

ลักษณะอาการของโรคใบด่างจากเชื้อ *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) ในข้าวโพดสายพันธุ์ต่าง ๆ Symptom of Sugarcane Mosaic Virus (SCMV) Disease of Maize Cultivars

อโนมา ดงแสนสุข เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล และกมล เลิศรัตน์

Anoma Dongsansuk, Petcharat Thummabenjapone and Kamol Lertrat

Abstract

Fifty seven maize cultivars were grown and observed for Sugarcane mosaic virus (SCMV) disease at the Vegetable section farm, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University between October 2006 - January 2007. The results indicated that 37 maize cultivars showed various kinds of symptom which divided into 23 type symptoms. Leaf samples were then collected from the 37 maize cultivars and detected for *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) by indirect-ELISA technique. The results indicated that only 7 maize cultivars were infected with SCMV according to ELISA values > 0.5 i.e. cultivars Teinsawan sib, 8Y, 2W, NB x TS, TS x NB, 209-36K and Khon Kaen composit 1. Type of disease symptom was consistency in long white to yellow streak along the vein. However, various type of symptoms also occurred on these SCMV infected samples. This result was supported by SDS-PAGE of crude extract from leaf tissues. The infected leaf tissues from these 7 maize cultivars showed an extra protein band at approx. MW 34.99 kDa from healthy leaf tissue protein profile. The protein band was resemble to coat protein subunit of SCMV. Thus, for evaluation the SCMV infection in corn varieties by eye only was not accurate. The suitable criteria for evaluation the SCMV disease should be observation of common symptom by eye and then confirmation by ELISA.

Key words: Sugar cane mosaic virus, maize, ELISA, SDS-PAGE

บทคัดย่อ

ดำเนินการปลูกข้าวโพด 57 สายพันธุ์ ในแปลงทดลองของหมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และสำรวจการเกิดโรคใบด่างข้าวโพดที่เกิดจากเชื้อ *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 - เดือนมกราคม 2550 จากการสังเกตลักษณะอาการผิดปกติในข้าวโพด 37 พันธุ์ แบ่งกลุ่มของลักษณะอาการโรคได้ 23 ลักษณะอาการ เมื่อตรวจหาเชื้อ *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) ด้วยเทคนิค indirect ELISA พบว่ามีตัวอย่างจากข้าวโพด 7 พันธุ์ ที่ให้

ผลบวกในการตรวจสอบโดยมีค่า ELISA ≥ 0.5 ได้แก่ พันธุ์ เทียนสวรรค์ sib, 8Y, 2W, NB x TS, TS x NB, 209-36K และ ขอนแก่นคอมโพสิต 1 ซึ่งมีลักษณะอาการหลักที่ปรากฏใน 5 กลุ่มตัวอย่าง คือ อาการใบด่างขีดสีเหลืองตามแนวยาวของใบ อย่างไรก็ตามพบมีลักษณะอาการอื่นๆ ร่วมอยู่ด้วย เมื่อยืนยันผลการตรวจ ELISA ด้วยการตรวจสอบรูปแบบของแถบโปรตีน จากตัวอย่างน้ำคั้นจากใบข้าวโพดเป็นโรคทั้ง 7 ตัวอย่าง โดยวิธี SDS-PAGE พบว่ามีแถบโปรตีนขนาดน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 34.99 kDa จากตัวอย่างข้าวโพดทั้ง 7 ตัวอย่างซึ่งไม่พบในน้ำคั้นใบข้าวโพดปกติ โปรตีนขนาด 34.99 kDa นี้ใกล้เคียงกับขนาดของโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ SCMV ดังนั้น การประเมินการเกิดโรคจากเชื้อ SCMV ด้วยการสังเกตลักษณะอาการของด้วยตาเปล่า เพียงอย่างเดียวยังไม่แม่นยำ เกณฑ์การประเมินการเกิดโรคที่เหมาะสมคือการสังเกตอาการด้วยตาเปล่าแล้วยืนยันด้วย เทคนิค ELISA

บทนำ

โรคใบด่างจากเชื้อ *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) เกิดกับพืชหลายชนิดได้แก่ อ้อย ข้าวโพด ข้าวฟ่างและพืชในวงศ์หญ้าอีกหลายชนิด ซึ่งสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตของพืชเหล่านี้ทั่วโลกจากการรายงานการระบาดของโรค SCMV ในประเทศแถบตะวันตกพบว่าผลผลิตได้รับความเสียหาย 60 - 80 %

