เอกสารวิชาการประกอบภาพ

ISBN : 974-436-037-2

ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช

กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

ห้องสมุด
กรมวิชาการเกษตร

คณะผู้จัดทำ

สุวพันธ์ รัตนะรัต
นงลักษณ์ วิบูลสุข
พิชิต พงษ์สกุล
จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร
มณเฑียร จินดา
สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ์

พิมพ์ครั้งแรก กันยายน 2543
สงวนลิขสิทธิ์
ISBN 974-436-037-2
พิมพ์ที่ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

กรมวิชาการเกษตร

ห้องสมุด
กรมวิชาการเกษตร

เอกสารวิชาการประกอบภาพ

ISBN : 974-436-037-2

ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช

Symptoms of Nutrient Deficiencies in Plants

กรมวิชาการเกษตร

กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร

Soil Science Division Department of Agriculture

คำนำ

หนังสือ "ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช" เป็นหนังสือที่รวบรวมภาพลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช รวมทั้งลักษณะอาการเป็นพิษของธาตุต่างๆ และลักษณะอาการผิดปกติของพืชเนื่องจากสาเหตุอื่นๆ ตลอดจนการบรรยายถึงความสำคัญและบทบาทของธาตุอาหารพืช หลักเกณฑ์ในการพิจารณาการขาดธาตุอาหารและแนวทางแก้ไข โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะให้เป็นเอกสารที่นักวิชาการ นักส่งเสริม และผู้ที่สนใจทั่วไปใช้ในการวินิจฉัยสาเหตุที่ทำให้พืชแสดงอาการผิดปกติ

การวินิจฉัยความผิดปกติของพืช โดยทั่วไปเริ่มต้นจากการสังเกตลักษณะอาการที่พืชแสดงออกมาให้เห็น ลักษณะอาการนั้นอาจเป็นลักษณะเฉพาะที่ทำให้วินิจฉัยได้ว่าเกิดจากสาเหตุอะไร เช่น เกิดจากการขาดธาตุอาหารหรือเกิดจากความเป็นพิษของธาตุอื่นเป็นต้น การที่สามารถวินิจฉัยถึงสาเหตุที่ทำให้พืชแสดงอาการผิดปกติได้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการหาแนวทางแก้ไข เพื่อให้ได้ผลผลิตและคุณภาพของพืชตามที่ต้องการ

กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร หวังเป็นอย่างยิ่งว่านักวิชาการ นักส่งเสริม และผู้ที่สนใจทั่วไปจะได้รับความรู้และเข้าใจความสำคัญและบทบาทของธาตุอาหาร ตลอดจนแนวทางแก้ไขการขาดธาตุอาหารของพืชจากหนังสือเล่มนี้ และสามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ประโยชน์ต่อไป

(นายธวัชชัย ณ นคร)
ผู้อำนวยการกองปฐพีวิทยา

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
1. บทนำ	1-2
2. **ความสำคัญและบทบาทของธาตุอาหารพืช**	3-7
2.1 ชนิดของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช	3-4
2.2 หน้าที่โดยทั่วไปของธาตุอาหารพืช	4-5
2.3 หน้าที่โดยเฉพาะเจาะจงของธาตุอาหารพืช	5-7
3. **ลักษณะโดยทั่วไปของอาการขาดธาตุอาหารพืช**	8-9
3.1 ธาตุอาหารหลัก	8
3.2 ธาตุอาหารรอง	8
3.3 ธาตุอาหารเสริม	9
4. **ภาพลักษณะอาการขาดธาตุอาหารพืช**	10-80
4.1 ไนโตรเจน (N)	10-16
4.2 ฟอสฟอรัส (P)	17-20
4.3 โพแทสเซียม (K)	21-30
4.4 กำมะถัน (S)	31-36
4.5 แมกนีเซียม (Mg)	37-44
4.6 แคลเซียม (Ca)	45-48
4.7 เหล็ก (Fe)	49-57
4.8 แมงกานีส (Mn)	58-61
4.9 สังกะสี (Zn)	62-67
4.10 โบรอน (B)	68-75
4.11 โมลิบดีนัม (Mo)	76-77
4.12 ทองแดง (Cu)	78-80

กรมวิชาการเกษตร

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
5. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาการขาดธาตุอาหารของพืช	81-86
5.1 สมบัติของดิน	81
5.2 อาการของพืช	82
5.3 รูปแบบของอาการขาดธาตุอาหารพืช	83
5.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช	84
5.5 การตอบสนองต่อการใช้ธาตุอาหารของพืช	85
5.6 สภาพของภูมิอากาศและการเขตกรรม	86
6. แนวทางแก้ไขอาการขาดธาตุอาหารพืช	88-92
6.1 การปรับปรุงดิน	88
6.2 การใส่ปุ๋ย	90
6.3 การใช้พันธุ์พืชที่เหมาะสม	92
7. ลักษณะทั่วไปของความเป็นพิษจากธาตุอาหารพืช และสาเหตุอื่น	94-95
7.1 ความเป็นพิษจากธาตุอาหารพืช	94
7.2 ความเป็นพิษจากสาเหตุอื่น	95
8. ภาพลักษณะของความเป็นพิษจากธาตุอาหารพืชและสาเหตุอื่น	96-110
8.1 ความเป็นพิษจากธาตุอาหารพืช	96
8.2 ความเป็นพิษจากสาเหตุอื่น	100-110
9. บรรณานุกรม	111-112
10. ภาคผนวก	113-119

1. บทนำ

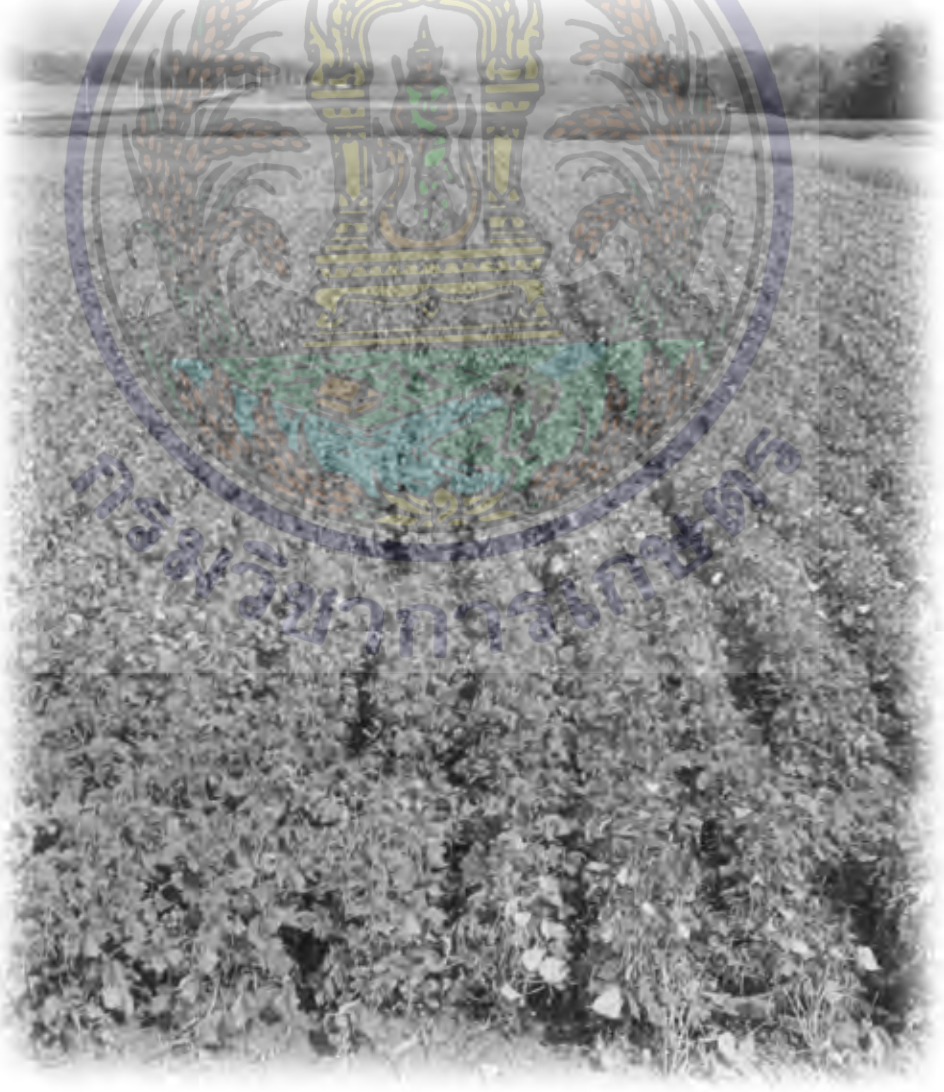
การปลูกพืชให้ได้ผลผลิตตามที่ต้องการและมีรายได้สูง จำเป็นต้องมีการจัดการธาตุอาหารพืชให้เหมาะสมกับสภาวะทางเศรษฐกิจ เช่น ในกรณีที่ปุ๋ยมีราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับราคาผลผลิต จะต้องใช้ปุ๋ยในปริมาณที่น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยไม่ให้พืชแสดงอาการขาดธาตุอาหาร ส่วนในกรณีที่ปุ๋ยเคมีมีราคาถูก ก็ต้องใส่ปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสมโดยไม่ก่อให้เกิดการเป็นพิษของธาตุอาหารต่อพืชและสภาพแวดล้อม การจัดการธาตุอาหารพืชดังกล่าวต้องมีการประเมินว่า ธาตุอาหารในดินและพืชมีเพียงพอหรือไม่ โดยวิธีการต่างๆ เช่น การทดลองในแปลง การวิเคราะห์ดินและพืช และการสังเกตลักษณะอาการขาดธาตุอาหาร

การสังเกตลักษณะอาการขาดธาตุอาหารหรือลักษณะอาการผิดปกติของพืช เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งใช้ในการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน และวินิจฉัยสาเหตุที่ทำให้เกิดความผิดปกติของพืช เช่น เกิดจากการขาดธาตุอาหาร หรือเกิดจากความเป็นพิษของธาตุอาหาร เป็นต้น ในหลายกรณี ลักษณะอาการผิดปกติที่พืชแสดงให้เห็น เพียงพอที่จะทำให้สามารถบอกได้ว่า ธาตุอาหารธาตุใดที่ทำให้เกิดลักษณะผิดปกติเช่นนั้น เช่น ลักษณะไส้กลวง (hollow heart) ของเมล็ดถั่วลิสง แสดงให้ทราบว่า ถั่วลิสงได้รับโบรอนไม่เพียงพอ อย่างไรก็ตาม ความผิดปกติของพืชเนื่องจากการขาดธาตุอาหารหรือสาเหตุอื่นๆ อาจแสดงลักษณะอาการที่คล้ายคลึงกัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องพิจารณาลักษณะอาการต่างๆ อย่างรอบคอบ ควบคู่ไปกับชนิดพืช ลักษณะดินที่ใช้ปลูก และชนิดหรืออัตราปุ๋ยที่ใช้ นอกจากนั้นลักษณะอาการที่พืชแสดงออกมาให้เห็นอาจจะบ่งชี้ถึงการที่พืชได้รับธาตุอาหารบางชนิดมากเกินไป หรือเกิดจากการเป็นพิษของธาตุอื่นในดิน เช่น ลักษณะเฝือใบ ซึ่งแสดงถึงการที่พืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไป หรือ ลักษณะแคระแกร็นของราก ซึ่งแสดงถึงความเป็นพิษของธาตุอะลูมินัม เป็นต้น

หนังสือ "ลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช" ฉบับนี้ส่วนใหญ่ได้แสดงถึงภาพลักษณะอาการขาดธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ของพืช ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการวินิจฉัยเบื้องต้นว่า พืชได้รับธาตุอาหารชนิดใดไม่เพียงพอต่อความต้องการ เพื่อที่จะได้ทำการตรวจสอบให้แน่ชัดด้วยการวิเคราะห์ดินและพืชต่อไป อย่างไรก็ตามควรตระหนักไว้เสมอว่า เมื่อพืชแสดงลักษณะอาการขาดธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่งแล้ว แสดงว่าการขาดธาตุอาหารนั้นค่อนข้างรุนแรง และอาจมีผลกระทบต่อผลผลิตหรือคุณภาพของผลผลิต นอกจากนั้นหนังสือเล่มนี้ยังได้แสดงภาพลักษณะอาการเป็นพิษของธาตุอาหารต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับพืชไว้ด้วย เช่น จากการใช้ปุ๋ยมากเกินไป จากดินเค็ม จากสารเคมีกำจัดวัชพืช หรือจากสาเหตุอื่นๆ และยังได้

บรรยายถึงความสำคัญและบทบาทของธาตุอาหารพืช ลักษณะทั่วไปของอาการขาดธาตุอาหารและความเป็นพิษของธาตุอาหารและสารอื่น ๆ ตลอดจนหลักเกณฑ์ในการพิจารณาอาการขาดธาตุอาหารและแนวทางแก้ไข ทั้งนี้เพื่อให้ผู้อ่านได้มีความรู้และเข้าใจถึงความต้องการธาตุอาหารของพืชได้ดียิ่งขึ้น และสามารถที่จะใช้หนังสือเล่มนี้ให้เป็นประโยชน์ต่อการวินิจฉัยลักษณะอาการผิดปกติของพืช เพื่อที่จะหาแนวทางในการแก้ไขต่อไป

บางส่วนของภาพในหนังสือได้นำมาจากเอกสารหรือหนังสือของต่างประเทศ ทั้งนี้กองปฐพีวิทยามีเจตนาเพื่อให้เกิดประโยชน์ทางการศึกษาแก่ผู้อ่านให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูงต่อแหล่งที่มาของภาพและทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์รูปภาพที่ได้นำมาลงพิมพ์ในหนังสือเล่มนี้



2. ความสำคัญและบทบาทของธาตุอาหารพืช

พืชทุกชนิดมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ธาตุอาหารเพื่อการเจริญเติบโต ให้ผลผลิต หรือเพื่อการขยายพันธุ์ให้ครบวงจร พืชที่ไม่ได้รับธาตุอาหารหรือได้รับในปริมาณที่ไม่เหมาะสม จะแสดงอาการผิดปกติปรากฏให้เห็น(physiological disorders) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะเจาะจงในแต่ละกรณีของการขาดธาตุนั้น ความไม่เพียงพอของแต่ละธาตุอาหารที่จำเป็นในพืชจะแสดงออกทางอาการในแต่ละพืชแตกต่างกันได้

ธาตุอาหารพืชที่จำเป็น (essential plant nutrients) จึงเป็นกลุ่มธาตุที่พืชจะขาดเสียมิได้ การจะวินิจฉัยว่าธาตุใดเป็นธาตุอาหารพืชที่จำเป็น มีหลักเกณฑ์พิจารณาดังนี้

– เมื่อพืชขาดธาตุนั้น พืชจะไม่สามารถเจริญเติบโตตามปกติได้ หากเจริญเติบโตได้ก็ไม่สามารถออกดอก ติดผล หรือให้ผลผลิตตามปกติ

– การแก้ไขอาการผิดปกติเนื่องมาจากการขาดธาตุนั้น ไม่สามารถทดแทนโดยการใช้ธาตุอื่นธาตุใดธาตุหนึ่งได้ หรืออาจทดแทนได้บ้างในบางกรณี แต่จะเป็นการทดแทนในทางอ้อม กล่าวคือ ธาตุที่ทดแทนจะช่วยเสริมให้ธาตุที่ขาดละลายออกมาให้พืชได้ใช้ในปริมาณหนึ่ง ไม่ใช่เป็นการทดแทนโดยตรง

– การขาดธาตุใดธาตุหนึ่ง พืชบางชนิดอาจมีการเจริญเติบโต ออกดอก ให้ผลผลิตตามปกติ แต่ผลผลิตอาจมีคุณภาพต่ำ หรือไม่สามารถใช้เป็นเมล็ดในการขยายพันธุ์ต่อไปได้

กล่าวได้ว่าธาตุอาหารพืชที่จำเป็นต้องมีสมบัติดังกล่าวในข้อใดข้อหนึ่งหรือร่วมกันตามที่กล่าวแล้ว ซึ่งพืชที่มีสีเขียวทุกชนิดจะขาดเสียมิได้ หากขาดธาตุใดธาตุหนึ่งพืชนั้นจะไม่สามารถดำรงชีวิตให้ผลผลิตอย่างปกติจนครบวงจรได้ เนื่องจากธาตุอาหารเหล่านี้เป็นองค์ประกอบในโมเลกุลของสารประกอบที่จำเป็นของพืช เช่น แป้ง น้ำตาล โปรตีน หรือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการดำรงชีพ เช่น องค์ประกอบของน้ำ ได้แก่ ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) หรือเป็นองค์ประกอบของก๊าซ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ซึ่งจำเป็นต่อพืชในกระบวนการสังเคราะห์แสง หรือเป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ (enzymes) ต่าง ๆ ซึ่งล้วนแต่มีความจำเป็นต่อการดำรงชีพของพืชทั้งสิ้น

2.1 ชนิดของธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช

กลุ่มที่ 1 ธาตุอาหารที่มาจากน้ำและอากาศ รวม 3 ธาตุ ได้แก่ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) จะปรากฏในรูปของสารประกอบ เช่น CO_2, H_2O ซึ่งเมื่อรวมกันแล้ว จะมีในพืชไม่ต่ำกว่า 96% ของน้ำหนักแห้งของพืช โดยพืชส่วนใหญ่จะได้รับธาตุเหล่านี้จากน้ำและอากาศ จึงไม่ค่อยพบปัญหาการขาดธาตุดังกล่าวนี้ในพืช

กลุ่มที่ 2 ธาตุอาหารที่มาจากดิน จำนวน 13 ธาตุ จะปรากฏในพืชไม่เกิน 4% ของน้ำหนักแห้ง ความเป็นประโยชน์ของธาตุต่อพืชจะถูกควบคุมโดยสมบัติของดิน จึงมักพบปัญหาขาดธาตุเหล่านี้ในพืชหากสมบัติของดินไม่เหมาะสม ธาตุดังกล่าวแบ่งออกเป็นกลุ่มตามปริมาณที่พืชต้องการได้ดังนี้

2.1.1 **ธาตุอาหารหลักหรือธาตุอาหารมหัพภาค** (macronutrients) เป็นกลุ่มธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก และพืชทั่วไปมักจะแสดงอาการขาดธาตุกลุ่มนี้เป็นอันดับแรก ซึ่งได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) บางครั้งเรียก 3 ธาตุนี้ว่า ธาตุปุ๋ย (fertilizer elements) ธาตุอีกกลุ่มหนึ่งพืชมีความต้องการในปริมาณรองลงมาจากกลุ่มแรกบางครั้งเรียกว่า**ธาตุอาหารรอง** ซึ่งได้แก่ กำมะถัน (S) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรองในพืชมักจะแสดงเป็นร้อยละ (%) ของน้ำหนักแห้งของพืช

2.1.2 **ธาตุอาหารเสริมหรือธาตุอาหารจุลภาค** (micronutrients) เป็นกลุ่มธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับธาตุอาหารหลัก ปริมาณที่พบในดินหรือในพืชจึงแสดงความเข้มข้นในหน่วยของส่วนในล้าน (ppm) ธาตุกลุ่มนี้ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) และคลอรีน (Cl)

กล่าวได้ว่าธาตุอาหารพืชที่จำเป็นมีด้วยกัน 16 ธาตุ แต่ละธาตุล้วนมีความสำคัญซึ่งพืชที่มีสีเขียวทุกชนิดจำเป็นต้องใช้เพื่อการดำรงชีพจนครบวงจร แต่ปริมาณการใช้จะแตกต่างกันในแต่ละกลุ่มของธาตุ นอกจากธาตุอาหารพืชที่จำเป็น 16 ธาตุที่กล่าวมาแล้ว ยังมีธาตุอีกบางธาตุที่มีความจำเป็นเฉพาะสำหรับพืชบางชนิด เช่น โซเดียม (Na) สำหรับพืชทนเค็ม ซิลิกอน (Si) สำหรับข้าว โคบอลท์ (Co) สำหรับพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น

2.2 หน้าที่โดยทั่วไปของธาตุอาหารพืช

ธาตุอาหารพืชทั้ง 16 ชนิด อาจแบ่งหน้าที่ได้เป็น 4 กลุ่มตามลักษณะทางสรีรวิทยาของพืช ได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบหลักของสารประกอบอินทรียในพืช เกี่ยวกับกระบวนการต่าง ๆ ของเอนไซม์ (enzymes) และปฏิกิริยาออกซิเดชั่น-รีดัคชั่น (oxidation-reduction) ในพืช ได้แก่ ธาตุ C H O N และ S

กลุ่มที่ 2 มีบทบาทเกี่ยวกับการถ่ายเทพลังงาน และกระบวนการเอสเทอริฟิเคชั่น (esterification) ของกลุ่มสารแอลกอฮอลในพืช ได้แก่ ธาตุ P และ B

กลุ่มที่ 3 มีบทบาทในกระบวนการออสโมซีส (osmosis) และควบคุมความสมดุลของไอออน (ions) ในพืช รวมทั้งเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ได้แก่ธาตุ K Ca Mg Mn และ Cl

กลุ่มที่ 4 เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของคีเลท (chelates) และเมทาลโลโปรตีน (metalloproteins) และควบคุมการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในพืช ได้แก่ ธาตุ Fe Cu Zn และ Mo

2.3 หน้าที่โดยเฉพาะเจาะจงของธาตุอาหารพืช

คาร์บอน (C) เป็นส่วนประกอบหลักของสารประกอบอินทรีย์ทุกชนิดในพืช ได้แก่ คาร์โบไฮเดรท โปรตีน ไลปิด (lipid) และกรดนิวคลีอิก (nucleic acids)

ไฮโดรเจน (H) เป็นส่วนประกอบของสารประกอบอินทรีย์ในพืชเช่นเดียวกับคาร์บอน ไฮโดรเจนมีบทบาทสำคัญเกี่ยวกับกระบวนการเมตาโบลิซึม (metabolism) ของพืช และการเกิดพลังงานในเซลล์พืช

ออกซิเจน (O) เป็นส่วนประกอบของสารประกอบอินทรีย์ในพืช เช่นเดียวกับคาร์บอนและไฮโดรเจน

ไนโตรเจน (N) มีหน้าที่สำคัญในกระบวนการเมตาโบลิซึมของพืช เนื่องจากเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน คลอโรฟิลล์ และเอ็นไซม์บางชนิด เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการพัฒนาของเซลล์และเนื้อเยื่อที่มีชีวิต ทำให้พืชมีสีเขียวและมีความแข็งแรง ปรับปรุงคุณภาพใบของพืชผัก และโปรตีนในธัญพืช

ฟอสฟอรัส (P) เป็นส่วนประกอบของกรดนิวคลีอิก และนิวคลีโอโปรตีน ซึ่งมีความสำคัญต่อยีนส์ การแบ่งเซลล์ และการสร้างเซลล์ในพืช นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของฟอสฟอไลปิด (phospholipid), NADP และ ATP เป็นตัวถ่ายทอดพลังงานระหว่างสารต่อสารในระบบต่าง ๆ เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การเคลื่อนย้ายสาร ช่วยในการเจริญเติบโตของราก จำเป็นสำหรับการออกดอกติดเมล็ด และการพัฒนาของเมล็ดหรือผล

โพแทสเซียม (K) เป็นองค์ประกอบสำคัญของเอ็นไซม์ที่ช่วยในการสังเคราะห์แสง การสร้างโปรตีน แป้ง ช่วยในการลำเลียงแป้งและน้ำตาล ควบคุมและรักษาระดับความเป็นกรด-ด่าง ควบคุมการเปิด-ปิดของปากใบ ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์บางชนิด กระบวนการเมตาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรทและโปรตีน ช่วยให้ทุกส่วนของต้นพืชและระบบรากแข็งแรง ทนทานต่อโรคและแมลง ดังนั้นธาตุโพแทสเซียมจึงช่วยเพิ่มขนาดของผลผลิต เมล็ด และปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต

กำมะถัน (S) มีหน้าที่เกี่ยวกับการถ่ายทอดพลังงานเช่นเดียวกับฟอสฟอรัส เป็นส่วนประกอบของกรดอะมิโน และโปรตีน เกี่ยวข้องกับกิจกรรมสร้างวิตามิน ไบโอติน ไทอามีน และโคเอ็นไซม์ เอ (coenzyme A) มีผลทางอ้อมต่อการสร้างคลอโรฟิลล์และการแบ่งเซลล์ในส่วนยอดของพืช ช่วยให้โครงสร้างของโปรตีนมีเสถียรภาพ ช่วยในการสร้างน้ำมันในพืช

แคลเซียม (Ca) เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างที่สำคัญของผนังเซลล์ซึ่งจำเป็นและมีบทบาทที่สำคัญต่อการแบ่งเซลล์ ช่วยให้ผนังเซลล์แข็งแรง รักษาโครงสร้างของโครโมโซมส์ (chromosomes) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญและกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์หลายชนิด ทำหน้าที่ลดพิษของกรดอินทรีย์ในพืช ช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก การผสมเกสร และการงอกของเมล็ด

แมกนีเซียม (Mg) เป็นส่วนประกอบของคลอโรฟิลล์ซึ่งสำคัญสำหรับการสังเคราะห์แสง เป็นส่วนประกอบของระบบเอ็นไซม์ที่เกี่ยวกับการสร้างแป้ง สร้างกรดนิวคลีอิก เป็นตัวกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการหายใจของเซลล์และเมตาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรท ช่วยเสริมสร้างการดูดใช้และการลำเลียงธาตุฟอสฟอรัส ช่วยเคลื่อนย้ายน้ำตาลในพืช

เหล็ก (Fe) จำเป็นสำหรับการสร้างและรักษาระดับของคลอโรฟิลล์ในพืช เป็นองค์ประกอบหลักของเอ็นไซม์หลายชนิดซึ่งเป็นตัวลำเลียงอิเล็กตรอนในกระบวนการหายใจของพืช มีบทบาทสำคัญในการสร้างกรดนิวคลีอิกซึ่งมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของ RNA นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการตรึงไนโตรเจนของพืชตระกูลถั่ว

แมงกานีส (Mn) มีหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต่างๆ ในพืช เช่น ออกซิเดชั่น-รีดักชั่น เป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์บางชนิดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจของพืช กระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนและการสร้างคลอโรฟิลล์ ควบคุม redox potential ในเซลล์พืชระหว่างช่วงกลางวัน และกลางคืน

สังกะสี (Zn) เป็นส่วนประกอบที่จำเป็นของเอ็นไซม์หลายชนิดรวมทั้งออกซิน (auxins) และฮอร์โมนในพืช เกี่ยวข้องกับกระบวนการสร้างกรดอินโดลอะเซติก (IAA) เป็นธาตุที่จำเป็นต่อการสร้างคลอโรฟิลล์และการสร้างเมล็ดของพืช ตลอดจนมีบทบาทในการสังเคราะห์โปรตีน ช่วยส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของธาตุฟอสฟอรัส และไนโตรเจนในพืช

โบรอน (B) มีความสัมพันธ์กับเมตาโบลิซึมของคาร์โบไฮเดรทและกรดนิวคลีอิก การสร้างผนังเซลล์ การแบ่งเซลล์ เพิ่มความสามารถในการเคลื่อนย้ายแป้งและน้ำตาลผ่านผนังเซลล์ จำเป็นสำหรับการสร้างโปรตีน ควบคุมสัดส่วนระหว่างโพแทสเซียมและแคลเซียม เพิ่มหรือส่งเสริมการใช้ประโยชน์ของธาตุอื่นๆ เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม ควบคุมการทำงานของธาตุหลายชนิด และควบคุมการใช้น้ำของพืช

โมลิบดีนัม (Mo) เป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์ไนเตรทรีดักเตส(nitrate reductase) และไนโตรจีเนส (nitrogenase) ช่วยในการทำงานของระบบเมตาโบลิซึมในต้นพืช จำเป็นสำหรับจุลินทรีย์ไรโซเบียมเพื่อใช้ในการตรึงไนโตรเจนที่ปมถั่วของพืชตระกูลถั่ว มีส่วนช่วยในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ การใช้ประโยชน์ของไนโตรเจนและการสังเคราะห์โปรตีนในพืช

ทองแดง (Cu) เป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์ไซโตโครมอ็อกซิเดส และเอ็นไซม์อื่น ๆ อีกหลายชนิด เช่น ascorbic acid oxidase, phenolase, lactase ช่วยสร้างวิตามินเอในพืชและเป็นตัวลำเลียงอิเล็กตรอนในเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาอ็อกซิเดชั่น-รีดักชั่น ในพืช

คลอรีน (Cl) เป็นตัวกระตุ้นกิจกรรมของเอ็นไซม์ และเร่งการสร้างแป้ง ช่วยในการเจริญเติบโตของรากและควบคุมการอุ้มน้ำของเซลล์ในพืช มีบทบาทในกระบวนการออสโมซีส (osmosis) ของพืชที่ปลูกในดินเค็ม

3. ลักษณะโดยทั่วไปของอาการขาดธาตุอาหารพืช

3.1 ธาตุอาหารหลัก (N P K)

ไนโตรเจน (N) พืชจะมีลักษณะแคระแกร็น ใบแก่มีสีเหลืองอ่อน เหลือง หรือซีดโดยเริ่มจากปลายใบและใบล่างก่อน หากขาด N รุนแรงใบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและลุกลามเข้าสู่กลางใบเป็นรูปตัววี (V) ใบจะตายหรือร่วงก่อนกำหนด อัตราการเติบโต การแตกยอดอ่อนหรือแขนงจะช้า การออกดอกของพืชจะลดลงอย่างมาก โปรตีนในผลผลิตลดลง

ฟอสฟอรัส (P) ทำให้ต้นเตี้ย ใบแก่เป็นสีเขียวเข้ม หรือเขียวแกมน้ำเงิน ใบเล็กผิดปกติ ใบล่างมักจะมีสีเหลืองเจือปนกับสีอื่น รากแก้วสั้น รากฝอยไม่เจริญหรือไม่พัฒนา หากขาด P รุนแรงใบและต้นจะมีสีม่วงแดง ลำต้นอาจบิดเบี้ยว พืชออกดอกช้า แก่ช้า การติดเมล็ดและผลน้อย เมล็ดและผลไม่พัฒนา เกิดเมล็ดลีบมาก

โพแทสเซียม (K) พบสีเหลืองซีดตามขอบใบ ตามด้วยอาการขอบใบแห้งมีสีน้ำตาลไหม้ และพบเซลล์ตายโดยเริ่มจากปลายใบลุกลามเข้าสู่กลางใบของใบแก่หรือใบล่างก่อน พืชเติบโตช้า เนื้อเยื่อของผนังเซลล์ไม่แข็งแรง ลำต้นอ่อนแอหักล้มง่าย ผลหรือเมล็ดมีอาการเหี่ยวย่นหรือบิดเบี้ยว

3.2 ธาตุอาหารรอง (S Ca Mg)

กำมะถัน (S) ใบอ่อนหรือใบส่วนบนจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อนหรือเหลืองซีดก่อนที่จะลุกลามสู่ใบล่าง ใบมีขนาดเล็กลง ต้นอ่อนเติบโตช้า และชะงัก เนื่องมาจากการขาดโปรตีน การออกดอกไม่แน่นอน ลำต้นพืชมักจะแข็ง เรียว หรือเล็ก

แคลเซียม (Ca) ใบอ่อนจะไม่คลี่ออกจากกัน บิดเบี้ยว เล็ก และมีสีเขียวเข้มผิดปกติ ใบมีลักษณะคล้ายถ้วยและย่น ตาและดอกจะเสื่อมและร่วงหล่นเร็ว ก้านใบอาจแตก การพัฒนาของระบบรากผิดปกติ ลำต้นอ่อนแอ

แมกนีเซียม (Mg) พบอาการสีเหลืองซีดระหว่างเส้นใบโดยเฉพาะเกิดที่ใบแก่หรือใบล่างก่อน ในขณะที่ก้านใบหรือเส้นใบยังคงมีสีเขียวเข้ม อาการสีเหลืองหรือขาวอาจเกิดเป็นทาง บางครั้งอาจมีสีแดงเจือปนแต่เส้นใบยังคงมีสีเขียว ใบเปราะและหักง่าย หากขาด Mg รุนแรงใบจะแห้งหรือตาย พืชบางชนิดอาจมีใบเล็ก เปราะ และมักจะโค้งงอขึ้นจากปลายใบ พบจุดสีเหลืองซีดระหว่างเส้นใบในพืชผักบางชนิด และอาจมีจุดสีส้มแดงหรือม่วงปะปน ลำต้นและใบติดเชื้อราง่าย ใบจะแก่และร่วงเร็ว

3.3 ธาตุอาหารเสริม (Fe Mn Zn B Mo Cu Cl)

เหล็ก (Fe) พบอาการเหลืองระหว่างเส้นใบและพบในใบอ่อนหรือใบส่วนบนก่อน โดยที่ยอด ขอบใบ หรือเส้นใบยังคงเขียว ใบอาจเล็กผิดขนาดหรือค่อนข้างหนา กรณีที่ขาด Fe รุนแรง บริเวณระหว่างเส้นใบหรือเส้นใบจะเหลืองซีด หรือขาวทั่วทั้งใบ และอาจพบเซลล์ตายเป็นหย่อม ๆ (necrotic spots) สำหรับพืชตระกูลถั่วจะมีปมถั่ว (nodules) น้อย หรือมีปมถั่วที่ไม่พัฒนาและตรึงไนโตรเจนได้ต่ำ

แมงกานีส (Mn) พืชมักจะแสดงอาการไม่ขัดเจนเหมือนกับการขาดเหล็ก (Fe) และสังกะสี (Zn) มักจะพบอาการสีเหลืองระหว่างเส้นใบในใบอ่อน อาจพบจุดไหม้หรือเซลล์ตาย บทบาทของเอนไซม์ไนเตรตรีดักเตสในพืชลดลงจึงลดการสร้างโปรตีน ทำให้ลำต้นเตี้ย แคระแกร็น ใบอ่อนหรือใบยอดขาจบิดเบี้ยวหรือม้วนย่น อาจพบจุดน้ำตาลที่ใบ ตายอดจะเปลี่ยนเป็นสีดำและตาย มักจะเกิดตาใหม่

สังกะสี (Zn) ใบมีสีเหลืองหรือขาวเป็นทางสลับเขียว แถบสีเหลืองหรือขาวจะเกิดจากปลายใบเข้าสู่โคนใบ และอาจจะมีสีม่วงแดงที่เส้นใบ มักพบในใบที่ 2-3 นับจากยอด ต้นจะเตี้ย ข่วงข้อสั้น และพบจุดสีเหลืองกระจายในใบแก่ จุดเหลืองจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ายเป็นโรคสนิมเหล็ก (rust) ใบยอดของลำจะเล็ก แคบ และมีสีเหลืองซีดระหว่างเส้นใบ ดาดอกและผลจะลดลง

โบรอน (B) พบอาการไหม้หรือเซลล์ตายของส่วนยอด (shoot tips) ทำให้ยอดอ่อนเติบโตไม่ปกติ ร่วง และหลุดง่าย ต้นอาจแตก เปราะ ใบจะหนา ม้วน ย่น และเปราะ หรือใบจะช้ำคล้ายถูกน้ำร้อนลวก สูญเสียคลอโรฟิลล์หรือมีลักษณะโปร่งแสง ไม่ออกดอกหรือดอกมีการพัฒนาช้า ดอกผสมไม่ค่อยติด มีเมล็ดไม่เต็ม ผลหรือฝักมักจะบิดเบี้ยว รากไม่เจริญ ผิวเปลือกของผลจะหนา เข้ม หยาบ ขรุขระ และอาจจะแตก มีจุดสีน้ำตาลในเนื้อ

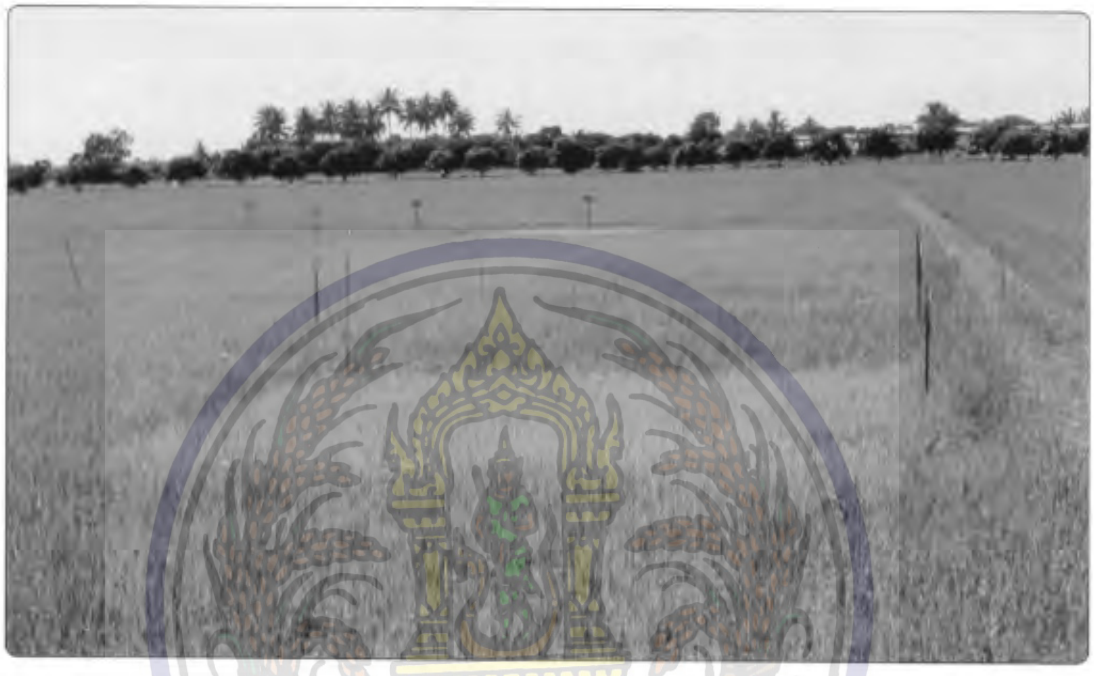
โมลิบดีนัม (Mo) พบจุดเหลืองระหว่างเส้นใบที่ใบล่างตามด้วยอาการเหลืองที่ปลายใบ ขอบใบจะแห้ง ใบจะม้วนขึ้น มักพบในพืชตระกูลถั่วมากกว่าในพืชชนิดอื่นโดยใบจะเหลืองทั่วทั้งต้นคล้ายการขาดไนโตรเจน (N) แต่การขาด N จะพบที่ใบแก่หรือใบล่างก่อน การขาด Mo ทำให้พืชตระกูลถั่วลดประสิทธิภาพในการตรึง N จากอากาศและการเคลื่อนย้าย N ไปสู่กระบวนการสร้างกรดอะมิโนและโปรตีน

ทองแดง (Cu) ใบจะเหลืองและม้วน ในพวกธัญพืช ใบอ่อนอาจมีสีซีด และแห้งตายโดยเริ่มที่ปลายใบ การผสมเกสร การติดเมล็ดและการแตกกอต่ำหรือไม่แน่นอน ใบจะแสดงอาการสูญเสียน้ำหรือเหี่ยวโดยเริ่มที่ใบอ่อนก่อน อาจพบอาการตายจากยอด และผลจะมีจุดสีน้ำตาล

คลอรีน (Cl) ยอดของใบอ่อนจะเกิดอาการเหี่ยว ตามด้วยอาการสีเหลืองและแห้ง (bronzing and drying)

4. ภาพลักษณะอาการขาดธาตุอาหารพืช

4.1 ไนโตรเจน (N)



4.1.1 ข้าว (Rice)

4.1.2 ข้าว (Rice)

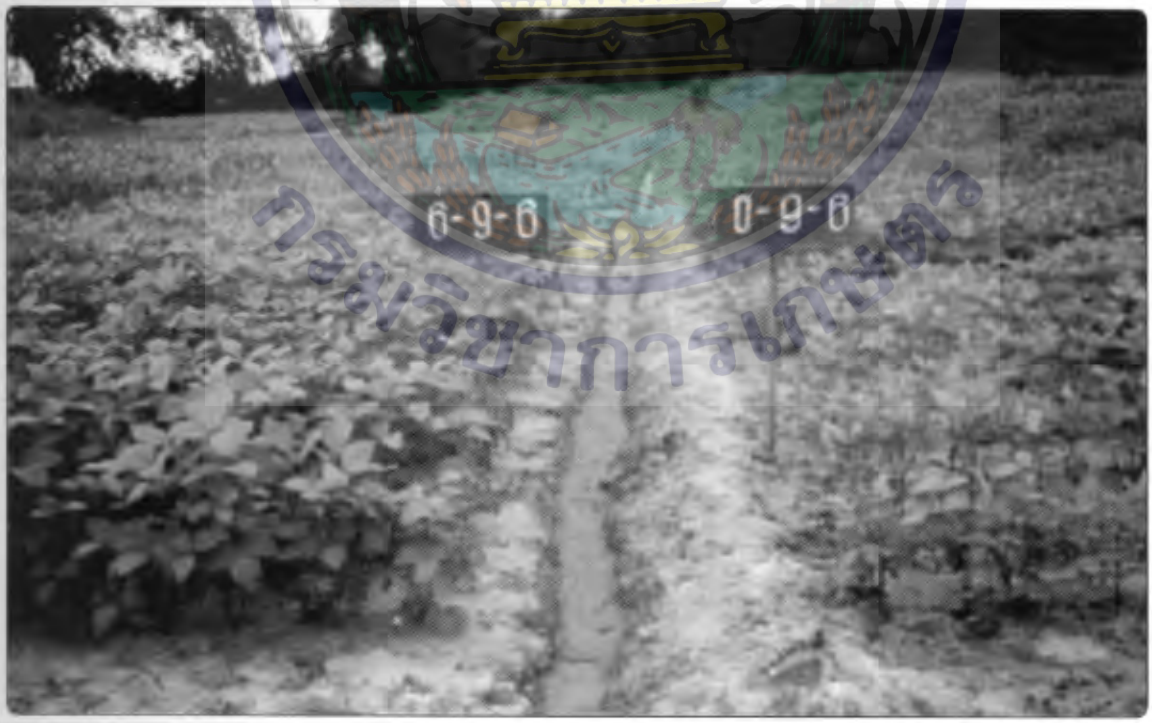
ข้าวที่ขาดไนโตรเจน N ต้นแคระแกร็น แตกกอน้อย ใบแคบ สั้น ตั้งตรง ใบแก่จะเป็นสีเขียวปนเหลืองในขณะที่ใบอ่อนจะมีสีเขียวกว่า ส่วนใบแก่จะกลายเป็นสีเหลืองฟางและตายในที่สุด (ภาพ 4.1.1) ต้นข้าวมีการแตกกอตามปกติแต่มีลำต้นยาวผอม มีจำนวนเมล็ดดีต่อรวงลดลง ผลผลิตข้าวลดลง (ภาพ 4.1.2) สาเหตุเกิดจากดินมีอินทรียวัตถุต่ำและมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ดินมีการสูญเสียไนโตรเจนโดยการเก็บเกี่ยว โดยการชะล้างพังทลายของดิน และโดยปฏิกิริยาทางชีวเคมีของดิน

