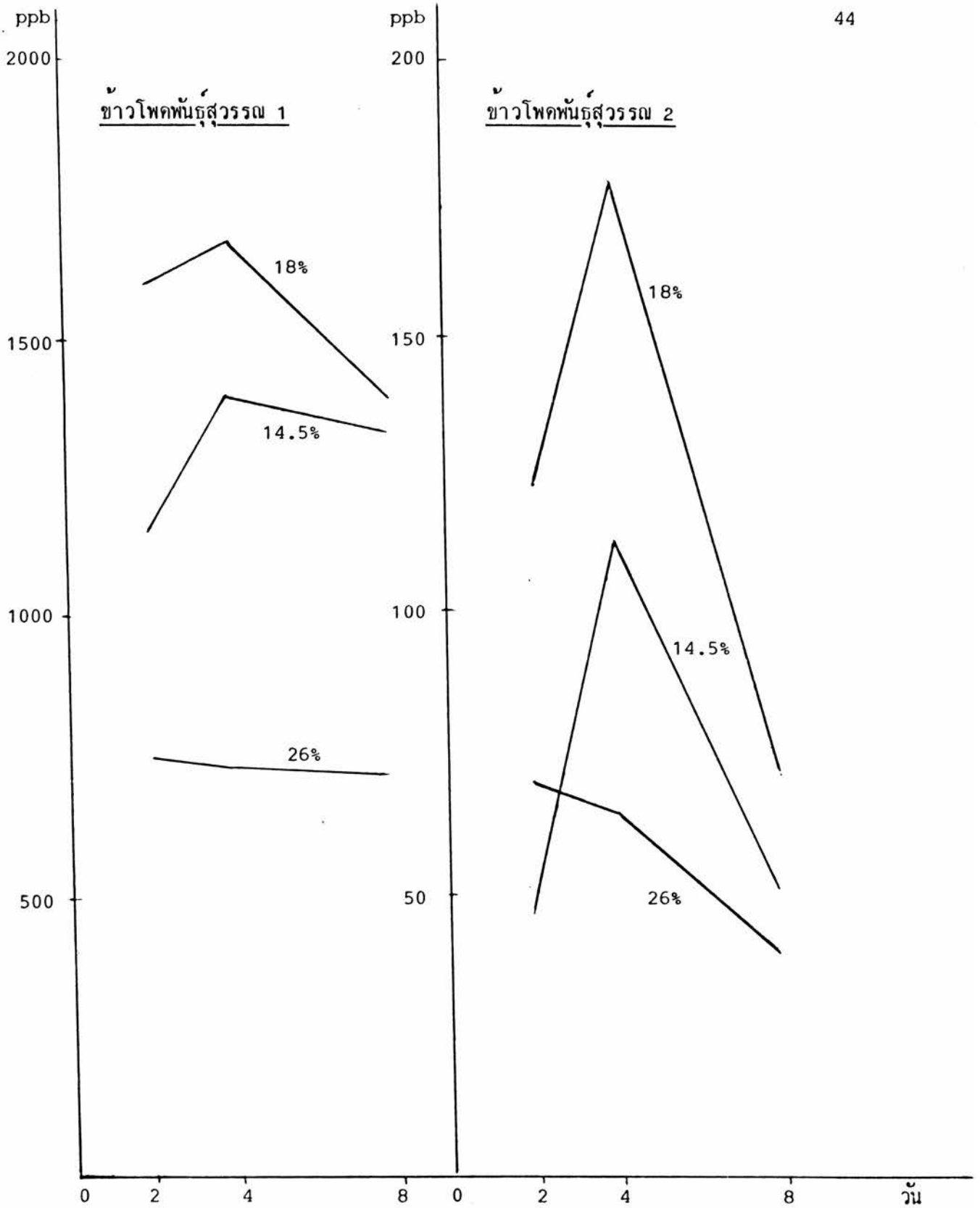


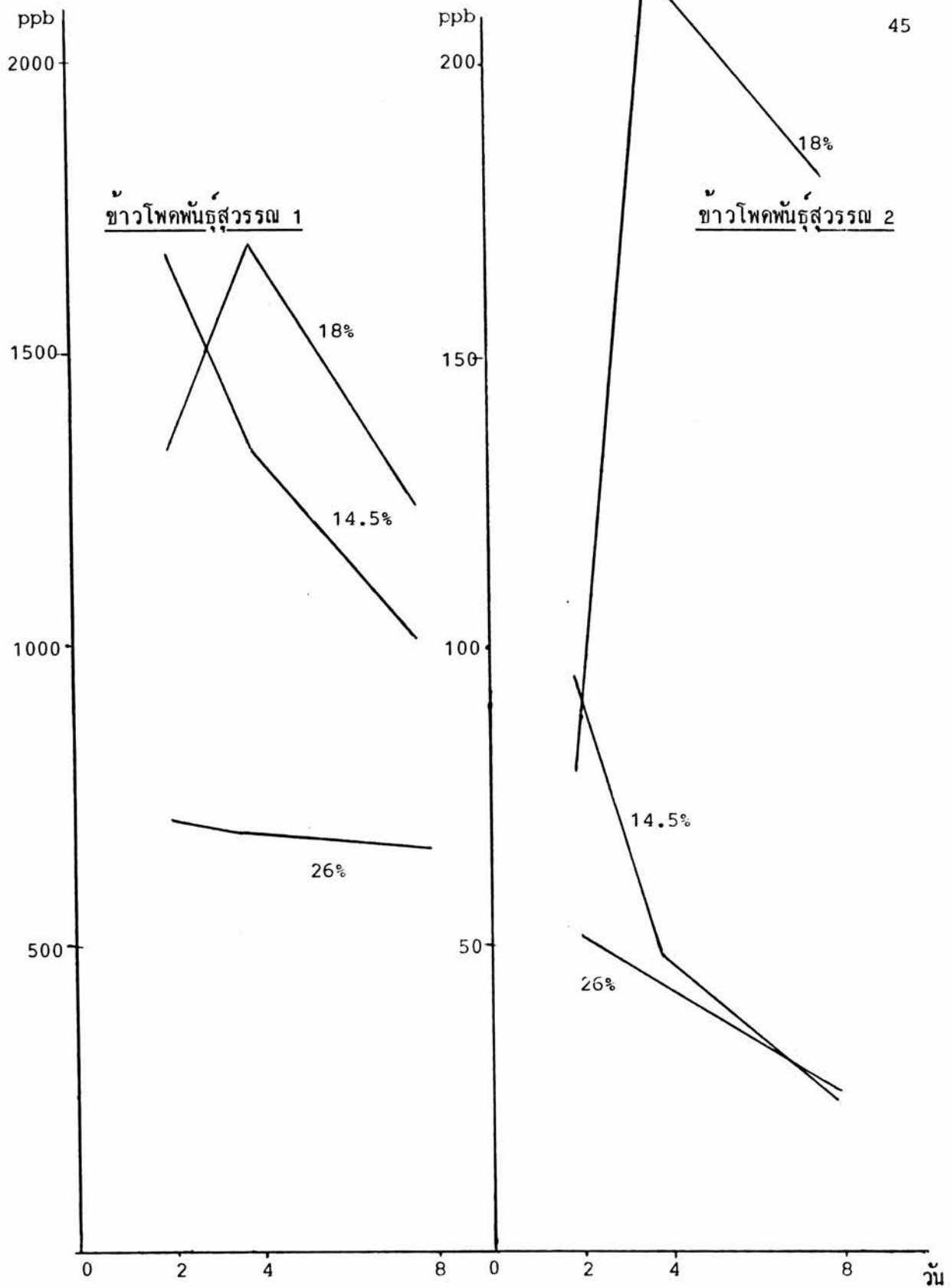


อภิปรายผลการวิจัย

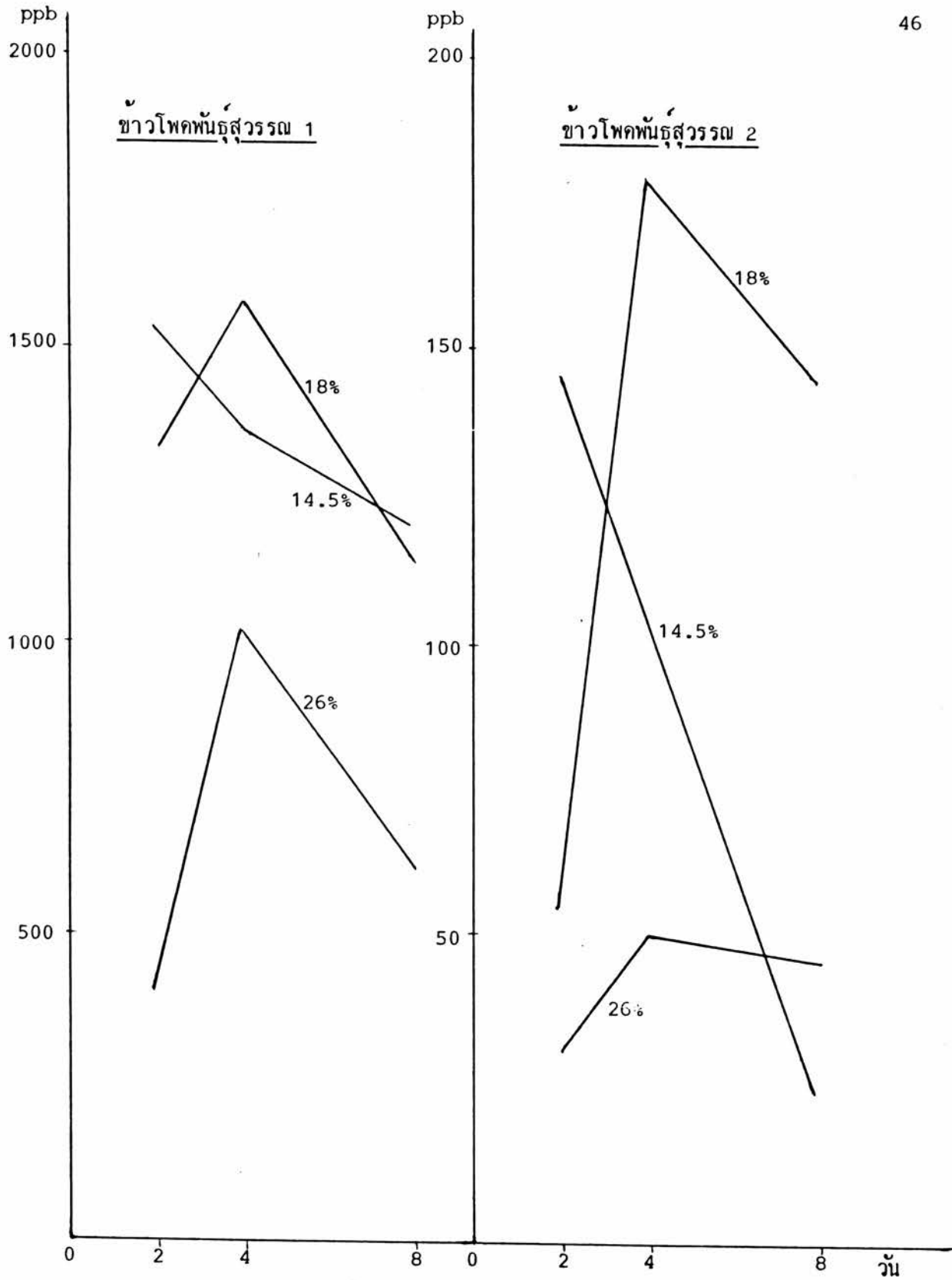
เนื่องจากเชื้อรา Aspergillus flavus จะผลิตแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ซึ่งมีพิษร้ายแรงที่สุดในปริมาณมากกว่าแอฟฟลาทอกซินชนิด B₂ มาก ดังนั้นในการอภิปรายผลการวิจัยนี้จึงให้ความสนใจเฉพาะแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ มากที่สุด และอาจจะกล่าวถึงแอฟฟลาทอกซินชนิด B₂ ในเชิงเปรียบเทียบชนิด B₁ เท่านั้น เมื่อนำปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ที่พบในเมล็ดข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 และพันธุ์สุวรรณ 2 เมื่อหมักที่อุณหภูมิ 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส ในระดับความชื้นต่าง ๆ กันมาเปรียบเทียบกัน จะได้อกราฟซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ดังแสดงไว้ในกราฟรูปที่ 2 