รายงานผลการวิจัยประจำปี 2536
โครงการวิจัยรหัส KIP.8.3(2).35

ลักษณะโครงสร้างภายในและภายนอกของใบพืชในเขตพื้นที่มลภาวะในกรุงเทพมหานคร
Internal and External Structure of Leaf in Air-Polluted Area of Bangkok

นายประศาสตร์	เกื้อมณี[1]	คุณหญิงสุชาดา	ศรีเพ็ญ[1]
Mr.Prasart	Kermanee	Khunying Suchada	Sripen
นางจันทนา	สุขปรีดี[1]	นายนิรันดร์	จันทวงศ์[1]
Mrs.Chantana	Sookpreedee	M. Niran	Chantawong
นางสาวสุมน	มาสุธน[1]	นายรวี	เสรฐภักดี[2]
Miss Sumon	Masuthon	Mr.Ravee	Sethpakdi

[1] ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Botany Faculty of Science Kasetsart University.
[2] ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
Department of Agriculture Kasetsart University.

QK
649
ส111

รายงานผลการวิจัยประจำปี 2536

โครงการวิจัยรหัส KIP.8.3(2).35

ลักษณะโครงสร้างภายในและภายนอกของใบพืชในเขตพื้นที่ที่มีมลภาวะในกรุงเทพมหานคร

Internal and External Structure of Leaf in Air-Polluted Area of Bangkok

นายประศาสตร์ เกียมดี[1] คุณหญิงสุชาดา ศรีเพ็ญ[1]

Mr.Prasart Kermanee Khunying Suchada Sripen

นางจันทนา สุขปรีดี[1] นายนิรันดร์ จันทวงศ์[1]

Mrs.Chantana Sookpreedee Mr.Niran Chantawong

นางสาวสุมน มานุธน[1] นายรวี เสรฐภักดี[2]

Miss.Sumon Masuthon Mr.Ravee Sethpakdi

Abstract

Studies of leaf structure from 44 species of plants which cultured in polluted area of Bangkok compared with non-air polluted area in greenhouse found that the plants which leaves without trichomes or glands have increased stomatal number whereas the leeves which have trichomes or glands decreased or non-different stomatal number. Air pollants no effect to stomatal size but effect to internal structures of leaf such as the increase of spongy mesophyll, air spece, water storage cell, mucilagenous cell, tanniferous cell, latex cell and crystal.

บทคัดย่อ

จากการศึกษาโครงสร้างของใบพืช 44 ชนิด ที่ปลูกในเขตมลพิษทางอากาศของกรุงเทพมหานคร เปรียบเทียบกับที่ปลูกในเรือนเพาะชำพบว่าพืชที่มีขนใบเรียบไม่มีโครงสร้างพิเศษปกคลุมจะมีจำนวนปากใบเพิ่มขึ้น ส่วนใบที่มีขนใบชนิด ขนาด หรือต่อมต่างๆ ปกคลุมอยู่จำนวนปากใบจะไม่เปลี่ยนแปลงหรือลดลง มลพิษทางอากาศไม่มีผลต่อขนาดของปากใบ แต่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภายในใบคือ spongy mesophyll ช่องอากาศ เซลล์เก็บน้ำ เซลล์เก็บสารเมือก เซลล์เก็บแทนนิน เซลล์เก็บน้ำยางและผลึกเพิ่มขึ้น

---

1 ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Botany Faculty of Science Kasetsart University.

2 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Department of Agriculture Kasetsart University.

ใบพืชเป็นโครงสร้างที่ทำหน้าที่ในการดูดตรึงพลังงานแสง และดูดซึมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยแสงจะผ่านทางเซลล์ epidermis ทะลุผ่านไปยังเซลล์ palisade และเซลล์ spongy ซึ่งเป็นส่วนที่เกิดกระบวนการสังเคราะห์แสง ส่วนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเข้าทางปากใบ (stomata) ผ่านไปยังเซลล์ต่างๆ ที่มีการสังเคราะห์แสง การปิดเปิดของปากใบจะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม เป็นสำคัญ เช่น แสงเป็นตัวกระตุ้นให้ปากใบเปิด อุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์สูงปากใบจะปิด (Levitt,1956) ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำปากใบจะเปิด (Weiser,et al.,1982)

สภาวะแวดล้อมมีผลต่อการพัฒนารูปร่างและโครงสร้างภายในของใบ เช่น ใบพืชที่อยู่ในที่ที่มีปริมาณความเข้มของแสงสูงใบจะหนามีเซลล์ palisadeและเซลล์ spongy มากมีช่องว่างระหว่างเซลล์น้อย มี cuticle หนาและผิวใบมักจะมีขนปกคลุม (Manfield,1976) Noda และคณะ (1985) รายงานว่า cutin ที่เคลือบอยู่บนผิวใบ จะแปรผันไปตามอายุพืช ฤดูกาล และสิ่งแวดล้อม ปริมาณของ silica ของต้นหญ้าถอดปล้อง (Equisetum) จะเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับสารปราบวัชพืชกลุ่ม amitole, asulum, glyphosate และ fosamine

Treshow และ Anderson (1989) รายงานว่ามลพิษทางอากาศมีผลโดยตรงต่อการทำงานของ thylakoid membrane ของ chloroplast องค์ประกอบต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในอากาศ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) จะเป็นตัวทำลายคลอโรฟิลล์อย่างรวดเร็วทำให้เกิด chlorotic และ necrotic บนใบพืช แคดเมียม (Cd) มีผลต่อพืชเองน้อยแต่สะสมเอาไว้จะเป็นอันตรายต่อสัตว์ที่บริโภคเข้าไป Arsenicซึ่งเกิดจากการทำเหมืองถ่านหินก็มีผลทำให้ใบอ่อนของพืชมีสีเหลืองซีด และเกิดเป็นจุดสีม่วงและน้ำตาลในใบแก่ ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) จะไปยับยั้งปฏิกริยาในขบวนการเมตาโบลิซึมในพืช ฟลูออไรด์ทำให้ขอบใบไหม้ ส่วนโอโซน (O_3) จากการทดลองกับมะเขือเทศ (Manfield,1976) ที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวันจะทำให้การเจริญเติบโตลดลงและไม่มีการติดผล

การศึกษาถึงลักษณะโครงสร้างภายนอกและภายในของใบพืชที่ปลูกในเขตที่มีมลพิษทางอากาศจะช่วยให้ทราบถึงผลกระทบต่อประสิทธิภาพของการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ การปรับตัวของพืช ความสามารถในการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพในการดูดซึมสารต่างๆ ของพืชแต่ละชนิด เพื่อเป็นแนวทางในการคัดเลือกพืชพรรณสำหรับปลูกในเขตพื้นที่ที่มลพิษทางอากาศได้อย่างเหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

๑. ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างพืชที่ทางกรุงเทพมหานครและประชาชนปลูกไว้บนเกาะกลางถนนและขอบทางเท้า ตามบริเวณต่างๆดังนี้

-ถนนพหลโยธิน จากสามแยกเกษตรไปยังเสนา ปากทางลาดพร้าว จตุจักร สหาน ควาย สนามเป้า อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและบางเขน

-ย่านประดูน้ำ สีลม

๒. ทำการปลูกพืชชนิดเดียวกันกับที่สำรวจพบในเขตมลพิษทางอากาศในเรือนเพาะชำของภาควิชาพฤกษศาสตร์ เพื่อเป็นชุดเปรียบเทียบ

