

# ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

## เรื่อง

ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช glyphosate และ 2,4-D ที่มีผลต่อการควบคุมกระดิ่งยักษ์

The Efficacy of Glyphosate and 2,4-D on *Leucaea leucocephala* Lam. Control.



โดย

นางสาวกฤติยา สุขมันคง

นางสาวปัทมา นิตโรตง

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ดร. ทรงยศ ตันพิพัฒน์

มพ.  
ก2772  
2550

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน **102715**  
วัน,เดือน,ปี...18 ส.ค. 2552



เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่)

พุทธศักราช 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไป  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุก  
ครั้งที่มีการนำไปใช้.....

b. 19036845

**ใบรับรองปัญหาพิเศษปริญญาตรี  
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช**

**เรื่อง**

**ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช glyphosate และ 2,4-D ที่มีผลต่อการควบคุมกระถินยักษ์**

**The Efficacy of Glyphosate and 2,4-D on *Leucaea leucocephala* Lam. Control.**

**โดย**

**นางสาวกฤติยา สุขมันคง**

**นางสาวปัทมา นิตโรสง**

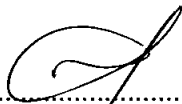
**ได้พิจารณาเห็นชอบจาก**



**(รศ.ดร. ทรงยศ ตันพิพัฒน์)**

**อาจารย์ที่ปรึกษา**

**ภาควิชารับรอง**



**(รศ.ดร.สมยศ เดชวิรัตนมงคล)**

**หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช**

**วันที่ 25 เดือน เมษายน พ.ศ. 2551**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง : ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช glyphosate และ 2,4-D ที่มีผลต่อการควบคุมกระถินยักษ์

โดย : นางสาวกฤติยา สุขมันคง  
: นางสาวบีทมา นิตไธสง

ภาควิชา : เทคโนโลยีการผลิตพืช

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ทรงยศ ตันพิพัฒน์

### บทคัดย่อ

การศึกษาประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช glyphosate และ 2,4-D ที่มีผลต่อการควบคุมกระถินยักษ์ โดยใช้สารกำจัดวัชพืชอัตราต่างๆกันพบว่า การใช้ glyphosate (อัตรา 240 และ 480 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) หรือ ส่วนผสม glyphosate และ 2,4-D (อัตรา 240 และ 60 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ตามลำดับ) มีผลทำให้กระถินยักษ์แสดงอาการเป็นพิษและตายภายใน 7-11 วัน หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยการใส่ glyphosate อย่างเดียวมีแนวโน้มทำให้กระถินยักษ์แสดงอาการเป็นพิษเร็วที่สุด และการใช้สาร 2,4-D (อัตรา 60 และ 120 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) มีผลทำให้กระถินยักษ์แสดงอาการเป็นพิษเพียงเล็กน้อย หลังจากฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช 13 วัน กระถินยักษ์ไม่ตายและน่าจะเจริญเติบโตต่อไปได้

คำสำคัญ : กระถินยักษ์ glyphosate และ 2,4-D

Title : The Efficacy of Glyphosate and 2,4-D on *Leucaea leucocephala* Lam.  
Control.

Author : Miss Krittiya Sukmankhong  
: Miss Pattama Nitthaisong

Department : Plant Production Technology

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Songyod Tanpipat

### ABSTRACT

The efficacy of glyphosate and 2,4-D on growth of *Leucaea leucocephala* Lam. was studied by applying the different rates of herbicides. It was found that glyphosate (240 and 480g(a.i.) rai<sup>-1</sup>) or the mixture of glyphosate (240g(a.i.) rai<sup>-1</sup>) and 2,4-D (60g(a.i.) rai<sup>-1</sup>) resulted in injury symptom and *Leucaea leucocephala* Lam. death at 7-11 days after herbicide application. In addition, the fast injury symptom tend to be occurred when applied with glyphosate alone. While 2,4-D at both rates of 60 and 120 g(a.i.) rai<sup>-1</sup> resulted in a few injury symptom at 13 days after herbicide application and *Leucaea leucocephala* Lam. plants could recover.

