

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและวิจารณ์

#### 4.1 การศึกษาชนิดและปริมาณอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงป่นที่จำหน่ายในตลาดสด เขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

##### 4.1.1 ผลการทดลองช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน 2545-กุมภาพันธ์ 2546)

ผลการสำรวจการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $G_1$  และ  $G_2$  ในถั่วลิสงป่นที่เก็บตัวอย่างจากร้านค้า ในตลาดสดต่างๆ จำนวน 7 แห่ง คือ ตลาดสุเทพ ประตู่เชียงใหม่ ช้างเผือก เมืองใหม่ ดันลำไย หงอนหอย และสันป่าข่อย รวมถั่วลิสงป่นจำนวน 21 ตัวอย่าง ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.1

ผลการตรวจวิเคราะห์ถั่วลิสงป่นในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน 2545-กุมภาพันธ์ 2546) จำนวน 21 ตัวอย่าง พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  จำนวน 17 ตัวอย่าง (80.95%) ชนิด  $B_2$  จำนวน 14 ตัวอย่าง (66.67%) ชนิด  $G_1$  จำนวน 5 ตัวอย่าง (23.81%) และชนิด  $G_2$  จำนวน 3 ตัวอย่าง (14.29%) แสดงในตารางที่ 4.1 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของปริมาณอะฟลาทอกซินทั้งหมด พบว่ามีตัวอย่างถั่วลิสงป่นที่มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนด คือ ต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร จำนวน 14 ตัวอย่าง

ตลาดสุเทพ : ถั่วลิสงป่นจากร้านค้าที่ 1 ไม่พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินทั้ง 4 ชนิด ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 59.35 และ 12.38 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้าที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 45.45 และ 4.20 ส่วนต่อพันล้านส่วน และไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $G_1$  และ  $G_2$  จากตัวอย่างถั่วลิสงป่นทั้ง 3 ร้านค้าในตลาดสุเทพ สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงป่นร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 1.92, 2.06 และ 2.37% ตามลำดับ และบริเวณตลาดสุเทพมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70.0%

ตลาดประตู่เชียงใหม่ : ถั่วลิสงป่นจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 32.58 และ 3.05 ส่วนต่อพันล้านส่วน ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 10.94 และ 3.16 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้าที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 50.10 และ 4.20 ส่วนต่อพันล้านส่วน และไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $G_1$  และ  $G_2$  เลขทั้ง 3 ร้าน เช่นเดียวกับตลาดสุเทพ สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงป่นร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 1.70, 0.95 และ 0.68% ตามลำดับ และบริเวณตลาดประตู่เชียงใหม่มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70.0%

ตลาดข้างเผือก : ถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$ ,  $B_2$  และ  $G_1$  ปริมาณ 172.88, 20.90 และ 9.20 ส่วนต่อพันล้านส่วน และไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $G_2$  ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 58.33 และ 7.82 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้านี้ที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 252.10 และ 39.40 ส่วนต่อพันล้านส่วน และไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $G_1$  และ  $G_2$  ในร้านค้านี้ที่ 2 และ 3 ปริมาณความชื้นของถั่วลิสงปนร้านค้านี้ที่ 1, 2 และ 3 คือ 1.76, 1.01 และ 1.80% ตามลำดับ และบริเวณตลาดข้างเผือกมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70.0%

ตลาดเมืองใหม่ : ถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 75.75 และ 12.42 ส่วนต่อพันล้านส่วน ไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $G_1$  และ  $G_2$  ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$ ,  $B_2$  และ  $G_1$  ปริมาณ 24.92, 4.90 และ 11.28 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้านี้ที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  ปริมาณ 9.95 ส่วนต่อพันล้านส่วน และไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_2$ ,  $G_1$  และ  $G_2$  สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงปนร้านค้านี้ที่ 1, 2 และ 3 คือ 1.54, 1.16 และ 1.35% ตามลำดับ และบริเวณตลาดเมืองใหม่มีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 73.0%

ตลาดต้นลำไย : ถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $G_1$  และ  $G_2$  ปริมาณ 225.22, 37.65, 13.02 และ 5.50 ส่วนต่อพันล้านส่วน ร้านค้าที่ 2 และ 3 ไม่พบอะฟลาทอกซินชนิดทั้ง 4 ชนิด สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงปนร้านค้านี้ที่ 1, 2 และ 3 คือ 2.01, 2.01 และ 1.22% ตามลำดับ และบริเวณตลาดต้นลำไยมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 83.0%

ตลาดหนองหอย : ถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  ปริมาณ 10.48 ส่วนต่อพันล้านส่วน ไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_2$ ,  $G_1$  และ  $G_2$  ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 36.76 และ 3.89 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้านี้ที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 18.05 และ 2.65 ส่วนต่อพันล้านส่วน และไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $G_1$  และ  $G_2$  ในร้านค้านี้ที่ 2 และ 3 สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงปนร้านค้านี้ที่ 1, 2 และ 3 คือ 1.61, 0.63 และ 2.06% ตามลำดับ และบริเวณตลาดหนองหอยมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70.0%

ตลาดสันป่าข่อย : ถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินทั้ง 4 ชนิด คือชนิด  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $G_1$  และ  $G_2$  ปริมาณ 85.10, 8.60, 8.75 และ 1.32 ส่วนต่อพันล้านส่วน ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$ ,  $G_1$  และ  $G_2$  ปริมาณ 44.00, 233.30 และ 5.62 ส่วนต่อพันล้านส่วน ไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_2$  ร้านค้าที่ 3 ไม่พบอะฟลาทอกซินทั้ง 4 ชนิด สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงปนร้านค้านี้ที่ 1, 2 และ 3 คือ 2.14, 1.06 และ 1.82% ตามลำดับ และบริเวณตลาดสันป่าข่อยมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 68.0%