๓ ทำการลอกผิวใบด้านบน (upper epidermis) และด้านล่าง (lower epidermis) ด้วยสารละลายส่วนผสมของกรดไครมิคและกรดไนตริก

๔. นับจำนวนและวัดขนาดปากใบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ด้วย micrometer

๕. ศึกษาลักษณะของผิวใบ และปากใบด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเลคตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope)

๖. เก็บตัวอย่างใบพืชมาศึกษาโครงสร้างภายใน โดยการทำ paraffin section ตามการมวิธีของ Johansen (1940)

ผลการศึกษา

๑. จากการสำรวจและได้เก็บตัวอย่างพืชมาทำการศึกษาจำนวน ๔๔ ชนิด ประกอบด้วยพืชใบเลี้ยงคู่จำนวน ๒๔ ชนิด ใบเลี้ยงเดี่ยวจำนวน ๑๐ ชนิด ดังตารางที่ ๑

ตารางที่ 1 รายชื่อพืชที่ทำการศึกษาวิจัย

พรรณไม้เลี้ยงผึ้ง

	Local name	Botanical name	Family	Character
1	สไคกอินเดีย	Polythia longifolia	Annonaceae	ไม้ยืนต้น
2	ชวนชม	Adenium obesum	Apocynaceae	ไม้พุ่ม
3	ลั่นทม	Plumeria obtusa	Apocynaceae	ไม้ยืนต้น
4	ทองหลางลาย	Erythrina variegata	Cesalpiniaceae	ไม้ยืนต้น
5	ยางอินเดีย	Ficus elastica	Moraceae	ไม้ยืนต้น
6	มะขม	Phyllanthus acidus	Euphorbiaceae	ไม้ยืนต้น
7	หว้า	Eugenia eumini	Myrtaceae	ไม้ยืนต้น
8	หางนกยูงฝรั่ง	Delonix regia	Cesalpiniaceae	ไม้ยืนต้น
9	กระดุมทอง	Utedelia trilobata	Asteraceae	ไม้เลื้อย
10	ขี้หนอน	Excoecoria cochinchinesis	Euphorbiaceae	ไม้พุ่ม
11	มะขามเทศ	Pithecellobium dulce	Cesalpiniaceae	ไม้ยืนต้น
12	เข็ม	Ixora subsessilis	Rubiaceae	ไม้พุ่ม
13	แก้ว	Murraya paniculata	Rutaceae	ไม้พุ่ม
14	เข็มเศรษฐี	Ixora congesta	Rubiaceae	ไม้พุ่ม
15	คริสมาส	Euphorbia pulcherrima	Euphorbiaceae	ไม้พุ่ม
16	ชบา	Hibiscus rosa-sinensis	Malvaceae	ไม้พุ่ม
17	เล็บครุฑ	Polyscias balfouriana	Araliaceae	ไม้พุ่ม
18	นนทรี	Peltophorum pterocarpus	Cesalpiniaceae	ไม้ยืนต้น
19	จามจุรี	Samanea saman	Mimosaceae	ไม้ยืนต้น
20	มิกกี้เมาท์	Ochna Kirkii	Ochnaceae	ไม้พุ่ม
21	บานบุรี	Allamanda cathartica	Apocynaceae	ไม้เลื้อย
22	ประดู่บ้าน	Pterocarpus indicus willd.	Fabaceae	ไม้ยืนต้น
23	เฟื่องฟ้า	Bougainville spectabilis willd.	Nyctaginaceae	ไม้พุ่ม-เลื้อย
24	ชมพูภูคิรีย์	Tabebuia rosea DC.	Bignoniaceae	ไม้ยืนต้น
25	มะขาม	Tamarindus indica Linn.	Caesalpiniaceae	ไม้ยืนต้น

26	ประดู่บ้าน	Phyllocarpus septentrionalis Donn.	Caesalpiniaceae	ไม้ยืนต้น
27	ทองบางตาย	Cassia surattensis Burm.	Caesalpiniaceae	ไม้พุ่ม
28	การเวก	Artabotrys uncinatus Merr.	Annonaceae	ไม้เลื้อย
29	ไทรย้อย	Ficus benjamina Linn.	Moraceae	ไม้ยืนต้น
30	พิกุล	Mimusops elengi Linn.	Sapotaceae	ไม้ยืนต้น
31	หูกวาง	Terminalia catapa Linn.	Com bretaceae	ไม้ยืนต้น
32	ศรีมหาโพ	Ficus religiosa Linn.	Moraceae	ไม้ยืนต้น
33	ราชพฤกษ์	Cassia fistula Linn.	Caesalpiniaceae	ไม้ยืนต้น
34	ตะแบก	Lagerstroemia cuspidata wall	Lythraceae	ไม้ยืนต้น

พวกพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (Monocotyledons)

	Local name	Botanical name	Family	Character
1	หมากเขียว	Ptychosperma macarthurii	Arecacea	ไม้ยืนต้น
2	พุทธรักษา	Canna indica	Cannaceae	ไม้พุ่ม
3	Song of Jamaica	Pleomele sp.	Liliaceae	ไม้ยืนต้น
4	วาสนา	Dracaena fragrans	Liliaceae	ไม้ยืนต้น
5	ต้วไฉ่ม่วง	Tradescantia sp.	Commelinaceae	ไม้ล้มลุก
6	ลิ้นมังกร	Sansevieria trifasciata	Liliaceae	ไม้ล้มลุก
7	สาวน้อยประแป้ง	Dieffenbachia seguine	Araceae	ไม้ล้มลุก
8	เงินไหลมา	Syngonium podophyllum	Araceae	ไม้ล้มลุก
9	ทองสาวีี	Dieffenbachia sp.	Arecaeae	ไม้ล้มลุก
10	พลับพลึงดินเม็ด	Hymenocallis littoralis salisb.	Amaryllidaceae	ไม้ล้มลุก

2. เมื่อทำการนับจำนวนปากใบของพืชในเขตมหิดลเปรียบเทียบกับพืชที่ปลูกในเรือนเพาะชำของภาควิชาพฤกษศาสตร์ พบว่าพืชส่วนใหญ่จำนวนปากใบไม่เปลี่ยนแปลง มีจำนวน 14 ชนิดที่ปากใบเพิ่มขึ้นคือ อโศกอินเดีย ชวนชม หว้า หางนกยูงฝรั่ง สีนกระบือ มะขามเทศ มานะบุรี หัวใจม่วง สีนมังกร วาสนา แก้ว เข็มเศรษฐี มานบุรี และเงินไหลมา อีก 7 ชนิดมีปากใบลดลงคือ มะยม จามจุรี ชมพูพันธุ์ทิพย์ หิรุล ยูกวาง ศรีมหาโพและราชพฤกษ์ (ตารางที่ 2,3 และ 4)

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนปากใบพืชในเขตที่มีมลภาวะทางอากาศ

