Journal of Agr. Research & Extension 30(1): 25-32

346145

ความเป็นพิษของไกลโฟเซตที่ตกค้างในดินและซากพืชต่อการเจริญระยะต้นกล้าของแตงกวา

Toxicity of Glyphosate Contamination in Soil and Plant Residues on Cucumber Seedling Growth

วราภรณ์ ฉุยฉาย[1*] นันทพร ธรรมทูล[1] และขนิษฐา สมตระกูล[2]

Waraporn Chouychai[1*], Nanthaporn Thummatoon[1], and Khanitta Somtrakoon[2]

[1]สาขาวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ นครสวรรค์ 60000

[2]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม มหาสารคาม 44150

[1]Major of Biology and Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Naknon Sawan Rajabhat University Naknon Sawan, Thailand 60000

[2]Department of Biology, Faculty of Science, Mahasarakham University, Mahasarakham, Thailand 44150

*Corresponding author: chouychai@yahoo.com

Abstract

The toxicity of glyphosate contaminated in soil and plant residues were compared. Two set of *Brachiaria mutica* were prepared, one was sprayed with 8 ml/l glyphosate solution and another was not sprayed. Both set of *B. mutica* were cut sprayed with water and kept in dark for 7 days and then mixed with soil as 1:1 ratio. Cucumber seeds were sown in those soil compared with 8 ml/kg glyphosate contaminated and non-contaminated soil. The result showed that soil mixed with glyphosate contaminated plant was toxic to cucumber seedling growth both of waiting time as 0 and 60 days. However, their toxicity was less than glyphosate contaminated soil. The effect of herbicide contaminated in plant should be concerned for the toxicity to crop in next year.

Keywords: glyphosate, phytotoxicity, cucumber, *Brachiaria mutica*

บทคัดย่อ

ศึกษาเปรียบเทียบความเป็นพิษของไกลโฟเซตที่ตกค้างในซากพืชกับในดินต่อการเจริญระยะต้นกล้าของแตงกวา โดยเตรียมหญ้าขนสองชุด ชุดที่ 1 ฉีดพ่นด้วยไกลโฟเซต 8 มล./ล. และชุดที่ 2 ไม่ฉีดพ่น นำต้นหญ้าทั้งสองชุดมาสับเป็นชิ้นเล็กๆ พรมน้ำและทิ้งไว้ในที่มืด 7 วัน จึงนำไปผสมในดินอัตราส่วน 1:1 จากนั้นนำเมล็ดแตงกวามาเพาะ เปรียบเทียบกับดินที่ไม่มีและมีไกลโฟเซต 8 มล./กก. พบว่า ดินที่ผสมหญ้าซึ่งผ่านการฉีดพ่นด้วยไกลโฟเซต แสดงความเป็นพิษต่อการเจริญระยะต้นกล้าของแตงกวาทั้งที่ระยะเวลา 0 และ 60 วันหลังการผสมไกลโฟเซต แต่เป็นพิษน้อยกว่าดินที่ผสมไกลโฟเซตโดยตรง ดังนั้น ผลกระทบของสารกำจัดวัชพืชที่ตกค้างในเศษซากพืชจึงเป็นสิ่งที่ควรคำนึงถึงสำหรับพืชปลูกในฤดูถัดไป

คำสำคัญ: ไกลโฟเซต ความเป็นพิษต่อพืช แตงกวา หญ้าขน

คำนำ

ไกลโฟเซตมีชื่อทางเคมีว่า N-(phosphonomethyl) glycine และมีชื่อทางการค้าซึ่งเป็นที่รู้จักกันดีว่า ราวด์อัพ ไกลโฟเซตเป็นสารเคมีกำจัดวัชพืชประเภทใช้หลังงอก (post-emegence) ไม่เลือกทำลาย และมีฤทธิ์แบบดูดซึม สามารถเคลื่อนย้ายในวัชพืชโดยจะเคลื่อนย้ายไปทำลายส่วนต่างๆ ของวัชพืชได้ นิยมใช้สารไกลโฟเซตกับวัชพืชประเภทข้ามปีที่มีราก เหง้า หัว และไหล โดยเฉพาะการกำจัดหญ้าคาในสวนปาล์มน้ำมัน ยางพารา และไม้ผล (พรชัย, 2540) กลไกในการทำลายวัชพืชของไกลโฟเซต คือ จะขัดขวางการสังเคราะห์กรดอะมิโน ทำให้พืชไม่สามารถสังเคราะห์โปรตีนและผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่มีกรดอะมิโนเป็นองค์ประกอบได้ นอกจากนี้ไกลโฟเซตยังมีฤทธิ์ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ 5-enolpyruvyl shikimate-3-phosphate synthase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่อยู่ในวิถีกรดชิคิมิก (shikimic acid) ที่พบในพืชชั้นสูง แบคทีเรีย สาหร่าย และเชื้อรา เป็นต้น การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ส่งผลให้ปริมาณกรดชิคิมิกเพิ่มขึ้น ซึ่งปริมาณของกรดชิคิมิกที่เพิ่มขึ้นนี้จะมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารตัวกลางที่ได้จากกระบวนการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ที่ลดลง (Su *et al.*,2009) ไกลโฟเซตเป็นเกลือของ isopropanylamine มีความสามารถในการละลายน้ำได้ดีมาก และเมื่อตกลงสู่ดินจะสามารถจับกับดินได้แน่นมาก ทำให้มีความคงทนในดินได้นานถึง 170 วัน จากค่าครึ่งชีวิตตามปกติเพียง 45-60 วัน (Peruzzo *et al.*, 2008)

