

ผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีน ในดินชุดปากช่อง

ประทีป กระแสสินธุ์¹ จรรยา มณีโชติ¹ และ Todao Yamada²

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนในดินปลูกข้าวโพดซึ่งเป็นดินชุดปากช่อง (Oxic paleustults) บริเวณศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา โดยทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองที่ระดับความลึกต่าง ๆ และในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืช นำตัวอย่างดินไปสกัดและวิเคราะห์ผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชโดยใช้ Gas Chromatography ชนิดที่มี Flame Thermionic Detector

ผลการทดลองพบว่า หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนอัตรา 600 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่ ลงไปในแปลงปลูกข้าวโพด จะพบผลตกค้างของอะทราซีนในดินระดับลึก 0-5 ซม. 5-10 ซม. และ 10-15 ซม. จากผิวดิน จำนวน 2.154 ppm, 1.403 ppm และ 0.923 ppm ตามลำดับ ผลตกค้างของอะทราซีนในดินจะลดลงอย่างรวดเร็วโดยมี half-life ประมาณ 19 วัน สำหรับบริเวณที่มีปัญหาดินอ่อนของข้าวสาลีซึ่งปลูกในแปลงที่เคยปลูกข้าวโพดและมีการใช้สารกำจัดวัชพืชอะทราซีนมาก่อนมีการเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควรนั้น พบผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนไม่เกิน 0.001 ppm (detectable limit) เท่านั้น ดังนั้น การที่ดินอ่อนของข้าวสาลีเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควรนั้น อาจเนื่องมาจากสาเหตุอื่นนอกเหนือจากผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีน

สารกำจัดวัชพืชอะทราซีน (atrazine : 2-chloro-4-ethylamino-6-isopropyl amino-s-triazine) เป็นสารที่ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1958 สำหรับกำจัดวัชพืชในไร่ข้าวโพด ข้าวฟ่าง (Anon. 1974) สารกำจัดวัชพืชอะทราซีนในดินนอกจากถูกพืชดูดขึ้นไปแล้วยังอาจสูญหายไปจากดินได้โดยการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในดิน สลายตัวโดยกระบวนการทางเคมีและโดยแสงแดด โดยการระเหยและโดยการถูกน้ำพัดพาไป (Esser et al., 1975; Sheets, 1970) อัตราการสลายตัวอาจเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับสภาพของพื้นที่ บางครั้งอาจสลายตัวช้าทำให้เป็นอันตรายต่อพืชปลูกที่อ่อนแอที่ปลูกตามหลัง (Pestemer et al, 1984) เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการเป็นพิษดังกล่าว ควรเว้นระยะเวลาก่อนปลูกพืชให้นานพอสมควรตามสภาพสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ (Brecke et al., 1981; Sheets, 1970; Anon. 1974)

การปลูกข้าวสาลีในพื้นที่ ๆ เคยปลูกข้าวโพดมาก่อนและ

เคยมีการใช้สารกำจัดวัชพืชอะทราซีนมาก่อน แต่ได้หยุดใช้อะทราซีนไปแล้วประมาณ 6 ปี ที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา พบว่าข้าวสาลีเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับแก้ปัญหาดังกล่าวสายงานวิจัยชีวเคมีของสารกำจัดวัชพืช กลุ่มงานวิทยาการวัชพืช จึงได้ดำเนินงานวิจัยเรื่องนี้ขึ้นมาเพื่อจะได้ทราบถึงกระบวนการสลายตัวหรือผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนจากการใช้ในไร่ข้าวโพดก่อนมีการปลูกข้าวสาลี จะมีผลตกค้างมาถึงข้าวสาลีมากน้อยเพียงใด และเป็นอันตรายต่อข้าวสาลีหรือไม่ นอกจากนี้ยังได้วิเคราะห์ดินจากแปลงทดลองอื่น ๆ ที่มีระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพดต่าง ๆ กันและระยะเวลาต่าง ๆ กันหลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชแล้ว จากการทดลองครั้งนี้ทำให้สามารถสรุปผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนในดินชุดปากช่องได้อย่างชัดเจน

อุปกรณ์และวิธีการ

แปลงทดลอง

เก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลอง 4 แปลงในบริเวณศูนย์วิจัยข้าวโพด ข้าวฟ่างแห่งชาติ อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา

¹นักวิชาการเกษตร งานวิทยาการวัชพืช กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ 10900