เมื่อพิจารณาปริมาณอะฟลาทอกซิน พบว่า ถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 3 ในตลาดข้างฝือก มีอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปนเปื้อนในปริมาณสูงสุด คือ 252.10 และ 39.40 ส่วนต่อพันล้านส่วน ตามลำดับ และมีปริมาณมากกว่าถั่วลิสงปนจากตลาดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p=0.05$ ) ผลวิเคราะห์ปริมาณความชื้นของตัวอย่างถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 3 ในตลาดข้างฝือก พบว่า มีความชื้นเป็น 1.80% เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่สุ่มเก็บจากตลาดสันป่าข่อยร้านค้าที่ 3 พบว่า มีปริมาณความชื้น 1.82% ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) แต่ไม่พบอะฟลาทอกซินทุกชนิดในตัวอย่างนี้ และเมื่อพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ระหว่างตลาดข้างฝือกและสันป่าข่อย มีค่า 70.0% และ 68.0% ตามลำดับ ซึ่งไม่ได้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่เชื้อรา *A. flavus* จะเจริญได้ดี เพราะเชื้อรา *A. flavus* จะเจริญได้ดีที่ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 85% (Hilmy *et al.*, 1995) ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าตัวอย่างถั่วลิสงปนที่พบอะฟลาทอกซินมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการปนเปื้อนของเชื้อราในวัตถุดิบตั้งแต่เริ่มต้นผลิต

สำหรับตัวอย่างถั่วลิสงปนที่สุ่มจากตลาดสันป่าข่อยร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $G_1$  และ  $G_2$  ปนเปื้อนในปริมาณสูงสุดคือ 233.30 และ 5.62 ส่วนต่อพันล้านส่วน ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p=0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างถั่วลิสงปนอื่นๆ ทั้งหมด 21 ตัวอย่าง และพบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  44.00 ส่วนต่อพันล้านส่วน แต่ไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_2$  และตัวอย่างถั่วลิสงปนมีความชื้น 1.06% สำหรับตัวอย่างถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 2 ของตลาดข้างฝือก ซึ่งมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p>0.05$  พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 58.33 และ 7.82 ส่วนต่อพันล้านส่วน แต่ไม่พบอะฟลาทอกซินทั้งชนิด  $G_1$  และ  $G_2$  ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชนิดและปริมาณของอะฟลาทอกซินที่พบในตัวอย่างถั่วลิสงปนแตกต่างกัน แต่มีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p>0.05$  จึงอาจเป็นไปได้ว่าวัตถุดิบเริ่มต้นมีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินชนิดต่างๆ ไม่เท่ากัน

เมื่อพิจารณาตัวอย่างถั่วลิสงปนที่สุ่มจากตลาดสุเทพรร้านค้าที่ 1 ตลาดต้นลำไยร้านค้าที่ 2 และ 3 และตลาดสันป่าข่อยร้านค้าที่ 3 ไม่พบอะฟลาทอกซินทุกชนิด และทั้ง 4 ตัวอย่างมีปริมาณความชื้น 1.92, 2.01, 1.22 และ 1.82% ตามลำดับ ซึ่งปริมาณความชื้นที่ได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p=0.05$  และเมื่อพิจารณาความชื้นสัมพัทธ์ของทั้ง 3 ตลาด พบว่าแตกต่างกัน คือ 70.0, 83.0 และ 68.0% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าปริมาณและชนิดของอะฟลาทอกซินที่พบใน ถั่วลิสงปนแต่ละตัวอย่างไม่สัมพันธ์กับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงปน และความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศบริเวณตลาดก็ไม่ได้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมที่เชื้อรา *A. flavus* จะเจริญได้ดี (Hilmy *et al.*, 1995) อุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วงระหว่าง 16.2-31.9 องศาเซลเซียส (ต่ำสุด 12.5 และสูงสุด 34.3 องศาเซลเซียส) เพราะฉะนั้นอะฟลาทอกซินที่ตรวจพบอาจปนเปื้อนอยู่ในวัตถุดิบก่อนที่จะนำมาแปรรูปเป็นถั่วลิสงปน

ตารางที่ 4.1 การสำรวจการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงป่นจากตลาดสดในจังหวัดเชียงใหม่ 7 แห่งในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน 2545-กุมภาพันธ์ 2546)

ตลาด	ร้านค้าที่	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ค่า $a_w$	ชนิดและปริมาณของอะฟลาทอกซิน (ส่วนต่อพันล้านส่วน)					ปริมาณความชื้นใน ตัวอย่าง (%)
				B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	รวม	
สุเทพ	1	70.0	-	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	1.92 <sup>m</sup> ± 0.03 (1.89-1.94)
	2	70.0	-	59.35 <sup>f</sup> ± 1.77 (58.10-60.60)	12.38 <sup>g</sup> ± 0.25 (12.20-12.55)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	71.73 <sup>*</sup>	2.06 <sup>n</sup> ± 0.03 (2.03-2.09)
	3	70.0	-	45.45 <sup>gh</sup> ± 3.75 (42.80-48.10)	4.20 <sup>bc</sup> ± 0.57 (3.80-4.60)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	49.65 <sup>*</sup>	2.37 <sup>p</sup> ± 0.06 (2.33-2.41)
ประตูเชียงใหม่	1	70.0	-	32.58 <sup>df</sup> ± 2.09 (31.10-34.05)	3.05 <sup>ab</sup> ± 0.49 (2.70-3.40)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	35.63 <sup>*</sup>	1.70 <sup>j</sup> ± 0.04 (1.66-1.74)
	2	70.0	-	10.94 <sup>ab</sup> ± 1.16 (10.12-11.76)	3.16 <sup>ab</sup> ± 0.25 (2.98-3.34)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	14.10	0.95 <sup>o</sup> ± 0.03 (0.92-0.98)
	3	70.0	-	50.10 <sup>gh</sup> ± 2.62 (48.25-51.95)	4.20 <sup>bc</sup> ± 0.07 (4.15-4.25)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	54.30 <sup>*</sup>	0.68 <sup>b</sup> ± 0.04 (0.64-0.72)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ตลาด	ร้านค้าที่	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ค่า $a_w$	ชนิดและปริมาณของอะพาทอกซิน (ส่วนต่อพันส่วน)					รวม	ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง (%)
				B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>			
ช้างเผือก	1	70.0	-	172.88 <sup>k</sup> ± 14.11 (162.90-182.85)	20.90 <sup>f</sup> ± 3.39 (18.50-23.30)	9.20 <sup>b</sup> ± 0.11 (9.12-9.28)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	202.98*	1.76 <sup>k</sup> ± 0.02 (1.74-1.78)
	2	70.0	-	58.33 <sup>hi</sup> ± 9.52 (51.60-65.06)	7.82 <sup>cd</sup> ± 1.17 (7.00-8.65)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	66.15*	1.01 <sup>d</sup> ± 0.04 (0.98-1.03)	
	3	70.0	-	252.10 <sup>m</sup> ± 15.49 (241.15-263.05)	39.40 <sup>e</sup> ± 5.52 (35.50-43.30)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	291.50*	1.80 <sup>hi</sup> ± 0.02 (1.78-1.82)	
เมืองใหม่	1	73.0	-	75.75 <sup>l</sup> ± 8.20 (69.95-81.55)	12.42 <sup>g</sup> ± 2.02 (11.00-13.85)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	88.17*	1.54 <sup>b</sup> ± 0.04 (1.50-1.58)	
	2	73.0	-	24.92 <sup>cd</sup> ± 2.02 (23.50-26.35)	4.90 <sup>bc</sup> ± 0.24 (4.73-5.07)	11.28 <sup>g</sup> ± 3.15 (9.05-13.50)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	41.10*	1.16 <sup>c</sup> ± 0.02 (1.14-1.18)
	3	73.0	-	9.95 <sup>ab</sup> ± 1.34 (9.00-10.90)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	9.95	1.35 <sup>e</sup> ± 0.03 (1.33-1.37)	



ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ตลาด	ร้านค้าที่	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ค่า $a_w$	ชนิดและปริมาณของอะฟลาทอกซิน (ส่วนต่อพันล้านส่วน)				ปริมาณความชื้น ใน	
				B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	รวม	ตัวอย่าง (%)
ต้นลำไย	1	83.0	-	225.22 <sup>a</sup> ± 2.79 (223.25-227.20)	37.65 <sup>e</sup> ± 3.04 (35.50-39.80)	13.02 <sup>d</sup> ± 0.46 (12.70-13.35)	5.50 <sup>c</sup> ± 0.21 (5.35-5.65)	281.39*	2.01 <sup>f</sup> ± 0.06 (1.96-2.06)
	2	83.0	-	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	2.01 <sup>f</sup> ± 0.02 (1.99-2.03)
	3	83.0	-	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	1.22 <sup>f</sup> ± 0.01 (1.21-1.23)
หนองหอย	1	70.0	-	10.48 <sup>ab</sup> ± 0.25 (10.30-10.65)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	10.48	1.61 <sup>i</sup> ± 0.02 (1.59-1.63)
	2	70.0	-	36.76 <sup>df</sup> ± 2.51 (34.99-38.54)	3.89 <sup>ab</sup> ± 0.76 (3.35-4.43)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	40.65*	0.63 <sup>a</sup> ± 0.02 (0.61-0.65)
	3	70.0	-	18.05 <sup>bc</sup> ± 2.84 (16.04-20.06)	2.65 <sup>ab</sup> ± 0.21 (2.50-2.80)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	20.70*	2.06 <sup>h</sup> ± 0.01 (2.05-2.07)

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ตลาด	ร้านค้าที่	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ค่า $a_w$	ชนิดและปริมาณของฟลาทอกซิน (ส่วนต่อพันส่วน)			รวม	ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง (%)
				B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>		
สันป่าข่อย	1	68.0	-	85.10 <sup>d</sup> ± 8.13 (79.35-90.85)	8.60 <sup>d</sup> ± 0.00 (8.60-8.60)	8.75 <sup>b</sup> ± 0.21 (8.60-8.90)	1.32 <sup>b</sup> ± 0.04 (1.30-1.35)	2.14 <sup>d</sup> ± 0.01 (2.13-2.14)
	2	68.0	-	44.00 <sup>e</sup> ± 3.53 (41.50-46.50)	0 <sup>a</sup>	233.30 <sup>c</sup> ± 1.34 (232.35-234.25)	5.62 <sup>d</sup> ± 0.11 (5.55-5.70)	1.06 <sup>d</sup> ± 0.02 (1.04-1.08)
	3	68.0	-	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	1.82 <sup>f</sup> ± 0.01 (1.81-1.82)

หมายเหตุ : - ข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณมาตรฐาน  
 - อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์แสดงถึงความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%  
 - ตัวเลขในวงเล็บของชนิดของฟลาทอกซินคือปริมาณของฟลาทอกซินที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ 2 ซ้ำ  
 - ตัวเลขในวงเล็บของปริมาณความชื้นได้จากการตรวจวิเคราะห์ 3 ซ้ำ  
 - ตัวอย่างถั่วลิสงป่นที่สุ่มในช่วงฤดูหนาว ไม่ได้นำมาวิเคราะห์ค่า  $a_w$   
 - สัญลักษณ์ \* ที่อยู่ในตารางรวม หมายถึงปริมาณของฟลาทอกซินที่เกินมาตรฐานกำหนด

#### 4.1.2 ผลการทดลองช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2546)

ผลการสำรวจการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$ ,  $B_2$ ,  $G_1$  และ  $G_2$  ในถั่วลิสงป่นที่เก็บตัวอย่างมาจากร้านค้าในตลาดต่างๆ จำนวน 7 แห่ง เช่นเดียวกับในช่วงฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน 2545-กุมภาพันธ์ 2546) ตลาดละ 3 ตัวอย่าง รวมถั่วลิสงป่นจำนวน 21 ตัวอย่าง ได้ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 4.2

ผลการตรวจวิเคราะห์ถั่วลิสงป่นในช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2546) จำนวน 21 ตัวอย่าง พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  จำนวน 20 ตัวอย่าง (95.24%) และชนิด  $B_2$  จำนวน 20 ตัวอย่าง (95.24%) จากจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 21 ตัวอย่าง เมื่อพิจารณาจากค่าเฉลี่ยมีตัวอย่างถั่วลิสงป่นที่มีปริมาณอะฟลาทอกซินมากกว่าที่มาตรฐานกำหนดทั้ง 20 ตัวอย่าง แต่ไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $G_1$  และ  $G_2$  ทั้ง 21 ตัวอย่าง