จากการศึกษาระดับการปนเปื้อนของสารไกลโฟเซตในต่างประเทศ เช่น ประเทศฝรั่งเศส พบว่า มีการปนเปื้อนของไกลโฟเซตในระดับความเข้มข้น 0.5-33.3 มก./กก. ในกากตะกอนจากโรงงานบำบัดน้ำเสียที่รับน้ำมาจากเขตนอกเมือง (Ghanem *et al.*, 2007) นอกจากนี้ในสหรัฐอเมริกาได้สำรวจระดับของสารกำจัดวัชพืชในเขตชานเมืองของหลายมลรัฐ พบว่า มีไกลโฟเซตและผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยสลายไกลโฟเซต คือ aminomethyl phosphoric acid ในลำธารและระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานบำบัดน้ำเสียที่อยู่ในเขตนอกเมือง ในระดับความเข้มข้น 2.2 และ 3.9 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ (Kolpin *et al.*, 2006) นอกจากนี้ในประเทศอาร์เจนตินาได้มีการสำรวจการปนเปื้อนของไกลโฟเซตในแหล่งน้ำ ดิน และดินตะกอนในบริเวณพื้นที่ไร่ถั่วเหลือง พบว่า แหล่งน้ำและดินบริเวณที่มีการทำเกษตรกรรมมีไกลโฟเซตปนเปื้อนอยู่ที่ 0.10-0.70 มก./ล. และ 0.5-5.0 มก./กก. ตามลำดับ (Peruzzo *et al.*, 2008) จะเห็นว่าบริเวณที่มีการตรวจพบสารไกลโฟเซตมักเป็นบริเวณที่มีการทำเกษตรกรรม

นอกจากการตกค้างในดินและในน้ำแล้ว เศษซากพืชที่ตายเนื่องจากการสัมผัสไกลโฟเซตและทับถมลงในดินจัดเป็นอีกแหล่งหนึ่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนไกลโฟเซตในสิ่งแวดล้อม และยังส่งผลต่อพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในฤดูการเพาะปลูกต่อมาด้วย Tesfamariam *et al.* (2009) เปรียบเทียบความเป็นพิษของไกลโฟเซตที่ฉีดพ่นลงบนดินโดยตรงกับการฉีดพ่นลงบนดินที่ปลูกหญ้าไรน์ และปล่อยให้หญ้าไรน์ที่ตายแล้วผสมอยู่ในดิน พบว่า เมื่อปลูกต้นทานตะวันลงในดินดังกล่าว ต้นกล้าทานตะวันที่งอกในดินที่มีซากหญ้าไรน์ที่ผ่านการฉีดพ่นไกลโฟเสต จะเจริญเติบโตได้น้อยกว่าต้นกล้าทานตะวันที่ปลูกลงในดินที่ฉีดพ่นไกลโฟเซตลงไปโดยตรง และมีการสะสมกรดชิคิมิกในเนื้อเยื่อสูงกว่าด้วย ซึ่งแสดงว่าไกลโฟเซตที่สะสมในเศษซากพืชมีความเป็นพิษสูงกว่าไกลโฟเซตที่สะสมในดิน

ในประเทศไทยยังคงมีการใช้ไกลโฟเซตในการเกษตรกันทั่วไป และในขณะเดียวกันได้มีความนิยมในการทำปุ๋ยหมักจากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมากขึ้น จึงเป็นที่น่าสนใจว่าหากนำเศษซากพืชที่ปนเปื้อนไกลโฟเซตมาทำปุ๋ยหมัก จะยังมีความเป็นพิษตกค้างหรือไม่ และจะตกค้างอยู่นานเพียงใด ในการทดลองนี้ จึงเปรียบเทียบความเป็นพิษของไกลโฟเซตที่ตกค้างในดินเปรียบเทียบกับที่ตกค้างในหญ้าขน