²ผู้เชี่ยวชาญระยะสั้นจาก JICA ประจำงานวิทยาการวัชพืช กองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร

ดังนี้ แปลงที่มีปัญหาข้าวสาธิตเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควรมีเนื้อที่ประมาณ 10 ไร่ เป็นแปลงที่ใช้ปลูกข้าวโพดปีละ 2 ครั้ง จนกระทั่งปี พ.ศ. 2522 จึงเริ่มปลูกข้าวสาธิต (ตารางที่ 1) ซึ่งผลปรากฏว่าต้นอ่อนของข้าวสาธิตเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร มีอาการผิดปกติ หรือความไม่สมบูรณ์ของข้าวสาธิตมากน้อยแตกต่างกันทุกปี สำหรับแปลงทดลองอีก 3 แปลงซึ่งได้เก็บตัวอย่างดินสำหรับวิเคราะห์ผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในช่วงระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ กันของข้าวโพด และระยะเวลาต่าง ๆ หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชนั้นแปลงทดลองดังกล่าวคือ แปลงทดลอง A, B และ C ซึ่งปลูกข้าวโพดเมื่อวันที่ 8 มกราคม 2529, 6 มีนาคม 2529 และ 19 พฤษภาคม 2529 ตามลำดับ ทุกแปลงได้รับการพ่นสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนอัตรา 600 กรัมสารออกฤทธิ์/ไร่หลังจากหยอดเมล็ดข้าวโพดแล้ว

ตารางที่ 1 ประวัติการใช้สารกำจัดวัชพืชในแปลงที่ปลูกข้าวสาธิตและกำหนดการเก็บตัวอย่างดิน¹

พ.ศ.	พืชปลูก	กำหนดการปลูก	สารกำจัดวัชพืช	อัตราที่ใช้ กรัม a.i./ ไร่
2522	ข้าวโพด	2 ครั้ง/ปี	อะทราซีน	600
2523	ข้าวสาธิต	ตุลาคม	บิวตาคลอร์	300
2527			และ 2, 4 D	400
2528	ข้าวโพด	มีนาคม	ไม่ใช้	0
	ข้าวสาธิต	ตุลาคม	บิวตาคลอร์	300
			และ 2, 4 D	400
16 เมษายน 2529		เก็บตัวอย่างดิน	—	—

¹ในปี พ.ศ. 2526 และ 2527 ใช้ glyphosate ด้วย

ตารางที่ 2 ปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำที่ให้เพิ่มเติมแก่แปลงปลูกข้าวโพดแปลง B

มีนาคม (วันที่)	ปริมาณน้ำ (มม.)	เมษายน (วันที่)	ปริมาณน้ำ (มม.)	พฤษภาคม (วันที่)	ปริมาณน้ำ (มม.)
6	หยอดเมล็ด	4	0.4	1	16.0
8	SP ¹	5	29.0	2	2.2
9	อะทราซีน	6	4.0	4	14.3
13	SP	7	0.2	5	49.1
16	SP	9	SP	6	4.7
20	SP	12	1.4	7	1.3
25	SP	13	15.4	8	6.3
28	2.5	15	2.0	9	13.0
		18	FU ²	10	16.0
		21	1.4	13	2.7
		23	FU	15	0.5
		24	7.8	19	FU
		25	1.1	21	12.8
		26	2.4		
		27	22.5		
		28	0.7		
		30	5.5		

¹SP = การให้น้ำด้วย sprinkler irrigation

²FU = การให้น้ำแบบ furrow irrigation

ทั้งสองวิธีให้น้ำเท่ากับปริมาณน้ำฝน 40 มม.

รวม 595.2 มม. ในระยะเวลา 75 วัน (8 มี.ค. — 21 พ.ค.)