3 และ 4 ตามลำดับ และจะสังเกตเห็นว่าการที่ปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ มีมากถึงระดับหนึ่งแล้วกลับลดลงในเวลาต่อมาอัน อธิบายได้ว่า เมื่อเชื้อราผลิตแอฟฟลาทอกซินซึ่งเป็น secondary metabolite สูงถึงระดับหนึ่งแล้ว ถ้ามอดอาหารของเชื้อลดน้อยลง เชื้อราจะนำเอาแอฟฟลาทอกซินที่ผลิตได้มาใช้ในการดำรงชีวิตต่อไป (55) แต่ความแตกต่างระหว่างข้าวโพดทั้ง 2 พันธุ์ที่อาจพบได้ก็คือ ปริมาณของแอฟฟลาทอกซินที่เกิดขึ้นในเมล็ดข้าวโพดแต่ละพันธุ์จะมีปริมาณต่างกันมาก เช่น ปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ในเมล็ดข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1 ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความชื้นร้อยละ 18 ในเวลา 4 วัน จะมีปริมาณเท่ากับ 1718.43 ppb ในขณะที่เมล็ดข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 2 มีเพียง 218.01 ppb ทั้ง ๆ ที่ปริมาณเริ่มต้นของทั้ง 2 พันธุ์ใกล้เคียงกันคือ 442.62 ppb และ 292.86 ppb ในพันธุ์สุวรรณ 1 และพันธุ์สุวรรณ 2 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณของแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ของพันธุ์สุวรรณ 2 ที่หมักไว้ที่อุณหภูมิ ความชื้นต่าง ๆ ในเวลา 2 4 และ 8 วันนั้นมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ตอนเริ่มต้นเสียอีก ที่เป็นเช่นนี้ Mr. Stanley Nesheim ผู้เชี่ยวชาญจาก United State Food and Drug Administration (USFDA) อธิบายว่า ข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 2 เป็นพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้ในระยะเวลาสั้นกว่าพันธุ์สุวรรณ 1 ชาวบ้านจึงเรียกพันธุ์สุวรรณ 2 ว่า ข้าวโพดพันธุ์เบา ซึ่งเมล็ดข้าวโพดชนิดนี้นอกจากจะแก่ได้เร็วแล้วยังออกได้เร็วกว่าด้วย และในเมล็ดพืชที่กล่าวถึงจะงอกนี้จะมีเอนไซม์หลายชนิดที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตของต้นอ่อน ทำให้มีการเปลี่ยน



