

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### 1. ความชื้นเมล็ด

ผลการศึกษาความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน (Woven) เป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่ามีความแตกต่างกัน เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสานจะมีความชื้นเมล็ดเฉลี่ยเท่ากับ 10.44 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงที่สุด โดยให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE ไม่มีความแตกต่างกัน มีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 9.85 และ 9.90 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนถุงพลาสติกชนิด MPET จะมีความชื้นเฉลี่ยเท่ากับ 9.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4 และภาคผนวกตารางที่ 1)

ส่วนผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเวลานาน 4 เดือนนั้น มีผลต่อความชื้นเมล็ดพันธุ์ให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 1) โดยความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นในทุกๆ เดือน (ภาพที่ 2) ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา, เดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละดังนี้ 9.09, 9.50, 9.85, 10.32 และ 10.67 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

อิทธิพลร่วมกันของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา มีความสัมพันธ์ร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 1) คือ มีความแตกต่างกันในแต่ละภาชนะบรรจุทั้ง 4 แบบ และระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีความชื้นแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบความชื้นเมล็ดที่เพิ่มขึ้นในขณะเก็บรักษาในแต่ละภาชนะบรรจุ พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด MPET จะมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของความชื้นเมล็ดในขณะระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นน้อยกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน ตามลำดับ (ภาพที่ 3) ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการป้องกันการถ่ายเทความชื้นของเมล็ดกับความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศของภาชนะบรรจุทั้ง 4 ชนิด พบว่า ถุงพลาสติกชนิด MPET จะมีประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาคือ ถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE ซึ่งจะมีประสิทธิภาพเท่ากัน ส่วนถุงพลาสติกสานจะมีประสิทธิภาพในการป้องกันความชื้นต่ำที่สุด

**ตารางที่ 4** เปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ขณะเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
MPET	9.09	9.15	9.33	9.48	9.74	9.36 c <sup>1</sup>
Nylon	9.09	9.43	9.80	10.37	10.56	9.85 b
PE	9.09	9.55	9.84	10.42	10.59	9.90 b
Woven	9.09	9.88	10.42	11.03	11.80	10.44 a
เฉลี่ย	9.09 e <sup>2</sup>	9.50 d	9.85 c	10.32 b	10.67 a	

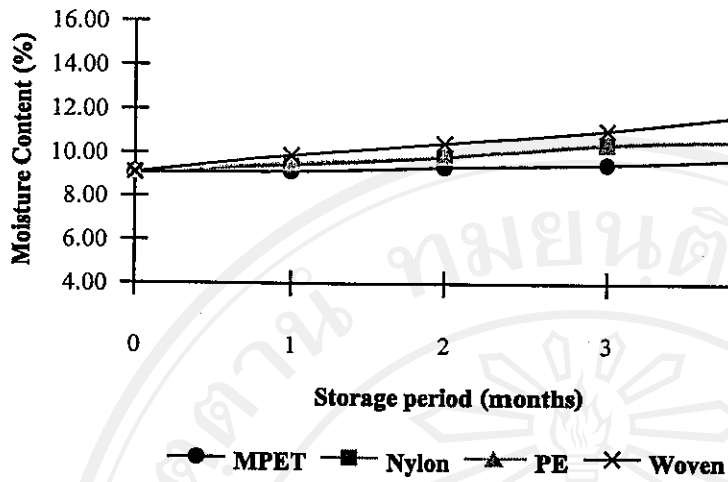
CV(%) = 4.33

LSD ภาชนะบรรจุ (0.05) = 0.2711

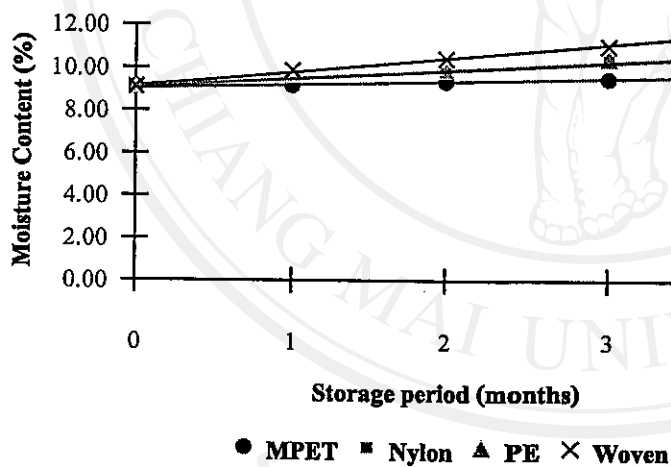
LSD ระยะเวลาเก็บรักษา (0.05) = 0.3030

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 2 อิทธิพลของภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่มีผลต่อความชื้นเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษานาน 4 เดือน



MPET	$y = 0.164x + 8.8635$	PE	$y = 0.387x + 8.735$
	$R^2 = 0.9573$		$R^2 = 0.9795$
Nylon	$y = 0.3873x + 8.6853$	Woven	$y = 0.6575x + 8.4705$
	$R^2 = 0.9836$		$R^2 = 0.9959$

ภาพที่ 3 ค่าสัมประสิทธิ์ของเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

## 2. ความงอกมาตรฐานของเมล็ด

ผลการศึกษาความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน (Woven) เป็นเวลานาน 4 เดือน ไม่พบอิทธิพลร่วมกันของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา ต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง แต่พบว่า ในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุที่ต่างชนิดกันทำให้ความงอกของเมล็ดแตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด MPET จะมีความงอกเฉลี่ยสูงสุด (87 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือ ถุงพลาสติกชนิด Nylon (85.6 เปอร์เซ็นต์) และถุงพลาสติกชนิด PE (84.8 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสานจะมีความงอกเฉลี่ยต่ำสุด (80.45 เปอร์เซ็นต์) และจากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด MPET และถุงพลาสติกชนิด Nylon ไม่มีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับในถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE นั้นเปอร์เซ็นต์ความงอกที่ได้ก็ ไม่มีความแตกต่างเช่นกัน ส่วนในถุงพลาสติกสาน เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะมีค่าต่ำที่สุดและแตกต่างกับถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่ว่าจะบรรจุเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในภาชนะบรรจุชนิดใดก็ตาม พบว่า เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองยังคงมีความงอกเฉลี่ยสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน (ตารางที่ 5 และภาคผนวกตารางที่ 2)

ส่วนผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเวลานาน 4 เดือนนั้น มีผลต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 2) ในทุกๆ เดือน ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา, เดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละดังนี้ 94.00, 88.00, 85.13, 79.94 และ 75.25 ตามลำดับ และยังคงมีความงอกเฉลี่ยสูงกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ในทุกๆ เดือน แต่อย่างไรก็ตามจากภาพที่ 4 และ 5 พบว่า ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นจะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงในทุกๆ ภาชนะบรรจุ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE จะมีแนวโน้มการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความงอกเมล็ดพันธุ์ได้ช้ากว่าในถุงพลาสติกสาน ซึ่งจะมีแนวโน้มการลดลงของเปอร์เซ็นต์ความงอกเมล็ดพันธุ์เร็วกว่าในถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ

**ตารางที่ 5** เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ขณะเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
MPET	94.00	90.00	87.00	84.50	79.50	87.00 a <sup>1</sup>
Nylon	94.00	89.00	86.00	82.00	77.00	85.60 ab
PE	94.00	88.00	86.00	80.50	75.50	84.80 b
Woven	94.00	85.00	81.50	72.75	69.00	80.45 c
เฉลี่ย	94.00 a <sup>2</sup>	88.00 b	85.13 c	79.94 d	75.25 e	