**Key word** : *Leucaea leucocephala* Lam., glyphosate and 2,4-D

## คำนิยาม

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.ทรงยศ ตันพิพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษที่เคารพ เป็นอย่างสูง สำหรับคำแนะนำ คำปรึกษา ตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนถูกต้องสมบูรณ์ ทำให้ปัญหาพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณบุคลากรที่คอยให้กำลังใจ และเป็นผู้ให้คำปรึกษาที่เป็นประโยชน์เสมอมาและขอขอบคุณ นายภูษิต เจริญวิเศษ ที่คอยช่วยเหลือทั้งกำลังกายและกำลังใจตั้งแต่ต้นจนเสร็จสมบูรณ์ และสุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกท่าน ผู้ให้ความช่วยเหลือเกื้อกูลและเป็นกำลังใจ จนประสบความสำเร็จลงได้ด้วยดี

นางสาวกฤติยา สุขมันคง

นางสาวปีทมา นิตโรตอง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาคผนวก	(3)
คำนำ	1
การตรวจเอกสาร	3
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	3
สารกำจัดวัชพืช	4
ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสารกำจัดวัชพืช	4
การจำแนกประเภทของสารกำจัดวัชพืช	5
การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตและโครงสร้างของพืช	6
ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช	7
สารเคมีที่ใช้แบบหลังออก 2,4-D	8
ไกลโฟเสท	10
อุปกรณ์และวิธีการ	15
ผลการทดลองและวิจารณ์	19
สรุป	23
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก	29
ประวัติผู้เขียน	31

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงเปอร์เซ็นต์การควบคุมวัชพืช และความเป็นพิษต่อพืชปลูก (Bryan, 1977)	18
2	แสดงความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) ของกระถินยักษ์ ภายหลังจาก ฉีดพ่นสาร glyphosate และ 2,4-D ที่ระยะการเจริญเติบโต 3 สัปดาห์หลังออก	21
3	น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับ control) ของกระถินยักษ์ ภายหลังจากพ่นสาร glyphosate และ 2,4-D ในอัตราต่างๆกัน	22



## สารบัญภาคผนวก

### ตารางผนวกที่

- 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งส่วนเจริญทางลำต้นต่อกระถาง (ลำต้น กิ่งและใบ) ของกระถินยักษ์ เมื่อพ่นสาร glyphosate และ 2,4-D ที่ระยะการเจริญเติบโต 3 สัปดาห์หลังออก

### หน้า

30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## คำนำ

กระถิน (*Leucaea leucocephala* Lam.) กระถินเป็นพืชพื้นเมืองของอเมริกาใต้และอเมริกากลางและหมู่เกาะต่างๆในมหาสมุทรแปซิฟิก (Humphreys, 1980) จัดเป็นพืชตระกูลถั่วอายุยืนมีลักษณะเป็นพุ่มจนถึงต้นไม้ใหญ่อาจสูงถึง 20 เมตร ในปัจจุบันได้แพร่กระจายไปตามเขตร้อนของโลก ในประเทศไทยมีการนำเอากระถินเข้ามาปลูก ก่อนสมัยกรุงศรีอยุธยา (ชาญชัย, 2511)