คุณสมบัติของดินบริเวณแปลงทดลองเป็นดินเหนียว (17% sand, 39% silt และ 44% clay) มี pH (น้ำ) 6.8, อินทรีย์วัตถุ 2.42% และ CEC 15.3 me/100 กรัม

ระหว่างปี พ.ศ. 2494–2523 อุณหภูมิเฉลี่ยของ จ. นครราชสีมา 26.4° ซ และปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,137 มม., agro-climatologic zone ของ อ. ปากช่อง คือ C 5 ซึ่งอยู่ในแถบมรสุม, ปริมาณน้ำฝนต่ำ, อุณหภูมิต่ำสุด (มกราคม) 15.0–18.0° ซ, อุณหภูมิสูงสุด (เมษายน) 36.0–38.5° ซ (Van den Eelaart, 1973) เนื่องจากว่าปริมาณน้ำฝนไม่เพียงพอสำหรับการปลูกข้าวโพด จึงได้มีการให้น้ำแบบ sprinkler และ furrow irrigation เพิ่มเติมในแปลงทดลองในช่วง 75 วัน ประมาณ 595.2 มม. น้ำฝน (ตารางที่ 2)

การเก็บตัวอย่างดิน

ทำการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดลองที่ปลูกข้าวสาลี และ B เมื่อวันที่ 16 เมษายน 2529 และจากแปลง A, B และ C

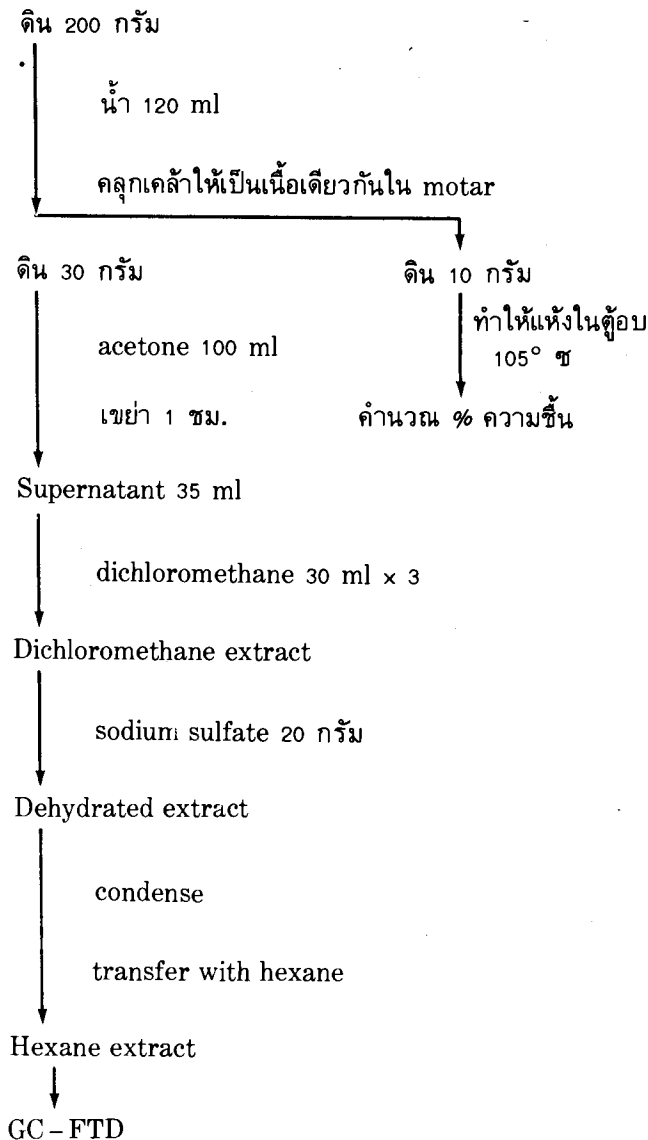
เมื่อวันที่ 21 พฤษภาคม 2529 สำหรับการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงข้าวสาลีซึ่งได้รับการไถพรวนแล้วหลังจากได้มีการเก็บเกี่ยวข้าวโพด ได้กระทำ 3 ครั้ง ในพื้นที่สุ่ม 3 แห่ง โดยการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกช่วงละ 10 ซม. จนถึง 50 ซม. ส่วนแปลงทดลองอื่นได้ทำการเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 5 หรือ 10 ซม. จำนวน 2 ครั้ง (ตารางที่ 3) การเก็บตัวอย่างดินแต่ละครั้งได้นำหนักดินประมาณ 1 กก. ใส่ในถุงพลาสติกนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 5° ซ เพื่อรอการนำไปวิเคราะห์ต่อไป

การสกัดและการทำความสะอาดผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืช

ทำการสกัดและทำความสะอาดสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนด้วยวิธีการที่แสดงไว้ในภาพที่ 1 ได้ทำการทดสอบ percent recovery ของสารกำจัดวัชพืชชนิดนี้ในดินชุดปากช่อง พบว่าได้ percent recovery สูงพอสมควร (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 3 กำหนดการเก็บตัวอย่างดินจากแปลงปลูกข้าวโพด ระยะการเจริญเติบโตต่างๆ และผลการตรวจวัดผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีน ระดับความลึกต่างๆ