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยแม่โจ้

(*Brachiaria mutica*) ต่อการเจริญระยะต้นกล้าของแตงกวา (*Cucumis sativus*) ที่ระยะเวลาต่างกัน เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเผยแพร่และรณรงค์ เพื่อลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรแก่เกษตรกรต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมหญ้าขนที่ปนเปื้อนไกลโฟเซต

เก็บต้นหญ้าขนจากอำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร มาปลูกในเรือนเพาะชำ แบ่งหญ้าเป็นสองกลุ่ม โดยปลูกในถังน้ำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 40 ซม. กลุ่มที่ 1 ไม่ฉีดพ่นไกลโฟเซต กลุ่มที่ 2 เตรียมสารละลายไกลโฟเซต (ไกลโฟเซต 48 มีสารออกฤทธิ์ 36% w/v; บริษัทพาโตเคมีอุตสาหกรรม จำกัด กรุงเทพฯ) ความเข้มข้น 8 มล./ล. โดยประมาณจากความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้ที่ฉลาก ฉีดพ่นให้ทั่วต้นหญ้าขนโดยฉีดพ่นที่ใบจนใบหญ้าชุ่ม ทุก 3 วัน จำนวนสองครั้งๆ ละ 500 มล. เพื่อให้แน่ใจว่าต้นหญ้าขนได้รับไกลโฟเซตและสะสมในเนื้อเยื่อ เมื่อต้นหญ้าขนที่ได้รับไกลโฟเซตเริ่มเปลี่ยนเป็นสีเหลือง นำต้นหญ้าทั้งสองกลุ่มมาสับเป็นชิ้นเล็กๆ พรมน้ำให้ชุ่ม และเก็บไว้ที่มืด 7 วัน แบ่งต้นหญ้าส่วนหนึ่งมาทดสอบความเป็นพิษ ส่วนที่เหลือเก็บในที่มืดต่ออีก 60 วัน จึงนำมาทดสอบความเป็นพิษอีกครั้ง

การทดสอบความเป็นพิษ

การทดลองนี้ใช้การวางแผนแบบแฟคทอเรียล 2 ตัวแปร 4x2 โดยตัวแปรที่ 1 คือ รูปแบบการปนเปื้อนไกลโฟเซต มี 4 ระดับ คือ 1) ดินชุดควบคุมที่ไม่ผสมสารใดๆ 2) ดินที่ผสมเศษหญ้าขนที่ไม่ได้ฉีดด้วยไกลโฟเซตในอัตราส่วนดินต่อหญ้าเป็น 1:1 3) ดินที่ผสมไกลโฟเซตลงในดินโดยตรง ความเข้มข้น 8 มล./กก. และ 4) ดินที่ผสมเศษหญ้าขนที่ฉีดด้วยไกลโฟเซตในอัตราส่วนดินต่อหญ้า เท่ากับ 1:1 ตัวแปรตัวที่ 2 คือ ระยะเวลามี 2 ระดับ คือ วันที่ 0 และวันที่ 60 โดยวันที่ 0 คือ นำต้นหญ้าที่เตรียมไว้มาผสมกับดินแล้วเพาะเมล็ดแตงกวาทันที ส่วนดินที่ผสมไกลโฟเซตจะผสมไกลโฟเซตลงในดินแล้วเพาะเมล็ดแตงกวาทันทีเช่นกัน ส่วนวันที่ 60 คือ ใช้ต้นหญ้าที่เก็บไว้ในที่มืดต่ออีก 60 วันมาผสมกับดิน ส่วนดินผสมไกลโฟเซตจะผสมไกลโฟเซตลงในดินแล้วเก็บในที่มืด 60 วัน แล้วจึงเพาะเมล็ดแตงกวา

การทดสอบความเป็นพิษต่อพืชระยะต้นกล้าดัดแปลงมาจาก Chouychai *et al.* (2007) โดยนำดินชุดชัยบาดาลที่ได้รับความอนุเคราะห์จากกรมพัฒนาที่ดิน เขตพื้นที่จังหวัดนครสวรรค์ มาผสมกับไกลโฟเซตหรือเศษหญ้าตามที่กำหนด นำเมล็ดพันธุ์แตงกวา (บริษัทศรแดง) แช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง แล้วจึงเพาะลงในดินแต่ละชุดๆ ละ 3 ซ้ำๆ 10 เมล็ด รดน้ำทุกวัน เมื่อต้นกล้าอายุครบ 10 วัน นับจำนวนเมล็ดที่งอก และเก็บผลความยาวยอด ความยาวราก น้ำหนักสดของยอดและราก น้ำหนักแห้งของยอดและราก และปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดตามวิธีของ Huang *et al.* (2004)

