.00	-	117,084.20	32,295,884.59	-

ตารางที่ 44 (ต่อ) รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2552-2556

ประเภทของวัตถุอันตราย		2554 (ม.ค.-ธ.ค.)			2555 (ม.ค.-ธ.ค.)		
		ปริมาณ (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)	สารสำคัญ (กิโลกรัม)	ปริมาณ (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)	สารสำคัญ (กิโลกรัม)
1.สารเคมี	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	34,672,233.30	5,938,021,132.99	10,671,109.72	16,796,966.18	3,686,166,448.95	4,065,471.76
	สารป้องกันและกำจัดโรคพืช (Fungicide)	12,178,739.38	3,875,359,183.99	6,980,258.63	6,971,703.72	3,883,437,752.91	4,420,968.04
	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	112,176,809.59	11,479,521,716.89	67,607,736.76	106,860,024.20	11,293,852,477.74	60,231,522.55
	สารกำจัดไร (Acaricide)	473,250.86	133,444,749.96	158,303.44	195,088.29	64,153,590.86	68,020.60
	สารกำจัดหนู (Rodenticide)	499,441.00	75,760,720.04	274,984.51	1,000.00	2,320.96	8.00
	สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (PGR)	3,046,926.40	363,842,973.54	1,434,785.26	2,374,630.50	221,807,279.40	501,681.41
	สารกำจัดหอยและหอยทาก (Mollussicide)	602,655.00	55,863,170.09	75,256.50	233,389.00	53,600,149.00	201,615.38
	สารรมควันพิษ (Funigants)	732,929.26	122,006,593.92	416,904.11	945,361.00	154,383,835.57	666,346.40
	สารกำจัดไส้เดือนฝอย (Nematocide)	30.00	13,957.32	3.00	4.01	36,777.84	0.44
	สารอื่น (Other)	0.04	2,185.44	-	3.00	995.32	2.98
	รวม	164,383,014.83	22,043,836,384.18	87,619,341.93	134,378,169.90	19,357,441,628.55	70,155,637.56
2.สารชีวภาพ	สารชีวินทรีย์กำจัดศัตรูพืช (Bio-Pesticide)	155,938.00	26,412,300.84	-	103,090.00	21,067,233.07	-
	รวม	155,938.00	26,412,300.84	-	103,090.00	21,067,233.07	-

ตารางที่ 44 (ต่อ) รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2552-2556

ประเภทของวัตถุอันตราย		2556 (ม.ค.-มิ.ย.)		
		ปริมาณ (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)	สารสำคัญ (กิโลกรัม)
1.สารเคมี	สารกำจัดแมลง (Insecticide)	12,660,992.44	2,246,367,346.20	3,021,768.29
	สารป้องกันและกำจัดโรคพืช (Fungicide)	4,763,646.36	2,526,719,202.06	2,828,593.56
	สารกำจัดวัชพืช (Herbicide)	77,122,826.97	8,188,099,080.61	42,360,309.24
	สารกำจัดไร (Acaricide)	418,716.50	59,126,122.67	235,619.66
	สารกำจัดหนู (Rodenticide)	-	-	-
	สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช (PGR)	1,054,931.00	94,063,772.00	204,766.20
	สารกำจัดหอยและหอยทาก (Mollussicide)	27,064.00	6,632,685.91	24,858.11
	สารรมควันพิษ (Funigants)	745,204.00	107,949,575.73	462,862.14
	สารกำจัดไส้เดือนฝอย (Nematocide)	6.00	18,884.34	0.65
	สารอื่น (Other)	-	-	-
	รวม	96,793,387.27	13,228,976,669.52	49,138,777.85
2.สารชีวภาพ	สารชีวินทรีย์กำจัดศัตรูพืช (Bio-Pesticide)	59,686.00	22,594,259.00	-
	รวม	59,686.00	22,594,259.00	-

ที่มา: ดัดแปลงจากกรมวิชาการเกษตร ปี 2552-2556

3.1 ผลการตรวจและคัดกรองการแพ้สารเคมีในเกษตรกร

ผลการตรวจเลือดของเกษตรกร จ.หนองคาย พบว่า ปี 2557 จำนวนเกษตรกร 9,591 ราย ส่วนใหญ่อาการปกติ ร้อยละ 46.42 รองลงมาอาการมีความเสี่ยง อาการปลอดภัย และอาการไม่ปลอดภัย ร้อยละ 28.53, 19.72 และ 8.49 ตามลำดับ โดยเกษตรกรที่มีความเสี่ยง ส่วนใหญ่พบที่อำเภอสังคม 1,597 ราย รองลงมาอำเภอโพนพิสัย อำเภอเมืองหนองคาย และอำเภอเฝ้าไร่ 590, 309 และ 240 ราย ตามลำดับ ส่วนเกษตรกรที่อาการไม่ปลอดภัย ส่วนใหญ่พบที่อำเภอโพนพิสัย 381 ราย รองลงมาอำเภอเมืองหนองคาย อำเภอสังคม และอำเภอเฝ้าไร่ 191, 144 และ 98 ราย ตามลำดับ ดังตารางที่ 45

ตารางที่ 45 ผลการตรวจและคัดกรองการแพ้สารเคมีในเกษตรกร จังหวัดหนองคาย ปี 2557

ลำดับ	อำเภอ	2557				
		จำนวน (ราย)	ปกติ	ปลอดภัย	มีความเสี่ยง	ไม่ปลอดภัย
1	เมืองหนองคาย	1,221	306	415	309	191
2	โพนพิสัย	2,405	566	781	590	381
3	สังคม	4,957	3,276	329	1,597	144
4	เฝ้าไร่	1,008	304	366	240	98
	รวม	9,591	4,452	1,891	2,736	814
	ร้อยละ	100	46.42	19.72	28.53	8.49

ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดหนองคาย, 2557

3.2 การประเมินความคิดเห็นของเกษตรกรที่ใช้สารเคมีกำจัดสัตว์ศัตรูพืชทางการเกษตร

การสำรวจความคิดเห็นของเกษตรกรในพื้นที่ ส่วนใหญ่แสดงความรู้สึกของเกษตรกรผ่านทางเจ้าหน้าที่ของกรมพัฒนาที่ดินและทำการประมวลผลความรู้ของเกษตรกร แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร ข้อมูลทางด้านอาชีพของเกษตรกร ความเจ็บป่วยหรืออาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังการใช้หรือสัมผัสสารเคมี และการวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามจากเกษตรกร

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลกลุ่มตัวอย่างของเกษตรกรที่ทำเกษตรกรรม ในพื้นที่จังหวัดหนองคาย จำนวน 94 ราย ใน 9 อำเภอ ได้ผลการศึกษาดังนี้

ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรเป็นเพศชาย ร้อยละ 51.1 และเพศหญิง ร้อยละ 48.9 โดยมีอายุมากกว่า 50 ปี ร้อยละ 61.3 รองลงมามีอายุระหว่าง 40-50 ปี อายุ 30-40 ปี และอายุต่ำกว่า 30 ปี ร้อยละ 30.1, 5.4 และ 3.2 ตามลำดับ ส่วนใหญ่การศึกษาระดับประถมศึกษา ร้อยละ 70.0 รองลงมามัธยมศึกษา ร้อยละ 20.0 ปวช.-ปวส.และปริญญาตรี เท่ากับร้อยละ 4.4 และสูงกว่าปริญญาตรี ร้อยละ 1.1 ตามลำดับ ดังตารางภาคผนวกที่ 7

ข้อมูลทางด้านอาชีพของเกษตรกร พบว่า เกษตรกรประกอบอาชีพทำนา ร้อยละ 65.6 รองลงมาทำสวน ทำไร่ ปศุสัตว์ และประมง ร้อยละ 25.6, 4.8, 3.2 และ 0.8 ตามลำดับ มีลักษณะการปลูกพืชการใช้สารเคมีตามคำแนะนำของกระทรวงเกษตรฯ ร้อยละ 42.5 รองลงมาอื่นๆ (การใช้เคมีร่วมกับอินทรีย์ หรือ GAP) เกษตรอินทรีย์ และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ร้อยละ 32.2, 20.7 และ 4.6 ตามลำดับ โดยมีต้นทุนการผลิต

เป็นค่าปุ๋ย ร้อยละ 63.9 รองลงมาค่ายากำจัดศัตรูพืช และอื่นๆ (ค่าจ้างคนงาน) ร้อยละ 26.5 และ 9.5 ตามลำดับ ดังตารางภาคผนวกที่ 8