ตลาดสุเทพ : ถั่วลิสงป่นจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 80.90 และ 12.51 ส่วนต่อพันล้านส่วน ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 50.30 และ 6.90 ส่วนต่อพันล้านส่วน ส่วนร้านค้าที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  ปริมาณ 26.10 ส่วนต่อพันล้านส่วน ไม่พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_2$  สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงป่นร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 2.60, 1.71 และ 2.00% และค่า  $a_w$  ของถั่วลิสงป่น คือ 0.36, 0.38 และ 0.31 ตามลำดับ บริเวณตลาดสุเทพมีความชื้นสัมพัทธ์ 73.0%

ตลาดประตูเชียงใหม่ : ถั่วลิสงป่นจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 122.00 และ 17.80 ส่วนต่อพันล้านส่วน ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 160.20 และ 24.60 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้าที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 331.80 และ 39.70 ส่วนต่อพันล้านส่วน สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงป่นร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 2.23, 2.01 และ 4.19% และค่า  $a_w$  ของถั่วลิสงป่น คือ 0.33, 0.32 และ 0.47 ตามลำดับ และบริเวณตลาดประตูเชียงใหม่มีความชื้นสัมพัทธ์ 73.0%

ตลาดข้างฝือก : ถั่วลิสงป่นจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 282.60 และ 36.30 ส่วนต่อพันล้านส่วน ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 295.70 และ 32.10 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้าที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 169.80 และ 19.12 ส่วนต่อพันล้านส่วน สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงป่นร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 3.01, 2.28 และ 2.68% และค่า  $a_w$  ของถั่วลิสงป่น คือ 0.40, 0.46 และ 0.40 ตามลำดับ และบริเวณตลาดข้างฝือกมีความชื้นสัมพัทธ์ 73.0%

ตลาดเมืองใหม่ : ถั่วลิสงป่นจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  ปริมาณ 112.70 และ 19.20 ส่วนต่อพันล้านส่วน ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$



ปริมาณ 75.20 และ 14.50 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้าที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub> และ B<sub>2</sub> ปริมาณ 85.90 และ 11.10 ส่วนต่อพันล้านส่วน สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงปนร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 2.20, 2.75 และ 2.36% และค่า a<sub>w</sub> ของถั่วลิสงปนร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 0.31, 0.38 และ 0.33 ตามลำดับ และบริเวณตลาดเมืองใหม่มีความชื้นสัมพัทธ์ 74.5%

ตลาดต้นลำไย : ถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 1 ไม่พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินทุกชนิด ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub> และ B<sub>2</sub> ปริมาณ 48.50 และ 4.40 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้าที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub> และ B<sub>2</sub> ปริมาณ 59.60 และ 12.90 ส่วนต่อพันล้านส่วน สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงปนร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 1.87, 2.47 และ 3.50% และค่า a<sub>w</sub> ของถั่วลิสงปนร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 0.34, 0.38 และ 0.44 ตามลำดับ และบริเวณตลาดต้นลำไยมีความชื้นสัมพัทธ์ 83.0%

ตลาดหนองหอย : ถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub> และ B<sub>2</sub> ปริมาณ 124.50 และ 18.40 ส่วนต่อพันล้านส่วน ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub> และ B<sub>2</sub> ปริมาณ 170.60 และ 27.80 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้าที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub> และ B<sub>2</sub> ปริมาณ 247.40 และ 3.20 ส่วนต่อพันล้านส่วน สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงปนร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 2.69, 2.75 และ 2.44% และค่า a<sub>w</sub> ของถั่วลิสงปนร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 0.42, 0.43 และ 0.38 ตามลำดับ และบริเวณตลาดหนองหอยมีความชื้นสัมพัทธ์ 67.0%

ตลาดสันป่าข่อย : ถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 1 พบการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub> และ B<sub>2</sub> ปริมาณ 101.40 และ 9.20 ส่วนต่อพันล้านส่วน ร้านค้าที่ 2 พบอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub> และ B<sub>2</sub> ปริมาณ 73.10 และ 19.00 ส่วนต่อพันล้านส่วน และร้านค้าที่ 3 พบอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub> และ B<sub>2</sub> ปริมาณ 63.80 และ 7.70 ส่วนต่อพันล้านส่วน สำหรับปริมาณความชื้นของถั่วลิสงปนร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 3.59, 2.41 และ 2.93% และค่า a<sub>w</sub> ของถั่วลิสงปนร้านค้าที่ 1, 2 และ 3 คือ 0.46, 0.32 และ 0.35 ตามลำดับ และบริเวณตลาดสันป่าข่อยมีความชื้นสัมพัทธ์ 67.0%

เมื่อพิจารณาปริมาณอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงปนที่วิเคราะห์ได้ในฤดูฝนช่วงเดือนกรกฎาคม-ตุลาคม พ.ศ. 2546 แสดงให้เห็นว่าถั่วลิสงปนจากร้านค้าที่ 3 ในตลาดประตูเชียงใหม่ มีอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub> และ B<sub>2</sub> ปนเปื้อนในปริมาณสูงสุดคือ 331.80 และ 39.70 ส่วนต่อพันล้านส่วนตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p=0.05 และเมื่อพิจารณาความชื้นของตัวอย่างถั่วลิสงปนจากร้านที่ 3 ของตลาดประตูเชียงใหม่ พบว่า ความชื้นมีค่าสูงที่สุดเป็น 4.19% เมื่อเปรียบเทียบกับร้านค้าอื่นๆ ที่สุ่มตัวอย่างในตลาดประตูเชียงใหม่ และสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างทั้งหมด 21 ตัวอย่าง และเมื่อพิจารณาค่า a<sub>w</sub> ของตัวอย่างดังกล่าวก็พบว่า มีปริมาณสูงเช่นเดียวกับความชื้น โดยค่า a<sub>w</sub> มีค่า 0.47 ซึ่งมีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p=0.05 ซึ่งเชื่อว่าจะสร้าง