ข้อมูลการระบาดของโรคใบด่าง SCMV ในข้าวโพด พบว่ามีการระบาดและสร้างความเสียหายแก่ผลผลิตของข้าวโพดทั่วโลก โดยในประเทศแถบยุโรปโรคนี้เป็นปัญหาที่สำคัญทำให้เกิดการสูญเสียผลผลิตของข้าวโพดโดยเฉพาะในสายพันธุ์อ่อนแอ (Fuch and Gruntzig, 1995) ส่วนประเทศจีนมีรายงานว่าสร้างความเสียหายให้กับผลผลิตของข้าวโพดประมาณ 20 - 80 % (Chen et. al., 2002) สำหรับในประเทศไทยพบว่าเมื่อปี พ.ศ. 2538 แปลงผลิตข้าวโพดไร่ลูกผสม 3504 และ 3601 มีการระบาดของโรคใบด่าง SCMV ในพื้นที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา และในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2547 มีการระบาดอย่างรุนแรงในแปลงข้าวโพดฝักสดของเกษตรกร อ.ครบุรี จ.นครราชสีมา บางแปลงผลผลิตได้รับความเสียหายถึง 100% และในช่วงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2548 มีการระบาดอย่างรุนแรงในแปลงข้าวโพดหวานของเกษตรกร อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา (ประชุมและคณะ, 2547) โรค SCMV ถ่ายทอดโดยแมลงพาหะ ได้แก่ เพลี้ยอ่อนข้าวโพดและเพลี้ยอ่อนหญ้า และที่สำคัญคือ มวนอ้อย ซึ่งมีลักษณะการถ่ายทอดแบบ non-persistent

(ประชุมและคณะ, 2547) ในงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาลักษณะอาการโรคใบด่างจากเชื้อ SCMV ในสภาพธรรมชาติและผลกระทบของพันธุ์ข้าวโพดหรือปัจจัยอื่นๆ ที่มีต่อลักษณะอาการของโรค เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการทำเกณฑ์การประเมินระดับความต้านทานโรค SCMV ในโปรแกรมคัดเลือกหรือปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดที่ต้านทานโรคต่อไป

วิธีการศึกษา

สำรวจข้าวโพดพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกของศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อเกษตรที่ยั่งยืนในพื้นที่หมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 - เดือนมกราคม 2550 โดยสังเกตลักษณะอาการของโรคที่พบซึ่งมีลักษณะอาการของโรคคล้ายกับอาการจากเชื้อ SCMV ที่มีรายงานในข้าวโพด บันทึกลักษณะอาการและเก็บตัวอย่างใบข้าวโพดเป็นโรคนั้นมาตรวจหาเชื้อ SCMV ด้วยแอนติซีรัมที่จำเพาะเจาะจงกับเชื้อ SCMV และ *Maize chlorotic mosaic virus* (MCMV) ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์จาก ผศ. ดร. พิสิพรรณ เจริมสมบัติ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ด้วยเทคนิค indirect ELISA (เพชรรัตน์, 2545)

การตรวจสอบรูปแบบโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-PAGE

นำตัวอย่างใบข้าวโพดที่ให้ผลบวกต่อการตรวจหาเชื้อ SCMV ด้วยเทคนิค ELISA และใบข้าวโพดปกติมาตรวจสอบรูปแบบของโปรตีนด้วยเทคนิค SDS-

PAGE ตามวิธีการของ Sambrook et al. (1989) ใช้ตัวอย่างใบข้าวโพดเป็นโรคจากเชื้อ SCMV ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์จาก ผศ. ดร. พิสิสวรรณ เจริญสมบัติ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับเป็น positive control และใช้ใบข้าวโพดปกติเป็น negative control

วิธีการเตรียมตัวอย่างโปรตีนที่นำมาตรวจสอบดำเนินการโดยสกัดโปรตีนจากตัวอย่างใบข้าวโพดเป็นโรค และนำโปรตีนที่สกัดได้ผสมกับ protein sample buffer ในอัตราส่วน 1:1 (v/v) ไปต้มในน้ำเดือด 3 นาที ก่อนนำไปแยกบนตัวกลางเจลตามระบบ discontinuous SDS-PAGE (Sambrook et al., 1989) ใช้ resolving gel เปรียบเทียบกับโปรตีนมาตรฐาน (mid-range molecular weight protein marker, Promaga) และโปรตีนจากไวรัสบริสุทธิ์ ซึ่งได้รับการอนุเคราะห์จาก ผศ. ดร. พิสิสวรรณ เจริญสมบัติ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ใช้กระแสไฟฟ้าคงที่ 15 mA, เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ย้อมเจลด้วย Coomassive brilliant blue R-250 แล้วล้างสีส่วนเกินออกด้วย destaining solution บันทึกภาพและคำนวณน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนที่เกี่ยวข้องกับไวรัส