	ชนิดพืช	จำนวนปากใบต่อตารางมิลลิเมตร		
		ผิวใบด้านบน	ผิวใบด้านล่าง	รวม
1	อโศกอินเดีย	0.0	452.6	452.6
2	ชวนชม	0.0	246.4	246.4
3	สีนทม	0.0	174.6	174.0
4	ทองหลางลาย	0.0	153.6	153.6
5	ยางอินเดีย	0.0	144.0	144.0
6	มะยม	0.0	124.8	124.8
7	หว้า	0.0	489.6	489.6
8	หางนกยูงฝรั่ง	0.0	784.0	784.0
9	กระดูมทอง	80.4	180.6	261.0
10	สีนกระบือ	0.0	368.0	368.0
11	มะขามเทศ	45.4	720.0	774.4
12	เข็ม	0.0	236.8	236.8
13	แก้ว	0.0	652.8	652.8
14	เข็มเศรษฐี	0.0	236.8	236.8
15	ศรีมหาโพ	0.0	272.4	272.4
16	ชมพู	8.6	130.6	139.2
17	เล็บครุฑ	0.0	272.8	272.8
18	นนทรี	0.0	186.4	186.4
19	จามจุรี	0.0	547.6	547.6
20	มิกกี้เมาส์	0.0	284.8	284.8
21	มานบุรี	0.0	896.0	896.0

ตารางที่ 8 (ต่อ)

22. ปากคู่บ้าน	0	159.0	159.0
23. เพื่องฟ้า	13	161.0	174.0
24. ชลบุรีนฤมิตร์	0	196.0	196.0
25. มะขาม	214	524.0	738.0
26. ปากคู่แคง	0	338.0	338.0
27. ทางบาดาล	52	478.0	528.0
28. ตาจาก	0	197.0	197.0
29. ไทร	0	235.0	235.0
30. พิกุล	0	199.0	199.0
31. ลูกวาง	0	352.0	352.0
32. ศรีมหาโพ	0	205.0	205.0
33. ราชสุภณ์	0	352.0	352.0
34. ครบบก	0	106.0	106.0
35. หนามเตียว	0	192.0	192.0
36. หุบอีกษา	56	112.0	168.0
37. soug of jamaica	0	64.0	64.0
38. วาหนา	28	122.8	140.8
39. หัวไผ่วง	0	65.0	65
40. พิมบังกา	38	54.8	92.8
41. สาวน้อยประแป้ง	17	25.3	42.3
42. เขินโทหมา	0	160.0	160.0
43. ทองสาวี	22	24.0	46.0
44. พลับพลึงพันเม็ด	21	41.0	62.0

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนปากใบพืชในเขตปลอดมลภาวะทางอากาศ

	ชนิดพืช	จำนวนปากใบต่อตารางมิลลิเมตร		
		ผิวใบด้านบน	ผิวใบด้านล่าง	รวม
1	อโศกอินเดีย	0.0	288.0	288.0
2	ชวนชม	0.0	153.0	153.0
3	ตีนทม	0.0	198.4	198.4
4	ทองหลางลาย	0.0	137.6	137.6
5	ยางอินเดีย	0.0	163.2	163.2
6	มะขม	0.0	163.2	163.2
7	หว้า	9.6	284.8	294.4
8	หางนกยูงฝรั่ง	0.0	512.0	512.0
9	กระดุมทอง	86.4	195.0	281.4
10	ตีนกระบือ	0.0	236.8	236.8
11	มะขามเทศ	9.6	517.3	526.3
12	เข็ม	0.0	201.6	201.6
13	แก้ว	0.0	547.2	547.2
14	เข็มเศรษฐี	0.0	192.0	192.0
15	คริสมาส	0.0	293.3	293.3
16	ชบา	12.8	153.6	166.4
17	เล็บครุฑ	0.0	300.8	300.8
18	นนทรี	0.0	217.6	217.6
19	จามจุรี	0.0	624.0	624.0
20	มิกกี้เมาท์	0.0	240.0	240.0
21	บานบุรี	0.0	470.0	470.0
22	ประดู่บ้าน	0.0	176	176.0
23	เฟื่องฟ้า	23.0	160	183.0

24	ชมชุมชุมชีพย์	0.0	320	320
25	ยะชาย	224.0	608	832.0
26	ปาะตู่แดง	0.0	480	480.0
27	ทางบาดาล	75.0	560	635.0
28	ภาราเวก	0.5	276	276.5
29	ไทร	0.0	222	222.0
30	ทีคุล	0.0	134	134.0
31	ชูกวาง	0.0	960	960.0
32	ศรีมหาไพ	0.0	368	368.0
33	ราชพฤกษ์	0.0	608	608.0
34	ตะแบก	0.0	98	98.0
35	พนาดเขียว	0.0	134.4	134.4
36	ชุทธรักษา	57.5	135.0	192.5
37	song of jamaica	0.0	62.5	62.5
38	วาสนา	14.3	77.0	91.3
39	หัวใจม่วง	0.0	8.8	8.8
40	ลิ้นมังกร	14.0	17.2	31.2
41	สายน้อยประแป้ง	1.6	34.0	35.6
42	เงินไหลมา	0.0	76.8	76.8
43	ทองสาวสี	12.4	18.8	31.2
44	พลับพลึงสีนเปิด	25.0	36.0	81.0

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบจำนวนปากใบของพืชที่ปลูกใน เขตปลอดมลพิษและ เขตมลพิษทางอากาศ ของกรุงเทพมหานคร

		จำนวนปากใบต่อตารางมิลลิเมตร	
		เขตปลอดมลพิษ	เขตมลพิษ
1	อโศกอินเดีย	289.0	425.6
2	ชวนชม	153.0	245.4
3	ตีนทม	198.4	174.0
4	พองหลางลาย	137.6	158.6
5	ยางอินเดีย	163.2	144.0
6	มะขม	169.2	124.8
7	หว้า	294.4	489.6
8	หางนกยูงฝรั่ง	512.0	784.0
9	กระดุมทอง	281.4	261.0
10	ลีนกระมือ	236.8	368.0
11	มะขามเทศ	526.9	774.4
12	เข็ม	201.6	236.8
13	แก้ว	847.2	652.8
14	เข็มเศวตฐี	192.0	236.8
15	คริสมาส	293.3	272.4
16	ชบา	166.4	139.2
17	เล็บครุฑ	300.8	272.8
18	นนตรี	217.6	186.4
19	จามจุรี	624.0	546.6
20	มิกกี้เมาส์	240.0	284.8
21	ยานยุรี	470.0	896.0
22	ประดู่บ้าน	176.0	159.0

23	เพื่องฟ้า	189.0	174.0
24	ชมพูพันธุ์ทิพย์	320.0	196.0
25	มะขาม	692.0	736.0
26	ประดู่แดง	480.0	336.0
27	พรงบาดาล	638.0	528.0
28	การเวก	276.5	197.0
29	ไทรย้อย	222.0	235.0
30	พิกุล	134.0	199.0
31	ยูกราง	960.0	352.0
32	ศรีมหาโพ	360.0	205.0
33	ราชพฤกษ์	608.0	352.0
34	ตะแบก	98.0	108.0
35	หมากเหียว	134.4	192.0
36	พุทธรักษา	192.5	168.0
37	Song of Jamaica	62.5	84.0
38	วาสนา	91.3	140.8
39	ตีวใจมั่ง	8.8	60.0
40	ดีมยังกา	31.2	92.8
41	สาวน้อยประแป้ง	35.6	42.3
42	เงินไหลมา	76.8	160.0
43	หงสาวดี	31.2	46.0
44	หลิบหลิงคีนเบ็ด	81.0	62.0

3 ผลการวัดขนาดของปากใบพบว่าส่วนใหญ่มีขนาดของปากใบไม่เปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 5 แสดงขนาดของปากใบพืชใน เทคนิคสภาวะและ เทคนิคปลอดสภาวะทางอากาศ