อะฟลาทอกซินได้มากขึ้นถ้าความชื้นของตัวอย่างมากขึ้น ดังนั้นตัวอย่างถั่วลิสงป่นจากร้านค้าที่ 3 ของตลาดประตูเชียงใหม่ ซึ่งมีค่า  $a_w$  และปริมาณความชื้นสูงสุดจึงมีอะฟลาทอกซินสูงสุดด้วย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Oyebanji และ Efiuvwevwere (1999) ที่รายงานว่าเมื่อปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นจะสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อราที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งมีผลให้ปริมาณอะฟลาทอกซินเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาความชื้นสัมพันธ์ภายในตลาดประตูเชียงใหม่ พบว่า มีค่า 73.0% ส่วนตัวอย่างถั่วลิสงป่นจากอีก 2 ร้านค้าของตลาดประตูเชียงใหม่มีอะฟลาทอกซินในปริมาณที่สูงเช่นกัน โดยมีปริมาณอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  อยู่ในช่วง 122.00-160.20 ส่วนต่อพันล้านส่วน และอะฟลาทอกซินชนิด  $B_2$  อยู่ในช่วง 17.80-24.60 ส่วนต่อพันล้านส่วน

เมื่อพิจารณาจากปริมาณอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  และ  $B_2$  พบว่าตลาดข้างเผือก มีปริมาณอะฟลาทอกซินสูงมากเช่นกัน ซึ่งในทางสถิติแล้วมีการแปรผันในปริมาณที่สูงรองจากตัวอย่างถั่วลิสงป่นในตลาดประตูเชียงใหม่ โดยมีปริมาณอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  อยู่ในช่วง 169.80-295.70 ส่วนต่อพันล้านส่วน และอะฟลาทอกซินชนิด  $B_2$  อยู่ในช่วง 19.12-36.30 ส่วนต่อพันล้านส่วน ปริมาณความชื้นของตัวอย่างถั่วลิสงป่นมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างทั้งหมด คือ อยู่ในช่วง 2.28-3.01% ส่วนค่า  $a_w$  อยู่ในช่วง 0.40-0.46 และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p=0.05$  และเมื่อพิจารณาความชื้นสัมพันธ์ภายในตลาดข้างเผือก พบว่า มีค่า 73.0% ซึ่งมีค่าเท่ากับตลาดประตูเชียงใหม่

ตลาดหนองหอยเป็นอีกตลาดที่พบว่ามีปริมาณอะฟลาทอกซินในปริมาณที่สูงรองลงมา จาก 2 ตลาดแรก โดยมีปริมาณอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  อยู่ในช่วง 124.50-247.40 ส่วนต่อพันล้านส่วน และอะฟลาทอกซินชนิด  $B_2$  อยู่ในช่วง 3.20-27.80 ส่วนต่อพันล้านส่วน ปริมาณความชื้นของถั่วลิสงป่น มีค่าอยู่ในช่วง 2.44-2.75% ส่วนค่า  $a_w$  มีค่าอยู่ในช่วง 0.38-0.43 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p=0.05$  เมื่อเปรียบเทียบกับตลาดเมืองใหม่ สันป่าข่อย และสุเทพ

สำหรับตลาดที่มีการแปรผันของอะฟลาทอกซินน้อยที่สุดในจำนวน 7 ตลาด คือ ตลาดต้นลำไย มีปริมาณอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  อยู่ในช่วง 0-59.60 ส่วนต่อพันล้านส่วน และปริมาณอะฟลาทอกซินชนิด  $B_2$  อยู่ในช่วง 0-12.90 ส่วนต่อพันล้านส่วน ส่วนปริมาณความชื้นของตัวอย่างถั่วลิสงป่นมีค่าอยู่ในช่วง 1.87-3.50% แต่พบว่าความชื้นสัมพันธ์ของบรรยากาศในตลาดต้นลำไยสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่  $p=0.05$  ซึ่งการที่มีความชื้นสัมพันธ์น้อยกว่า 85% เป็นความชื้นที่ไม่เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* แต่จะเหมาะสมกับการงอกของสปอร์เชื้อราเท่านั้น (เขวามาเลย์ และคณะ, 2543) ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ไม่พบอะฟลาทอกซินในตัวอย่างถั่วลิสงป่นนี้ และงานวิจัยของ Hilmy *et al.* (1995) ได้ศึกษาผลของความชื้นสัมพันธ์ที่มีค่า 75-97% ต่อการผลิตอะฟลาทอกซินชนิด  $B_1$  พบว่า *A. flavus* ไม่สามารถเจริญหรือส่วนใหญ่เจริญไม่ได้เมื่อมีความชื้นสัมพันธ์น้อยกว่า 85%

ผลการตรวจวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ถึงแม้ภาวะในการเจริญของเชื้อรา *A. flavus* ในระหว่างการวางจำหน่ายตามตลาดต่างๆ ไม่เหมาะสม โดยที่ขณะทดลองอุณหภูมิเฉลี่ยทั้ง 4 เดือนอยู่ในช่วงระหว่าง 22.0-32.0 องศาเซลเซียส (ต่ำสุด 20.6 และสูงสุด 35.7 องศาเซลเซียส) แต่เนื่องจากการเจริญของเชื้อราและการสร้างอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงสามารถเกิดขึ้นได้ระหว่างการผึ่งแห้งภายหลังจากที่ถอนต้นถั่วลิสงออกมาจากแปลงปลูก (นิธิยาและวิบูลย์, 2543) ซึ่งผลงานวิจัยของอรุณศรี (2537) ให้ผลสอดคล้องโดยตรวจพบอะฟลาทอกซินในตัวอย่างถั่วลิสงจำนวน 2 ตัวอย่างจากทั้งหมด 70 ตัวอย่าง ภายหลังการเก็บเกี่ยวจากไร่ คิดเป็น 2.86% ส่วนถั่วลิสงจากลานตากซึ่งตากแห้งแล้ว 2-3 แดด พบอะฟลาทอกซิน 1 ตัวอย่างจากทั้งหมด 6 ตัวอย่าง คิดเป็น 16.67% และถั่วลิสงที่เก็บรักษาไว้ 1-2 สัปดาห์ ตรวจพบอะฟลาทอกซิน 2 ตัวอย่างจาก 9 ตัวอย่าง คิดเป็น 22.22% ผลงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการพบอะฟลาทอกซินเพิ่มขึ้นภายหลังการเก็บเกี่ยวในระหว่างตากให้แห้งและการเก็บรักษาก่อนการจำหน่าย ซึ่งปริมาณของอะฟลาทอกซินอาจเพิ่มขึ้นอีกได้ในระหว่างการขนส่งและระหว่างการวางจำหน่ายถ้าสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.2 การสำรวจการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงป่นจากตลาดสดในจังหวัดเชียงใหม่ 7 แห่งในช่วงฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม-ตุลาคม 2546)