ผลการทดลอง

ความเป็นพิษต่อการเจริญของยอด

ในวันที่ 0 การมีอยู่ของไกลโฟเซตไม่ว่าจะผสมโดยตรงลงในดินหรือในซากหญ้า ทำให้ความยาวยอดและน้ำหนักสดของยอดแตงกวาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักแห้งของยอด ในขณะที่การผสมดินกับหญ้าที่ไม่มีไกลโฟเซตในอัตราส่วน 1:1 ทำให้ความยาวและน้ำหนักสดของยอดเพิ่มขึ้นจากชุดควบคุมอีกด้วย (Figure 1) แนวโน้มเช่นนี้ยังคงเกิดขึ้นเมื่อเพาะเมล็ดแตงกวาในดินหรือหญ้าที่ผสมไกลโฟเซตไว้แล้ว 60 วัน ยกเว้นผลต่อน้ำหนักแห้ง การผสมหญ้าลงในดินไม่ว่าจะมีไกลโฟเซตหรือไม่ทำให้น้ำหนักแห้งของยอดเพิ่มขึ้น (Figure 1C)

ความเป็นพิษต่อการเจริญของราก

ในวันที่ 0 การมีอยู่ของไกลโฟเซตไม่ว่าจะผสมโดยตรงลงในดินหรือในซากหญ้า ทำให้ความยาวราก น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของรากแตงกวาลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (Figure 2) แนวโน้มเช่นนี้ยังคงเกิดขึ้นเมื่อเพาะเมล็ดแตงกวาในดินหรือหญ้าที่ผสมไกลโฟเซตไว้แล้ว 60 วัน ในขณะที่การผสมหญ้าที่ไม่ฉีดพ่นไกลโฟเซตลงในดิน เมื่อผ่านไป 60 วัน ทำให้ความยาวรากของแตงกวามากกว่าชุดควบคุม แต่การผสมหญ้าที่ฉีดพ่นด้วยไกลโฟเซตลงไปทำให้การเจริญของรากลดลงอย่างชัดเจน (Figure 2) อย่างไรก็ตาม การปนเปื้อนไกลโฟเซตในดินโดยตรง เมื่อผ่านไป 60 วัน แล้วจึงเพาะเมล็ด ทำให้เมล็ดงอกแล้วหยุดชะงักไม่เจริญเติบโตต่อจนถึงระยะต้นกล้า มีเพียงรากโผล่ออกมาเพียงเล็กน้อย จึงไม่แสดงผล