ความเจ็บป่วยหรืออาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังการใช้หรือสัมผัสสารเคมี พบว่า เกษตรกรเคยตรวจโรคหรือสุขภาพ ร้อยละ 81.7 และไม่เคย ร้อยละ 18.3 โดยไม่มีอาการผิดปกติ ร้อยละ 96.7 และมีอาการบางครั้ง ร้อยละ 3.3 สถานที่ตรวจสุขภาพโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ร้อยละ 43.8 รองลงมาโรงพยาบาล และอื่นๆ (อนามัย) ร้อยละ 38.8 และ 17.5 ตามลำดับ ส่วนใหญ่ปัญหาและผลกระทบจากภัยธรรมชาติ ร้อยละ 100.0 หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการให้คำแนะนำและคำปรึกษา ภาครัฐ ร้อยละ 97.2 และอื่นๆ (เรียนรู้เอง) ร้อยละ 2.8 ดังตารางภาคผนวกที่ 9

ภาพที่ 24 การลงพื้นที่เก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่างของเกษตรกร จังหวัดหนองคาย

การวิเคราะห์ข้อมูลแบบสอบถามจากเกษตรกร พบว่า ในรอบ 1 ปีที่ผ่านมาเกษตรกรกลุ่มตัวอย่างเข้ารับการตรวจโรคหรือสุขภาพ จำแนกตามเพศ พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เคยตรวจโรคหรือสุขภาพเป็น เพศชาย ร้อยละ 83.3 และ เพศหญิง ร้อยละ 80.0 เกษตรกรมีอาการผิดปกติเป็นบางครั้งหลังจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชเป็นเพศชาย ร้อยละ 4.2 และเพศหญิง ร้อยละ 2.3 ดังตารางที่ 46

ตารางที่ 46 อาการผิดปกติหลังการใช้สารเคมีทางการเกษตร จำแนกตามเพศ จังหวัดหนองคาย

η=94

ข้อมูลเกษตรกร	ชาย	หญิง
1.เกษตรกรเข้ารับการตรวจโรคหรือสุขภาพ (ร้อยละ)		
● เคย	83.3	80.0
● ไม่เคย	16.7	20.0
2.เกษตรกรมีอาการผิดปกติหลังจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (ร้อยละ)		
● ไม่มี	95.8	97.7
● มีบางครั้ง	4.2	2.3
● มีเป็นประจำ	-	-
3.อาการผิดปกติหลังจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (ร้อยละ)		
● อาการเล็กน้อย	-	-
● อาการปานกลาง	-	-
● อาการรุนแรง	-	-

จากการสำรวจแบบสอบถามการติดตามอาการผิดปกติของเกษตรกรในแต่ละอำเภอหลังการใช้สารเคมีทางการเกษตร จังหวัดหนองคาย จำนวน 9 อำเภอ พบว่า เกษตรกรมีอาการผิดปกติบางครั้ง เช่น เจ็บคอ คอแห้ง เวียนศีรษะ และผื่นคันที่ผิวหนัง โดยเกษตรกรมีค่าของแบบสอบถามแสดงว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างคนที่ไม่แสดงอาการกับคนที่แสดงอาการ ซึ่งส่วนใหญ่ไม่แสดงอาการอย่างเด่นชัด จำนวน 8 อำเภอ และมีค่าไม่แสดงอาการใกล้เคียงกันกับค่าแสดงอาการ จำนวน 1 อำเภอ คือ อำเภอโพธิ์ตาก ร้อยละ 42.9 ดังตารางที่ 47 นั่นคือ เกษตรกรเกือบทุกอำเภอมีความรู้สึกว่าตัวเองปลอดภัยและไม่ได้รับผลกระทบจากการสัมผัสสารเคมี แต่จะมีเพียงบางอำเภอที่ให้ผลด้านความรู้สึกว่าไม่ปลอดภัย

ตารางที่ 47 ความสัมพันธ์ระหว่างอำเภอและอาการผิดปกติหลังการใช้สารเคมีทางการเกษตร จังหวัดหนองคาย

ลำดับ	อำเภอ	อาการผิดปกติ จำนวน(ร้อยละ)		P-value = 0.151	
		ไม่มีอาการ	มีอาการ	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1	โพธิ์ตาก	4 (57.1)	3 (42.9)	1.14	0.378
1	เฝ้าไร่	12 (100.0)	0 (0.0)	1.00	0.000
2	ท่าบ่อ	5 (100.0)	0 (0.0)	1.00	0.000
3	โพนพิสัย	32 (84.2)	6 (15.8)	1.00	0.000
4	รัตนวาปี	3 (75.0)	1 (25.0)	1.00	0.000
5	สังคม	3 (75.0)	1 (25.0)	1.00	0.000
6	ศรีเชียงใหม่	3 (75.0)	1 (25.0)	1.00	0.000
7	เมืองหนองคาย	9 (75.0)	3 (25.0)	1.17	0.389
8	สระใคร	5 (71.4)	2 (28.6)	1.00	0.000

หมายเหตุ: ค่า P-value > 0.05 แสดงว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

บทที่ 4

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการศึกษา

การนำข้อมูลภายนอกและภายในมาประมวลผลโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ทำให้สามารถสรุปประเด็นต่างๆ ที่จะชี้เป้าหมายและขับเคลื่อนโครงการเมืองเกษตรสีเขียวจังหวัดหนองคาย สรุปผลการดำเนินงาน 4 ประเด็นหลัก ดังนี้ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems: GIS) โดยวิธีหาค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) การตรวจและคัดกรองการแพ้สารเคมีในเกษตรกร โดยสาธารณสุขจังหวัด และการประเมินข้อมูลความเจ็บป่วยหรืออาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังการใช้หรือสัมผัสสารเคมีกำจัดสัตว์ศัตรูพืช จากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลของเกษตรกรโดยตรง โดย

1. ได้ตัวชี้วัดพื้นฐานซึ่งแบ่งเป็นการศึกษาสมบัติของดินทางเคมีและกายภาพ การศึกษาสมบัติทางคุณภาพของน้ำผิวดินที่เหมาะสม และการกำหนดขอบเขตเมืองเกษตรสีเขียวให้ห่างจากพื้นที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนจากสารพิษตกค้างในการผลิตอาหารของแต่ละพื้นที่ การสร้างตัวชี้วัดพื้นฐานดังกล่าวจะเกิดขึ้นจากการรวบรวมข้อมูล 27 ด้าน ซึ่งเป็นตัวชี้วัดพื้นฐานของเมืองเกษตรสีเขียว

2. จากการรวบรวมข้อมูล 27 ด้าน แบ่งเป็นข้อมูลทางด้านบวก 24 ด้าน ได้แก่ 1) ค่าปริมาณน้ำฝน 2) พื้นที่ชลประทาน 3) ค่าความอุดมสมบูรณ์ของดิน 4) ค่าระดับความเป็นกรดด่างของดิน 5) พื้นที่ที่เหมาะสมสำหรับเกษตรอินทรีย์ 6) ค่าปริมาณอินทรียวัตถุของดิน 7) ค่าปริมาณคาร์บอนของดิน 8) ค่าปริมาณไนโตรเจนที่เป็นประโยชน์ของดิน 9) ค่าปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ของดิน 10) ค่าปริมาณโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ของดิน 11) ค่าปริมาณแคลเซียมของดิน 12) ค่าปริมาณแมกนีเซียมของดิน 13) ค่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน 14) ค่าความอิ่มตัวด้วยประจุบวกที่เป็นด่างของดิน 15) ค่าความเค็มของดิน 16) ค่าความหนาแน่นรวมของดิน 17) ค่าความสามารถในการซาบซึมน้ำของดิน 18) ค่าปริมาณความต้องการปูนของดิน 19) ค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 20) ค่าความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ในน้ำ 21) ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ 22) ค่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำ 23) ค่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ และด้านลบ 4 ด้าน ได้แก่ 1) จุดที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม 2) พื้นที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม 3) พื้นที่ได้รับผลกระทบจากภัยแล้ง 4) พื้นที่ได้รับผลกระทบจากดินถล่ม

3. การประสานฐานข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ซึ่งมีกระทรวงหลักๆ ได้แก่ 1) กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้แก่ สำนักต่างๆ ภายในกรม สำนักงานพัฒนาที่ดินจังหวัด กรมวิชาการเกษตร และกรมส่งเสริมการเกษตร 2) กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ และกรมทรัพยากรน้ำบาดาล 3) กระทรวงเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา 4) กระทรวงอุตสาหกรรม ได้แก่ กรมโรงงานอุตสาหกรรม 5) กระทรวงสาธารณสุข ได้แก่ สาธารณสุขจังหวัด 6) กระทรวงมหาดไทย ได้แก่ กรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นต้น ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลจากทั้งภายในและภายนอกเป็นอย่างดี

การหาพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดในการดำเนินงานเมืองเกษตรสีเขียว จังหวัดหนองคาย โดยใช้