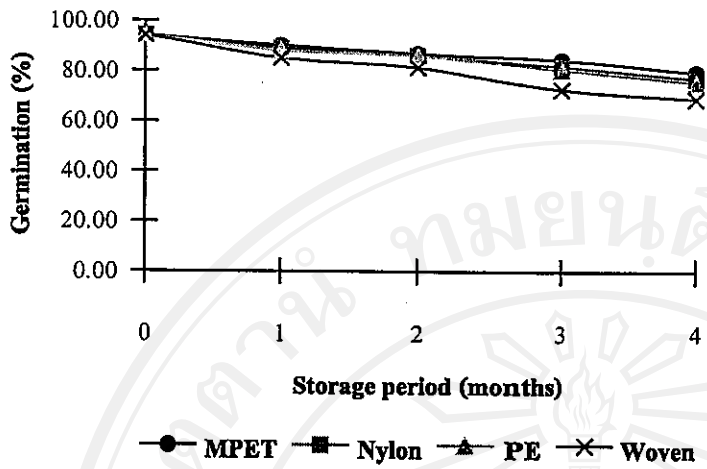
$$CV(\%) = 3.97$$

$$LSD \text{ ภาชนะบรรจุ } (0.05) = 2.1235$$

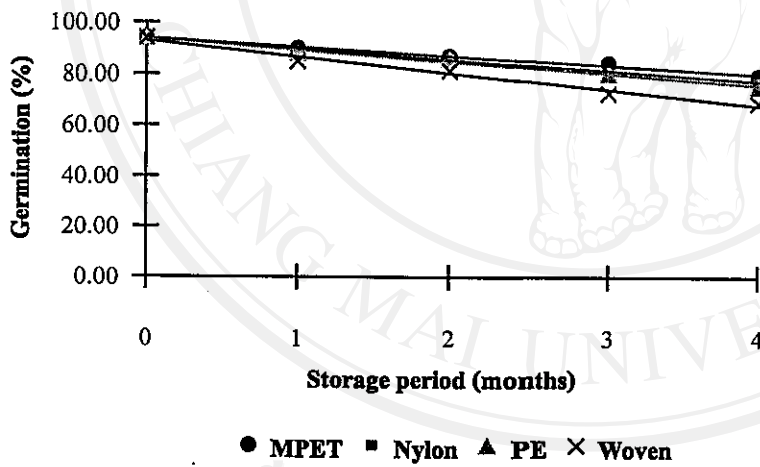
$$LSD \text{ ระยะเวลาเก็บรักษา } (0.05) = 2.3742$$

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 4 อิทธิพลของภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่มีต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษานาน 4 เดือน



MPET	$y = -3.45x + 97.35$	PE	$y = -4.45x + 98.15$
	$R^2 = 0.9878$		$R^2 = 0.9837$
Nylon	$y = -4.1x + 97.9$	Woven	$y = -6.225x + 99.125$
	$R^2 = 0.9935$		$R^2 = 0.979$

ภาพที่ 5 ค่าสัมประสิทธิ์ของเปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

### 3. ความงอกหลังผ่านการเร่งอายุ

ผลการศึกษาความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังผ่านการเร่งอายุภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน (Woven) เป็นเวลานาน 4 เดือน ไม่พบอิทธิพลร่วมกันของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองหลังผ่านการเร่งอายุแล้ว แต่การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในภาชนะบรรจุที่ต่างชนิดกันมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังผ่านการเร่งอายุแล้วให้มีความแตกต่างกัน โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด MPET จะมีความงอกเฉลี่ยเท่ากับ 73.40 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าสูงกว่าถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ โดยให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE นั้นไม่มีความแตกต่างกัน มีความงอกเฉลี่ยเท่ากับ 70.00 และ 68.10 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนถุงพลาสติกสานจะมีความงอกเฉลี่ยเท่ากับ 62.80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6 และภาคผนวกตารางที่ 3) ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE เมล็ดพันธุ์ที่ได้ถือว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูง ส่วนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสานจัดว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงปานกลาง

ส่วนผลของระยะเวลาการเก็บรักษาต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังผ่านการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์นั้น พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังผ่านการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง โดยความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยจะมีการลดลงของความงอกเมล็ดในทุกๆ เดือนตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา, เดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 (ภาพที่ 6) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละดังนี้ 83.00, 76.13, 73.00, 64.38 และ 46.38 ตามลำดับ (ตารางที่ 6) และเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติแล้ว พบว่า ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในเดือนที่ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ความงอกเมล็ดไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนเดือนอื่นๆ นั้นค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 3) ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา-เดือนที่ 2 เมล็ดพันธุ์ที่ได้จัดเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงสูง เดือนที่ 3 ของการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์จะมีความแข็งแรงปานกลาง และเดือนที่ 4 เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาไว้จัดว่าเป็นเมล็ดพันธุ์ที่มีความแข็งแรงต่ำ จากภาพที่ 6 และ 7 พบว่า ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นจะมีผลทำให้ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองลดลงในทุกๆ ภาชนะบรรจุ การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE จะมีแนวโน้มการลดลงของความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ได้ช้ากว่าในถุงพลาสติกสาน ซึ่งจะมีแนวโน้มการลดลงของความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์เร็วกว่าในถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ

**ตารางที่ 6** เปอร์เซ็นต์ความงอกของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ขณะเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือนหลังผ่านการเร่งอายุแล้ว

ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
MPET	83.00	81.50	78.50	68.00	56.00	73.40 a <sup>1</sup>
Nylon	83.00	76.50	77.50	67.00	46.00	70.00 b
PE	83.00	74.00	70.50	66.50	46.50	68.10 b
Woven	83.00	72.50	65.50	56.00	37.00	62.80 c
เฉลี่ย	83.00 a <sup>2</sup>	76.13 b	73.00 b	64.38 c	46.38 d	

CV(%) = 9.98

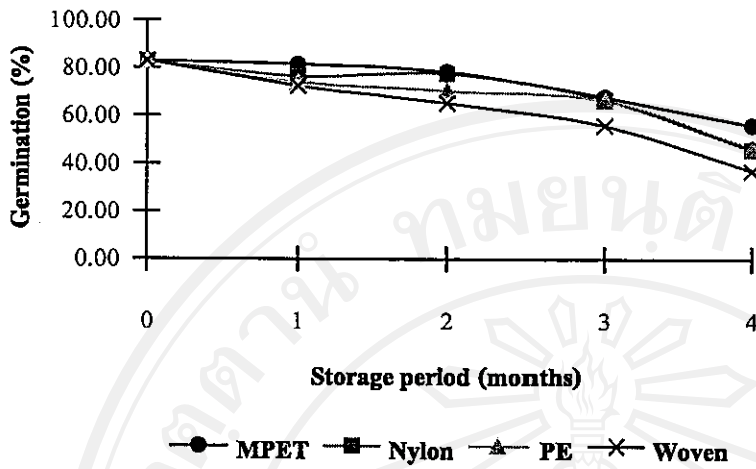
LSD ภาชนะบรรจุ (0.05) = 3.3925

LSD ระยะเวลาเก็บรักษา (0.05) = 3.7930

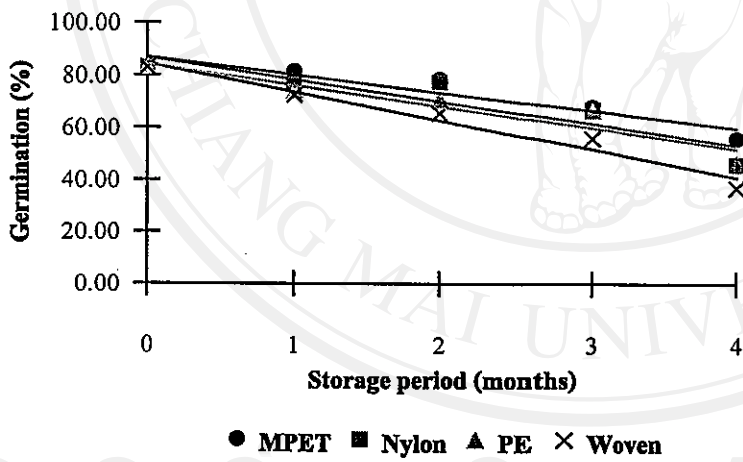
<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์





ภาพที่ 6 อิทธิพลของภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่มีต่อความงอกหลังการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษานาน 4 เดือน



MPET	$y = -6.75x + 93.65$	PE	$y = -8.05x + 92.25$
	$R^2 = 0.8835$		$R^2 = 0.8856$
Nylon	$y = -8.35x + 95.05$	Woven	$y = -10.85x + 95.35$
	$R^2 = 0.8179$		$R^2 = 0.9639$

ภาพที่ 7 ค่าสัมประสิทธิ์ของเปอร์เซ็นต์ความงอกหลังการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

#### 4. ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์

ผลการศึกษาค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน (Woven) เป็นเวลานาน 4 เดือน ไม่พบอิทธิพลร่วมกันของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง แต่พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุที่ต่างกันมีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์แตกต่างกัน การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในถุงพลาสติกสานจะมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ  $98.69 \mu\text{mhos/g}$  ซึ่งมีค่าสูงที่สุด โดยให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE ไม่มีความแตกต่างกัน มีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ  $91.54$  และ  $90.34 \mu\text{mhos/g}$  ตามลำดับ ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในถุงพลาสติกชนิด MPET เมล็ดพันธุ์จะมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ  $86.59 \mu\text{mhos/g}$  ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 7 และภาคผนวกตารางที่ 4)

ส่วนผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่า มีผลต่อค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 4) โดยค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นในทุกๆเดือน ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา, เดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 (ภาพที่ 8) ซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าเฉลี่ยของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองดังนี้  $64.95$ ,  $79.04$ ,  $95.71$ ,  $106.19$  และ  $113.06 \mu\text{mhos/g}$  ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้นาน 4 เดือน ในถุงพลาสติกชนิด MPET จะยังคงรักษาความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ไว้ได้ดีที่สุด รองลงมาคือถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในถุงพลาสติกสานเป็นเวลานานนั้น ความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองจะมีแนวโน้มลดลงเร็วกว่าในถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ ซึ่งจะแสดงออกโดยค่าการนำไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นดังภาพที่ 9