ในระยะแรกถูกใช้เป็นพืชร่มเงาแก่พืชอื่น เช่น ชา กาแฟ โกโก้ เป็นต้น แต่ต่อมาได้กลายมาเป็นพืชอาหารสัตว์ที่สำคัญในเขตร้อน โดยเฉพาะออสเตรเลีย และฮาวาย กระถินได้รับความนิยมใช้เป็นพืชอาหารสัตว์ เพราะเป็นพืชที่ทนทานต่อการตัด ให้ผลผลิตสูง ทนแล้ง และสามารถขึ้นได้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (เฉลิมพล, 2530) เฉลิมพล (2523) รายงานว่าการใช้กระถินเป็นอาหารสัตว์ในรูปต่างๆอย่างแพร่หลายในบางประเทศทั้งนี้เนื่องจากกระถินเป็นพืชตระกูลถั่วที่มีคุณค่าทางอาหาร มีความน่ากินและการย่อยได้สูง เหมาะสำหรับใช้เลี้ยงโค กระบือ และแพะ ได้ในปริมาณที่สูง การให้กระถินเพื่อเลี้ยงสัตว์นั้นอาจใช้ในรูปแห้งบดผสมอาหารข้นหรือตัดให้กินสดก็ได้ แม้กระถินจะเป็นพืชตระกูลถั่วที่ให้ผลผลิตและโปรตีนสูง แต่กระถินมีสารที่เรียกว่า ไมโมซิน (mimosine) ซึ่งเป็นสาร alkaloid ชนิดหนึ่งซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดขนร่วงในม้า หมู และไก่ไข่ลดลง ถ้าให้กินเกินกว่า 5% ของอาหารทั้งหมด (สายัณห์, 2540) เนื่องจากกระถินเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในทุกสภาพพื้นที่ เมล็ดสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว โดยอาจเกิดจากมีปัจจัยหลายอย่างช่วยในการกระจายพันธุ์เช่น ลม สัตว์ คน เป็นต้น (เกียรติเกษตร และคณะ, 2542) จึงทำให้กระถินแพร่กระจายไปตามพื้นที่ต่างๆอย่างรวดเร็ว และเป็นจำนวนมากชอบขึ้นในที่รกร้างทั่วไป พบได้ในไร่ถั่วเหลือง ในนาหว่านข้าวแห้งและข้าวไร่ (ดวงพร และรังสิต, 2544) ปลายนาพื้นที่การเกษตร อีกทั้งกระถินเป็นพืชที่มีประโยชน์ นำมาปลูกเพื่อเป็นอาหารสัตว์ ลำต้นใช้เป็นเชื้อเพลิง (ปรากฏ, 2532) เมล็ดของกระถินจึงแพร่กระจายเข้าไปในแปลงพืชปลูก ก่อให้เกิดปัญหาการแย่งชิงอาหารของพืชปลูก กระถินจึงได้กลายเป็นวัชพืชที่สร้างความเสียหายแก่พืชปลูกได้อีกชนิดหนึ่ง สร้างปัญหาในการป้องกันและกำจัดให้แก่เกษตรกรเป็นอย่างมากและเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตอีกด้วย นอกจากนี้กระถินยังเจริญเติบโตตามพื้นที่อื่น เช่น ตามริมถนน ตามสองข้างทางรถไฟ และเส้นทางสัญจรถนนหนทางต่างๆทั่วประเทศ เกิดการบดบังทัศนวิสัยของผู้สัญจร และล้มทับเส้นทางจราจร ก่อให้เกิดปัญหาจราจรทางบกขึ้นอยู่เสมอ รัฐบาลต้องเสียงบประมาณไปเป็นจำนวนมากเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากกระถิน (ปรากฏ, 2532) กระถินจึงจัดเป็นวัชพืชที่สร้างปัญหาอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัชพืช จัดเป็นพืชที่ก่อให้เกิดความเสียหายแก่เกษตรกรรมมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับศัตรูพืชชนิดอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากวัชพืชพวกนี้จะเจริญแข่งขันกับพวกที่ปลูก และแก่งแย่งแร่ธาตุ น้ำ และแสงแดด ซึ่งก็ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช นอกจากนี้วัชพืชยังเป็นแหล่งหลบซ่อนของโรคและแมลงศัตรูพืช ที่คอยทำความเสียหายให้แก่พืชที่ปลูก จึงทำให้เกษตรกรต้องสิ้นเปลืองแรงและค่าใช้จ่าย ในการป้องกันกำจัดวัชพืชในปีหนึ่งๆเป็นจำนวนมาก จึงถือได้ว่าวัชพืชเป็นอุปสรรคที่สำคัญในการพัฒนาด้านการเกษตรของประเทศทั้งทางตรงและทางอ้อม (ปัญญา, 2533) ในสหรัฐอเมริกา วัชพืชทำให้เกิดผลเสียหายในแต่ละปี คิดเป็นมูลค่าประมาณ 7.5 พันล้านเหรียญสหรัฐ (Chandler, 1991) การปลูกพืชให้ได้ผลผลิตสูงจึงต้องมีการควบคุมกำจัดวัชพืชในแปลงปลูก ทำให้ต้องใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อลดประชากรวัชพืชให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหาย การควบคุมหรือการจัดการวัชพืชมีหลายวิธี การใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมที่สุด ทั้งนี้เพราะควบคุมวัชพืชได้ผลดี สะดวก ประหยัดเวลา ค่าใช้จ่าย และแรงงาน (พรชัย, 2531) ทั้งนี้ในการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการทำลายแตกต่างกัน ดังนั้น ก่อนที่จะใช้สารกำจัดวัชพืชดังกล่าว เกษตรกรจึงจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลของสารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดให้เหมาะสม โดยเฉพาะวิธีการใช้และการเข้าทำลายของสารเคมี มิฉะนั้นอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่พืชปลูกได้ หรือทำให้การควบคุมและกำจัดวัชพืชไม่ได้ผล (ปัญญา, 2533)

