บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

2.1 ธาตุอาหารพืช (Plant nutrition)

พื้นที่ดินที่ใช้ปลูกพืชต่อเนื่องเป็นระยะยาวนานจะมีการสะสมของธาตุอาหารในดินในปริมาณที่ค่อนข้างสูง ทั้งนี้เนื่องมาจากมีการใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่องในการผลิตพืช โดยขาดหลักในการจัดการปุ๋ยและการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ได้พิจารณาปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน และปริมาณธาตุอาหารที่พืชต้องการ จึงทำให้มีการตกค้างของธาตุอาหารในดิน ปริมาณธาตุอาหารเหล่านั้นจะค่อยๆ สะสมอยู่ในดินทั้งในรูปที่ถูกดูดตรึงไว้บนอนุภาคของดิน และในรูปของเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดิน ซึ่งจะสังเกตได้จากคราบสีขาวๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวหน้าดินในขณะที่ผิวดินแห้ง จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินของเกษตรกรที่ส่งมาให้ห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในช่วง 5 ปีที่ผ่านมา ดินบนพื้นที่สูงที่เริ่มใช้ทำการเกษตรในปีแรก ดินจะมีปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ (P) ค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง (อยู่ในช่วง 5 – 40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) โพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ (K) จะอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูง (80 – 120 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ทั่วไปอยู่ในช่วง 25 – 120 มิลลิซีเมนส์/เซนติเมตร แต่หลังจากการใช้พื้นที่ในการเพาะปลูกและมีการใช้ปุ๋ยอย่างต่อเนื่อง พบว่า ค่าฟอสฟอรัสของดินเพิ่มสูงขึ้นมาก (>300 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) บางตัวอย่างตรวจพบว่ามีประมาณของฟอสฟอรัสสูงถึง 1,000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยปกติแล้วปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ในดิน 25-40 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ก็ถือว่าเพียงพอสำหรับการผลิตพืชโดยทั่วไป (Peverill *et al*., 1999) สำหรับโพแทสเซียมก็พบว่ามีปริมาณที่สูงมากเช่นกัน พบตั้งแต่ 300 – 900 มิลลิกรัม/กิโลกรัม เช่นเดียวกับค่า EC ของดิน ในโรงเรือนบางแห่งมีค่า EC สูงถึง 800 มิลลิซีเมนส์/เซนติเมตร จากการรายงานของสุพัตรา (2545) ในการศึกษาสมบัติดินในพื้นที่บ้านแม่มะลอ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ พบว่าคุณสมบัติของดินที่ใช้ในการเกษตรและพื้นที่รกร้างว่างเปล่า (ไม่ได้ใช้ในการเกษตร) มีความแตกต่างกัน โดยดินที่ใช้ในการเกษตรอย่างต่อเนื่อง มีปริมาณอินทรียวัตถุลดต่ำลงอย่างเห็นได้ชัด โดยดินรกร้างว่างเปล่ามีปริมาณอินทรียวัตถุอยู่ในช่วง 5.36 – 10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ดินที่ใช้ปลูกกะหล่ำปลี อยู่ในช่วง 4.69-5.36 เปอร์เซ็นต์ และดินที่ใช้ปลูกข้าวมีเพียง 3.0 - 3.8 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้ ที่ดินที่ใช้ในการเกษตรมีฟอสฟอรัสสูง 102 – 619 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในขณะที่ดินที่เป็นป่าเขามีเพียง 10 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

จากการศึกษาของ ชูชาติ และคณะ (2550) พบว่าความต้องการธาตุอาหารของผักปวยเหล็งที่ปลูกในพื้นที่โครงการหลวงหนองหอย (ระยะปลูก 20 x 25 เซนติเมตร) ต้องการไนโตรเจน 15 กิโลกรัม/ไร่