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์แบบหลายลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process: AHP) ร่วมกับค่าดัชนีความเหมาะสมของพื้นที่ (Land Index) เป็นการหาความเหมาะสมของพื้นที่โดยศึกษาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ คือ เกษตรอินทรีย์ (Organic Farming) การผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (Good Agriculture Practices: GAP) ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water Quality Index: WQI) และการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA) เป็นต้น ผลจากการวิเคราะห์สามารถบ่งชี้อำเภอที่มีความเหมาะสมในการดำเนินงานก่อน 5 อันดับแรก คือ กิ่งอำเภอโพธิ์ตาก มีพื้นที่เหมาะสม 39,508.19 ไร่ หรือ ร้อยละ 55.25 ของพื้นที่อำเภอ อำเภอศรีเชียงใหม่ มีพื้นที่เหมาะสม 22,934.34 ไร่ หรือ ร้อยละ 25.88 ของพื้นที่อำเภอ อำเภอสังคม มีพื้นที่เหมาะสม 53,542.79 ไร่ หรือ ร้อยละ 20.12 ของพื้นที่อำเภอ อำเภอท่าบ่อ มีพื้นที่เหมาะสม 22,107.44 ไร่ หรือ ร้อยละ 10.65 ของพื้นที่อำเภอ และอำเภอโพนพิสัย มีพื้นที่เหมาะสม 3,447.15 ไร่ หรือ ร้อยละ 0.72 ของพื้นที่อำเภอ สำหรับพื้นที่ที่เหมาะสมน้อยที่สุด คือ กิ่งอำเภอเฝ้าไร่ ตามลำดับ

การตรวจและคัดกรองการแพ้สารเคมีในเกษตรกร โดยสาธารณสุขจังหวัดหนองคาย พบว่า แนวโน้มตั้งแต่ปี 2557 ที่ผ่านมา ผลตรวจเลือดมีความเสี่ยง พบที่อำเภอสังคม ส่วนผลตรวจเลือดอาการไม่ปลอดภัย พบที่อำเภอโพนพิสัย เนื่องจากผู้ผลิตหรือเกษตรกรขาดความระมัดระวังในกระบวนการผลิต โดยการใช้สารเคมีปริมาณมากเพื่อเพิ่มผลผลิต รวมถึงเกษตรกรทำการเกษตรมาเป็นเวลานานอาจทำให้มีสารเคมีตกค้าง นอกจากนี้การประเมินข้อมูลความเจ็บป่วยหรืออาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังการใช้หรือสัมผัสสารเคมีกำจัดสัตว์ศัตรูพืช จากการสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลของเกษตรกรโดยใช้แบบสอบถาม พบว่า เกษตรกรมีอาการผิดปกติมากที่สุด ในพื้นที่อำเภอโพธิ์ตาก ซึ่งได้จากความรู้สึกของเกษตรกรในพื้นที่ เพราะขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการลดการใช้สารเคมีหรือการทำเกษตรแบบปลอดภัย โดยกลุ่มเป้าหมายของสาธารณสุขจังหวัดมีทั้งที่เป็นประชาชนทั่วไปและเกษตรกร ในขณะที่กรมพัฒนาที่ดินนำข้อมูลการสำรวจแบบสอบถามจากกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่ของจังหวัดหนองคาย โดยตรงทำให้ผลตรวจเลือดในกลุ่มที่มีความเสี่ยงและไม่ปลอดภัยเป็นคนละกลุ่มเป้าหมายในการสำรวจ จึงทำให้ผลการวิเคราะห์ที่ได้แตกต่างกัน

4. จากการประมวลผลและจัดทำฐานข้อมูลของจังหวัดหนองคาย กรมพัฒนาที่ดิน ก็ได้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี ซึ่งถูกจัดเตรียมในรูปที่เป็นเอกสารวิชาการ และลงในรูปพื้นที่ทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยจะส่งให้แต่ละจังหวัดจัดเตรียมและปรับแผนในการปฏิบัติในปีต่อๆ ไป

2. ข้อเสนอแนะ

1. ทุกภาคส่วนควรช่วยกันสร้างความตระหนักรู้ถึงผลกระทบด้านลบ ในการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่มากเกินความจำเป็นและไม่เหมาะสม รวมทั้งร่วมกันปลูกฝังจิตสำนึกความรับผิดชอบ สำหรับทุกคนที่เกี่ยวข้องในห่วงโซ่การผลิตอาหารและการเกษตร

2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรเผยแพร่ความรู้ในการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ถูกต้องและเหมาะสมแก่เกษตรกรรวมทั้งส่งเสริมการเรียนรู้และรณรงค์ให้เกษตรกรปฏิบัติตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agricultural Practice: GAP)

3. ส่งเสริมให้องค์กรผู้บริโภคหรือหน่วยงานที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการคุ้มครองผู้บริโภคมีบทบาทในการเข้ามากำหนดมาตรฐานและกฎเกณฑ์ต่างๆ เพื่อให้ผลผลิตทางการเกษตรปราศจากสารพิษตกค้าง

4. คณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภคควรควบคุมการโฆษณาสินค้าสารเคมีทางการเกษตรทางสื่อแขนงต่าง ๆ ให้มีความเหมาะสมรวมทั้งให้มีข้อความเตือนภัยของสารเคมีชนิดนั้นๆ ปรากฏอยู่ด้วยเสมอ

5. จัดตั้งกองทุนโดยการจัดเก็บจากผู้ประกอบการที่นำเข้าผลิตและจำหน่ายสารเคมีทางการเกษตรเพื่อนำมาใช้ในการเยียวยาชดเชยและสนับสนุนการผลิตที่ปลอดภัยตามมาตรฐานการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับพืช (Good Agricultural Practice: GAP)

6. รัฐควรควบคุมช่องทางการจำหน่ายสารเคมีทางการเกษตรให้เป็นไปตามกฎหมายอย่างเคร่งครัดและกำหนดให้มีผู้เชี่ยวชาญด้านสารเคมีหรือผู้มีใบอนุญาตประกอบวิชาชีพประจำร้านขายสารเคมีทางการเกษตร รวมทั้งควบคุมการส่งเสริมการขายสารเคมีหรือวัตถุมีพิษทางการเกษตรอย่างไร้จรรยาบรรณของผู้จำหน่ายสารเคมีทางการเกษตร เช่น การให้รางวัลในการส่งเสริมการขายกับตัวแทนจำหน่าย เป็นต้น

7. ควรยกเลิกการขึ้นทะเบียนสารเคมีทางการเกษตรที่มีพิษรุนแรง เช่น คาร์โบฟูราน เมทโทมิล อีพีเอ็น ไดโคร-โตฟอส เป็นต้น ซึ่งเป็นสารเคมีที่สหรัฐอเมริกาสหภาพยุโรปและอีกหลายประเทศในเอเชียห้ามใช้แล้ว

8. รัฐบาลควรศึกษาข้อมูลของคู่ค้าโดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาสหภาพยุโรปและประเทศคู่ค้าที่สำคัญอื่น ๆ และกฎระเบียบระหว่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีทางการเกษตรเพื่อพัฒนาสินค้าทางการเกษตรให้เป็นไปตามมาตรฐานของประเทศต่างๆ เหล่านั้น ทั้งนี้เพื่อลดความสูญเสียทางด้านการค้าจากการกีดกันหรือยกเลิกสินค้าเกษตรของไทย

9. จัดตั้งศูนย์กลางการแจ้งเตือนภัยด้านอาหารที่สามารถสื่อสารต่อสาธารณะได้ทันต่อสถานการณ์อย่างเป็นรูปธรรม

10. ผู้ว่าราชการจังหวัดทำการรวบรวมทั้งปริมาณและชนิดของสารพิษอันตรายโดยร่วมมือกับกรมวิชาการเกษตรที่ขึ้นทะเบียนนำเข้าสารพิษทางการเกษตร และพาณิชย์จังหวัด คอยควบคุมสารพิษเป็นลำดับแรกและสาธารณสุขประจำจังหวัดคอยรายงานผลเลือดของเกษตรกรและประชาชนในจังหวัดให้คอยเฝ้าระวังความปลอดภัยให้ชุมชนเข้าใจเรื่องการดูแลรักษาสุขภาพของประชาชนในจังหวัด

