Agricultural Sci. J. 44 : 3 (Suppl.) : 277-280 (2013) ว. วิทย. กษ. 44 : 3 (พิเศษ) : 277-280 (2556)

การใช้วิธีทางเคมีเพื่อลดการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินB_1ในพริกแห้ง

Decontamination of Aflatoxin B_1 in Dried Red Chili by Chemical Treatment

พัชรี คุณจันทร์สมบัติ[1] วราภา มหากาญจนกุล[1] และ กนิฐพร วังใน[1]

Patcharee Kunchansombat[1], Warapa Mahakarnchanakul[1] and Kanithaporn Vangnai[1]

Abstract

Dried red chili, an important agricultural product of Thailand, has been reported to be a main source of aflatoxin contamination due to unsuitable post-harvest and storage methods. Among the aflatoxins of natural origin, aflatoxin B1 (AFB1) is the most toxic and has been classified as “carcinogenic to humans”. In our study, AFB1 artificially contaminated dried red chili at 50 ppb was treated with various chemicals including 2% acidic compounds (citric acid and acetic acid), 2% alkaline compounds (sodium bicarbonate and calcium hydroxide), and 0.5% oxidizing agents (sodium hydrosulfite and sodium hypochlorite). All of the applied chemicals showed a significant reduction on AFB1 in dried red chili by 40-70%. Maximal reductions of AFB1 were achieved when dried red chili was treated with both alkaline compounds while physical and chemical properties (appearance, color, total phenolic acid, and capsaicin content) of dried red chili were unaffected during these treatments. Decontamination of AFB1 in dried red chili by using an effective chemical method would benefit consumers as well as the industry to provide the safer food products.

Keywords: dried red chili, aflatoxin B_1, chemical treatment

บทคัดย่อ

พริกแห้งเป็นผลิตผลทางการเกษตรที่สำคัญของประเทศไทย พริกแห้งมักมีการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินจากการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม ในบรรดาอะฟลาทอกซินที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ อะฟลาทอกซิน-บี1 มีความเป็นพิษและเป็นสารก่อมะเร็งที่ร้ายแรงมากที่สุด ดังนั้นการศึกษาการลดปริมาณอะฟลาทอกซินบี1 ในพริกแห้งจึงมีความสำคัญมาก ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้วิธีทางเคมีในการลดสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 ในพริกแห้ง โดยใช้พริกแห้งที่ผ่านการสร้างการปนเปื้อนให้มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 เท่ากับ 50 พีพีบี จากนั้นแช่พริกที่ปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 ในสารเคมีต่างๆ ประกอบด้วย สารละลายกรด ความเข้มข้นร้อยละ 2 (กรดซิตริกและกรดแอซีติก) สารละลายด่าง ความเข้มข้นร้อยละ 2 (โซเดียมไบคาร์บอเนตและแคลเซียมไฮดรอกไซด์) และสารออกซิไดส์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 (โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์และโซเดียมไฮโพคลอไรต์) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าสารเคมีทุกชนิดที่ใช้ทดลองสามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินบี1 ได้ถึงร้อยละ 40-70 โดยสารละลายด่างทั้ง 2 ชนิด คือ โซเดียมไบคาร์บอเนตและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ให้ประสิทธิภาพสูงที่สุดในการลดสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 โดยไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของพริกแห้ง ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ สี สารประกอบฟีนอลทั้งหมด และปริมาณแคปไซซิน ดังนั้นการลดการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 ในพริกแห้งด้วยวิธีทางเคมีนี้ถือว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรมเพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับอาหาร

คำสำคัญ: พริกแห้ง, อะฟลาทอกซินบี1, วิธีทางเคมี

คำนำ

พริกเป็นวัตถุดิบที่สำคัญและได้รับความนิยมนำมาใช้ในการปรุงอาหารไทยชนิดต่างๆ โดยเฉพาะอาหารคาว เนื่องจากพริกมีลักษณะเด่นคือให้รสชาติเผ็ดร้อน มีกลิ่นหอมและสีสันที่สวยงาม โดยผลิตภัณฑ์จากพริกมีหลากหลายชนิดด้วยกัน เช่น พริกแกงที่ใช้เป็นเครื่องแกงในการปรุงอาหารและน้ำพริกชนิดต่างๆ ที่สามารถบริโภคได้เลย เป็นต้น วัตถุดิบหลักของผลิตภัณฑ์จากพริกส่วนใหญ่โดยเฉพาะพริกแกงนั้นมักเป็นพริกแห้ง เนื่องจากสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสียง่ายและมีกลิ่นรสเฉพาะ

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขนกรุงเทพฯ 10900

[1]Department of Food science and Technology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok 10900

อย่างไรก็ตามมักพบปัญหาการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินในพริกแห้งซึ่งก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยเฉพาะสารพิษอะฟลาทอกซิน B1 ที่มีความเป็นพิษรุนแรงมากที่สุด (Coppock *et al.,* 2012) ผลการสำรวจตัวอย่างพริกแห้งทั้งเมล็ดในระหว่างปี พ.ศ. 2537 ถึง พ.ศ. 2544 พบว่า ร้อยละ 11 ของกลุ่มตัวอย่างมีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินอยู่ระหว่าง 12.26-61.28 พีพีบี ซึ่งเกินกว่าระดับมาตรฐานกำหนด (ดวงจันทร์ และ วนิดา, 2545) กระทรวงสาธารณะสุขของไทยได้กำหนดมาตรฐานระดับการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินในอาหารไว้ไม่เกิน 20 พีพีบี (กระทรวงสาธารณะสุข, 2529) แต่ในหลักการของ ALARA (As Low As Reasonably Achievable) ซึ่งกล่าวว่า ควรให้มีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินในระดับต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เนื่องจากอะฟลาทอกซินเป็นสารก่อมะเร็งโดยทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสารพันธุกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพิ่มความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งตับ และมีผลต่อทารกในครรภ์ (Coppock *et al.,* 2012)

ดังนั้นการศึกษาวิธีการลดการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินในพริกแห้งจึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภคพริกแห้ง และผลิตภัณฑ์ต่างๆ จากพริกแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ผลของการใช้สารเคมีต่อคุณภาพของพริกแห้ง

นำพริกแห้ง (เอาเมล็ดออก) แช่ในสารละลายสารเคมีที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และร้อยละ 2 สารเคมีที่ใช้ศึกษาประกอบด้วยสารเคมีประเภท กรด (citric acid และ acetic acid) ด่าง (sodium bicarbonate และ calcium hydroxide) และสารออกซิไดส์ (sodium hydrosulfite และ sodium hypochlorite) ตัวอย่างควบคุมคือ พริกแห้งที่แช่ในน้ำกลั่น โดยแช่เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นล้างด้วยน้ำสะอาดจนมีค่าพีเอช 6.5-7.5 นำพริกแต่ละตัวอย่างมาบดให้ละเอียด แล้วนำมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของพริก ซึ่งประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ (สังเกตด้วยตาเปล่าและดมกลิ่น) ค่าสารสกัดสีแดง วิเคราะห์โดยวิธี American Spices and Trade Association (ASTA) (AOAC International, 2002) ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด วิเคราะห์โดยวิธี Folin-Ciocalteu (Inchuen *et al.,* 2010) และปริมาณแคปไซซิน วิเคราะห์โดยวิธี High Performance Liquid Chromatography (HPLC) (Choi *et al.,* 2006)