ตลาด	ร้านค้าที่	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ค่า $a_w$	ชนิดและปริมาณของอะฟลาทอกซิน (ส่วนต่อพันล้านส่วน)			ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง (%)	
				B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>1</sub> G <sub>2</sub> รวม		
สุเทพ	1	73.0	0.36 <sup>de</sup> ± 0.00 (0.36-0.36)	80.90 <sup>bc</sup> ± 1.70 (79.70-82.10)	12.51 <sup>ef</sup> ± 3.41 (10.10-14.92)	0 0	93.41*	2.60 <sup>f</sup> ± 0.09 (2.50-2.66)
	2	73.0	0.38 <sup>ef</sup> ± 0.06 (0.34-0.45)	50.30 <sup>c</sup> ± 4.81 (46.90-53.70)	6.90 <sup>c</sup> ± 0.28 (6.70-7.10)	0 0	57.20*	1.71 <sup>a</sup> ± 0.03 (1.69-1.74)
	3	73.0	0.31 <sup>a</sup> ± 0.00 (0.31-0.31)	26.10 <sup>b</sup> ± 0.99 (25.40-26.80)	0 <sup>a</sup>	0 0	26.10*	2.00 <sup>d</sup> ± 0.08 (1.92-2.09)
ประตูเชียงใหม่	1	73.0	0.33 <sup>abc</sup> ± 0.01 (0.33-0.34)	122.00 <sup>d</sup> ± 5.66 (118.00-126.00)	17.80 <sup>e</sup> ± 1.56 (16.70-18.90)	0 0	139.80*	2.23 <sup>d</sup> ± 0.02 (4.12-4.23)
	2	73.0	0.32 <sup>ab</sup> ± 0.00 (0.32-0.32)	160.20 <sup>k</sup> ± 4.53 (157.00-163.40)	24.60 <sup>b</sup> ± 0.28 (24.40-24.80)	0 0	184.80*	2.01 <sup>c</sup> ± 0.09 (2.21-2.25)
	3	73.0	0.47 <sup>k</sup> ± 0.00 (0.47-0.47)	331.80 <sup>p</sup> ± 3.11 (329.60-334.00)	39.70 <sup>l</sup> ± 1.56 (38.60-40.80)	0 0	371.50*	4.19 <sup>k</sup> ± 0.06 (1.93-2.10)

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตลาด	ร้านค้าที่	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ค่า $a_w$	ชนิดและปริมาณของอะไตกอกกิน (ส่วนต่อพันส่วน)				ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง (%)
				$B_1$	$B_2$	$G_1$	$G_2$	
ช้างเผือก	1	73.0	$0.40^{fg} \pm 0.00$ (0.40-0.40)	$282.60^a \pm 1.98$ (281.20-284.00)	$36.30^k \pm 1.84$ (35.00-37.60)	0	0	$3.01^h \pm 0.03$ (2.98-3.04)
	2	73.0	$0.46^k \pm 0.00$ (0.46-0.46)	$295.70^o \pm 0.85$ (295.10-296.30)	$32.10^l \pm 0.85$ (31.50-32.70)	0	0	$2.28^i \pm 0.00$ (3.28-3.28)
	3	73.0	$0.40^{gh} \pm 0.00$ (0.40-0.40)	$169.80^j \pm 3.96$ (167.00-172.60)	$19.12^e \pm 0.23$ (18.96-19.28)	0	0	$2.68^{fg} \pm 0.12$ (2.56-2.79)
เมืองใหม่	1	74.5	$0.31^i \pm 0.00$ (0.31-0.31)	$112.70^f \pm 3.39$ (110.30-115.10)	$19.20^e \pm 0.99$ (18.50-19.90)	0	0	$2.20^d \pm 0.08$ (2.12-2.29)
	2	74.5	$0.38^{ef} \pm 0.00$ (0.38-0.38)	$75.20^{ef} \pm 3.11$ (73.00-77.40)	$14.50^f \pm 0.71$ (14.00-15.00)	0	0	$2.75^e \pm 0.02$ (2.73-2.77)
	3	74.5	$0.33^{ab} \pm 0.00$ (0.33-0.33)	$85.90^e \pm 2.54$ (84.10-87.70)	$11.10^{de} \pm 0.28$ (10.90-11.30)	0	0	$2.36^e \pm 0.02$ (2.35-2.38)



ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตลาด	ร้านค้าที่	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ค่า $g_w$	ชนิดและปริมาณของอะฟลาทอกซิน (ส่วนต่อพันล้านส่วน)					ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง (%)
				B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	G <sub>1</sub>	G <sub>2</sub>	รวม	
ต้นสำเภา	1	83.0	0.34 <sup>bc</sup> ± 0.00 (0.34-0.34)	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0	0	0	1.87 <sup>b</sup> ± 0.04 (1.83-1.91)
	2	83.0	0.38 <sup>ef</sup> ± 0.01 (0.37-0.38)	48.50 <sup>d</sup> ± 0.99 (47.80-49.20)	4.40 <sup>b</sup> ± 0.14 (4.30-4.50)	0	0	52.90 <sup>*</sup>	2.47 <sup>d</sup> ± 0.09 (2.38-2.56)
	3	83.0	0.44 <sup>h</sup> ± 0.00 (0.44-0.44)	59.60 <sup>d</sup> ± 1.13 (58.80-60.40)	12.90 <sup>ef</sup> ± 0.57 (12.50-13.30)	0	0	72.50 <sup>*</sup>	3.50 <sup>f</sup> ± 0.01 (3.49-3.51)
หนองหอย	1	67.0	0.42 <sup>gh</sup> ± 0.00 (0.42-0.42)	124.50 <sup>d</sup> ± 3.54 (122.00-127.00)	18.40 <sup>e</sup> ± 0.71 (17.90-18.90)	0	0	142.90 <sup>*</sup>	2.69 <sup>de</sup> ± 0.01 (2.68-2.70)
	2	67.0	0.43 <sup>h</sup> ± 0.00 (0.43-0.43)	170.60 <sup>d</sup> ± 2.40 (168.90-172.30)	27.80 <sup>i</sup> ± 0.28 (27.60-28.00)	0	0	198.40 <sup>*</sup>	2.75 <sup>e</sup> ± 0.03 (2.71-2.78)
	3	67.0	0.38 <sup>g</sup> ± 0.00 (0.38-0.38)	247.40 <sup>m</sup> ± 6.36 (242.90-251.90)	3.20 <sup>b</sup> ± 0.28 (3.00-3.40)	0	0	250.60 <sup>*</sup>	2.44 <sup>d</sup> ± 0.03 (2.40-2.47)