ผลการศึกษา

อาการของโรค

จากการสำรวจข้าวโพดพันธุ์ต่างๆ ที่ปลูกในพื้นที่หมวดพืชผัก คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 - เดือนมกราคม 2550 รวมเป็นระยะเวลา 4 เดือน ได้เก็บตัวอย่างใบข้าวโพดเป็นโรคที่คาดว่าเกิดจากเชื้อไวรัสและมีอาการใกล้เคียงกับซึ่งลักษณะอาการของโรคจากเชื้อ SCMV ได้จำนวน

37 ตัวอย่าง (ตามพันธุ์ข้าวโพด) และจัดกลุ่มลักษณะอาการของตัวอย่างใบข้าวโพดเป็นโรค ได้ทั้งสิ้น 23 ลักษณะ อาการผันแปรไปตั้งแต่อาการใบด่างมีขีดสีเหลืองขนาดเล็กๆ (yellow streak) จุดสีเหลืองขีดขนาดเล็ก (small chlorotic spot) จุดสีเหลืองขีดขนาดใหญ่ (large chlorotic spot) แถบสีเหลืองขีดตามแนวเส้นใบ (yellow stripe) จุดแผลเนื้อเยื่อตายตรงกลางทั้งแผลขนาดเล็กและแผลขนาดใหญ่ (necrosis lesions) ขอบใบไหม้ (marginal leaf blight, marginal leaf necrosis) ใบบิดงอ (leaf curl) แสดงใน Table 1.

การตรวจด้วยเทคนิค ELISA

ผลการตรวจหาเชื้อ SCMV และ MCMV ด้วยเทคนิค ELISA โดยใช้แอนติซีรัมที่จำเพาะกับชนิดไวรัสคือ SCMV As และ MCMV As พบว่ามีตัวอย่างข้าวโพด 7 พันธุ์ ที่ให้ค่า ELISA ≥ 0.5 ซึ่งจัดเป็นผลบวกกับ SCMV As โดยไม่ทำปฏิกิริยากับ MCMVAs ได้แก่ พันธุ์ เทียนสวรรค์ sib, พันธุ์ 8Y, พันธุ์ 2W, พันธุ์ NB x TS, พันธุ์ TS x NB, พันธุ์ 209-36K และพันธุ์ขอนแก่นคอมโพสิต 1 (ค่า ELISA เรียงตามพันธุ์ของข้าวโพด ได้แก่ 0.793, 0.715, 0.741, 0.825, 0.581, 0.707 และ 0.736 ตามลำดับ, ดัง Fig. 1 และ Table 1) เมื่อพิจารณาลักษณะอาการของโรคบนตัวอย่างใบดังกล่าวพบว่าตัวอย่างที่มีค่า ELISA อยู่ในช่วง 0.4-0.8 มีลักษณะอาการใบด่างเป็นขีดสีเหลืองตามแนวยาวของใบหรือเป็นแถบสีเหลืองสั้นๆ ตรงกลางแถบเป็นแผลสีน้ำตาลหรืออาจมีขอบใบสีน้ำตาล ใบบิดเล็กน้อย (Fig. 2., 3., 4. และ 6.) และค่า ELISA ที่มากกว่า 0.80 ขึ้นไปมีลักษณะอาการใบด่างเป็นจุดสีเหลืองขนาดเล็กกระจายทั้งใบและมีจุดสีเขียวเข้มปน (Fig. 5.)

Table 1 Maize varieties, type of symptom on infected samples and ELISA value at 405 nm for detection *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) and *Maize chlorotic mosaic virus* (MCMV) by indirect ELISA. The positive sample showed ELISA value range from 0.5-0.8.