2. ผลของการใช้สารเคมีต่อการลดอะฟลาทอกซินบี1 ในพริกแห้ง

นำพริกแห้ง (ไม่มีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินบี1) ตัดเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 3 ตารางเซนติเมตร จากนั้นสร้างการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินเทียมให้มีความเข้มข้น 50 พีพีบี โดยหยดสารละลายมาตรฐานอะฟลาทอกซินบี1 ลงบนแผ่นพริก แล้วผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นนำพริกแห้งที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซินบี1 50 พีพีบี แช่ในสารละลายสารเคมีที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และร้อยละ 2 สารเคมีที่ใช้ศึกษาประกอบด้วยสารเคมีประเภท กรด (กรดซิตริกและกรดแอซีติก) ด่าง (โซเดียมไบคาร์บอเนตและแคลเซียมไฮดรอกไซด์) และสารออกซิไดส์ (ไฮโดรซัลไฟต์และโซเดียมไฮโพคลอไรต์) ตัวอย่างควบคุมคือตัวอย่างที่แช่ในน้ำกลั่น โดยแช่เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำสะอาดจนมีค่าพีเอช 6.5-7.5 นำพริกแต่ละตัวอย่างมาบดให้ละเอียด แล้ววิเคราะห์ปริมาณอะฟลาทอกซินบี1 ด้วยวิธี Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) (Romer Labs Singapore Pte Ltd., 2009)

วิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยเทคนิค ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Dancan's Multiple Range Test

ผล

1. ผลของการใช้สารเคมีต่อคุณภาพของพริกแห้ง

ภายหลังจากแช่พริกแห้งในสารเคมี ซึ่งประกอบด้วยสารเคมีประเภท กรด (กรดซิตริกและกรดแอซีติก) ด่าง (โซเดียมไบคาร์บอเนตและแคลเซียมไฮดรอกไซด์) และสารออกซิไดส์ (ไฮโดรซัลไฟต์และโซเดียมไฮโพคลอไรต์) ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และร้อยละ 2 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่า สารละลายกรดซิตริก กรดแอซีติก และโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีผลทำให้ค่าสารสกัดสีแดง (ASTA) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ($p<0.05$) (Table 1) ส่วนผลของสารเคมีต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดพบว่า สารละลายกรดซิตริก กรดแอซีติก และแคลซียมไฮดรอกไซด์ทั้งสองความเข้มข้น และโซเดียมไฮโพคลอไรต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลในพริกแห้งลดลง

อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม ($p<0.05$) (Table 1) และพบว่าสารละลายเคมีทุกชนิดที่ใช้ในการทดลองไม่มีผลต่อปริมาณแคปไซซิน (capsaicin) ซึ่งเป็นสารให้ความเผ็ดในพริกแห้ง (Table 1)

Table 1 Changes of chili color, capsaicin content and total phenolic content after dried red chili treated with citric acid, acetic acid, sodium bicarbonate, calcium hydroxide, sodium hydrosulfite and sodium hypochlorite at 0.5% and 2% concentrations.

Treatment	ASTA	Total phenolic content (mg/g)	Capsaicin content (μg/g)^{ns}
Control	14451.2±753.0^{bc}	6.7±0.5^{b}	74.3±29.5
0.5% Citric acid	13128.2±521.4^{cde}	5.5±0.6^{cd}	113.8±17.7
0.5% Acetic acid	15089.8±717.6^{ab}	5.1±0.6^{d}	67.4±25.0
0.5% Sodium bicarbonate	12056.9±67.2^{e}	6.3±0.7^{bc}	46.7±20.0
0.5% Calcium hydroxide	14858.4±1488.2^{b}	5.5±0.5^{cd}	100.5±32.1
0.5% Sodium hydrosulfite	14189.4±361.0^{bcd}	6.9±0.4^{b}	110.8±86.0
0.5% Sodium hypochlorite	12847.5±840.6^{de}	6.0±0.9^{bcd}	51.0±16.3
2% Citric acid	12100.2±161.5^{e}	5.0±0.6^{d}	72.0±57.1
2% Acetic acid	12704.7±527.2^{de}	5.0±0.7^{d}	67.4±36.0
2% Sodium bicarbonate	14065.8±428.7^{bcd}	6.2±0.9^{bc}	54.7±18.1
2% Calcium hydroxide	16431.6±1302.3^{a}	5.0±0.7^{d}	76.9±21.6
2% Sodium hydrosulfite	12433.3±239.2^{e}	11.1±0.9^{a}	70.2±12.6
2% Sodium hypochlorite	15052.3±1366.6^{ab}	5.3±0.4^{cd}	49.9±29.7

Notes: ^{a,b,c,d,e} Significant ($p < 0.05$) differences in the same column.