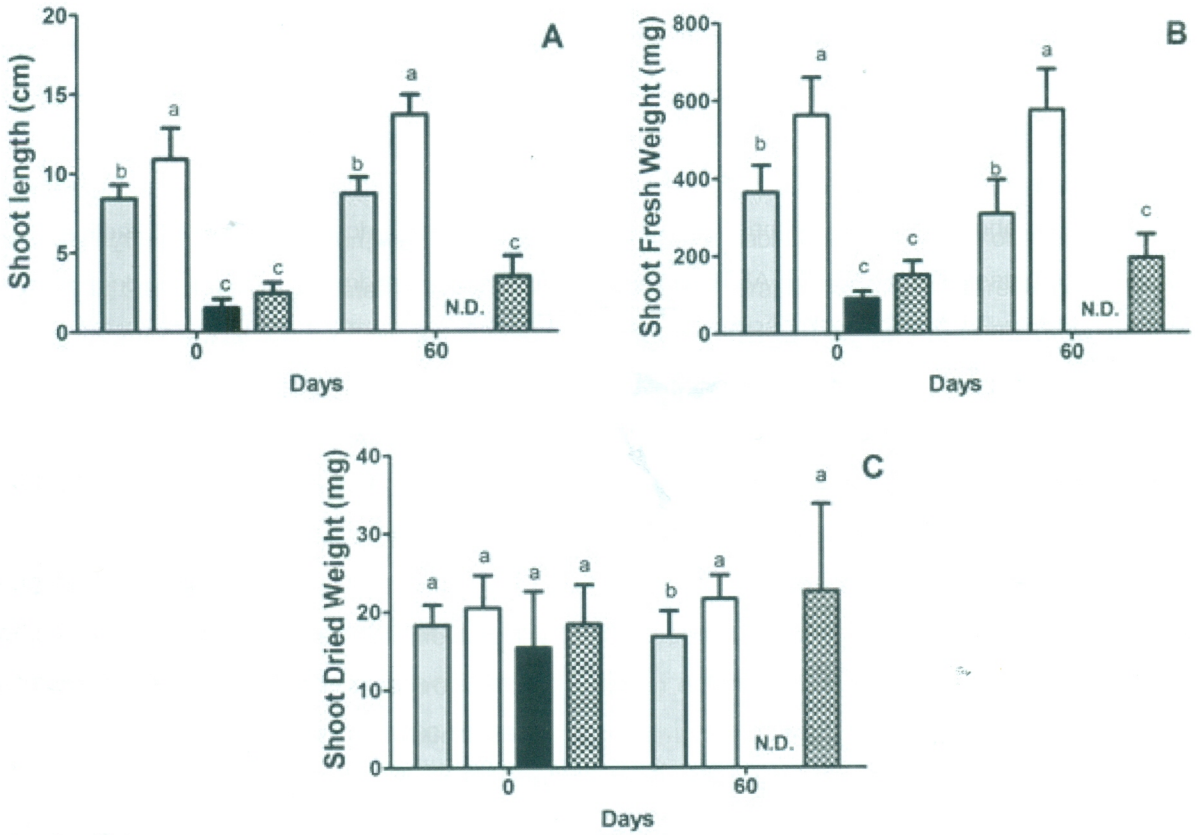

Figure 1 Shoot length (A), shoot fresh weight (B) and shoot dried weight (C) of cucumber seedling growing in glyphisate contaminated soil with different waiting time for 10 days. Symbol: ☐ soil without glyphosate; ☐ soil+grass without glyphosate; ■ glyphosate application to soil; ▩ glyphosate application to grass. Different lower case letter showed statistical difference ($P<0.05$) between treatments within same waiting time. N.D. = not determined