Number	Maize varieties	Symptoms	ELISA value	
			SCMV As	MCMV As
1	241-101 KL	mosaic with small yellow chlorotic spot	0.2	0.079
2	241-204 K	mosaic with yellow streak	0.197	0.079
3	216(56302) Ly	mosaic with yellow chlorotic spot and brown necrosis	0.031	0.131
4	5RY sib	mosaic with yellow streak	0.08	0.067
5	2RY sib	mosaic with large yellow chlorotic spot	0.053	0.116
6	8RY sib	mosaic with small yellow chlorotic spot	0.172	0.109
7	Sumlee e-san	mosaic with yellow streak	0.178	0.311
8	513(7-3) x216(101)	mosaic with yellow streak	0.025	0.225
9	216(102) x241(101)	mosaic and leaf blight	0.05	0.059
10	Dokkune	leaf curl and brown necrosis at marginal leaf	0.106	0.018
11	919/213 S ₄ 43	mosaic with yellow stripe along the vein	-0.683	0.025
12	919/224 S ₄ 42	mosaic with small yellow streak	-0.002	0.191
13	Khon Kaen composit 1	mosaic with yellow stripe along the vein	0.793	0.393
14	919/GD01/1919/_ CoS ₃ 43	mosaic with yellow stripe along the vein	-0.05	0.238
15	919/224/1919/QDG CoS ₃ 39	mosaic with large chlorotic spot	-0.025	0.432
16	919/2106 CoS ₃ 43	mosaic with yellow streak	-0.001	0.016
17	919/246 CoS ₃ 39	mosaic with large yellow chlorotic	-0.075	-0.006
18	919/KW M ₂ S ₂ 43	mosaic with small yellow chlorotic spot	0.482	0.027
19	PI 919 C ₁ S ₁ 40	mosaic with large yellow chlorotic spot	-0.075	-0.017
20	PI 919 C ₁ S ₁ 41	mosaic with yellow streak and brown necrosis at marginal leaf	0.475	-0.062
21	P2 919 C ₁ S ₂ 41	mosaic with small yellow chlorotic spot	-0.007	0.268
22	P2 919 M ₃ S ₁ XO	mosaic with large yellow chlorotic spot and necrosis lesions	-0.075	-0.058
23	NKKO/SLE S ₃ 42	mosaic with shorten yellow stripe and necrosis lesion, marginal leaf blight	-0.006	-0.027
24	NK40/SLE//711/AUS Su39	mosaic with yellow stripe and leaf curl	-0.007	-0.045
25	P7 919 M ₃ S ₁ 39	mosaic with shorten yellow stripe and marginal leaf blight	-0.008	-0.023
26	NK40/SLE//711/AUS S ₄ 40	mosaic with yellow stripe and necrosis lesions	-0.015	0.088
27	Me40/SLE//711/AUS Su39	mosaic with yellow stripe and necrosis lesions	-0.009	-0.001
28	NK40/SLE//711/AUS S ₃ 40	mosaic with large yellow chlorotic spot and necrosis lesions and marginal leaf blight	-0.008	-0.01
29	NK40/SLE//711/AUS S ₃ 43	mosaic with large yellow chlorotic spot and necrosis lesions	-0.065	-0.035
30	NK40/SLE//gold S ₃ 41	mosaic with large yellow chlorotic spot	-0.006	-0.023
31	"Tieansawan"sib	mosaic with yellow streak along the vein	0.715	-0.036
32	8Y	mosaic with shorten yellow stripe and necrosis lesions , leaf curl with marginal leaf blight	0.741	-0.052
33	2W	mosaic with small yellow chlorotic spot and dark green spot	0.825	-0.074
34	NB x TS	mosaic with shorten yellow stripe and necrosis lesions	0.581	-0.044
35	TS x NB	mosaic with shorten yellow stripe and necrosis lesions	0.707	-0.041
36	209-36K	mosaic with shorten yellow stripe necrosis lesions	0.736	-0.035
37	216 3022	mosaic with yellow streak along with vein	-0.035	0.105



1	1							2	2	5	5
2	2							2	2	6	6
		4	4					3	3	7	7
								4	4		
								5	5	H	H
3	3	6	6					6	6	P	P
							2	2	7	7	
							2	2	8	8	

Fig 1. Detection of *Sugarcane mosaic virus* (SCMV) in crude sap sample obtained from maize leaf samples by indirect ELISA. Yellow color wells indicated as number 2 to 8 in drawing map represent the SCMV positive samples. H and P represent as Healthy leaf and Purified SCMV samples, respectively. The colorless wells indicated the negative samples for SCMV detection.

1 = Blank (buffer), 2 = Teinsawan sib, 3 = 8 Y, 4 = 2W, 5 = NB x TS, 6 = TS x NB, 7 = 209-36K, 8 = Khon Kaen composit 1.