^{ns} Not significant in the same column.

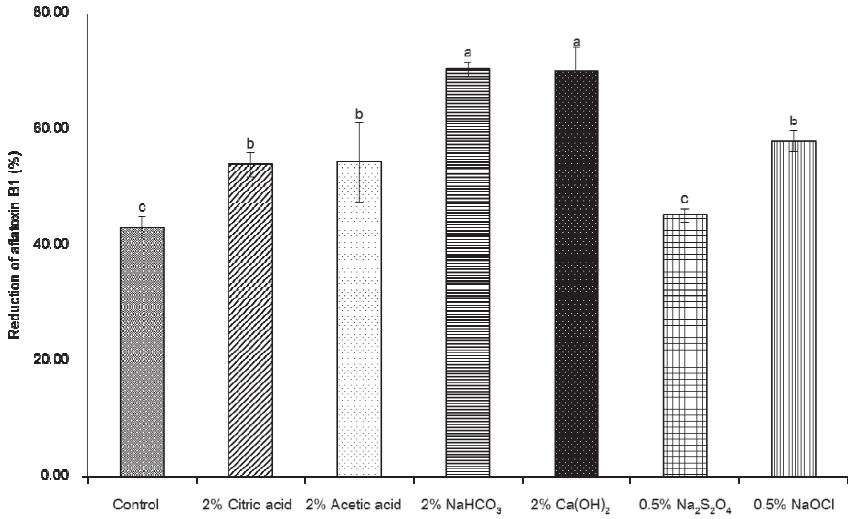

Figure 1 The reduction of aflatoxin B1 in dried red chili after being treated with different chemicals (citric acid, acetic acid, sodium bicarbonate ($NaHCO_3$), calcium hydroxide ($Ca(OH)_2$), sodium hydrosulfite ($Na_2S_2O_4$) and sodium hypochlorite (NaOCl)).

2. ผลของการใช้สารเคมีต่อการลดอะฟลาทอกซินบี1 ในพริกแห้ง

ภายหลังการแช่พริกแห้งที่ปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 50 พีพีบี ในสารเคมีต่างๆ ประกอบด้วย สารละลายกรดที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 (กรดซิตริกและกรดแอซีติก) สารละลายด่างที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 (โซเดียมไบคาร์บอเนตและแคลเซียมไฮดรอกไซด์) และสารออกซิไดส์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 (โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์และโซเดียมไฮโพคลอไรต์) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ผลการทดลองพบว่าสารเคมีทุกชนิดที่ใช้ทดลองสามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินบี1 ได้ถึงร้อยละ 40-70 (Figure 1) โดยสารละลายด่างทั้ง 2 ชนิด คือ โซเดียมไบคาร์บอเนตและแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ให้ประสิทธิภาพสูงที่สุดในการลดสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 คือสามารถลดสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 ได้สูงถึงร้อยละ 70.52 และร้อยละ 70.11 ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