N-deficiency

ห้องสมุด กรมวิชาการเกษตร

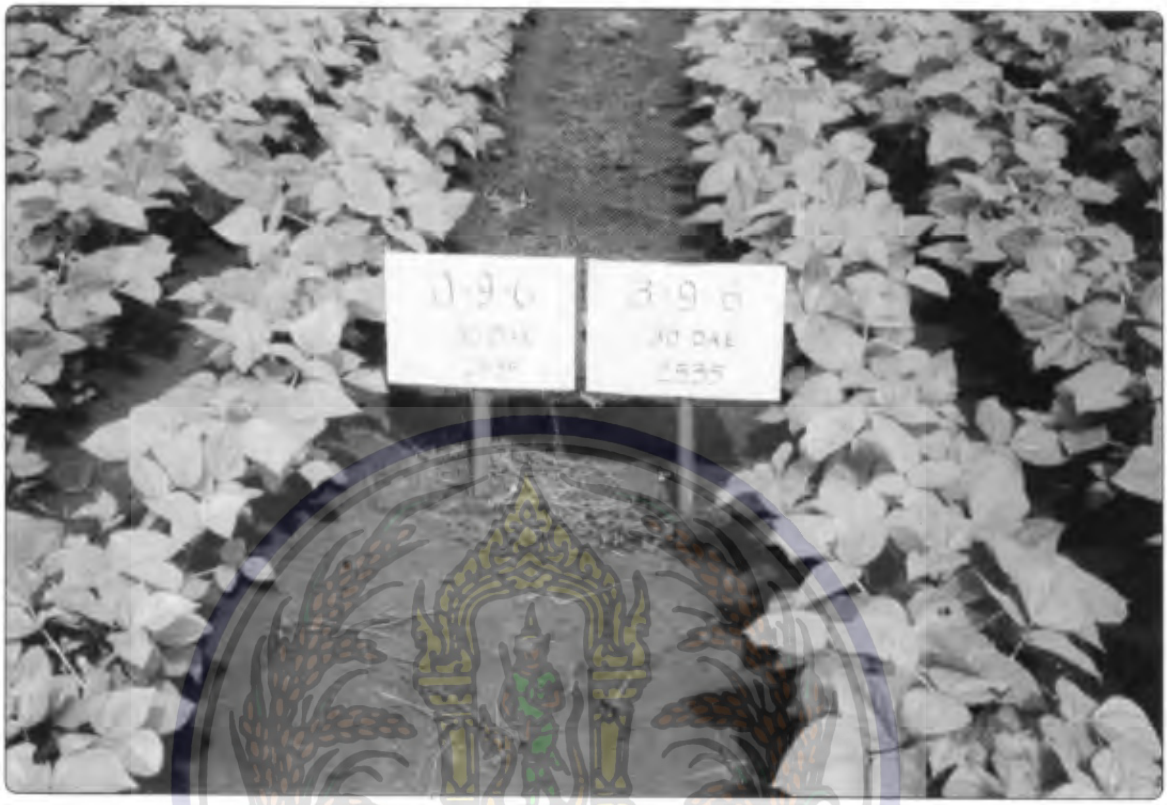
4.1.3 ถั่วเหลือง (Soybean)

ถั่วเหลืองที่ขาดไนโตรเจนจะพบใบแก่มีสีเขียวอ่อนจางหรือเหลืองซีดโดยเริ่มจากปลายใบ ใบอาจกลายเป็นสีเหลืองหรือน้ำตาลอย่างรวดเร็ว หากเป็นรุนแรงใบจะตายและร่วงก่อนกำหนดและจะแสดงที่ใบแก่ส่วนล่างของต้นมากกว่าใบยอด ลำต้นไม่เจริญ ต้นและทรงพุ่มมีขนาดเล็ก (ภาพ 4.1.4) ต้นถั่วแตกยอดหรือแขนงข้า เมื่อถอนต้นดูจะพบปมถั่วที่รากน้อยหรือไม่พบ (ขวามือของภาพ 4.1.3) หรือมีปมที่ไม่มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจน มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำหรือดินที่มีจุลินทรีย์ไรโซเบียมที่ช่วยในการตรึงไนโตรเจนน้อยหรือไม่มีประสิทธิภาพ



4.1.4 ถั่วเหลือง (Soybean)

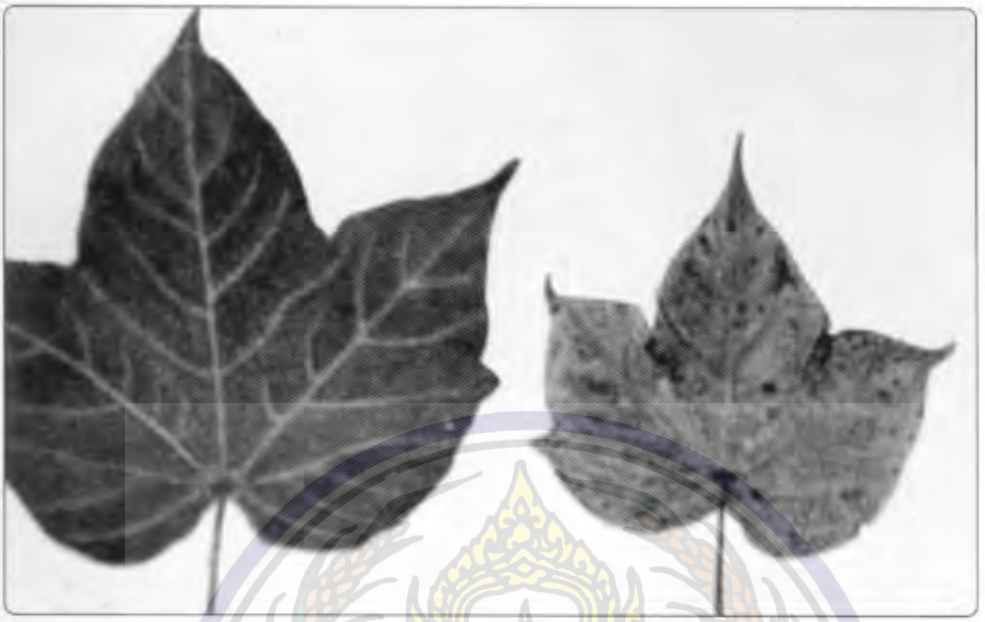
N-deficiency



4.1.5 ถั่วเขียว (Mungbean)

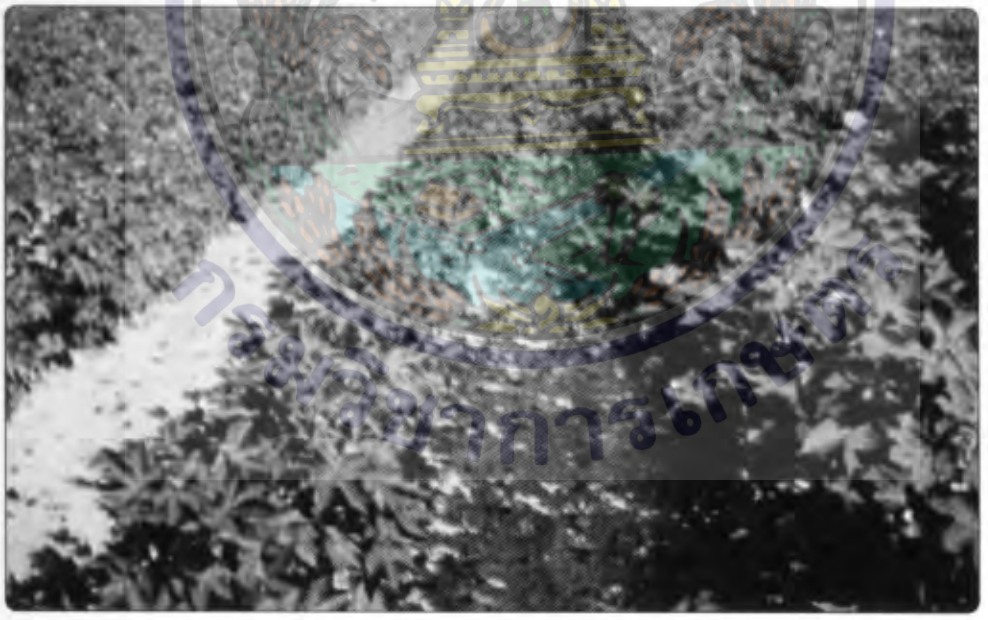
ถั่วเขียวที่ขาด N ใบแก่จะมีสีเขียวอ่อนหรือจางแต่ไม่ปรากฏชัดเหมือนกับถั่วเหลือง และอาการมักจะหายไปเมื่อถั่วเขียวมีอายุมากขึ้น การไม่ใส่ปุ๋ย N โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 0-9-6 (แปลงซ้ายมือ) ต้นถั่วอาจขาด N ในระยะแรก คือใบจะมีสีเขียวอ่อนกว่าแปลงที่ใส่ปุ๋ย N ซึ่งใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 3-9-6 (แปลงขวามือ) ซึ่งใบถั่วจะมีสีเขียวกว่า หากจุลินทรีย์ไรโซเบียมมีในดินเพียงพอและเจริญเติบโตตามปกติ จะสามารถตรึง N จากอากาศ แก้ไขอาการขาด N ให้แก่ต้นถั่วได้

N-deficiency



N Normal N deficiency

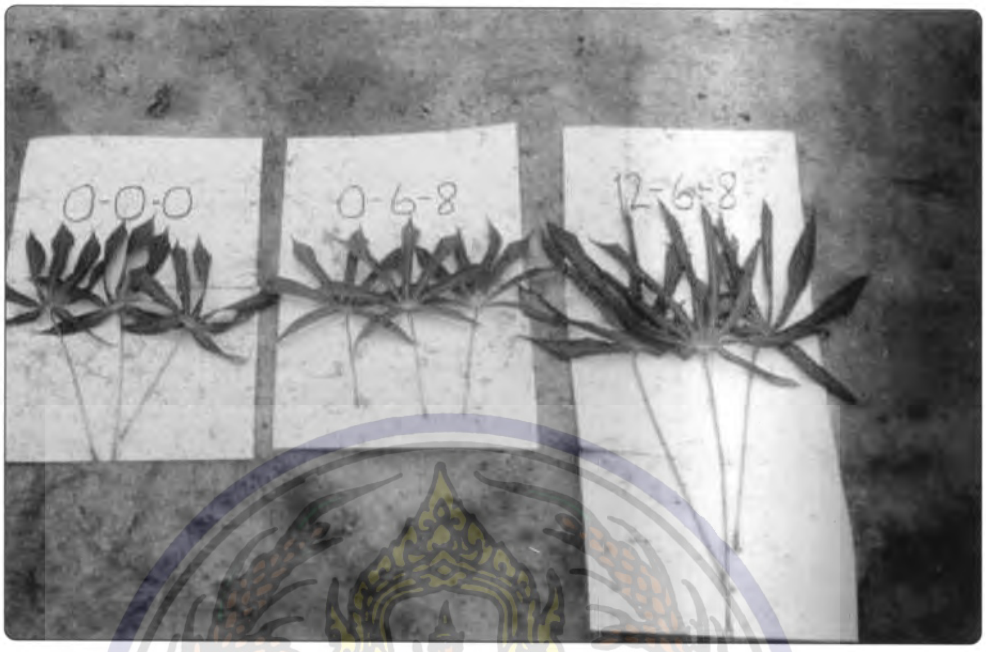
4.1.6 ฝ้าย (Cotton)



4.1.7 ฝ้าย (Cotton)

การขาดไนโตรเจนของฝ้ายจะพบใบแก่มีสีเหลือง และมีจุดสีน้ำตาลอยู่ทั่วไป มักเริ่มอาการจากปลายใบลุกลามเข้าสู่กลางใบ ขนาดใบเล็กกว่าปกติ (ขวามือของภาพ 4.1.6) จะเห็นเป็นสีเหลืองทั้งแปลง (ภาพ 4.1.7) เมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปกติ

N-deficiency



4.1.8 มันสำปะหลัง (Cassava)

4.1.9 มันสำปะหลัง (Cassava)

มันสำปะหลังที่ขาด N จะมีลำต้นเล็ก เตี้ย เติบโตช้า ใบมีสีเขียวอ่อน หรือค่อนข้างเหลือง แต่ไม่ปรากฏเด่นชัดเช่นที่ปรากฏในพืชอื่น ๆ มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ การใส่ปุ๋ย N โดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตร 8-8-16 (แปลงซ้ายมือ) มันสำปะหลังจะเจริญเติบโตและสมบูรณ์กว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย N (โดยใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 0-8-16 แปลงขวามือ)

N-deficiency

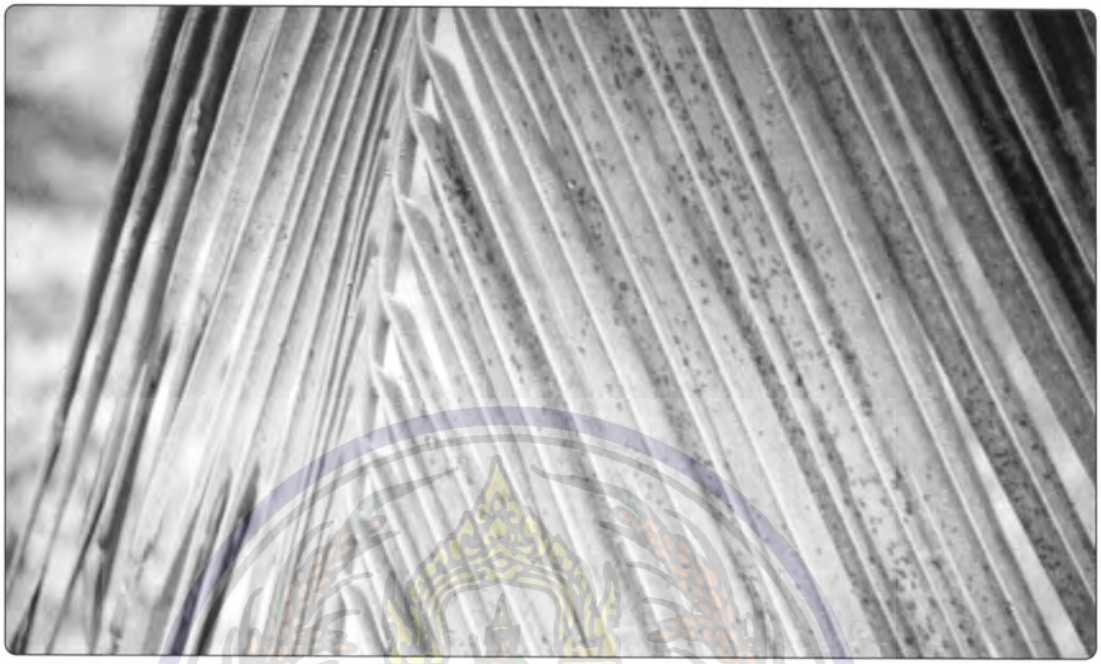
4.1.10 ส้ม (Citrus)

ส้มที่มีการสูญเสีย N ใบจะเหลือง แล้วหลุดร่วง มักจะพบในใบแก่ยังคงเหลือใบที่มีอายุน้อยกว่าซึ่งจะมีอาการเหลืองซีด ใบที่เหลืองมักจะบางและมีอายุสั้น ต้นส้มที่ขาด N เมื่อกระทบแสงแดดจัดหรือหนาวจัดใบจะไหม้โดยง่าย เมื่อใบร่วงมากกิ่งจะเริ่มแห้งจากปลายยอดลงมา

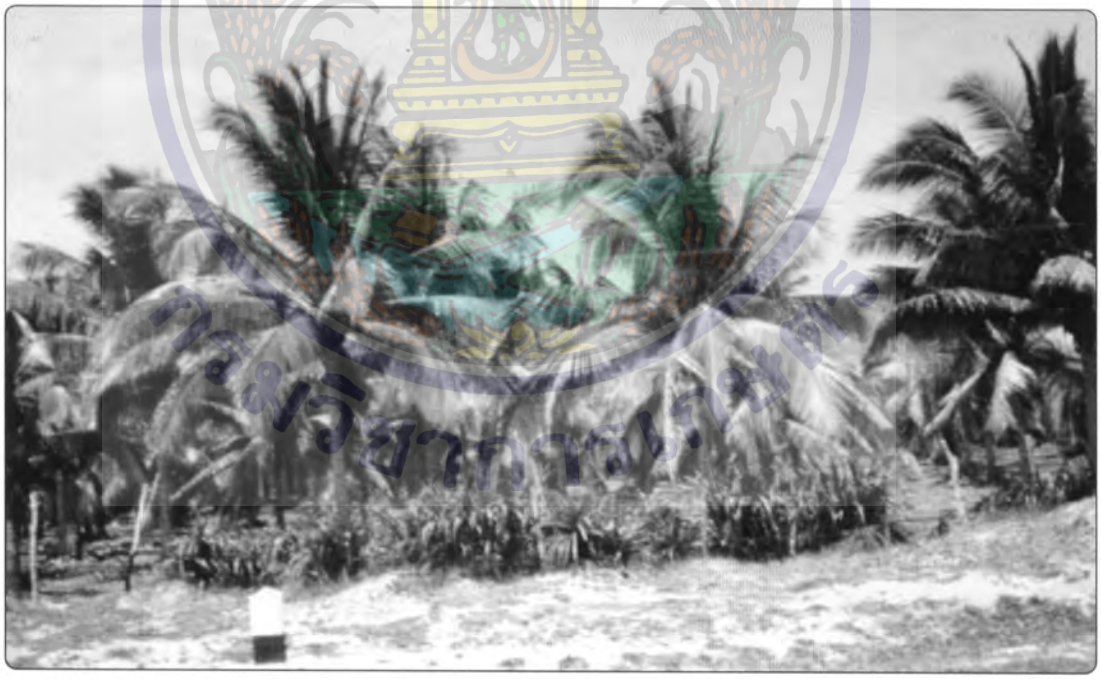
4.1.11 ยางพารา (Rubber)

การขาดไนโตรเจนของยางพารา ใบจะสูญเสียสีเขียวและเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือส้ม ปลายใบและขอบใบจะค่อย ๆ แห้ง อาการจะเกิดที่ใบแก่หรือใบล่างก่อน ใบมักจะบาง ขนาดของใบเล็กกว่าปกติและมีอายุสั้น ใบที่สูญเสีย N มากจะเหลืองแล้วหลุดร่วง มักพบในใบที่ถูกแสงแดดมากกว่าใบในที่ร่ม อาจพบในสวนยางที่เนื้อดินเป็นดินทรายและไม่ได้ปลูกพืชคลุมดินตระกูลถั่ว

N-deficiency



4.1.12 มะพร้าว (Coconut)



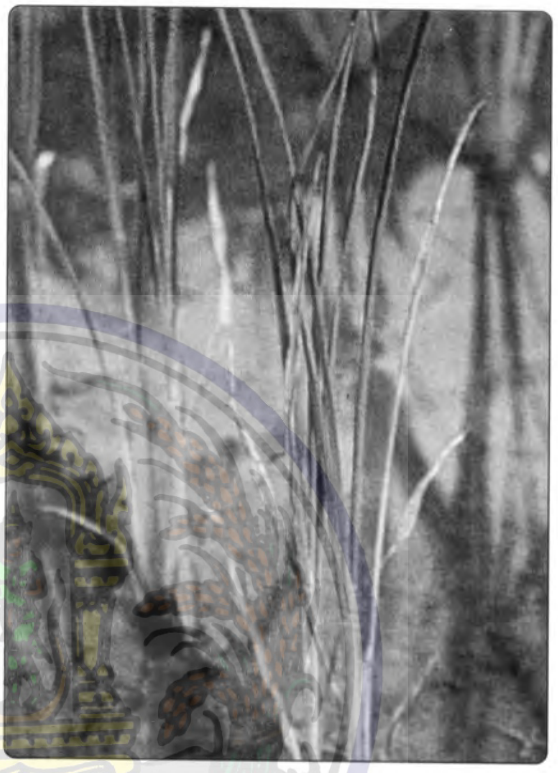
4.1.13 มะพร้าว (Coconut)

มะพร้าวที่ขาด N ใบจะมีสีเหลืองปนส้ม ปลายใบและขอบใบจะค่อยๆ แห้งและลุกลามไปทั่วทั้งกิ่ง (ภาพ 4.1.12) มักจะปรากฏในใบล่างๆ ก่อน (ภาพ 4.1.13) เกิดจากการที่ปลูกติดต่อกันมานาน มีการจัดการดินที่ไม่ถูกต้อง เช่น การเผาซากพืช หรือเกิดจากที่มีการชะล้างสูง

N-deficiency

4.2 ฟอสฟอรัส (P)

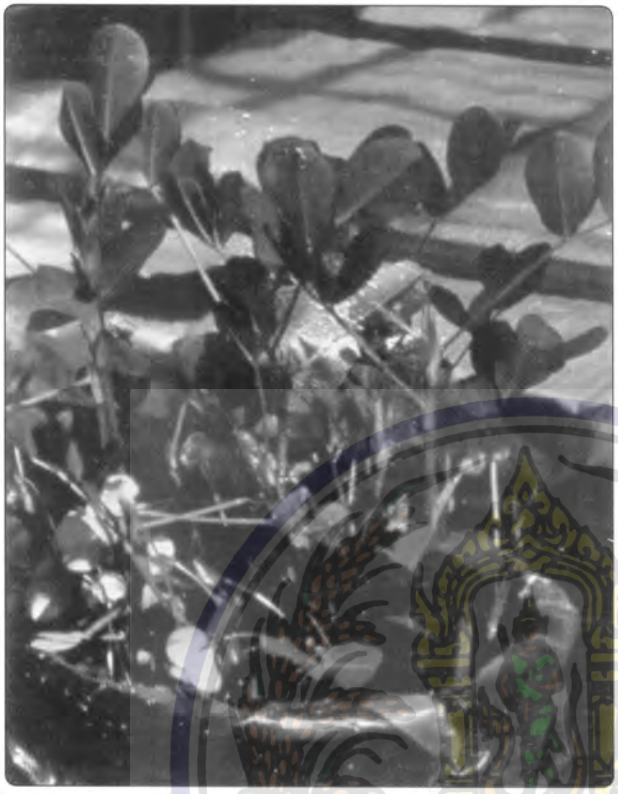
4.2.1 ข้าว (Rice)



4.2.2 ข้าว (Rice)

ข้าวที่ขาด P จะลดการแตกกอ ชะงักการเจริญเติบโต ลำต้นผอมบาง ใบแคบสั้นและตั้งตรงมากกว่าปกติ (ภาพ 4.2.1) ใบแก่มีสีเขียวเข้มหรือสีเขียวปนม่วงแล้วกลายเป็นสีน้ำตาล โดยที่ใบอ่อนยังคงปกติ(ภาพ 4.2.2) รากข้าวพัฒนาช้า ต้นข้าวล้มง่าย การสร้างเมล็ดลดลง มีเมล็ดลีบมาก ข้าวแก่ช้ากว่าปกติ และไม่ทนต่ออากาศหนาว มักพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นกรดจัด ดินเป็นทรายและมีธาตุฟอสฟอรัสต่ำ

P-deficiency



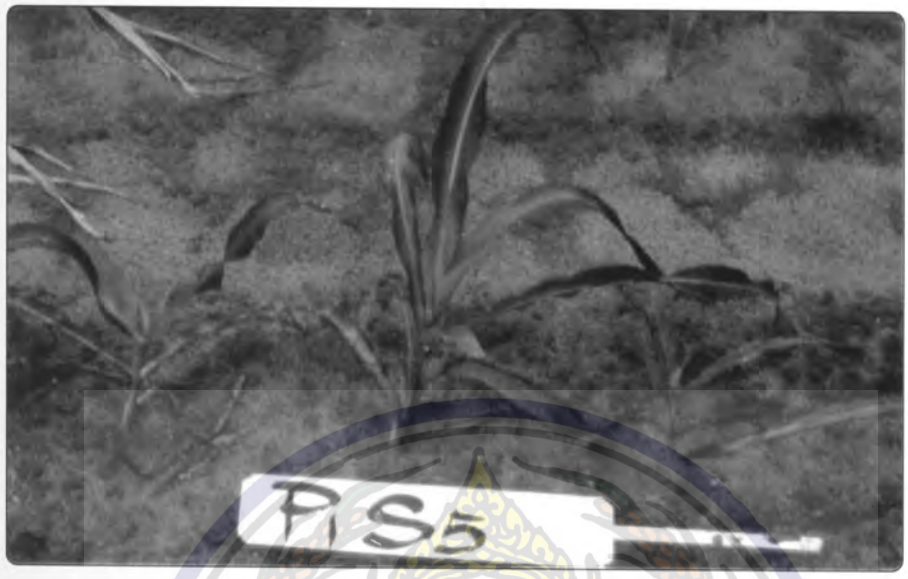
4.2.3 ถั่วลิสง (Peanut)

ถั่วลิสงที่ขาด P ใบจะมีขนาดเล็ก ค่อนข้างหนา สีเขียวเข้ม ต้นเตี้ย เติบโตช้า ใบล่างอาจเหลืองและร่วงก่อนกำหนด มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่มี P ต่ำ หรือดินที่เป็นกรดจัดและด่างจัด

4.2.4 ถั่วเหลือง (Soybean)

ถั่วเหลืองที่ขาด P ใบจะมีสีเขียวเข้มแกมน้ำเงิน ใบล่างอาจม้วนมีสีส้ม หรือสีเหลือง ลำต้นเตี้ย และอาจมีสีส้ม ม่วง หรือแดง รากไม่เจริญและพัฒนา ออกดอกช้า แก่ช้า ติดเมล็ดน้อย มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นกรดจัด

P-deficiency



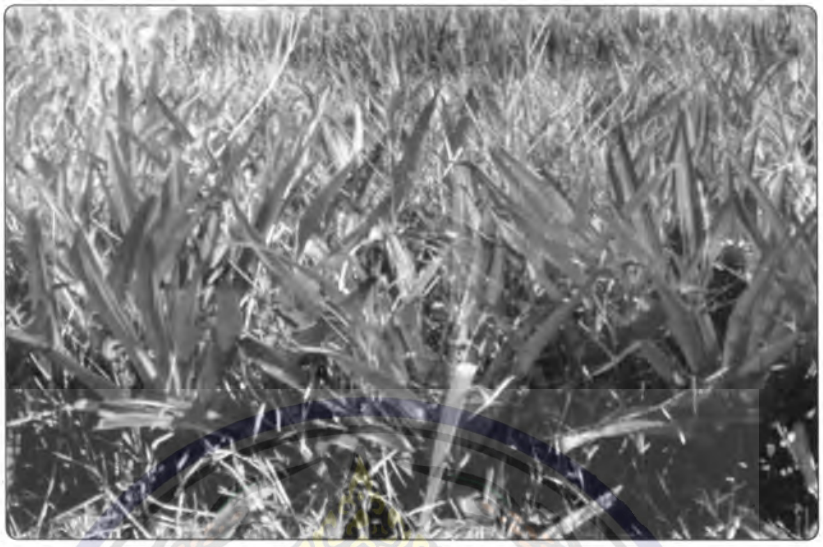
4.2.5 ข้าวโพด (Corn)

ข้าวโพดที่ขาด P การเจริญเติบโตจะชะงักงัน ลำต้นเตี้ย ต้นและขอบใบหรือปลายใบจะมีสีม่วงหรือเขียวเข้มแกมม่วง พืชจะแก่ช้า อาจไม่ออกดอกและผลตามกำหนด รากเติบโตไม่สมบูรณ์ มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่มีฟอสฟอรัสต่ำ หรือดินกรดจัด และด่างจัด

4.2.6 มันสำปะหลัง (Cassava)

มันสำปะหลังที่ขาด P ใบจะมีสีเขียวเข้ม ก้านใบอาจมีสีม่วง (ภาพเล็ก) หากขาดรุนแรงใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และมีเซลล์ตายในบางใบ ลำต้นเตี้ย เติบโตช้า (แปลงที่ใส่ปุ๋ย 16-0-16) มักจะพบเมื่อปลูกในดินเหนียวสีแดงกรดจัด หรือดินร่วนทรายกรดจัด

P-deficiency



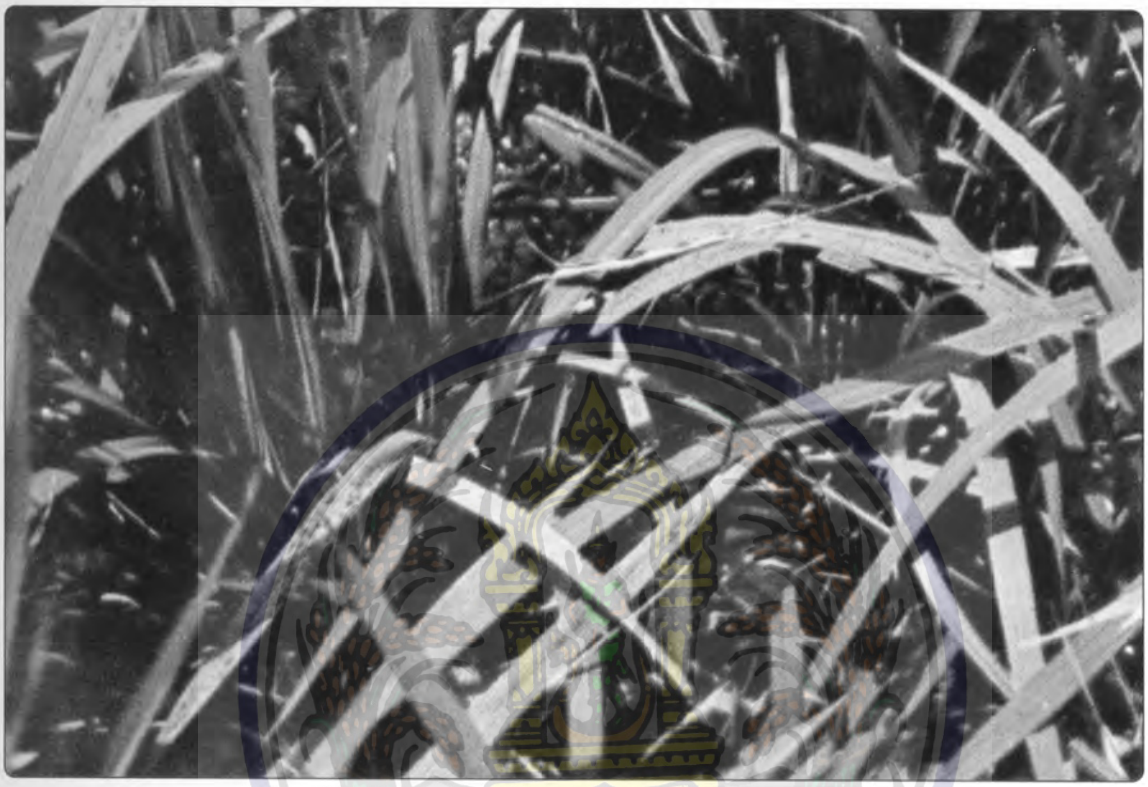
4.2.7 สับปะรด (Pineapple)

ใบแก่หรือใบบริเวณส่วนล่างของสับปะรดที่ขาด P จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง เนื่องจากมีการผลิตเม็ดสี anthocyanin พืชจะแคระแกร็น ถ้าขาดธาตุนี้รุนแรงใบจะหลุดร่วงไปจากต้น เกิดจากการปลูกในดินที่เป็นกรดหรือด่างจัดซึ่งฟอสเฟตจะตกตะกอนในรูปของผลึกที่ละลายน้ำได้ยาก

4.2.8 ยางพารา (Rubber)

การขาด P ในยางพาราจะพบปลายใบแห้งมีสีน้ำตาลไหม้ และลุกลามเข้าสู่กลางใบและโคนใบมีลักษณะเป็นรูปตัว V อาการจะเกิดที่ใบแก่ก่อน อาจพบใบมีขนาดเล็ก แก่เร็ว อายุใบสั้นกว่าปกติ มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นกรดจัด โดยเฉพาะดินที่มีเหล็ก (Fe) และอะลูมินัม (Al) สูง อาจพบในดินที่เป็นด่างจัดเนื่องจากความเป็นประโยชน์ของฟอสเฟตลดลงทำให้พืชขาดธาตุนี้ได้

4.3 โพแทสเซียม (K)



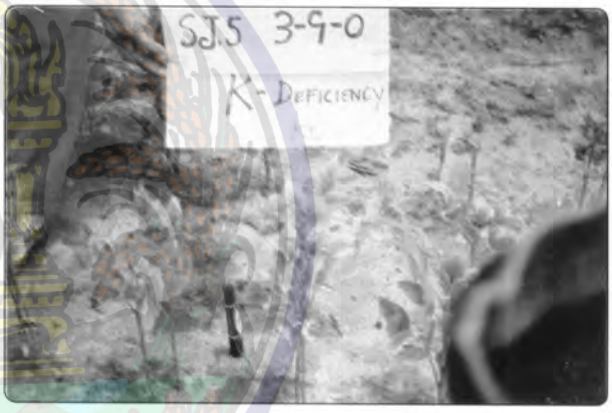
4.3.1 ข้าว (Rice)

ข้าวที่ขาด K ต้นจะแคระแกร็น การแตกกอลดลง ใบสั้น เหี่ยวแห้งโน้มลง และมีสีเขียวเข้ม ใบล่างมีสีเหลืองระหว่างเส้นใบโดยเริ่มจากปลายใบแล้วค่อยๆ ลุกลามเข้าสู่โคนใบในที่สุด ใบจะแห้งและกลายเป็นสีน้ำตาล บางครั้งมีจุดประสีน้ำตาลบนใบที่เป็นสีเขียวเข้ม รวงข้าวจะผอม ยาว อาจมีจุดด่าง ขนาดและน้ำหนักของเมล็ดลดลง มักจะเกิดขึ้นในระยะหลังของการเจริญเติบโต เกิดจากการปลูกในดินทรายหรือดินที่มีปริมาณดินเหนียวต่ำ มีธาตุอาหารโพแทสเซียมในดินต่ำหรือไม่อยู่ในรูปเป็นประโยชน์ หรือดินที่มีการชะล้างสูง อาจพบอาการของธาตุ K ในดินอินทรีย์ เช่น ดิน peat, muck

4.3.2 ถั่วเหลือง (Soybean)

4.3.3 ถั่วเหลือง (Soybean)

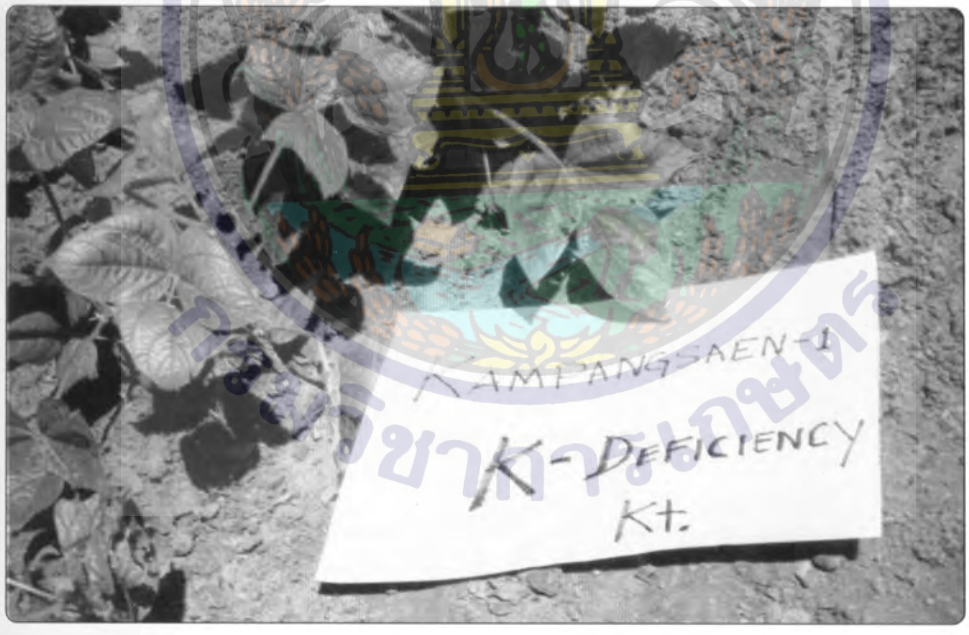
4.3.4 ถั่วเหลือง (Soybean)



4.3.5 ถั่วเหลือง (Soybean)

ถั่วเหลืองที่ขาด K จะพบปลายและขอบใบมีสีเหลืองแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลไหม้ ขอบใบจะแห้งและตายลุกลามเข้าสู่กลางใบตามความรุนแรงของการขาด (ภาพ 4.3.2, 4.3.3) โดยเริ่มจากใบแก่ลุกลามสู่ใบอ่อน หากพืชขาดธาตุนี้รุนแรงนอกจากขอบใบจะแห้งตายแล้ว (ภาพ 4.3.4) ทำให้พืชเติบโตช้า ต้นเตี้ยเช่นจากการใส่ปุ๋ยสูตร 3-9-0 กับถั่วเหลือง (ภาพ 4.3.5) ต้นถั่วจะอ่อนแอหักล้มง่าย มักจะพบเมื่อปลูกในดินทรายหรือร่วนปนทราย ดินที่มีเนื้อดินเหนียวและโพแทสเซียมต่ำ

4.3.6 ถั่วเขียว (Mungbean)

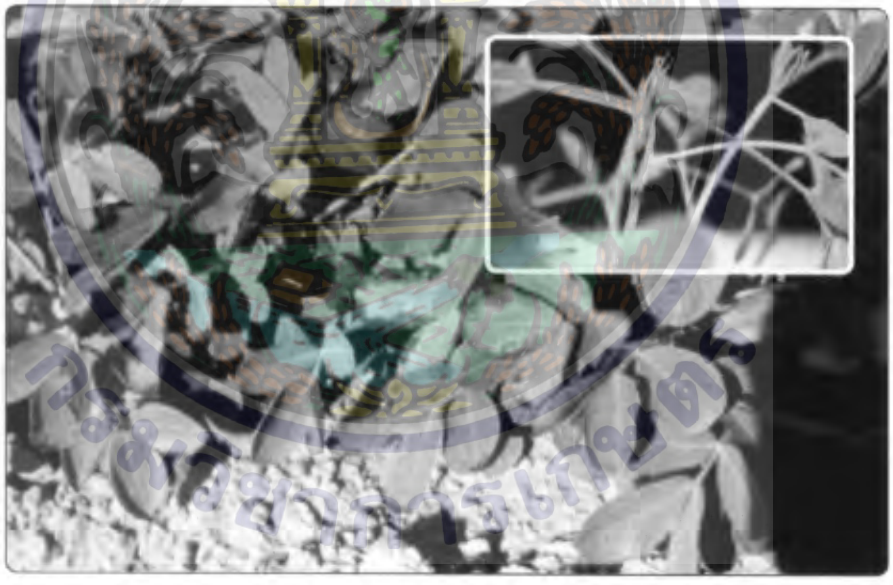


4.3.7 ถั่วเขียว (Mungbean)

ถั่วเขียวที่ขาด K จะพบปลายและขอบใบมีสีเหลือง น้ำตาล หรือเซลล์ตาย ขอบใบจะแห้งและลุกลามเข้าสู่กลางใบ เริ่มจากใบแก่สู่ใบอ่อน พืชเติบโตช้า ต้นเตี้ย เช่น การใส่ปุ๋ยเคมีที่ไม่มี K (3-9-0) (ภาพ 4.3.6) มักจะพบในดินร่วนปนทรายที่มีการชะล้างสูง หรือดินกรดจัดที่มีการใช้ปูนปรับปรุงดินในอัตราสูง

K-deficiency

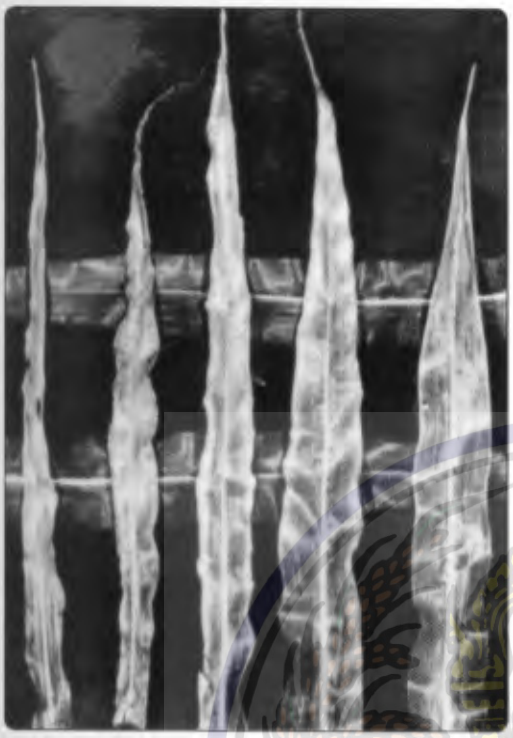
4.3.8 ถั่วลิสง (Peanut)



4.3.9 ถั่วลิสง (Peanut)

ถั่วลิสงที่ขาด K จะพบอาการช้ำสีน้ำตาลที่ลำต้นส่วนบน โดยเฉพาะรอยต่อระหว่างข่วงของข้อและก้านใบ เนื้อเยื่อของผนังเซลล์ไม่แข็งแรง หรือตาย ทำให้ก้านใบหักล้มง่าย (ภาพเล็ก) ขอบใบเหลือง หรือแดง หากอาการขาดรุนแรงขอบใบจะไหม้ (ภาพ 4.3.8) และเกิดจากใบแก่หรือใบล่างก่อน (ภาพ 4.3.9) มักจะพบเมื่อปลูกในดินเนื้อหยาบ ค่อนข้างเป็นทราย มีการชะล้างสูง หรือมีการใช้ปูนมากเกินไป

K-deficiency



4.3.10 ข้าวโพด (Corn)

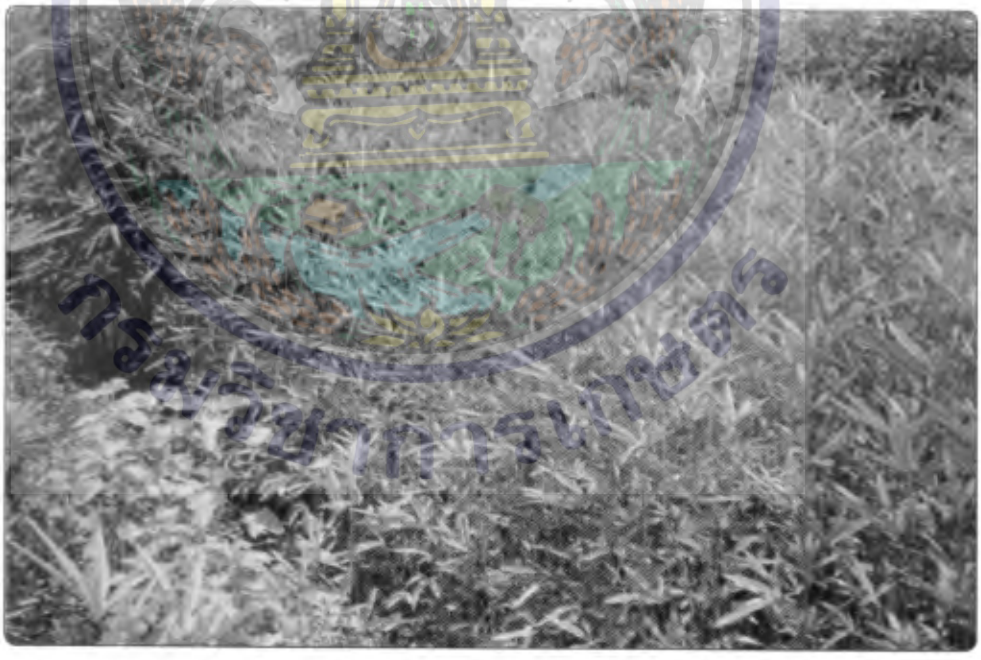
ข้าวโพดที่ขาด K ใบจะเหลือง แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลไหม้ โดยเกิดที่ปลายหรือขอบใบก่อนแล้วลุกลามเข้าสู่กลางใบ เกิดที่ใบล่างก่อนใบบนหรือใบยอด มักจะพบในดินร่วนทรายที่มีการชะล้างสูง