**ตารางที่ 7** ค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ขณะเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
MPET	64.95	76.12	89.07	98.98	103.84	86.59 c <sup>1</sup>
Nylon	64.95	79.77	96.07	106.09	110.85	91.54 b
PE	64.95	77.28	94.03	104.06	111.38	90.34 b
Woven	64.95	83.00	103.68	115.63	126.18	98.69 a
เฉลี่ย	64.95 e <sup>2</sup>	79.04 d	95.71 c	106.19 b	113.06 a	

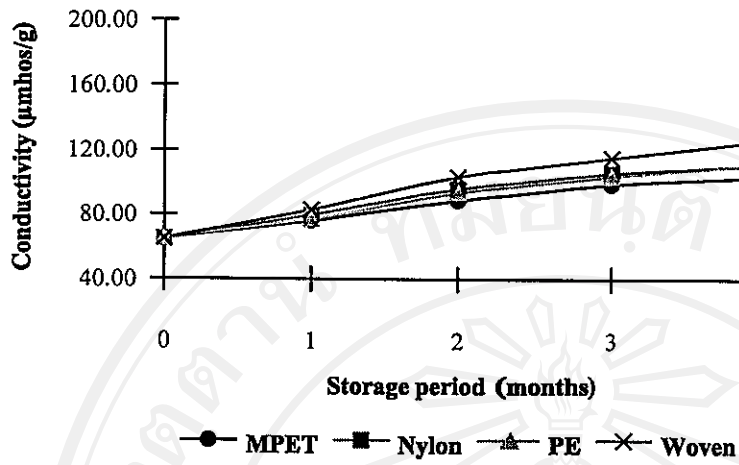
CV(%) = 6.04

LSD ภาชนะบรรจุ (0.05) = 3.5128

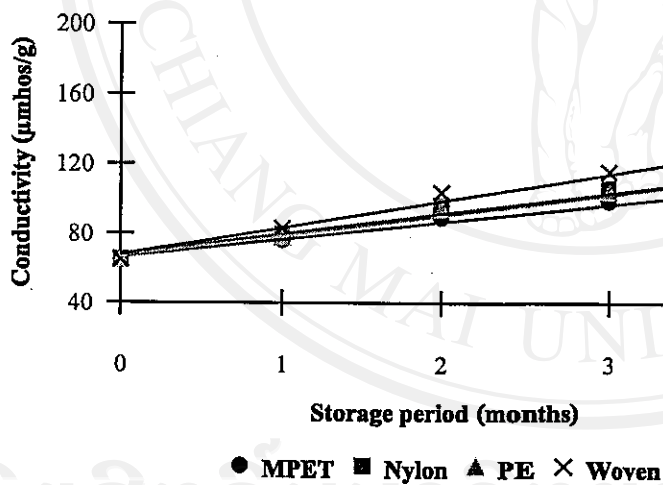
LSD ระยะเวลาเก็บรักษา (0.05) = 3.9274

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 8 อิทธิพลของภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่มีต่อค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษานาน 4 เดือน



MPET  $y = 10.065x + 56.397$   
 $R^2 = 0.9785$

PE  $y = 11.963x + 54.448$   
 $R^2 = 0.9805$

Nylon  $y = 11.812x + 56.108$   
 $R^2 = 0.9618$

Woven  $y = 15.508x + 52.163$   
 $R^2 = 0.9809$

ภาพที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าการนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

## 5. ปริมาณกรดไขมันอิสระ

ผลการศึกษาปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน (Woven) เป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทุกๆ ภาชนะบรรจุ (ภาคผนวกตารางที่ 5) โดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสานจะมีปริมาณกรดไขมันอิสระเฉลี่ยมากที่สุด (1.67 เปอร์เซ็นต์) รองลงมาคือถุงพลาสติกชนิด PE (1.53 เปอร์เซ็นต์) และถุงพลาสติกชนิด Nylon (1.17 เปอร์เซ็นต์) ส่วนถุงพลาสติกชนิด MPET จะมีปริมาณกรดไขมันอิสระเฉลี่ยต่ำที่สุด (1.08 เปอร์เซ็นต์) (ตารางที่ 8)

ส่วนผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่า มีผลต่อปริมาณกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์ให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 5) โดยปริมาณกรดไขมันอิสระจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นในทุกๆเดือน ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา, เดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 (ภาพที่ 10) ซึ่งมีปริมาณกรดไขมันอิสระเฉลี่ยร้อยละดังนี้ 0.45, 0.77, 1.41, 1.89 และ 2.30 ตามลำดับ (ตารางที่ 8)

อิทธิพลร่วมกันของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา มีความสัมพันธ์ร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 5) คือ มีความแตกต่างกันในแต่ละภาชนะบรรจุทั้ง 4 แบบ และระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีปริมาณกรดไขมันอิสระแตกต่างกัน ดังนั้นการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในถุงพลาสติกชนิด MPET จะมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระน้อยกว่าเก็บรักษาไว้ในถุงชนิดอื่นๆ โดยเฉพาะเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในถุงพลาสติกสานที่มีการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดไขมันอิสระได้ไวกว่าถุงชนิดอื่นๆ (ภาพที่ 11) และเกิดการเสื่อมสภาพของเมล็ดพันธุ์ได้ไวกว่าถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ อีกด้วย

**ตารางที่ 8** เปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเมล็ดคัพพัชร์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ขณะเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
MPET	0.45	0.61	1.02	1.51	1.81	1.08 d <sup>1</sup>
Nylon	0.45	0.68	1.22	1.61	1.92	1.17 c
PE	0.45	0.82	1.61	2.13	2.65	1.53 b
Woven	0.45	0.97	1.78	2.30	2.83	1.67 a
เฉลี่ย	0.45 e <sup>2</sup>	0.77 d	1.41 c	1.89 b	2.30 a	

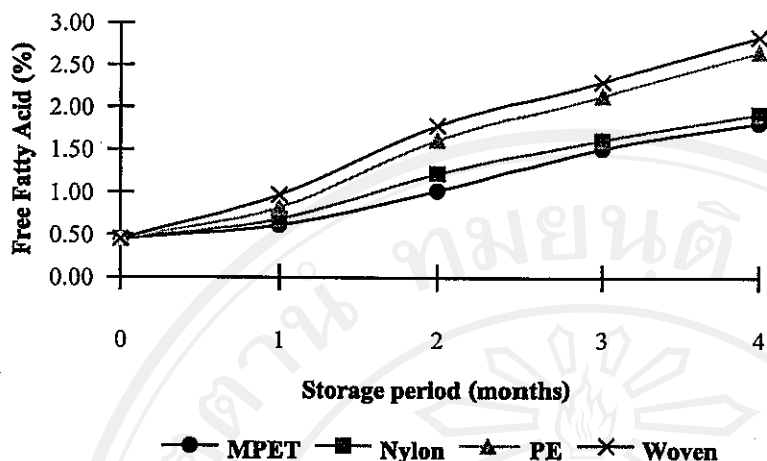
CV(%) = 1.75

LSD ภาชนะบรรจุ (0.05) = 0.0145

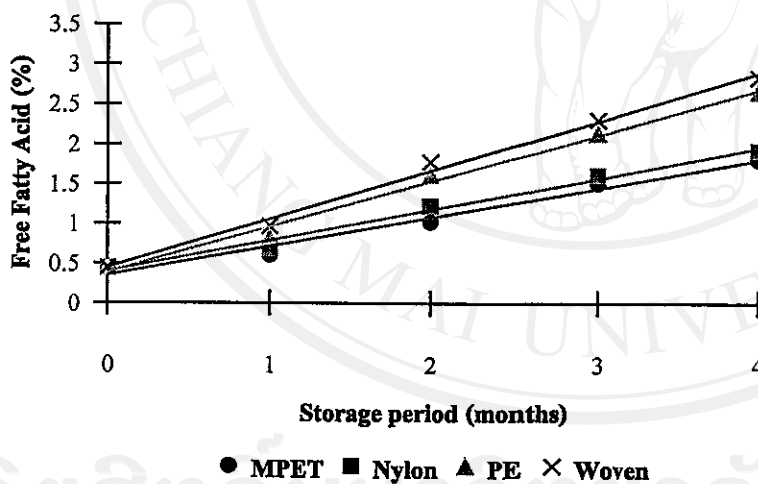
LSD ระยะเวลาเก็บรักษา (0.05) = 0.0162

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 10 อิทธิพลของภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่มีต่อกรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษานาน 4 เดือน