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

ตลาด	ร้านค้าที่	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	ค่า $\mu$	ชนิดและปริมาณของอะฟลาทอกซิน (ส่วนต่อพันล้านส่วน)			ปริมาณความชื้นในตัวอย่าง (%)
				B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	รวม	
ต้นปายอ	1	67.0	0.46 <sup>jk</sup> ± 0.00 (0.46-0.46)	101.40 <sup>b</sup> ± 0.85 (100.80-102.00)	9.20 <sup>cd</sup> ± 0.28 (9.00-9.40)	0	3.59 <sup>f</sup> ± 0.09 (3.50-3.67)
	2	67.0	0.32 <sup>ab</sup> ± 0.00 (0.32-0.32)	73.10 <sup>c</sup> ± 0.71 (72.60-73.60)	19.00 <sup>e</sup> ± 1.41 (18.00-20.00)	0	2.41 <sup>d</sup> ± 0.01 (2.39-2.42)
	3	67.0	0.35 <sup>cd</sup> ± 0.00 (0.35-0.35)	63.80 <sup>d</sup> ± 1.98 (62.40-65.20)	7.70 <sup>c</sup> ± 0.71 (7.20-8.20)	0	2.93 <sup>h</sup> ± 0.12 (2.81-3.05)

- หมายเหตุ : - ข้อมูลในตารางแสดงค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
- อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแต่ละสดมภ์แสดงความแตกต่างกันของข้อมูลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
- ตัวเลขในวงเล็บของชนิดอะฟลาทอกซินคือปริมาณอะฟลาทอกซินที่ได้จากการตรวจวิเคราะห์ 2 ซ้ำ
- ตัวเลขในวงเล็บของความชื้น ได้จากการตรวจวิเคราะห์ 3 ซ้ำ
- สัญลักษณ์ \* ที่อยู่ในตารางรวม หมายถึงปริมาณอะฟลาทอกซินที่เกินมาตรฐานกำหนด

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบผลการทดลองที่ได้ระหว่าง 2 ช่วงฤดู

ฤดูหนาว (พ.ย. 2545-ก.พ. 2546)	ฤดูฝน (ก.ค.-ต.ค. 2546)
1. พบอะฟลาทอกซินชนิด B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , G <sub>1</sub> และ G <sub>2</sub>	1. พบอะฟลาทอกซินชนิด B <sub>1</sub> และ B <sub>2</sub> แต่ไม่พบ G <sub>1</sub> และ G <sub>2</sub>
2. พบอะฟลาทอกซิน 17 ตัวอย่าง (80.95%) และมีปริมาณเกินมาตรฐานกำหนด 14 ตัวอย่าง จากตัวอย่างจำนวน 17 ตัวอย่าง (82.35%)	2. พบอะฟลาทอกซิน 20 ตัวอย่าง (95.24%) และมีปริมาณเกินมาตรฐานกำหนดทั้ง 20 ตัวอย่าง (100%)
3. ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศบริเวณตลาดอยู่ระหว่าง 68.0-83.0%	3. ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศบริเวณตลาดอยู่ระหว่าง 67.0-83.0%
4. ค่า a <sub>w</sub> ไม่ได้วิเคราะห์	4. ค่า a <sub>w</sub> ของตัวอย่าง อยู่ระหว่าง 0.31-0.47
5. ปริมาณความชื้นในตัวอย่างอยู่ระหว่าง 0.68-2.37%	5. ปริมาณความชื้นในตัวอย่างอยู่ระหว่าง 1.71-4.19%
6. ค่าอุณหภูมิในจังหวัดเชียงใหม่อยู่ระหว่าง 12.5-34.3 องศาเซลเซียส	6. ค่าอุณหภูมิในจังหวัดเชียงใหม่อยู่ระหว่าง 20.6-35.7 องศาเซลเซียส
7. พบอะฟลาทอกซินชนิด B <sub>1</sub> สูงสุดที่ตลาดช้างเผือก ร้านค้าที่ 3 (252.10 ส่วนต่อพันล้านส่วน)	7. พบอะฟลาทอกซินชนิด B <sub>1</sub> สูงสุดที่ตลาดประตูเชียงใหม่ ร้านค้าที่ 3 (331.80 ส่วนต่อพันล้านส่วน)
8. พบอะฟลาทอกซินทุกชนิดรวมกันอยู่ในช่วง 0-291.5 ส่วนต่อพันล้านส่วน	8. พบอะฟลาทอกซินชนิด B <sub>1</sub> และ B <sub>2</sub> รวมกันอยู่ในช่วง 0-371.0 ส่วนต่อพันล้านส่วน
9. พบอะฟลาทอกซินทุกชนิดรวมกันเฉลี่ย 7 ตลาด ในจังหวัดเชียงใหม่ คือ 79.95 ส่วนต่อพันล้านส่วน	9. พบอะฟลาทอกซินชนิด B <sub>1</sub> และ B <sub>2</sub> รวมกันเฉลี่ย 7 ตลาด ในจังหวัดเชียงใหม่ คือ 143.74 ส่วนต่อพันล้านส่วน

ผลการตรวจวิเคราะห์อะฟลาทอกซินในถั่วลิสงป่นจากตลาดสดจำนวน 7 ตลาดในจังหวัดเชียงใหม่ทั้ง 2 ช่วงฤดู พบว่าช่วงฤดูหนาวมีอุณหภูมิต่ำกว่าช่วงฤดูฝน อาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ค่าอะฟลาทอกซินเฉลี่ยในช่วงฤดูหนาวมีค่าน้อยกว่าช่วงฤดูฝน เพราะถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส เชื้อรา *A. flavus* เจริญได้ไม่ดี การสร้างอะฟลาทอกซินก็ลดลง (ศรีสิทธิ์, 2540)