4.3.11 ฝ้าย (Cotton)

ฝ้ายที่ขาด K ใบจะเหลือง โดยเฉพาะใบล่าง และจะกลายเป็นสีน้ำตาล โดยเกิดที่ขอบใบก่อน ใบจะร่วงก่อนกำหนด ลำต้นอ่อนแอ

K-deficiency

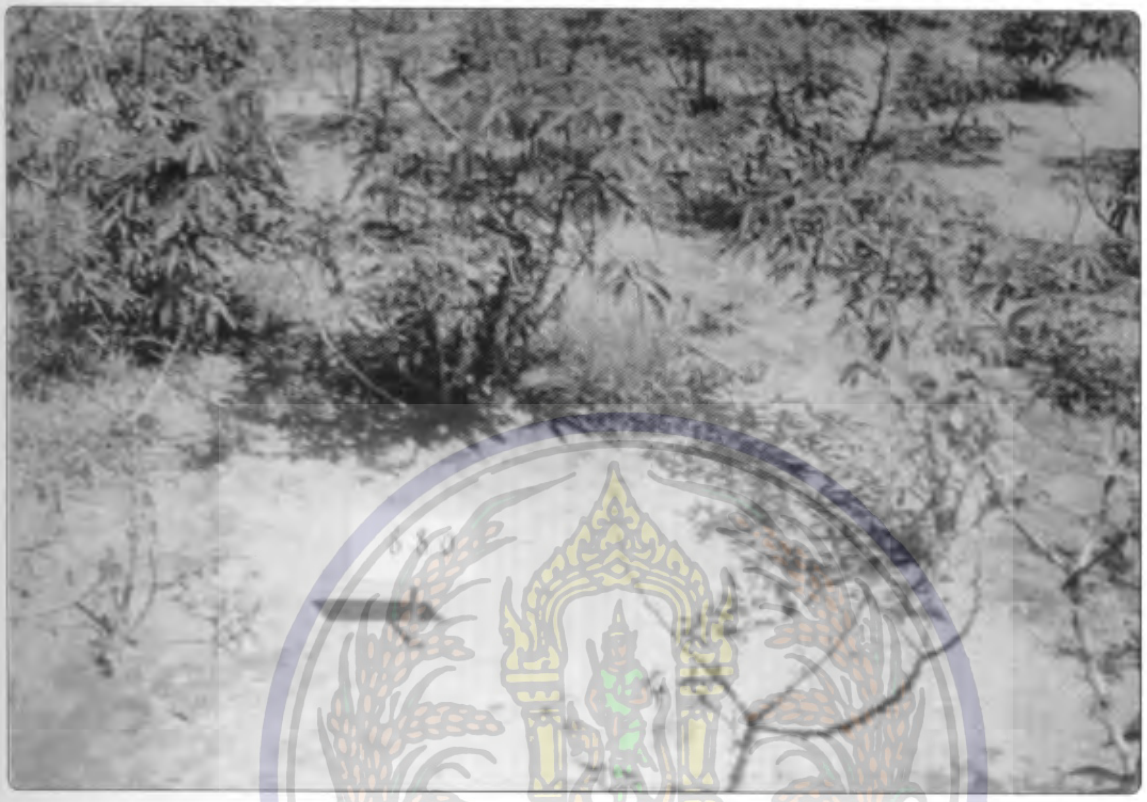
4.3.12 ปอแก้ว (Kenaf)



4.3.13 ปอแก้ว (Kenaf)

ขอบหรือปลายใบของปอแก้วที่ขาด K อาจเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีน้ำตาลไหม้ เช่น การใช้ปุ๋ยเคมีที่ไม่มี K (8-8-0) (ภาพ 4.3.12) หากขาดธาตุนี้รุนแรงใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั่วทั้งต้น (ภาพ 4.3.13) มักจะพบเมื่อปลูกในดินร่วนปนทราย หรือดินทราย ดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ

K-deficiency



4.3.14 มันสำปะหลัง (Cassava)

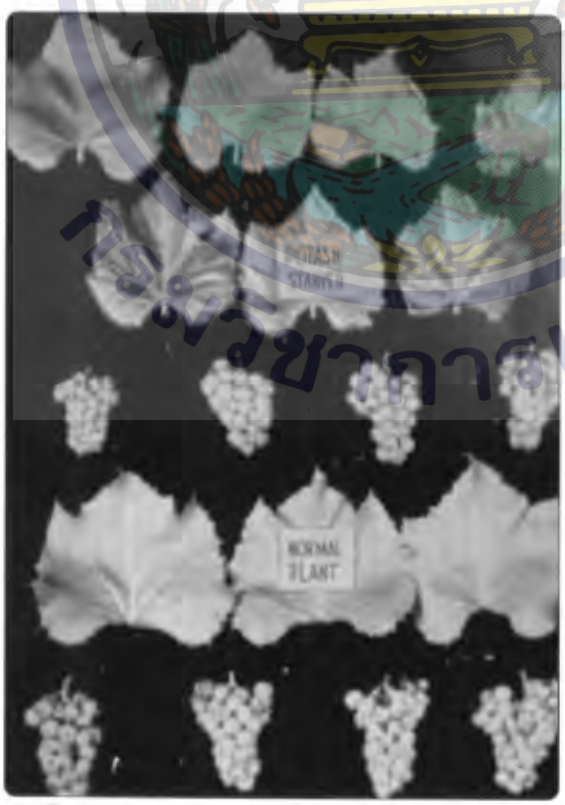
มันสำปะหลังที่ขาด K ลำต้นจะไม่สูง ไม่ปรากฏอาการทางสีใบให้เห็นชัด แต่ใบจะมีลักษณะเรียวเล็ก และไม่แบ่งเป็นแฉกชัดเจน (fewer lobes) มักจะพบในดินร่วนทราย หรือดินร่วน ปนทราย ที่มีการชะล้างสูง การใส่ปุ๋ย N P โดยไม่ใส่ K หรือ ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 8-8-0 มันสำปะหลังจะปรากฏอาการดังภาพ

กรมวิชาการเกษตร

K-deficiency

4.3.15 ยาสูบ (Tobacco)

อาการขาด K ในยาสูบจะแสดงที่ใบกลางๆ ของต้น เกิดอาการสูญเสียสีเขียว (chlorosis) ระยะแรกใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลโดยเริ่มจากปลายใบเข้าสู่กลางใบ ส่วนที่เป็นสีน้ำตาลจะแห้งเหี่ยวไป ใบยาสูบที่ขาด K ทำให้คุณสมบัติการติดไฟของใบยาไม่ดี

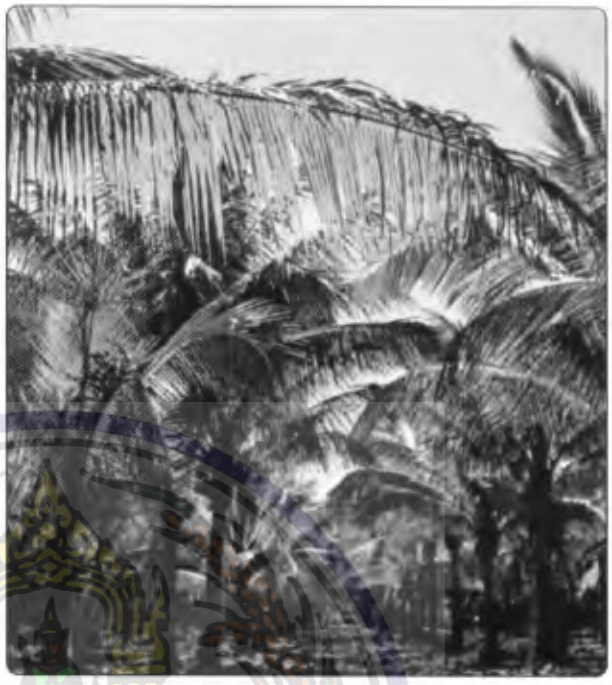


4.3.16 องุ่น (Grape)

อาการขาด K ขององุ่นมักจะเกิดที่ใบแก่ ที่พบเด่นชัดคือส่วนปลายใบและขอบใบไหม้เกรียม ครั้งแรกจะเห็นขอบใบมีสีเหลืองก่อนแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและเปลี่ยนเป็นไหม้เกรียม ซึ่งเรียกอาการนี้ว่า ปลายใบไหม้ (tipburn)

K-deficiency

4.3.17 มะพร้าว (Coconut)



4.3.18 มะพร้าว (Coconut)

อาการขาด K ในมะพร้าวจะพบในใบที่มีอายุมากหรือใบล่าง ๆ โดยเกิดอาการสูญเสียสีเขียว (chlorosis) ขั้นแรกใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลโดยเริ่มจากปลายใบเข้าสู่กลางใบ (ภาพ 4.3.18) ต่อมาส่วนที่เป็นสีน้ำตาลจะไหม้และแห้งเหี่ยว บางครั้งอาจพบจุดสีเหลืองน้ำตาลไหม้ทั่วไปตรงบริเวณปลายใบก่อนแล้วกระจายไปทั่วทั้งใบ (ภาพ 4.3.17) มักจะพบอาการขาด K เมื่อปลูกในดินร่วนทราย ดินเนื้อหยาบ หรือดิน peat, muck

กรมวิชาการเกษตร

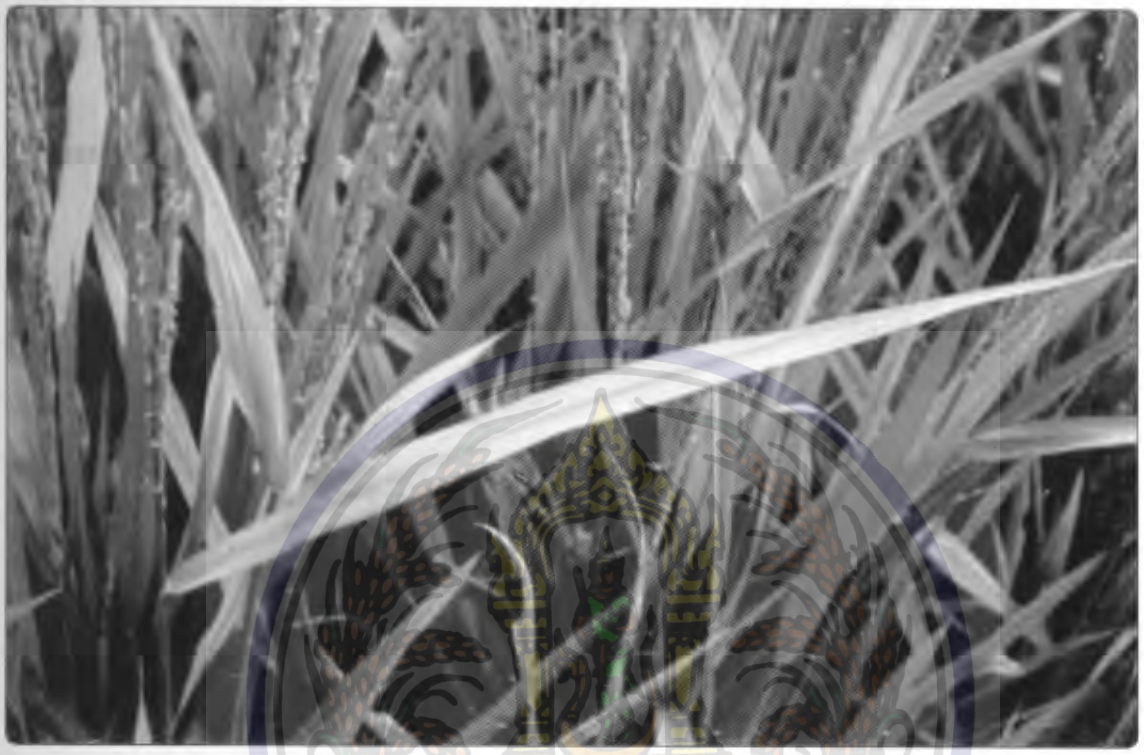
4.3.19 ยางพารา (Rubber)

4.3.20 ยางพารา (Rubber)

ยางพาราที่ขาด K จะพบขอบใบสูญเสียสีเขียว (chlorosis) และกลายเป็นสีน้ำตาลแล้วแห้งตายในที่สุด อาการเริ่มจากปลายใบลุกลามเข้าสู่โคนใบ (ภาพ 4.3.19) อาจพบบริเวณสีน้ำตาลแห้งระหว่างเส้นใบ ขนาดของใบจะเล็กกว่าปกติ (ภาพ 4.3.20) พบเมื่อปลูกในดินร่วนปนทราย

K-deficiency

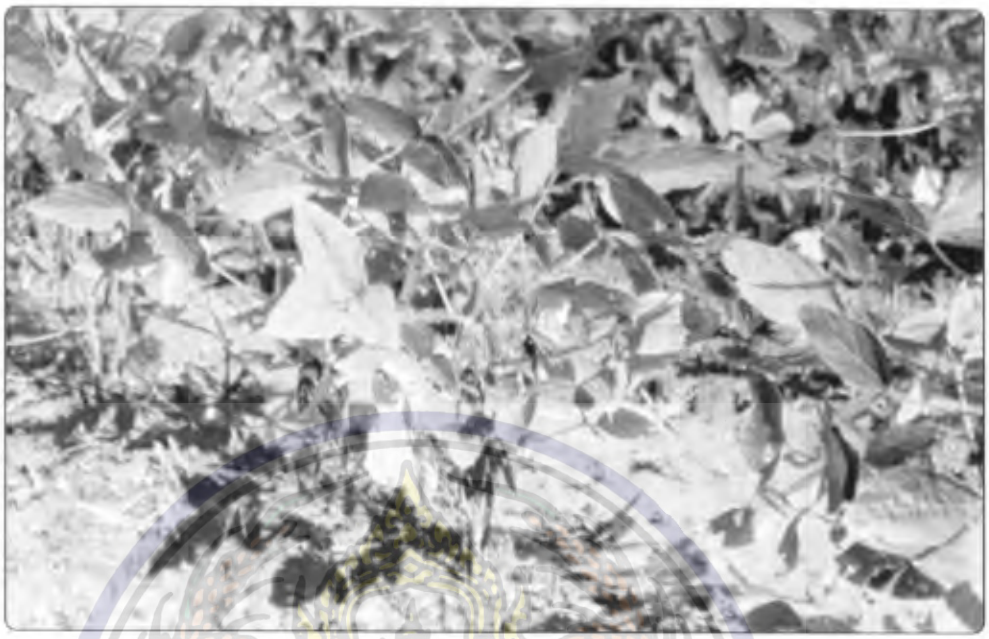
4.4 กำมะถัน (S)



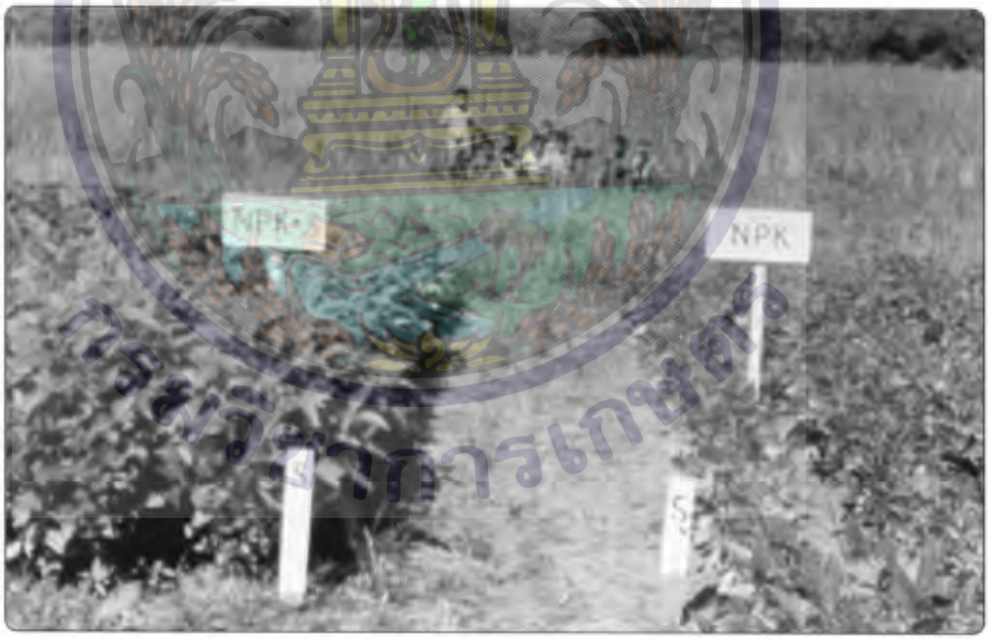
4.4.1 ข้าว (Rice)

ข้าวที่ขาดธาตุ S มีอาการคล้ายกับการขาดธาตุ N ต่างกันตรงที่การขาดธาตุ N จะเกิดที่ใบแก่ก่อน แต่การขาดธาตุ S จะเกิดที่ใบอ่อนก่อนแล้วตามด้วยใบแก่ โดยเริ่มแรกที่กาบใบกลายเป็นสีเหลืองแล้วลุกลามสู่ใบ อาจพบต้นข้าวทั้งหมดมีสีเหลืองที่ระยะแตกกอ ความสูงและการแตกกอลดลง ต้นข้าว และใบข้าวมีขนาดเล็กลง การขาด S ทำให้การเจริญเติบโตและการพัฒนาของต้นข้าวช้า รวงข้าวจะน้อยและสั้น จำนวนเมล็ดต่อรวงลดลง จำนวนท้องไข่ของเมล็ดข้าวเพิ่มขึ้น มักพบในดินที่มีการผุพังอยู่กับที่ (weathering) สูง โดยแร่ในรูปออกไซด์ (oxide minerals) จะดูดยึดซัลเฟตไว้ หรือพบในดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ เนื้อดินเป็นทรายจัด หรือพื้นที่ ๆ มีการเผาเศษพืชเป็นประจำ

S-deficiency



4.4.2 ถั่วเหลือง (Soybean)



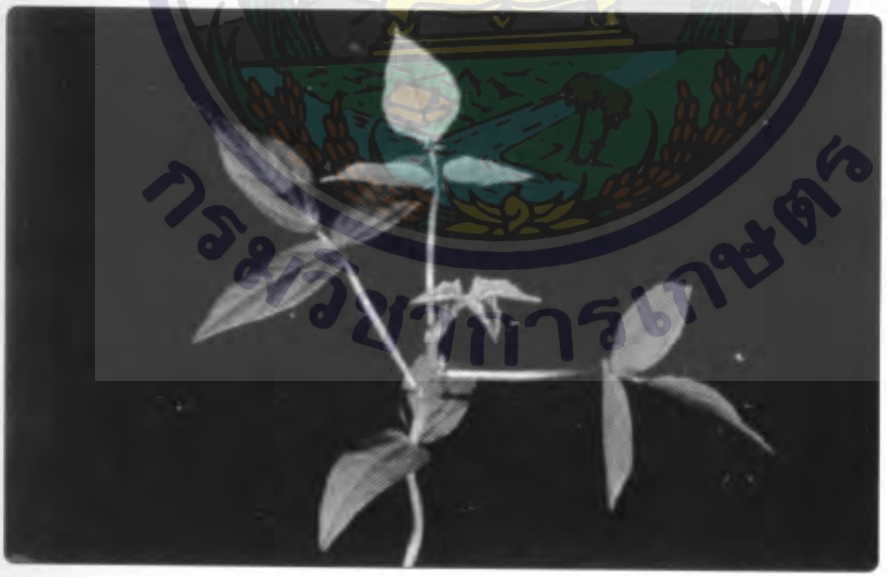
4.4.3 ถั่วเหลือง (Soybean)

ถั่วเหลืองที่ขาด S จะพบจุดประสีเขียวเหลืองในใบ ใบมีสีเขียวอ่อนหรือเหลืองซีด มักพบในใบอ่อนที่ 2-4 นับจากยอดก่อนจะพบในใบล่าง (ภาพ 4.4.2) ระยะแรกมีการเจริญเติบโตช้า ลำต้นมักจะแข็ง เรียว เล็ก การออกดอกไม่แน่นอน มักจะพบเมื่อปลูกในดินร่วนปนทรายที่มีอินทรียวัตถุต่ำและมีการใส่ปุ๋ยเคมีที่ไม่มี S เป็นส่วนประกอบ (ขวามือของภาพ 4.4.3)

S-deficiency

4.4.4 ถั่วลิสง (Peanut)

ถั่วลิสงที่ขาด S จะพบอาการเหลืองของใบ และเห็นได้ชัดเจนโดยเฉพาะใบบน (ใบที่ 2-4 จากยอด) เช่น การใส่ปุ๋ยเคมี NPK ที่ไม่มี S หากอาการขาดรุนแรง อาจพบเซลล์ใหม้ตายที่ปลายหรือขอบใบโดยเริ่มจากใบบนสู่ใบล่าง และแตกต่างจากการขาด N ที่อาการเหลืองซีดหรือเซลล์ตายจะเริ่มจากใบล่างก่อน

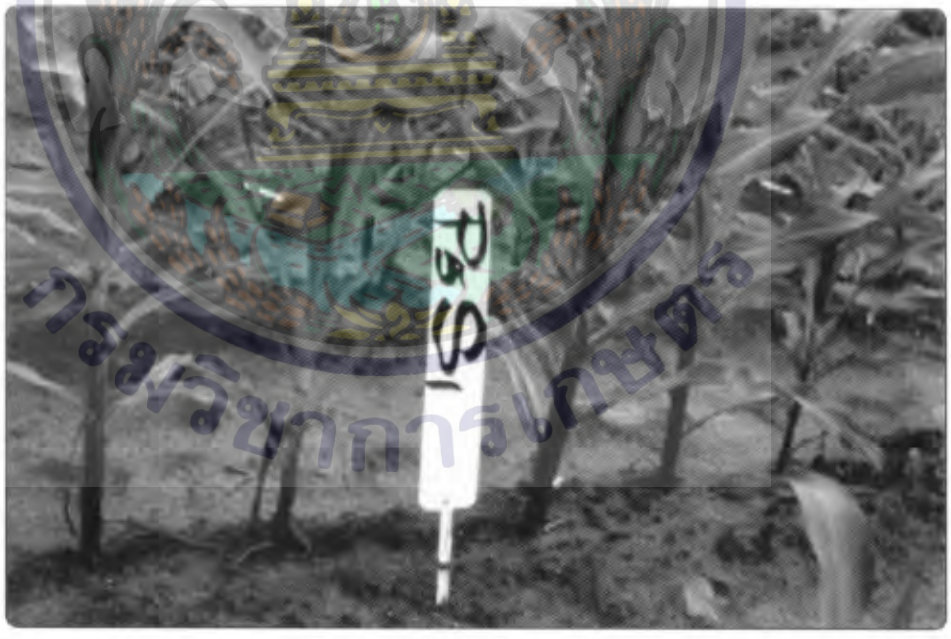


4.4.5 ถั่วเขียว (Mungbean)

ถั่วเขียวที่ขาด S จะมีอาการคล้ายกับถั่วเหลือง คือ ใบอ่อนที่ 2-4 นับจากยอดจะมีสีเขียวเหลือง ก้านใบจะแข็ง เรียว เล็ก

S-deficiency

4.4.6 ข้าวโพด (Corn)

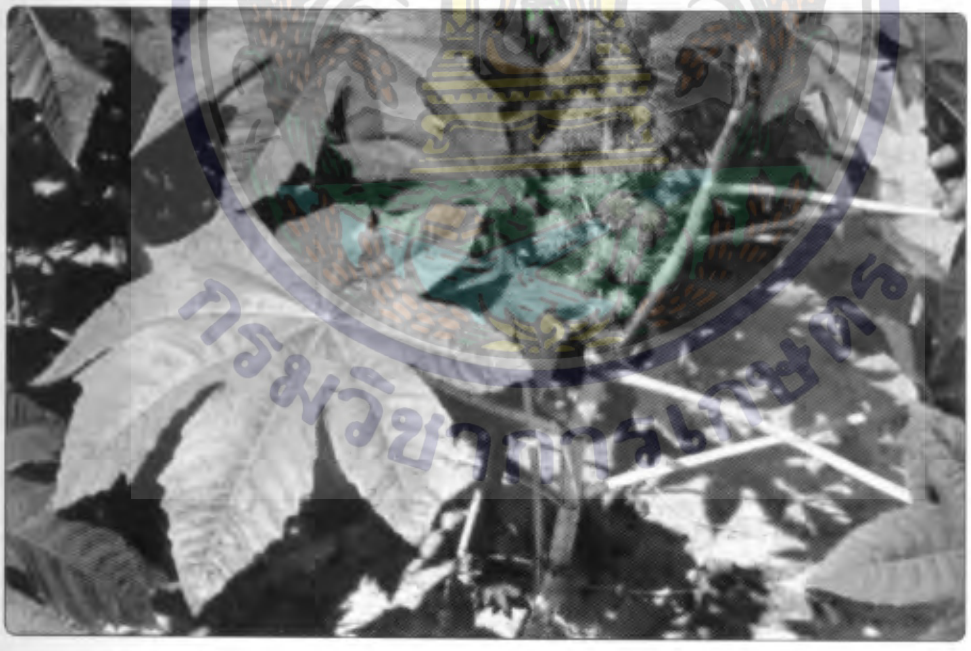


4.4.7 ข้าวโพด (Corn)

ข้าวโพดที่ขาด S เริ่มพบอาการใบเหลืองในใบที่ 1-3 นับจากยอดก่อน (ภาพ 4.4.6) หากขาดธาตุนี้รุนแรงใบอาจเหลืองทั่วทั้งต้น (ภาพ 4.4.7)

S-deficiency

4.4.8 ละหุ่ง (Castorbean)



4.4.9 ละหุ่ง (Castorbean)

ละหุ่งที่ขาด S ใบจะเหลือง ขอบใบอาจเป็นสีเหลืองเข้มหรือสีน้ำตาล (ภาพ 4.4.8) มักจะเกิดในใบที่ 2-3 นับจากยอด มีการเจริญเติบโตช้า อาจพบเมื่อปลูกในดินร่วนปนทรายที่มีอินทรียวัตถุต่ำ หรือมีการใช้ปุ๋ยเคมีอัตราสูงที่ไม่มี S เจือปน

S-deficiency

4.4.10 ส้ม (Citrus)

ส้มที่ขาด S จะพบใบอ่อนเหลืองทั่วทั้งแผ่นใบแล้วจะเหลืองซีดยิ่งขึ้น ขนาดของใบเล็กลง และร่วงหล่นเร็ว กิ่งใหม่ที่อ่อนแออยู่แล้วจะปรากฏอาการแห้งที่ปลายกิ่งแล้วค่อย ๆ ลามลงมา มักจะพบเมื่อปลูกในดินเนื้อหยาบที่มีอินทรียวัตถุต่ำ ดินที่มีเกลือซัลเฟตต่ำและมีไนโตรเจนสูง

กรมวิชาการเกษตร

S-deficiency

4.5 แมกนีเซียม (Mg)

4.5.1 ข้าว (Rice)

ข้าวที่ขาด Mg จะมีอาการคล้ายกับการขาด K ใบข้าวที่ขาด Mg จะมีลักษณะแห้งเหี่ยว และบิดไปมา ใบล่าง ๆ มีสีเหลืองส้ม ซึ่งเนื่องมาจากการสูญเสียสีเขียว (chlorosis) ระหว่างเส้นใบ ในขณะที่มีการแตกกอและมีความสูงเกือบปกติ

Mg-deficiency

4.5.2 ถั่วเหลือง (Soybean)

ถั่วเหลืองที่ขาด Mg จะพบสีเหลืองเป็นทางระหว่างเส้นใบ ส่วนที่เป็นก้านใบหรือเส้นใบยังคงมีสีเขียวเข้ม มักจะพบในใบแก่ก่อน ใบจะแก่และร่วงเร็ว หากรุนแรงใบแก่ที่อยู่ส่วนล่างของต้นจะแห้งตายไปก่อน มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นกรด

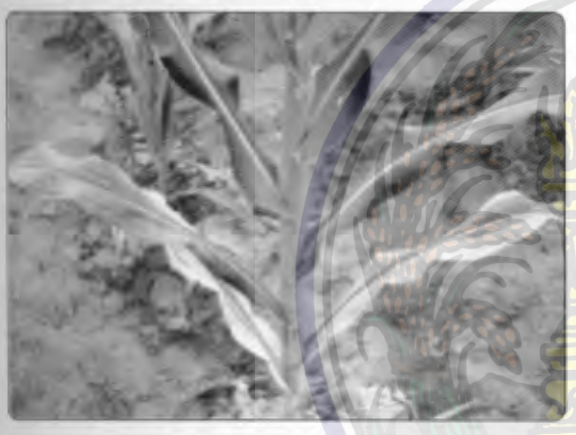
4.5.3 ถั่วเขียว (Mungbean)

ถั่วเขียวที่ขาดธาตุ Mg ใบจะมีสีเหลืองซีด หรือสูญเสียคลอโรฟิลล์ โดยที่เส้นใบหรือเส้นกลางใบยังคงมีสีเขียว มักจะพบในใบล่างก่อน พบเมื่อปลูกในดินที่เป็นกรดจัด

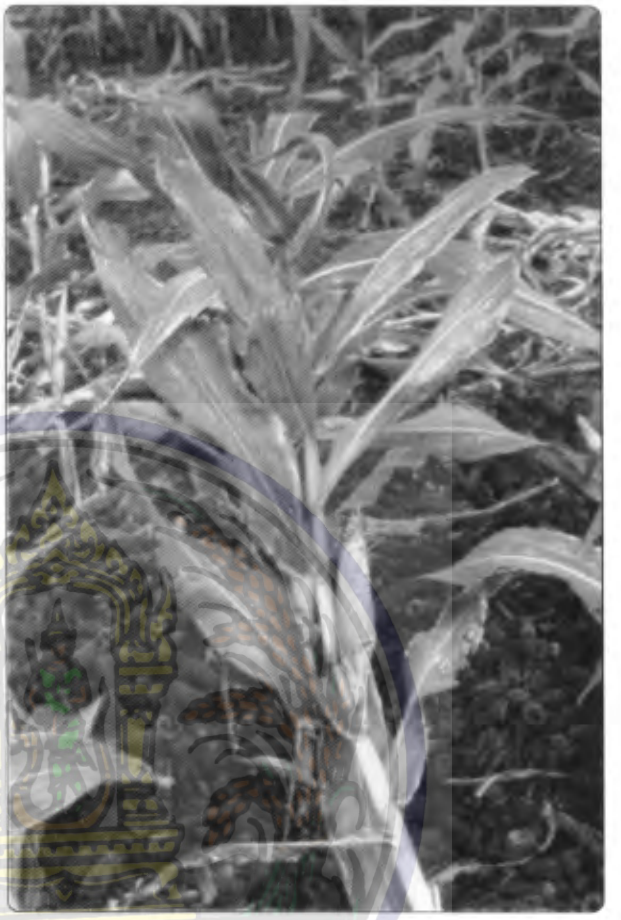
Mg-deficiency

กรมวิชาการเกษตร

4.5.4 ข้าวโพด (Corn)



4.5.5 ข้าวโพด (Corn)

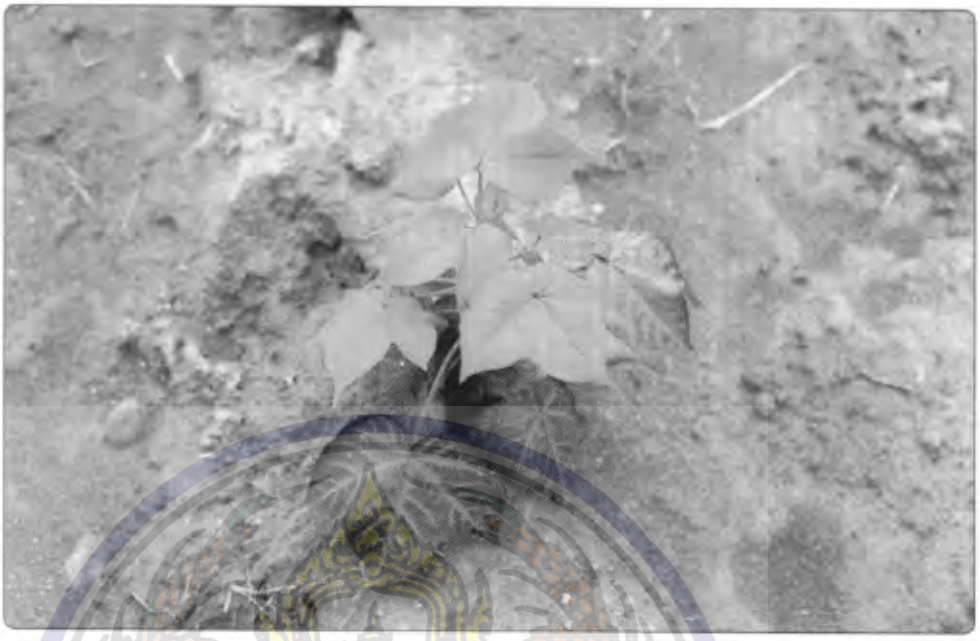


4.5.6 ข้าวโพด (Corn)

ข้าวโพดที่ขาด Mg พบทางสีเหลืองขาว โดยเริ่มจากปลายใบสู่โคนใบจนตลอดทั้งใบ (ภาพ 4.5.4) อาการจะพบในใบล่างก่อน (ภาพ 4.5.5, 4.5.6) มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นกรดจัด

วิทยาการเกษตร

Mg-deficiency



4.5.7 ฝ้าย (Cotton)

4.5.8 ฝ้าย (Cotton)

ฝ้ายที่ขาด Mg ใบจะเปลี่ยนเป็นสีแดงทึบ (dull red) โดยเส้นกลางใบและเส้นใบยังคงมีสีเขียวชีด (ภาพ 4.5.7) และจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองปนแดง หรือน้ำตาล เมื่อมีอาการรุนแรงขึ้น มักจะปรากฏที่ใบล่างก่อน (ภาพ 4.5.8) ใบจะร่วงก่อนกำหนด

Mg-deficiency

4.5.9 มันสำปะหลัง (Cassava)

4.5.10 มันสำปะหลัง (Cassava)

มันสำปะหลังที่ขาด Mg ใบจะปรากฏสีเหลืองโดยที่เส้นใบยังคงมีสีเขียว และจะปรากฏที่ปลายใบ ขอบใบก่อน แล้วเคลื่อนย้ายสู่กลางใบ (ภาพ 4.5.9) จะเกิดขึ้นที่ใบล่างก่อนแล้วลามสู่ใบบน (ภาพ 4.5.10) หากเป็นรุนแรงใบล่างจะตายและร่วงก่อนกำหนด

Mg-deficiency

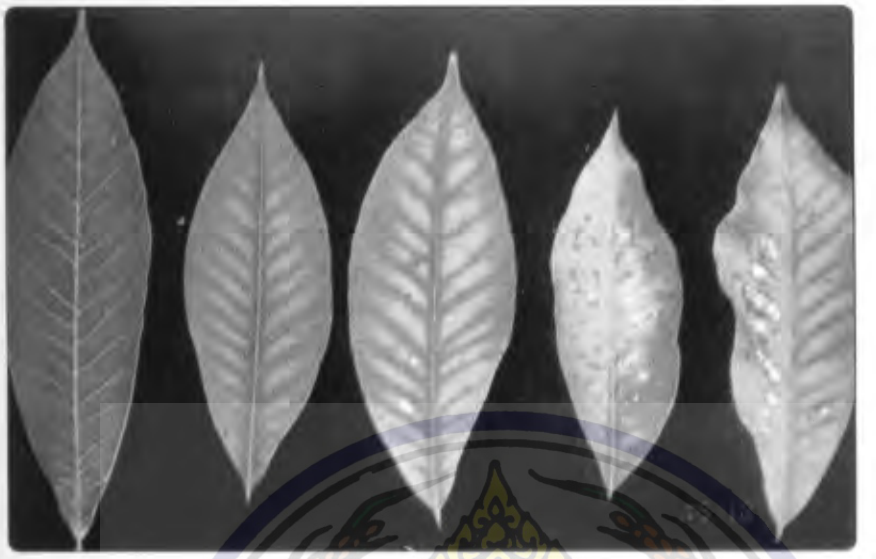
4.5.11 ส้ม (Citrus)

เมื่อส้มขาดธาตุ Mg ใบแก่จะมีคลอโรฟิลล์ น้อยลง อาการสีเหลืองจะเริ่มจากขอบใบแล้วลุกลามเข้าสู่กลางใบ ในขณะที่เส้นใบยังคงมีสีเขียว ใบจะแสดงอาการชีด ใบร่วงง่าย มักจะเกิดขึ้นเมื่อปลูกในดินเนื้อหยาบซึ่งมีการสูญเสีย Mg ไปจากดินโดยการชะล้างและกัดกร่อนของดิน

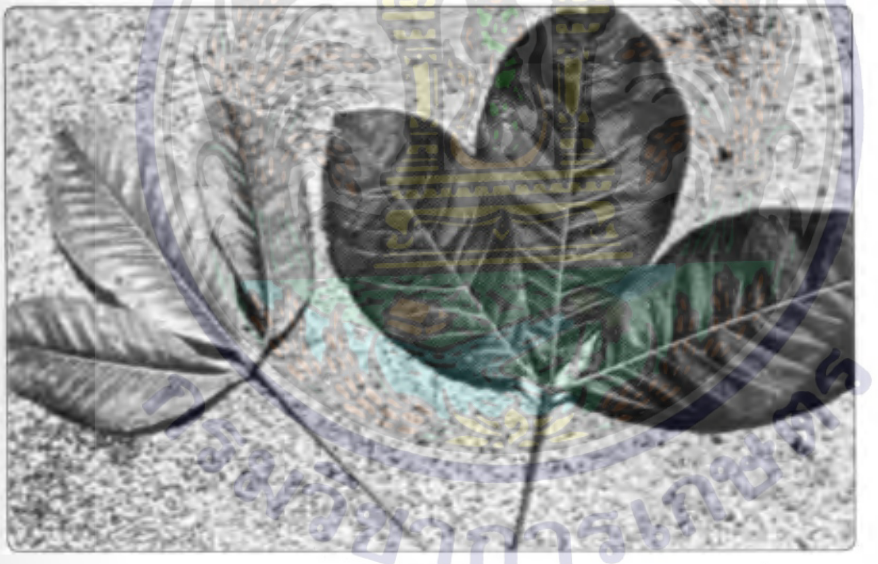
4.5.12 องุ่น (Grape)

องุ่นที่ขาด Mg ใบแก่จะมี คลอโรฟิลล์ น้อยลง ใบจะเหลืองและเข้มขึ้นเป็นสีทองแดง อาจมีรอยเหลืองปรากฏที่เนื้อใบ ระหว่างเส้นใบ และเป็นแนวตามเส้นกลางใบ ปลายใบมีสีเหลืองซีดลุกลามจากขอบใบเข้าสู่กลางใบจนจรดเนื้อใบ มีสีเขียวปรากฏเป็นรูปตัววี อาจพบเมื่อปลูกในดินที่มีเนื้อหยาบ มีการสูญเสีย Mg ไปจากดินโดยการชะล้างและกัดกร่อนหน้าดินด้วยน้ำ

Mg-deficiency



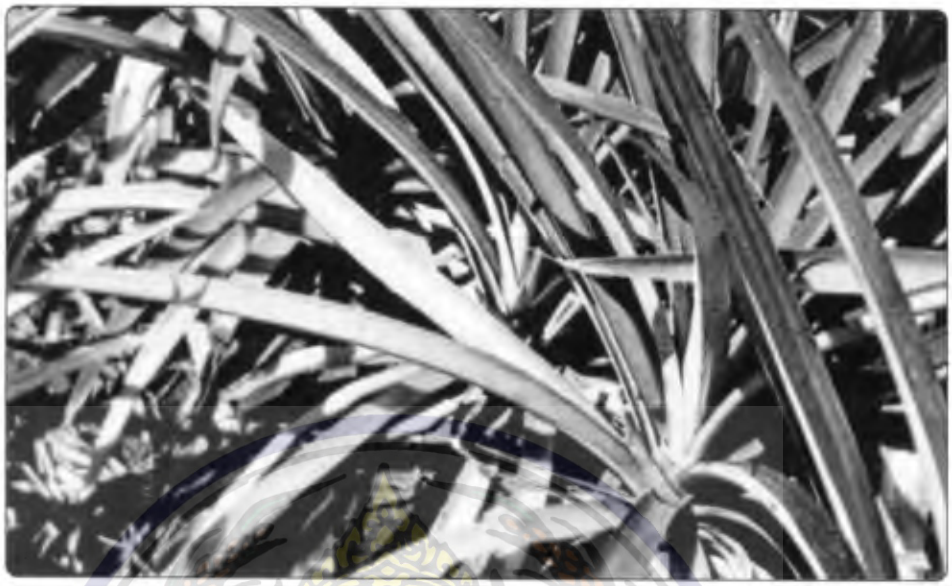
4.5.13 ยางพารา (Rubber)



4.5.14 ยางพารา (Rubber)

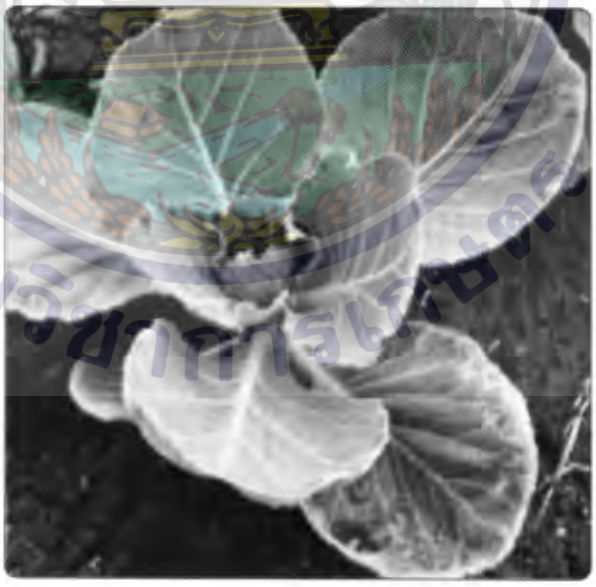
ยางพาราที่ขาด Mg ใบจะแสดงอาการสูญเสียสีเขียว (chlorosis) โดยปรากฏที่ใบแก่ก่อน เนื้อเยื่อระหว่างเส้นใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (ภาพ 4.5.13) ในขณะที่เส้นใบยังคงมีสีเขียวปกติ (ข้ายมือของภาพ 4.5.14) เปรียบเทียบกับใบปกติ (ขวามือของภาพ 4.5.14) อาการจะเริ่มจากขอบใบและปลายใบก่อนแล้วลุกลามเข้าสู่กลางใบหรือโคนใบ อาจเกิดจุดหรือหย่อมสีขาวกระจายอยู่ทั่วไป ใบจะเปราะและหักง่าย บริเวณที่เกิด chlorosis จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและแห้งตาย มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่ค่อนข้างเป็นทราย ดินที่มีการชะล้างหน้าดินสูง หรือดินดอนมากกว่าดินชายฝั่ง