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ในเมล็ดข้าวโพกพันธุ์สุวรรณ 1 และ สุวรรณ 2 ที่บ่มไว้ในอุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ระดับความชื้นต่าง ๆ กันคือ ร้อยละ 14.5 18 และ 26 ในเวลา 2 4 และ 8 วัน ตามลำดับ



ภาพที่ 3 เปรียบเทียบปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ในเมล็ดข้าวโพคพันธุ์สุวรรณ 1 และ สุวรรณ 2 ที่ม่วไ้ที่อุณหภูมิจ 35 องศาเซลเซียส ระคั้ความซึ้นต่าง ๆ กันคือ รอยละ 14.5 18 และ 26 ในเวลา 2 4 และ 8 วัน ตามล่ำคั้



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ในเมล็ดข้าวโพกพันธุ์สุวรรณ 1 และ สุวรรณ 2 ที่บ่มไว้ในอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ระดับความชื้นต่าง ๆ กันคือ ร้อยละ 14.5 18 และ 26 ในเวลา 2 4 และ 8 วัน ตามลำดับ

แปลงทางปฏิกิริยาเคมีในเมล็ดมากมาย ซึ่งสามารถลดปริมาณแอฟฟลาทอกซินที่เกิดขึ้น ทำให้เราพบแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ในข้าวโพคพันธุ์สุวรรณ 2 ในปริมาณที่น้อยกว่าพันธุ์สุวรรณ 1