	ชนิดพืช	ขนาดของปากใบ เฉลี่ย	
		เทคนิคปลอดสภาวะ	เทคนิคสภาวะ
1	อโศกอินเดีย	10.0	17.5
2	ชวนชม	25.0	22.5
3	ลั่นทม	25.0	22.5
4	ทองหลางลาย	17.5	22.5
5	ยางอินเดีย	20.0	17.5
6	ยะยม	15.0	10.0
7	หว้า	12.5	17.5
8	หางนกยูงฝรั่ง	10.0	10.0
9	กระดุมทอง	16.5	15.0
10	ลีนกระปิอ	12.5	15.0
11	ยะขามเทศ	17.0	17.5
12	เข็ม	20.0	17.5
13	แก้ว	7.5	10.0
14	เข็มเศรษฐี	20.0	12.5
15	คริสมาส	12.5	10.0
16	ชบา	27.5	25.0
17	เล็บครุฑ	10.0	12.5
18	บนทรี	15.0	15.0
19	จามจุรี	15.0	15.0
20	มิกกี้เมาท์	10.0	12.5
21	ขายบุรี	12.5	12.5

22	ประตูบ้าน	27.5	25.0
23	เพื่องฟ้า	25.0	21.2
24	ชมชูพันธุ์ทิพย์	15.0	17.5
25	มะขาม	17.5	13.7
26	ประตูแดง	15.0	17.5
27	ทรงยาคาล	20.0	11.2
28	การเวก	17.5	18.7
29	ไทร	20.0	21.2
30	พิกุล	15.0	12.5
31	ชูกวาง	12.5	12.5
32	ศรีมหาโพ	30.0	30.0
33	ราชพฤกษ์	17.5	18.7
34	ตะแบก	17.0	17.5
35	หมากเขียว	25.0	22.5
36	พุทธรักษา	20.0	27.5
37	song of jamaica	17.5	22.5
38	วาสนา	22.5	17.5
39	หัวใจม่วง	50.0	57.5
40	พันธุ์งการ	32.5	30.0
41	สาวน้อยประแป้ง	40.0	40.0
42	เงินไหลมา	22.5	20.0
43	หงสาวดี	45.0	40.0
44	พลับพลึงสีนเบิด	33.7	36.2

4 ผลการศึกษาโครงสร้างภายในของใบพบว่าพืชเกือบทุกชนิดมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในต่างๆคือมีชั้น spongy mesophyll กว้างขึ้น ช่องอากาศ (air space) เพิ่มขึ้น มีผลึกแบบต่างๆคือแบบ druse, prismatic และ raphide เกิดขึ้นหรือปริมาณเพิ่มขึ้นจากที่เคยมี พืชที่มี cystolith เช่นในยางอินเดียก็มีปริมาณเพิ่มขึ้น เซลล์หรือต่อมผลิตสารต่างๆ เช่น tannin, mucilage, oil, latex จะมีมากขึ้นกว่าปกติ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างภายในของใบพืชที่ปลูกในเขตมลพิษทางอากาศ

ชนิดพืช	ความเปลี่ยนแปลงที่พบ
1 อโศกอินเดีย	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น
2 ชวนชม	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มีผลึกแบบ druse เกิดขึ้นใน spongy cell
3 ตีนทม	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มีช่องอากาศ (air space) ในชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น
4 ทองหลางลาย	-มีชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มีผลึกแบบ prismatic เกิดขึ้นใน fiber cell
5 ยางอินเดีย	-มีชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มีเซลล์ lothocyst เพิ่มขึ้น
6 มะยม	-มีชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มี secretion เพิ่มขึ้น ใน palisade และ spongy cell -มีผลึกแบบ prismatic เกิดใน fiber cell
7 หว้า	-มีผลึกแบบ druse เพิ่มขึ้นใน palisade mesophyll และ spongy mesophyll -มี secretion เกิดขึ้นในชั้น epidermis นอกเหนือจากใน palisade mesophyll -มีชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น

8	หางนกยูงฝรั่ง	-ฟัน spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -secretion ใน epidermal cell เพิ่มขึ้น -มี secretion เกิดขึ้นใน palisade cell
9	กระดุมทอง	-มี secretory cell เพิ่มขึ้น
10	ฟ้ามุ่ยปีก	-ฟัน spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มีช่องอากาศใน spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มีผลึกรูป druse เกิดขึ้นใน spongy mesophyll -มี secretory cell เกิดขึ้นใน palisade mesophyll และ spongy mesophyll
11	มะขามเทศ	-palisade cell รูปร่างยาวขึ้น -ผลึกแบบ prismatic เกิดขึ้นใน fiber cell -มีการสะสม secretion ใน palisade cell และ spongy cell
12	เข็ม	-มี secretion เพิ่มขึ้นใน epidermis และ palisade cell -มีผลึกแบบ druse เพิ่มขึ้นใน spongy cell
13	แก้ว	-ฟัน spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มี secretory cell เพิ่มขึ้น
14	เข็มเศวตฐี	-ฟัน spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มีผลึกแบบ druse เพิ่มขึ้นในspongy cell -มี secretion เพิ่มขึ้นใน palisade และ spongy cell
15	กริสมาส	-secretory cell เพิ่มขึ้น
16	ชบา	-ฟัน spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -mucilagenous cell ในฟัน epidermis เพิ่มขึ้น -ผลึกแบบ druse ใน palisade cell เพิ่มขึ้น

QK
649
A111

15	ศรีสมาส	-secretory cell เพิ่มขึ้น
16	สยา	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -mucilagenous cell ในชั้น epidermis เพิ่มขึ้น -ผลึกแบบ druse ใน palisade cell เพิ่มขึ้น
17	เจ็ดกรุก	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -ผลึกแบบ druse ใน palisade cell เพิ่มขึ้น
18	นนทรี	-ไม่พบการเปลี่ยนแปลง
19	จามจุรี	-มีผลึกแบบ prismatic เกิดขึ้นใน fiber cell
20	มิกกี้เมาส์	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -ผลึกแบบ druse ใน palisade cell เพิ่มขึ้น
21	มานบุรี	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มี secretory cell เกิดขึ้นใน palisade cell
22	ประดู่บ้าน	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น
23	เฟื่องฟ้า	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -มีผลึกแบบ raphide ใน palisade และ spongy cell เพิ่มขึ้น
24	ชมพูพันธุ์ทิพย์	-ไม่พบการเปลี่ยนแปลง
25	ยะขาม	-มีผลึกแบบ prismatic เกิดขึ้นใน fiber cell
26	ประดู่แดง	-ไม่พบการเปลี่ยนแปลง
27	ทรงบาดาล	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น
28	การเวก	-ไม่พบการเปลี่ยนแปลง
29	ไทร	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น

30	พิกุล	-มี secretory cell เพิ่มขึ้น
31	ชุมเวาง	-มีผลึกแบบ prismatic เกิดขึ้นใน fiber cell
32	ศรีมหาโพ	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น -เซลล์เก็บน้ำ (water storage cell) เพิ่มขึ้น -มีผลึกแบบ prismatic เกิดขึ้นใน fiber cell
33	ราชพฤกษ์	-มีผลึกแบบ prismatic เกิดขึ้นใน fiber cell
34	ตะแบก	-ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น
35	หมากเขียว	-มี air space เพิ่มขึ้น -มี secretory cell เกิดขึ้นในชั้น epidermis
36	พุทธรักษา	-มี secretory cell เพิ่มขึ้นในชั้น palisade และ spongy mesophyll
37	song of Jamaica	-มี air space เพิ่มขึ้น -มีผลึกแบบ druse เพิ่มขึ้นใน leaf mesophyll
38	วาสนา	-มี air space เพิ่มขึ้นใน leaf mesophyll
39	หัวใจม่วง	-มี water storage cell เพิ่มขึ้น -spongy cell เพิ่มขึ้น
40	ลิ้นมังกร	-มี air space เพิ่มขึ้น -มีผลึกแบบ raphide เพิ่มขึ้น
41	สาวน้อยประแป้ง	-มี air space เพิ่มขึ้น -มีผลึกแบบ druse เพิ่มขึ้นใน palisade และ spongy cell
42	เงินไหลมา	-มี air space เพิ่มขึ้น -มีผลึกแบบ raphide เพิ่มขึ้น
43	พงสาวดี	-มี air space เพิ่มขึ้น -มีผลึกแบบ druse เพิ่มขึ้นใน leaf mesophyll
44	พลับพลึงดีบเป็ด	-มี mucilagenous cell เพิ่มขึ้น