Mg-deficiency



4.5.15 สับปะรด (Pineapple)

การขาด Mg ในสับปะรดจะเกิดขึ้นกับใบแก่ก่อน ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองโดยเริ่มจากปลายใบ อาการสีเหลืองจะค่อย ๆ เคลื่อนเข้าสู่ฐานใบหากมีการขาดธาตุนี้เพิ่มขึ้น อาจพบในดินที่มีเกลือโซเดียมสูงซึ่งจะทำให้ Mg เป็นประโยชน์ต่อพืชลดลง

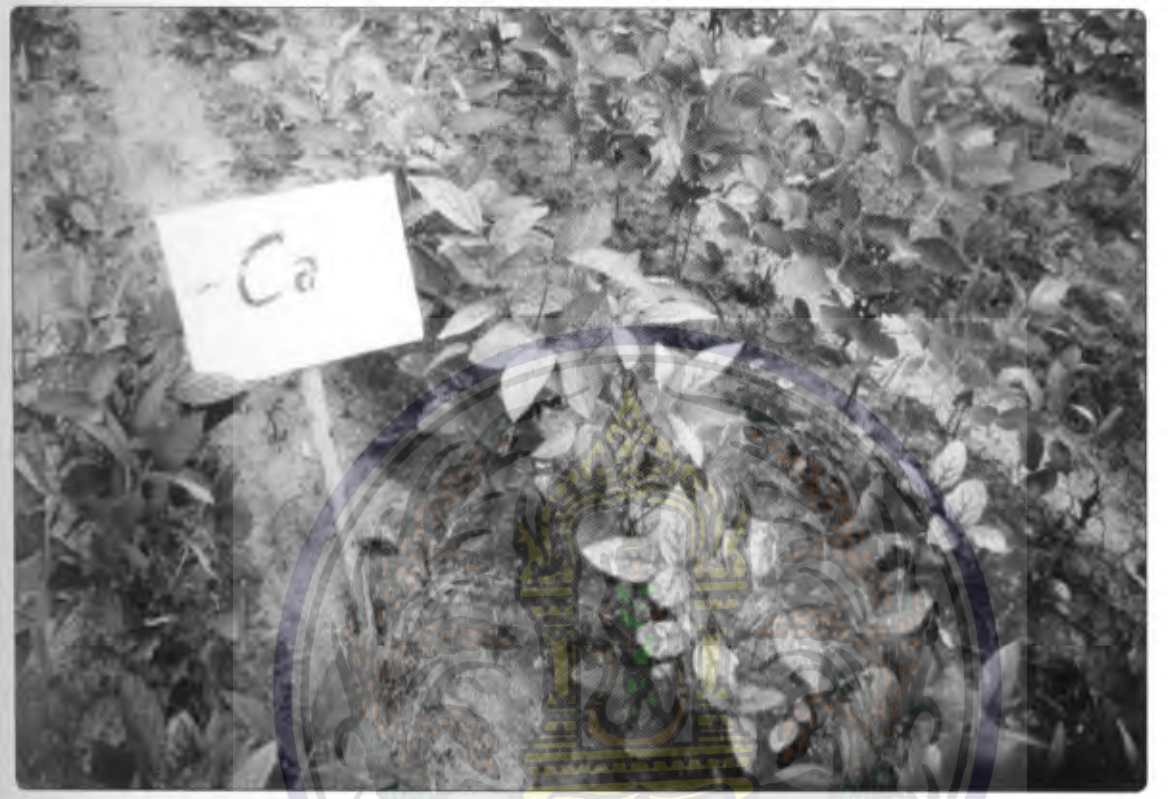


4.5.16 กะหล่ำปลี (Cabbage)

การขาด Mg ของกะหล่ำปลีจะพบอาการสูญเสียสีเขียว (chlorosis) บริเวณขอบใบ อย่างไรก็ตามกะหล่ำปลีที่ได้รับผลกระทบของสารกำจัดวัชพืชบางชนิด ก็แสดงอาการคล้ายกับการขาดธาตุ Mg

Mg-deficiency

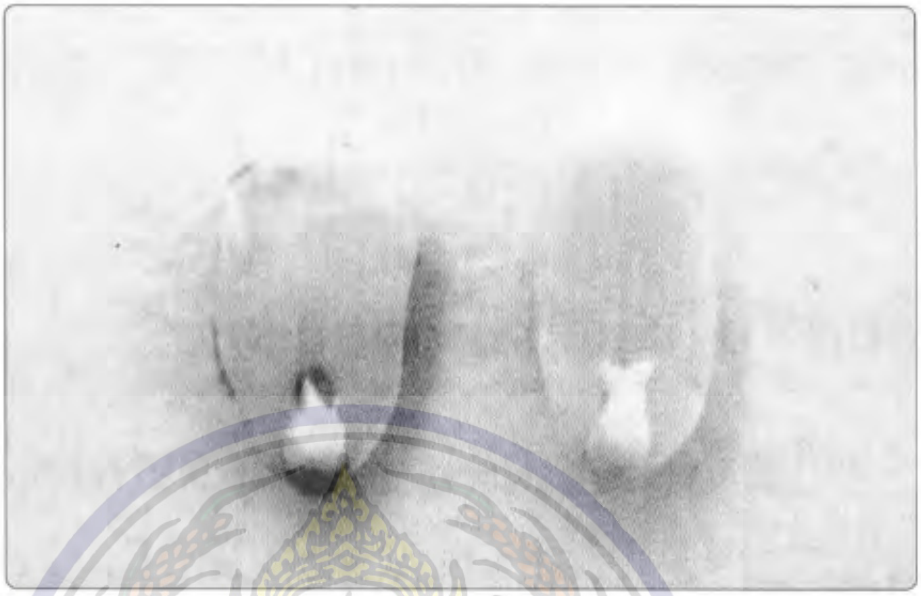
4.6 แคลเซียม (Ca)



4.6.1 ถั่วเหลือง (Soybean)

ถั่วเหลืองที่ขาด Ca ใบจะมีสีเหลือง บางครั้งขอบใบมีสีแดง ใบมีลักษณะคล้ายถ้วย ย่น และไม่คลี่ออกจากกัน ลำต้นเตี้ย แคระแกร็น ตาดอกเสื่อม อาจแก่เร็ว และร่วงหล่นก่อนกำหนด มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นกรดจัด หรือดินที่มีเหล็ก (Fe) และอะลูมินัม (Al) สูง

Ca-deficiency

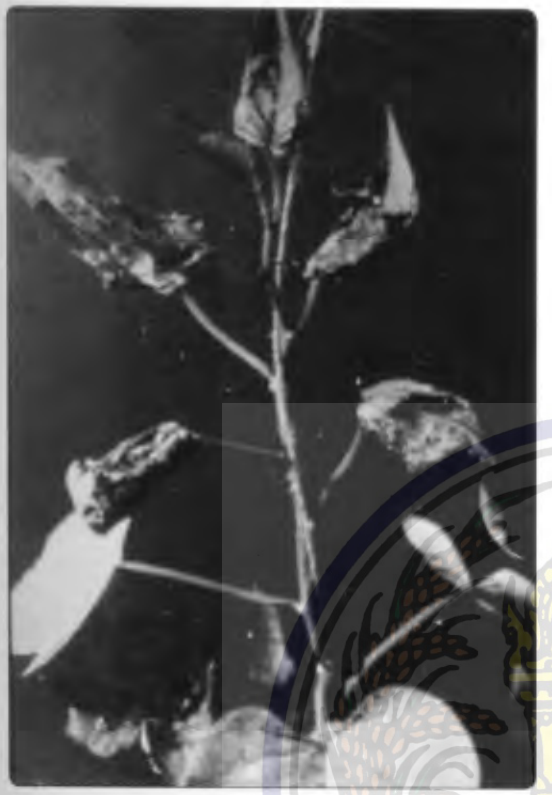


4.6.2 ถั่วลิสง (Peanut)

4.6.3 ถั่วลิสง (Peanut)

อาการขาด Ca ของถั่วลิสง จะพบใบอ่อนมีสีซีด ไม่คลี่ออกจากกัน บางครั้งขอบใบมีสีแดง ลำต้นเตี้ย ติดเมล็ดไม่สมบูรณ์ ฝักไม่เต็ม (pop) บางครั้งพบทั้งเมล็ดขนาดปกติและเมล็ดที่ไม่สมบูรณ์หรือมีขนาดเล็กในฝักเดียวกัน (ภาพ 4.6.3) เมื่อผ่าเมล็ดดูภายในจะพบลักษณะยอดอ่อนสีคล้ำหรือดำ (dark plumule) (ซ้ายมือของภาพ 4.6.2) ทำให้เมล็ดมีความงอกและความแข็งแรงของต้นกล้าต่ำ พบเมื่อปลูกในดินที่เป็นกรดจัด มีออกไซด์ของเหล็กและอะลูมินัมสูง

Ca-deficiency



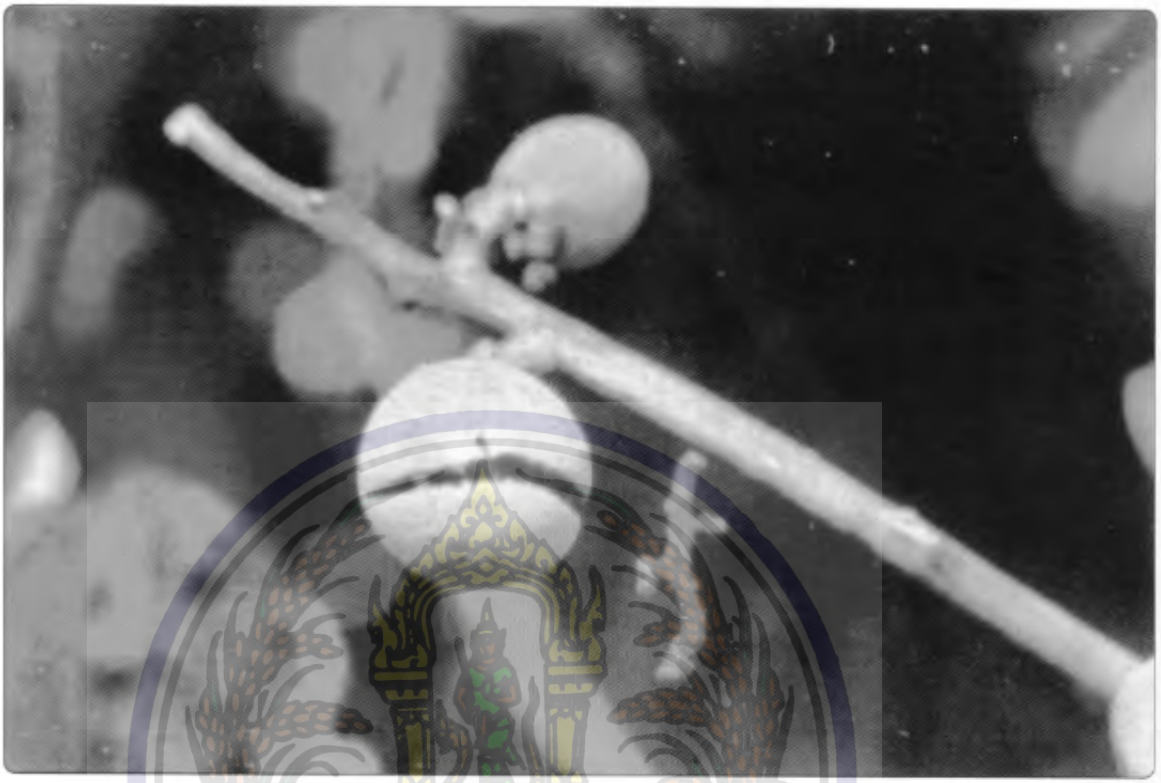
4.6.4 มันเทศ (Sweet potato)

มันเทศที่ขาด Ca อาการผิดปกติจะเริ่มแสดงที่ใบอ่อนหรือยอด โดยเกิดอาการ chlorosis บางครั้งมีจุดสีน้ำตาลเกิดขึ้นด้วย ใบม้วนงอ ยอดสั้นหรือหัก ในที่สุดส่วนยอดจะตาย มักพบในดินที่เป็นกรดจัดที่ให้ปุ๋ยไนโตรเจนสูงเกินไปและดินมีโพแทสเซียมสูง

4.6.5 ส้ม (Tangerine)

ส้มที่ขาด Ca จะแสดงอาการที่ใบที่อยู่รอบ ๆ ส่วนยอด โดยขอบใบและพื้นที่ระหว่างเส้นใบจะเริ่มมีอาการเหลือง หรือสูญเสียสีเขียว (chlorosis) ใบมีลักษณะเป็นคลื่น อาจมีรอยไหม้หรือสีน้ำตาลปะปน

Ca-deficiency



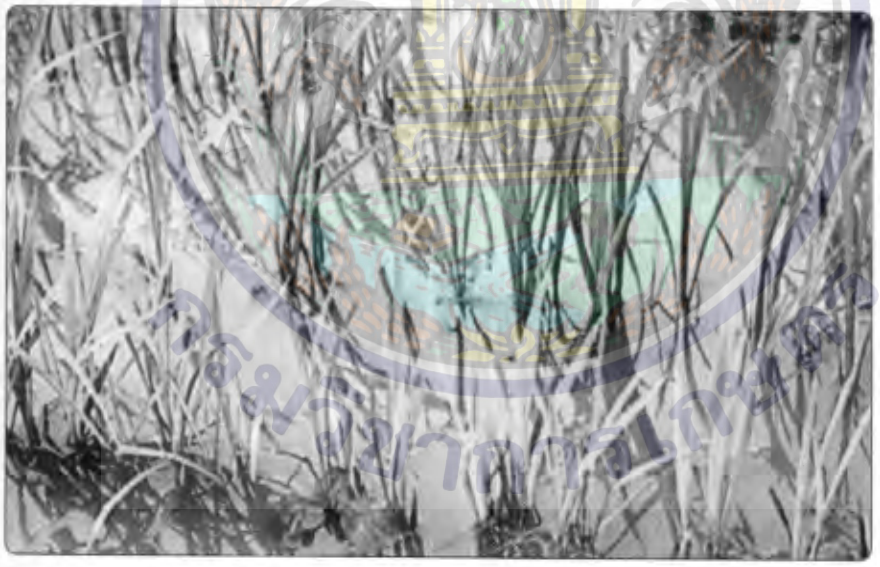
4.6.6 กระท้อน (Santol)

อาการขาด Ca ของกระท้อนจะพบช่อผลแสดงอาการไหม้และแห้งตายจากปลายยอดลุกลามเข้าสู่ส่วนกลางของช่อผล หากขาดธาตุนี้รุนแรงผลอ่อนจะแตกและมีรูปร่างผิดปกติ

กรมวิชาการเกษตร

4.7 เหล็ก (Fe)

4.7.1 ข้าว (Rice)

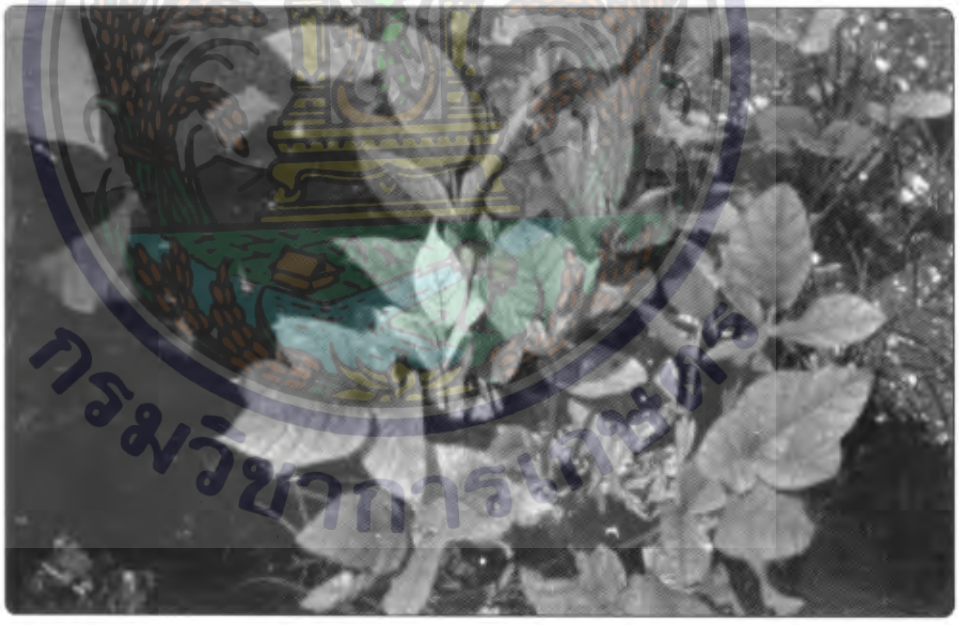


4.7.2 ข้าว (Rice)

ต้นข้าวจะแสดงอาการขาดธาตุ Fe ในระยะเริ่มแรกของการเจริญเติบโต มักเกิดในดินที่เป็นด่าง และเกิดในสภาพไร่หรือสภาพขาดน้ำ (ภาพ 4.7.1) มากกว่าสภาพน้ำขัง (ภาพ 4.7.2) ในแปลงกล้า ใบอ่อนหรือใบที่เกิดใหม่จะเป็นสีเหลือง ถ้าไม่ได้รับการแก้ไขใบเกิดใหม่อาจกลายเป็นสีขาวเกือบทั้งใบ ในขณะที่ใบแก่ยังคงเป็นสีเขียวถ้าอาการรุนแรงต้นข้าวจะกลายเป็นสีเหลืองและตาย รากข้าวมีสีดำปนเทา ในแปลงเพาะกล้าแห้ง ถ้ามีการให้น้ำท่วมแปลงอาจแก้อาการขาดธาตุนี้ได้

Fe-deficiency

4.7.3 ถั่วเหลือง (Soybean)

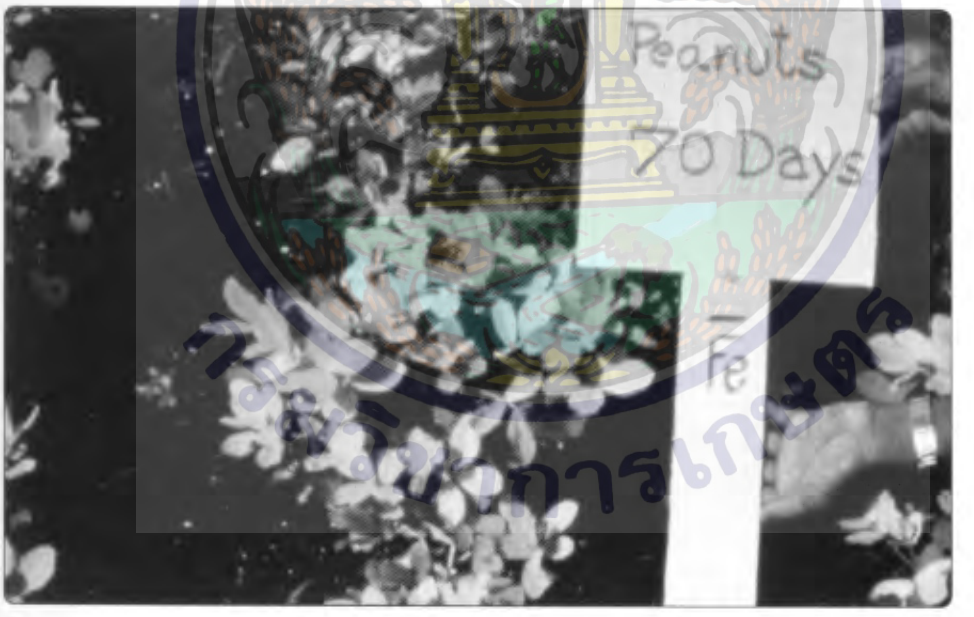


4.7.4 ถั่วเหลือง (Soybean)

ถั่วเหลืองที่ขาด Fe จะพบสีเหลืองส้ม (lemon-yellow) ระหว่างเส้นใบในขณะที่เส้นใบยังคงเขียว จะปรากฏที่ใบอ่อนก่อน (ภาพ 4.7.3) กรณีที่ขาดรุนแรงบริเวณระหว่างเส้นใบและปลายใบจะเหลืองซีดหรือไหม้ (ภาพ 4.7.4) อาจพบเซลล์ตาย (necrotic spots) ปมที่รากถั่วจะไม่พัฒนาและตรึงไนโตรเจนได้ต่ำ มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่าง (pH สูงกว่า 7.0) หรือดินที่มีหินปูนสูง (calcareous soils)

Fe-deficiency

4.7.5 ถั่วลิสง (Peanut)



4.7.6 ถั่วลิสง (Peanut)

ถั่วลิสงที่ขาด Fe จะพบอาการเหลืองซีดระหว่างเส้นใบ โดยที่ปลายใบ ขอบใบและเส้นใบยังคงเขียว พบในใบอ่อนก่อน หากขาดรุนแรง การเจริญเติบโตจะช้า ต้นจะเตี้ย ใบเล็ก เหลืองซีดหรือขาวทั่วทั้งใบ และเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล มีเซลล์ตายเป็นหย่อม ๆ (necrotic spots) อาการจะรุนแรงเมื่ออากาศร้อน แดดจัด และฝนทิ้งช่วง มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่าง มีหินปูน (แคลเซียมคาร์บอเนต) สูง เช่น ดินเหนียวสีดำชุดตาคลี

Fe-deficiency

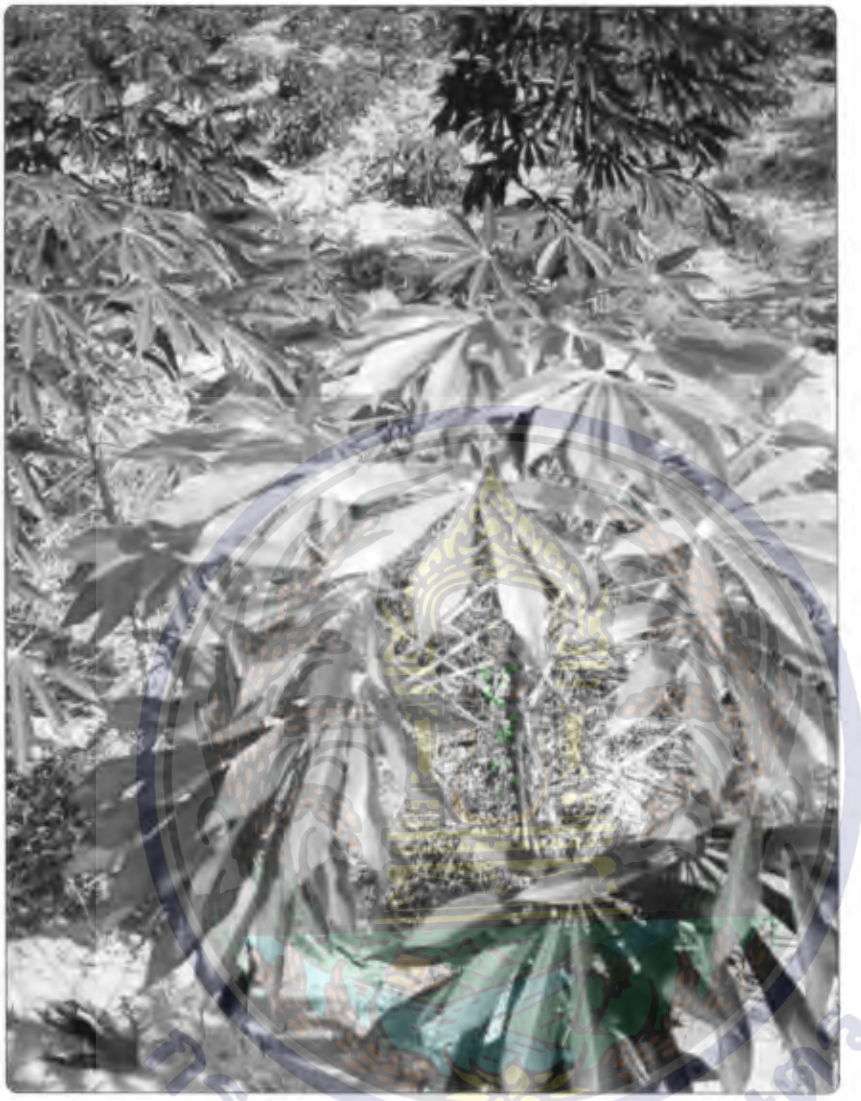
4.7.7 ถั่วเขียว (Mungbean)

การขาดธาตุ Fe ของถั่วเขียวมีอาการคล้ายกับที่ปรากฏในถั่วเหลือง แนวทางหนึ่งในการแก้ไขปัญหา คือการใช้พันธุ์ที่ปลูกได้ดีในดินที่ขาดเหล็ก (Fe-efficient cultivar) ดินที่ขาด Fe เช่น ดินเหนียวสีดำชุดตาคลี การปลูกถั่วเขียวพันธุ์อู่ทอง 1 (แปลงหลัง) จะปลูกได้ดีกว่าพันธุ์กำแพงแสน 2 (แปลงหน้า)

4.7.8 พริก (Chili)

การขาด Fe ของพริกจะพบในใบอ่อนก่อน พื้นที่ระหว่างเส้นใบจะมีสีเหลืองโดยที่เส้นใบยังคงมีสีเขียว ทำให้เกิดลวดลายคล้ายร่างแห ใบอาจหนา เล็ก และหยาบกระด้าง ถ้าอาการรุนแรงพื้นที่ระหว่างเส้นใบจะเป็นสีเหลืองซีดหรือสีขาวซีดทั้งใบ มักจะพบบ่อยครั้งเมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำที่มีแคลเซียมสูง (calcareous) หรือดินที่เป็นด่าง (alkaline)

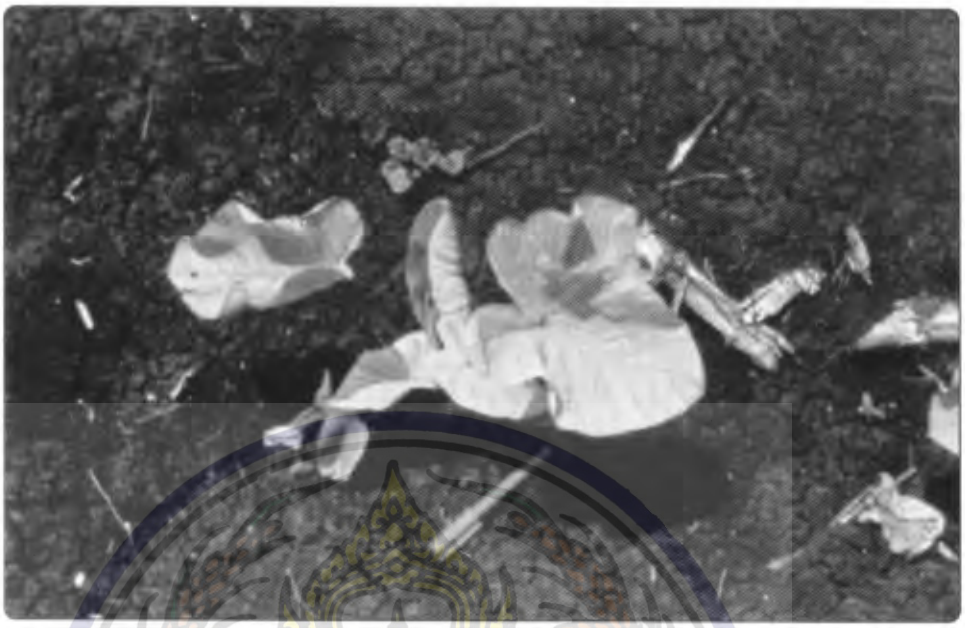
Fe-deficiency



4.7.9 มันสำปะหลัง (Cassava)

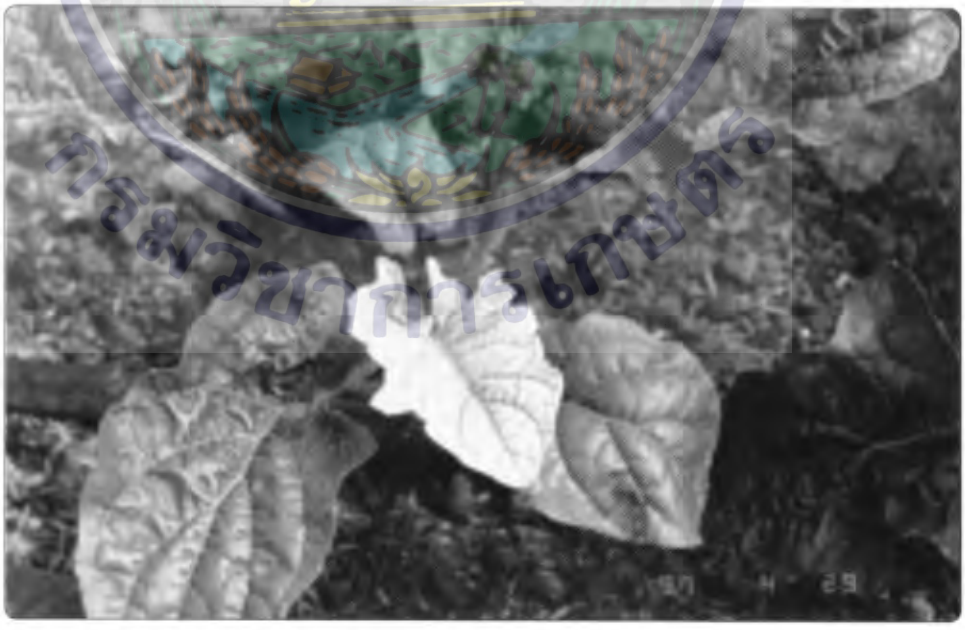
มันสำปะหลังที่ขาด Fe จะพบใบอ่อนหรือใบบนมีสีเหลืองส้ม หรือซีดอย่างสม่ำเสมอทั่วใบ มักจะเกิดในดินที่เป็นด่าง ดินทราย ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงหรือดินที่เป็นจอมปลวก การขาดธาตุเหล็กอาจเกิดจากการใส่ปูนปรับปรุงดินกรดจัดมากเกินไป อาการอาจรุนแรงขึ้นเมื่อฝนทิ้งช่วง

Fe-deficiency



4.7.10 เผือก (Taro)

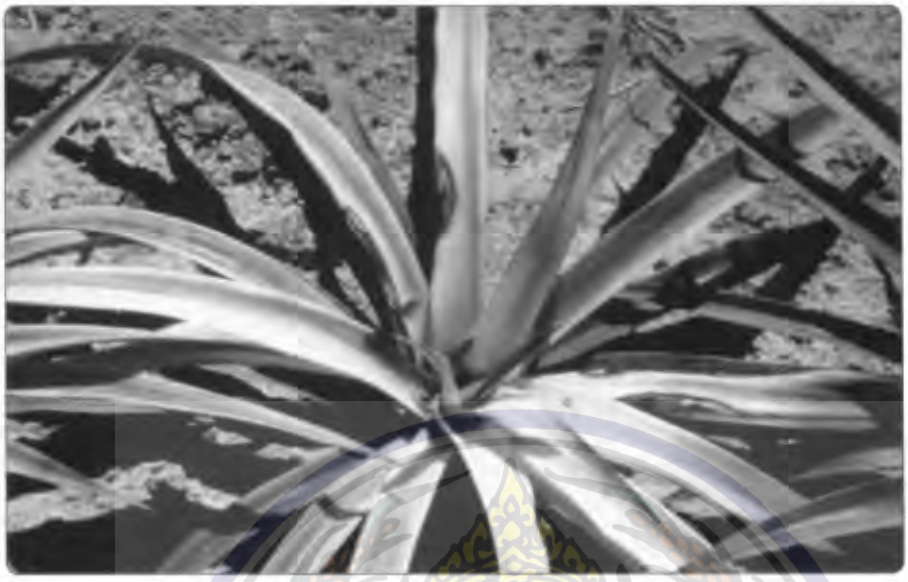
การขาด Fe ของเผือกจะพบในใบอ่อนก่อน พื้นที่ระหว่างเส้นใบจะมีสีเหลืองโดยที่เส้นใบยังคงมีสีเขียว ใบอาจหนา เล็ก และหยาบกระด้าง ถ้าอาการรุนแรงพื้นที่ระหว่างเส้นใบจะเป็นสีเหลืองซีดหรือสีขาวซีดทั้งใบ มักจะพบบ่อยครั้งเมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำ calcareous หรือดิน alkaline



4.7.11 เยอบีร่า (Gerbera)

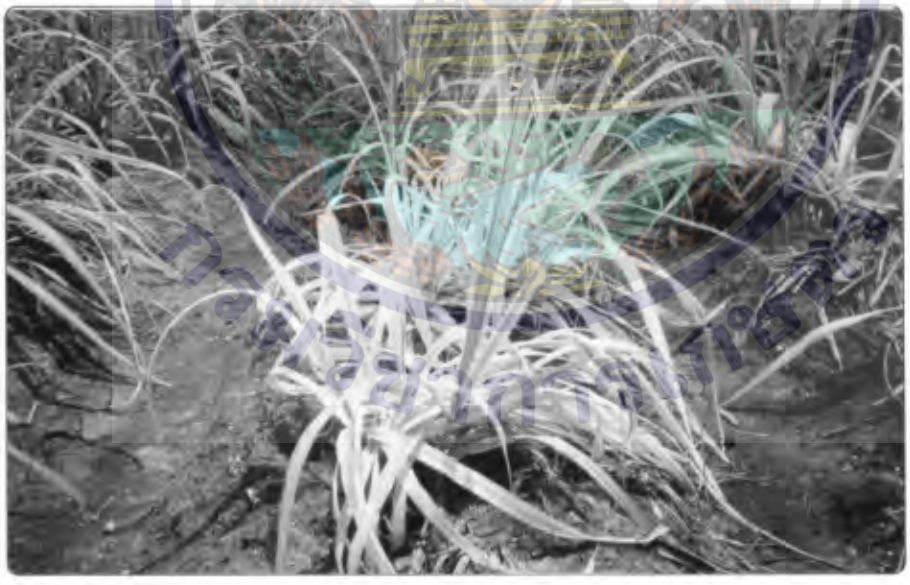
การขาด Fe ของเยอบีร่าจะมีอาการคล้ายกับการขาด Fe ของเผือก

Fe-deficiency



4.7.12 สับปะรด (Pineapple)

สับปะรดที่ขาด Fe ใบอ่อนจะมีสีเหลืองซีด โดยปลายใบยังคงเป็นสีเขียว ถ้าอาการรุนแรงอาจมีสีเหลืองซีดทั้งใบ โดยมีแถบสีแดงตามความยาวของใบ แต่บริเวณขอบใบเป็นสีเหลือง



4.7.13 อ้อย (Sugarcane)

อ้อยที่ขาด Fe จะเริ่มแสดงอาการที่ใบบนก่อน บริเวณระหว่างเส้นใบจะมีสีเหลืองซีด โดยปลายใบ ขอบใบ และเส้นใบยังเป็นสีเขียว แต่ถ้าอาการรุนแรงจะเป็นสีเหลืองซีดทั่วทั้งใบ ใบมีขนาดเล็ก มักจะพบเมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำหรือดินที่เป็นด่าง

Fe-deficiency

4.7.14 ส้ม (Citrus)

ส้มที่ขาด Fe จะพบใบอ่อนมีสีเหลืองซีดขณะที่เส้นกลางใบและเส้นใบที่แยกจากเส้นกลางใบมีสีเขียวอ่อน ใบอ่อนที่แสดงอาการจะยังคงมีอายุยืนยาวต่อไปจนแก่โดยที่ไม่ร่วงหล่น หากเป็นรุนแรงและเรื้อรังจะหยุดการเจริญเติบโต ปลายยอดแห้งและลุกลามลงมาตามกิ่งก้าน มักจะปรากฏเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่างหรือเป็นกลาง ดินทรายหรือดินอินทรีย์

4.7.15 มันเทศ (Sweet potato)

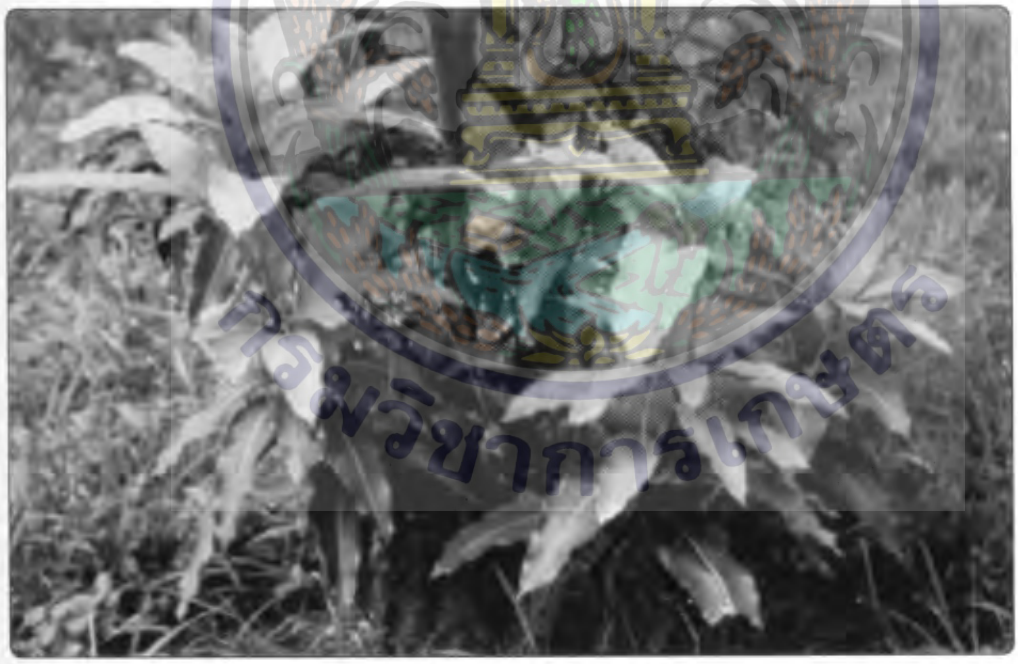
อาการจากธาตุ Fe ของมันเทศมักจะพบในใบใกล้ปลายยอด ใบจะมีสีเหลืองในขณะที่เส้นใบยังคงมีสีเขียวหรือสีเขียวอ่อน ใบจะโค้งงอปลายใบงุ้มลงเล็กน้อย หากขาดธาตุนี้รุนแรงใบจะค่อยๆ เปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อน เส้นใบจะมีสีซีด มักจะพบอาการเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่าง

Fe-deficiency

กรมวิชาการเกษตร

4.7.16 กล้วย (Banana)

กล้วยที่ขาด Fe จะเริ่มแสดงอาการที่ใบบน โดยใบจะมีสีเหลืองซีด แต่เส้นกลางใบยังคงเป็นสีเขียว ใบมีความหนา และเล็กผิดปกติ ถ้าอาการรุนแรงจะมีสีเหลืองซีดตลอดทั่วทั้งใบ มักพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่าง



4.7.17 มะม่วง (Mango)

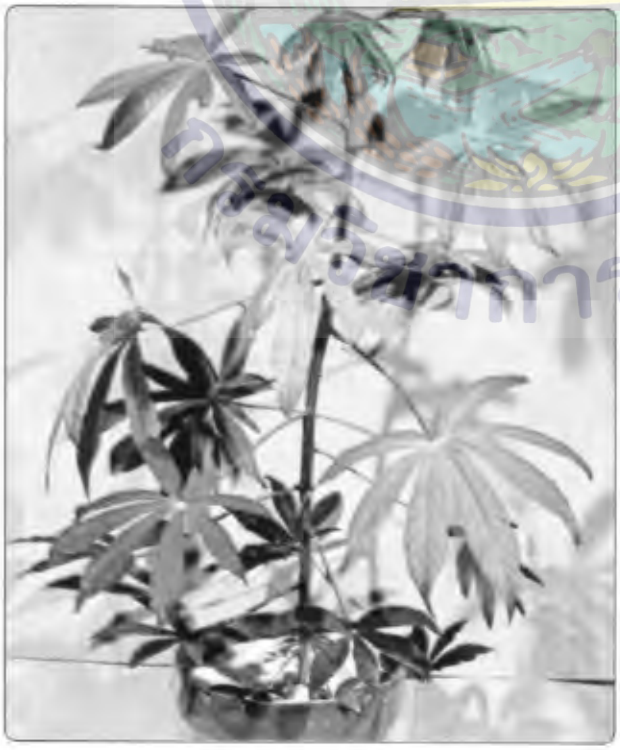
การขาด Fe ของมะม่วงจะพบในใบอ่อนก่อน พื้นที่ระหว่างเส้นใบจะมีสีเหลืองโดยที่เส้นใบยังคงมีสีเขียว ทำให้เกิดลวดลายคล้ายร่างแห ใบอาจหนา เล็ก และหยาบกระด้าง ถ้าอาการรุนแรงพื้นที่ระหว่างเส้นใบจะเป็นสีเหลืองซีดหรือสีขาวทั้งใบ มักจะพบเมื่อปลูกในดินเหนียวสีดำที่เป็นด่าง

Fe-deficiency

4.8 แมงกานีส (Mn)

4.8.1 ข้าว (Rice)

อาการขาดธาตุ Mn ของข้าวอาจพบในดินทรายที่มีการชะล้างสูง หรือดินที่เป็นด่างโดยใบอ่อนที่เริ่มเกิดใหม่จะสั้นแคบและมีสีเขียวอ่อน หรือมีอาการสูญเสียสีเขียว (chlorosis) ส่วนใบแก่จะมีสีเหลืองหรือจุดสีน้ำตาลเกิดขึ้นระหว่างเส้นใบ โดยเริ่มจากปลายใบสู่โคนใบ ถ้าขาด Mn มากเส้นใบจะกลายเป็นสีน้ำตาลและแห้งตาย ต้นข้าวแคระแกร็น แต่การแตกกอปกติ



4.8.2 มันสำปะหลัง (Cassava)

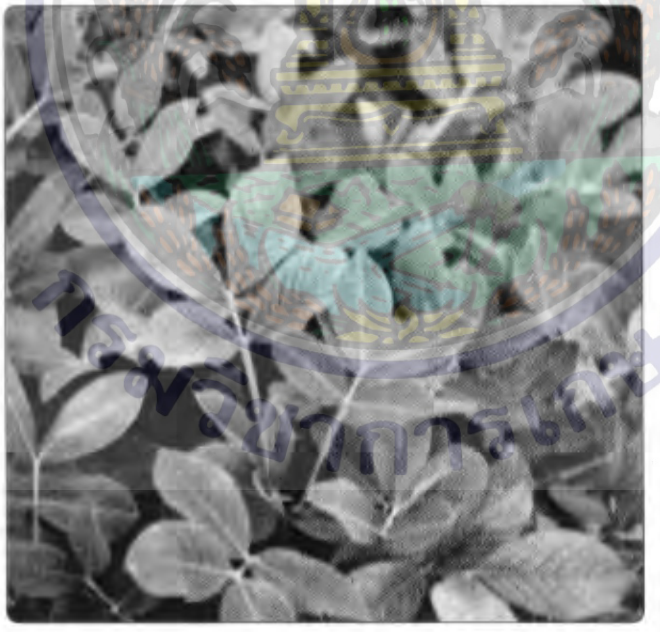
มันสำปะหลังที่ขาด Mn จะมีอาการคล้ายการขาดธาตุ Fe คือ ใบมีสีเหลืองโดยเริ่มจากขอบใบ อาจเกิดขึ้นเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่าง หรือดินอินทรีย์

Mn-deficiency

4.8.3 ถั่วลิสง (Peanut)