เมื่อนำปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ในข้าวโพคพันธุ์สุวรรณ 1 และพันธุ์สุวรรณ 2 ที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ดังตารางที่ 23 และ 24 ตามลำดับ ได้ผลดังต่อไปนี้คือ

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากข้าวโพคพันธุ์สุวรรณ 1

ข้าวโพคพันธุ์สุวรรณ 1				
Source	df	SS	MS	F
Block	2	554396	277198	
Treatment	8	5905887	738235.87	
Moisture	2	5752227	2876113.50	45.97
Temperature	2	27792	13896	0.22
Moisture × Temperature	4	125929	31482.25	0.50
Error	16	1001006.40	62562.90	
Sample Experimental Unit	27	119873.74	4439.77	

1. อิทธิพลของความชื้นต่อปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ในข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1

จากตารางที่ 23 ค่า F-test ของความชื้น (Moisture) มีค่า = 45.97 ที่ df (degree of freedom) 2, 16 แต่ Critical value ของ F-test ที่ df 2, 16 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่า = 3.63 และที่ร้อยละ 99 มีค่า = 6.23 นั่นคือ ความชื้นมีผลต่อปริมาณแอฟฟลาทอกซินที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 หรือจะกล่าวว่ ปริมาณแอฟฟลาทอกซินที่เกิดขึ้นในข้าวโพดที่มีระดับความชื้นแตกต่างกัน ย่อมแตกต่างกันอย่างแท้จริง ส่วนที่แตกต่างกันมากน้อยเท่าไรนั้น คุ้ได้จาก การเปรียบเทียบค่า LSD กับผลต่างของ ปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่ระดับความชื้นต่างกันดังต่อไปนี้

ค่า LSD ของความชื้นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

$$\begin{aligned} &= t_{.025} \text{ df ของ error } \sqrt{\frac{2MS \text{ error}}{n}} \\ &= 2.47 \sqrt{\frac{2 \times 62562.90}{18}} \\ &= 206.19 \end{aligned}$$

ค่า LSD ของความชื้นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

$$\begin{aligned} &= t_{.05} \text{ df ของ error } \sqrt{\frac{2MS \text{ error}}{n}} \\ &= 0.69 \sqrt{\frac{2 \times 62562.90}{18}} \\ &= 57 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่ความชื้นร้อยละ 14.5 = 1350.27 ppb

ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่ความชื้นร้อยละ 18 = 1460.08 ppb

ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่ความชื้นร้อยละ 26 = 719.39 ppb

ผลต่างระหว่างปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่ความชื้นร้อยละ 14.5 และ 18

$$= 110.21 \text{ ppb}$$

ผลต่างระหว่างปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่ความชื้นร้อยละ 18 และ 26

$$= 740.69 \text{ ppb}$$

ผลต่างระหว่างปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่ความชื้นร้อยละ 14 และ 26

$$= 630.88 \text{ ppb}$$

เมื่อเปรียบเทียบผลต่างระหว่างปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 ที่ระดับความชื้นต่าง ๆ กัน กับค่า LSD ของความชื้นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และที่ร้อยละ 90 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 ที่ระดับความชื้นร้อยละ 14.5 และ 18 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 ที่ระดับความชื้นร้อยละ 18 และ 26 กับที่ระดับความชื้นร้อยละ 14 และ 26 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90 และ 95 จึงอาจสรุปได้ว่าปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 ที่เกิดขึ้นในระดับความชื้นร้อยละ 26 นั้นมีค่าต่ำสุด และที่ระดับร้อยละ 18 นั้นมีค่าสูงสุดซึ่งใกล้เคียงกันกับค่าที่ระดับร้อยละ 14.5 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

2. อิทธิพลของอุณหภูมิต่อปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 ในข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1

จากตารางที่ 23 ค่า F-test ของอุณหภูมิ (Temperature) มีค่า = 0.22 ที่ df 2, 16 แต่ Critical value ของ F-test ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 df 2, 16 มีค่า = 3.63 และที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 99 มีค่า = 6.23 นั่นคืออุณหภูมิที่ทำให้การทดลองคือ 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อปริมาณการเกิดแอฟฟลาทอกซินทั้งที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ 99 แสดงว่าช่วงอุณหภูมิของการเก็บรักษาข้าวโพดระหว่าง 30 ถึง 40 องศาเซลเซียส ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย

3. อิทธิพลของความชื้นและอุณหภูมิต่อปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 ในข้าวโพดพันธุ์สุวรรณ 1

จากตารางที่ 23 ค่า F-test ของความชื้น \times อุณหภูมิ (Moisture \times Temperature) มีค่า = 0.50 ที่ df 4, 16 แต่ Critical value ของ F-test ที่ df 4, 16 ที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่า = 3.01 และที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 99 มีค่า = 4.77 นั่นคือในการทดลองนี้ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิและความชื้นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ 99 ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 นั้นขึ้น

อยู่กับอิทธิพลของความชื้นอย่างเดียว

4. ความเที่ยงตรงของการทดลอง

จากตารางที่ 23 ค่า MS ของ error เท่ากับ 62562.90 แต่ค่า MS ของ sample/experimental unit เท่ากับ 4439.77 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า MS ของ error มาก นั่นคือ ความผิดพลาดจากการทดลองมีค่าน้อยกว่าความผิดพลาดเนื่องจากการสุ่มตัวอย่าง จึงสรุปได้ว่า การทดลองที่ 2 ชั้นนี้เพียงพอสำหรับการทดลองนี้

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลจากข้าวโพคพันธุ์สุวรรณ 2

ข้าวโพคพันธุ์สุวรรณ 2				
Source	df	SS	MS	F
Block	2	18670.65	9335.33	
Treatment	8	85903.57	10737.95	
Moisture	2	76550.58	38275.23	10.33
Temperature	2	92.93	46.46	0.012
Moisture x Temperature	4	9260.07	2315.02	0.62
Error	16	59290.77	3705.67	
Sample Experimental Unit	27	1329.56	49.24	

5. อิทธิพลของความชื้นต่อปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ในข้าวโพคพันธุ์สุวรรณ 2

จากตารางที่ 24 ค่า F-test ของความชื้นมีค่า = 10.33 ที่ df 2, 16 แต่ Critical value ของ F-test ที่ df 2, 16 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่า = 3.63 และที่ร้อยละ 99 มีค่า = 6.23 นั่นคือ ความชื้นมีผลต่อปริมาณแอฟฟลาทอกซินที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 หรือจะกล่าวได้ว่า ปริมาณแอฟฟลาทอกซินที่เกิดขึ้นในข้าวโพคที่มีระดับความชื้นแตกต่างกัน ย่อมแตกต่างกันอย่างแท้จริง ส่วนที่แตกต่างกันมากน้อยเท่าไรนั้น ได้จากการเปรียบเทียบค่า LSD กับผลต่างของปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B₁ ที่ระดับความชื้นต่างกัน ดังต่อไปนี้

ค่า LSD ของความชื้นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

$$\begin{aligned}
 &= t_{.025} \text{ df ของ error } \sqrt{\frac{2\text{MS error}}{n}} \\
 &= 2.47 \sqrt{\frac{2 \times 3705.67}{18}} \\
 &= 50.18
 \end{aligned}$$

ค่า LSD ของความชื้นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 90

$$\begin{aligned}
 &= t_{.05} \text{ df ของ error } \sqrt{\frac{2\text{MS error}}{n}} \\
 &= 0.69 \sqrt{\frac{2 \times 3705.67}{18}} \\
 &= 14.00
 \end{aligned}$$

ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B₁ ที่ความชื้นร้อยละ 14.5 = 73.42 ppb

ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B₁ ที่ความชื้นร้อยละ 18 = 137.76 ppb

ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B₁ ที่ความชื้นร้อยละ 26 = 48.36 ppb

ผลต่างระหว่างปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B₁ ที่ความชื้นร้อยละ 14.5 และ 18
= 64.34 ppb

ผลต่างระหว่างปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B₁ ที่ความชื้นร้อยละ 18 และ 26
= 89.40 ppb

ผลต่างระหว่างปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่ความชื้นร้อยละ 14.5 และ 26
= 25.06 ppb