การทดสอบผลของสารเคมีต่อคุณภาพทางด้านกายภาพและเคมีของพริก เมื่อพิจารณาด้านสีของพริก (สีแดง) พบว่าสารละลายกรดซิตริก กรดแอซีติก และโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีผลทำให้ค่าสารสกัดสีแดง (ASTA) มีค่าลดลง เนื่องจากกรดมีผลทำให้แคโรทีนอยด์ (carotenoids) ซึ่งเป็นสารที่ให้สีแดงในพริกถูกเปลี่ยนโครงจาก *trans* เป็น *cis* สีแดงจึงจางลง และโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์เป็นสารออกซิไดส์ ดังนั้นจึงทำให้เกิดการสูญเสียแคโรทีนอยด์เนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (นิธิยา, 2549) ส่งผลให้ความเข้มของสีแดงในพริกแห้งลดลงเช่นกัน ส่วนผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดนั้นพบว่า สารละลายกรดซิตริก กรดแอซีติก และแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 และร้อยละ 2 และโซเดียมไฮโพคลอไรต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดลดลง เป็นผลมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Friedman and Jurgens, 2000) อย่างไรก็ตามการแช่พริกแห้งในสารละลายโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ที่ความเข้มข้นร้อยละ 2 มีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมดเพิ่มขึ้นมาก ซึ่งผู้วิจัยคาดว่าเป็นผลจากสารโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์รบกวนการทดลองทำให้ค่าที่วิเคราะห์ได้สูงกว่าปกติ ส่วนผลต่อปริมาณแคปไซซินพบว่าสารเคมีที่ใช้ไม่มีผลต่อปริมาณแคปไซซิน อีกทั้งยังพบว่ามีกลิ่นของสารเคมีติดอยู่ที่พริกหลังจากกระบวนการแช่ด้วยสาร ละลายไฮโดรซัลไฟต์และโซเดียมไฮโพคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 2 ซึ่งไม่เหมาะสมที่จะนำไปบริโภคได้ ผลการวิเคราะห์ปริมาณอะฟลาทอกซินพบว่าสารเคมีทุกชนิดที่ใช้มีผลช่วยลดปริมาณอะฟลาทอกซินบี1 ได้สูงถึงร้อยละ 40-70 โดยสารละลายด่างมีประสิทธิภาพดีที่สุดเนื่องจากด่างไปทำให้วงแหวนแลคโตนในโครงสร้างของอะฟลาทอกซินบี1 เปิดออกช่วยให้ละลายในน้ำได้ดีขึ้น (Jalili et al., 2011) ดังนั้นจึงล้างหรือกำจัดอะฟลาทอกซินบี1 ออกได้โดยง่าย เช่นเดียวกันกับแช่เมล็ดพริกไทยดำใช้สารละลายกรดซิตริก กรดแอซีติก โซเดียมไบคาร์บอเนต แคลเซียมไฮดรอกไซด์ โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ และโซเดียมไฮโพคลอไรต์ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สามารถลดปริมาณอะฟลาทอกซินบี1 ได้ร้อยละ 29.0, 24.7, 39.5, 46.8, 35.8 และ 44.7 ตามลำดับ (Jalili et al., 2011)

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนบางส่วนจากศูนย์วิทยาการขั้นสูงเพื่อเกษตรและอาหารมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ภายใต้โครงการส่งเสริมการวิจัยในอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยวิจัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณะสุข. 2529. มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. ประกาศกระทรวงสาธารณะสุข. ฉบับที่ 98.

ดวงจันทร์ สุขประเสริฐ และ วนิดา ยุรญาติ. 2545. สารพิษอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในเครื่องเทศ. วารสารสุขาภิบาลอาหาร 4: 33-37.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. เคมีอาหาร. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 433-434.

AOAC International. 2002. 43.1.02 Color extractable in spices. In W. Horwitz, ed. AOAC methods 971.26, Vol. 2. Maryland.

Choi, S.H., B.S. Suh, E. Kozukue, N. Kozukue, C.E. Levin and M. Friedman. 2006. Analysis of the contents of pungency compounds in fresh Korean red peppers and in pepper-containing foods. J. Agr. Food Chem. 54: 9024-9031.

Coppock, R.W., R.G. Christian and B.J. Jacobsen. 2012. Aflatoxins. Veterinary Toxicology, Gupta RC (ed.). Elsevier, New York.

Friedman, M. and H.S. Jurgens. 2000. Effect of pH on the stability of plant phenolic compounds. J. Agric. Food Chem. 48: 2101–2110.

Inchuen, S., W. Narkrugsa and P. Pornchaloempong. 2010. Effect of drying methods on Chemical composition, color and antioxidant properties of Thai red curry paste. Kasetsart J. (Nat. Sci.). 44: 142-151.

Jalili, M., S. Jinap and R. Son. 2011. The effect of chemical treatment on reduction of aflatoxins and ochratoxin A in black and white pepper during washing. Food Addit. Contam. Part A Chem. Anal. Control Expo Risk Assess. 28: 485-493.

Romer Labs Singapor Pte.Ltd. 2009. AgraQuant Aflatoxin B1 Assay (2-50ppb). Singapore.