4.8.4 ถั่วลิสง (Peanut)

อาการขาด Mn ของถั่วลิสงมักจะพบที่ใบแก่ โดยเนื้อใบสีซีดในขณะที่เส้นใบยังคงเป็นสีเขียว (ภาพ 4.8.3) หากขาดธาตุนี้รุนแรงจะทำให้เกิดจุดตายเล็ก ๆ ขึ้นตามแนวเส้นใบ (ภาพ 4.8.4) ใบบริเวณส่วนยอดของต้นมักมีลักษณะแคระแกร็น

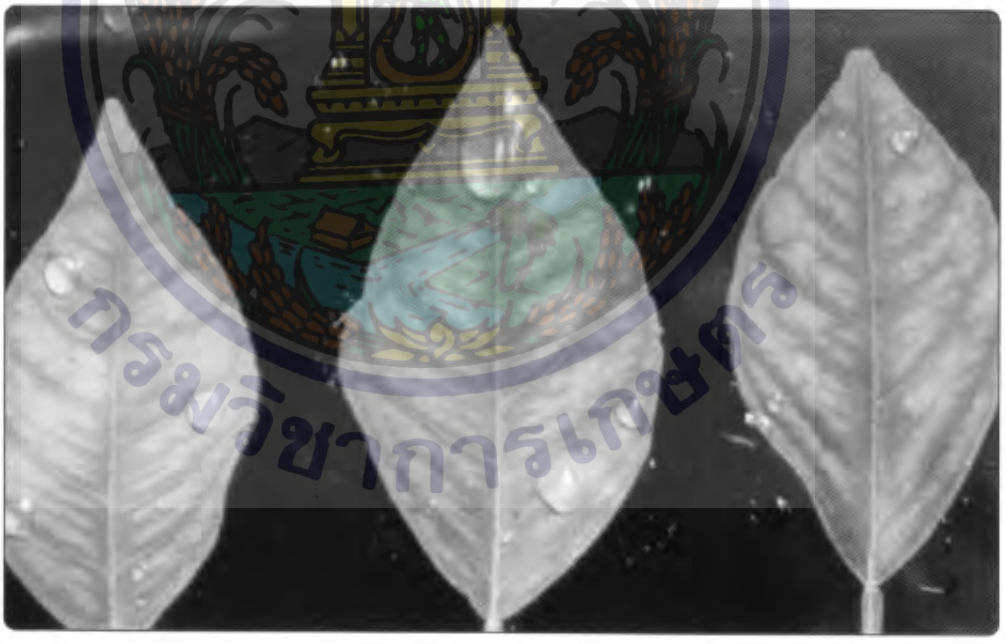


4.8.5 ถั่วลิสง (Peanut)

ถั่วลิสงที่ขาด Mn จะเกิด chlorosis ที่บริเวณระหว่างเส้นใบ โดยจะมีอาการคล้ายกับอาการเสียหายจากสาร Triazine หรือ Urea herbicide เพียงแต่ผลกระทบของสารกำจัดวัชพืชจะแสดงอาการที่ขอบใบชัดเจนมากกว่าอาการขาด Mn

Mn-deficiency

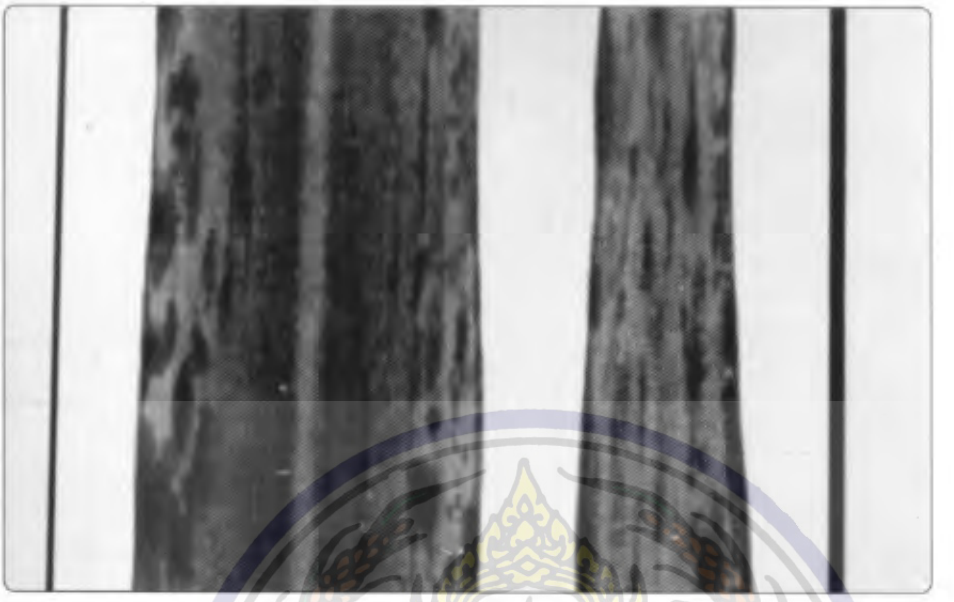
4.8.6 ส้ม (Citrus)



4.8.7 ส้ม (Tangerine)

ส้มที่ขาด Mn จะพบอาการที่ใบอ่อนโดยใบจะมีสีเขียวอ่อนเป็นจ้ำๆ กระจายทั่วไปบนพื้นใบสีเขียว ขอบใบเริ่มเหลืองแล้วค่อยลุกลามเข้าสู่กลางใบจนมีสีเหลืองกระจายไปทั่วโดยมีสีเขียวเข้มแทรกเป็นหย่อม ๆ มักจะเกิดขึ้นเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่าง และดิน calcareous ดินเนื้อหยาบซึ่งแมงกานีสถูกชะล้างได้ง่าย

Mn-deficiency



4.8.8 อ้อย (Sugacane)

อ้อยที่ขาดธาตุ Mn จะมีรอยสีน้ำตาลที่ใบ เริ่มจากบริเวณขอบใบแล้วลุกลามเข้าสู่กลางใบ

4.8.9 ยางพารา (Rubber)

อาการขาดธาตุ Mn ของยางพาราจะคล้าย ๆ กับอาการขาดธาตุ Mg ต่างกันที่ อาการขาด Mn มักจะเกิดกับใบอ่อน พื้นที่ระหว่างเส้นใบมีสีเหลืองในขณะที่เส้นใบยังคงมีสีเขียว บางครั้งอาจมีจุดขนาดเล็กในพื้นที่สีเหลืองมักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่างดินที่มีแคลเซียมคาร์บอเนตสูง หรือดินเนื้อหยาบที่มีการชะล้างมานาน

Mn-deficiency

4.9 สังกะสี (Zn)

4.9.1 ข้าว (Rice)

ต้นข้าวที่ขาด Zn จะลดการแตกกอ การเจริญเติบโตชะงัก เส้นกลางใบของใบอ่อน โดยเฉพาะที่โคนใบจะกลายเป็นสีเขียวจาง ใบล่างของต้นข้าวมีสีเหลืองโดยเริ่มมีสีเขียวจางระหว่างเส้นใบและมีแผลเป็นจุดหรือขีดสีน้ำตาลเกิดขึ้นใกล้ปลายใบกับใบส่วนล่าง ๆ ของต้น ขนาดของใบเล็กลงแต่กาบใบมีขนาดปกติ การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ ต้นข้าวแก่ช้า มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่างหรือดินที่มีน้ำขังเป็นเวลานาน อาการขาดมีแนวโน้มรุนแรงขึ้นหากมีการใส่ปุ๋ย N และ P ในอัตราสูง

4.9.2 ยางพารา (Rubber)

ยางพาราที่ขาด Zn จะพบในใบอ่อนโดยเกิดอาการสูญเสียสีเขียว (chlorosis) มีบริเวณสีเขียวซีดหรือสีเหลืองระหว่างเส้นใบ เริ่มจากปลายใบและขอบใบก่อนโดยที่เส้นใบและเส้นกลางใบยังคงมีสีเขียว ใบมีขนาดเล็ก ขอบใบอาจโค้งงอหรือบิดเบี้ยว อาจพบเมื่อปลูกในดินทราย

Zn-deficiency

4.9.3 ถั่วเหลือง (Soybean)

4.9.4 ถั่วเหลือง (Soybean)

อาการขาด Zn ของถั่วเหลือง มักจะพบในใบอ่อนหรือใบที่ 2-3 นับจากยอด โดยใบจะมีสีเหลืองส้มเป็นทาง (ภาพ 4.9.3) และมีจุดประสีม่วงแดงหรือน้ำตาลระหว่างเส้นใบ ขอบใบและเส้นกลางใบยังคงมีสีเขียว (ภาพ 4.9.4) มักจะพบเมื่อปลูกในดินเหนียวที่เป็นด่างหรือดินทรายที่มีอินทรียวัตถุต่ำ

Zn-deficiency

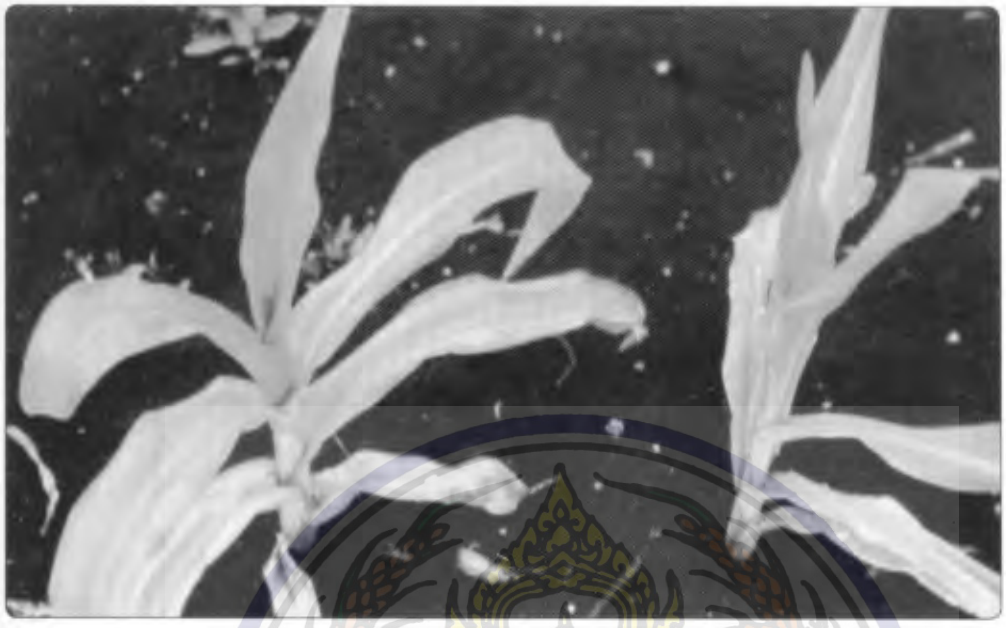
กรมวิชาการเกษตร

4.9.5 ถั่วลิสง (Peanut)

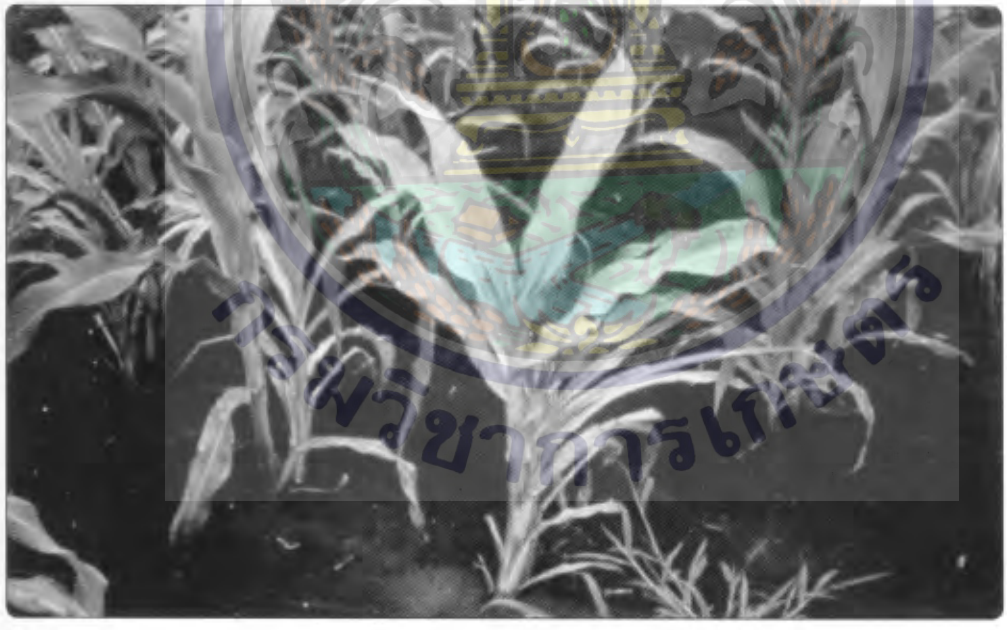
4.9.6 ถั่วลิสง (Peanut)

อาการขาด Zn ของถั่วลิสง มักจะพบในส่วนบนของลำต้น เกิดอาการสีม่วงแดงของลำต้น ก้านใบ และเส้นกลางใบ (ภาพ 4.9.5) ใบอาจเปลี่ยนเป็นสีเหลืองส้ม หากเป็นรุนแรงขอบใบจะไหม้เป็นแถบคล้ายอาการขาด K (ภาพ 4.9.6) แต่อาการจะเริ่มจากใบที่เกิดจากตอนกลางของลำต้นแทนที่จะเป็นใบส่วนล่าง พบเมื่อปลูกในดินทราย หรือดินร่วนปนทรายที่มีการชะล้างสูง มีอินทรียวัตถุต่ำ

Zn-deficiency



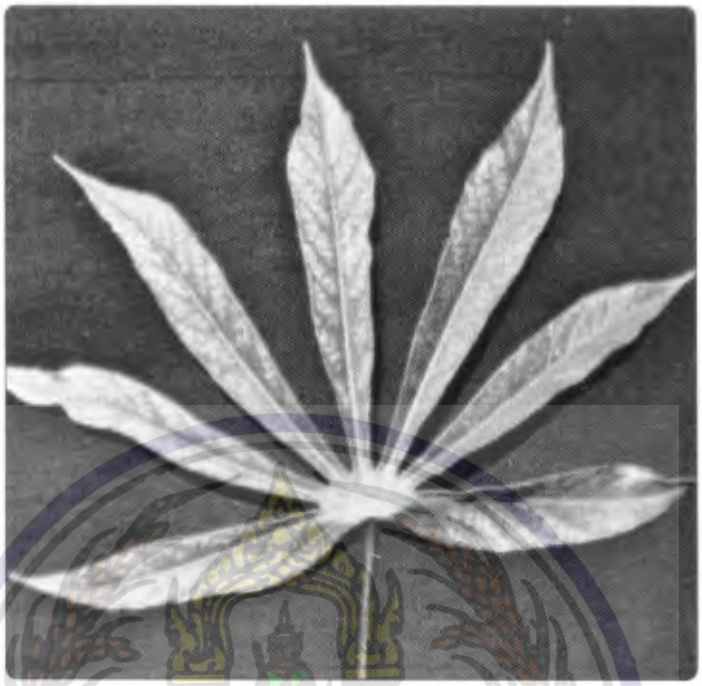
4.9.7 ข้าวโพด (Corn)



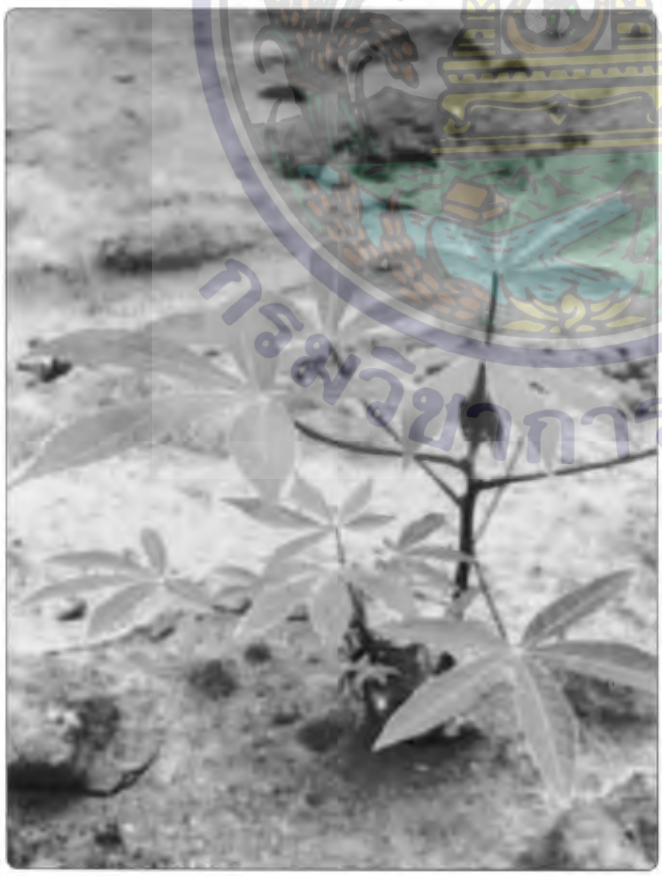
4.9.8 ข้าวโพด (Corn)

ข้าวโพดที่ขาดธาตุ Zn ต้นจะเตี้ย ข้อสั้น ใบจะเหลืองโดยเกิดที่ใบล่างก่อน พบทางสีเขียวจางบนใบ ปลายใบจะไหม้ บิดเบี้ยวเมื่อมีการขาดรุนแรง มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นกลางถึงเป็นด่าง (calcareous soil) หรือดินร่วนทรายที่มีอินทรียวัตถุต่ำ หรือดินที่มีการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตสูง

Zn-deficiency



4.9.9 มันสำปะหลัง (Cassava)



4.9.10 มันสำปะหลัง (Cassava)

มันสำปะหลังที่ขาด Zn จะพบจุดหรือแถบสีขาวหรือเหลืองที่ใบอ่อนหรือใบบนใบอาจย่นหรือมีรูปร่างเปลี่ยนไป (ภาพ 4.9.9) อาจพบจุดที่เป็นเซลล์ตายในใบล่าง (ภาพ 4.9.10) มักจะพบเมื่อปลูกในดินร่วนทรายที่เป็นกรดจัดและมีการใส่ปูนสูง หรือดินที่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟตอัตราสูงติดต่อกันนานๆ

Zn-deficiency

4.9.11 ส้ม (Tangerine)

4.9.12 ส้ม (Tangerine)

ใบส้มที่ขาด Zn จะเกิดอาการสูญเสียสีเขียว (chlorosis) โดยพื้นที่ระหว่างเส้นใบจะเปลี่ยนไปเป็นสีเขียวซีดหรือสีเหลืองคล้ายอาการขาดธาตุ Fe แต่อาการขาดธาตุ Zn ใบจะมีขนาดเล็กผิดปกติ หรือที่เรียกกันว่าเป็นโรคใบแก้ว ถ้าขาด Zn นานๆ ใบจะร่วง กิ่งจะแห้งลามจากปลายใบสู่โคนใบ ผลมีขนาดเล็กผิดปกติ เปลือกจะมีสีซีด มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่าง (มีค่า pH สูง) และในดินที่มีการใช้ปุ๋ยฟอสเฟตสูง

Zn-deficiency

4.10 โบรอน (B)

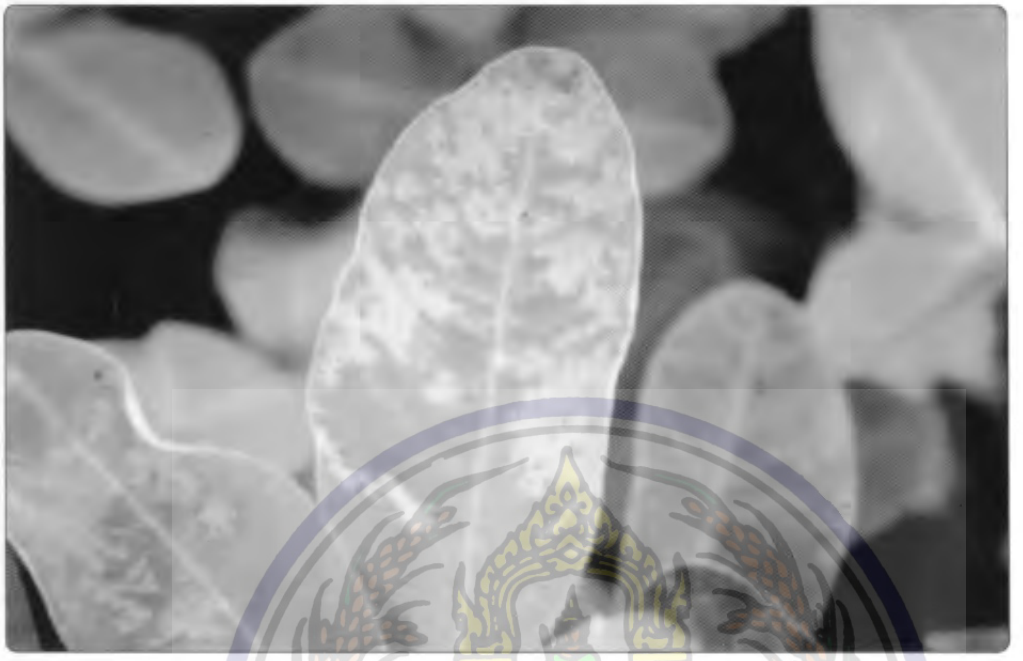
4.10.1 ถั่วเหลือง (Soybean)

4.10.2 ถั่วเหลือง (Soybean)

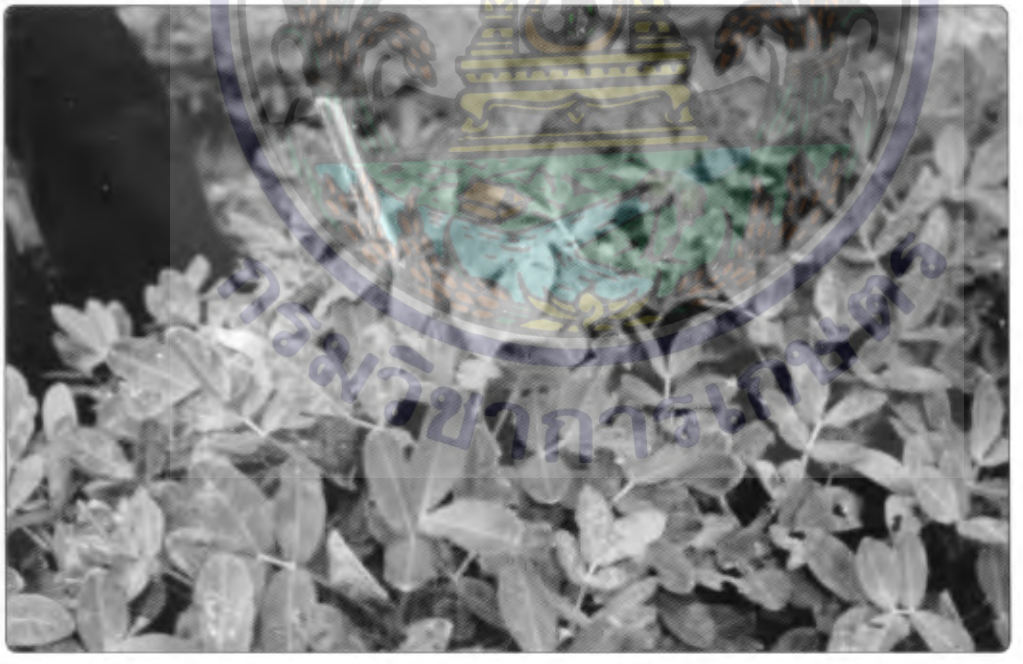
ถั่วเหลืองที่ขาด B จะพบในใบอ่อนหรือปลายใบ โดยจะมีสีเหลืองคล้ำ หนา ม้วนหรือย่น อาจบิดเบี้ยวและเปราะ (ภาพที่ 4.10.1) และอาจพบการตายของยอดอ่อน หรือยอดอ่อนหยุดการเจริญเติบโตหรือเจริญเติบโตไม่ปกติ ข้อจะสั้น การออกดอกไม่ปกติ การพัฒนาของดอกช้า การผสมเกสรไม่ค่อยติด เมื่อเก็บเกี่ยว อาจพบเมล็ดถั่วที่ไม่กลมตามปกติ มีรอยบุ๋ม (ภาพที่ 4.10.2 A) เมื่อผ่าดูจะพบเนื้อภายในไม่เรียบหรือไม่เต็ม (ภาพที่ 4.10.2 B) มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นทรายหรือดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ หรือมีการใส่ปูนมากเกินไป

B-deficiency

กรมวิชาการเกษตร



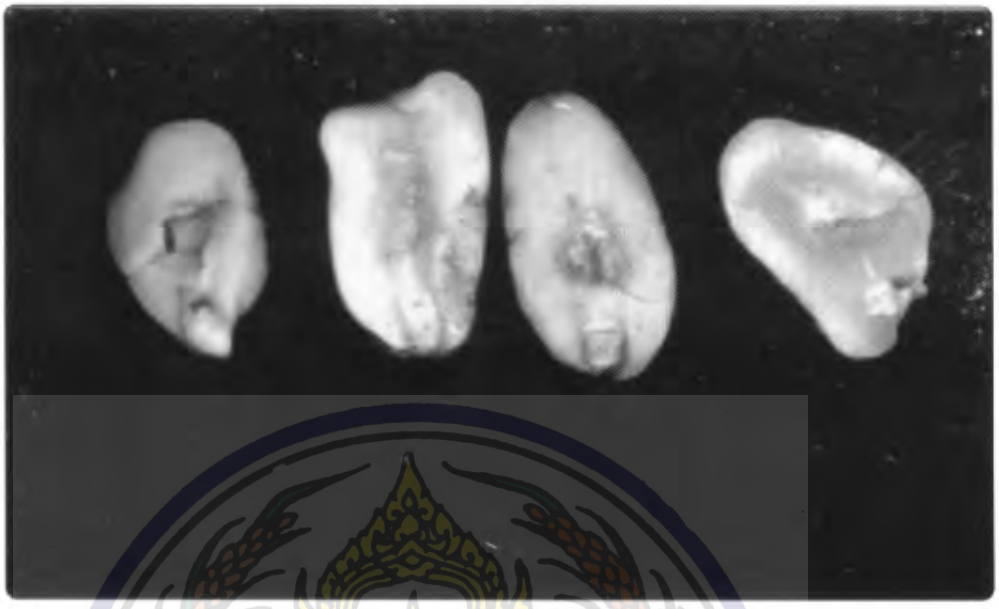
4.10.3 ถั่วลิสง (Peanut)



4.10.4 ถั่วลิสง (Peanut)

อาการขาด B ในถั่วลิสงจะพบใบอ่อนค่อนข้างหนา ม้วน ย่น ช้ำ มีลักษณะโปร่งแสง คล้ายถูกน้ำร้อนลวก ใบสูญเสียคลอโรฟิลล์ (ภาพ 4.10.3, 4.10.4) การออกดอกช้าและมีจำนวนน้อย เมล็ดมีน้ำหนักน้อย

B-deficiency

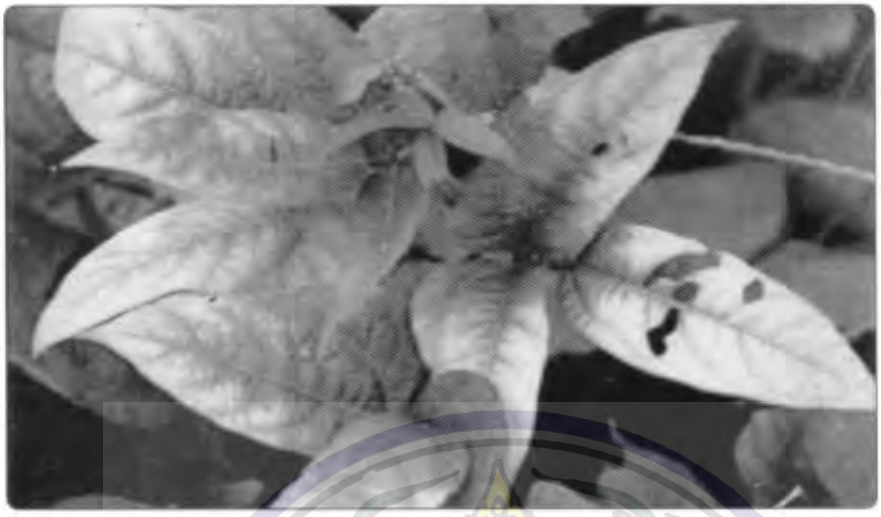


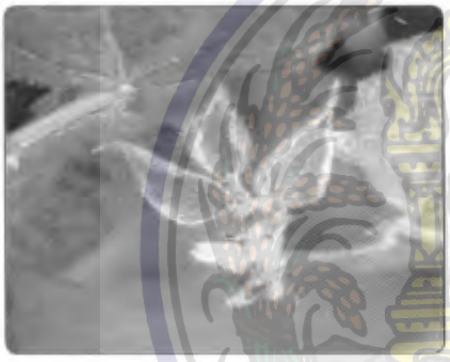
4.10.5 ถั่วลิสง (Peanut)

4.10.6 ถั่วลิสง (Peanut)

เมล็ดถั่วลิสงที่ขาด B เมื่อผ่าเมล็ดดูจะมีเนื้อไม่เต็ม มีรอยบุ๋ม ย่น สีคล้ำ (ภาพ 4.10.5) หากขาดธาตุนี้รุนแรงเนื้อเยื่อภายในจะหายไป มีลักษณะเนื้อในกลวง (hollow heart) (ภาพ 4.10.6) ทำให้เมล็ดมีน้ำหนักน้อย เมล็ดจะมีความงอกต่ำ หากใช้เป็นเมล็ดพันธุ์จะได้ต้นกล้าที่บิดเบี้ยว เติบโตช้า มักจะพบเมื่อปลูกในดินร่วนทรายเนื้อหยาบ ดินที่มีเนื้อดินเหนียวและอินทรียวัตถุต่ำ ดินที่มีการใช้ปูนสูง (overliming) หรือดินที่มีการใช้ปุ๋ยเคมี (NPK) อัตราสูง

B-deficiency





4.10.7 ถั่วเขียวผิวดำ (Black gram)

4.10.8 ถั่วเขียวผิวดำ (Black gram)

4.10.9 ถั่วเขียวผิวดำ (Black gram)

ถั่วเขียวผิวดำที่ขาด B จะพบในใบอ่อนที่เริ่มคลี่ ใบจะคลี่ไม่เต็มที่ มีสีเขียวจางและขอบใบม้วนเข้าหากัน (ภาพ 4.10.8) ในใบอ่อนที่เจริญเต็มที่พบพื้นที่ระหว่างเส้นใบ (intervein) มีสีเหลือง (ภาพ 4.10.7) ส่วนใบแก่จะมีสีเขียวเข้มกว่าปกติ และอาจมีอาการไหม้เป็นแถบสีน้ำตาลบริเวณปลายใบและขอบใบด้านบน (ภาพ 4.10.9) ถ้าอาการรุนแรงมาก ส่วนยอดจะตาย ต้นแคระแกร็น เป็นพุ่ม มีสีเขียวเข้ม

B-deficiency

4.10.10 ฝ้าย (Cotton)

ฝ้ายที่ขาด B จะพบแถบสีซีดเป็นวงรอบก้านใบ ใบมีรูปร่างเปลี่ยนไปและมีขนาดย่อมลง ช่วงข้อจะสั้นโดยเฉพาะส่วนยอด ส่วนยอดอาจตายและเกิดยอดใหม่มากผิดปกติ ลำต้นอาจมีรอยแตก สมออาจมีสีคล้ำ หรือมีรอยคล้ายถูกน้ำร้อนลวก

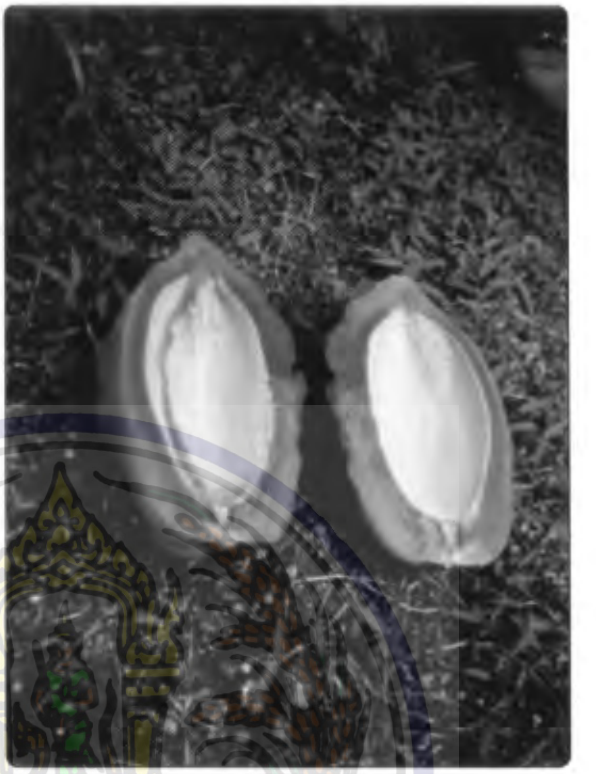
4.10.11 มะม่วง (Mango)

มะม่วงที่ขาด B จะพบที่ส่วนยอดมีการเจริญเติบโตไม่ปกติ ใบที่เกิดใหม่จะเล็ก บิดเบี้ยวหลุดร่วงง่าย

B-deficiency

กรมวิชาการเกษตร

4.10.12 มะละกอ (Papaya)



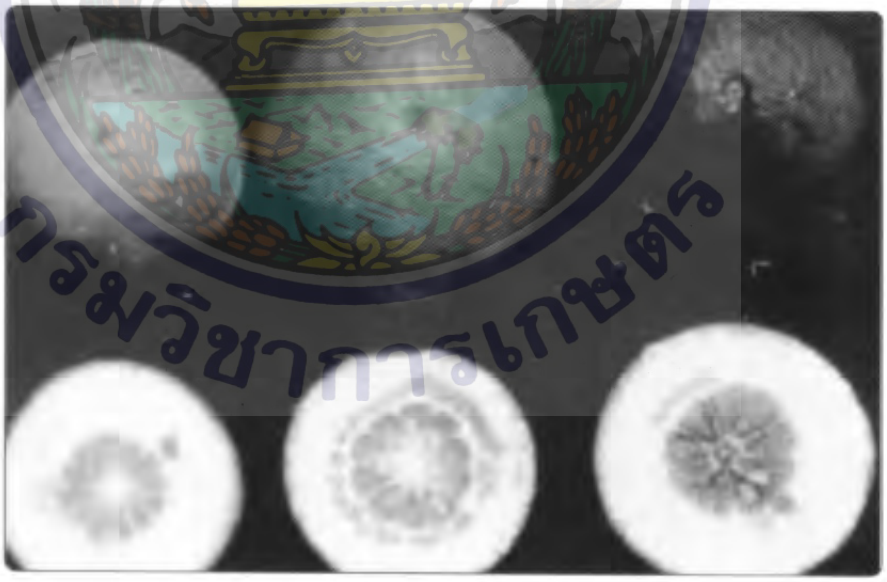
4.10.13 มะละกอ (Papaya)

มะละกอที่ขาด B อาจเจริญเติบโตตามปกติ แต่จะมีผลที่มีลักษณะผิวไม่เรียบ พบอาการปุ่มปมตามผิวของผล (ภาพ 4.10.12) เมื่อสุกแก่หากผ่าดูจะไม่พบเมล็ดภายใน (ภาพ 4.10.13) มักจะเกิดขึ้นเมื่อปลูกในดินร่วนปนทรายที่เป็นกรด ดินที่มีอินทรียวัตถุต่ำ

กรมวิชาการเกษตร

4.10.14 ลำไย (Longan)

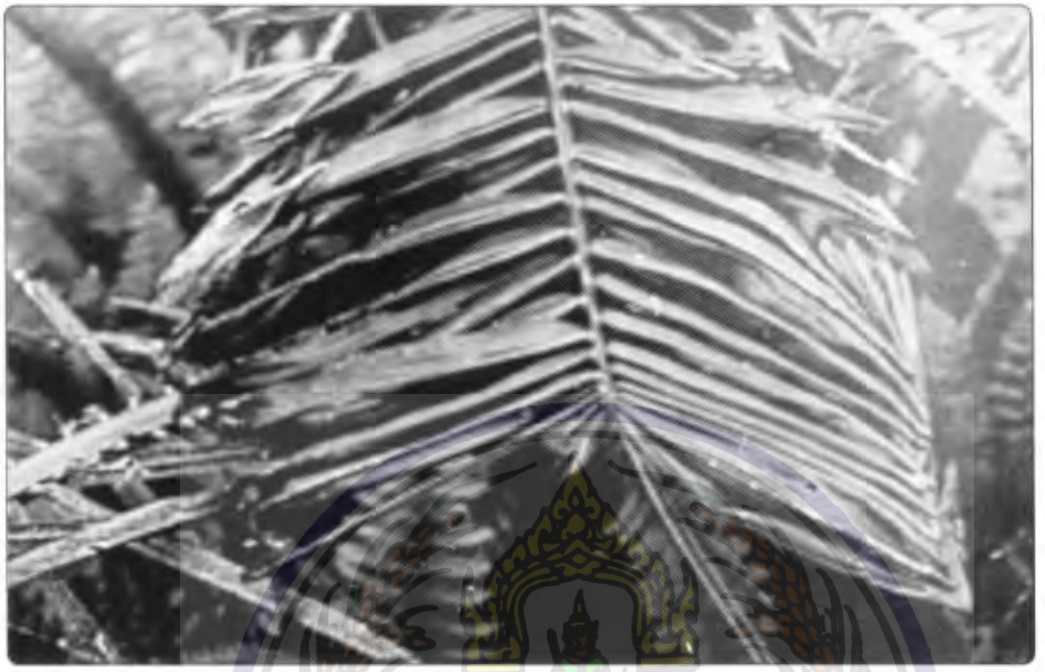
ลำไยที่ขาด B จะพบในใบอ่อน ใบจะมีสีทองแดง หนา หงิกงอหรือโค้ง ตาอ่อนจะมีสีน้ำตาลช้ำ หนาผิดปกติ หลุดร่วงง่าย ทำให้พืชแตกตาหรือยอดอ่อนบ่อยครั้ง อาจเกิดจากการปลูกในดินที่เป็นด่างหรือมีการใช้ปูนหรือปุ๋ยเคมีมากเกินไป หรือดินเนื้อหยาบที่มีอินทรียวัตถุต่ำ



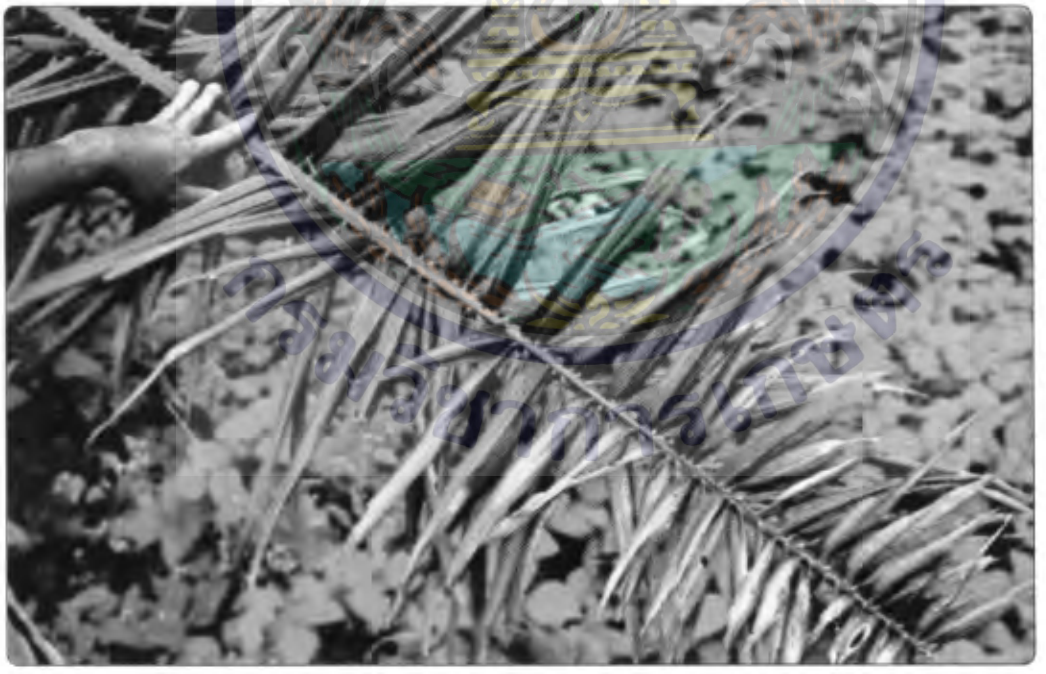
4.10.15 ส้มโอ (Pomelo)

ส้มโอที่ขาด B รุนแรงจะแสดงอาการที่ผลอย่างเด่นชัด คือ ความหนาของเปลือกผลจะไม่เท่ากันและบิดเบี้ยว ดอกมีมากแต่ติดผลน้อยเนื่องจากผลอ่อนร่วงเป็นส่วนมาก มักจะพบเมื่อปลูกในดินที่เป็นด่างหรือมีการใช้ปูนมากเกินไป ดินเนื้อหยาบและมีอินทรียวัตถุต่ำหรือดินที่ผ่านการชะล้างมานาน

B-deficiency



4.10.16 ปาล์มน้ำมัน (Oil palm)



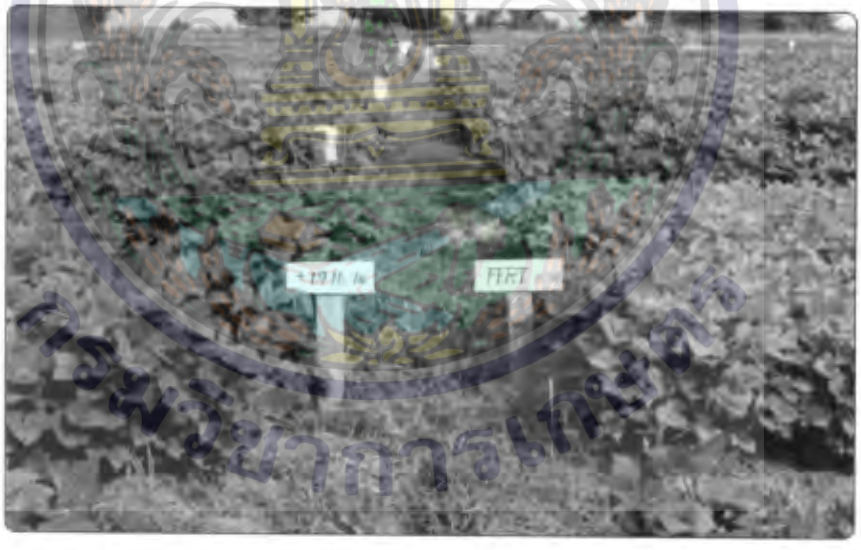
4.10.17 ปาล์มน้ำมัน (Oil palm)

อาการขาด B ของปาล์มน้ำมันจะพบเส้นกลางใบกลายเป็นสีขาว (white strip) ใบย่อยจะแข็ง สั้น โดยเริ่มจากปลายของทางใบก่อน (ภาพ 4.10.17) ปลายใบย่อยอาจม้วนและใบไม่คลี่ออกจากกัน (hooked leaf) (ภาพ 4.10.16)