### วัตถุประสงค์

เพื่อทดสอบชนิดของสารกำจัดวัชพืชแบบหลังออก ได้แก่ glyphosate และ 2,4-D ในการควบคุมกระถินยักษ์ที่เป็นวัชพืช

## การตรวจเอกสาร

กระถินเป็นพืชตระกูลถั่ว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Leucaea leucocephala* Lam. และมีชื่อสามัญแตกต่างกันออกไปตามท้องถิ่น เช่น ในประเทศฟิลิปปินส์ เรียกว่า Ipil-ipil ในอินโดนีเซีย เรียกว่า Lamtoto ในลาตินอเมริกาเรียก Guaje, Yaje และ Uasein ในฮาวาย เรียกว่า Koa Haole ส่วนในเปอร์โตริโกเรียกว่า Hediondilla และในประเทศที่เคยเป็นอาณานิคมของอังกฤษมาก่อน เรียกพืชชนิดนี้ว่า Horse tamarind, White popinac และ Lead tree กระถินเป็นพืชที่ปลูกง่าย สามารถเจริญเติบโตในดินเกือบทุกชนิด รวมทั้งดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ ลักษณะโดยทั่วไปเป็นไม้เนื้ออ่อน ลำต้นตั้งตรงแบบเป็นพุ่มจนถึงยืนต้น (เฉลิมพล, 2523)

กระถินมีแหล่งกำเนิดในอเมริกากลางทางประเทศเม็กซิโก กัวเตมาลา และเอลซัลวาดอร์ ต่อมาได้แพร่กระจายไปยังหมู่เกาะแปซิฟิก ประเทศอินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ โดยนักเดินเรือชาวสเปน สำหรับในประเทศออสเตรเลียพบว่ามีกระถินขึ้นทั่วไปตามชายฝั่งตอนเหนือ และตะวันออก ซึ่งเชื่อกันว่าได้นำมาจากประเทศนิวซีแลนด์ และฟิจิ (Hutton and Gray, 1959) สหายันท์ (2524) สันนิษฐานว่ากระถินที่ปลูกอยู่ทั่วไปในประเทศไทยนั้นถูกนำเข้ามาครั้งแรกก่อนสมัยอยุธยา และในปี พ.ศ. 2505, 2509 และ 2510 ได้มีการนำกระถินพันธุ์ต่างประเทศมาทดลองปลูก ซึ่งพันธุ์ที่นิยมปลูกกันแพร่หลายมากคือกระถินพันธุ์ชาวาลดอร์ หรือ ที่เรียกว่า กระถินยักษ์