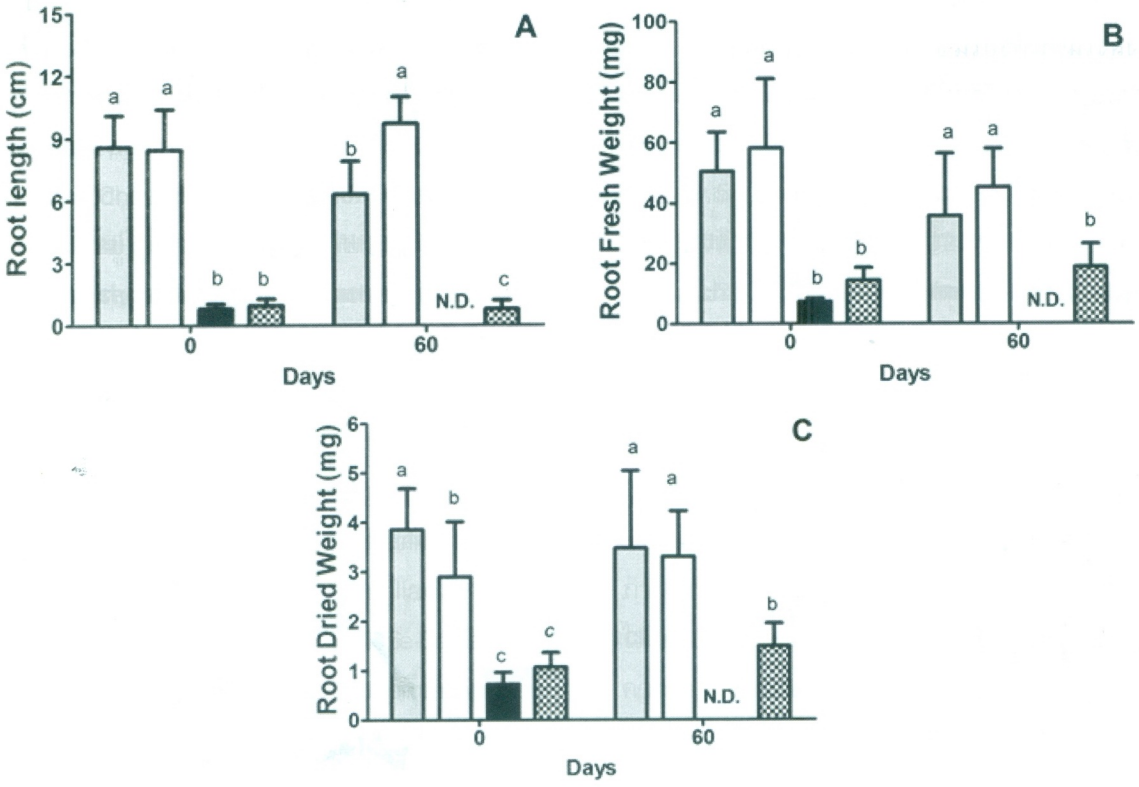

Figure 2 Root length (A), root fresh weight (B) and root dried weight (C) of cucumber seedling growing in glyphisate contaminated soil with different waiting time for 10 days.
Symbol: ☐ soil without glyphosate; ☐ soil+grass without glyphosate; ■ glyphosate application to soil; ▩ glyphosate application to grass. Different lower case letter showed statistical difference ($P<0.05$) between treatments within same waiting time. N.D. = not determined

ความเป็นพิษต่อปริมาณคลอโรฟิลล์

ในวันที่ 0 การปนเปื้อนไกลโฟเซตทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ทุกชนิดลดลง และการปนเปื้อนไกลโฟเซตในดินทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงมากกว่าการปนเปื้อนในซากหญ้าขน (Figure 3) เมื่อมีการทิ้งระยะเวลาไว้ 60 วัน พบว่า ต้นกล้าแตงกวาที่ปลูกในดินที่ผสมซากหญ้ามีปริมาณคลอโรฟิลล์ทุกชนิดสูงขึ้น ส่วนต้นกล้าแตงกวาที่ปลูกในดินผสมซากหญ้าที่เคยฉีดพ่นไกลโฟเซต จะมีระดับคลอโรฟิลล์ทุกชนิดสูงขึ้น โดยเฉพาะคลอโรฟิลล์เอที่มีมากกว่าต้นกล้าแตงกวาที่ปลูกในดินที่ผสมซากหญ้าที่ไม่ปนเปื้อน (Figure 3A)

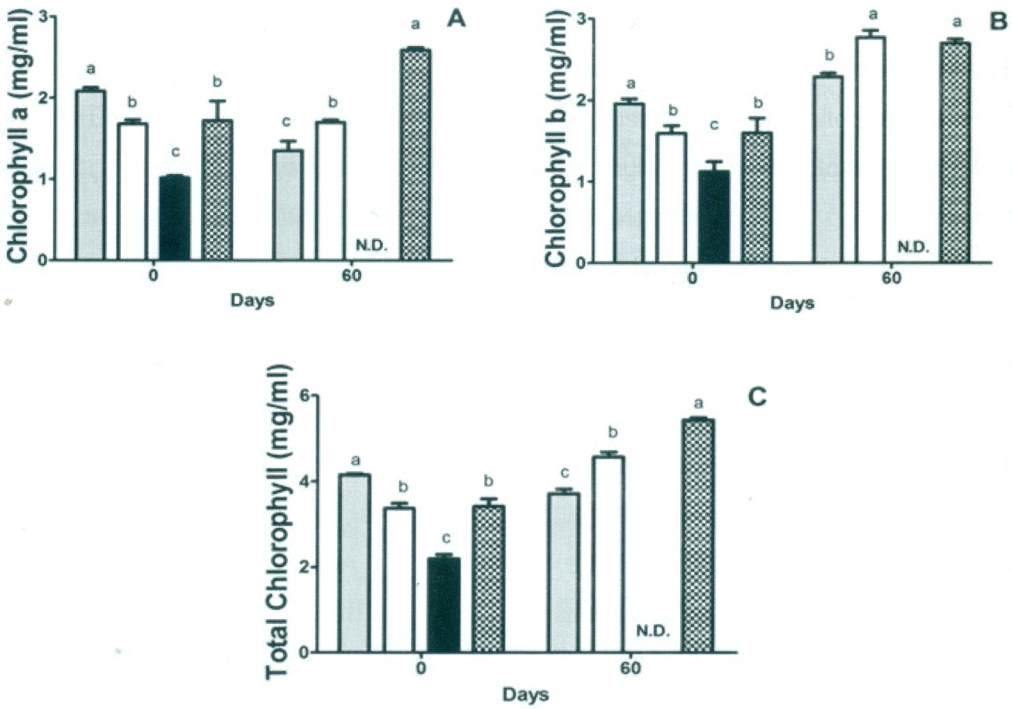

Figure 3 Content of chlorophyll a (A), chlorophyll b (B) and total chlorophyll (C) of cucumber seedling growing in glyphosate contaminated soil with different waiting time for 10 days. Symbol: ▭ Soil without glyphosate; ▭ soil+grass without glyphosate; ■ glyphosate application to soil; ▩ glyphosate application to grass. Different lower case letter showed statistical difference ($P<0.05$) between treatments within same waiting time. N.D. = not determined