B-deficiency

4.11 โมลิบดีนัม (Mo)

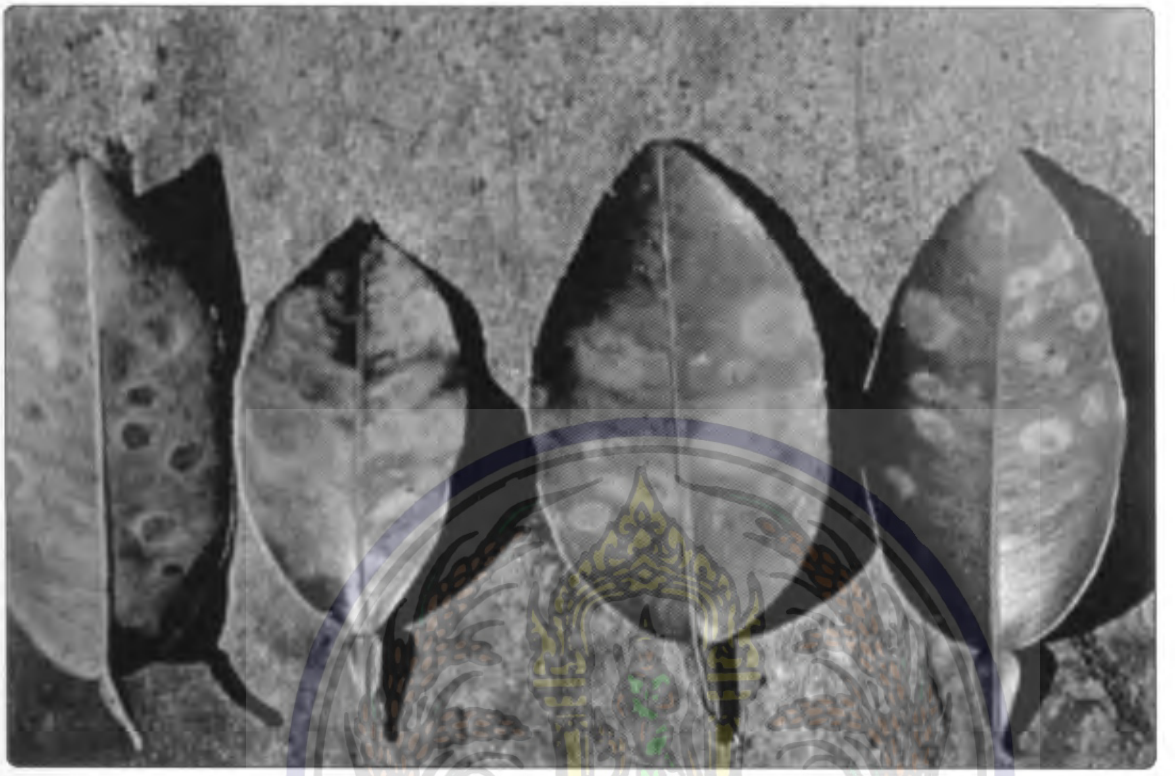
4.11.1 ถั่วเขียวผิวดำ (Black gram)



4.11.2 ถั่วเขียวผิวดำ (Black gram)

ถั่วเขียวผิวดำที่ขาด Mo จะพบใบสีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวเหลือง ต้นเตี้ย แตกกิ่งก้านช้า (ซ้ายมือของภาพ 4.11.1) มักจะพบที่ใบอ่อนก่อน (คล้ายขาด Fe) ต้นถั่วอาจมีปม แต่ปมถั่วไม่พัฒนาและตรึง N ให้เกิดประโยชน์อย่างเพียงพอแก่ต้นถั่วได้ ทำให้ดูคล้ายขาด N ผลิตเมล็ดได้ต่ำ มักจะพบเมื่อปลูกในดินกรดจัด แก้ไขโดยลดความเป็นกรดจัดของดินด้วยการใส่ปูน หรือใส่ปุ๋ยเคมีที่มี Mo ร่วมด้วย (ซ้ายมือของภาพ 4.11.2)

Mo-deficiency



4.11.3 **ส้ม (Citrus)**

ส้มที่ขาด Mo จะพบในใบที่โตเต็มที่ โดยใบมีจุดหรือวงสีเหลืองประปราย หลังจากนั้นจะมียางเหนียวปรากฏในบริเวณดังกล่าว จุดสีเหลืองจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลแดง เกิดรอยนูนบริเวณใต้ใบ หลังจากนั้นใบจะค่อย ๆ ร่วงหล่น ต้นส้มจะเหลือใบน้อยและเป็นใบบางที่ไม่สมบูรณ์ สาเหตุเกิดจากการปลูกในดินที่เป็นกรด ดินที่มีเกลือซัลเฟตสูงเกินไป หรือจากการใช้ปุ๋ยเคมีที่มีผลตกค้างเป็นกรด

กรมวิชาการเกษตร

Mo-deficiency

4.12 ทองแดง (Cu)

4.12.1 ข้าว (Rice)

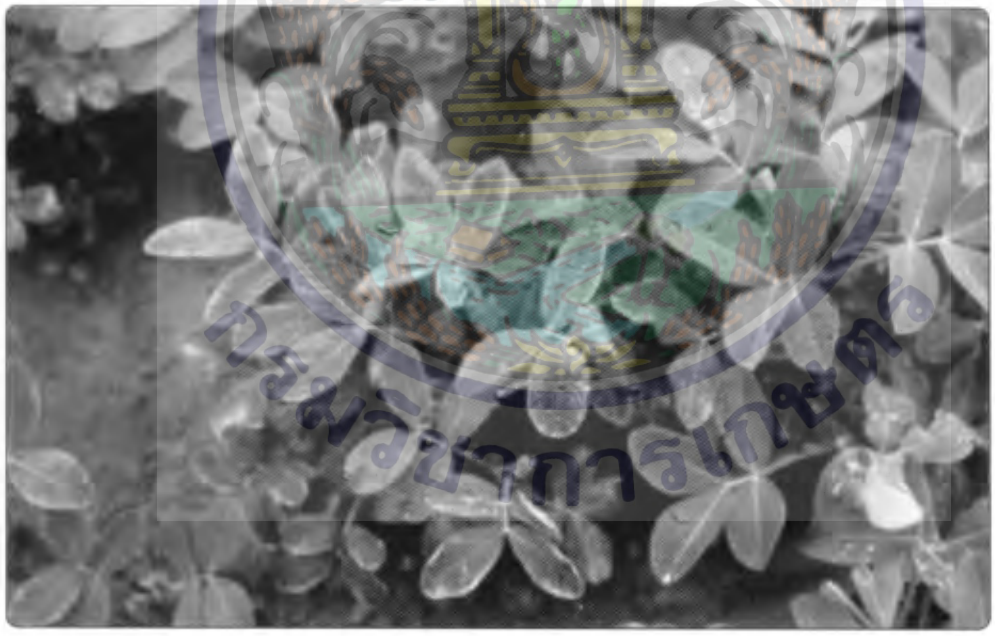
4.12.2 ข้าว (Rice)

ต้นข้าวที่ขาด Cu มีการแตกกอน้อย (ภาพ 4.12.1) ใบจะมีสีขาวแกมน้ำเงิน ปลายใบมีสีขาวและลุกลามลงล่างทั้งสองข้างของเส้นกลางใบ (ภาพ 4.12.2) เมื่อขาดธาตุนี้มากปลายใบจะมีจุดแห้งสีน้ำตาลเข้ม ใบที่เกิดใหม่จะม้วน ไม่ค่อยคลาย มีลักษณะเรียวเหมือนเข็ม บางครั้งจะพบอาการนี้เพียงครึ่งใบเท่านั้น ส่วนอีกครึ่งใบยังคงเจริญเติบโตตามปกติ

วิทยาการเกษตร

Cu-deficiency

4.12.3 ถั่วลิสง (Peanut)



4.12.4 ถั่วลิสง (Peanut)

อาการขาด Cu ของถั่วลิสงจะพบขอบใบอ่อนมีสีเหลืองหรือซีด (ภาพ 4.12.4) ใบจะม้วนแห้ง และเหี่ยว คล้ายอาการขาดน้ำโดยที่ใบยังคงเขียวปกติ (ภาพ 4.12.3) ใบมีขนาดเล็ก การแตกกอ ติดฝักหรือเมล็ดช้าและไม่แน่นอน อาจพบในดินทราย ดินร่วนปนทราย ดินที่เป็นกรดจัดและดินเนื้อหยาบที่มีการชะล้างสูง หรือดินที่มีอินทรียวัตถุสูง เช่น ดินพรุ

Cu-deficiency

4.12.5 ส้ม (Citrus)

ส้มที่ขาด Cu อาการระยะแรกใบจะโตขึ้นผิดปกติและมีสีเขียวเข้มต่อมาปลายยอดเริ่มแห้งตาย เกิดตาใหม่ ๆ เป็นกลุ่มตามบริเวณกิ่งที่ยังคงสีเขียวอยู่ซึ่งเป็นจุดกำเนิดของกิ่งย่อย ยอดอ่อนที่แตกใหม่จะมีใบเล็กและเรียวยาว

กรมวิชาการเกษตร

4.12.6 มันเทศ (Sweet potato)

มันเทศที่ขาดธาตุ Cu จะพบอาการที่ใบอ่อน โดยใบจะมีขนาดเล็กกว่าปกติ ขอบใบจะโค้งงอขึ้นเล็กน้อย ปลายใบจะมีสีเหลืองซีด หากขาดธาตุนี้รุนแรงใบที่อ่อนที่สุดจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลไหม้ และแห้งตายในที่สุด

Cu-deficiency

5. หลักเกณฑ์ในการพิจารณาการขาดธาตุอาหารของพืช

มีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อการขาดธาตุอาหารของพืช อาการผิดปกติเนื่องมาจากธาตุอาหารอาจเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น ชนิดและลักษณะของดิน หมายถึงสมบัติของดินทั้งทางเคมี กายภาพ และชีวภาพ สภาพภูมิอากาศ เช่น สภาวะของความชื้นหรือน้ำในดิน แสง อุณหภูมิ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องไปถึงลักษณะเฉพาะของแต่ละธาตุในการเคลื่อนย้ายในพืช ความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช ตลอดจนการตอบสนองต่อการใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารของพืช ซึ่งแต่ละหัวข้อกล่าวโดยสังเขปได้ดังนี้

5.1 สมบัติของดิน

5.1.1 **ปฏิกิริยาของดิน (soil pH)** หรือความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เป็นตัวบ่งชี้ประการหนึ่งถึงสภาวะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน ทั้งในรูปของแร่ธาตุที่มีอยู่เดิมในดิน หรือในรูปของปุ๋ยที่ใส่ นอกจากนี้ปฏิกิริยาของดินยังมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและกิจกรรมของจุลินทรีย์ดินซึ่งมีผลในทางอ้อมต่อสถานะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารต่อพืช

ดินที่เป็นกรดจัด (pH ต่ำกว่า 5.0) ธาตุอาหารพืชพวกฟอสฟอรัส (P) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และ โมลิบดีนัม (Mo) อยู่ในสภาวะที่ละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้น้อย พืชอาจแสดงอาการขาดธาตุดังกล่าวได้ ในสภาพความเป็นกรดจัดดังกล่าวมักจะมีแร่ธาตุพวก อะลูมินัม (Al) เหล็ก (Fe) หรือแมงกานีส (Mn) ละลายออกมามากจนเป็นพิษต่อพืช ทั้งนี้ความรุนแรงจะขึ้นกับความรุนแรงของความเป็นกรด ชนิดของดิน และสภาพภูมิอากาศ บางครั้งอาการผิดปกติของพืชเนื่องจากความเป็นพิษจากแร่ธาตุหรือเนื่องจากการขาดธาตุอาหารมีลักษณะคล้ายกันสำหรับพืชบางชนิด การวิเคราะห์ดินควบคู่กับการวิเคราะห์พืชจะช่วยยืนยันความถูกต้องในสาเหตุที่เกิดขึ้นได้มาก

ดินที่เป็นด่าง (soil pH สูงกว่า 7.0) ธาตุอาหารพืชบางตัว เช่น เหล็ก (Fe) สังกะสี (Zn) แมงกานีส (Mn) ละลายเป็นประโยชน์ต่อพืชได้น้อยลง อาการขาดธาตุอาหารพืชเหล่านี้จะแสดงออกต่อพืชมากน้อยเพียงไรขึ้นกับความรุนแรงของความเป็นด่างของดิน ชนิดและปริมาณแร่ธาตุในดิน สภาพภูมิอากาศ และชนิดของพืชที่ปลูก พืชแต่ละชนิดมีความอ่อนไหวหรือความต้านทานต่อการขาดธาตุอาหารหรือทนทาน และปรับตัวในสภาพที่มีธาตุอาหารพืชต่ำได้ไม่เท่ากัน

5.1.2 **อินทรียวัตถุในดิน (soil organic matter)** ชนิดและปริมาณอินทรียวัตถุในดินมีอิทธิพลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช อินทรียวัตถุในดินนอกจากเป็นแหล่งสำรองธาตุอาหารพืชหลายชนิดแล้วยังทำให้สมบัติของดินทางเคมี กายภาพ และชีวภาพดีขึ้น เป็นตัวบ่งชี้ถึงประสิทธิภาพและคุณภาพของดิน ทำให้ดินมีความสามารถในการดูดซับ หรือปลดปล่อยธาตุอาหารพืชหรือน้ำได้ดี ช่วยชะลอ

หรือต้านทานการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วของดิน ช่วยลดพิษจากแร่ธาตุบางชนิด เช่น อะลูมินัม (Al), เหล็ก (Fe), แมงกานีส (Mn) ในดินกรด ช่วยสรรหาหรือควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารบางชนิด เช่น ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) กำมะถัน (S) ช่วยทำให้กิจกรรมของจุลินทรีย์ดินดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ซึ่งล้วนมีผลต่อการเจริญเติบโตอย่างปกติของพืช

5.1.3 **ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (CEC)** ดินที่มีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารประจุบวกได้มากจะเป็นดินที่มีค่า CEC สูง คือ มีความสามารถในการปลดปล่อยธาตุอาหารได้มาก และยาวนานกว่าดินที่มีค่า CEC ต่ำกว่า ค่าของ CEC (cation exchange capacity, meq/100 gm) จะขึ้นกับปริมาณอินทรียวัตถุในดิน ปริมาณและชนิดของแร่ดินเหนียว ค่าของ CEC จึงช่วยในการพิจารณาสภาวะความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชได้ ดินที่มีค่า CEC สูง มักจะพบในดินเหนียว หรือดินร่วนเหนียว จึงมีความอุดมสมบูรณ์และมีศักยภาพในการผลิตพืชได้มากกว่าดินที่มีค่า CEC ต่ำกว่า เช่น พวกดินทราย หรือดินร่วนปนทราย

การปลูกพืชในดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวจึงไม่ค่อยพบอาการขาดธาตุโพแทสเซียม (K) หรือแมกนีเซียม (Mg) เนื่องจากดินพวกนี้มีค่า CEC สูง ดูดซับธาตุเหล่านี้ไว้ได้มาก พืชได้ใช้ประโยชน์นาน ในขณะที่พืชที่ปลูกในดินทราย หรือดินร่วนทรายมักจะพบอาการขาดธาตุทั้งสองบ่อยครั้ง เนื่องจากดินดังกล่าวมีค่า CEC ต่ำ มีการชะล้างสูงกว่า ความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารพืชจึงลดลงเร็ว ต้องแก้ไขโดยการใส่เพิ่มเติมลงในดินบ่อยครั้งเพื่อรักษาสภาพการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตามปกติ

5.1.4 **ปริมาณแร่ธาตุและธาตุอาหารพืชในดิน** ชนิดและปริมาณแร่ธาตุในดิน ขึ้นกับวัตถุต้นกำเนิดดิน และสมบัติของดินทั้งด้านเคมีและกายภาพ ระดับธาตุอาหารพืชในดินเป็นข้อมูลที่บ่งบอกถึงสภาวะของความอุดมสมบูรณ์ของดินได้ทางหนึ่ง

ความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารพืชในดิน (nutrient availability) ไม่ได้ขึ้นกับปริมาณทั้งหมดของธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน หรือชนิดของแหล่งแร่ที่ปลดปล่อยธาตุอาหารพืชเท่านั้น แต่ยังขึ้นกับสมบัติของดินในการเก็บรักษาหรือปลดปล่อยธาตุอาหาร ซึ่งหมายถึงสมบัติที่เหมาะสมทั้งในทางเคมีและกายภาพ เช่น ขึ้นกับสภาวะความเป็นกรดเป็นด่างของดิน สภาวะความชื้นของดิน และสมบัติทางชีวภาพโดยเฉพาะกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน และการจัดการดินเพื่อให้ธาตุอาหารพืชเป็นประโยชน์ต่อพืชมากที่สุด จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงสมบัติของดินและการเขตกรรมต่าง ๆ ซึ่งจะต้องกระทำพร้อม ๆ กันหลายด้านอย่างเหมาะสม พืชจึงจะเจริญเติบโตตามปกติ ไม่มีอาการขาดธาตุอาหารพืชได้

5.2 อาการของพืช (symptoms)

การเกิดอาการขาดธาตุอาหารของพืช (deficiency symptoms) เป็นการบอกถึงสภาวะของธาตุอาหารที่จำเป็นของพืชในขณะนั้น การวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืชจึงเป็นการประเมินสภาวะ

และระดับของธาตุอาหารพืชในขณะนั้น ซึ่งแต่ละอาการจะเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละธาตุในแต่ละพืช โดยให้ข้อมูลดังนี้

5.2.1 **หากพบว่าพืชมีอาการรุนแรง** แสดงว่าพืชได้รับธาตุอาหารนั้นน้อยกว่าปริมาณที่พืชต้องการอย่างมาก ซึ่งอาจเป็นเพราะมีอยู่ในดินไม่เพียงพอ หรือมีปัจจัยอื่นที่ทำให้ไม่สามารถละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้

5.2.2 **หากพบว่าพืชเริ่มมีอาการผิดปกติ** แสดงว่าพืชได้รับธาตุอาหารนั้นอยู่บ้างพอสมควร แต่ยังไม่เพียงพอกับความต้องการ อาจเป็นเพราะธาตุนั้นละลาย และเป็นประโยชน์ต่อพืชต่ำ (low availability)

5.2.3 **บางครั้งการเกิดอาการผิดปกติของพืช อาจเกิดจากความไม่สมดุลระหว่างธาตุอาหารด้วยกัน** กล่าวคืออาการหรือความรุนแรงเนื่องมาจากการขาดธาตุอาหารชนิดหนึ่งเกิดมาจากการได้รับธาตุอาหารอีกชนิดหนึ่งในปริมาณที่มากหรือน้อยไปก็ได้

การพิจารณาอาการผิดปกติต่าง ๆ ของพืชว่าเกิดจากการขาดหรือได้รับธาตุมากเกินพอจนเป็นพิษว่าเกิดมาจากธาตุอะไรจึงไม่ใช่เป็นสิ่งที่กระทำได้ง่าย จำเป็นที่จะต้องทราบข้อมูลดิน โดยเฉพาะการละลายของธาตุอาหารออกมาให้พืชใช้ประโยชน์ได้(availability) และลักษณะเฉพาะ เช่น การเคลื่อนย้าย(mobility) ของธาตุแต่ละตัวในพืช และข้อมูลของชนิดพืช(cultivars) ด้วย

การที่พบว่าพืชขาดธาตุอาหารใดโดยดูจากความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชแล้วแก้ไขโดยการใส่ธาตุอาหารนั้น ไม่ได้หมายความว่าจะแก้ไขได้แล้วและจะไม่พบอาการผิดปกตินั้นอีก นั่นคือจำเป็นต้องพิจารณาถึงสภาพของดิน การปลดปล่อยและความสมดุลของธาตุอาหารด้วยกันในดินด้วย

อาการผิดปกติของพืชอันเนื่องมาจากการขาดธาตุอาหารจะแตกต่างกันในระหว่างชนิด และพันธุ์พืช (cultivars) ถึงแม้ว่าเป็นพืชชนิดเดียวกัน หรือปลูกในดินเดียวกัน ดังนั้น การวินิจฉัยอาการขาดธาตุอาหารของพืชจึงจำเป็นต้องพิจารณาชนิดหรือพันธุ์ของพืชควบคู่ไปด้วย บ่อยครั้งที่การแก้ไขการขาดธาตุอาหารพืชนอกจากโดยการพิจารณาใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารนั้นๆ แล้ว การเลือกพืชหรือใช้สายพันธุ์ที่เหมาะสมจะแก้ไขพืชที่ได้ผลผลิตต่ำเนื่องมาจากการขาดธาตุอาหารนั้นๆ ได้

5.3 รูปแบบของอาการขาดธาตุอาหารพืช

อาการขาดธาตุอาหารพืชที่แสดงออกทางใบซึ่งบ่งบอกถึงความสามารถในการเคลื่อนย้ายของแต่ละธาตุในพืช อาจแบ่งเป็นกลุ่มได้ดังนี้

5.3.1 **การเกิดอาการที่ใบล่างหรือใบแก่ก่อนแล้วค่อยลุกลามสู่ใบบน** หรือพบอาการน้อยลงในใบบนหรือใบยอด แสดงว่าธาตุนั้นมีการเคลื่อนย้ายได้ดีในพืช เช่น โพแทสเซียม (K) และแมกนีเซียม (Mg) ซึ่งจะเริ่มพบอาการเกิดที่ปลายใบก่อน แล้วตามมาที่ขอบใบ ลุกลามเข้ากลางใบ สีใบจะเริ่มเหลือง แล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลไหม้ และมีเซลล์ตาย

5.3.2 **การเกิดอาการที่ใบบนหรือใบยอดเป็นส่วนใหญ่** แสดงว่าธาตุนั้นไม่มีความสามารถในการเคลื่อนย้าย (immobile) ภายในต้นพืช คือเคลื่อนย้ายจากใบล่างหรือใบแก่สู่ใบบนไม่ได้ ธาตุเหล่านี้ได้แก่ แคลเซียม (Ca) และโบรอน (B) สำหรับบางพืช

5.3.3 **อาการผิดปกติของใบเกิดทั่วลำต้น** ทั้งใบแก่และใบอ่อน ถึงแม้ว่าใบแก่จะแสดงอาการมากกว่าก็ตาม แต่อาการไม่แสดงให้เห็นชัดเจนดังเช่นในสองกรณีแรก ธาตุเหล่านี้ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และกำมะถัน (S) ซึ่งล้วนมีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างโปรตีนในพืช

5.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืช

การวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยการขาดธาตุอาหารได้อย่างกว้างขวาง และใช้กันทั่วไป กรรมวิธีการสกัดธาตุแต่ละธาตุจะมีวิธีการเฉพาะ การวัดความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชจะต้องมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งของพืชหรือผลผลิต โดยมีสมมุติฐานว่าธาตุอาหารที่มีความเข้มข้นต่ำสุด เป็นความเข้มข้นที่มีความสัมพันธ์และจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชตามปกติ หากความเข้มข้นต่ำกว่านี้ หรือต่ำกว่ามาตรฐานจะทำให้พืชแสดงอาการผิดปกติเนื่องจากขาดธาตุอาหาร และจะมีผลกระทบต่อผลผลิต ความเข้มข้นของแร่ธาตุในพืชจึงช่วยบอกถึงอาการผิดปกติของพืชอันเนื่องมาจากธาตุนั้นๆ ได้

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในพืชเป็นค่าที่บอกถึงความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารในพืชในขณะที่เก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ อาจไม่ครอบคลุมเพียงพอถึงการทำนายผลผลิต เนื่องจากพืชจะต้องเติบโตและสร้างผลผลิตต่อไปจนถึงอายุการเก็บเกี่ยว ซึ่งก่อนที่จะถึงการเก็บเกี่ยวอาจมีปัจจัยแวดล้อมบางอย่างที่มีผลกระทบต่อผลผลิตได้

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชแต่ละธาตุจำเป็นต้องคำนึงถึงอายุพืชและตำแหน่งหรือชิ้นส่วนของพืชที่เก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์เนื่องจากความเข้มข้นของแต่ละธาตุที่วิเคราะห์ได้อาจแตกต่างกันตามอายุ ชิ้นส่วนพืช และอาการที่แสดงออก ดังนั้น การพิจารณาถึงอายุพืช ตำแหน่งหรือชิ้นส่วนพืชประกอบกับค่าความเข้มข้นของแต่ละธาตุที่สงสัยจะช่วยในการวินิจฉัยอาการผิดปกติของพืชได้

การวัดกิจกรรมของเอ็นไซม์ในชิ้นส่วนของพืชเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถระบุว่าพืชนั้นได้รับธาตุอาหารเพียงพอหรือไม่ เนื่องจากกิจกรรมของเอ็นไซม์ในพืชบางชนิดอาจมีมากหรือน้อยขึ้นกับองค์ประกอบหรือหน้าที่ของธาตุอาหารพืชในเอ็นไซม์นั้น ๆ เช่น การวัดกิจกรรมของ ascorbic acid oxidase ในพืชได้ใช้เป็นวิธีวินิจฉัยการขาดธาตุทองแดง (Cu) ในส้ม และพืชอาหารสัตว์พวก clover และยังใช้ได้กับพืชพวกถั่วเหลืองและถั่วลิสงอีกด้วย

5.5 การตอบสนองต่อการใช้ธาตุอาหารของพืช

พืชที่ขาดธาตุอาหารจะมีอาการผิดปกติซึ่งจะมากน้อยแตกต่างกันไปขึ้นกับความรุนแรงของการขาดและอาการจะหายไปตลอดจนมีการเติบโตและให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับการแก้ไขการขาดธาตุอาหารนั้น การตอบสนองต่อปุ๋ยหรือธาตุอาหารพืชที่ใส่ลงไปจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะบอกได้ว่า ณ บริเวณนั้นได้แก้ไขอาการขาดธาตุอาหารแล้ว พืชที่ขาดธาตุอาหารมากจะยิ่งตอบสนองต่อการใช้ธาตุอาหารนั้นมาก จนถึงระดับที่ตอบสนองสูงสุดหรือคงที่

อย่างไรก็ตาม การตอบสนองต่อปุ๋ยหรือธาตุอาหารของพืชไม่ได้ขึ้นกับสภาวะหรือความเข้มข้นของธาตุอาหารพืชในดินเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ยังต้องขึ้นกับปัจจัยแวดล้อมอื่น ๆ อีก การใช้ประโยชน์จากค่าวิเคราะห์ดินจึงช่วยในการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารพืชกับศักยภาพของผลผลิต (potential yields) มากกว่ากับผลผลิตจริง (actual yields)

ดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ ทำให้ระดับธาตุอาหารพืชในดินไม่เพียงพอ บางครั้งพืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารหลายชนิด (multi-nutrient deficiencies) การวินิจฉัยหรือแก้ไขจะยิ่งยากมากขึ้น จึงจำเป็นต้องทำการตรวจสอบธาตุอาหารที่เป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโตและผลผลิตพืชให้แน่ชัดว่ามีธาตุอะไรบ้าง โดยวิธีการดังนี้

5.5.1 **การใส่ธาตุอาหารที่น่าจะขาดทีละธาตุ (nutrient additional technique)** กระทำโดยการใส่ธาตุอาหารเพียงธาตุเดียวในแต่ละกรรมวิธีหรือดินที่สงสัยแล้วทำการปลูกพืชสังเกตการเจริญเติบโตบันทึกผลผลิต แล้วนำมาเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (control) ซึ่งไม่ได้ใส่ธาตุอาหารอะไรเลย อาจต้องทำหลายกรรมวิธีและหลายซ้ำ (replication) หากการใส่ธาตุใดทำให้พืชเติบโตดี อาการผิดปกติหายไปให้ผลผลิตดี และสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างชัดเจน แสดงว่าอาการผิดปกติที่พบเป็นเพราะพืชขาดธาตุนั้น หากพบว่าทุกกรรมวิธีที่ทดสอบไม่พบว่าพืชให้การเจริญเติบโต หรือผลผลิตดีกว่ากรรมวิธีควบคุม แสดงว่าการทดสอบไม่ได้ครอบคลุมธาตุอาหารอื่นที่ขาด หรือดินที่ทดสอบไม่มีปัญหาการขาดธาตุอาหาร อาการผิดปกติอาจเนื่องมาจากสาเหตุอื่นก็ได้

5.5.2 **การไม่ใส่ธาตุอาหารบางธาตุ (nutrient omission technique)** เป็นวิธีการศึกษาที่แตกต่างไปจากวิธีแรก คือ การใช้กรรมวิธีที่มีธาตุอาหารครบทุกธาตุ (complete) มาเป็นกรรมวิธีควบคุม (control) โดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารบางธาตุ (omitted) ธาตุอาหารพืชที่สงสัยว่าน่าจะขาดจะได้รับการยกเว้นโดยไม่ใส่เพียงธาตุเดียวในขณะที่ต้องใส่ธาตุอาหารอื่น ๆ ครบในปริมาณเดียวกันกับ complete และจะต้องกระทำหลายซ้ำเพื่อประเมินผลในทางสถิติได้ ผลการเปรียบเทียบหากกรรมวิธีที่ไม่ได้ใส่ธาตุอาหารชนิดใดชนิดหนึ่ง มีผลให้พืชที่ปลูกมีอาการผิดปกติ เติบโตหรือให้ผลผลิตต่ำกว่าแปลงที่ใส่ธาตุอาหารครบ ก็แสดงว่าดินขาดธาตุอาหารชนิดนั้นที่ทำให้พืชเติบโตผิดปกติหรือให้ผลผลิตต่ำ

การศึกษาวิธีนี้จำเป็นต้องพิจารณาให้รอบคอบ โดยเฉพาะเกี่ยวกับชนิดและอัตราที่เหมาะสมของธาตุอาหาร และไม่ควรคิดว่ามีธาตุใดธาตุหนึ่งอยู่ในดินเพียงพอแล้ว นอกจากมีข้อมูลว่าหากใส่ลงไปในดินจะทำให้มีปริมาณมากเกินไป จนก่อให้เกิดความไม่สมดุลในดิน

อย่างไรก็ตามพึงระลึกเสมอว่าพืชแต่ละชนิดจะแสดงอาการขาดธาตุอาหารไม่เหมือนกัน ถึงแม้ว่าเป็นพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์ ทั้ง ๆ ที่ปลูกในดินเดียวกัน เวลาเดียวกัน ก็ไม่จำเป็นว่าต้องขาดธาตุอาหารพืชชนิดเดียวกัน หรือต้องการธาตุอาหารเดียวกันในปริมาณที่เท่ากัน นั่นคือ ความอ่อนไหว (crop sensitivity) หรือความสามารถในการใช้ธาตุอาหารที่มีอยู่ในระดับต่ำในดินของพืชแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน ดังนั้น เพื่อให้การวินิจฉัยอาการขาดธาตุของพืชได้รัดกุมขึ้น จึงควรพิจารณาถึงลักษณะเฉพาะของอาการขาดของแต่ละธาตุในแต่ละสายพันธุ์พืชด้วย

5.6 สภาพของภูมิอากาศ และการเขตกรรม

สภาพของอากาศ โดยเฉพาะความเข้มของแสงและอุณหภูมิจะมีผลต่ออัตราการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารในพืช ทำให้เกิดลักษณะอาการขาดธาตุอาหารหรือความรุนแรงของการขาดธาตุอาหารมากหรือน้อยได้ เช่นหากมีความเข้มของแสงต่ำประกอบกับมีอากาศหนาวเย็น ทำให้พืชมีโอกาสขาดธาตุสังกะสี(Zn)ได้ เนื่องจากการมีร่มเงาหรือมีแสงน้อยและอากาศเย็น จะลดการเคลื่อนย้ายของ Zn จากรากสู่ส่วนบนของลำต้น มีการสังเกตว่า มักจะพบอาการขาดธาตุ Zn ในข้าวเมื่อมีอากาศเย็น และจะไม่พบอาการดังกล่าวเมื่ออากาศร้อน

อาการขาดธาตุเหล็ก (Fe) จะรุนแรงขึ้นเมื่อสภาพดินแห้ง แดดร้อนจัด และความรุนแรงของการขาด Fe จะลดลงเมื่อท้องฟ้ามีเมฆมาก มีแสงน้อยหรือมีฝนตกบ่อยครั้ง ถั่วลิสงที่ปลูกในดินที่เป็นด่างหากกระทบแล้งนาน ๆ มักจะพบอาการขาดธาตุ Fe รุนแรง มากกว่าในฤดูกาลที่ฝนตกบ่อยครั้ง

การที่ท้องฟ้ามีเมฆมากอากาศค่อนข้างเย็น มีแสงน้อยติดต่อกันนาน ๆ โดยเฉพาะในระยะสร้างเมล็ดของพืชตระกูลถั่วหากปลูกในดินที่เป็นกรดหรือกรดจัด เมล็ดอาจไม่เต็มฝัก เนื่องจากประสิทธิภาพของเอ็นไซม์ไนเตรทรีดักเตสในพืชลดลง การเคลื่อนย้ายกรดอะมิโนและโปรตีนสู่เมล็ดบกพร่อง เนื่องจากการขาดธาตุโมลิบดีนัม (Mo) และแสงที่เพียงพอ เอ็นไซม์ชนิดนี้จะทำงานอย่างมีประสิทธิภาพในสภาพที่ดินต้องมี Mo และความเข้มของแสงเพียงพอ

สภาพการเขตกรรมบางวิธีมีผลต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดิน หรือการดูดใช้ธาตุอาหารของพืช ดินที่มีความแน่นทึบสูง พืชอาจขาดสังกะสี (Zn) ได้ ดินที่มีน้ำแช่ขังนาน ๆ มีแสงน้อย และอุณหภูมิต่ำ พืชตระกูลถั่วอาจขาดธาตุแมงกานีส (Mn) ได้ ดินที่ค่อนข้างเป็นทราย แห้งแล้งและมีแสงจัด พืชตระกูลถั่วอาจแสดงอาการขาดธาตุโบรอน (B) ได้ ดินที่เป็นจอมปลวก พืชหลายชนิดที่ปลูกในดินดังกล่าว เช่น ถั่วลิสง อ้อย มันสำปะหลัง สับปะรด จะแสดงอาการขาดธาตุเหล็ก (Fe) และ

สังกะสี (Zn) ได้ การใส่ปูน (liming) มากเกินไปเพื่อลดความเป็นกรดของดินอาจทำให้พืชแสดงอาการขาดธาตุโพแทสเซียม (K) และเหล็ก (Fe) ได้

การใส่ธาตุอาหารพืชธาตุใดธาตุหนึ่งลงไปในดินอาจไปเร่งให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเกินไปจนมีผลให้อีกธาตุหนึ่งมีไม่พอเพียงกับความต้องการของพืช ทำให้พืชขาดธาตุนั้นได้ อาการดังกล่าวจะพบมากน้อยแค่ไหนขึ้นกับชนิดดินและชนิดพืชที่ปลูก มีตัวอย่างซึ่งได้รายงานไว้ดังนี้

- การใส่ปูนขาวหรือแคลเซียม (Ca) ปรับปรุงดินร่วนปนทรายกรดจัดทำให้ถั่วเขียวเกิดอาการขาดโพแทสเซียม (K)
- การใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P)ในอัตราสูง สำหรับข้าวโพดที่ปลูกในดินเหนียวสีดำที่เป็นกลางถึงด่างทำให้เกิดอาการขาดธาตุสังกะสี (Zn)
- การใส่ปุ๋ยกำมะถัน (S) ในดินที่เป็นกรดอาจทำให้พืชดูดใช้โมลิบดีนัม (Mo) ลดลงจนเกิดอาการขาด Mo ได้
- การใส่ปุ๋ยโพแทสเซียม (K) อัตราสูงทำให้เร่งการดูดใช้โบรอน (B) ในพืช หากดินมี B ต่ำ พืชบางชนิดที่อ่อนไหวต่อธาตุ B เช่น ถั่วลิสง อาจแสดงอาการขาด B ได้
- สัดส่วนของเหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) ในดินจะบ่งบอกถึงความเป็นประโยชน์ได้หรือความเป็นพิษของธาตุทั้งสองในพืช เช่น พืชที่ขาด Fe อาจกล่าวได้ว่าเพราะได้รับ Mn มากเกินไป หรือพืชที่ขาด Mn เพราะได้รับ Fe มากเกินไป แต่เหตุการณ์ดังกล่าวอาจไม่ปรากฏในทุกพืช
- ในสภาพดินด่างซึ่งมักจะมีแคลเซียม (Ca) สูง ทำให้ธาตุสังกะสี (Zn) ตกตะกอน เป็นประโยชน์ต่อพืชน้อยลง พืชที่อ่อนไหวต่อ Zn เช่น ข้าวโพด อาจแสดงอาการขาด Zn ได้
- การใส่ปุ๋ย NPK ในอัตราสูง บ่อยครั้งจะพบอาการขาดธาตุกำมะถัน (S) ในถั่วเหลือง และข้าวโพด พบอาการขาดธาตุโบรอน (B) ในถั่วลิสง

กล่าวได้ว่า สภาพของภูมิอากาศและการเขตกรรม โดยเฉพาะการปรับปรุงดิน การใส่ปุ๋ยหรือธาตุอาหารมีความสัมพันธ์ต่อพฤติกรรม หรือความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืชในดินและการดูดใช้ของพืช ทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารพืช (nutrient interaction) นั่นคือความเข้มข้นของธาตุอาหารชนิดหนึ่งมีผลต่อความเป็นประโยชน์ได้ของอีกธาตุอาหารหนึ่ง บางคู่จะมีปฏิสัมพันธ์ในทางส่งเสริมกัน (synergistic) ในขณะที่บางคู่จะมีปฏิสัมพันธ์ในทางขัดแย้งกัน (antagonistic) ดังนั้น การที่ดินมีธาตุใดธาตุหนึ่งสูงเกินไปอาจมีผลในทางบวกหรือทางลบต่ออีกธาตุหนึ่งในความเป็นประโยชน์ได้ต่อพืช จึงทำให้พืชแสดงอาการต่าง ๆ อันเนื่องมาจากธาตุอาหารได้

6. แนวทางแก้ไขอาการขาดธาตุอาหารพืช

อาการผิดปกติของพืชอันเนื่องมาจากการขาดธาตุอาหาร ย่อมมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโต และมีผลไม่มากก็น้อยต่อผลผลิตหรือคุณภาพของพืช การแก้ไขอาจกระทำได้หลายแนวทางดังนี้

6.1 การปรับปรุงดิน (soil improvements)

อาการผิดปกติของพืชอาจแก้ไขได้โดยการจัดการดิน การปรับปรุงดินบางวิธีที่ไม่ใช่เป็นการใส่ปุ๋ยหรือให้ธาตุอาหารพืชโดยตรงก็สามารถแก้ไขหรือลดอาการผิดปกติของพืชอันเนื่องมาจากการขาดธาตุอาหารได้ เป็นการแก้ไขอาการขาดธาตุอาหารพืชทางอ้อม การจัดการดินที่เหมาะสมบางวิธี ช่วยให้ธาตุอาหารพืชบางชนิดที่มีอยู่ในดิน หรือโดยการใส่ปุ๋ยเป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น เช่นวิธีการต่างๆ ดังนี้

6.1.1 **การใส่ปูน (liming)** ปูนที่ใช้ในการเกษตรมีหลายชนิด เช่น ปูนขาว ($Ca(OH)_2$) ปูนมาร์ล หรือหินปูนบด ($CaCO_3$) ปูนโดโลไมท์ ($CaMg(CO_3)_2$) ปูนดังกล่าวมีสมบัติในการลดความเป็นกรดของดิน ดินที่เป็นกรดมากๆ เช่น มีค่า pH ต่ำกว่า 5.0 พืชหลายชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ จำเป็นที่จะต้องแก้ไขหรือลดความรุนแรงของความเป็นกรดของดินเสียก่อนด้วยการใส่ปูน นอกจากลดความเป็นกรดได้แล้วในตัวของปูนยังให้ธาตุอาหารพืชที่สำคัญ เช่น แคลเซียม (Ca) หากเป็นปูนโดโลไมท์ จะมีทั้งธาตุแคลเซียมและแมกนีเซียม (Mg) ซึ่งในสภาพดินที่เป็นกรดมักจะมีสองธาตุนี้ไม่เพียงพอต่อการนำไปใช้ของพืชหลายชนิด

การใส่ปูนนอกจากลดความเป็นกรดของดินได้แล้ว ความเปลี่ยนแปลงทางเคมีของดินจากความเป็นกรดจัดสู่ความเป็นกรดอย่างอ่อนหรือเป็นกลาง ทำให้ธาตุอาหารพืชบางชนิดละลายเป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น เช่น ธาตุอาหารฟอสฟอรัส (P) และโมลิบดีนัม (Mo) ยิ่งไปกว่านั้นการลดความเป็นกรดลงทำให้ลดการละลายได้ หรือความเป็นพิษของแร่ธาตุอะลูมินัม (Al) เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) ซึ่งในสภาพเป็นกรดจัดแร่ธาตุเหล่านี้มักจะละลายออกมามากจนอาจเป็นพิษต่อพืชหลายชนิด

การใส่ปูนยิปซัม ($CaSO_4$) เป็นวิธีการปรับปรุงดินอีกวิธีหนึ่งโดยมักใช้กับดินที่มีลักษณะเป็นทราย หรือดินที่ขาดธาตุแคลเซียม (Ca) หรือกำมะถัน (S) การใส่ปูนยิปซัมไม่ได้ทำให้ปฏิกิริยาของดิน (soil pH) เปลี่ยนแปลง วัตถุประสงค์ของการใช้ปูนยิปซัมปรับปรุงดินก็เพื่อที่จะให้ธาตุอาหารพืชทั้งสองชนิดดังกล่าวแล้วมากกว่าเพื่อการลดความเป็นกรดของดิน

กล่าวได้ว่าการใส่ปูนเป็นการปรับปรุงสมบัติทางเคมีของดินโดยเฉพาะดินที่เป็นกรดหรือกรดจัดเพื่อช่วยแก้ปัญหาความไม่เพียงพอ หรือลดความเป็นพิษของธาตุอาหารหรือแร่ธาตุบางชนิดเพื่อช่วยแก้ไขอาการผิดปกติของพืชและเพิ่มผลผลิตพืชได้ แต่การใช้ปูนชนิดใด อัตราใด จำเป็นต้องพิจารณาชนิดดินและชนิดพืชที่จะปลูกควบคู่ไปด้วย

อย่างไรก็ตาม การใส่ปูนที่มากเกินไป (overliming) อาจทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่ไม่สมดุล (imbalance) ของธาตุอาหารพืชในดิน พืชอาจเกิดอาการขาดธาตุอาหารบางธาตุได้ เช่น การใช้ปูนปรับปรุงดินร่วนทรายกรดจัดทำให้ถั่วลิสงดูดใช้โพแทสเซียม (K) น้อยลง หรือทำให้ถั่วเขียวแสดงอาการใบไหม้ที่ปลายและขอบใบเนื่องมาจากการขาด K การใส่ปูนโดโลไมท์ในอัตราสูงกับดินร่วนทรายทำให้ถั่วลิสงดูดใช้โบรอน (B) และสังกะสี (Zn) ลดลงเป็นต้น