MPET  $y = 0.3597x + 0.0045$   
 $R^2 = 0.9784$

PE  $y = 0.5667x - 0.1645$   
 $R^2 = 0.9905$

Nylon  $y = 0.3824x + 0.0304$   
 $R^2 = 0.9876$

Woven  $y = 0.6049x - 0.1462$   
 $R^2 = 0.9932$

ภาพที่ 11 ค่าสัมประสิทธิ์ของเปอร์เซ็นต์กรดไขมันอิสระของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

## 6. ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ผลการศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน (Woven) เป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่ามีความแตกต่างกัน การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด MPET จะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยภายในถุงเท่ากับ 0.52 และ 0.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากที่สุด และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิดนี้ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือ ถุงพลาสติกชนิด PE มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยภายในถุงเท่ากับ 0.14 เปอร์เซ็นต์ ส่วนถุงพลาสติกสานจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยภายในถุงเท่ากับ 0.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9 และภาคผนวกตารางที่ 6)

ส่วนผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่า มีผลต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะบรรจุให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 6) โดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นในทุกๆเดือน ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา, เดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 ซึ่งมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เฉลี่ยร้อยละดังนี้ 0.05, 0.15, 0.32, 0.45 และ 0.56 ตามลำดับ (ตารางที่ 9) ซึ่งปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นในทุกๆ เดือน ยกเว้นในถุงพลาสติกสานจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา อิทธิพลร่วมกันของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 12)

มีความสัมพันธ์ร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 6) คือ มีความแตกต่างกันในแต่ละภาชนะบรรจุทั้ง 4 แบบและระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน มีผลทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะบรรจุมีความแตกต่างกัน จากภาพที่ 13 ทำให้ทราบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในถุงพลาสติกชนิด MPET และถุงพลาสติกชนิด Nylon มีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะบรรจุมากกว่าในถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน ตามลำดับ ซึ่งปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในภาชนะบรรจุในถุงพลาสติกสานจะมีปริมาณคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาและจะแปรเปลี่ยนไปตามก๊าซบรรยากาศปกติที่อยู่นอกภาชนะบรรจุ



**ตารางที่ 9** เปอร์เซ็นต์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ขณะเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเวลา 4 เดือน

ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
MPET	0.05	0.23	0.48	0.79	0.97	0.50 a <sup>1</sup>
Nylon	0.06	0.23	0.60	0.76	0.97	0.52 a
PE	0.05	0.08	0.13	0.21	0.25	0.14 b
Woven	0.05	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05 c
เฉลี่ย	0.05 e <sup>2</sup>	0.15 d	0.32 c	0.45 b	0.56 a	

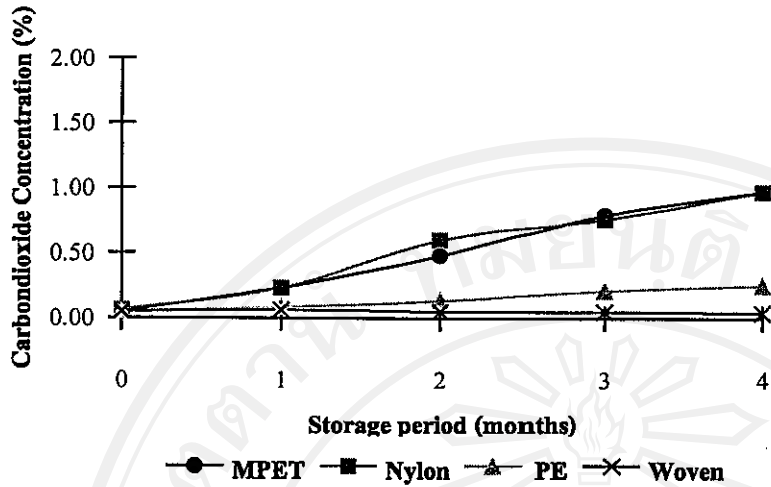
CV(%) = 22.19

LSD ภาชนะบรรจุ (0.05) = 0.0429

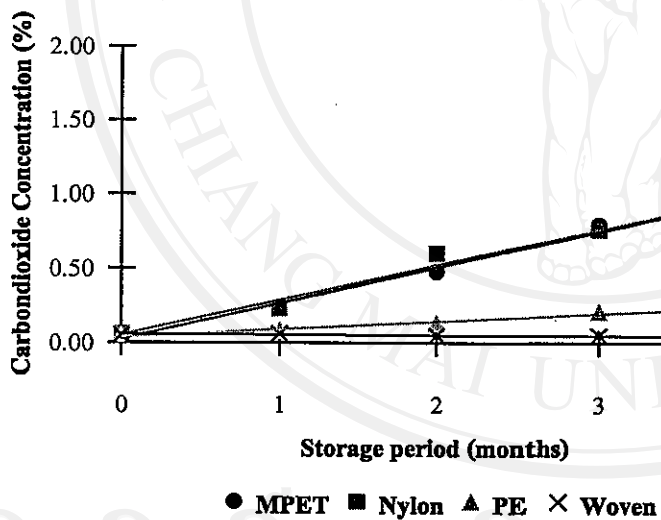
LSD ระยะเวลาเก็บรักษา (0.05) = 0.0480

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์



ภาพที่ 12 อิทธิพลของภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่มีต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่วัดได้ที่เก็บรักษานาน 4 เดือน



MPET	$y = 0.2402x - 0.2184$	PE	$y = 0.0522x - 0.0129$
	$R^2 = 0.9818$		$R^2 = 0.9726$
Nylon	$y = 0.2355x - 0.1839$	Woven	$y = -0.0047x + 0.0643$
	$R^2 = 0.9864$		$R^2 = 0.5363$

ภาพที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์ของเปอร์เซ็นต์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่วัดได้ในภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

## 7. ปริมาณก๊าซออกซิเจน

ผลการศึกษาปริมาณก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ ถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน (Woven) เป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่ามีความแตกต่างกัน การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในถุงพลาสติกสานจะทำให้มีปริมาณก๊าซออกซิเจนเฉลี่ยภายในถุงเท่ากับ 20.90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่ามากที่สุดมากที่สุด โดยให้ผลแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือถุงพลาสติกชนิด PE มีปริมาณก๊าซออกซิเจนเฉลี่ยภายในถุงเท่ากับ 20.17 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด MPET จะมีปริมาณก๊าซออกซิเจนเฉลี่ยภายในถุงเท่ากับ 19.35 และ 19.36 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด และปริมาณก๊าซออกซิเจนในถุงพลาสติกทั้ง 2 ชนิดนี้ให้ผลไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10 และภาคผนวกตารางที่ 7)

ส่วนผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเวลานาน 4 เดือน พบว่า มีผลต่อปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 6) โดยปริมาณก๊าซออกซิเจนจะมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นในทุกๆเดือน ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา, เดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 ซึ่งมีปริมาณก๊าซออกซิเจนเฉลี่ยร้อยละดังนี้ 20.90, 20.13, 19.89, 19.57 และ 19.23 ตามลำดับ (ตารางที่ 10) ซึ่งปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE จะมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นในทุกๆ เดือน ยกเว้นในถุงพลาสติกสานจะมีปริมาณก๊าซออกซิเจนคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา (ภาพที่ 14)

อิทธิพลร่วมกันของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา มีความสัมพันธ์ร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 7) คือ มีความแตกต่างกันในแต่ละภาชนะบรรจุทั้ง 4 แบบ และระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน มีผลทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในภาชนะบรรจุมีความแตกต่างกัน จากภาพที่ 15 ทำให้ทราบว่า การเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในถุงพลาสติกชนิด MPET และถุงพลาสติกชนิด Nylon มีแนวโน้มว่าจะมีปริมาณก๊าซออกซิเจนจากการหายใจของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองน้อยกว่าในถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน ตามลำดับ ซึ่งปริมาณก๊าซออกซิเจนจากการหายใจของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในถุงพลาสติกสานจะมีปริมาณคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาและจะแปรเปลี่ยนไปตามก๊าซบรรยากาศปกติที่อยู่นอกภาชนะบรรจุ

**ตารางที่ 10** เปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนที่วัดได้ภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ขณะเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองเป็นเวลา 4 เดือน

ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
MPET	20.90	19.73	19.33	18.76	18.06	19.36 c <sup>1</sup>
Nylon	20.90	19.45	19.21	18.80	18.39	19.35 c
PE	20.90	20.44	20.13	19.84	19.56	20.17 b
Woven	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90 a
เฉลี่ย	20.90 a <sup>2</sup>	20.13 b	19.89 c	19.57 d	19.23 e	