### ลักษณะพฤกษศาสตร์

กระถินมีลำต้นเป็นลักษณะทรงพุ่มสูงประมาณ 1-1.5 เมตร ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกสองชั้นเรียงสลับยาว 12.5-25 เซนติเมตร แกนกลางยาว 10-20 เซนติเมตร มีขนทั่วไป มีกิ่งแยกแขนง 3-10 คู่ยาว 5-10 เซนติเมตร ก้านแขนงสั้น มีขนประกอบด้วย ใบย่อย 5-20 คู่เรียงตรงข้ามรูปขอบขนานกว้าง 2-5 เซนติเมตร ยาว 0.6-2.1 เซนติเมตร ปลายใบแหลมโคนใบเบี้ยวขอบใบมีขนขึ้น ปกคลุม ส่วนด้านล่างมีนวลของไขมัน ดอกเป็นช่อ ดอกแบบช่อกระจุกแน่น (head) ออกตามง่ามใบ 1-2 ช่อดอก ก้านช่อยาว 2-5 เซนติเมตร กลีบเลี้ยง 5 กลีบยาว 3 เซนติเมตรติดกันเป็นรูประฆังปลายแยกเป็นรูปสามเหลี่ยมเล็กๆ มีขนขึ้นปกคลุม กลีบดอก 5 กลีบ สีขาว รูปช้อนยาว 5 มิลลิเมตร มีขนปกคลุมเช่นกัน เกสรตัวผู้ 10 อัน ก้านชูเกสรตัวผู้ยาว 0.8-1 เซนติเมตร ขนเป็นฝัก (pod) แบนกว้าง 1.4-2 เซนติเมตรยาวประมาณ 20 เซนติเมตรปลายแหลมโคนก้านยาว 0.6-1.3 เซนติเมตร ฝักแก่แล้วแตกตามยาว เมล็ดรูปไข่แบน สีน้ำตาลกว้าง 3-5 เซนติเมตร ยาว 6-9 เซนติเมตร (ดวงพรและรังสิต, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารกำจัดวัชพืช

สารกำจัดวัชพืชหรือที่เรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า “herbicide” นั้น โดยทั่วไปอาจจะเรียกเป็นภาษาไทยที่แตกต่างกันไปได้หลายอย่าง เช่น ยาฆ่าหญ้า ยาปราบหญ้า ยากำจัดวัชพืช หรือ สารกำจัดวัชพืชซึ่งทั้งหมดนี้การใช้คำว่า “สารกำจัดวัชพืช” เป็นชื่อเรียกที่เหมาะสมที่สุด โดยได้มีการเรียกกันอย่างเป็นทางการในสมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย และกองพฤกษศาสตร์และวัชพืช กรมวิชาการเกษตร ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป

สารกำจัดวัชพืช หมายถึง สารเคมีชนิดใด ๆ ก็ตาม ที่นำมาใช้เพื่อฆ่า ทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช ไม่ว่าจะ เป็นในขณะวัชพืชงอกขึ้นมาแล้วหรือยังเป็นเมล็ดอยู่ ตลอดจนขึ้นส่วนต่างๆของวัชพืชที่ขยายพันธุ์ได้ที่อยู่ในดินหรืออยู่บนดิน ในปัจจุบันนับว่าการควบคุมวัชพืชโดยใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นวิธีการที่มีความสำคัญอย่างมาก ทั้งนี้เนื่องจากการปรับปรุงวิธีการปลูก การขยายพื้นที่เพาะปลูก ประกอบกับการเปลี่ยนแปลงสังคมเกษตรไปเป็นสังคมกึ่งการอุตสาหกรรม ทำให้แรงงานในภาคเกษตรกรรมขาดแคลน และมีค่าจ้างแรงงานที่สูงขึ้นทำให้ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน และไม่สามารถทำงานได้ทันเวลากับการเจริญเติบโตของวัชพืช การใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดนั้น ผู้ใช้ต้องมีความรู้ที่เพียงพอ ต้องใช้ให้ถูกต้องและด้วยความระมัดระวัง มิฉะนั้นแล้วสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ อาจจะเป็นอันตรายต่อพืชปลูก มนุษย์ พืช และสัตว์ต่างๆ ตลอดจนสิ่งแวดล้อม