แปลงทดลอง	วันปลูกข้าวโพด	วันพ่นอะทราซีน	การเก็บตัวอย่างดิน				ปริมาณอะทราซีน (ug/dry soil)
			วันที่	จำนวนวันหลังพ่น	ระยะการเจริญเติบโตของข้าวโพด	ความลึกจากผิวดิน (ซม.)	
C	19 พ.ค.	21 พ.ค.	21 พ.ค.	0	ก่อนงอก	0–5	2.154
						5–10	1.403
						10–15	0.923
B	6 มี.ค.	9 มี.ค.	16 เม.ย.	38	ต้นออก (สูง 20–30 ซม.)	0–5	0.870
						5–10	0.420
			21 พ.ค.	73	ระยะแก่	0–5	0.069
						5–10	0.048
A	8 ม.ค.	10 ม.ค.	21 พ.ค.	131	ระยะเก็บเกี่ยว	10–15	0.032
						0–10	0.024
						10–20	0.011
						20–30	0.003
						30–40	0.004
						40–50	0.004



ภาพที่ 1 Extraction และ Cleanup สารกำจัดวัชพืชอะทราซีน

ตารางที่ 4 Recoveries ของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนจากดิน

สารกำจัดวัชพืช	Fortification		Recovery	
	ug*	ppm**	ug	%
atrazine	0.2	0.013	0.16	80
	1.0	0.064	0.97	97

*ต่อน้ำหนักดิน 30 กรัม ในภาพที่ 1

**ต่อน้ำหนักดินแห้ง

Gas Chromatography

การตรวจวัดสารกำจัดวัชพืชใช้ Shimadzu-7AG Gas Chromatography ชนิดที่มี Flame Thermionic Detector สำหรับ GC conditions ประกอบด้วย glass column 1.1 × 3.2 mm บรรจุด้วย 5% DC-200 on Chromosorb W AW DMCS ขนาด 80–100 mesh, oven temperature : 220° ซ, injection temperature : 260° ซ, nitrogen gas 50 ml/min, hydrogen 3.5 ml/min และ air 150 ml/min, range 1 และ attenuation 128 และ retention time ของอะทราซีนวัดได้ 0.81 นาที สำหรับ calibration curves detectable limit ของอะทราซีน 0.001 ppm/dry soil ปริมาณของตัวอย่างที่สกัดได้สำหรับใช้วิเคราะห์ด้วย GC คือ 1.5 ml

ผลการทดลอง

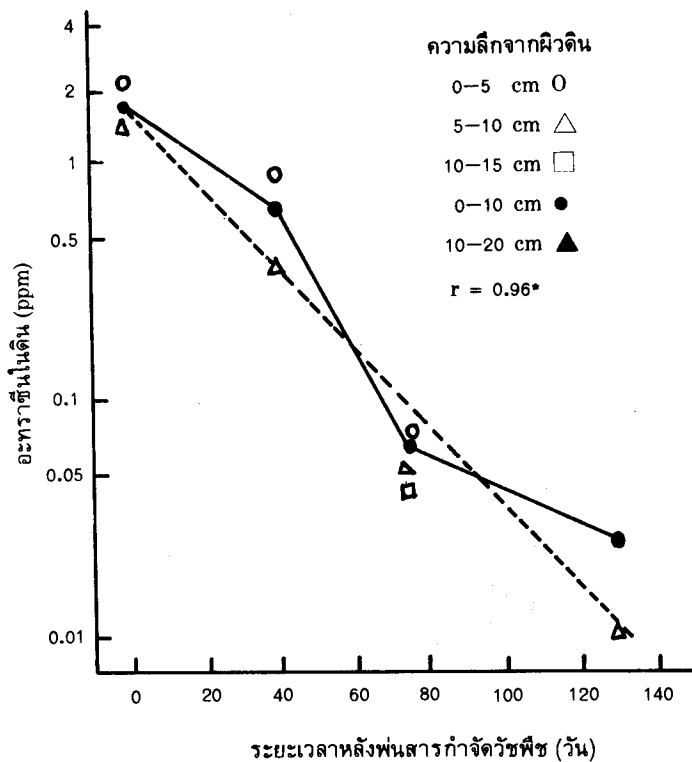
ผลการวิเคราะห์ผลตกค้างของอะทราซีนในแปลงข้าวสาลี (ตารางที่ 5) พบว่าผลตกค้างของอะทราซีนในทุกตัวอย่างดินมีไม่เกิน 0.001 ppm ซึ่งผลการวิเคราะห์ในระดับต่ำมากเช่นนี้ไม่แตกต่างจาก detectable limit เท่าใดนัก และอาจเกิดจากการปนเปื้อนในวิธีการวิเคราะห์ก็ได้