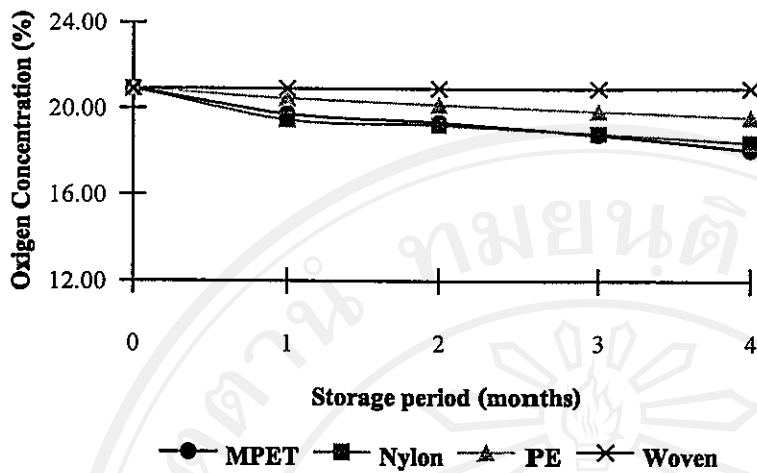
CV(%) = 1.95

LSD ภาชนะบรรจุ (0.05) = 0.0615

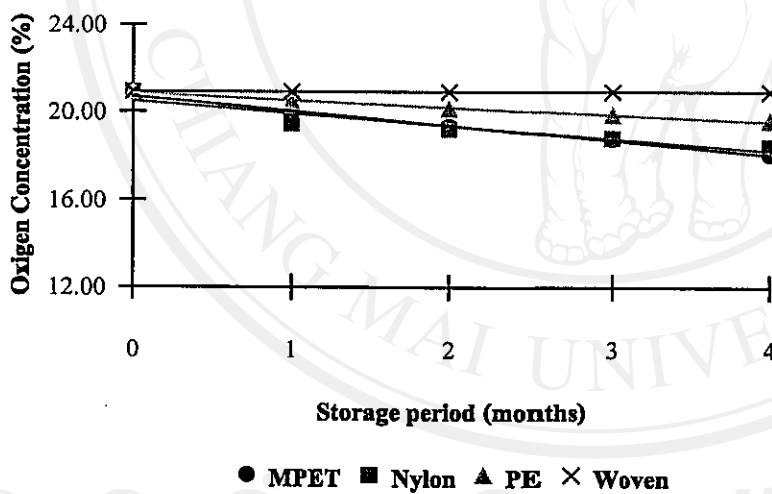
LSD ระยะเวลาเก็บรักษา (0.05) = 0.0687

<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 14 อิทธิพลของภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่มีต่อก๊าซออกซิเจนของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่วัดได้ที่เก็บรักษานาน 4 เดือน



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

MPET	$y = -0.7438x + 21.481$ $R^2 = 0.9693$	PE	$y = -0.3275x + 21.155$ $R^2 = 0.9876$
Nylon	$y = -0.642x + 21.214$ $R^2 = 0.8795$	Woven	$y = 20.9$ $R^2 = 0$

ภาพที่ 15 ค่าสัมประสิทธิ์ของเปอร์เซ็นต์ก๊าซออกซิเจนของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่วัดได้ในภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

## 8. ปริมาณเชื้อราที่ติดมาจากไนไ้ (field fungi)

ผลการศึกษาปริมาณ field fungi ทั้ง 4 ชนิด คือ *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium* spp. และ *Macrophomina phaseolina* (ลักษณะ โครงสร้างของเชื้อราที่สำคัญ บางชนิดแสดงในภาพที่ 16) โดยเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ทั้ง 4 ชนิด เป็นเวลานาน 4 เดือน มีความแตกต่างกันโดยเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสานจะมีปริมาณเชื้อราเฉลี่ยเท่ากับ 8.73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่ามากที่สุด โดยให้ผลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนถุงพลาสติกทั้ง 3 ชนิด คือถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE ปริมาณ field fungi ที่ตรวจพบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละดังนี้ 7.02, 7.48 และ 7.75 ตามลำดับ (ตารางที่ 11 และภาคผนวกตารางที่ 8)

ส่วนผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้เป็นเวลานาน 4 เดือน มีผลต่อปริมาณ field fungi ให้มีความแตกต่างกัน เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ปริมาณ field fungi จะมีปริมาณลดลงในทุกๆ เดือน ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา, เดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 (ภาพที่ 17) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละดังนี้ 8.85, 8.20, 7.79, 7.30 และ 6.59 ตามลำดับ (ตารางที่ 11) และเมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติแล้ว พบว่า ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในเดือนที่ 1 และ 2 ปริมาณ field fungi ที่ตรวจพบไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนเดือนอื่นๆ นั้นค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 8)

อิทธิพลร่วมกันของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่ามีความสัมพันธ์ร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 8) คือ มีความแตกต่างกันในแต่ละภาชนะบรรจุทั้ง 4 แบบและระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีปริมาณ field fungi แตกต่างกัน ปริมาณ field fungi ที่ตรวจพบมากที่สุดสำหรับการทดลองนี้คือ *Fusarium* spp. และพบมากที่สุด ในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสาน (ภาพที่ 18) รองลงมาคือ ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกชนิด Nylon (ภาพที่ 19-20) ตามลำดับ ส่วนถุงพลาสติกชนิด MPET จะตรวจพบเชื้อ *Fusarium* spp. เฉลี่ยน้อยที่สุด (ภาพที่ 21) ส่วนเชื้อรา *C. kikuchii*, *C. truncatum* และ *M. phaseolina* นั้น ตรวจพบปริมาณที่ใกล้เคียงกันในทุกภาชนะบรรจุ จากภาพที่ 22 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณ field fungi ทั้ง 4 ชนิดที่ตรวจพบขณะเก็บรักษาในแต่ละภาชนะบรรจุ พบว่า เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด MPET จะมีแนวโน้มการลดลงของปริมาณ field fungi ในขณะที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นมากกว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในถุงพลาสติกชนิด MPET ถุงพลาสติกชนิด Nylon และถุงพลาสติกชนิด PE เป็นเวลา 4

เดือนนั้น ปริมาณ field fungi ที่ตรวจพบไม่มีความแตกต่างกันในถุงพลาสติกทั้ง 3 ชนิด ส่วนในถุงพลาสติกสานจะพบปริมาณ field fungi มากกว่าถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ

**ตารางที่ 11** เปอร์เซ็นต์ของปริมาณ field fungi ที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ขณะเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
MPET	2.93(8.85*)	2.33(7.88)	2.30(7.10)	2.13(6.59)	1.86(4.70)	2.31(7.02 a <sup>1</sup> )
Nylon	2.93(8.85)	2.22(7.70)	2.29(7.35)	2.11(6.95)	2.05(6.55)	2.32(7.48 a)
PE	2.93(8.85)	2.40(8.15)	2.35(7.95)	2.12(7.08)	2.08(6.70)	2.38(7.75 a)
Woven	2.93(8.85)	2.53(9.06)	2.48(8.78)	2.49(8.58)	2.39(8.40)	2.56(8.73 b)
เฉลี่ย	2.93(8.85 a <sup>2</sup> )	2.37(8.20 b)	2.36(7.79 b)	2.21(7.30 c)	2.09(6.59 d)	

CV(%) = 5.63

LSD ภาชนะบรรจุ (0.05) = 0.0853

LSD ระยะเวลาเก็บรักษา (0.05) = 0.0953

\* ค่าเฉลี่ยของปริมาณ field fungi ทั้ง 4 ชนิด คือ *Cercospora kikuchii*, *Colletotrichum truncatum*, *Fusarium* spp. และ *Macrophomina phaseolina*

<sup>1</sup> ค่าที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวเลขหน้าวงเล็บคือข้อมูลที่ถูก transformation โดยวิธี square root (X + 0.5)



*Macrophomina phaseolina*

*Colletotrichum truncatum*

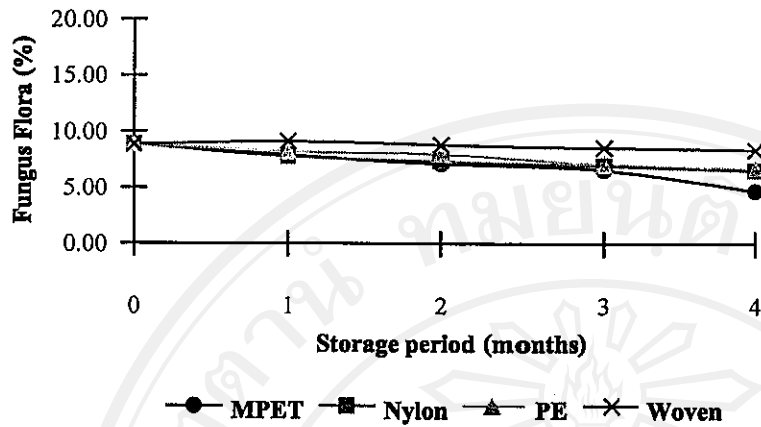


*Fusarium* sp.