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

มีรายงานว่า ความเป็นพิษของไกลโฟเซตที่ตกค้างในดินในระดับ 200-800 กรัม/เฮกตาร์ ต่อการเจริญเติบโตของแตงกวาและข้าวโพดมีน้อยมาก (Wibawa *et al.*, 2009) ในขณะที่พืชที่ได้รับไกลโฟเซตทางราก ส่งผลให้เมทาบอลิซึมของพืชเปลี่ยนแปลงไป โดย *Brassica napus* ที่สัมผัสกับไกลโฟเซตทางรากที่ปลูกแบบไฮโดรโพนิกส์ความเข้มข้น 1-50 ไมโครโมล พบว่า ที่ความเข้มข้นในระดับต่ำ (1-5 ไมโครโมล) ไม่ส่งผลต่อชีวมวลของยอดและระดับของกรดชิคิมิก และกรดอะมิโนต่างๆ แต่เมื่อความเข้มข้นของไกลโฟเซตสูงขึ้น ชีวมวลของยอดจะลดลง การสะสมกรดชิคิมิกเพิ่มขึ้นถึง 50 เท่า และปริมาณกรดอะมิโนโดยเฉพาะกลุ่ม glutamate family เพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า (Petersen *et al.*, 2007)

แต่การศึกษาในครั้งนี้ ไกลโฟเซตที่ตกค้างในดิน แสดงความเป็นพิษต่อการเจริญระยะต้นกล้าของแตงกวาอย่างชัดเจน โดยเฉพาะต่อความยาวและน้ำหนักสด ดินที่ผสมไกลโฟเซตแสดงความเป็นพิษมากที่สุด รองลงมา คือ ดินที่ผสมหญ้าที่ได้รับไกลโฟเซต ความเป็นพิษเมื่อระยะเวลาที่ 0 และ 60 วัน ไม่แตกต่างกัน ยกเว้นความเป็นพิษต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ ที่ลดลงเมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน มีรายงานว่าไกลโฟเซตยับยั้งการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์เอในสาหร่าย โดย

Scenedesmus quadricauda Berb 614 ที่สัมผัสกับไกลโฟเซต 2 มก./ล. จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอลดลงเป็น 64% ของสาหร่ายที่ไม่ได้สัมผัสกับไกลโฟเซต และถ้าได้รับไกลโฟเซตความเข้มข้นสูงขึ้นเป็น 200 มก./ล. จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอลดลงเหลือเพียง 8% ของสาหร่ายที่ไม่ได้สัมผัสกับไกลโฟเซต (Wong, 2000) ในการทดลองนี้มีความเข้มข้นของสารออกฤทธิ์ไกลโฟเซตประมาณ 2,880 มก./ล. ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ คลอโรฟิลล์บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมดของต้นกล้าแตงกวาลดลงเมื่อเทียบกับต้นที่ปลูกในดินที่ไม่มีไกลโฟเซต เฉพาะในวันที่ 0 หลังการผสมลงในดินเท่านั้น

ผลการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับการทดลองของ Tesfamariam *et al.* (2009) ซึ่งเปรียบเทียบความเป็นพิษของไกลโฟเซต 28.4 มิลลิโมล ที่ฉีดพ่นลงบนดินโดยตรงกับการฉีดพ่นลงบนดินที่ปลูกหญ้าไรน์ และปล่อยให้หญ้าไรน์ที่ตายแล้วผสมอยู่ในดินด้วยปริมาณที่เท่ากัน พบว่า ดินที่เคยปลูกหญ้าไรน์และฉีดพ่นด้วยไกลโฟเซตจะเป็นพิษต่อต้นกล้าทานตะวันมากกว่าดินที่ปนเปื้อนไกลโฟเซตโดยตรง แต่ในการทดลองครั้งนี้ได้นำหญ้าขนที่ผ่านการฉีดไกลโฟเซตมาผสมลงดินในอัตราส่วน 1:1 เพื่อต้องการทราบว่า ถ้านำพืชที่ปนเปื้อนไกลโฟเซตไปผ่านการทำปุ๋ยหมักแล้วผสมลงในดินจะยังมีความเป็นพิษหรือไม่ ซึ่งดินที่ผสมหญ้าปนเปื้อนไกลโฟเซตเป็นพิษต่อต้นกล้าแตงกวาน้อยกว่าดินที่ปนเปื้อนไกลโฟเซตโดยตรง ซึ่งอาจเป็นเพราะมีการเจือจางด้วยดิน หรือเพราะมีไกลโฟเซตบางส่วนถูกย่อยสลายไประหว่างการเก็บในที่มืด เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ติดตามปริมาณไกลโฟเซตที่ยังเหลืออยู่ แต่ศึกษาเฉพาะความเป็นพิษต่อต้นกล้าเท่านั้น เพราะการย่อยสลายสารพิษอาจได้เมทาบอไลท์ที่เป็นพิษน้อยลงหรือมากขึ้นก็ได้