สรุปและวิจารณ์

จากการศึกษาปากใบและโครงสร้างภายในของใบพืชใน เขตมลพิษทางอากาศพบว่าพืชมีการเปลี่ยนแปลงและปรับตัวดังนี้

๑. ในใบพืชที่มีโครงสร้างธรรมดา จะมีจำนวนปากใบ เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากอากาศใน เขตมลพิษมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูงส่วนออกซิเจนลดลง ทำให้ปากใบปิดและมีผลทำให้อัตราการคายน้ำและการหายใจลดลง เพื่อเป็นการชดเชยพืชจึงปรับตัวโดยการเพิ่มจำนวนปากใบ ในใบที่มีโครงสร้างพิเศษปกคลุมผิวใบ เช่น ขน หนาม ไข ต่อมต่างๆ และปากใบที่ฝังตัวจมอยู่ในผิวใบ (sunken stomata) มลพิษทางอากาศจึงไม่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนปากใบ ทั้งนี้เพราะใบลักษณะดังกล่าวเมื่อได้รับผลกระทบทางมลพิษพืชจะปรับตัวโดยการเพิ่มโครงสร้างที่ปกคลุมผิวใบ แทน จึงทำให้จำนวนปากใบลดลงหรือไม่เปลี่ยนแปลง

๒. มลพิษทางอากาศไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดของปากใบ

๓. ใบพืชเกือบทุกชนิดจะมีเซลล์ชั้น spongy mesophyll เพิ่มขึ้น ถ้าหากเป็นพืชที่ไม่สามารถแบ่งชั้นของ leaf mesophyll ได้ เช่นพืชพวกใบเลี้ยงเดี่ยวก็จะมีปริมาณของช่องอากาศ (air space) เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อันเนื่องมาจากปริมาณของออกซิเจนในอากาศที่ลดลง พืชจึงต้องเก็บสะสมอากาศไว้ใน leaf mesophyll ให้มากขึ้นเพื่อให้เพียงกับการหายใจของเซลล์

๔. การเกิดหรือการเพิ่มปริมาณของผลึก (crystal) ในพืชบางชนิดที่ปกติไม่สร้างผลึก เช่น ชวนชม มะยม ทองหลางลาย ฟันกระบือ มะขามเทศ เป็นต้น เมื่อปลูกในสภาพที่มีมลพิษทางอากาศจะมีการสร้างผลึกขึ้น ส่วนในพืชที่มีผลึกเหล่านั้นในสภาพปกติอยู่แล้วก็จะมีการสร้างเพิ่มขึ้น ผลึกที่พบในพืชจะมีลักษณะรูปร่างแบบต่างๆ คือถ้าเป็นรูปเข็มเรียก raphide crystal รูปร่างคล้ายดอกรักเรียก druse crystal รูปร่างหลายเหลี่ยมเรียก prismatic crystal และรูปร่างคล้ายผลทุเรียนมีก้านยึดเรียก cystolith แต่อย่างไรก็ตามผลึกทุกแบบจะเป็นสารประกอบพวก calcium oxalate (Fahn, 1982 และ Pandey, 1982) ส่วน cystolith เป็นสารประกอบพวก calcium carbonate (Pandey, 1982) ซึ่งสารเหล่านี้เกิดจากของเสียจากขบวนการเมตาบอลิซึม (metabolic waste) สารเหล่านี้ถ้าพืชไม่จำกัดออกจะเป็นอันตรายต่อเซลล์ ฉะนั้นการที่พืชได้รับมลสารเข้าไปจะทำให้มีสารพิษในเซลล์เพิ่มขึ้น จึงมีการกำจัดออกในรูปของผลึกมากขึ้น

นอกจากจะพบผลึกใน leaf mesophyll แล้วยังพบ prismatic crystal ใน fiber cell ของกลุ่มท่อลำเลียง ซึ่งยังไม่เคยมีรายงานการปรากฏดังกล่าวมาก่อน นอกจากจะพบใน fiber cell ของเนื้อไม้ (wood) ในต้นเสี้ยน (ดวิด, 2533) และต้นกระถินเทพา (มานิตย์,2533)

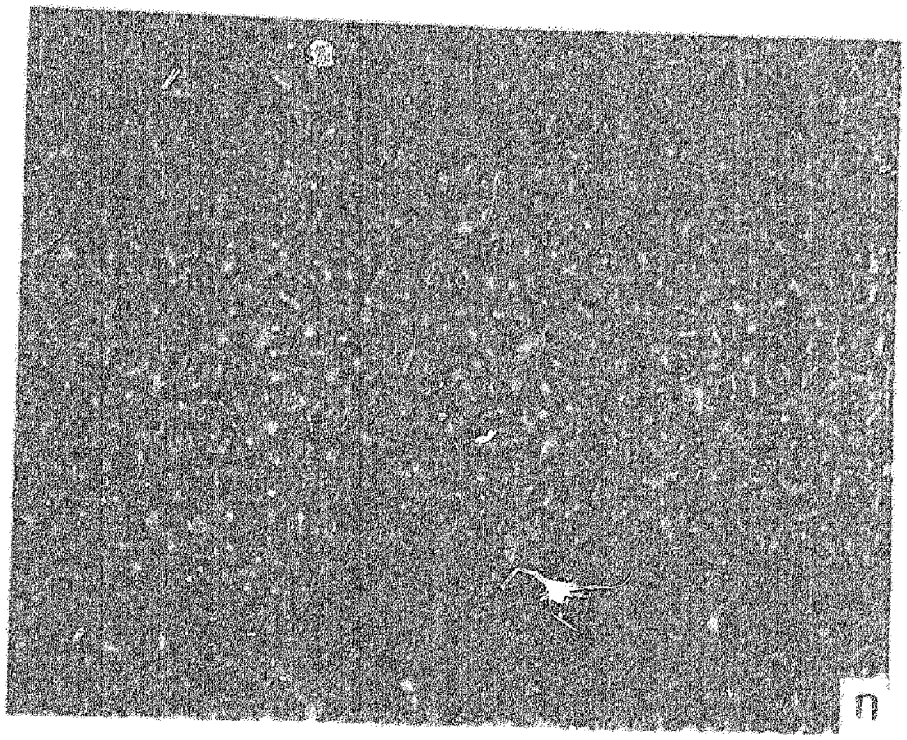
5 พืชในเขตมสพืชจะมีเซลล์เก็บน้ำ (water storage) เพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากพืชมีประสิทธิภาพการคายน้ำลดลง ส่งผลให้การดูดน้ำจากดินลดลงด้วย พืชจึงมีสภาพของการขาดน้ำ จึงต้องมีเซลล์เก็บน้ำเพิ่มขึ้น เช่น ในต้นศรีมหาโพและต้นไทรย่อง