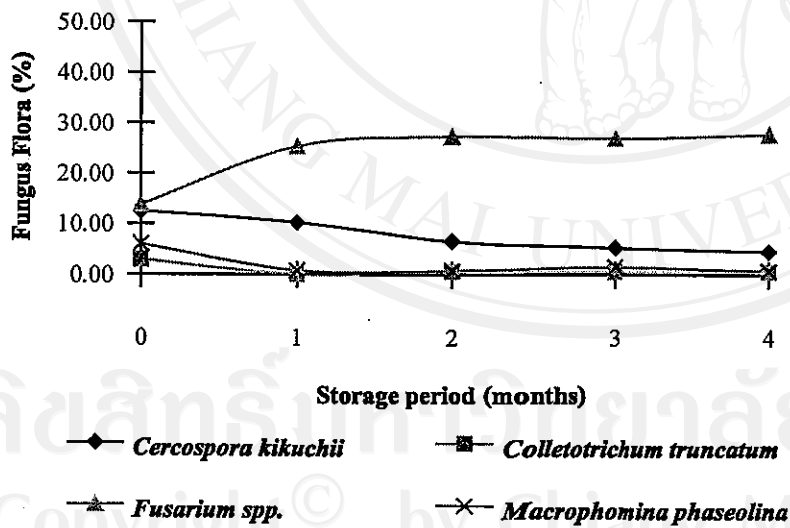
ภาพที่ 16 ลักษณะโครงสร้างของ field fungi ที่สำคัญที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

Copyright © by Chiang Mai University  
All rights reserved

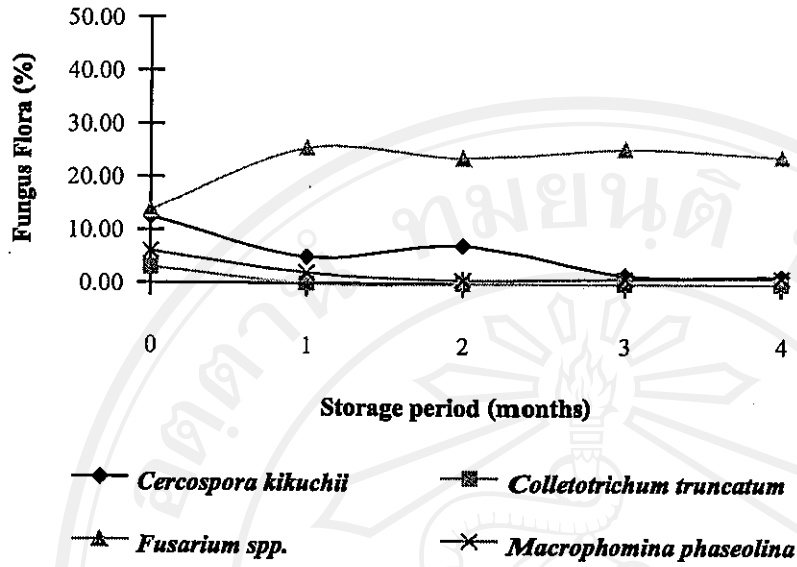




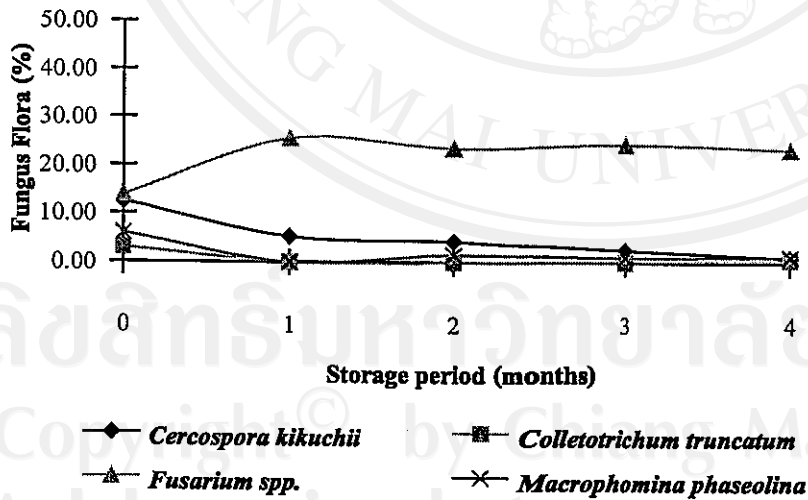
ภาพที่ 17 อิทธิพลของภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ field fungi ทั้ง 4 ชนิด บนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ที่เก็บรักษานาน 4 เดือน



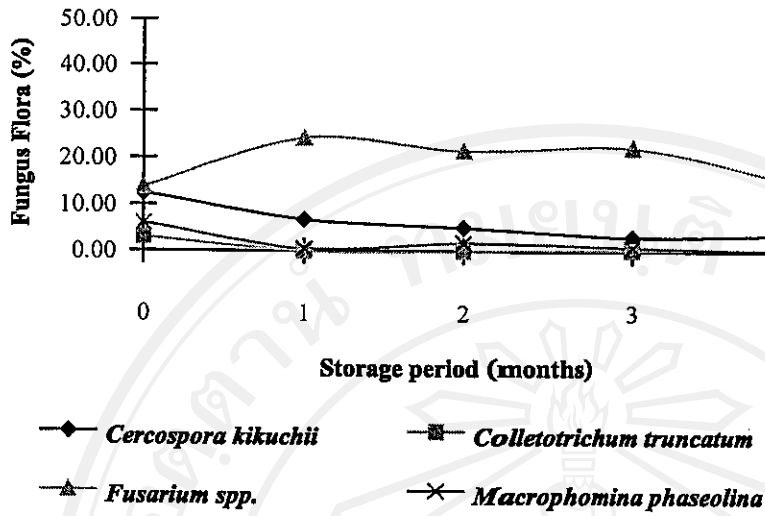
ภาพที่ 18 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ field fungi ทั้ง 4 ชนิดที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสาน ขณะเก็บรักษา 4 เดือน



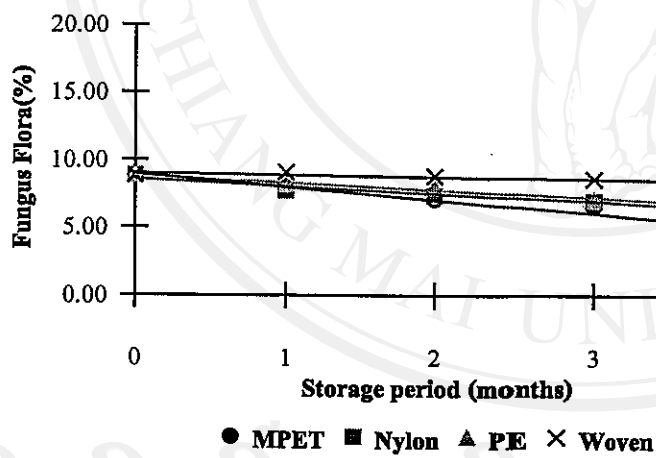
ภาพที่ 19 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ field fungi ทั้ง 4 ชนิดที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด PE ขณะเก็บรักษา 4 เดือน



ภาพที่ 20 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ field fungi ทั้ง 4 ชนิดที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด Nylon ขณะเก็บรักษา 4 เดือน



ภาพที่ 21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ field fungi ทั้ง 4 ชนิดที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุง พลาสติกชนิด MPET ขณะเก็บรักษา 4 เดือน



MPET	$y = -0.9588x + 9.8988$	PE	$y = -0.5375x + 9.3575$
	$R^2 = 0.952$		$R^2 = 0.9734$
Nylon	$y = -0.535x + 9.085$	Woven	$y = -0.1388x + 9.1488$
	$R^2 = 0.9269$		$R^2 = 0.7408$

ภาพที่ 22 ค่าสัมประสิทธิ์ของเปอร์เซ็นต์ field fungi ที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

## 9. ปริมาณเชื้อราในโรงเก็บ (storage fungi)

ผลการศึกษาปริมาณ storage fungi ที่สำคัญ 6 ชนิด คือ *Aspergillus* sp., *A. flavus*, *A. glaucus*, *A. niger*, *A. terreus* และ *Penicillium* sp. (ลักษณะโครงสร้างเชื้อราที่สำคัญบางชนิดแสดงในภาพที่ 23) ที่ตรวจพบในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆ ทั้ง 4 ชนิดเป็นเวลานาน 4 เดือน มีความแตกต่างกัน โดยการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในถุงพลาสติกสานจะทำให้เมล็ดพันธุ์มี storage fungi เฉลี่ยเท่ากับ 5.14 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่ามากที่สุด และแตกต่างกับถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รองลงมาคือถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกชนิด Nylon (3.57 และ 3.13 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณ storage fungi ที่ตรวจพบไม่มีความแตกต่างกัน เช่นเดียวกับใน ถุงพลาสติกชนิด Nylon และ ถุงพลาสติกชนิด MPET (3.13 และ 2.85 เปอร์เซ็นต์) ปริมาณ storage fungi ที่ตรวจพบก็ไม่มีความแตกต่างเช่นกัน (ตารางที่ 12 และภาคผนวกตารางที่ 9)