11. การกำหนดพื้นที่เป้าหมายทั้งจังหวัดจำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากผู้ว่าราชการจังหวัดทั้ง 6 จังหวัด เพื่อให้การดำเนินงานเมืองเกษตรสีเขียวเป็นรูปธรรม เพราะการที่มีหลายหน่วยงานหากผู้ว่าราชการจังหวัดให้ความสำคัญในจังหวัดนั้นๆ จะสามารถดำเนินการได้สอดรับกันทั้งระบบ ยกตัวอย่างเช่น การนำสารพิษทางการเกษตรเข้าสู่จังหวัดทางกรมวิชาการเกษตรขึ้นทะเบียนสารพิษและมีผู้ประกอบการรายย่อยจำนวนมากนำมาขายภายใน หากไม่ติดตามปริมาณสารพิษก็จะกระจายไปทุกพื้นที่ของจังหวัด ดังนั้นกรมวิชาการเกษตรต้องเฝ้าติดตามปริมาณการกระจายของร้านค้า และการตรวจสอบคุณภาพผลผลิตว่ามีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ นอกจากนี้ทางสาธารณสุขจังหวัดจำเป็นต้องกำหนดตารางเวลาและปฏิทินของหน่วยงานให้สอดคล้องกับการทำงานของเกษตรจังหวัดและกรมวิชาการเกษตร ตรวจหาสารพิษในเลือดของเกษตรกรและผู้บริโภค เพื่อให้ได้ข้อมูลที่สะท้อนภาพโดยแท้จริง หากไม่ดำเนินการให้สอดรับกับข้อมูลที่ได้ก็จะไม่เป็นประโยชน์ต่อการขับเคลื่อนเมืองเกษตรสีเขียวของแต่ละจังหวัดได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งเรื่องดังกล่าวเป็นเพียงเรื่องเดียวที่ยกตัวอย่างให้เห็นอย่างเด่นชัด เพื่อให้หน่วยงานต่างๆ สามารถกำหนดเป้าหมายได้ชัดเจนขึ้นและมีแนวทางปฏิบัติที่สอดรับกันไปในทิศทางเดียวกันทั้งจังหวัด

3. ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ประชาชนที่อาศัยในพื้นที่ได้รับประโยชน์โดยตรง ทั้งด้านสิ่งแวดล้อมที่ดี และอาหารที่มีคุณภาพ
2. เป็นศูนย์กลางของภูมิภาคที่มีการบริหารจัดการเชิงพื้นที่อย่างยั่งยืน
3. เป็นจังหวัดต้นแบบ ในการพัฒนา พื้นที สินค้า และคน ให้กับกลุ่มจังหวัดใกล้เคียง

เอกสารอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2557. ค่าคะแนนรวมของคุณภาพน้ำ 5 พารามิเตอร์ (การคำนวณค่า WQI แบบใหม่) *แหล่งที่มา*: iwis.pcd.go.th/document/WQI.pdf. วันที่สืบค้น 5 มิถุนายน 2557.

กรรณิการ สิริสิงห. 2525. เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม

เกษม จันทรแกว. 2526. หลักการจัดการลุมน้ำ. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร.

คณะกรรมการจัดทำปทานุกรมปฐพีวิทยา. 2541. ปทานุกรมปฐพีวิทยา. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ.

คณะทำงานพัฒนาการพัฒนาคุณภาพชีวิตสาธารณสุขและคุ้มครองผู้บริโภค, มูลนิธิชีววิถี. ความเห็นและข้อเสนอแนะการคุ้มครองผู้บริโภคจากอันตรายของสารเคมีกำจัดศัตรูพืช คาร์โบฟูรานเมทโทมิลอีพีเอ็น และไดโครโตฟอส. แหล่งที่มา: http://www.noasbestos.org/hcp/images/mydata/freedoc/book/Book_event01/4-insecticide.pdf. วันที่สืบค้น 7 กรกฎาคม 2557.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2535. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2541. ปฐพีวิทยาวิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 528 หน้า

ครรชิต พิระภาค. 2529. พลวัตของภูมิปัญญาท้องถิ่นในการจัดการทรัพยากรน้ำและที่ดินในเขตปาบุงปาทาม ในลุมน้ำมูลตอนกลาง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เครือข่ายเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช. 2556. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการเพื่อเตือนภัยสารเคมีกำจัดศัตรูพืช 15–16 พฤศจิกายน 2555.

จุฬาวลัย สุระอารีย์ และสันติ งามเสริฐ. 2554. โปรแกรม SPSS คืออะไร. แหล่งที่มา: http://www.gotoknow.org/posts/463011. วันที่สืบค้น 7 กรกฎาคม 2557.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2525. มลพิษทางสิ่งแวดล้อม (Environmental Pollution). พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร. 246 หน้า

นคร สาระคุณ, สมยศ สินธุรหัส และสุทัศน์ ด่านสกุลผล. 2541. วิเคราะห์พื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันในภาคใต้ของประเทศไทย.สถาบันวิจัยพืชสวน. ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี. สถาบันวิจัยยาง. กรมวิชาการเกษตร.

นฤมล ตปนียะกุล. 2535. การวิเคราะห์คุณภาพนาทางแบคทีเรีย. กรุงเทพมหานคร: กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.

บัณฑิต ตันศิริ และคำรณ ไทรฟัก. 2542. การประเมินคุณภาพที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: กรมพัฒนาที่ดิน.

พยุง มีสัจ. ไม่ระบุปีที่พิมพ์. กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierachy Process; AHP). แหล่งที่มา :http : // suanpalm3.kmtnb.ac.th/teacher/phayung/powerpoint.asp?pho=1

มูลนิธิสายใยแผ่นดิน. 2552. สถานการณ์เกษตรอินทรีย์ไทย. แหล่งที่มา: http://www.greennet.or.th/article/411. วันที่สืบค้น 5 มิถุนายน 2557.

เมธี เอกะสิงห์. 2543. ระบบสนับสนุนการตัดสินใจเชิงพื้นที่: มิติใหม่ของการวิเคราะห์และวางแผนระบบเกษตร. ในรายงานการสัมมนาระบบเกษตรแห่งชาติครั้งที่ 1 วันที่ 15 - 17 พฤศจิกายน 2543.

วราวุธ วุฒิวณิชย์. ไม่ระบุปีที่พิมพ์. การตัดสินใจโดยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ยุทธศาสตร์ อนุรักติพันธุ์. 2555. การติดตามการชะพาคาร์บอนหน้าดินจากการชะล้างพังทลายของดิน.กรมพัฒนาที่ดิน. กรุงเทพมหานคร.

วิทญา ตันอารีย์ และสามารถ ใจเตี้ย. 2554. การประเมินผลกระทบสุขภาพจากการใช้สารเคมีทางการเกษตรในการปลูกพืชไร่เขตเทศบาลเมืองเมืองแกนพัฒนาอำเภอแม่แตงจังหวัดเชียงใหม่. แหล่งที่มา: http://thaigcd.ddc.moph.go.th/uploads/file/KM/8%20Research%20CMRU.ac.th-1-SCI-14-53.pdf. วันที่สืบค้น 13 กันยายน 2556.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูง เชียงราย. 2557. GAP คืออะไร. แหล่งที่มา: http://www.kasetdoichang.com/Project/View_Project.php?id_view=28. วันที่สืบค้น 5 มิถุนายน 2557.

ศูนย์สารสนเทศยุทธศาสตร์ภาครัฐสำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2556. ปุ๋ยและสารเคมีการเกษตร. แหล่งที่มา: http://www.nic.go.th/gsic/uploadfile/Chemical.pdf. วันที่สืบค้น 5 มิถุนายน 2557.

สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตรกรมวิชาการเกษตร. (2555). ข้อมูลสถิติ. แหล่งที่มา: http://www.doa.go.th/ard. วันที่สืบค้น 7 กรกฎาคม 2557

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 6 นนทบุรี. 2557. เรื่องของ “น้ำ” ในมุมสิ่งแวดล้อม. แหล่งที่มา: http://reo06.mnre.go.th/newweb/index.php/2011-07-27-08-44-12/2011-08-04-07-38-41/2011-08-04-08-02-46/730-2013-04-11-03-45-18. วันที่สืบค้น 5 มิถุนายน 2557.

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. 2557. ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป (General Water Quality Index, WQI). แหล่งที่มา: http://iwis.pcd.go.th/first_page/wqi.php. วันที่สืบค้น 5 มิถุนายน 2557.

สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข. 2554. มูลนิธิชีววิถี / Biothai Foundation. ผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชต่อสุขภาพคนไทย. แหล่งที่มา : www.biothai.net/node/8691. วันที่สืบค้น 7 กรกฎาคม 2557

สิรินี ทิพพากร. 2527. การฟอกตัวของนาทางแบคทีเรียในหวยแม่ราก บริเวณโครงการหลวงพัฒนาต้นน้ำ หน่วยที่ 1 (ทุ่งจอ) อ.แม่แตง จ.เชียงใหม่. กรุงเทพมหานคร: วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุวรรณา ประณีตวตกุล, ปรัศนี ทิพย์รักษา, ปิยะทัศน์ พาหอนุรักษ์ และชนิกา ไหล่แท้. 2556. ผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์จากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในภาคเกษตร. แหล่งที่มา: http://www.biothai.net/sites/default/files/pesticide_conference_doc_2.pdf วันที่สืบค้น 7 กรกฎาคม 2557

แสงโฉม ศิริพานิช และสุชาดา มีศรี. 2555. สรุปรายงานการเฝ้าระวังโรค ประจำปี 2555 พิษสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช (Pesticides poisoning). แหล่งที่มา: http://www.boe.moph.go.th/Annual/AESR2012/main/AESR55_Part1/file9/4955_Pesticide.pdf. วันที่สืบค้น 7 กรกฎาคม 2557.