การใส่ปูนจึงต้องคำนึงถึงสภาวะทางเคมีของดินให้มาก โดยเฉพาะการวิเคราะห์หาความต้องการปูนของดินจะขึ้นกับปริมาณออกไซด์ของ Al, Fe, Mn ในดิน ปริมาณ Ca, Mg หรือ CEC ของดิน ชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว (clay) ปริมาณอินทรียวัตถุในดิน เป็นต้น ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยในการกำหนดอัตราและความถี่ในการใส่ปูนปรับปรุงดิน เพื่อให้พืชมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตอย่างปกติได้

6.1.2 **การใช้วัสดุอินทรีย์** วัสดุอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก (farmyard manures) ปุ๋ยพืชสด (green manures) ปุ๋ยหมัก (compost) พืชคลุมดิน (cover crops) ซากพืช (crop residues) หรือวัสดุเหลือใช้จากการแปรสภาพผลผลิตทางการเกษตร (organic wastes) วัสดุเหล่านี้หากนำมาใช้ปรับปรุงดินจะเป็นการเพิ่มธาตุอาหารพืชได้โดยตัวของมันเอง เมื่อมีการสลายตัวช่วยเพิ่มกระบวนการสลายตัวของธาตุอาหารพืชในดินให้อยู่ในรูปที่พืชใช้ได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ ยังเป็นแหล่งพลังงานสำหรับกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน ทำให้เกิดอินทรียวัตถุในดินด้วย

อินทรียวัตถุในดินมีบทบาทสำคัญในการทำให้ดินมีคุณภาพ ทำให้สมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวเคมีของดินดีขึ้น ในทางกายภาพ ทำให้ดินร่วน โปร่งพรุน อากาศในดินถ่ายเทได้สดวก น้ำไม่ขัง จุลินทรีย์ดินมีการเจริญเติบโตดีและมีกิจกรรมต่อเนื่อง ทำให้รากพืชเจริญเติบโตดี ในทางเคมี ทำให้ดินเพิ่มความสามารถในการแลกเปลี่ยนธาตุประจุบวก เพิ่มความสามารถในการสรรหาและปลดปล่อยธาตุอาหารให้แก่พืช ช่วยควบคุมหรือลดการละลายได้ของแร่ธาตุบางชนิดในดิน เช่น อะลูมินัม(Al) เหล็ก(Fe) โดยเฉพาะในดินกรดจัด ช่วยเพิ่มความเป็นประโยชน์ได้ของธาตุอาหารพืชฟอสฟอรัส (P) โมลิบดีนัม (Mo) หรือลดการถูกตรึง (fixation) ของธาตุอาหารดังกล่าวในสภาพความเป็นกรดจัด

กล่าวได้ว่าการใช้วัสดุอินทรีย์ทำให้เกิดอินทรียวัตถุในดิน ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี กายภาพ และชีวเคมีในดินอย่างผสมกลมกลืนและต่อเนื่องกันตลอดเวลาหากสภาวะแวดล้อมเหมาะสม ทำให้ดินมีคุณภาพโดยเฉพาะในการสรรหาธาตุอาหารให้แก่พืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6.1.3 **การใช้ผงกำมะถัน** กำมะถันผง (S powder) ซึ่งเป็นแหล่งของธาตุอาหารกำมะถัน (S) ของพืชอีกชนิดหนึ่ง อาจนำมาใช้ปรับปรุงดินที่เป็นด่าง เพื่อให้มีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น เนื่องจากความเป็นกลางหรือความเป็นด่างของดินที่เกิดจากมีแคลเซียม (Ca) หรือคาร์บอเนต (CO_3^{-2}, HCO_3^-) ในปริมาณมากอาจทำให้ธาตุอาหารพืชจำพวกธาตุอาหารเสริม เช่น Fe, Zn ไม่อยู่ในสภาวะที่ละลายและเป็น

ประโยชน์ต่อพืชได้อย่างเพียงพอ พืชบางชนิดที่ปลูกในสภาพดินดังกล่าว เช่น ดินเหนียวสีดำชุดดินตาคลี (Calciustolls) ถั่วลิสงที่ปลูกแสดงอาการขาดธาตุ Fe การใช้ผงกำมะถันปรับปรุงดินทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้นหรือลดความเป็นด่างลงได้บ้าง ธาตุ Fe ซึ่งไม่ละลายในสภาพเป็นด่าง ละลายได้มากขึ้นและแก้ไขอาการขาดธาตุ Fe ของถั่วลิสงได้

การใช้ผงกำมะถันในการปรับปรุงดินที่เป็นด่าง อาจต้องใช้ในปริมาณที่ค่อนข้างมาก เช่น 50-100 กก./ไร่ และจะต้องใช้เวลาในการทำปฏิกิริยากับดิน โดยเฉพาะดินต้องมีจุลินทรีย์บางชนิด เช่น Thiobacillus และความชื้นในปริมาณพอสมควร เพื่อให้ธาตุกำมะถัน (elemental S) ถูกย่อยสลายและเปลี่ยนเป็นอนุมูลซัลเฟต (SO_4^{2-}) ซึ่งจะทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น และพืชนำไปใช้ในรูปของธาตุอาหารได้อีกด้วย

6.2 การใส่ปุ๋ย (fertilizer application)

6.2.1 การใช้ปุ๋ยเคมีทางดิน (soil application) การใส่ปุ๋ยเป็นการแก้ไขการขาดธาตุอาหารและเพิ่มผลผลิตพืชได้โดยเฉพาะปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลัก (NPK) เช่นปุ๋ยผสม NPK สูตรต่าง ๆ ในปุ๋ยผสมบางชนิดมีธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมเจือปนอยู่บ้างขึ้นกับแหล่งผลิตและกรรมวิธีการผลิต ประสิทธิภาพของปุ๋ยเคมีขึ้นกับสมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน ระดับและสภาพของธาตุอาหารพืชในดินและความต้องการธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิด อย่างไรก็ตามการใส่ปุ๋ยเคมีมากเกินไปและติดต่อกันนาน ๆ อาจเกิดผลเสียได้ นอกจากเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็นแล้ว ยังทำให้ธาตุอาหารพืชเกิดสภาวะไม่สมดุลทำให้พืชบางชนิดแสดงอาการขาดธาตุอาหารบางอย่างได้ แก้ไขได้โดยการใช้ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และหรือปุ๋ยชีวภาพ นอกจากนั้นควรมีการประเมินสภาวะทางเคมีและระดับธาตุอาหารพืชในดินเป็นระยะ ๆ ด้วยการวิเคราะห์ดิน

ได้มีรายงานการวิจัยการใช้ปุ๋ยเคมีที่มากเกินไป มีผลกระทบทำให้เกิดการขาดธาตุอาหารพืชอีกธาตุหนึ่งได้ เช่น การใส่ปุ๋ย N มากเกินไป ทำให้ขาดธาตุ S ในถั่วเหลืองและถั่วลิสง การใส่ปุ๋ย P มากเกินไปทำให้ขาดธาตุ Zn ในข้าวโพด ขาดธาตุ Cu ในถั่วลิสง และขาดธาตุ B ในถั่วลิสงและถั่วเหลือง การใส่ปุ๋ย K มากเกินไป อาจทำให้มันสำปะหลังและถั่วเหลืองขาด Mg ถั่วลิสงขาด Ca เป็นต้น

การใช้ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารรอง อาจให้ในสภาพที่เจือปนกับปุ๋ยหลัก เช่น S เจือปนในปุ๋ยเดี่ยวแอมโมเนียมซัลเฟตและซุปเปอร์ฟอสเฟต การใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟตซึ่งเป็นการให้ธาตุอาหาร P ที่มี Ca เจือปนอยู่ด้วยแล้ว การปรับปรุงดินกรดโดยการใส่ปูนขาว หรือ หินปูนบด เป็นการให้ธาตุอาหาร Ca แก่พืชด้วย หากใช้ปูนโดโลไมท์พืชจะได้ใช้ทั้งธาตุอาหาร Ca และ Mg หรือการใช้ปูนยิปซัมซึ่งเป็นแหล่งของธาตุอาหาร Ca และ S เหล่านี้เป็นต้น

การใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารเสริมส่วนใหญ่จะใช้ผสมหรือเจือปนอยู่ในปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ในบางกรณีที่พืชแสดงอาการขาดธาตุอาหารเสริมเฉพาะตัวและปรากฏอาการเด่นชัด

จะนิยมใช้ผสมน้ำพ่นปุ๋ยทางใบเนื่องจากพืชต้องการธาตุอาหารกลุ่มนี้ในปริมาณน้อย

6.2.2 **การใส่ปุ๋ยทางใบ (foliar spraying)** เป็นวิธีการให้ปุ๋ยแก่พืชอีกวิธีหนึ่งซึ่งมักจะใช้ในกรณีพิเศษ คือ เมื่อพืชไม่สามารถใช้รากดูดใช้ปุ๋ยหรือธาตุอาหารตามปกติทางดินได้ เนื่องจากความไม่เหมาะสมหรือข้อจำกัดของดิน เช่น ดินเป็นกรดจัด หรือเป็นด่างมากเกินไป หรือดินมีน้ำท่วมขังทำให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารได้น้อยมาก จำเป็นต้องเสริมหรือเพิ่มเติมโดยการพ่นปุ๋ยทางลำต้นและใบ เพื่อให้พืชได้ใช้ธาตุอาหารได้ทันและเพียงพอต่อความต้องการ หรือเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีคุณภาพมากขึ้น

การใช้ปุ๋ยทางใบจำเป็นต้องมีความรู้และเทคนิคในการปฏิบัติต่าง ๆ มากพอควร เช่น ชนิดและการละลายของธาตุอาหาร ปริมาณและความเข้มข้นของธาตุอาหาร อายุของพืช ความถี่และเวลาที่ควรพ่นปุ๋ย หากใช้อย่างถูกต้องจะแก้ไขอาการขาดธาตุอาหารได้เร็วกว่าการให้พืชดูดใช้ธาตุอาหารทางราก นอกจากนี้มักจะใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของพืช โดยเฉพาะใช้กับพืชที่มีการเก็บเกี่ยวหลายครั้งและมีราคาแพง

6.2.3 **การเคลือบเมล็ดพืชด้วยธาตุอาหารพืชก่อนปลูก** เป็นการให้ธาตุอาหารแก่พืชอีกทางหนึ่งโดยเฉพาะใช้กับพวกธาตุอาหารรอง และธาตุอาหารเสริม ซึ่งพืชต้องการในปริมาณไม่มากนัก

การใส่ปุ๋ยโดยวิธีเคลือบเมล็ด (seed coating) เป็นวิธีการที่ได้ผลในกรณีที่พืชนั้นต้องการธาตุอาหารบางอย่างในปริมาณน้อย นอกจากเป็นการประหยัดปุ๋ยแล้วยังทำให้ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ใกล้เคียงกับความต้องการของพืช พืชได้ใช้เร็วและทันเวลา เพราะเมื่อเมล็ดงอกและมีราก ธาตุอาหารที่เคลือบเมล็ดไว้จะละลายและเข้าสู่รากได้ทันที ลดการสูญเสียเนื่องจากการชะล้าง ลดการถูกตรึงให้อยู่ในรูปที่เป็นประโยชน์ไม่ได้หรือเป็นประโยชน์น้อยลงโดยกระบวนการทางเคมีของดิน เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยโดยการหว่านหรือโรยเป็นแถว

ปุ๋ยที่นิยมใช้โดยวิธีการเคลือบเมล็ดมักเป็นปุ๋ยที่พืชต้องการเพียงปริมาณน้อยและมักมีราคาแพง หากใช้ทางดินจะต้องใช้ในปริมาณมากกว่า เพราะบางส่วนจะถูกตรึงในดิน เช่นการใช้โมลิบดีนัม (Mo) เคลือบเมล็ดถั่วเหลืองที่ปลูกในดินกรดจัด การใช้สังกะสี (Zn) เคลือบเมล็ดข้าวโพดที่ปลูกในดินที่เป็นด่าง การให้ปุ๋ยด้วยวิธีดังกล่าวนี้ไม่เพียงแต่แก้ไขอาการขาด Mo ในถั่วเหลือง หรือ Zn ในข้าวโพดหากยังทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้อีกระดับหนึ่ง

การเคลือบเมล็ดถั่วเหลืองด้วยหินปูนบด ($CaCO_3$) ก่อนปลูกในดินกรดจัดที่มี pH ต่ำกว่า 5.0 และมี Ca ต่ำกว่า 100 ppm นอกจากเป็นการให้ Ca แก่ต้นถั่วและไรโซเบียมแล้ว ยังทำให้ปฏิกิริยาดินรอบ ๆ รากพืชลดความเป็นกรดลง ทำให้ธาตุอาหาร P และ Mo ละลายและเป็นประโยชน์ต่อพืชเพิ่มขึ้น ทำให้จุลินทรีย์ไรโซเบียมเติบโตดีขึ้น กระบวนการตรึง N ที่ปมถั่วเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ถั่วเหลืองมีผลผลิตเพิ่มขึ้น

การใส่ปุ๋ยโดยวิธีเคลือบเมล็ดต้องไม่ให้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินไป ใช้โดยมีสารเชื่อมที่มีความเหนียวพอสมควร เช่น gum arabic ความข้น 30% เป็นตัวเชื่อมระหว่างปุ๋ยกับเมล็ดพืช

6.2.4 การใช้ปุ๋ยชีวภาพ (biofertilizer)ปุ๋ยชีวภาพหมายถึงการใช้วัสดุอินทรีย์ที่มีเชื้อจุลินทรีย์เป็นตัวออกฤทธิ์ (active ingredient) ในการก่อให้เกิดปฏิกิริยาเพื่อทำให้พืชได้รับธาตุอาหารที่ต้องการ เช่น การใช้เชื้อไรโซเบียม (rhizobium) คลุกเมล็ดพืชตระกูลถั่วตอนปลูก เชื้อที่ใส่ลงไปในดินจะเข้าไปสร้างปมที่รากถั่ว ช่วยให้ถั่วดูดใช้ธาตุอาหารไนโตรเจนจากอากาศให้เป็นปุ๋ยได้

จุลินทรีย์อีกชนิดหนึ่งที่รู้จักกันมากก็คือ เชื้อราไมโคไรซ่า (mycorrhiza) ซึ่งเมื่อใส่เชื้อราตัวนี้ลงดินจะเข้าสู่รากพืช ทำให้รากพืชขยายตัวและพัฒนา จะช่วยดูดซับธาตุอาหารฟอสฟอรัสในดินเป็นประโยชน์ในการสร้างการเจริญเติบโตของพืชได้

แหนแดง (azolla) เป็นเฟิร์นชนิดหนึ่งที่เติบโตลอยอยู่บนผิวน้ำ ที่ใบแหนแดงมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอาศัยอยู่ สาหร่ายนี้สามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ ดังนั้น การเลี้ยงแหนแดงให้เจริญเติบโตดี และเต็มพื้นที่ 1 ไร่ หากใช้เป็นปุ๋ยพืชสด จะให้ไนโตรเจนแก่ข้าวถึงไร่ละ 4-6 กิโลกรัม

กล่าวได้ว่า การใช้จุลินทรีย์ เชื้อรา หรือสาหร่ายบางชนิด ในลักษณะที่เป็นปุ๋ยชีวภาพ จะช่วยแก้ไขการขาดธาตุอาหาร หรือเพิ่มผลผลิตพืชที่ต้องการได้

6.3 การใช้พันธุ์พืชที่เหมาะสม (nutrient efficient cultivar)

พืชแต่ละชนิดมีความทนทานหรืออ่อนไหวต่อสภาพของดินและธาตุอาหารพืชในดินแตกต่างกัน บางครั้งแม้จะเป็นพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างสายพันธุ์ก็มีความสามารถในการใช้ธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินต่ำได้ไม่เหมือนกัน

ระดับความอ่อนไหวต่อการขาดธาตุอาหารพืช (crop sensitivity to plant nutrient) จะช่วยในการวินิจฉัยการขาดธาตุอาหารพืช ช่วยในการหาสาเหตุและแนวทางแก้ไขที่เหมาะสมได้ การใช้พันธุ์ต้านทานหรือพันธุ์ที่ไม่อ่อนแอต่อการขาดธาตุนั้น ๆ เป็นการแก้ไขอาการขาดธาตุอาหารพืชหรือเพิ่มผลผลิตพืชได้ทางหนึ่ง

ได้มีรายงานการขาดธาตุอาหารพืชที่มักจะพบตามชนิดพืชดังนี้

พืชที่มักจะแสดงอาการขาดธาตุ Fe ให้เห็นบ่อยๆ เช่น ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์ ถั่วลิสง ส้ม รองลงมาก็คือ ข้าว ฝ้าย ส่วนพืชที่ไม่ค่อยพบอาการขาดธาตุ Fe คือ ถั่วเขียวผิวดำ ทานตะวัน

พืชที่มักจะแสดงอาการขาดธาตุ Mn คือ ข้าวฟ่าง ข้าวบาร์เลย์ ถั่วเหลือง รองลงมาคือ อ้อย ข้าว ส้ม และมักจะไม่ค่อยพบในทานตะวัน ถั่วลิสง ข้าวสาลี ฝ้าย

พืชที่พบอาการขาดธาตุ Zn บ่อยครั้งคือ ข้าวโพด ข้าว ถั่วเขียวผิวดำ รองลงมาคือ ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี และไม่ค่อยพบในทานตะวัน ถั่วเหลือง ฝ้าย อ้อย ข้าวบาร์เลย์

ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ทานตะวัน จะอ่อนไหวต่อการขาดธาตุ Cu มาก รองลงมาคือพืชพวกยาสูบ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และไม่ค่อยพบในถั่วเหลือง ข้าว มันฝรั่ง อ้อย ยาสูบ

ถั่วลิสง ถั่วเขียวผิวดำ ทานตะวัน ฝ้าย ยาสูบ บ่อยครั้งที่พบอาการขาดธาตุ B บางครั้งจะพบในอ้อย มันฝรั่ง ถั่วเหลือง ข้าวบาร์เลย์

พืชตระกูลถั่วจะมีความต้องการธาตุ Mo สูง บ่อยครั้งที่พบว่ามีไม่เพียงพอในถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียวผิวดำ และจะไม่ค่อยพบอาการขาดในพืชตระกูลหญ้า เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าว ข้าวบาร์เลย์ หรือพืชพวกฝ้าย ยาสูบ อ้อย

อาการขาดธาตุอาหารพืชนอกจากจะปรากฏเป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละธาตุ นั้น ๆ แล้ว ชนิดดินและพืชที่ปลูกจะช่วยในการวินิจฉัยอาการที่พบได้ง่ายขึ้น เช่น พบอาการใบเหลืองซีด ของถั่วลิสง และข้าวโพด ที่ปลูกในดินที่เป็นด่าง ในสถานที่และเวลาเดียวกัน สันนิษฐานได้ว่าถั่วลิสงน่าจะขาดธาตุ Fe ในขณะที่ข้าวโพดน่าจะขาดธาตุ Zn ทั้งนี้พืชทั้งสองชนิดนี้ มีความทนทานต่อสภาวะความเป็นประโยชน์ได้ต่ำของธาตุ Fe และ Zn ในสภาวะที่เป็นด่างได้ไม่เหมือนกัน ถั่วลิสงจะอ่อนไหวต่อการขาดธาตุ Fe มากกว่า Zn ในขณะที่ข้าวโพดอ่อนแอต่อการขาดธาตุ Zn มากกว่า Fe

การใช้ข้อมูลด้านความอ่อนไหวหรือความสามารถพิเศษในการใช้ธาตุอาหารของพืชแต่ละชนิดควบคู่กับการใช้ข้อมูลดิน โดยเฉพาะสภาวะทางเคมี กายภาพของดิน และข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมอื่นๆ เช่น ความชื้นในดิน อุณหภูมิ แสง ประกอบการวินิจฉัยจะช่วยในการแก้ไขอาการขาดธาตุอาหารของพืช และเพิ่มผลผลิตพืชได้ชัดเจนขึ้น

ภาควิชาการเกษตร

7. ลักษณะทั่วไปของความเป็นพิษจากธาตุอาหารพืชและสาเหตุอื่น

7.1 ความเป็นพิษจากธาตุอาหารพืช (nutrient toxicity)

การที่พืชได้รับธาตุอาหารมากเกินไปอาจทำให้เกิดอาการผิดปกติได้ แต่โดยทั่วไปมักไม่ค่อยพบอาการเช่นนี้ เนื่องจากอัตราการใช้ปุ๋ยของเกษตรกรไทย โดยเฉลี่ยยังอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ อีกประการหนึ่งระดับวิกฤตและระดับความเป็นพิษของธาตุอาหารพืชส่วนใหญ่มีช่วงกว้าง จึงจะกล่าวถึงเฉพาะบางธาตุที่มีโอกาสเป็นพิษต่อพืชได้เท่านั้น

ไนโตรเจน (N) พืชที่ได้รับ N มากเกินไปจะแก่ช้ากว่าปกติ ใบมีสีเขียวเข้ม มีการเจริญทางลำต้นและใบมากกว่าการเกิดดอกและผล อ่อนแอต่อโรคและแมลง คุณภาพผลผลิตต่ำลง ในข้าวจะพบอาการเผือใบ คือใบมีขนาดกว้าง ยาวใหญ่ สีเขียวเข้ม ลำต้นสูง ล้มง่าย แตกกอมาก ข้าวแก่ช้ากว่าปกติ ผลผลิตลดลง และมีเมล็ดลีบมาก

แนวทางแก้ไข 1. ลดปริมาณปุ๋ยไนโตรเจน โดยเฉพาะปุ๋ยยูเรีย
2. ใส่ปุ๋ยฟอสเฟตร่วม
3. ใช้พันธุ์พืชที่ตอบสนองต่อปุ๋ยไนโตรเจนอัตราสูง

กำมะถัน (S) พืชที่ได้รับ S มากเกินพอจะทำให้การเจริญเติบโตลดลง ใบมีขนาดเล็กกว่าปกติ บางครั้งบริเวณระหว่างเส้นใบเป็นสีเหลืองหรือมีอาการไหม้ โดยทั่วไปจะไม่พบอาการเป็นพิษของกำมะถัน นอกจากในบริเวณใกล้เคียงกับโรงงานที่มีการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)

เหล็ก (Fe) ในที่ดอนมักไม่พบความเป็นพิษของเหล็ก แต่ในดินนาที่เป็นกรดจัดเหล็กอาจละลายออกมาเป็นพิษกับต้นข้าว อาการที่พบคือใบล่างจะมีจุดเล็กๆสีน้ำตาลโดยเริ่มจากปลายใบเข้ามาสู่โคนใบ จุดเล็กๆจะขยายรวมกันเป็นจุดใหญ่ระหว่างเส้นใบ โดยใบยังเป็นสีเขียว ในกรณีที่เป็นมากใบทั้งหมดจะกลายเป็นสีน้ำตาลปนม่วงและตายไปในที่สุด การเจริญเติบโตชะงัก มีการแตกกอน้อย ระบบรากหยาบ รากมีจำนวนน้อยและเป็นสีน้ำตาลเข้ม

แนวทางแก้ไข 1. ใส่น้ำขังนา
2. ใส่ปูน เช่นปูนขาว ปูนมาร์ล เพื่อลดความเป็นกรดของดิน จะทำให้การละลายของเหล็กลดลงด้วย
3. ใส่ปุ๋ย NPK

ทองแดง (Cu) ความเป็นพิษของ Cu ทำให้การเจริญเติบโตของพืชลดลง ต้นแคระแกร็น การแตกกิ่งก้านน้อยลง และอาจก่อให้เกิดการขาดธาตุเหล็ก (Iron chlorosis) การใช้ยาป้องกันเชื้อราเป็นประจำอาจมีการสะสมธาตุทองแดงมากจนเป็นอันตรายต่อพืชได้ เพราะในยาป้องกันเชื้อรามักมีทองแดงเป็นส่วนประกอบ

โบรอน (B) การใช้ปุ๋ยโบรอนควรระมัดระวังเป็นพิเศษ เนื่องจากระดับวิกฤตและระดับความเป็นพิษของโบรอนในดินมีช่วงค่อนข้างแคบ อาการเป็นพิษของโบรอนสังเกตได้จาก

1. ใบเกิดอาการคลอโรซิสหรือนิโครซิส โดยเริ่มที่ขอบใบและปลายใบของใบแก่ก่อนแล้วแผ่เข้ามายังเส้นกลางใบ (mid rib) ต่อมาใบจะแห้งคล้ายถูกไฟไหม้ หรือ
2. ในพืชบางชนิดอาจไม่แสดงอาการที่ใบ แต่จะเกิดอาการผิดปกติที่ผลและลำต้น เช่น มียางเหนียวที่ผล เกิดอาการนีโครซิสภายในผลและที่เปลือกลำต้น หรือเกิดอาการไดแบค (stem dieback)

อะลูมินัม (Al) เริ่มที่อาการชะงักงันของราก รากจะสั้นกุดและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ปริมาณรากแขนงและรากฝอยลดลงอย่างมาก เป็นผลทำให้การเจริญเติบโตทางลำต้นไม่เป็นไปอย่างปกติ มักเกิดในดินที่เป็นกรดรุนแรงและมีการระบายน้ำไม่ดี

แนวทางแก้ไข
1. ใส่ปูนลดความเป็นกรดเพื่อลดการละลายของอะลูมินัม
2. ใส่ปุ๋ยอินทรีย์ เช่นปุ๋ยหมัก เป็นต้น

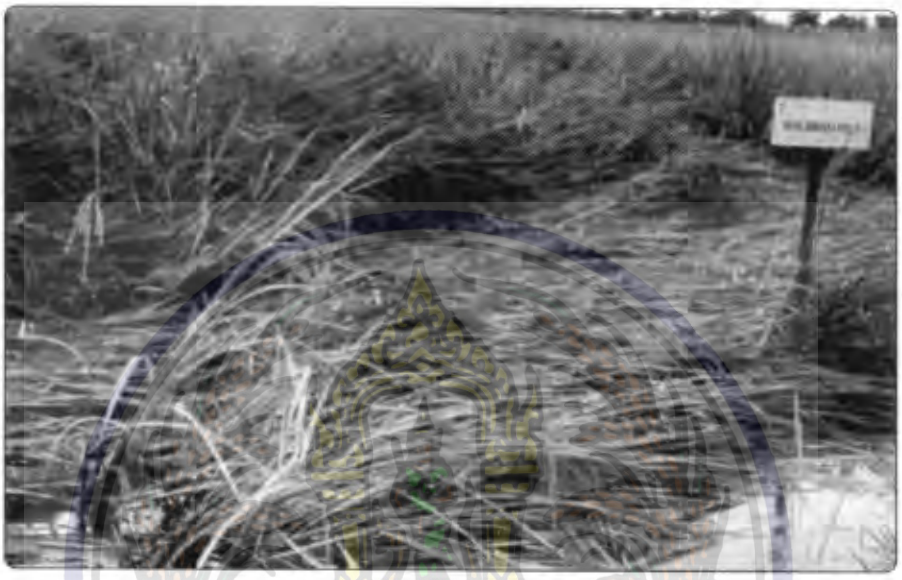
7.2 ความเป็นพิษจากสาเหตุอื่น

เกลือ (salinity) ดินเค็มเป็นแหล่งที่มีการสะสมของเกลือคลอไรด์ ซัลเฟต หรือ ไบคาร์บอเนตของโซเดียม แคลเซียม หรือแมกนีเซียมในบริเวณที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงจนเกินระดับความต้านทานของพืช พืชจะมีอาการเหี่ยวและใบไหม้ ซึ่งเป็นลักษณะของการขาดน้ำเนื่องจากเกิดออสโมซีสจากเซลล์พืชไปสู่สารละลายดิน ในข้าวจะเกิดอาการแคระแกร็น การเจริญเติบโตชะงักและแตกกอน้อย ใบอ่อนมีสีขาว ม้วนงอ ใบแก่มีสีน้ำตาลและตายไปในที่สุด สำหรับมันสำปะหลังจะมีสีเหลืองอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะใบบนและจะลุกลามสู่ใบล่าง หากมีอาการรุนแรงใบจะเริ่มตายโดยเริ่มจากขอบใบก่อน และใบจะร่วงก่อนกำหนด

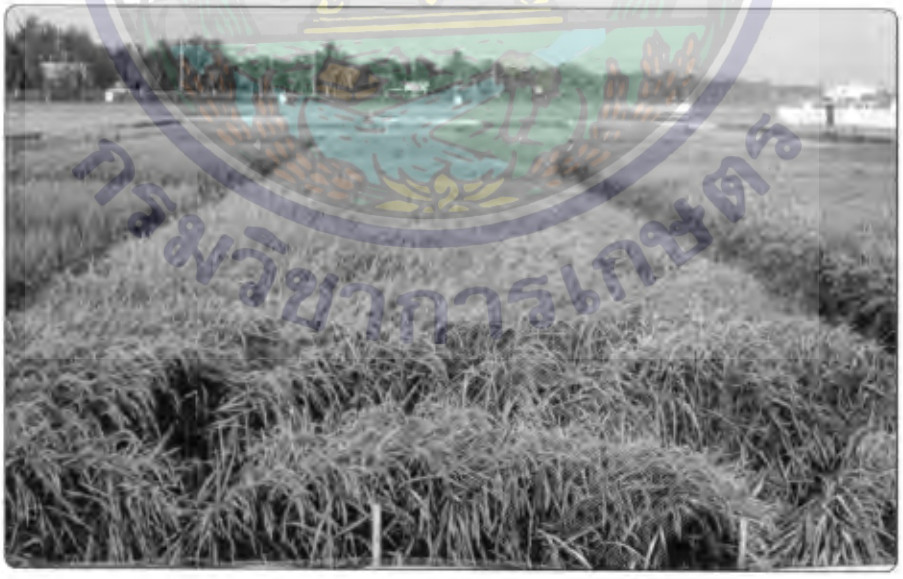
แนวทางแก้ไข
1. วิธีทางกายภาพ โดยการไถพรวนดินลึก ใส่วัสดุปรับปรุงดินและการสลับชั้นดิน
2. วิธีทางชีวภาพ ทำให้หน้าดินมีสิ่งปกคลุมอยู่ตลอดเวลา โดยการใส่สารอินทรีย์และการปลูกพืชคลุมดิน
3. วิธีทางเคมี (สำหรับดินโซดิก) โดยใส่เกลือแคลเซียมที่ละลายน้ำได้ เช่น ยิปซัม แคลเซียมคลอไรด์ หรือใส่กรดหรือสารที่เปลี่ยนเป็นกรดได้ หรือใส่แคลเซียมและแมกนีเซียมคาร์บอเนต
4. แก้ไขโดยวิธีทางกายภาพร่วมกับวิธีทางชีวภาพและวิธีทางเคมี
5. ใช้พันธุ์พืชที่มีความทนทานต่อดินเค็ม
6. โดยการระบายน้ำเข้าออกจากนาเป็นระยะ ๆ สำหรับการปลูกข้าว

8. ภาพลักษณะของความเป็นพิษจากธาตุอาหารพืชและสาเหตุอื่น

8.1 ความเป็นพิษจากธาตุอาหารพืช



8.1.1 ความเป็นพิษของไนโตรเจนในข้าว (N-toxic rice)

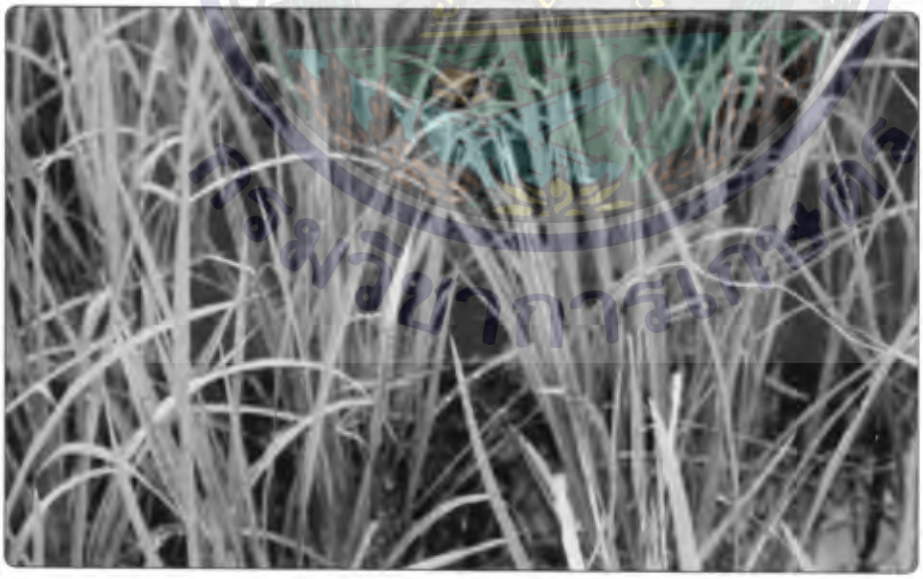


8.1.2 ความเป็นพิษของไนโตรเจนในข้าว (N-toxic rice)

ข้าวที่ได้รับ N มากเกินไปจะแสดงอาการเผือใบ ใบมีขนาดใหญ่ สีเขียวเข้ม ลำต้นสูง อ่อนแอล้มง่าย แตกกอมาก ข้าวแก่ช้ากว่าปกติ ง่ายต่อการเป็นโรค เมล็ดลีบมาก ผลผลิตลดลง

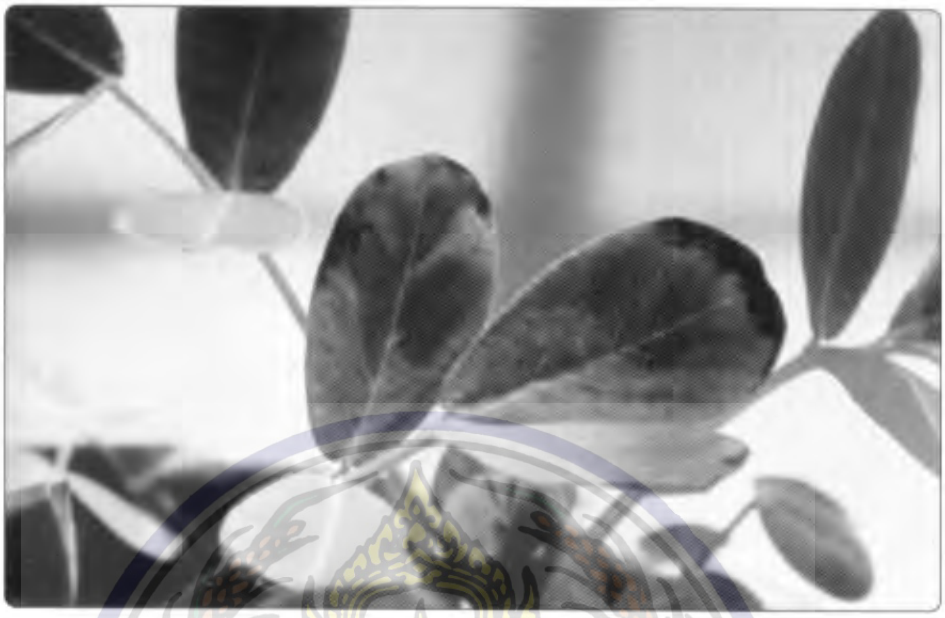
8.1.3 ความเป็นพิษของเหล็กในข้าว (Fe-toxic rice)

ข้าวที่ได้รับธาตุ Fe มากเกินไปจะพบใบล่าง ๆ มีจุดเล็ก ๆ สีน้ำตาล โดยเริ่มจากปลายใบเข้าสู่โคนใบ จุดเหล่านี้จะขยายรวมกันเป็นจุดใหญ่ระหว่างเส้นใบ หากเป็นพิษรุนแรง ใบทั้งหมดจะกลายเป็นสีน้ำตาลปนม่วงและตายในที่สุด การเจริญเติบโตหยุดชะงัก มีการแตกกอน้อย ระบบรากหยาบ มีจำนวนน้อย และเป็นสีน้ำตาลเข้ม มักจะพบในดินนากรดจัด



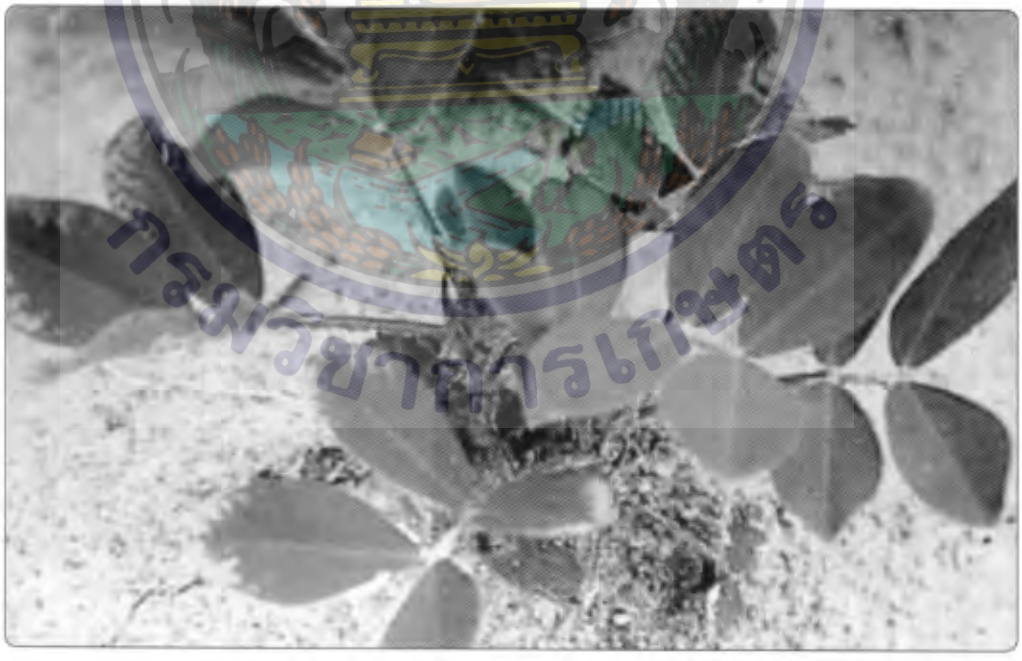
8.1.4 ความเป็นพิษของทองแดงในข้าว (Cu-toxic rice)

ข้าวที่ได้รับ Cu มากเกินไปจะมีลำต้นแคระแกร็น การเจริญเติบโตและการแตกกิ่งก้านลดลง อาจเกิดจากการใช้ยาป้องกันเชื้อราเป็นประจำจนมีการสะสมธาตุ Cu ในพืช



8.1.5 ความเป็นพิษของฟอสฟอรัสในถั่วลิสง (P-toxic peanut)

ถั่วลิสงที่ได้รับธาตุ P มากเกินไป ปลายใบจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และไหม้ มักจะพบที่ใบล่าง



8.1.6 ความเป็นพิษของโบรอนในถั่วลิสง (B-toxic peanut)

ถั่วลิสงที่ได้รับ B มากเกินไป พื้นที่บริเวณขอบใบและระหว่างเส้นใบจะกลายเป็นสีเหลือง อาจพบจุดตายหรือไหม้ (necrosis) ที่ขอบใบซึ่งมักจะปรากฏที่ใบแก่หรือใบล่างก่อน

8.1.7 ความเป็นพิษของโบรอนในมันสำปะหลัง (B-toxic cassava)

มันสำปะหลังที่ได้รับปุ๋ย B มากเกินไป ใบจะเกิดจุดสีขาวและตาย มักจะพบบริเวณขอบใบของใบล่าง โดยเฉพาะกับต้นมันสำปะหลังที่มีอายุไม่มาก เมื่อมีอายุมากขึ้นอาการดังกล่าวอาจหายไปได้

8.1.8 ความเป็นพิษของโบรอนในอ้อย (B-toxic sugarcane)

อ้อยที่ได้รับ B มากเกินไป ขอบใบและปลายใบจะเปลี่ยนเป็นสีเทาหรือสีน้ำตาล ปลายใบและขอบใบจะม้วนหรือแห้งคล้ายถูกไฟไหม้ และมักจะเกิดที่ใบแก่ก่อน

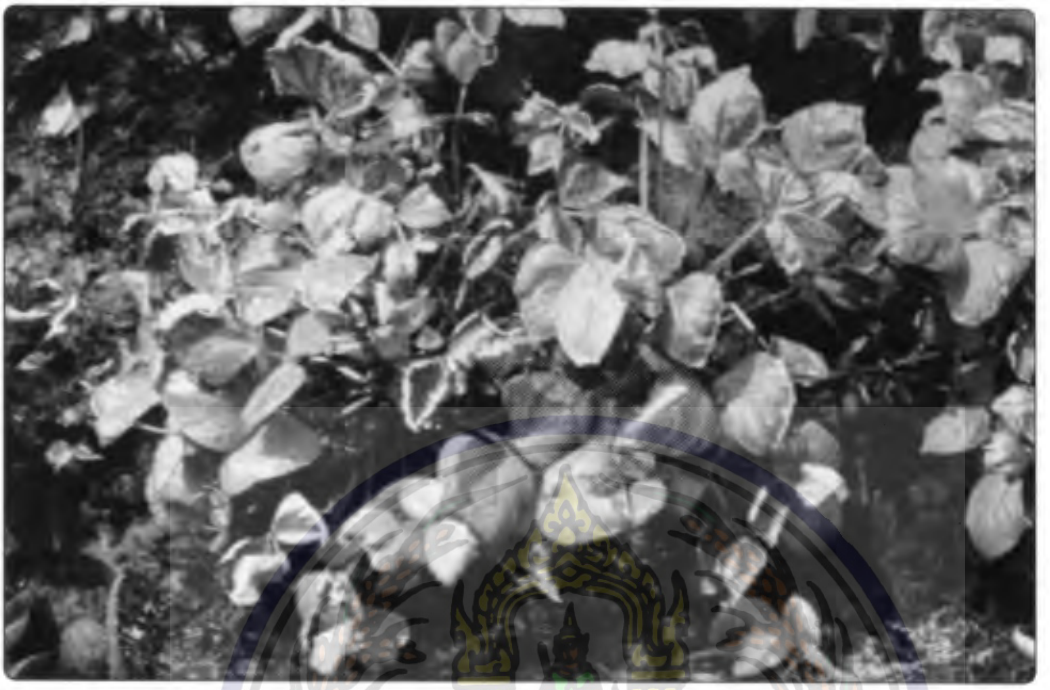
8.2 ความเป็นพิษจากสาเหตุอื่น

มันสำปะหลังที่ปลูกบนดินเค็ม ใบมันสำปะหลังจะมีสีเหลืองอย่างสม่ำเสมอโดยเฉพาะใบบนและจะลุกลามสู่ใบล่าง หากมีอาการรุนแรงขึ้นใบจะเริ่มตาย โดยเกิดจากขอบใบก่อน ใบจะร่วงก่อนกำหนด อาจแก้ไขโดยการคัดเลือกพันธุ์ที่ต้านทาน

8.2.1 ความเป็นพิษของเกลือในมันสำปะหลัง (Saline-toxic cassava)

ต้นข้าวที่ปลูกในดินเค็ม จะชะงักการเจริญเติบโต ต้นแคระแกร็น แตกกอน้อย ใบอ่อนมีสีขาวม้วน ใบแก่มีสีน้ำตาล และตายไปในที่สุด ในพื้นที่นาที่เป็นดินเค็มจัดจะพบต้นข้าวตายเป็นหย่อมโดยเฉพาะเมื่อน้ำแห้ง

8.2.2 ความเป็นพิษของเกลือในข้าว (Saline-toxic rice)



8.2.3 ความเป็นพิษของเกลือในถั่วพุ่ม (Saline-toxic cowpea)