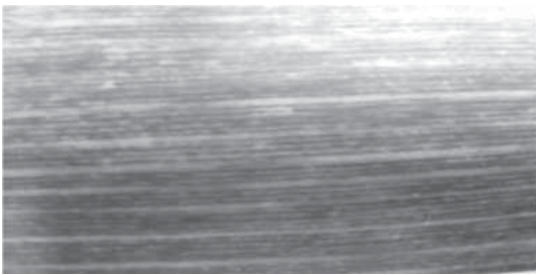


Fig. 2 Leaf Mosaic With Yellow Streak (from "Teinsawan" sib)

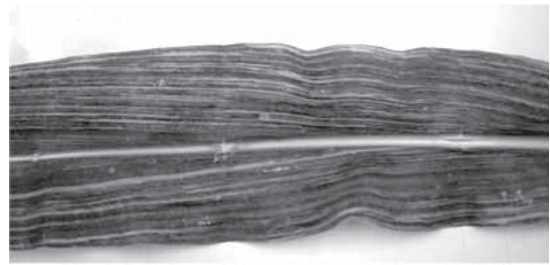


Fig. 3 Mosaic With Yellow Stripe along the vein (from Khon Kaen composit 1)



Fig. 4 Mosaic With Shorten Yellow Stripe, Necrosis Lesions, leaf curl with Marginal Leaf Blight (from 8Y)



Fig. 5 Mosaic With Small Yellow Chlorotic Spot and Dark Green Spot (from 2W)



Fig. 6 Mosaic With Shorten Yellow Stripe and Necrosis Lesions (from NB x TS, TS x NB, 209-36K)

การตรวจสอบรูปแบบโปรตีนจากน้ำคั้นพืชเป็นโรค

รูปแบบโปรตีนจากน้ำคั้นพืชเป็นโรคที่ตรวจพบเชื้อ SCMV ทั้ง 7 ตัวอย่างและตัวอย่างใบข้าวโพดที่มีเชื้อ SCMV ซึ่งใช้เป็น positive control เมื่อแยกขนาดด้วย 12% gel พบแถบโปรตีนขนาดประมาณ 35 kDa ซึ่งใกล้เคียงกับโปรตีนห่อหุ้มของเชื้อ SCMV ที่มีรายงานไว้คือ 34.99 kDa โดยไม่พบแถบโปรตีนดังกล่าวนี้ในตัวอย่างจากใบพืชปกติ (Fig. 7) ส่วนในตัวอย่างโปรตีนจากข้าวโพดพันธุ์ 209-36K พบแถบโปรตีนขนาดประมาณ 33 kDa ซึ่งยังอยู่ในช่วงของขนาดโปรตีนของเชื้อ SCMV ได้เช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงถือได้ว่าเทคนิค SDS-PAGE สามารถนำมาใช้ตรวจยืนยันผลการตรวจพบเชื้อ SCMV เมื่อตรวจด้วยเทคนิค ELISA ได้เป็นอย่างดี

สรุปและวิจารณ์

จากตัวอย่างใบข้าวโพดในแปลงข้าวโพดของศูนย์วิจัยปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อการเกษตรที่ยั่งยืน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่นำมาตรวจหาเชื้อ SCMV และ MCMV ด้วยแอนติซีรัมที่จำเพาะกับเชื้อไวรัสแต่ละชนิด สรุปได้ว่ายังไม่พบตัวอย่างใบข้าวโพดที่มีเชื้อ MCMV เข้าทำลาย แต่พบตัวอย่างที่เป็นโรคจากเชื้อ SCMV จำนวน 7 ตัวอย่างจากทั้งหมด 37 ตัวอย่าง โดยลักษณะอาการของโรคใบด่างที่เกิดจากเชื้อ SCMV ในข้าวโพดพันธุ์ต่างๆ ที่สำรวจพบนั้นมีความคล้ายคลึงกัน คือ อยู่ในกลุ่มลักษณะอาการใบด่างเป็นขีดสีเหลืองตามแนวยาวของใบ, ใบด่างเป็นแถบสีเหลืองสั้นๆ ตรงกลางแถบเป็นแผลสีน้ำตาล มีขอบใบสีน้ำตาล หรือขอบใบไหม้ และใบด่างเป็นจุดสีเหลืองขนาดเล็กกระจายทั้งใบและมีจุดสีเขียวเข้มปนอยู่บ้าง ดังนั้นในการประเมินการเป็นโรคใบด่างจากเชื้อ SCMV ด้วยสายตาเพียงอย่างเดียวยังไม่เหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ผู้ประเมินอาการยังไม่มีประสบการณ์ในการวินิจฉัยอาการโรคที่เกิดขึ้นบนใบข้าวโพด เนื่องจากอาการผิดปกติจากสาเหตุอื่นๆ เช่น โรคราดำ โรคจากเชื้อแบคทีเรียบางชนิดหรือโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสชนิดอื่นๆ ก็มีลักษณะอาการที่คล้ายคลึงกับอาการจากเชื้อ SCMV ในขั้นตอน