(0.48 กรัม/ต้น) ฟอสฟอรัส 1.9 กิโลกรัม/ไร่ (0.06 กรัม/ต้น) โพแทสเซียม 36 กิโลกรัม/ไร่ (1.13 กรัม/ต้น) แคลเซียม 1.9 กิโลกรัม/ไร่ (0.06 กรัม/ต้น) และแมกนีเซียม 2.2 กิโลกรัม/ไร่ (0.07กรัม/ต้น) เท่านั้น แต่จากข้อมูลการวิเคราะห์ดินพบว่าดินมีปริมาณธาตุอาหารค่อนข้างสูง สามารถให้ฟอสฟอรัสได้มากกว่า 62 กิโลกรัม/ไร่ (available P > 200 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) โพแทสเซียมมากกว่า 125 กิโลกรัม/ไร่ (exchangeable K > 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) แคลเซียมมากกว่า 312 กิโลกรัม/ไร่ (exchangeable Ca >1000 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และ แมกนีเซียมมากกว่า 50 กิโลกรัม/ไร่ (exchangeable Mg > 160 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ซึ่งปริมาณดังกล่าวเพียงพอต่อการปลูกปวยเหล็ง และจากข้อมูลการจัดการปุ๋ยในการผลิตผักปวยเหล็งของโครงการหลวงขุนวาง พบว่ามีการใส่ปุ๋ยต่อเนื่องในทุกรอบการผลิต จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ปุ๋ยตกค้างอยู่ในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ได้และปริมาณโพแทสเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ ซึ่งการสะสมของธาตุอาหารทั้งสองตัวนี้ในปริมาณที่สูง อาจจะทำให้สมดุลของธาตุอาหารในดินเสียไป ส่งผลต่อการดูดใช้ธาตุอาหารตัวอื่นๆ ได้ โดยเฉพาะการที่ดินมีโพแทสเซียมในปริมาณที่สูงก็จะไปยับยั้งการดูดธาตุแมกนีเซียมของพืชเนื่องจากธาตุทั้งสองเป็นปฏิปักษ์ต่อกัน ซึ่งอาจทำให้พืชเกิดอาการขาดแมกนีเซียมขึ้นมาได้ (Metson, 1974) ซึ่งชาตรี และคณะ (2549) ก็พบลักษณะอาการขาดแมกนีเซียมในคะน้าเห็ดหอมที่ปลูกภายใต้สภาพโรงเรือน (ในระยะหลังย้ายปลูก 15 วัน) โดยคะน้าที่แสดงอาการผิดปกติ มีการสะสมธาตุอาหารแมกนีเซียมในใบต่ำกว่าพืชที่ไม่แสดงอาการผิดปกติ (0.38 : 0.49 เปอร์เซ็นต์ Mg) และจากค่าการวิเคราะห์ดิน ณ จุดที่พืชแสดงอาการผิดปกติ พบว่าดินมีปริมาณแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้ในระดับที่พอเพียงต่อการปลูกพืชโดยทั่วไป (250–260 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) แต่มีปริมาณโพแทสเซียมสูงถึง 910 - 990 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

จากการศึกษาของ ชาตรี และคณะ (2549) และ จริยาและคณะ (2549) ในการพัฒนาการผลิตผักคุณภาพและถ่ายทอดเทคโนโลยีการปลูกผักปลอดสารพิษในโรงตาข่ายกันแมลงก็พบปัญหาการสะสมของธาตุอาหารต่างๆ ในดินที่ใช้ในการผลิตพืชในโรงเรือนเช่นเดียวกัน จะเห็นได้ว่าการสะสมของธาตุอาหารและการเพิ่มขึ้นของค่า EC (electrical conductivity) ของดินเป็นสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างยิ่งสำหรับการผลิตพืชในโรงเรือน หากเกษตรกรขาดการจัดการดินและปุ๋ยอย่างถูกต้อง ในแต่ละฤดูปลูกธาตุอาหารต่างๆ จะค่อยสะสมอยู่ในดินในรูปของเกลือต่างๆ ทำให้ดินมีความเค็มเพิ่มขึ้น (ค่า EC เพิ่มขึ้น) เมื่อถึงจุดหนึ่งปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในสารละลายดินมากเกินไปจนมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลิตผลของพืช เนื่องจากทำให้พืชเกิดอาการขาดน้ำ และมีการสะสมไอออนที่เป็นพิษในพืชมากเกินไป และนอกจากนี้ยังทำให้เกิดความไม่สมดุลของธาตุอาหารพืชด้วย ซึ่งจิราพรและคณะ (2551) ก็พบเช่นเดียวกัน ในการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของดินในโรงเรือน ที่มีการปลูกพืชที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ได้แก่ เบญจมาศ มะเขือเทศ และผักใบ อย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน มากกว่า

3 ปี ในพื้นที่ของโครงการหลวงขุนวาง อ.ขุนวาง จ.เชียงใหม่ พบว่า การปลูกพืชในโรงเรือนเป็นระยะเวลาต่อเนื่อง ภายใต้สภาพการจัดการดินและปุ๋ยตามที่นิยมปฏิบัติ มีแนวโน้มทำให้ pH ของดินลดลง ค่าการนำไฟฟ้าของดิน (EC) ปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่แลกเปลี่ยนได้เพิ่มสูงขึ้น

2.2 ปริมาณการใช้น้ำของพืช (Crop Evapotranspiration)