ถั่วพุ่มที่ปลูกบนดินเค็ม ขอบใบจะเหี่ยว ม้วนหรืองอ ขีดหรือไหม้ ซึ่งแสดงถึงการขาดน้ำ

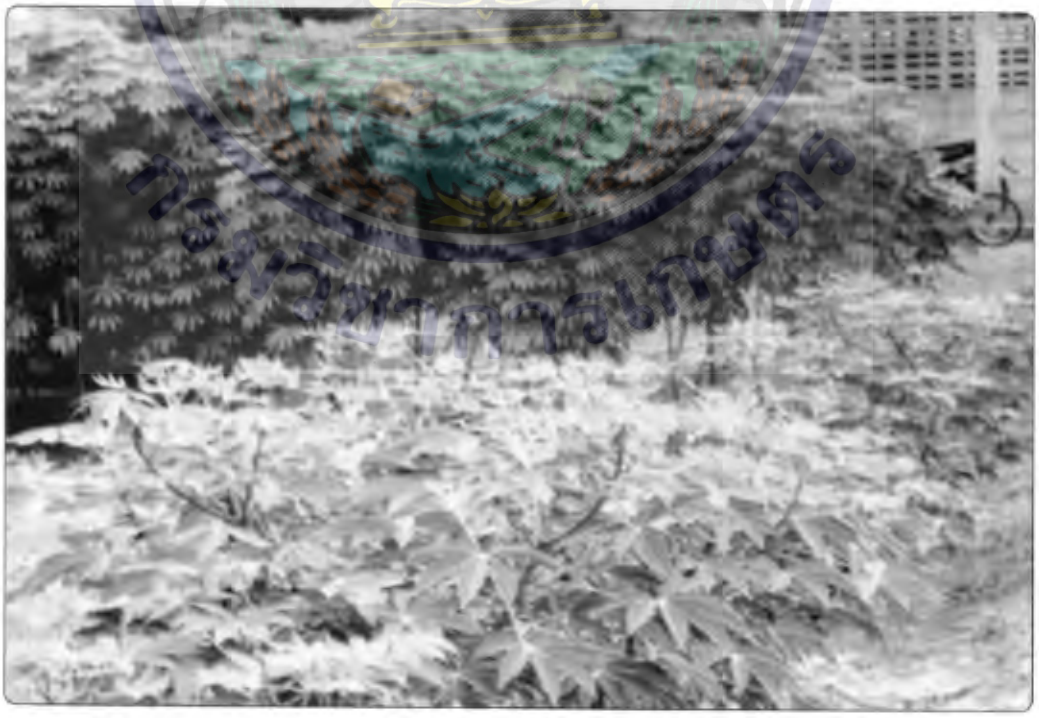
8.2.4 ความเป็นพิษของเกลือในถั่วลิสง (Saline-toxic peanut)

ถั่วลิงสงที่ปลูกบนดินเค็ม ใบจะเป็นสีเหลืองส้ม ลำต้นบางและอ่อนแอ

Saline Toxicity

8.2.5 ความเป็นพิษของสาร 2, 4, 5T ในมันสำปะหลัง (Herbicide-toxic cassava)

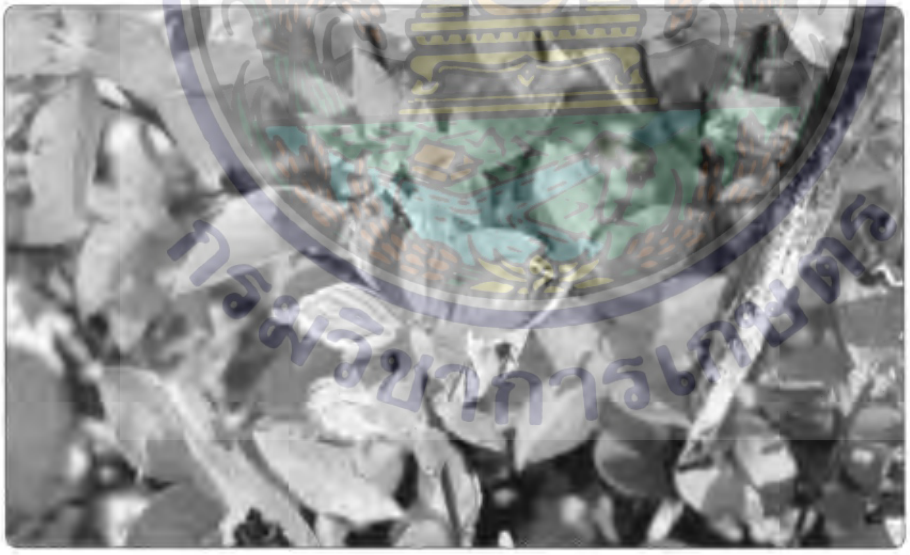
ถึงแม้สารเคมีกำจัดวัชพืช 2, 4, 5T ไม่ได้แนะนำให้ใช้ในแปลงมันสำปะหลัง แต่การใช้กับพืชข้างเคียงอาจปลิวมาสู่ใบ-ต้นมันสำปะหลังได้ อาการเป็นพิษอาจเกิดขึ้นได้ที่ยอดหรือใบอ่อน โดยเฉพาะปลายใบจะมีการเติบโตผิดปกติ บิดเบี้ยว โค้งงอ อาจม้วนขึ้นหรือลง และใบอาจเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (ภาพ 8.2.5) ในขณะที่มันสำปะหลังบางพันธุ์หรืออยู่ห่างไกลจากสารเคมีดังกล่าวจะไม่พบอาการผิดปกติ (ภาพ 8.2.6)



8.2.6 ความเป็นพิษของสาร 2, 4, 5T ในมันสำปะหลัง (Herbicide-toxic cassava)

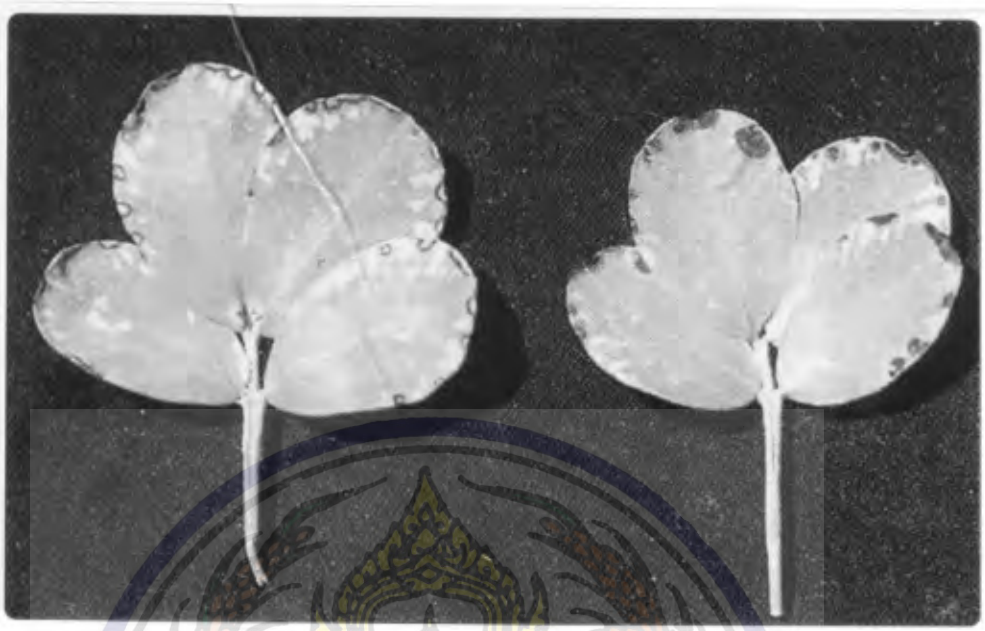
8.2.7 ความเป็นพิษของสาร Atrazine ในมันสำปะหลัง (Atrazine-toxic casava)

สารเคมี Atrazine เป็นสารกำจัดวัชพืชในแปลงข้าวโพดหรือข้าวฟ่าง หากใช้ในอัตราสูง หรือมีการปลูกมันสำปะหลังตาม สารพิษจะตกค้างถึงมันสำปะหลังได้ โดยมีอาการที่ใบล่างเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และมีเซลล์ตายโดยเริ่มจากขอบใบ



8.2.8 ความเป็นพิษของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในโหระพา (SO_2-toxic basil)

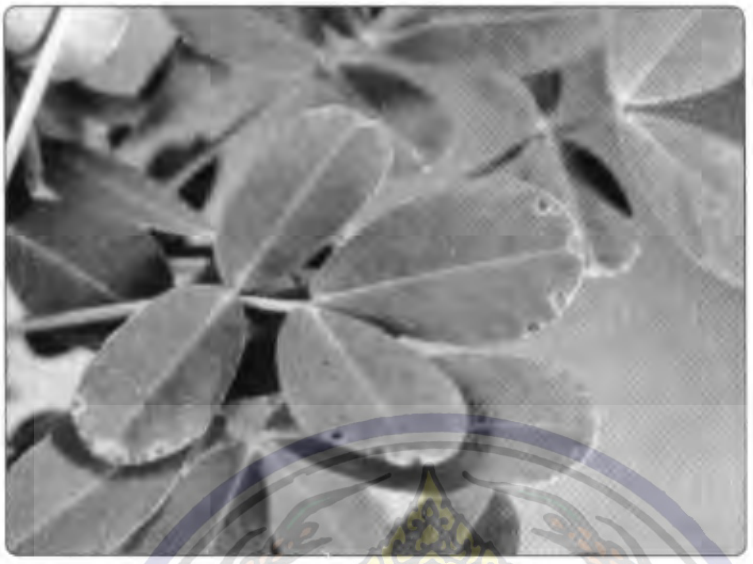
โหระพา (holy basil) ที่ได้รับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) มากเกินไป ขอบใบจะแห้งหรือไหม้ ใบม้วนขึ้น อาจพบในบริเวณใกล้โรงงานกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้วัตถุดิบจากถ่านหิน ก๊าซ SO_2 ที่เกิดขึ้นจากการเผาไหม้รวมตัวกับน้ำเป็นกรดซัลฟูริก (H_2SO_4) เมื่อกระทบกับพืชจะเกิดอาการดังภาพ



8.2.9 ความเป็นพิษของสารออกซีคาร์บอกซิน ในถั่วลิสง (Oxy carboxin-toxic peanut)

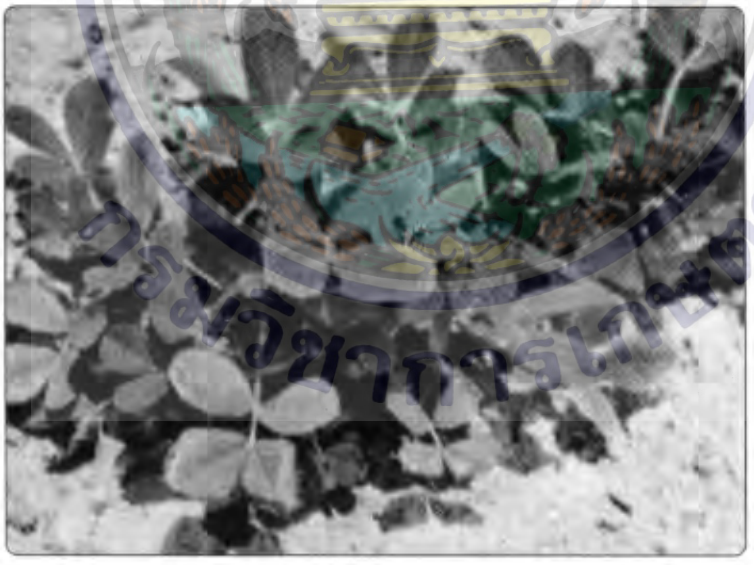
8.2.10 ความเป็นพิษของสารไพราคาร์โบลิค ในถั่วลิสง (Pyracarbolic-toxic peanut)

การใช้สารกำจัดเชื้อราบางชนิดหากใช้ในอัตราสูงจะทำให้ใบถั่วลิสงเกิดอาการขอบใบไหม้ได้ เช่น เกิดจากสารกำจัดโรคราสนิมออกซีคาร์บอกซิน (ภาพ 8.2.9) และ เกิดจากสารกำจัดเชื้อรา ไพราคาร์โบลิค (ภาพ 8.2.10)



8.2.11 ความเป็นพิษของสารกำจัดแมลง ในถั่วลิสง (Organophosphate-toxic peanut)

ถั่วลิสงที่ได้รับการพ่นสารกำจัดแมลงในกลุ่ม Organophosphate เช่น disulfoton (disyston) มากเกินไป หรือฉีดพ่นในช่วงอายุที่ไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดจุดสีน้ำตาล แห้งตาย บริเวณขอบใบ



8.2.12 ความเป็นพิษของสาร Atrazine ในถั่วลิสง (Atrazine-toxic peanut)

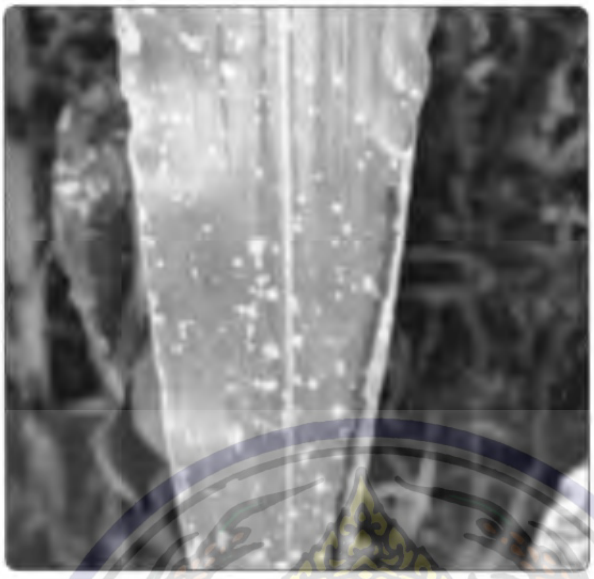
อาการของถั่วลิสงที่เกิดจากความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช atrazine จะเกิด chlorosis ที่ขอบใบและระหว่างเส้นใบแล้วลุกลามกลายเป็นอาการแห้งตาย โดยเริ่มจากบริเวณขอบใบก่อน ในใบถั่วลิสงที่แก่มากจะไม่พบอาการเช่นนี้

8.2.13 ความเป็นพิษของสาร Atrazine ในถั่วเหลือง (Atrazine-toxic Soybean)

ลักษณะของถั่วเหลืองที่เสียหายจาก atrazine ใบจะมีสีเหลืองหรือเกิดอาการ chlorosis โดยเริ่มที่บริเวณขอบใบและระหว่างเส้นใบ

8.2.14 ความเป็นพิษของสาร Atrazine ในถั่วเหลือง (Atrazine-toxic Soybean)

อาการรุนแรงจากสาร atrazine ใบถั่วเหลืองจะเปลี่ยนจากสีเหลืองซีดเป็นสีน้ำตาลและแห้งตาย โดยเริ่มจากปลายใบและขอบใบเข้าสู่กลางใบ ถั่วเหลืองมีความอ่อนไหวต่อ atrazine มาก ผลกระทบจะรุนแรงขึ้นในสภาพอากาศร้อน มีแสงแดดจัด ในสภาพเช่นนี้การสัมผัสกับ atrazine เพียงเล็กน้อยก็ทำให้ใบถั่วเหลืองซีดและแห้งตายได้อย่างรวดเร็ว



8.2.15 ความเป็นพิษของสาร Paraquat ในข้าวโพด (Paraquat-toxic corn)

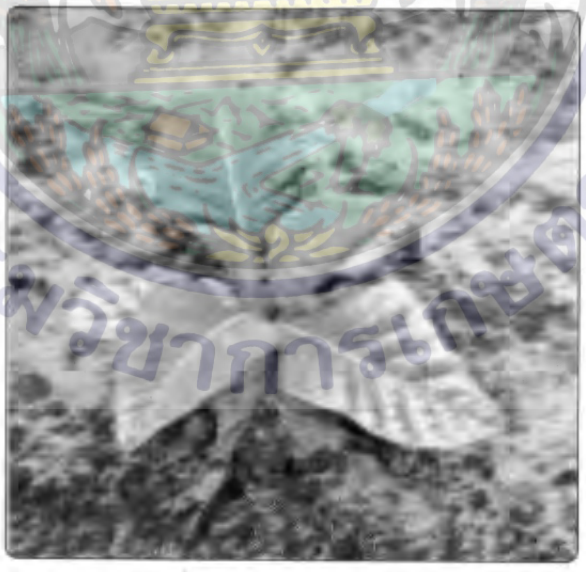
ข้าวโพดที่ได้รับการพ่นสารกำจัดวัชพืช paraquat ละอองของสารอาจทำให้เกิดจุดด่างหรือแห้งตายกระจัดกระจายอยู่บนใบ โดยเมื่อสารสัมผัสกับใบจะทำให้ใบแห้งอย่างรวดเร็ว

8.2.16 ความเป็นพิษของสาร Ametryn ในข้าวโพด (Ametryn-toxic corn)

ข้าวโพดที่ได้รับการพ่นสารกำจัดวัชพืช ametryn ซึ่งเป็นสารพวก triazine และเป็น postemergence ชนิดหนึ่ง หากได้รับสารมากเกินไปทำให้เกิด chlorosis ที่บริเวณระหว่างเส้นใบ และหากทำการฉีดพ่นสารนี้ในระยะ 3 สัปดาห์หลังการออกดอกจะมีผลกระทบต่อการผสมเกสร

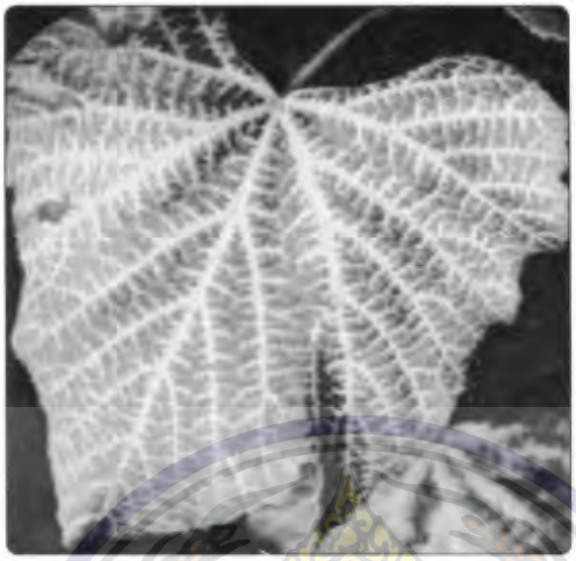
8.2.17 ความเป็นพิษของสาร Prometryn ในฝ้าย (Prometryn-toxic cotton)

ฝ้ายที่ได้รับความเสียหายจากสารกำจัดวัชพืช prometryn (เป็นสารพวก s-triazine) จะเกิด chlorosis ระหว่างเส้นใบ เริ่มจากใบแก่ก่อน ถ้าอาการรุนแรงขึ้นจะเริ่มมีเซลล์แห้งตายที่บริเวณระหว่างเส้นใบและขอบใบ บางครั้งใบอาจมีจุดสีเหลืองซีดกระจัดกระจายอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ



8.2.18 ความเป็นพิษของสาร Atrazine ในยาสูบ (Atrazine-toxic tobacco)

อาการของยาสูบที่ได้รับความเสียหายจากสาร atrazine จะเกิด chlorosis บริเวณระหว่างเส้นใบ โดยเกิดบนใบแก่ก่อน เมื่ออาการรุนแรงขึ้นเซลล์จะแห้งตาย จนในที่สุดจะแห้งตายทั้งใบ เริ่มจากส่วนปลายและขอบใบเข้าสู่กลางใบ



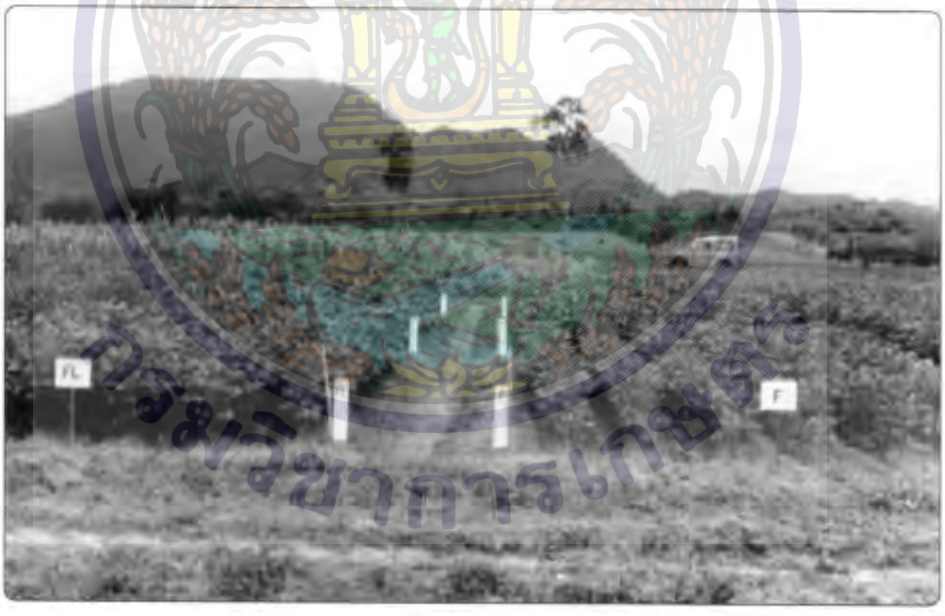
8.2.19 ความเป็นพิษของสาร Diuron ในองุ่น (Diuron-toxic grape)

ผลกระทบของสารกำจัดวัชพืช diuron ในองุ่น ทำให้เกิด chlorosis ที่เส้นใบโดยอาการจะพบรุนแรงขึ้นในฤดูฝน

8.2.20 ความเป็นพิษของสาร Dinocap ในองุ่น (Dinocap-toxic grape)

ผลกระทบของสาร dinocap ในองุ่น ทำให้เกิด chlorosis บริเวณระหว่างเส้นใบ บางครั้งจะพบอาการใบบิดเบี้ยวไปจากปกติและใบมีขนาดเล็ก

8.2.21 ความเป็นพิษของอะลูมินัมในถั่วเหลือง (Al-toxic soybean)



8.2.22 ความเป็นพิษของอะลูมินัมในถั่วเหลือง (Al-toxic soybean)

ถั่วเหลืองที่ปลูกในดินกรดจัดและมีอะลูมินัม (Al) สูง เช่น ดินชุดบ้านจ้อง (Bg. Oxic Paleustults pH4.5) จะมีลักษณะต้นเตี้ย ข้อสั้น ใบเล็ก รากสั้น กุด และไม่พัฒนา ซึ่งเป็นลักษณะของความเป็นพิษจากธาตุ Al ถั่วเหลืองจะแสดงอาการขาดธาตุ P รุนแรง แต่การใส่ปุ๋ยเคมี (F) ไม่ได้ผลเท่าที่ควร ต้องมีการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ (FC) (ภาพ 8.2.21) หรือ ปูน (FL) (ภาพ 8.2.22) ร่วมด้วยจึงจะแก้ไขอาการนี้ได้

Element Toxicity

บรรณานุกรม

กองการเจ้าหน้าที่ กรมวิชาการเกษตร. 2536. การจัดการดิน น้ำ ปุ๋ย ในระบบเกษตรกรรมยั่งยืน. เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรการเกษตรยั่งยืน. กรมวิชาการเกษตร.

ชยงค์ นามเมือง 2543 ธาตุอาหารและการขาดธาตุอาหารของข้าว บทความทางวิชาการด้านปฐพีวิทยา โดยข้าราชการเกษียณปี 2543 กองปฐพีวิทยา

นุชนารถ กังพิศดาร. 2542. การประเมินระดับธาตุอาหารพืชเพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ยกับยางพารา. เอกสารวิชาการที่ 1/2542. สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ภาควิชาปฐพีวิทยา. 2530. ปฐพีวิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 673 หน้า.

พิชิต พงษ์สกุล สำเนา เพชรชัว สุวพันธ์ รัตนะรัต เพิ่มพูน กีรติกสิกร และ R.W Bell 2537 ความต้องการโมลิบดีนัมของถั่วเหลืองและถั่วเขียวผิวดำ วารสารดินและปุ๋ย ปีที่ 16 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2537

สุวพันธ์ รัตนะรัต มณฑล เสวตานนท์ สนั่น รัตนานุกูล และแสงจันทร์ ศรีสายเชื้อ. 2528. ผลของปูนขาวและปุ๋ยอินทรีย์ในการปรับปรุงดินกรดจัดสำหรับถั่วเหลือง. การประชุมวิชาการประจำปี. กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร. 2-4 เมษายน 2528. กรุงเทพฯ.

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2541. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน : ความสำคัญของธาตุอาหารรองและธาตุอาหารเสริมต่อการพัฒนาพืชไร่เศรษฐกิจ. เอกสารวิชาการ. กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร.

สุวพันธ์ รัตนะรัต. 2542. แนวทางการปรับปรุงดินและการใช้ปุ๋ยสำหรับถั่วเหลืองและถั่วลิสง รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง การจัดการดินไร่และการใช้ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินเพื่อเพิ่มผลผลิตพืชไร่ จัดโดยกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร ณ โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา จ.ชลบุรี. 23-25 กุมภาพันธ์ 2542.

สุรเดช จินดาคานนท์ 2530 ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โสภณ วงศ์แก้ว. 2528. โรคของถั่วลิสงในประเทศไทย เอกสารเผยแพร่ของกลุ่มนักวิจัยโรคถั่วลิสง. โครงการวิจัยร่วมถั่วลิสง ฉบับที่ 1. ประเทศไทย.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Bell, R.W., B. Rerkasem, P. Keerati-Kasikorn, S. Phetchawee, N. Hiranburana, S. Ratanarat, P. Pongsakul and J.F. Loneragan. 1990. Mineral Nutrition of Food Legumes in Thailand with Particular Reference to Micronutrients. ACIAR Technical Reports 16.

Chapman, H.D. and W.P. Kelly. 1943. In : The Citrus Industry, W. Reuther, L.D., Batchelor and H.J. Webber (eds.) University of California, Vol. I., U.S.A

George Hyatt, Jr. 1914. Herbicide Injury Symptoms and Diagnosis. North Carolina State University, Raleigh, U.S.A.

International Rice Research Institute. 1983. Field Problems of Tropical Rice, Revised Edition. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines, P.O. Box 933, Manila, Philippines.

Kenneth L. Olsen. 1958. Mineral Deficiency Symptoms in Rice. Agricultural Experiment Station, University of Arkansas, Fayetteville, U.S.A.

Lozano, J.C., A. Belloti, A. Van Schoonhoven, R. Howeler, J. Doll, D. Howell and T. Bates. 1976. Field Problems in Cassava. Series GE-16. Centro Internacional de Agricultura Tropical, Apartado Aéreo 6713, Cali, Colombia.

Mengel, K and E.A. Kirkby. 1982. Principles of Plant Nutrition, 3rd ed. International Potash Institute, Bern, Switzerland.

Nable, R.O., G.S. Banuelos and J.G. Paull. 1997. Boron Toxicity. In : Boron in Soils and Plants : Reveiws. Eds. B. Dell, P.H. Brown and R.W. Bell. pp. 181-198. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Snowball, K and A.D. Robson. 1983. Symptoms of Nutrient Deficiencies, Subterranean Clover and Wheat. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Institute of Agriculture, University of Western Australia.

Yoshiaki Ishizuka. 1971. Nutrient Deficiencies of Crops. Food and Fertilizer Technology Center, 116 Huai Ning Street, Taipei, Taiwan, Republic of China.

ภาคผนวก

สารบัญภาพ : พืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร

ธาตุอาหารพืช	พืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร	หน้า
ไนโตรเจน (N)	ข้าว *Oryza sativa L.*	10
	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr*	11
	ถั่วเขียว *Vigna radiata (L.) Willzeek*	12
	ฝ้าย *Gossypium hirsutum L.*	13
	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	14
	ส้มเกลี้ยง *Citrus sinensis (L.) Osbek*	15
	ยางพารา *Hevea brasiliensis Muell.*	15
	มะพร้าว *Cocos nucifera L.*	16
ฟอสฟอรัส (P)	ข้าว *Oryza sativa L.*	17
	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	18
	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr*	18
	ข้าวโพด *Zea mays L.*	19
	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	19
	สับปะรด *Ananas comosus Merr*	20
	ยางพารา *Hevea brasiliensis Muell.*	20
โพแทสเซียม (K)	ข้าว *Oryza sativa L.*	21
	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr*	22
	ถั่วเขียว *Vigna radiata (L.) Wilzcek*	23
	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	24
	ข้าวโพด *Zea mays L.*	25
	ฝ้าย *Gossypium hirsutum L.*	25
	ปอแก้ว *Hibiscus sabdariffa L.*	26
	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	27
	ยาสูบ *Nicotiana tabacum L.*	28
	องุ่น *Vitis vinifera L.*	28
	มะพร้าว *Cocos nucifera L.*	29
	ยางพารา *Hevea brasiliensis Muell*	30

วิทยาการเกษตร

ภาคผนวก (ต่อ)

สารบัญภาพ : พืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร

ธาตุอาหารพืช	พืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร	หน้า
กำมะถัน (S)	ข้าว *Oryza sativa L.*	31
	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr*	32
	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	33
	ถั่วเขียว *Vigna radiata (L.) Wilzcek*	33
	ข้าวโพด *Zea mays L.*	34
	ละหุ่ง *Ricinus communis L.*	35
	ส้มเกลี้ยง *Citrus sinensis (L.) Osbek*	36
แมกนีเซียม (Mg)	ข้าว *Oryza sativa L.*	37
	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr*	38
	ถั่วเขียว *Vigna radiata (L.) Wilzcek*	38
	ข้าวโพด *Zea mays L.*	39
	ฝ้าย *Gossypium hirsutum L.*	40
	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	41
	ส้มเกรฟฟรุต *Citrus paradisi Macfadyen*	42
	องุ่น *Vitis vinifera L.*	42
	ยางพารา *Hevea brasiliensis Muell.*	43
	สับปะรด *Ananas comosus Merr.*	44
	กะหล่ำปลี *Brassica oleracea L.*	44
แคลเซียม (Ca)	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr.*	45
	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	46
	มันเทศ *Ipomoca batatas (L.) L.*	47
	ส้มเกลี้ยง *Citrus sinensis (L.) Osbek*	47
	กระท้อน *Sandoricum indicum Car.*	48

ภาคผนวก (ต่อ)

สารบัญภาพ : พืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร

ธาตุอาหารพืช	พืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร	หน้า
เหล็ก (Fe)	ข้าว *Oryza sativa L.*	49
	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr*	50
	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	51
	ถั่วเขียว *Vigna radiata (L.) Wilzcek*	52
	พริก *Capsicum frutescens L.*	52
	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	53
	เผือก *Colocasia esculenta (L.) Schott*	54
	เยอบีร่า *Gerbera jamesonii Hook*	54
	สับปะรด *Ananas comosus Merr.*	55
	อ้อย *Saccharum officinarum L.*	55
	ส้มเกลี้ยง *Citrus sinensis (L.) Osbek*	56
	มันเทศ *Ipomoca batatas (L.) L.*	56
	กล้วย *Musa saplentum L.*	57
	มะม่วง *Mangifera indica L.*	57
แมงกานีส (Mn)	ข้าว *Oryza sativa L.*	58
	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	58
	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	59
	ส้มเกรฟฟรุต *Citrus paradisi Macfadyen*	60
	ส้มเกลี้ยง *Citrus sinensis (L.) Osbek*	60
	อ้อย *Saccharum officinarum L.*	61
	ยางพารา *Hevea brasiliensis Muell.*	61
สังกะสี (Zn)	ข้าว *Oryza sativa L.*	62
	ยางพารา *Hevea brasiliensis Muell.*	62
	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr*	63
	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	64
	ข้าวโพด *Zea mays L.*	65

ภาคผนวก (ต่อ)

สารบัญภาพ : พืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร

ธาตุอาหารพืช	พืชที่แสดงอาการขาดธาตุอาหาร	หน้า
สังกะสี (Zn)	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	66
	ส้มเขียวหวาน *Citrus reticulata Blanco*	67
โบรอน (B)	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr*	68
	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	69
	ถั่วเขียว *Vigna radiata (L.) Wilzcek*	71
	ฝ้าย *Gossypium hirsutum*	72
	มะม่วง *Magifera indica L.*	72
	มะละกอ *Carica papaya L.*	73
	ลำไย *Euphoria longana Lamk*	74
	ส้มโอ *Citrus grandis Osbek*	74
	ปาล์มน้ำมัน *Elaeis quineensis jacq.*	75
โมลิบดีนัม (Mo)	ถั่วเขียว *Vigna radiata (L.) Wilzcek*	76
	ส้มเกรฟฟรุต *Citrus paradisi Macfadyen.*	77
ทองแดง (Cu)	ข้าว *Oryza sativa L.*	78
	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	79
	ส้มเขียวหวาน *Citrus reticulata Blanco*	80
	มันเทศ *Ipomoca batatas (L.) L.*	80

กรมวิชาการเกษตร

ภาคผนวก (ต่อ)

สารบัญภาพ : พืชที่แสดงความเป็นพิษจากธาตุอาหารหรือสาเหตุอื่น

ธาตุอาหารพืช หรือสาเหตุอื่น	พืชที่แสดงความเป็นพิษ	หน้า
ไนโตรเจน (N)	ข้าว *Oryza sativa L.*	96
เหล็ก (Fe)	ข้าว *Oryza sativa L.*	97
ทองแดง (Cu)	ข้าว *Oryza sativa L.*	97
ฟอสฟอรัส (P)	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	98
โบรอน (B)	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	98
โบรอน (B)	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	99
โบรอน (B)	อ้อย *Saccharum officinarum L.*	99
เกลือ (Saline)	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	100
เกลือ (Saline)	ข้าว *Oryza sativa L.*	100
เกลือ (Saline)	ถั่วพุ่ม *Vigna sinensis (L.) Saviex Hassk*	101
เกลือ (Saline)	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	101
สารกำจัดวัชพืช 2, 4, 5-T	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	102
สารกำจัดวัชพืช atrazine	มันสำปะหลัง *Manihot esculenta Crantz*	103
ก๊าซกำมะถัน (SO_2)	โหระพา *Ocimum basillicum L.*	103
สารกำจัดเชื้อรา oxy carboxin	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	104
สารกำจัดเชื้อรา pyracarbolic	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	104
สารกำจัดแมลง organophosphate	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	105
สารกำจัดวัชพืช atrazine	ถั่วลิสง *Arachis hypogaea L.*	105
สารกำจัดวัชพืช atrazine	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr*	106
สารกำจัดวัชพืช paraquat	ข้าวโพด *Zea mays L.*	107
สารกำจัดวัชพืช ametryn	ข้าวโพด *Zea mays L.*	107
สารกำจัดวัชพืช prometryn	ฝ้าย *Gossypium hirsutum*	108
สารกำจัดวัชพืช atrazine	ยาสูบ *Nicotiana tobacum L.*	108
สารกำจัดวัชพืช diuron	องุ่น *Vitis vinifera L.*	109
สารกำจัดวัชพืช dinocap	องุ่น *Vitis vinifera L.*	109
อะลูมินัม (Al)	ถั่วเหลือง *Glycine max (L.) Merr*	110

ภาคผนวก (ต่อ)

สารบัญภาพ : แหล่งที่มาของภาพ

ที่มาของภาพ			ภาพที่
กอบเกียรติ ไพศาลเจริญ	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.4.8, 4.4.9, 4.7.9, 4.9.10
			8.2.5, 8.2.6
จิรพงษ์ ประสิทธิเขต	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.1.10, 4.8.7, 4.8.8, 4.12.5, 4.12.6
			4.9.12, 4.10.16, 8.1.3, 8.1.7
เจนวิทย์ สุขทองดา	ศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี	กรมวิชาการเกษตร	4.1.1, 8.1.2
ชลวุฒิ ละเอียด	ศูนย์วิจัยพืชไร่นครสวรรค์	กรมวิชาการเกษตร	4.7.3
ชุมพล นาควิโรจน์	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.1.8, 4.1.9, 4.2.6, 4.3.4,
			4.3.14, 4.5.10, 8.2.1
ประเทือง ลักษณะวิมล	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.2.7, 4.7.12
ประเสริฐ สองเมือง	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.2.7, 4.7.17
ประภาศรี จงประดิษฐนันท์	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.12.1
เพิ่มพูน กีรติกสิกร	คณะเกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น	4.3.8, 4.3.9, 4.4.4, 4.10.6, 4.12.3
มณเฑียร จินดา	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.1.2
นงลักษณ์ วิบูลสุข	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.5.4, 4.5.5, 4.10.11, 4.12.2, 8.2.3
วีรศักดิ์ ศรีอ่อน	สถาบันวิจัยข้าว	กรมวิชาการเกษตร	8.1.1
เสถียร พิมสาร	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.10.12, 4.10.13
เสรี ดาหาญ	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.2.1, 8.2.2, 8.2.4
สุขวัฒน์ จันทรปรรณิก	ศูนย์วิจัยพืชสวนจันทบุรี	กรมวิชาการเกษตร	4.6.6, 4.8.7, 4.9.11
สุภาพร รัตนะรัต	กองเกษตรเคมี	กรมวิชาการเกษตร	4.7.8, 4.10.14
สุรสิทธิ์ อรรถจารุสิทธิ	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	8.2.8
สุรเดช จินดาวานนท์	คณะเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	4.4.5, 4.5.3
สุวพันธุ์ รัตนะรัต	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.1.3, 4.2.5, 4.3.4, 4.3.5, 4.3.7,
			4.3.12, 4.3.13, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3,
			4.4.6, 4.4.7, 4.5.2, 4.6.1, 4.7.4,
			4.7.5, 4.7.6, 4.7.7, 4.7.10, 4.9.4,
			4.9.7, 4.9.8, 4.10.1, 4.10.4, 4.10.10,
			4.11.1, 4.11.2, 4.12.4, 8.1.9, 8.1.10
สมภพ จงรวยทรัพย์	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	8.1.8
สำเนา เพชรฉวี	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.1.12, 4.1.13, 4.5.4, 4.5.5,
			4.5.6, 4.5.7, 4.7.6, 4.7.16,
			4.10.5, 4.10.9, 4.10.11
อภิชาติ ธนพฤฒิบดี	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.7.11
อุดม รัตนารักษ์	กองปฐพีวิทยา	กรมวิชาการเกษตร	4.7.13

ภาคผนวก (ต่อ)

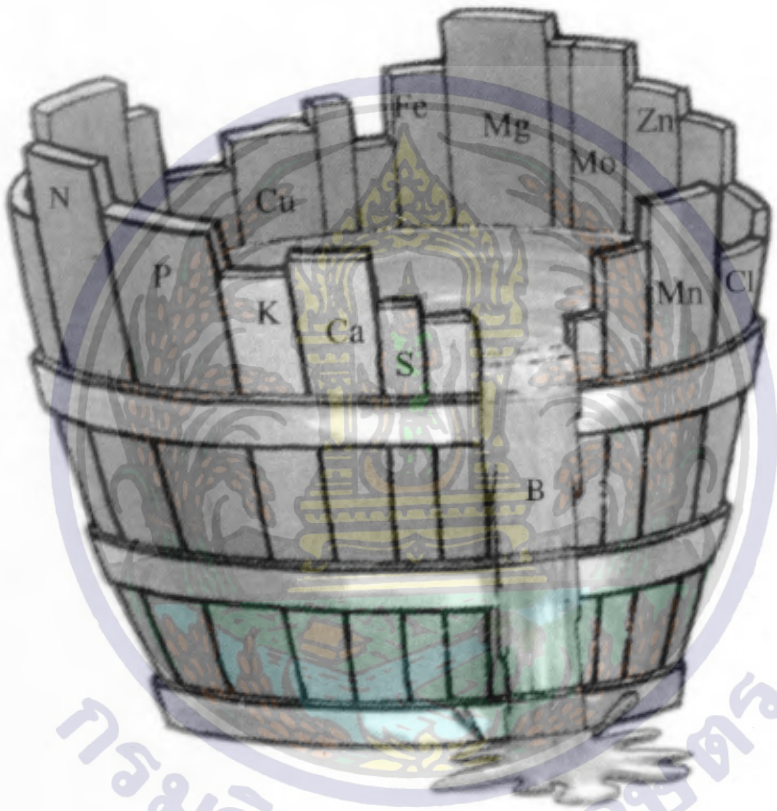
สารบัญภาพ : แหล่งที่มาของภาพ

ที่มาของภาพ	ภาพที่
กลุ่มงานวิจัยความอุดมสมบูรณ์ของดินและปุ๋ยพืชไร่ กองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร	4.1.4, 4.1.5, 4.3.6
การประเมินระดับธาตุอาหารพืชเพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ย กับยางพารา สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร	4.1.11, 4.2.8, 4.3.19, 4.3.20, 4.5.12, 4.5.13
โรคของถั่วลิสงในประเทศไทย เอกสารเผยแพร่ ของกลุ่มนักวิจัยโรคถั่วเหลือง โครงการวิจัยร่วม ถั่วลิสง ฉบับที่ 1, 2528	4.6.2, 4.6.3, 4.8.3, 4.8.4, 4.9.6, 8.2.9, 8.2.10
R. W. Bell, School of Biological and Environmental Sciences, Murdoch University, Western Australia	4.2.3, 4.2.4, 4.3.2, 4.3.3 4.9.3, 4.9.5, 4.12.3, 8.1.5
Field Problems in Cassava Series GE-16, CIAT 1976., Colombia	4.5.9, 4.8.2, 4.9.9, 8.1.7, 8.2.7
George Hyatt, Jr. 1914 Herbicide Injury Symptoms and Diagnosis. North Carolina State University, Raleigh, U.S.A.	4.5.16, 4.8.5, 8.2.11, 8.2.12, 8.2.13, 8.2.14, 8.2.15, 8.2.16, 8.2.17, 8.2.18, 8.2.19, 8.2.20
Field Problems of Tropical Rice, Revised Edition, IRRI 1983, Philippines	4.2.2, 4.5.1, 4.7.2, 4.8.1, 8.1.3
Mineral Nutrition of Food Legumes in Thailand with Particular Reference to Micronutrients ACIAR Technical Reports 16, 1990, Australia	4.10.2, 4.10.3, 4.10.6, 4.10.7, 4.10.8, 8.1.6
Nutrient Deficiencies of Crops, Food and Fertilizer Technology Center 1971, Taipei, Taiwan, Republic of China	4.3.1, 4.3.10, 4.3.15, 4.3.17, 4.3.18, 4.5.13, 4.5.14, 4.5.15, 4.7.1, 4.8.9, 4.9.1, 4.9.2, 4.10.17

ห้องสมุด
กรมวิชาการเกษตร

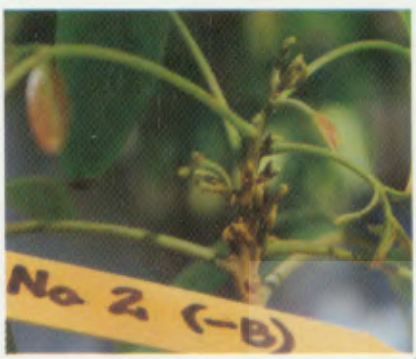
พิมพ์ที่ โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด
โทร. 0-2561-4567, 0-2561-4590 โทรสาร 0-2941-1230

ห้องสมุด
กรมวิชาการเกษตร



กรมวิชาการเกษตร

ตรงที่รั่ว ต้องแก้ไขและใส่เพิ่มเติม


No 2 (-B)