ส่วนผลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ พบว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ั่วเป็นเวลานาน 4 เดือน มีผลต่อปริมาณ storage fungi ให้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 9) ทำให้ทราบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณ storage fungi จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกๆ เดือน ตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา, เดือนที่ 1, 2, 3 และ 4 (ภาพที่ 24) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยร้อยละดังนี้ 0.97, 1.46, 3.58, 5.58 และ 6.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 12)

อิทธิพลร่วมกันของภาชนะบรรจุและระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่ามีความสัมพันธ์ร่วมกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาคผนวกตารางที่ 9) คือ ความแตกต่างกันในแต่ละภาชนะบรรจุทั้ง 4 แบบและระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน มีผลทำให้เมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองมีปริมาณ storage fungi แตกต่างกัน ปริมาณ storage fungi ที่ตรวจพบมากที่สุดสำหรับการทดลองนี้ คือ *A. flavus* และ *Penicillium* sp. และพบมากที่สุด ในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสาน (ภาพที่ 25) รองลงมาคือ ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกชนิด Nylon (ภาพที่ 26-27) ส่วนถุงพลาสติกชนิด MPET จะตรวจพบเชื้อ *A. flavus* และ *Penicillium* sp. น้อยที่สุด (ภาพที่ 28) ส่วนเชื้อรา *Aspergillus* sp., *A. glaucus*, *A. niger* และ *A. terreus* นั้น ตรวจพบปริมาณที่ใกล้เคียงกัน ในทุกภาชนะบรรจุ เมื่อดูจากเส้นแนวโน้ม ในภาพที่ 29 พบว่าการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้นาน 4 เดือนในถุงพลาสติกชนิด MPET จะช่วยลดการเกิดปริมาณ storage fungi ของเมล็ดพันธุ์ได้ดีกว่าเก็บรักษาไว้ในถุงพลาสติกชนิด Nylon ถุงพลาสติกชนิด PE และถุงพลาสติกสาน ตามลำดับ โดยเฉพาะการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ไว้ในถุงพลาสติกสานเป็นเวลานานนั้น ปริมาณ storage fungi จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมากกว่าเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองไว้ในถุงพลาสติกชนิดอื่นๆ

**ตารางที่ 12** เปอร์เซ็นต์ของปริมาณ storage fungi ที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองภายในภาชนะบรรจุชนิดต่างๆขณะเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือน

ภาชนะบรรจุ	ระยะเวลาเก็บรักษา (เดือน)					เฉลี่ย
	0	1	2	3	4	
MPET	1.13(0.97*)	1.18(1.10)	1.79(3.25)	2.02(4.13)	2.23(4.83)	1.67(2.85 c <sup>1</sup> )
Nylon	1.13(0.97)	1.32(1.40)	1.85(3.65)	2.02(4.13)	2.28(5.50)	1.72(3.13 bc)
PE	1.13(0.97)	1.43(1.68)	1.92(3.50)	2.23(5.28)	2.44(6.42)	1.83(3.57 b)
Woven	1.13(0.97)	1.32(1.68)	1.86(3.93)	2.92(8.79)	3.11(10.37)	2.07(5.14 a)
เฉลี่ย	1.13(0.97 e <sup>2</sup> )	1.31(1.46 d)	1.86(3.58 c)	2.29(5.58 b)	2.51(6.78 a)	

CV(%) = 10.98

LSD ภาชนะบรรจุ (0.05) = 0.1267

LSD ระยะเวลาเก็บรักษา (0.05) = 0.1417

\* ค่าเฉลี่ยของปริมาณ storage fungi ทั้ง 6 ชนิด คือ *Aspergillus* sp., *A. flavus*, *A. glaucus*, *A. niger*, *A. terreus* และ *Penicillium* sp.

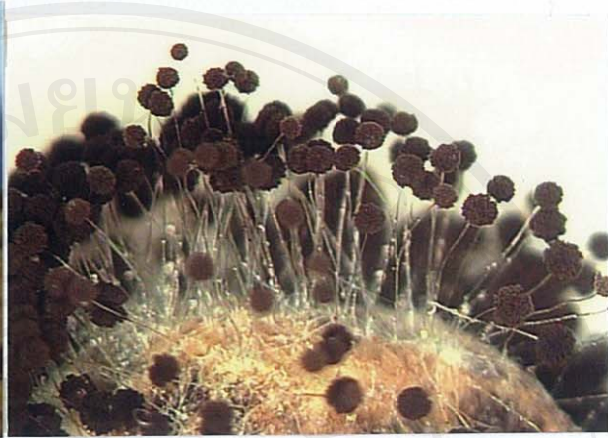
<sup>1</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

<sup>2</sup> ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรเหมือนกันในแนวนอน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวเลขหน้าวงเล็บคือข้อมูลที่ถูกร transformation โดยวิธี square root (X + 0.5)



*Aspergillus flavus*



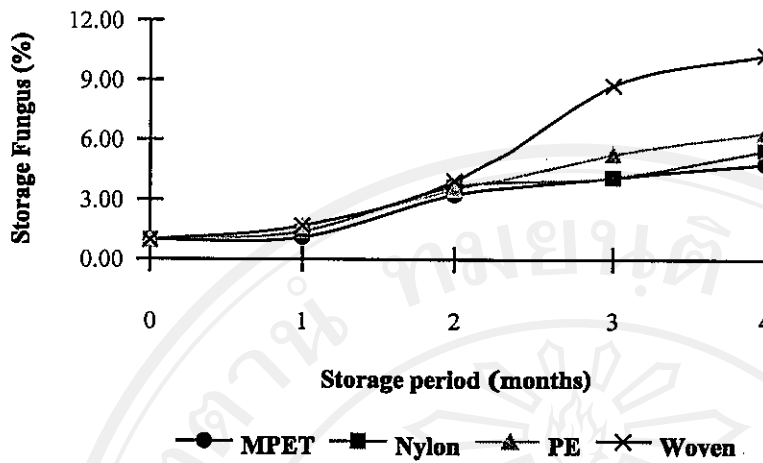
*Aspergillus niger*



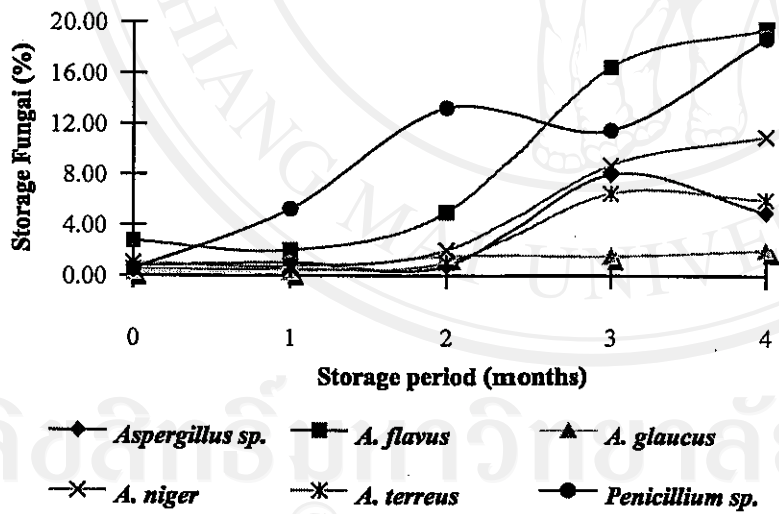
*Penicillium* sp.

ภาพที่ 23 ลักษณะ โครงสร้างของ storage fungi ที่สำคัญที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

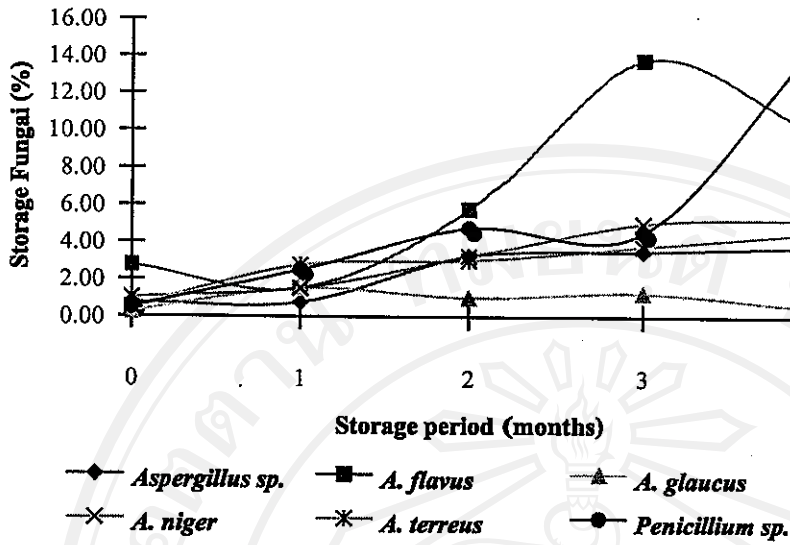
Copyright© by Chiang Mai University  
All rights reserved