สำหรับตารางที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพบอะทราซีนจำนวนมากจากแปลง C ซึ่งเก็บตัวอย่างดินในวันที่ได้มีการพ่นสารกำจัดวัชพืชชนิดนี้ แต่ก็ลดลงอย่างรวดเร็วในแปลง B และ A ซึ่งเก็บตัวอย่างดินในระยะข้าวโพดเริ่มแก่ (73 วันหลังปลูก)

ตารางที่ 5 ผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนในดินจากแปลงข้าวสาลี

ความลึกจากผิวดิน (ซม.)	ผลตกค้าง (ppm/dry soil)			
	(1) ¹	(2)	(3)	av.
0–10	t ²	t	t	t
10–20	t	t	t	
20–30	t		0.001	t
30–40	t			
40–50	t			

¹ระยะเวลาการตรวจครั้งที่²t = trace (< 0.001 ppm/dry soil)



ภาพที่ 2 ประมาณค่าของอะทราซีน หลังจากผ่านไปแล้วในระยะเวลาต่าง ๆ กัน ในดินปลูกข้าวโพดที่ปากช่อง

และระยะเก็บเกี่ยว (131 วันหลังปลูก) ตามลำดับ ผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชในแต่ละแปลงแสดงให้เห็นว่าดินชั้นบนมีผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชสูงที่สุดและผลตกค้างลดลงในดินชั้นล่าง ผลการวิเคราะห์ดังกล่าวได้ใช้ทำเป็นกราฟวาดลงใน semi-logarithmic graph paper (ภาพที่ 2) เส้นประแสดงให้เห็นถึง regression line ซึ่งมีค่า coefficient of correlation 0.96 และ half-life ของอะทราซีน ในดินที่มีความลึก 0-10 ซม. เท่ากับ 19 วัน แสดงให้เห็นว่าอะทราซีนที่พ่นลงไปแปลงปลูกข้าวโพดนั้นเมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวจะเหลือผลตกค้างของอะทราซีนในดินเพียง 1% เท่านั้น

วิจารณ์ผลการทดลอง

ได้มีรายงานถึง half-life ของอะทราซีนในดินจากเอกสารหลายแห่งว่า half-life ของอะทราซีนแตกต่างกันไป (Cohen et al., 1984) เช่น 20 วัน (Buchanan and Hiltbold, 1973), 24-178 วัน (Hiltbold and Buchanan, 1977), 36-68 วัน (Pestemer et al., 1984 a), 40 วัน (Walker, 1978), 56-69 วัน (Khan et al., 1981) และ 330-385 วัน (Jones et al.,

1982) ความแตกต่างดังกล่าวนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิ ความชื้นในดิน (Esser et al., 1975; Walker, 1978; Anon. 1974) ความเป็นกรดและด่างของดิน (Hiltbold and Buchanan, 1977; Kells et al., 1980; Lowder and Weber, 1982) อินทรีย์วัตถุในดิน (Khan, 1978; Rahman and Matthews, 1979) ชนิดของดิน (Burkhard and Guth, 1981) การไถพรวน (Burnside and Wicks, 1980; Kells et al., 1980; Lowder and Weber, 1982) และสารกำจัดศัตรูพืชและปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของจุลินทรีย์ในดิน (Avidov et al., 1985; Behki and Khan, 1986; Esser et al., 1975) จะเห็นได้ว่า half-life 19 วันที่ได้จากการทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วงที่สั้นที่สุด และหลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนแล้ว 4 เดือน ซึ่งเป็นระยะเก็บเกี่ยวข้าวโพด จะมีสารกำจัดวัชพืชตกค้างในดินต่ำกว่า 0.03 ppm แสดงให้เห็นว่าสภาพภูมิอากาศบริเวณ อ. ปากช่อง ซึ่งมีอากาศร้อนและการระบายน้ำในดินดีทำให้การสลายตัวหรือการสูญหายของอะทราซีนจากดินเป็นไปอย่างรวดเร็ว