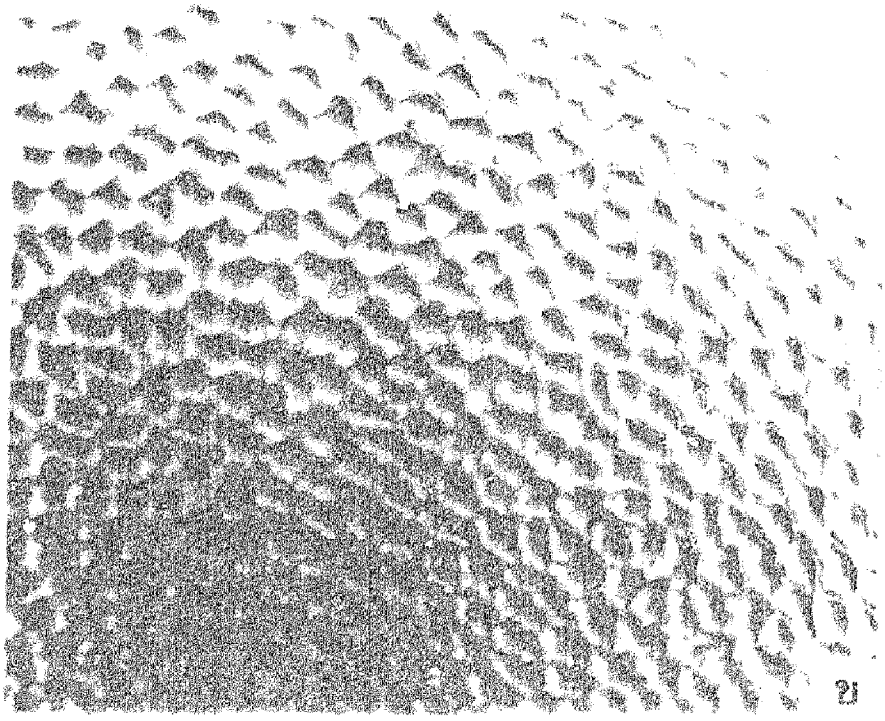
6 พืชในเขตมสพืชมี secretory cell เพิ่มขึ้น เช่น tanniferous cell ในหว้า มะยม ต้นกระบือ มะขามเทศ เป็นต้น mucilagenous cell ในชบาและพลับพลึง ต้นเข็ด latex cell ในคริสมาส บานบุรี และพิกุล ซึ่งเซลล์ต่างๆ เหล่านี้เป็นแหล่งเก็บรวบรวมสารต่างๆ ทั้งที่พืชต้องการและไม่ต้องการ

ข้อเสนอแนะ

ในการที่จะคัดเลือกพรรณพืชที่สามารถดูดซับมลสารได้ดีและมากที่สุดนั้น นอกจากจะดูลักษณะปากใบและการปรับโครงสร้างภายในของใบแล้ว ควรคำนึงถึงลักษณะทางสรีรวิทยาและนิเวศวิทยาด้วย เช่น ลักษณะต้นและทรงพุ่ม ปริมาณพื้นที่ใบ การผลัดใบ และการต้องการแสงในปริมาณความเข้มเท่าใด เป็นต้น

จากการศึกษาลักษณะและโครงสร้างของใบพืช จำนวน 44 ชนิด พืชที่มีแนวโน้มว่าจะสามารถช่วยดูดซับมลสารจากอากาศและเหมาะสำหรับการปลูกในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล 5 อันดับแรก ได้แก่ ทรงบาดาล แก้ว อโศกอินเดีย จามจุรี และบานบุรี