เมื่อเปรียบเทียบผลต่างระหว่างปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 ที่ระดับความชื้นต่าง ๆ กันกับค่า LSD ของความชื้นที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 และที่ร้อยละ 90 พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่ระดับความชื้นร้อยละ 14.5 และ 26 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความชื้นร้อยละ 90 ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่ระดับความชื้นร้อยละ 14.5 และ 18 กับที่ระดับความชื้นร้อยละ 18 และ 26 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งที่ระดับความชื้นร้อยละ 90 และ 95 จึงอาจสรุปได้ว่า ปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 ที่เกิดขึ้นในระดับความชื้นร้อยละ 26 นั้น มีค่าต่ำสุด และที่ระดับร้อยละ 18 นั้นมีค่าสูงที่สุดซึ่งใกล้เคียงกันกับค่าที่ระดับร้อยละ 14.5 แต่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความชื้นร้อยละ 95

6. อิทธิพลของอุณหภูมิต่อปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 ในข้าวโพคัพพันธุ์สุวรรณ 2

จากตารางที่ 24 ค่า F-test ของอุณหภูมิมีค่า = 0.012 ที่ df 2, 16 แต่ Critical value ของ F-test ที่ความชื้นร้อยละ 95 df 2, 16 มีค่า = 3.63 และที่ความชื้นร้อยละ 99 มีค่า = 6.23 นั่นคือ อุณหภูมิที่ทำการทดลองคือ 30 35 และ 40 องศาเซลเซียส ไม่มีผลต่อปริมาณการเกิดแอฟฟลาทอกซิน ทั้งที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 และ 99 แสดงว่า ช่วงอุณหภูมิของการเก็บรักษาข้าวโพคัพระหว่าง 30 ถึง 40 องศาเซลเซียส ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอฟฟลาทอกซิน B_1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเลย

7. อิทธิพลของความชื้นและอุณหภูมิต่อปริมาณแอฟฟลาทอกซินชนิด B_1 ในข้าวโพคัพพันธุ์สุวรรณ 2

จากตารางที่ 24 ค่า F-test ของความชื้น \times อุณหภูมิ มีค่า = 0.62 ที่ df 4, 16 แต่ Critical value ของ F-test ที่ df 4, 16 ที่ความชื้นร้อยละ

95 มีค่า = 3.01 และที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 99 มีค่า = 4.77 นั่นคือ ในการทดลองนี้ ไม่มีความสัมพันธ์กันระหว่างอุณหภูมิและความชื้นที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และ 99 ทำให้เชื่อมั่นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอฟลาทอกซิน B_1 นั้นขึ้นอยู่กับอิทธิพลของความชื้นอย่างเดียว

8. ความเที่ยงตรงของการทดลอง

จากตารางที่ 24 ค่า MS ของ error เท่ากับ 3705.67 แต่ค่า MS ของ sample/experimental unit เท่ากับ 49.24 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า MS ของ error มาก นั่นคือ ความผิดพลาดจากการทดลองมีค่ามากกว่าความผิดพลาดเนื่องจากการสุ่มตัวอย่าง จึงสรุปได้ว่า การทดลอง 2 ชั้นนั้นเพียงพอสำหรับการทดลองนี้

สรุปผลว่า ทั้งในข้าวโพคพันธ์สุวรรณ 1 และพันธ์สุวรรณ 2 ที่ความชื้นร้อยละ 18 จะมีปริมาณแอฟลาทอกซินชนิด B_1 สูงสุด แสดงว่าเชื้อรา A. flavus เจริญและผลิตแอฟลาทอกซินได้สูงสุด ซึ่งผลของการทดลองนี้สนับสนุนรายงานของ Buangsuwan (12) ที่ว่าเชื้อรา A. flavus สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารที่มีความชื้นร้อยละ 10 ถึง 17 ส่วนที่ระดับความชื้นร้อยละ 26 ทั้งในข้าวโพคพันธ์สุวรรณ 1 และพันธ์สุวรรณ 2 จะมีปริมาณแอฟลาทอกซินชนิด B_1 ต่ำสุด เนื่องจากเป็นความชื้นที่ไม่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อรา