หน่วยวิจัยระบบพิกัดภูมิศาสตร์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่น มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต. ไม่ระบุปีที่พิมพ์. ระบบสาระสนเทศภูมิศาสตร์เบื้องต้น. แหล่งที่มา :www.scitu.net/gcom/?p=31. วันที่สืบค้น 7 กรกฎาคม 2557.

อรรถ สมร่าง, ยุทธชัย อนุรักติพันธุ์ และเอกพล เอกอัครรุ่งโรจน์. 2548. แบบจำลองดินกรด ดินเปรี้ยว และปริมาณความต้องการปูนของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: สำนักเทคโนโลยีการสำรวจและทำแผนที่ กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ASTV ผู้จัดการรายวัน. 2557. ประเภทผักและผลไม้ที่มีสารเคมีกำจัดศัตรูพืชตกค้างมากที่สุด. แหล่งที่มา: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:2V0ZRkiDbLAJ. วันที่สืบค้น 7 กรกฎาคม 2557.

Anuluxtipun, Y., Anurugsa, B., Rounglerdtakoonchai, J, and P. Phianphitak. 2006 Organic Farming Criteria and Mapping in Thailand. Land Development Department Ministry of Agriculture and Cooperatives.

Broadbent, D. E. (1953).The role of auditory localization in attention and memory span. Journal of Experimental Psychology, 47, p 191-19.

Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A and Tozer, R. 1970. A Water Quality Index-Do we Dare?. Water and Sewage Works, October.

Buckman, H.O., and N. C. Brady, 1959, The nature and Properties of soil . New York: Wiley

Federal Interagency Coordinating Committee on Digital Cartographic.(1988). A process for evaluating geographic information system (Open File Report 88-105). Reston, VA: U.S, Geological Survey.

Hawker, L.E. and A.H. Linter. 1974. Microorganism function form and environment. London: Willian and Clowers& Sons.

Huizingh, K.R.E. and H.C.J. Vrolijk. 1994. Decission Support for Information Systems Management.: Applying Analytic Hierarchy Process. Organizations and Management. 15p.

MARBLE D.F. and D.J Penquet. 1983. Geographic Information systems and remote sensing. In: Manual of Remote Sensing. R.N. Colweli [ed.]. Am. Soc. Photogrammetry. Falls Church, VA. p 923-959.

Pratt, P.E. 1965. Potassium, pp 1022-1030. In C.A. Black, ed. Methods of Soil Analysis. Part II : Chemical and Mineralogical. Agronomy No. 9. Amer. Soc. Of Agon. Inc., Madison, Wisconsin.

Tisdale, S.L., and W.L. Nelson. 1968. Soil fertility and fertilizers. The MacMillan Co. New York. 694 p.

TYDAC. 1987. Systems Overview and Information. Chapter 2. pp. 1 - 9. TYDAC Technologies Inc.

Saaty, L. T. 1970. Analytic Hierarchy Process. New York: McGraw-Hill.

Storie, R. 1978. Storic index soil rating. Oakland : University of California Division of Agricultural Sciences Special Publication 3203.

ภาคผนวก

ส่วนที่ 1 แผนพัฒนาจังหวัด 4 ปี (พ.ศ. 2557-2560)

แผนพัฒนาจังหวัดหนองคาย 4 ปี (พ.ศ. 2557-2560)

วิสัยทัศน์จังหวัด *"เมืองน่าอยู่ เปิดประตูสู่อาเซียน"*

ยุทธศาสตร์ที่ 1 ยกระดับมาตรฐานการผลิต การค้า การลงทุน การท่องเที่ยว และการบริการมุ่งสู่ประชาคมอาเซียน

เป้าประสงค์ 1.1 เพื่อให้การผลิต การค้า การลงทุน การท่องเที่ยว และการบริการมีมาตรฐาน

กลยุทธ์ 1.1.1 พัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน สิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อรองรับเมืองน่าอยู่และประตูสู่อาเซียน

1.1.2 เพิ่มขีดความสามารถด้านการแข่งขัน ด้านการผลิต และการบริการ

1.1.3 ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ประเพณี และวัฒนธรรมตามฤดูกาล

1.1.4 พัฒนาความรู้ ทักษะด้านภาษา และฝีมือแรงงานเพื่อรองรับการเข้าสู่ประชาคมอาเซียน

1.1.5 พัฒนาบุคลากรภาครัฐ และนักลงทุนเกี่ยวกับข้อกำหนด และกฎหมายในการเข้าร่วมประชาคมอาเซียน

1.1.6 ส่งเสริมการท่องเที่ยวเชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้าน

ยุทธศาสตร์ที่ 2 พัฒนาคน ชุมชน สังคม และสิ่งแวดล้อมให้เป็นเมืองน่าอยู่

เป้าประสงค์ 2.1 เพื่อให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดี

กลยุทธ์ 2.1.1 สร้างเครือข่ายการควบคุม และป้องกันโรคแบบบูรณาการ

2.1.2 ส่งเสริมการอนุรักษ์ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมแบบมีส่วนร่วม

2.1.3 ยกระดับสถาบันการศึกษาให้เข้าสู่ระดับสากล

2.1.4 ส่งเสริมการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย

2.1.5 การพัฒนาคุณภาพชีวิต และสร้างภูมิคุ้มกันสังคม

ยุทธศาสตร์ที่ 3 ส่งเสริมการเกษตรยั่งยืน

เป้าประสงค์ 3.1 เพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิตด้านการเกษตร

กลยุทธ์ 3.1.1 เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมการเกษตร

ยุทธศาสตร์ที่ 4 เสริมสร้างความมั่นคงเพื่อสังคมสงบสุข

เป้าประสงค์ 4.1 เพื่อความสงบเรียบร้อยตามแนวชายแดน

กลยุทธ์ 4.1.1 สร้างความสัมพันธ์กับประเทศเพื่อนบ้านเพื่อรักษาความสงบเรียบร้อยตามแนวชายแดน

4.1.2 การป้องกันและแก้ไขปัญหายาเสพติดตามแนวชายแดน

ยุทธศาสตร์ที่ 5 พัฒนาระบบการให้บริการประชาชนสู่มาตรฐานสากล

เป้าประสงค์ 5.1 เพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับผู้รับบริการ

กลยุทธ์ 5.1.1 ยกระดับมาตรฐานการบริหารจัดการภาครัฐ

5.1.2 ผลักดันจังหวัดหนองคายเป็นเมืองเศรษฐกิจพิเศษ

ส่วนที่ 2 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำ 6 จังหวัด

ตารางภาคผนวกที่ 1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจังหวัดหนองคายแต่ละไตรมาส ปี 2554

ว/ด/ป	แม่น้ำ	สถานี	ที่ตั้ง	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัด		DO (mg/L)				BOD (mg/L)			
							X	Y	ไตรมาสที่ 1	ไตรมาสที่ 2	ไตรมาสที่ 3	ไตรมาสที่ 4	ไตรมาสที่ 1	ไตรมาสที่ 2	ไตรมาสที่ 3	ไตรมาสที่ 4
2554	สงคราม	SO 01	สะพานบ้านไชยบุรี	-	ท่าอุเทน	นครพนม	1080736	1959179	6.80	8.63	4.77	5.88	1.20	1.20	1.20	0.80
2554	สงคราม	SO 03	สะพานบ้านท่าก้อน	-	อากาศอำนวย	สกลนคร	1025980	1972194	7.34	8.44	6.38	5.10	0.70	0.80	1.30	0.80
2554	สงคราม	SO 04	สะพานบ้านท่ากกแดง	-	เซกา	หนองคาย	1007047	1981281	6.89	9.65	6.06	5.56	0.60	0.80	1.10	0.90
2554	สงคราม	SO 05	บ้านห้วยสงคราม	-	โซ่พิสัย	หนองคาย	973985	1996410	6.43	8.51	5.60	5.46	0.80	1.00	1.10	1.00
2554	ห้วยหลวง	HL 02	จุดสูบน้ำประปา บ.นาหยาด	สามพร้าว	เมือง	อุดรธานี	274599	1929171	12.20	4.39	4.23	4.58	6.80	7.70	2.50	1.50
2554	ห้วยหลวง	HL 03	จุดสูบน้ำประปา	-	พิบูลย์รักษ์	อุดรธานี	293593	1943556	5.28	6.14	4.50	5.48	1.00	1.20	0.90	1.50
2554	ห้วยหลวง	HL 04	บริเวณหน้าประตูระบายน้ำ บ.ดอนดง	วัดหลวง	โพนพิสัย	โพนพิสัย	244547	1927634	7.22	7.82	7.16	6.04	1.00	0.90	2.20	1.00
2554	เลย	LY 01	สะพานก่อนถึง 100 ม.	-	เชียงคาน	เลย	776753	1976667	7.72	8.56	6.39	7.19	0.70	1.40	2.00	0.90
2554	เลย	LY 03	บ้านทรายขาว	ทรายขาว	วังสะพุง	เลย	790066	1930800	8.51	8.99	6.87	7.80	1.70	1.50	2.00	1.20
2554	เลย	LY 04	สะพานบ้านใหม่	-	เมือง	เลย	794681	1916248	7.46	6.25	8.91	7.59	1.10	2.30	2.50	1.00
2554	เลย	LY 05	บ้านทรายขาว	ทรายขาว	วังสะพุง	เลย	790500	1908777	7.30	6.70	8.80	7.85	1.40	1.80	1.50	1.00