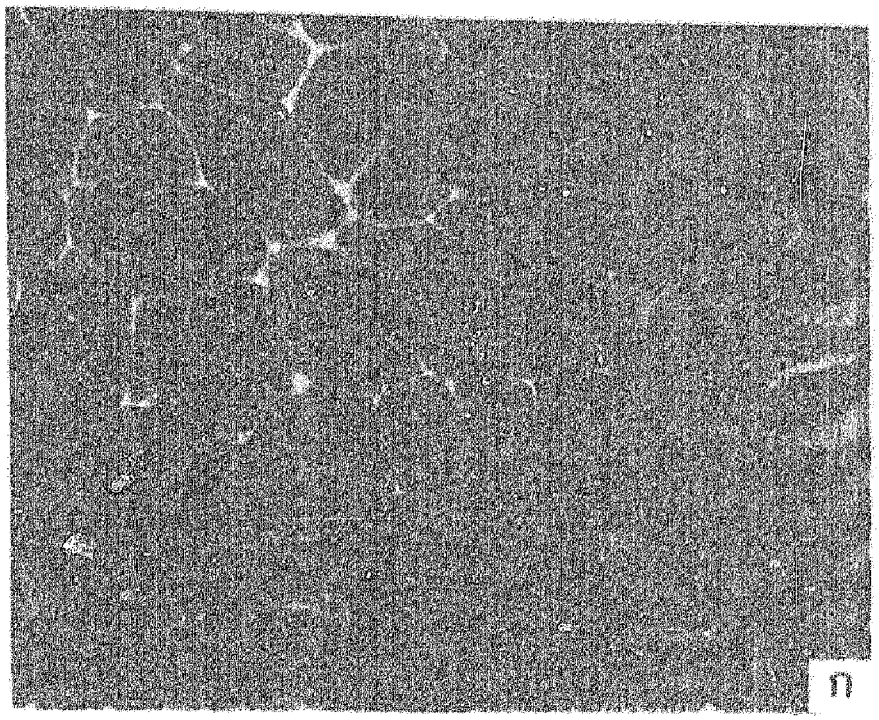


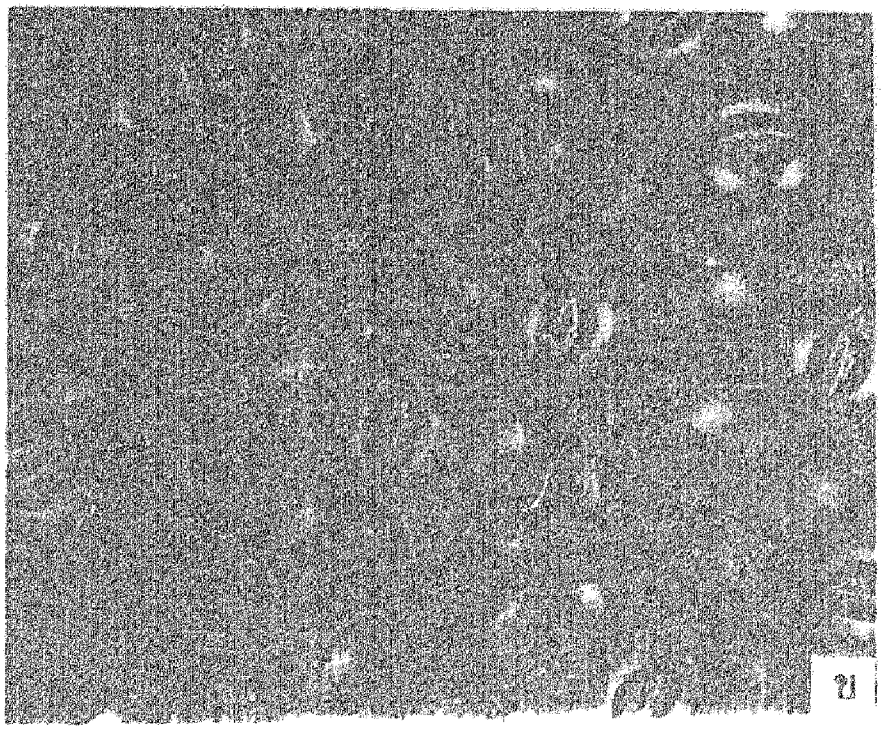


ภาพที่ 1 เซลล์ผิวใบหลงราชพฤกษ์

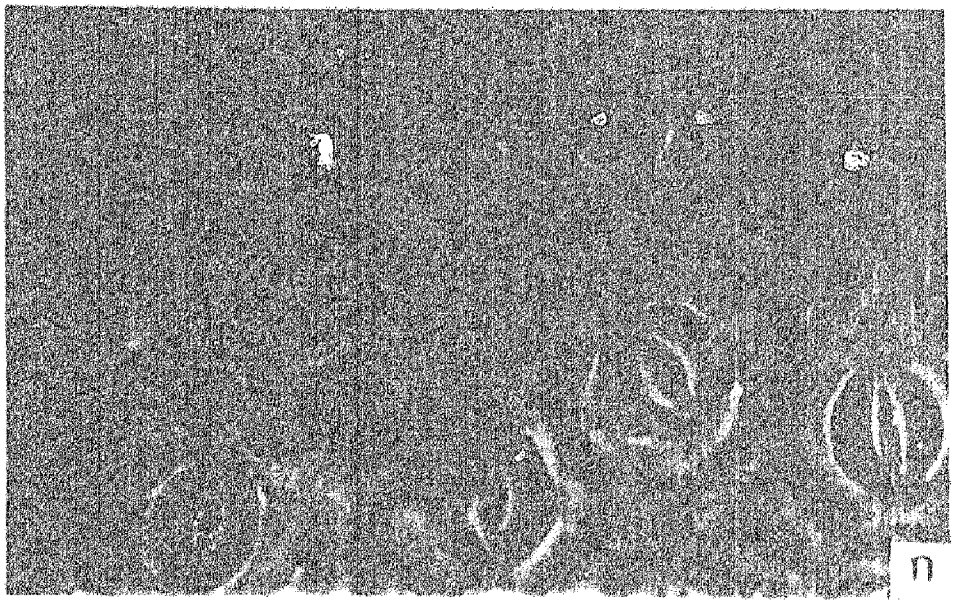
ก. ผิวใบด้าน lower epidermis มีปากใบอยู่จำนวนมาก

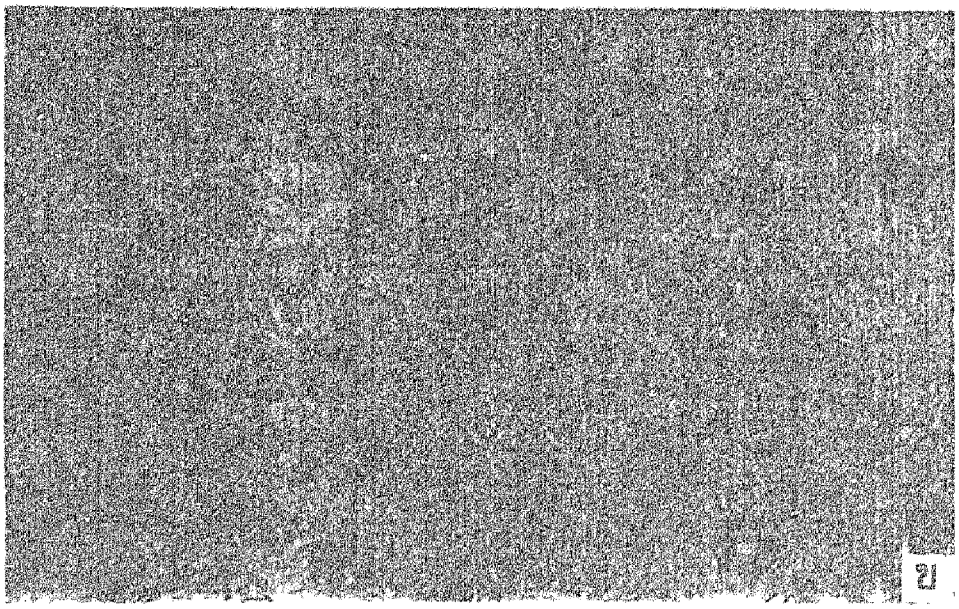
ข. ผิวใบด้าน upper epidermis ซึ่งไม่พบปากใบ





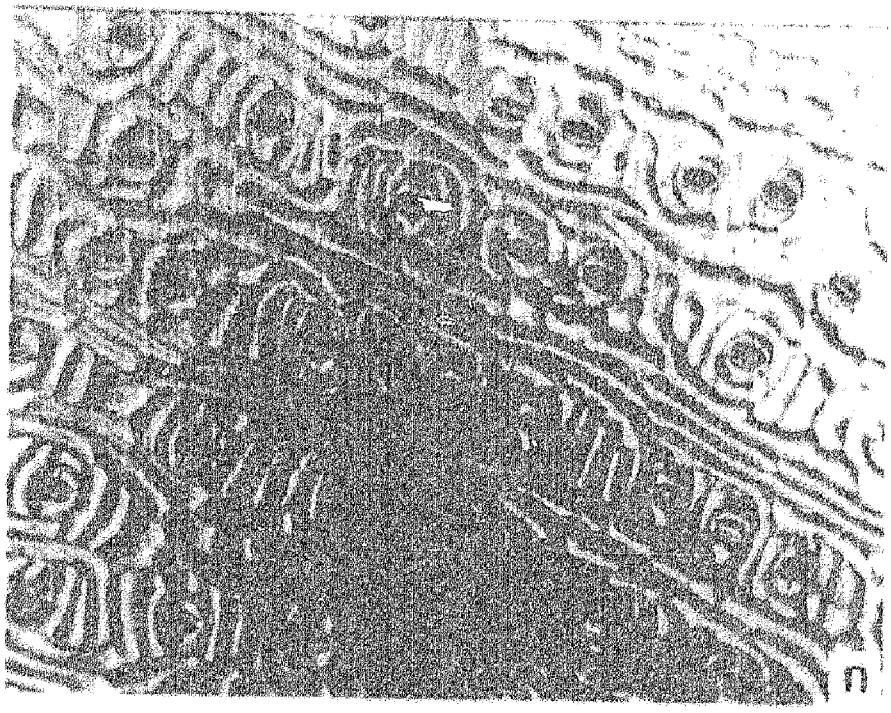
ภาพที่ 2 ปากใบของทางบานเย็น (ก) และราชพฤกษ์ (ข) ที่ปลูกในเขตมลพิษ ทำให้ปากใบปิดอยู่ตลอดเวลา