สรุปได้ว่า การใช้ไกลโฟเซตฉีดพ่นกำจัดวัชพืชนั้น นอกจากจะทำให้เกิดการปนเปื้อนของไกลโฟเซตตกค้างลงในดินแล้ว ไกลโฟเซตที่ตกค้างในหญ้าที่ตายในบริเวณนั้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของแตงกวาในฤดูปลูกต่อไป แม้ไกลโฟเซตที่ตกค้างอยู่ในเศษซากหญ้าที่ตัดออกไป หากนำมาผสมในดินก็จะยังเป็นพิษอยู่ได้นานถึง 60 วัน เศษซากวัชพืชดังกล่าวนี้จึงควรหลีกเลี่ยงในการนำไปทำปุ๋ยหมัก เพราะอาจทำให้เป็นพิษต่อพืชปลูก และอาจทำให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยลดลงได้ และเป็นสิ่งที่ควรศึกษาวิจัยให้ละเอียดและเผยแพร่ความรู้ต่อเกษตรกร เพื่อให้ตระหนักถึงอันตรายของการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืช และนำไปสู่การลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรต่อไป

เอกสารอ้างอิง

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2540. **วัชพืชศาสตร์.** โรงพิมพ์ลินคอร์น, กรุงเทพฯ. 585 น.

Chouychai, W., A. Thongkukiatkul, S. Upatham, H. Lee, P. Pokethitiyook and M. Kruatrachue. 2007. Phytotoxicity assay of crop plants to phenanthrene and pyrene contaminants in acidic soil. **Environmental Toxicology.** 22: 597-604.

Ghanem, A., P. Bados, A.R. Estaun, L.F. Alencastro, F. Taibi, J. Einhorn and C. Mougin. 2007. Concentration and specific loads of glyphosate, diuron, atrazine, nonylphenol and metabolites thereof in French urban sewage sludge. **Chemospere.** 69: 1368-1373.

Huang, Xiao-Dong, Y. El-Alawi, D.M. Penrose, B.R. Glick and B.M. Greenberg. 2004. Response of three grass species to creosote during phytoremediation. **Environmental Pollution.** 130: 453-363.

Kolpin, D.W., E.M. Thurman, E.A. Lee, M.T. Meyer, E.T. Furlong and S.T. Grassmeyer. 2006. Urban contribution of glyphosate and its degrade AMPA to streams in the United States. **Science of the Total Environment.** 354: 191-197.

Peruzzo, P.J., A.A. Porta and A.E. Ronco. 2008. Levels of glyphosate in surface waters, sediments and soils associated with direct soybean cultivation in north pampasic region of Argentina. **Environmental Pollution.** 156: 61-66.

Petersen, I.L., H.C.B. Hansen, H.W. Ravn, J.C. Sorensen and H. Sorensen. 2007. Metabolic effects in rapeseed (*Brassica napus* L.) seedlings after root exposure to glyphosate. **Pesticide Biochemistry and Physiology.** 89: 220-229.

Su, Y.S., L. Ozturk, I. Cakmak and H. Buak. 2009. Trufgrass species response expose to increasing rate of glyphosate application. **European Journal of Agronomy.** 31: 120-125.

Tesfamariam, T., S. Bott, I. Cakmak, V. Romheld and G. Neumann. 2009. Glyphosate in the rhizosphere-role of waiting time and different glyphosate binding froms in soils for phytotoxicity to non-target plants. **European Journal of Agronomy.** 31: 126-132.

Wibawa, W., R.B. Mohamad, A.B. Puteh, D. Omar, S. Juraimi and S.A. Abdullah. 2009. Residual phytotoxicity effects of paraquat, glyphosate, and glufosinate-ammonium herbicides in soil from field-treated plots. **International Journal of Agriculture and Biology.** 11: 214-216.

Wong, P.K. 2000. Effect of 2,4-D, glyphosate and paraquaton growth, photosynthesis and chlorophyll –a synthesis of *Scenedesmus quadricauda* Berb 614. **Chemosphere.** 41: 177-182.