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ) ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจังหวัดหนองคายแต่ละไตรมาส ปี 2554

ว/ด/ป	แม่น้ำ	สถานี	ที่ตั้ง	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัด		TCB (M.P.N/100 mL)				FCB (M.P.N/100 mL)			
							X	Y	ไตรมาสที่ 1	ไตรมาสที่ 2	ไตรมาสที่ 3	ไตรมาสที่ 4	ไตรมาสที่ 1	ไตรมาสที่ 2	ไตรมาสที่ 3	ไตรมาสที่ 4
2554	สงคราม	SO 01	สะพานบ้านไชยบุรี	-	ท่าอุเทน	นครพนม	1080736	1959179	780.00	23.00	7.80	460.00	200.00	23.00	7.80	46.00
2554	สงคราม	SO 03	สะพานบ้านท่าก้อน	-	อากาศอำนวย	สกลนคร	1025980	1972194	450.00	31.00	7.80	7.80	200.00	31.00	7.80	7.80
2554	สงคราม	SO 04	สะพานบ้านท่ากกแดง	-	เซกา	หนองคาย	1007047	1981281	450.00	49.00	140.00	13.00	200.00	49.00	70.00	13.00
2554	สงคราม	SO 05	บ้านห้วยสงคราม	-	โซ่พิสัย	หนองคาย	973985	1996410	1,300.00	23.00	13.00	23.00	180.00	23.00	13.00	23.00
2554	ห้วยหลวง	HL 02	จุดสูบน้ำประปา บ.นาหยาด	สามพร้าว	เมือง	อุดรธานี	274599	1929171	180.00	49.00	79.00	33.00	180.00	49.00	49.00	23.00
2554	ห้วยหลวง	HL 03	จุดสูบน้ำประปา	-	พิบูลย์รักษ์	อุดรธานี	293593	1943556	680.00	23.00	4.50	23.00	180.00	13.00	4.50	7.80
2554	ห้วยหลวง	HL 04	บริเวณหน้าประตูระบายน้ำ บ.ดอนดง	วัดหลวง	โพนพิสัย	โพนพิสัย	244547	1927634	200.00	23.00	2.00	23.00	180.00	23.00	2.00	17.00
2554	เลย	LY 01	สะพานก่อนถึง 100 ม.	-	เชียงคาน	เลย	776753	1976667	450.00	170.00	350.00	130.00	180.00	7.80	170.00	33.00
2554	เลย	LY 03	บ้านทรายขาว	ทรายขาว	วังสะพุง	เลย	790066	1930800	1,500.00	33.00	240.00	350.00	180.00	33.00	240.00	350.00
2554	เลย	LY 04	สะพานบ้านใหม่	-	เมือง	เลย	794681	1916248	13,000.00	15,999.00	490.00	540.00	1,300.00	16,000.00	490.00	540.00
2554	เลย	LY 05	บ้านทรายขาว	ทรายขาว	วังสะพุง	เลย	790500	1908777	7,900.00	23.00	920.00	79.00	450.00	13.00	240.00	79.00

ตารางภาคผนวกที่ 1 (ต่อ) ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำจังหวัดหนองคายแต่ละไตรมาส ปี 2554

ว/ด/ป	แม่น้ำ	สถานี	ที่ตั้ง	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	พิกัด		NH_3-N (mg/L)				WQI			
							X	Y	ไตรมาสที่ 1	ไตรมาสที่ 2	ไตรมาสที่ 3	ไตรมาสที่ 4	ไตรมาสที่ 1	ไตรมาสที่ 2	ไตรมาสที่ 3	ไตรมาสที่ 4
2554	สงคราม	SO 01	สะพานบ้านไชยบุรี	-	ท่าอุเทน	นครพนม	1080736	1959179	0.42	ND	ND	ND	72.26	52.12	53.26	55.28
2554	สงคราม	SO 03	สะพานบ้านท่าก้อน	-	อากาศอำนวย	สกลนคร	1025980	1972194	0.23	ND	ND	ND	77.02	56.79	54.90	55.20
2554	สงคราม	SO 04	สะพานบ้านท่ากกแดง	-	เซกา	หนองคาย	1007047	1981281	0.16	ND	ND	ND	87.98	52.17	54.60	55.22
2554	สงคราม	SO 05	บ้านห้วยสงคราม	-	โซ่พิสัย	หนองคาย	973985	1996410	0.28	ND	ND	ND	73.41	54.46	54.55	54.62
2554	ห้วยหลวง	HL 02	จุดสูบน้ำประปา บ.นาหยาด	สามพร้าว	เมือง	อุดรธานี	274599	1929171	1.78	0.12	ND	ND	42.77	55.64	48.00	51.78
2554	ห้วยหลวง	HL 03	จุดสูบน้ำประปา	-	พิบูลย์รักษ์	อุดรธานี	293593	1943556	0.24	0.09	ND	ND	71.96	87.43	54.22	52.80
2554	ห้วยหลวง	HL 04	บริเวณหน้าประตูระบายน้ำ บ.ดอนดง	วัดหลวง	โพนพิสัย	โพนพิสัย	244547	1927634	0.09	0.10	ND	ND	89.93	82.31	53.46	55.33
2554	เลย	LY 01	สะพานก่อนถึง 100 ม.	-	เชียงคาน	เลย	776753	1976667	0.09	ND	ND	ND	90.58	53.29	50.89	53.26
2554	เลย	LY 03	บ้านทรายขาว	ทรายขาว	วังสะพุง	เลย	790066	1930800	0.09	ND	ND	ND	58.75	51.28	52.00	51.69
2554	เลย	LY 04	สะพานบ้านใหม่	-	เมือง	เลย	794681	1916248	0.19	ND	ND	ND	65.51	40.38	46.08	55.32
2554	เลย	LY 05	บ้านทรายขาว	ทรายขาว	วังสะพุง	เลย	790500	1908777	0.22	ND	ND	ND	67.48	53.89	50.72	54.33

ที่มา: ดัดแปลงจากสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 9 อุดรธานี

ส่วนที่ 3 การนำเข้าปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

ตารางภาคผนวกที่ 2 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2551-2555 (ล้านบาท/ตัน)

สูตรปุ๋ย	2551		2552		2553		2554		2555	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
แม่ปุ๋ย										
46-0-0	1,619,242	29,273	2,307,784	23,544	2,121,342	21,824	2,087,879	27,758	2,153,690	30,240
18-46-0	259,743	9,216	192,725	2,447	481,343	7,997	395,044	7,939	536,806	10,198
0-0-60	512,071	9,390	158,885	3,336	517,828	6,940	755,120	10,895	586,155	9,825
รวม	2,391,056	47,879	2,659,393	29,328	3,120,514	36,760	3,238,042	46,592	3,276,650	50,263
ปุ๋ยสูตร										
21-0-0	233,826	2,314	232,649	1,154	350,023	1,893	276,558	2,047	282,782	2,266
16-20-0	290,716	4,770	335,541	3,501	494,393	5,187	571,528	7,147	549,688	7,587
16-16-8	11,810	267	21,974	280	10,795	122	42,736	616	71,223	1,050
15-15-15	313,404	6,768	260,069	3,527	409,488	5,513	379,906	5,691	400,776	6,511
13-13-21	14,082	345	12,535	218	51,613	762	23,672	402	30,345	497
อื่นๆ	542,855	13,267	310,911	4,657	735,882	10,973	1,046,737	16,405	971,813	15,772
รวม	1,406,693	27,731	1,173,679	13,338	2,052,194	24,451	2,341,138	32,308	2,306,626	33,683
รวมทั้งหมด	3,797,749	75,610	3,833,072	42,666	5,172,708	61,211	5,579,181	78,899	5,583,276	83,947

ที่มา: ฝ่ายปุ๋ยเคมี กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2557

ตารางภาคผนวกที่ 3 ราคาปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ณ ระดับราคานำเข้า (CIF) ราคาขายส่งกรุงเทพฯ และราคาขายปลีกท้องถิ่นรายเดือน ปี 2556-2557 (บาท/ตัน)