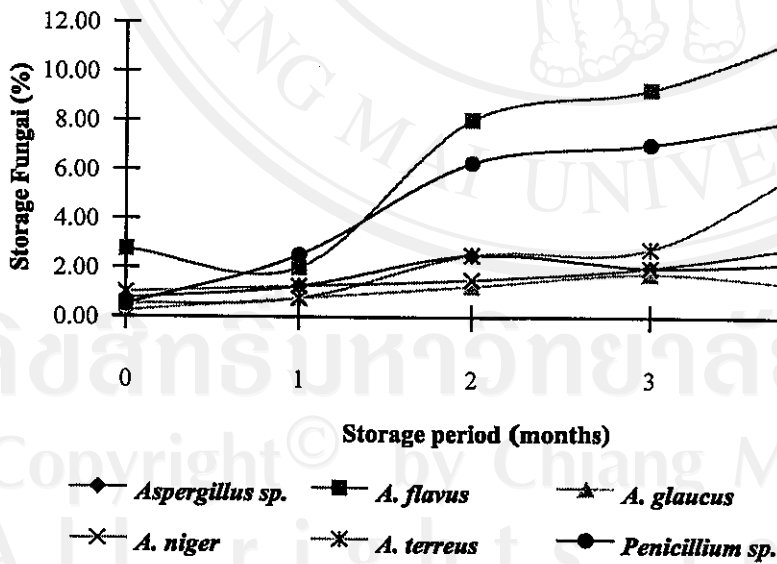
ภาพที่ 24 อิทธิพลของภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ storage fungi ทั้ง 6 ชนิด ในเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษานาน 4 เดือน



ภาพที่ 25 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ storage fungi ทั้ง 6 ชนิดที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกสาน ขณะเก็บรักษา 4 เดือน

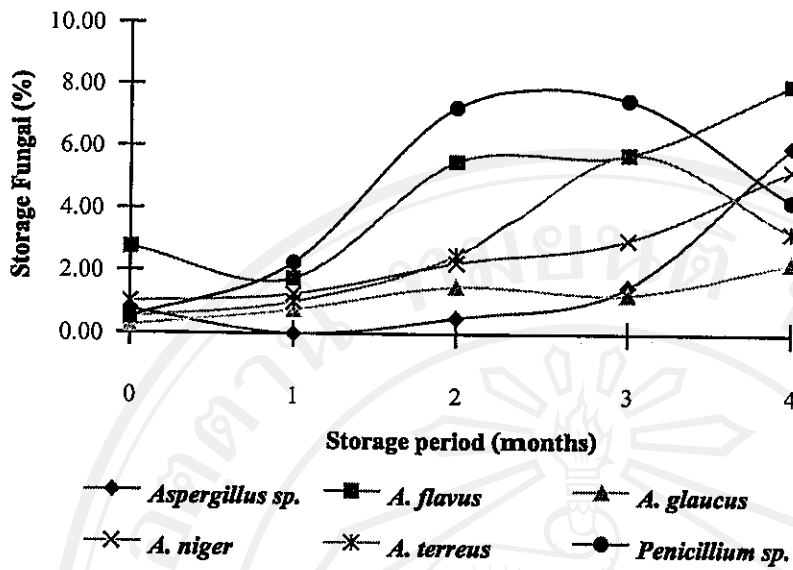


ภาพที่ 26 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ storage fungi ทั้ง 6 ชนิดที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด PE ขณะเก็บรักษา 4 เดือน

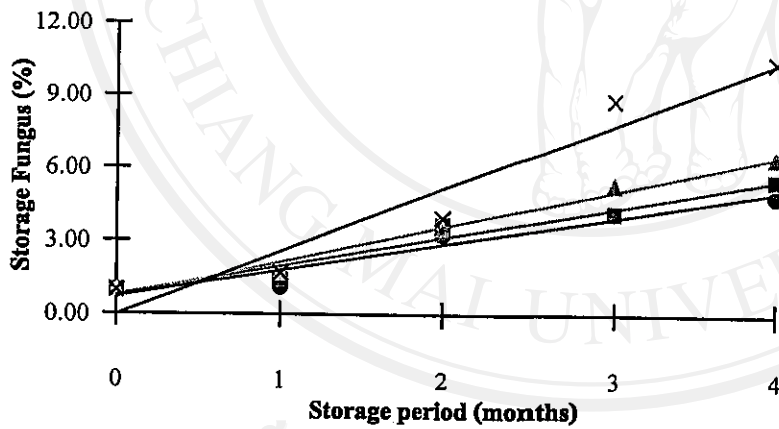


ภาพที่ 27 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ storage fungi ทั้ง 6 ชนิดที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด Nylon ขณะเก็บรักษา 4 เดือน





ภาพที่ 28 การเปลี่ยนแปลงปริมาณ storage fungi ทั้ง 6 ชนิดที่ตรวจพบบนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด MPET ขณะเก็บรักษา 4 เดือน



● MPET    ■ Nylon    ▲ PE    × Woven

MPET	$y = 1.075x - 0.369$	PE	$y = 1.45x - 0.78$
	$R^2 = 0.9383$		$R^2 = 0.9832$
Nylon	$y = 1.179x - 0.407$	Woven	$y = 2.591x - 2.625$
	$R^2 = 0.9556$		$R^2 = 0.9389$

ภาพที่ 29 ค่าสัมประสิทธิ์ของเปอร์เซ็นต์ storage fungi บนเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองในภาชนะบรรจุ 4 ชนิดที่เก็บรักษานาน 4 เดือน

## 10. ความสัมพันธ์ของคุณภาพเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

### 10.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

เมื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ถั่ว พบว่า ค่าความงอกของเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์กันมากกับความงอกหลังการเร่งอายุ กล่าวคือ ถ้าค่าความงอกหลังการเร่งอายุมีค่าสูงมีแนวโน้มว่าค่าความงอกของเมล็ดมีค่าสูงด้วย แต่ค่าความงอกของเมล็ดพันธุ์มีความสัมพันธ์ทางด้านลบกับค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณกรดไขมันอิสระ กล่าวคือ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณกรดไขมันอิสระมีค่าสูงมีแนวโน้มว่าค่าความงอกของเมล็ดพันธุ์มีค่าต่ำ (ตารางที่ 13)

### 10.2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดไขมันอิสระ ปริมาณ storage fungi และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณกรดไขมันอิสระ ปริมาณ storage fungi และคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง พบว่า ปริมาณกรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์กันมากกับปริมาณ storage fungi ค่าการนำไฟฟ้าและความชื้นเมล็ด กล่าวคือ ถ้าเมล็ดพันธุ์มีปริมาณ storage fungi ค่าการนำไฟฟ้าและความชื้นเมล็ดสูงมีแนวโน้มว่าเมล็ดพันธุ์มีการเกิดกรดไขมันอิสระสูงด้วย แต่ปริมาณกรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์ทางด้านลบกับค่าความงอกและค่าความงอกหลังการเร่งอายุ กล่าวคือ ถ้าเมล็ดพันธุ์มีค่าความงอกและค่าความงอกหลังการเร่งอายุสูงมีแนวโน้มว่าเมล็ดพันธุ์มีการเกิดกรดไขมันอิสระต่ำด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณกรดไขมันอิสระมีความสัมพันธ์กับปริมาณก๊าซออกซิเจน กล่าวคือ ภาชนะบรรจุใดที่มีปริมาณก๊าซออกซิเจนสูง เมล็ดพันธุ์ที่เก็บในภาชนะนั้นๆ จะมีแนวโน้มการเกิดกรดไขมันอิสระสูงด้วย (ตารางที่ 13)

**ตารางที่ 13** ความสัมพันธ์ระหว่างการทดสอบความแข็งแรงด้วยวิธีเร่งอายุ (AA) ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ค่าการนำไฟฟ้า (EC) ปริมาณกรดไขมันอิสระ (FFA) ปริมาณ field fungi (FF) ค่าความงอกมาตรฐาน (SG) ค่าความชื้นเมล็ด (MC) ปริมาณก๊าซออกซิเจน (O<sub>2</sub>) และปริมาณ storage fungi (SF) ของเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองพันธุ์ ชม.60 เมื่อเก็บรักษามล็ดไว้นาน 4 เดือน

	AA	CO <sub>2</sub>	EC	FFA	SG	MC	O <sub>2</sub>	FF
CO <sub>2</sub>	**							
EC	**	**						
FFA	**	ns	**					
SG	**	*	**	**				
MC	**	ns	**	**	**			
O <sub>2</sub>	*	**	**	*	ns	ns		
FF	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
SF	**	ns	**	**	**	**	ns	**

ns = not significant

\*,\*\* = significant at 5% and 1% probability