การผลิตพืชผักนอกจากปัจจัยเกี่ยวกับความอุดมสมบูรณ์ดิน และสภาพฟ้าอากาศเหมาะสมแล้ว น้ำยังคงเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญสำหรับการเพาะปลูกพืช ภายใต้สภาพการปลูกพืชที่มีน้ำเพียงพอธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ พืชสามารถสังเคราะห์แสงสร้างอาหารนำไปใช้ในการเจริญเติบโต สะสมอาหารให้เป็นผลผลิตได้อย่างเต็มที่ พืชจึงเป็นที่ต้องให้ได้รับน้ำอย่างเพียงพอและเหมาะสมตามระยะเวลาที่ต้องการ อย่างไรก็ตามปริมาณการใช้น้ำของพืชนั้นที่แตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของพืช ระยะการเจริญเติบโต พื้นที่ ตลอดจนสภาพดินฟ้าอากาศในแต่ละพื้นที่ที่ใช้ในการผลิต (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณความต้องการน้ำของพืชผักที่สำคัญ

ลำดับที่	ชื่อพืช	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลูกบาศก์เมตร/ไร่)
1	กะหล่ำดอก	100 - 120	450
2	กะหล่ำปลี	100 - 110	450 - 600
3	คะน้า	45 - 55	350
4	ถั่วแขก	55 - 60	300
5	ถั่วฝักยาว	50 - 75	400
6	ถั่วพุ่ม	90 - 120	400
7	ถั่วลันเตา	60 - 90	300
8	บวบต่าง ๆ	40 - 60	300 - 500
9	ผักกาดขาว	45 - 80	450
10	ผักกาดเขียว	55 - 75	350

ตารางที่ 2.1 ปริมาณความต้องการน้ำของพืชผักที่สำคัญ (ต่อ)

ลำดับที่	ชื่อพืช	อายุการเก็บเกี่ยว (วัน)	ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลูกบาศก์เมตร/ไร่)
11	ผักกาดหอม	55 - 70	350
12	ผักกาดหัว	42 - 65	500
13	พริกต่าง ๆ	70 - 90	500 - 850
14	ฟักเขียว	90 - 120	350
15	ฟักทอง	120 -180	333
16	มะเขือเทศต่าง ๆ	60 - 90	400 - 600
17	มะเขือเทศ	60 - 75	500 - 650
18	แตงกวา	30 - 40	350
19	แตงร้าน	80 - 120	400
20	แตงโม	75 - 120	470

(ปรับปรุงจาก สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร, 2559)

ปริมาณการใช้น้ำของพืช หรือ การคายระเหยของพืช (consumptive Use หรือ crop evapotranspiration) หมายถึงปริมาณน้ำทั้งหมดที่พืชต้องการจริง รวมถึงปริมาณน้ำที่สูญเสียจากพื้นที่เพาะปลูกสู่บรรยากาศในรูปของไอน้ำ โดยขบวนการที่สำคัญคือ การคายน้ำของพืช และการระเหยจากดิน สำหรับการคายน้ำของพืช นั้นเป็นกระบวนการที่พืชดูดน้ำไปจากดินเข้าสู่ลำต้นไปสู่ใบและสูญเสียไปในบรรยากาศในรูปของไอน้ำทางรูเปิดปากใบ อัตราที่พืชดูดน้ำจากดินจะขึ้นอยู่กับอัตราการคายน้ำ (transpiration rate) และความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของไอน้ำในใบกับบริเวณรอบๆ ใบ ในขณะที่อัตราการระเหยน้ำจากดิน จะขึ้นอยู่กับสมบัติของดิน ความแตกต่างระหว่างความดันไอน้ำ ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ลม แสงแดด ความเร็วของลมและความกดดันของบรรยากาศ ฯลฯ นอกจากนั้นการเขตกรรม เช่น วิธีการให้น้ำ การจัดการดิน หรือวิธีการเพาะปลูกพืชล้วนมีผลต่อการระเหยของน้ำจากดิน สำหรับการหาปริมาณการใช้น้ำของพืช สามารถแบ่งการประเมินได้ 2 แบบ คือ (1) การตรวจวัดการใช้น้ำจากพืชโดยตรง และ (2) การวัดการใช้น้ำจากพืชโดยอาศัยข้อมูลภูมิอากาศ

(1) การวัดปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยตรง อาจทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับความละเอียด ถูกต้องที่ต้องการ ค่าใช้จ่ายในการจัดเตรียมหรือจัดหาเครื่องมือ ชนิดของพืชและองค์ประกอบอื่นๆ อีก หลายอย่าง วิธีการที่นิยมใช้กันโดยทั่วๆ ไปในงานด้านเกษตร ได้แก่

1) การวัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืช (lysimeter tank) การวัดจากถังวัดการใช้น้ำของพืชน้ำ คล้ายกับการนำกระถางต้นไม้ขนาดใหญ่ที่ปลูกพืชที่ต้องการวัดค่าการใช้น้ำ แล้วนำไปตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ปลูกพืชชนิดเดียวกัน โดยให้มีสภาพทั้งภายในและภายนอกกระถางคล้ายคลึงกับสภาพที่เป็นจริงตามธรรมชาติมากที่สุด กระถางดังกล่าวต้องมีอุปกรณ์สำหรับวัดปริมาณน้ำที่สูญเสียไป เพื่อจะได้นำมาคำนวณปริมาณน้ำใช้ของพืชในช่วงระยะเวลาต่างๆ ได้ ปริมาณการใช้น้ำของพืชนิยมบอกเป็นค่าความลึกของน้ำต่อหนึ่งหน่วยเวลา เช่น มิลลิเมตร/วัน