สูตรปุ๋ย	ลักษณะราคา	2556							2557					
		มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
21-0-0	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขายส่งกรุงเทพฯ	9,133	9,067	9,033	8,567	8,467	8,367	7,933	7,500	7,833	8,233	8,233	8,200	8,067
	ขายปลีกท้องถิ่น	10,706	10,996	10,764	11,068	10,705	9,978	10,258	10,089	10,018	10,234	11,021	10,008	9,860
46-0-0	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขายส่งกรุงเทพฯ	13,600	13,300	13,200	13,000	12,700	12,300	12,167	13,433	13,433	13,367	13,067	13,000	12,900
	ขายปลีกท้องถิ่น	15,967	15,654	15,196	15,552	15,202	14,601	14,972	14,886	14,657	15,191	15,119	15,012	14,843
16-20-0	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขายส่งกรุงเทพฯ	14,633	14,533	14,400	14,233	14,033	13,933	13,400	13,033	13,033	13,433	13,333	13,267	13,200
	ขายปลีกท้องถิ่น	16,181	16,366	15,973	16,874	16,044	15,587	15,905	15,757	15,604	15,824	15,732	15,288	15,287
16-16-8	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขายส่งกรุงเทพฯ	15,367	15,167	15,067	15,033	15,000	14,500	14,350	13,667	13,700	14,067	14,067	13,967	13,867
	ขายปลีกท้องถิ่น	17,178	16,537	15,992	16,467	16,301	16,206	16,124	16,217	16,260	17,138	16,264	15,976	15,793
15-15-15	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขายส่งกรุงเทพฯ	17,367	17,200	15,900	16,900	16,800	16,933	16,233	15,033	15,033	17,000	17,000	16,900	16,800
	ขายปลีกท้องถิ่น	18,709	18,583	18,377	18,616	18,312	18,258	18,347	18,242	18,201	18,177	18,015	18,026	18,027
13-13-21	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ขายส่งกรุงเทพฯ	17,767	17,700	17,633	17,400	17,233	17,333	17,433	15,400	15,467	17,267	17,267	17,133	17,033
	ขายปลีกท้องถิ่น	19,443	19,345	19,379	19,489	19,441	19,309	19,491	19,398	19,345	20,085	19,094	19,187	19,122
อัตราแลกเปลี่ยน (บาท/US$)		30.97	31.26	31.74	31.85	31.35	31.77	32.48	33.08	32.79	32.53	32.46	32.66	32.65

ที่มา: ฝ่ายปุ๋ยเคมี กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2557

ตารางภาคผนวกที่ 4 ราคานำเข้า (CIF) ราคาขายส่งในตลาดกรุงเทพฯ และราคาขายปลีกในตลาดท้องถิ่นของปุ๋ยเคมีสูตรที่สำคัญ ปี 2548-2555 (บาท/ตัน)

สูตรปุ๋ย	ลักษณะราคา	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555
21-0-0	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	5,101	4,584	5,420	9,680	5,107	5,425	7,265	8,264
	ขายส่งกรุงเทพฯ	6,644	6,083	6,520	12,404	8,725	6,950	7,874	9,364
	ขายปลีกท้องถิ่น	7,455	7,547	7,673	12,782	10,612	8,149	8,716	10,730
46-0-0	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	11,007	9,793	11,009	17,759	9,135	10,203	14,053	14,065
	ขายส่งกรุงเทพฯ	11,729	10,946	12,036	19,781	12,683	12,015	14,293	15,826
	ขายปลีกท้องถิ่น	12,349	12,383	12,712	21,104	13,946	12,906	14,978	17,211
16-20-0	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	8,983	7,972	8,477	16,597	10,436	10,347	12,494	13,663
	ขายส่งกรุงเทพฯ	9,367	9,241	10,613	20,011	14,642	13,144	13,898	15,009
	ขายปลีกท้องถิ่น	9,485	10,024	10,705	19,386	16,023	14,200	15,073	16,576
16-16-8	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	7,979	8,491	8,800	22,615	12,442	11,718	12,831	13,931
	ขายส่งกรุงเทพฯ	9,538	9,633	10,660	22,150	16,050	14,245	14,959	15,413
	ขายปลีกท้องถิ่น	9,839	10,326	10,935	19,921	17,810	15,957	16,015	17,435
15-15-15	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	9,518	10,173	9,374	19,656	13,653	13,595	15,105	16,413
	ขายส่งกรุงเทพฯ	11,021	10,925	12,067	22,464	19,605	15,957	15,555	16,585
	ขายปลีกท้องถิ่น	11,912	12,954	13,069	22,752	21,250	17,865	17,942	18,884
13-13-21	นำเข้า C.I.F (เทกอง)	10,622	10,135	10,504	21,504	17,209	15,183	17,643	16,628
	ขายส่งกรุงเทพฯ	11,088	10,950	10,967	24,133	21,500	17,649	18,000	17,950
	ขายปลีกท้องถิ่น	11,959	12,926	12,979	22,383	22,994	19,555	19,400	19,813

ที่มา: ฝ่ายปุ๋ยเคมี กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2557

ตารางภาคผนวกที่ 5 รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2552-2555

ลำดับที่	ประเทศ	สารออกฤทธิ์ (กิโลกรัม)				
		ปี 2552	ปี 2553	ปี 2554	ม.ค.-ก.ย. 2555	เฉลี่ย
1	จีน	50,560,073.34	45,178,586.82	61,701,843.19	45,014,744.47	50,613,811.96
2	อินเดีย	3,701,597.47	5,412,086.61	5,023,568.73	2,329,617.67	4,116,717.62
3	อิสราเอล	2,307,467.95	3,717,137.94	2,364,581.74	3,473,492.39	2,965,670.01
4	มาเลเซีย	2,264,910.99	2,898,093.27	4,626,321.34	2,033,699.91	2,955,756.38
5	โปแลนด์	2,065,399.84	2,589,335.20	2,503,803.68	2,420,909.44	2,394,862.04
6	สหรัฐอเมริกา	1,078,770.75	1,752,701.39	1,205,466.83	840,955.39	1,219,473.59
7	อินโดนีเซีย	745,638.01	1,079,830.95	1,581,824.81	1,256,793.23	1,166,021.75
8	เยอรมัน	1,201,546.40	1,446,233.33	1,534,349.06	316,333.45	1,124,615.56
9	ไต้หวัน	968,926.29	799,980.47	1,354,851.98	378,835.71	875,648.61
10	ญี่ปุ่น	1,086,153.32	697,912.06	728,854.02	514,030.38	756,737.45
11	สวิตเซอร์แลนด์	352,374.80	579,383.97	471,886.44	767,170.01	542,703.81
12	กัวเตมาลา	237,693.16	376,086.16	664,746.10	600,930.28	469,863.93
13	ออสเตรเลีย	324,682.00	423,534.80	480,389.25	229,781.24	364,596.82
14	โคลัมเบีย	386,372.26	537,303.76	500,536.72	19,212.00	360,856.19
15	ฝรั่งเศส	300,595.46	382,589.70	502,931.87	87,193.50	318,327.63
16	สิงคโปร์	129,063.20	241,789.26	707,068.66	153,001.15	307,730.57
17	สหราช อาณาจักร	75,460.96	630,273.72	108,949.20	59,649.90	218,583.45
18	เกาหลี	205,982.70	294,784.67	360,816.38	1,741.60	215,831.34
19	ฮังการี	39,312.00	57,004.32	410,769.68	313,014.85	205,025.21
20	เบลเยี่ยม	221,046.20	166,140.90	89,879.16	-	159,022.09
21	เนเธอร์แลนด์	116,873.72	129,351.00	155,066.61	-	133,763.78
22	บัลแกเรีย	62,400.00	140,807.20	88,831.76	11,524.00	75,890.74
23	อิตาลี	33,896.25	78,735.16	148,630.98	40,592.52	75,463.73
24	เวเนซูเอล่า	86,640.00	56,150.00	43,900.00	-	62,230.00
25	เวียดนาม	16,711.75	15,330.90	16,635.52	150,200.87	49,719.76
26	เดนมาร์ก	23,114.93	71,883.01	67,834.55	4,242.50	41,768.75
27	ไทย	-	-	36,300.50	-	36,300.50
28	เม็กซิโก	59,969.23	12,239.96	53,496.77	12,320.00	34,506.49
29	สเปน	30,714.87	32,919.50	33,231.00	4.25	24,217.41
30	นอร์เวย์	14,420.00	17,304.00	20,220.00	-	17,314.67

ตารางภาคผนวกที่ 5 (ต่อ) รายงานสรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตร ปี 2552-2555