Frank and Sirons (1985) รายงานว่า ผลตกค้างของอะทราซีนในดินสูงกว่า 0.1 ppm อาจทำอันตรายกับพืชที่อ่อนแอได้ ดังนั้น ในสหรัฐอเมริกา ส่วนใหญ่การปลูกพืชหมุนเวียนจะกระทำกันหลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนไปแล้ว 1 ปี ยกเว้นในบริเวณแห้งแล้งหรือกึ่งแห้งแล้งเท่านั้น (Anon. 1974) ถึงแม้ว่าสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนอาจตกค้างอยู่ในดินได้เป็นเวลานานหากอยู่ในสภาพที่ไม่เอื้ออำนวยให้เกิดการสลายตัวและอาจทำอันตรายกับพืชปลูกที่อ่อนแอได้ก็ตาม แต่ในกรณีของแปลงข้าวสาลีที่ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างซึ่งไม่มีการใช้สารกำจัดวัชพืชอะทราซีนมาเป็นเวลา 6 ปีแล้ว และตรวจวัดผลตกค้างในดินมีไม่เกิน 0.001 ppm (detectable limit) นั้นจึงพอสรุปได้ว่าการที่ต้นอ่อนของข้าวสาลีไม่เจริญเติบโตได้ดีเท่าที่ควรนั้น อาจเนื่องมาจากสาเหตุอื่นนอกเหนือจากผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนเพียงอย่างเดียว แม้แต่ hydroxy- และ N-dealkylated atrazines ซึ่งเป็นอนุพันธ์ (metabolites) ของอะทราซีนก็ไม่ควรจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเป็นพิษกับข้าวสาลี (Esser et al., 1975; Khan and Marriage, 1977; Khan et al., 1981)

สรุปผลการทดลอง

หลังจากพ่นสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนอัตรา 600 กรัม สารออกฤทธิ์/ไร่ ลงไปในแปลงปลูกข้าวโพด จะพบผลตกค้าง

ของอะทราซีนในดินระดับลึก 0-5 ซม. 5-10 ซม. และ 10-15 ซม. จากผิวดิน 2.154 ppm, 1.403 ppm และ 0.923 ppm ตามลำดับ ผลตกค้างของอะทราซีนในดินจะลดลงอย่างรวดเร็วโดยมี half-life ประมาณ 19 วัน สำหรับแปลงข้าวสาลีซึ่งมีปัญหาข้าวสาลีเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควรและไม่มีการใช้อะทราซีนมาเป็นเวลา 6 ปีแล้วนั้น พบผลตกค้างของสารกำจัดวัชพืชอะทราซีนไม่เกิน 0.001 ppm

คำนิยม

ผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ. อำพร สุวรรณเมฆ แห่งภาควิชาพืชไร่นา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อาจารย์พร รุ่งแจ้ง คุณธำรงค์ศิลป์ ไพธิสูง และคุณพิพัฒน์ วีระถาวร แห่งศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ ที่ให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลและให้ความสะดวกในการเก็บตัวอย่างดินสำหรับงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