2) การศึกษาจากค่าความชื้นในดิน วิธีนี้เหมาะสำหรับดินที่มีเนื้อดินที่สม่ำเสมอตลอดความลึก และระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินมาก วิธีวัดทำโดยการหาจำนวนความชื้นในดินก่อนและหลังให้น้ำแก่พืชทุกครั้ง

3) การศึกษาจากแปลงทดลอง ซึ่งแปลงทดลองควรมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ต่ำกว่าระดับผิวดินอย่างน้อย 25 เมตร เพื่อป้องกันไม่ให้พืชไม่สามารถดูดน้ำใต้ดินมาใช้ได้ แล้วทำการให้น้ำแก่พืชในปริมาณที่ต่างๆ กัน แล้ววัดผลผลิตที่ได้รับ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วพบว่าพืชทุกชนิดให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อให้น้ำเพิ่มขึ้น จนถึงระดับหนึ่งที่เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำที่ให้แล้วจะทำให้ผลผลิตลดลง จึงใช้ค่าปริมาณน้ำที่จุดเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงผลผลิตจากที่เพิ่มขึ้นเป็นลดลงนั้น เป็นปริมาณการใช้น้ำของพืชชนิดนั้นๆ อย่างไรก็ตามปริมาณการใช้น้ำของพืชที่หาได้จึงมีค่าค่อนข้างสูงและไม่ได้รับความนิยม

(2) การหาปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยอาศัยข้อมูลอากาศ หรือเรียกว่าการหาปริมาณการใช้น้ำของพืชอ้างอิง (reference crop evapotranspiration; ETo) อาจประเมินได้หลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับความละเอียดถูกต้องของผลลัพธ์ ข้อมูลภูมิอากาศที่มีอยู่ และความสามารถในการนำไปใช้งาน ฯลฯ วิธีการประเมินที่นิยมใช้กันในงานด้านชลประทานและเกษตรที่ยอมรับและใช้กันอย่างแพร่หลายมีอยู่ด้วยกัน 7 วิธีการ คือ Modified Penman, Pan Method, Penman Monteith, Blaney Criddle, Thornthwaite, Hargreaves และ Radiation ซึ่งข้อมูลพื้นฐานที่ต้องการประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ส่วนดังนี้

1) ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ หรือข้อมูลบริเวณทำเลที่ตั้งของแปลงเพาะปลูก ได้แก่ จุดพิกัดเส้นรุ้ง (latitude) จุดพิกัดเส้นแวง (longitude) และค่าความสูงจากระดับน้ำ ทะเลปานกลาง (altitude above mean sea level; MSL) เป็นต้น

2) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นข้อมูลเฉลี่ยเป็นรายวัน, รายสัปดาห์ หรือรายเดือน ตามช่วงการเพาะปลูกพืช ข้อมูลที่สำคัญๆ สำหรับใช้ในการคำนวณ ได้แก่ อุณหภูมิของอากาศ

(air temperature; องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ (relative humidity; เปอร์เซ็นต์) ความเร็วลมที่ระดับความสูง 2.00 เมตร จากพื้นดิน (wind speed at 2.00 เมตร above ground; กิโลเมตร/วัน) ชั่วโมงแสงแดด (sunshine duration; ชั่วโมง/วัน) การระเหยของน้ำจากอ่างวัดการระเหยแบบ Class A pan (evaporation; mm/day) นอกจากนี้ ในกรณีที่ข้อมูลที่ต้องการดังที่กล่าวมาเกิดขาดหายไป เนื่องจากไม่ได้ทำการตรวจวัด หรือเครื่องมือตรวจวัดชำรุด ก็สามารถใช้ข้อมูลตัวอื่นนำมาปรับเปลี่ยนหรือแปลงค่าใช้แทนกันได้ เช่น ค่าความครึ้มของเมฆ (cloudiness; 0-10) สามารถใช้แทนค่าชั่วโมงแสงแดดได้ ใช้ความเร็วลมที่ระดับความสูง.....เมตร (wind speed at ..... เมตร above ground; กิโลเมตร/วัน) และ ค่าความสูงจากพื้นดินของเครื่องมือวัดความเร็วลม (height of wind vane; เมตร) ใช้แทนความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับความสูง 2.00 เมตรจากพื้นดิน (FAO, 1998 และ บุญมา, 2546)

สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน) Highland Research and Development Institute (Public Organization)