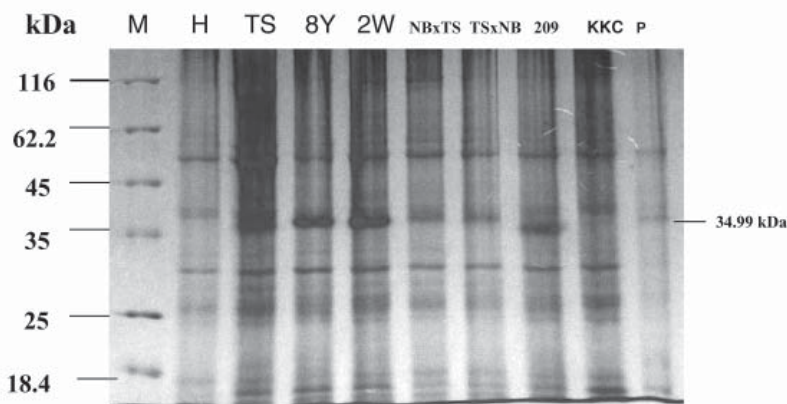


Fig. 7 Pattern of protein profile from protein samples extracted from SCMV infected maize samples(varieties) and healthy plant as determination by SDS-PAGE using 12% polyacrylamide resolving gel. Protein samples from left to right ; Protein Marker (M), Healthy plant (H), Teinsawan sib (TS), 8Y (8Y), 2W (2W), NB x TS (NBxTS), TS x NB (TSxNB), 209-36K (209), Khon Kaen composit 1 (KKC) and SCMV infected leaf for positive control (P).

ของการประเมินโรคของข้าวโพดที่เกิดจากเชื้อ SCMV ในกระบวนการคัดเลือกพันธุ์ข้าวโพดต้านทานต่อเชื้อ SCMV จึงจำเป็นต้องมีการฝึกหัดสังเกตลักษณะอาการของโรคอย่างละเอียดถี่ถ้วนและฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ ร่วมกับการตรวจหาเชื้อจากตัวอย่างใบพืชเทคนิค ELISA โดยใช้แอนติซีรัมที่จำเพาะกับเชื้อ SCMV จึงจะเหมาะสม และเชื่อถือได้มากที่สุด

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนวิจัยจาก โครงการนักวิจัยรุ่นใหม่ ประจำปี 2550 ของมหาวิทยาลัย ขอนแก่นและขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. พิสิพรรณ เจริญสมบัติ ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่าง ข้าวโพดที่เป็นโรค SCMV และแอนติซีรัมสำหรับเชื้อ SCMV และ MCMV ขอขอบพระคุณ อ.ดร. บรรยง ทุมแสนที่ให้คำแนะนำการ เขียนเรื่องเต็ม

เอกสารอ้างอิง

ประชุม จุฬาวรรณนะ, ธรรมศักดิ์ สมมาตรย์, สุดฤดี ประเทืองวงศ์และจิรนนท์ แหยมสูงเนิน. 2547.

การศึกษาโรค *Sugarcane mosaic virus* ในข้าวโพดไร่ที่จำหน่ายเป็นการค้า. การประชุมเชิงปฏิบัติการโครงการวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วันที่ 19-21 พฤษภาคม 2547 ณ โรงแรมศรีริเวอร์ จ.พระนครศรีอยุธยา.

เพชรรัตน์ ธรรมเบญจพล. 2545. ไวรัสและไวรอยด์สาเหตุโรคพืช. ภาควิชาโรคพืชวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Chen, J., Chen, J. and Adams, M. J. 2003. Characterisation of potyviruses from sugarcane and maize in China. *Arch. Virol.* 147: 1237-1246.

Fuchs, E. and Gruntzing, M. 1995. Influence of sugarcane mosaic virus (SCMV) and maize dwarf mosaic virus (MDMV) on the growth and yield of two maize varieties. *J. Plant Dis. Prot.* 102: 44-50.

Sambrook, J., Frisch, E.F. and Maniatis, T. 1989. *Molecular Cloning: a laboratory manual*, 2ed. Cold Spring Harbor, New York.