- Anonymous. 1974. Atrazine In "Herbicide Handbook" 3rd Ed., WSSA, Illinois, pp. 29-35.
- Avidov, E., N. Aharonson, J. Katan, B. Rubin and O. Yarden. 1985. Persistence of terbutryne and atrazine in soil as affected by soil disinfestation and fungicides. *Weed Sci.* 33 : 457-461.
- Behki, R.M. and S.U. Khan. 1986. Degradation of atrazine by *Pseudomonas*, N-dealkylation and dehalogenation of atrazine and its metabolites. *J. Agric. Food Chem.* 34 : 746-749.
- Brecke, B.J., W.L. Currey and D.H. Teem, 1981. Atrazine persistence in a corn-soybean double cropping system. *Agronomy J.* 73 : 534-537.
- Buchanan, G.A. and A.E. Hiltbold. 1973. Performance and persistence of atrazine. *Weed Sci.* 21 : 413-416.
- Burkhard, N. and J.A. Guth. 1981. Chemical hydrolysis of 2-chloro 4, 6-bis (Alkylamino)-1, 3, 5-triazine herbicides and their breakdown in soil under the influence of adsorption. *Pestic. Sci.* 12 : 45-52.
- Burnside, O.C. and G.A. Wicks. 1980. Atrazine carryover in soil in a reduced tillage crop production system. *Weed Sci.* 28 : 661-666.
- Cohen, S.Z., S.M. Creeger and C.G. Enfield. 1984. Potential pesticide contamination of groundwater from agricultural uses. In "Treatment and disposal of pesticide wastes" ed. by R.F. Krueger and J.N. Seiber, ACS, Washington, D.C., 297-325.
- Esser, H.O., G. Dupuis, E. Ebert, C. Vogel and G.J. Marco. 1975. s-triazined. In "Herbicides" Vol. 1 ed. by P.C. Kearney and D. Kaufman, ACS, Washington, D.C., 129-208.
- Frank, R. and G.J. Sirons. 1985. Dissipation of atrazine residues from soils. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 34 : 541-548.
- Hiltbold, A.E. and Buchanan. 1977. Influence of soil pH on persistence of atrazine in the field. *Weed Sci.* 25 : 515-520.
- Jones, T.W., W.M. Kemp, J.C. Stevenson and J.C. Means. 1982. Degradation of atrazine in estuarine water/sediment systems and soils. *J. Environ. Qual.* 11 : 632-638.
- Kells, J.J., C.E. Rieck, R.L. Blevins and W.M. Muir. 1980. Atrazine dissipation as affected by surface pH and tillage. *Weed Sci.* 28 : 101-104.
- Khan, S.U. and P.B. Marriage. 1977. Residues of atrazine and its metabolites in an orchard soil and their uptake by oat plants. *J. Agric. Food Chem.* 25 : 1408-1413.
- Khan, S.U. 1978. Kinetics of hydrolysis of atrazine in aqueous fulvic acid solution. *Pestic. Sci.* 3 : 39-43.
- Khan, S.U., P.B. Marriage and A.S. Hamill. 1981. Effects of atrazine treatment of a corn field using different application methods, times and additives on the persistence of residues in soil and their uptake by oat plants. *J. Agric. Food Chem.* 29 : 216-219.
- Lowder, S.W. and J.B. Weber. 1982. Atrazine efficacy and longevity as affected by tillage, liming and fertilizer type. *Weed Sci.* 30 : 273-280.
- Pestemer, W., V. Radulescu, A. Walker and L. Ghinea. 1984 a. Residual effects of chlorotriazine herbicides in soil at three Rumanian sites (1). Prediction of the persistence of simazine and atrazine. *Weed Res.* 24 : 359-369.
- Pestemer, W., L. Ghinea and V. Radulescu. 1984 b. Residual effects of chlorotriazine herbicides in soil at three Rumanian sites (2). Prediction of the phytotoxicity of atrazine residues to following crops. *Weed Res.* 24 : 371-377.
- Rahman, A. and L.J. Matthews. 1979. Effect of soil organic matter on the phytotoxicity of thirteen s-triazine herbicides. *Weed Sci.* 27 : 158-161.
- Sheets, T.J. 1970. Persistence of triazine herbicides in soil. *Residue Reviews* 32 : 287-310.
- Van den Eelaart, A.L.J. 1973. Climate and crops in Thailand. Soil Survey Division, Dept of Land Development, Kingdom of Thailand, and FAO, Bangkok, 11.
- Walker, A. 1978. Simulation of the persistence of eight soil applied herbicides. *Weed Res.* 18 : 305-313.

Atrazine Residue in Soil of the Pakchong Series

By

Prateep Krasaesindhu, Chanya Maneechote and Tadao Yamada

Botany and Weed Science Division, Department of Agriculture, Bangkok, Bangkok, Thailand 10900.

ABSTRACT

Residues of atrazine in soil of the Pakchong series (Oxic paleustults) in conventionally cultivated plots of field corn were studied at the National Corn and Sorghum Research Center in Pak Chong District of Nakhon Ratchasima Province in Thailand. Soil was sampled at different depths and different times after herbicide application. Soil samples were analysed by gas chromatography equipped with a FTD detector.

A few hours after applying atrazine at a rate of $3.75 \text{ kg a.i. ha}^{-1}$ the atrazine content of the soil was recorded at 2.154 ppm for 0–5 cm, 1.403 ppm for 5–10 cm, and 0.923 ppm for 10–15 cm. The atrazine content of the soil decreased rapidly, having a half-life of about 19 days. Although crops of wheat after corn had not grown well in the study area for the past six years, only traces of atrazine residue (less than 0.001 ppm) were detected to a depth of 50 cm. Residual effects from the use of atrazine were able to be discounted as the cause of the poor wheat growth.