ลำดับที่	ประเทศ	สารออกฤทธิ์ (กิโลกรัม)				
		ปี 2552	ปี 2553	ปี 2554	ม.ค.-ก.ย. 2555	เฉลี่ย
31	เปรู	13,550.00	12,400.00	-	-	12,975.00
32	บราซิล	2,974.37	6,906.96	-	24,000.00	11,293.78
33	ออสเตรีย	16,783.20	6,527.75	7,652.10	-	10,321.02
34	แคนาดา	4,500.00	10,275.00	15,020.68	-	9,931.89
35	เปอโตริโก	7,672.08	9,714.96	-	-	8,693.52
36	แอฟริกาใต้	22,902.50	525.00	9,081.00	140	8,162.13
37	ตุรกี	-	-	1.50	10,000.00	5,000.75
38	ฟิลิปปินส์	360	6,550.00	0.13	-	2,303.38
39	ฮอลแลนด์	900	-	-	-	900.00
40	ฮ่องกง	1,293.00	-	-	15.1	654.05
ผลรวมทั้งหมด		68,768,743.00	69,868,409.70	87,619,341.94	61,064,145.81	71,973,267.30

ส่วนที่ 4 ความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ละอำเภอใน 6 จังหวัด

ตารางภาคผนวกที่ 6 ความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม รายอำเภอ จังหวัดหนองคาย

อำเภอ	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม	พื้นที่ (ตารางกิโลเมตร)	ความหนาแน่น	ระดับชั้นความหนาแน่น
กิ่งอำเภอสระใคร	6	203.0910	0.0246	น้อยที่สุด
สังคม	19	460.7183	0.0412	
กิ่งอำเภอรัตนวาปี	24	296.3097	0.0776	
กิ่งอำเภอเฝ้าไร่	36	362.5764	0.0993	น้อย
กิ่งอำเภอโพธิ์ตาก	14	123.8004	0.1131	
โพนพิสัย	124	826.2481	0.1501	
ท่าบ่อ	105	359.2478	0.2895	มาก
ศรีเชียงใหม่	66	153.4463	0.4301	มากที่สุด
เมืองหนองคาย	212	490.4826	0.4322	
รวม	606	3,275.9207	1.6578	-
max	212	826.2481	0.4322	-
min	6	123.8004	0.0246	-

หมายเหตุ: ช่วง 0–0.0864 ค่าความหนาแน่นน้อยที่สุด
ช่วง 0.0864–0.1728 ค่าความหนาแน่นน้อย
ช่วง 0.1728–0.2592 ค่าความหนาแน่นปานกลาง
ช่วง 0.2592–0.3456 ค่าความหนาแน่นมาก
ช่วง 0.3456–0.4322 ค่าความหนาแน่นมากที่สุด

ส่วนที่ 5 แบบประเมินความเสี่ยงในการทำงานของเกษตรกรจากการสัมผัสสารเคมี

ตารางภาคผนวกที่ 7 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร จังหวัดหนองคาย

η=94

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
เพศ	ชาย	48	51.1
	หญิง	46	48.9
		94	100.0
อายุ	ต่ำกว่า 30 ปี	3	3.2
	30-40 ปี	5	5.4
	40-50 ปี	28	30.1
	มากกว่า 50 ปี	57	61.3
		93	100.0
Missing		1	
ระดับการศึกษา	ประถมศึกษา	63	70.0
	มัธยมศึกษา	18	20.0
	ปวช.-ปวส.	4	4.4
	ปริญญาตรี	4	4.4
	สูงกว่าปริญญาตรี	1	1.1
		90	100.0
Missing		4	

หมายเหตุ: Missing คือ ข้อมูลที่ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ได้ทำการตอบในข้อนั้นๆ

ตารางภาคผนวกที่ 8 ข้อมูลทางด้านอาชีพของเกษตรกร จังหวัดหนองคาย

η=94

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
อาชีพ	ทำนา	82	65.6
	ทำไร่	6	4.8
	ทำสวน	32	25.6
	ปศุสัตว์	4	3.2
	ประมง	1	0.8
	อื่นๆ	-	-
		125	100.0
การปลูกพืช	สารเคมีกำจัดศัตรูพืช	4	4.6
	สารเคมีตามคำแนะนำของกระทรวงเกษตรฯ	37	42.5
	เกษตรอินทรีย์	18	20.7
	อื่นๆ	28	32.2
		87	100.0
ต้นทุนการผลิต	ค่าปุ๋ย	94	63.9
	ค่ายากำจัดศัตรูพืช	39	26.5
	อื่นๆ	14	9.5
		147	100.0

ตารางภาคผนวกที่ 9 อาการผิดปกติหลังการใช้สารเคมีทางการเกษตร จังหวัดหนองคาย

η=94

ข้อมูล		จำนวน	ร้อยละ
เคยตรวจโรคหรือไม่	เคย	76	81.7
	ไม่เคย	17	18.3
		93	100.0
Missing		1	
มีอาการผิดปกติหรือไม่	ไม่มี	89	96.7
	มีบางครั้ง	3	3.3
	มีเป็นประจำ	-	-
		92	100.0
Missing		2	
สถานที่ตรวจสุขภาพ	โรงพยาบาล	31	38.8
	กรมควบคุมโรค	-	-
	รพสต.	35	43.8
	อื่นๆ	14	17.5
		80	100.0
ปัญหาและผลกระทบ	ภัยธรรมชาติ	57	100.0
	ผลกระทบจากการทำเกษตร	-	-
	ผลกระทบจากของเสียโรงงานอุตสาหกรรม	-	-
Missing		57	100.0
หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง	ภาครัฐ	69	97.2
	ภาคเอกชน	-	-
	อื่นๆ	2	2.8
		71	100.0
Missing		23	

หมายเหตุ: Missing คือ ข้อมูลที่ผู้ตอบแบบสอบถามไม่ได้ทำการตอบในข้อนั้นๆ

ตารางภาคผนวกที่ 10 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติอาการผิดปกติหลังจากใช้สารเคมี จังหวัดหนองคาย

ANOVA

มีอาการผิดปกติหลังใช้สารเคมีหรือไม่

ปีที่ 1	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.378	8	0.047	1.555	0.151
Within Groups	2.524	83	0.030		
Total	2.902	91			

คณะทำงานโครงการ 6 เมืองเกษตรสีเขียวต้นแบบกรมพัฒนาที่ดิน

1. นายอภิชาต จงสกุล	ที่ปรึกษา
2. นายอนุสรณ์ จันทนโรจน์	ที่ปรึกษา
3. นายสมโสถติ์ ดำเนินงาม	ประธานคณะทำงาน
4. นายนุกูล แสงทอง	คณะทำงาน
5. นายมานิตย์ พุ่มร่มไทร	คณะทำงาน
6. นายชยุต ราชาตัน	คณะทำงาน
7. นายปรีชา โหนแหยม	คณะทำงาน
8. นายวิชัย ลิมโพธิ์ทอง	คณะทำงาน
9. นายณรงค์ ทองเหล่	คณะทำงาน
10. นายกิตตินันท์ วรอนุวัฒนกุล	คณะทำงาน
11. นายสมศักดิ์ สุขจันทร์	คณะทำงาน
12. นายเมธิน ศิริวงศ์	คณะทำงาน
13. นายโสพส แซ่ลิ้ม	คณะทำงาน
14. นายกานต์ ไตรโสภณ	คณะทำงาน
15. นางสาวอริศรา พึ่งพา	คณะทำงาน
16. นายมณฑล สุริยาประสิทธิ์	คณะทำงาน
17. นายไกรฤกษ์ ปานทอง	คณะทำงาน
18. นางสาวสมจินต์ วานิชเสถียร	คณะทำงาน
19. นายพงศ์ธร เพียรพิทักษ์	คณะทำงาน
20. นางสาวบุศรินทร์ แสวงลาภ	คณะทำงาน
21. นายธนัญชย์ ดำขำ	คณะทำงาน
22. นายยุทธศาสตร์ อนุรักติพันธุ์	คณะทำงานและเลขานุการ
23. นางสาวรัชนก แสงเพ็ญจันทร์	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
24. นายณรงค์เดช ฮองกูล	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
25. นางชุติมณฑน์ ยศกันโท	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
26. นางสาวสีสุนันทา เสือโรจน์	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

“กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้กำหนดโครงการเมืองเกษตรสีเขียว (Green Agriculture City) เป็นโครงการสำคัญ (Flagship Project) ของกระทรวงเกษตรฯ ที่สอดคล้องกับการขับเคลื่อนยุทธศาสตร์ประเทศของรัฐฯ ซึ่งเน้นให้ความสำคัญกับการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ตลอดห่วงโซ่การผลิตและการบริโภคและมีการคัดเลือกพื้นที่เป้าหมายจากจังหวัดที่มีศักยภาพและมีความโดดเด่นในการผลิตสินค้าจากการเกษรเป็นที่ยอมรับในวงกว้าง รวม 6 จังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ หนองคาย ราชบุรี จันทบุรี และพัทลุง โดยเป็นตัวแทนของจังหวัดต้นแบบในแต่ละภาค”

เกษตรอินทรีย์ อาหารปลอดภัย ดินดีน้ำใส ปราศจากมลพิษ

สำนักวิจัยและพัฒนาการจัดการที่ดิน
กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
2003/61 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
www.ldd.go.th โทร. 1760

ISBN 978-616-358-047-4