ในการตรวจวิเคราะห์หาอะฟลาทอกซิน มีการเติมสารละลายมาตรฐานอะฟลาทอกซินลงไปดังนี้ คือ สารละลายมาตรฐานอะฟลาทอกซินชนิด B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> และ G<sub>2</sub> จำนวน 4.29, 1.25, 3.48, และ 1.31 ส่วนต่อพันล้านส่วน ตามลำดับ และได้เปอร์เซ็นต์การคืนกลับ ดังนี้ คือ B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> และ G<sub>2</sub> จำนวน 113.10, 121.60, 110.92 และ 63.36% ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามหลักเกณฑ์กำหนดโดยทั่วไปของเปอร์เซ็นต์การคืนกลับ (จิตรา, 2545) แสดงให้เห็นว่าวิธีที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์ครั้งนี้มีความน่าเชื่อถือ

#### 4.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและค่านำอิสระ ( $a_w$ ) ในถั่วลิสงป่น

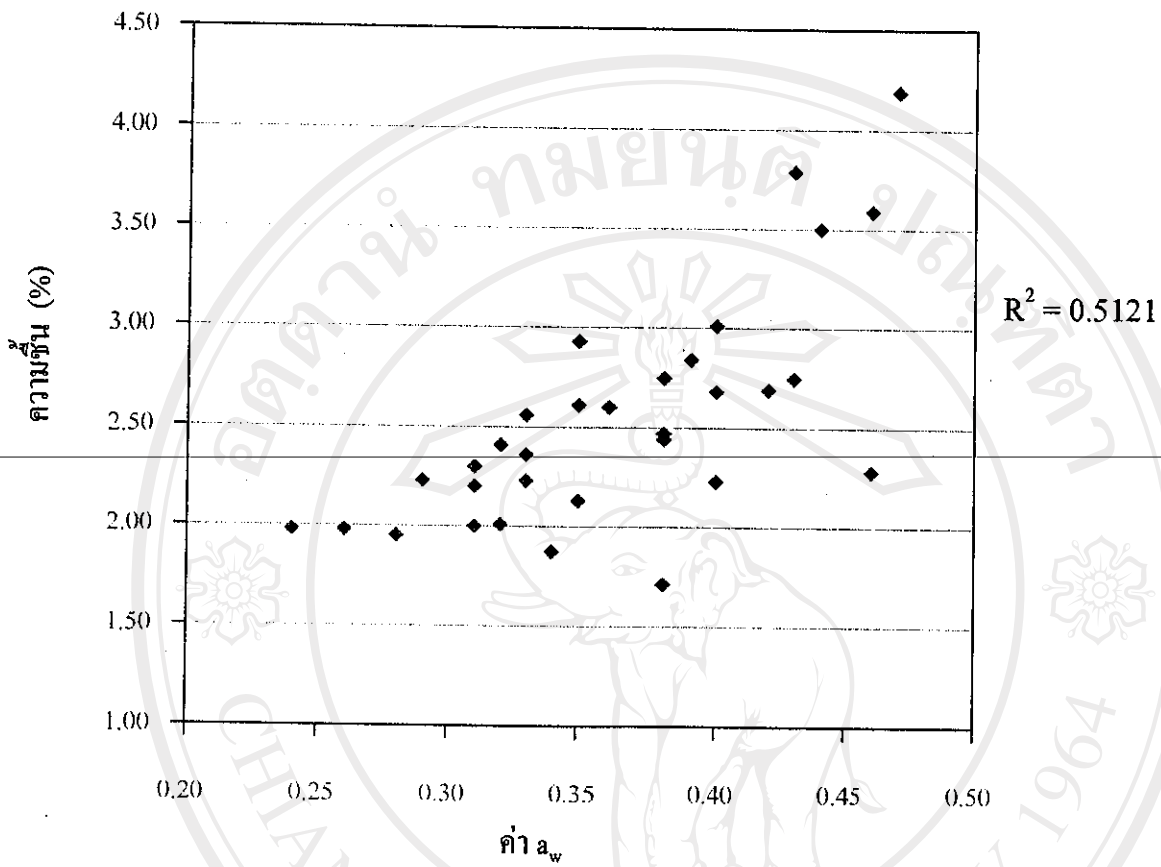
นำถั่วลิสงป่นที่สุ่มเก็บจากตลาดสดจำนวน 7 แห่งในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ในช่วงฤดูฝน 21 ตัวอย่างและสุ่มเพิ่มในเดือนกุมภาพันธ์ 2547 อีกตลาดสดละ 1-2 ตัวอย่าง ได้จำนวนถั่วลิสงป่นรวม 33 ตัวอย่าง มาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณความชื้นและค่า  $a_w$  ผลการตรวจวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.4 แล้วนำค่าที่ได้มาหาความสัมพันธ์กัน ดังแสดงในกราฟรูปที่ 4.1 ซึ่งได้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $R^2$ ) เท่ากับ 0.5121 แสดงว่าปริมาณความชื้นและค่า  $a_w$  ในถั่วลิสงป่นไม่มีความสัมพันธ์กัน

ตารางที่ 4.4 ปริมาณความชื้นและค่า  $a_w$  ในถั่วลันเตา

ตัวอย่างที่	ปริมาณความชื้น (%)	ค่า $a_w$
1	2.60	0.36
2	1.71	0.38
3	2.00	0.31
4	2.23	0.33
5	2.01	0.32
6	4.19	0.47
7	3.01	0.40
8	2.28	0.46
9	2.68	0.40
10	2.20	0.31
11	2.75	0.38
12	2.36	0.33
13	1.87	0.34
14	2.47	0.38
15	3.50	0.44
16	2.69	0.42
17	2.75	0.43
18	2.44	0.38
19	3.59	0.46
20	2.41	0.32
21	2.93	0.35
22	2.23	0.40
23	3.01	0.40
24	2.30	0.31
25	2.84	0.39
26	1.95	0.28
27	2.23	0.29
28	2.56	0.33
29	1.98	0.24
30	3.79	0.43
31	2.61	0.35
32	2.13	0.35
33	1.98	0.26

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright © by Chiang Mai University  
 All rights reserved





รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและค่า  $a_w$