ภาพที่ ๑ ก.ปากใบประดู่บ้าน

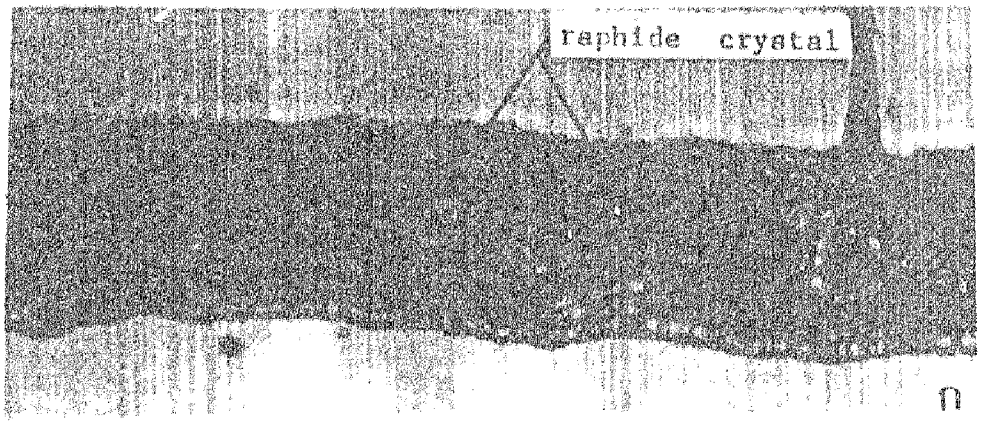
ข.ปากใบศรีมหาโพธิ์เทียบกับ [illegible]

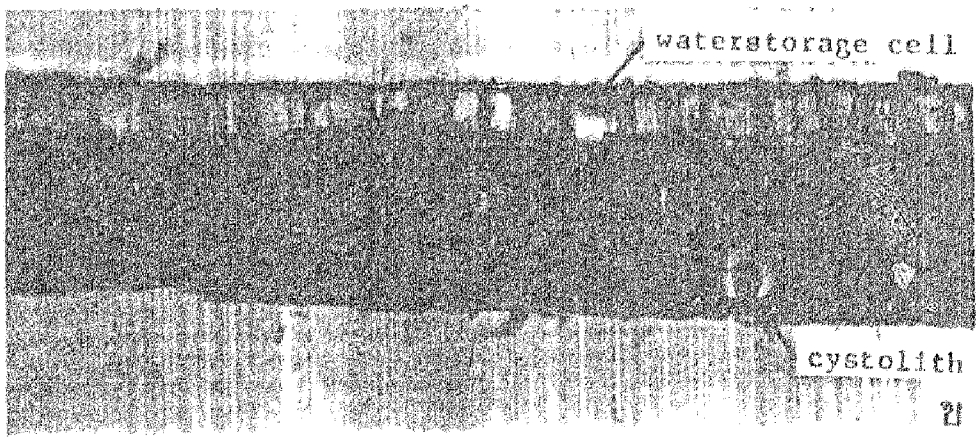


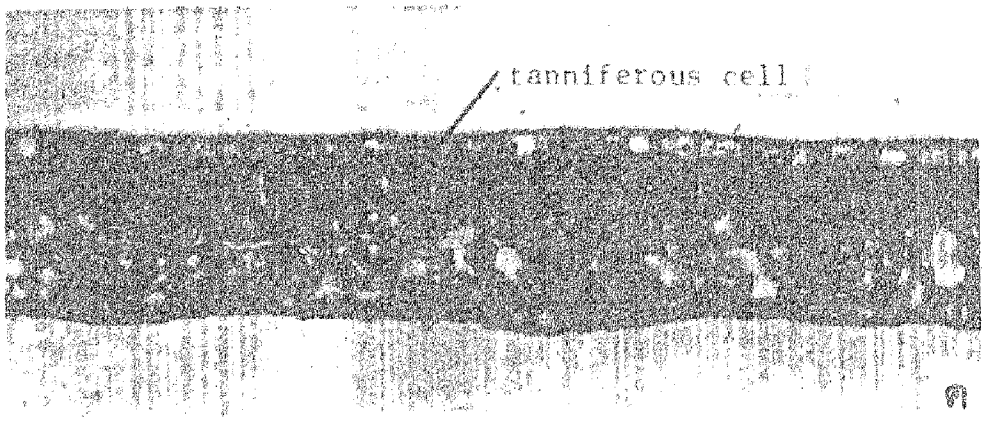
ภาพที่ 4 ปากใบพืชพวกใบเลี้ยงเดี่ยว

ก. ปาล์ม

ข. หัวไฉม่วง







ภาพที่ 5 โครงสร้างภายในของใบพืชที่ปลูกในเขตทุ่งกุลา

ก. ใบเลี้ยงฝ้ายที่พบ raphide crystal จำนวนมาก

ข. ใบศรีมหาโพที่ cystolith มากขึ้นในชั้น epidermis

ค. ใบมะขามที่มี secretory cell เกิดขึ้นในชั้น palisade และ spongy mesophyll

เอกสารอ้างอิง

กวิช แสนตรง. 2533. การศึกษาทางกายวิภาคของเสี้ยนผลเล็กและเสี้ยนผลใต. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

มานิตย์ ลัดดะไพฮี. 2533. การศึกษากายวิภาคของกระถินเทพาและกระถินยางค์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ

Fahn, A. 1976. Plant Anatomy. Pergamon Press, London. 544 p.

Johansen ; A. 1940. Plant Microtechniques. McGraw-Hill Book Co., New York. 523 p.

Levitt, J. 1956. The Hardeness of Plants. Academic Press, New York. 278 p.

Manfield, T.A. 1976. Effect of Air Pollutant on Plants. Cambridge University Press, London. 209 p.

Noda, K., C. Prakongwong and L. Chaiwiratnukul. 1985. Topography of the Seed and Leaves of Tropical weeds. Japan International Agency and Development of Agriculture. Ministry of Agriculture and Cooperation, Thailand. 159 p.

Pandey, B.P. 1982. Plant Anatomy. S. Chand & Company, Ram Nagar, New Delhi, India. 494 p.

Willey & Son, New Your. 283 p.

Weiser, T.E. and et.al. 1982. Botany : An Introduction to Plant Biology. Sixth Edition. John Wiley & Son, Singapore. 719 p.

อภิธานศัพท์

Crystal	:	เป็นผลึกที่เกิดจากสารประกอบพวก calcium oxalate หรือ calciumcarbonate ที่สะสมไว้ในแวคิวโอลของเซลล์
Cystolith	:	เป็นผลึกรูปแบบหนึ่งคล้ายผลหูเรียนที่มีก้านพบในเซลล์ lithocyst ซึ่งอยู่ในชั้น epidermis
Druse crystal	:	เป็นผลึกที่มีรูปร่างคล้ายดอกรักเร่
Latex	:	เป็นน้ำยางที่พบในพืชบางชนิดซึ่งจะสะสมไว้ใน latex cell หรือท่อน้ำยาง (laticifer)
Lithocyst	:	เป็นเซลล์ในชั้น epidermis ที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อทำหน้าที่เก็บ cystolith
Mucilagenous cell	:	เป็นเซลล์ที่เก็บสะสมสารเมือก (mucilage)
Prismatic crystal	:	เป็นผลึกรูปร่างหลายเหลี่ยม
Raphide crystal	:	เป็นผลึกรูปร่างคล้ายเข็ม
Secretion	:	เป็นสารประกอบต่างๆ ที่พืชเก็บสะสมไว้ในเซลล์ ต่อม ท่อหรือช่องว่างต่างๆ ในต้นพืช ซึ่งสารดังกล่าวอาจเกิดมาจากของเสียในขบวนการเมตาบอลิซึม การสลายตัวของเซลล์ เอนไซม์และสารที่ขับออกมาเพื่อทำหน้าที่พิเศษ
Secretory cell	:	เป็นเซลล์ที่เก็บสะสม secretion
Tannin	:	เป็นสารที่มีรสฝาดพบในพืชบางชนิด
Tanniferous cell	:	เป็นเซลล์ที่มีการสะสม tannin