## ความสัมพันธ์ระหว่างพืชและสารกำจัดวัชพืช

โดยทั่วไปแล้วอาจกล่าวได้ว่า เมื่อมีการใช้สารกำจัดวัชพืชในครั้งใดก็ตาม สารกำจัดวัชพืชชนิดนั้นๆ จะมีผลในการทำลายหรือฆ่าวัชพืช ซึ่งในกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสารกำจัดวัชพืชนั้น จะต้องประกอบไปด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. สัมผัสกับส่วนใดส่วนหนึ่งของวัชพืช (come in contact) เช่น ใบ และราก
2. มีการดูดซึมหรือเข้าสู่ภายในต้นวัชพืช (penetrate หรือ absorb )
3. มีการเคลื่อนย้ายสารไปยังจุดที่จะแสดงปฏิกิริยาในการยับยั้ง (reach a living, cellular site; site of action)
4. มีผลยับยั้งหรือทำลายในกระบวนการเจริญเติบโตของพืชหรือวัชพืช (disrupt a vital process or structure)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การจำแนกประเภทของสารกำจัดวัชพืช

โดยทั่วไปแล้วในการจำแนกประเภทของสารกำจัดวัชพืช ได้มีการแบ่งประเภทของสารออกเป็นกลุ่มๆ โดยอาศัยหลักในการจำแนกซึ่งจะแบ่งออกได้หลายวิธี ได้แก่ การแบ่งตามลักษณะวิธีการใช้ (method of application; soil vs. foliar-applied herbicides) การแบ่งตามลักษณะอาการที่ได้รับพิษโดยทั่วไป (general symptoms; contact vs. systemic herbicides) การแบ่งตามลักษณะการเลือกทำลาย (selectivity; non-selective หรือ broadleaf vs. grass control herbicides) การแบ่งตามเวลาที่ใช้ (application timing; pre- vs. post-emergence herbicides) ตลอดจนการแบ่งตามโครงสร้างพื้นฐานทางเคมีและกลไกในการทำปฏิกิริยาทางชีวเคมีภายในต้นพืช (basic chemical structure และ biochemical modes of action of herbicides) เป็นต้น (Ahrens, 1994; Smith, 1995)

### 1. การแบ่งตามลักษณะการเลือกทำลาย (herbicide selectivity) แบ่งได้ 2 กลุ่ม

1.1 ประเภทเลือกทำลาย (selective herbicides) หมายถึงสารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด แต่ไม่มีผลต่อการหรือมีผลน้อยกับพืชบางชนิด สารกำจัดวัชพืชส่วนใหญ่ที่มีจำหน่ายมักจะเป็นพวกที่เลือกทำลาย โดยฆ่าเฉพาะวัชพืชแต่ไม่เป็นพิษต่อพืชปลูก เช่น 2,4-D เป็นสารที่ควบคุมวัชพืชจำพวกใบกว้างได้ผลดี แต่ไม่มีผลต่อวัชพืชพวกวงศ์หญ้า ส่วนสารกำจัดวัชพืช fluazifop และ haloxyfop สามารถควบคุมวัชพืชพวกวงศ์หญ้าได้ดี แต่มีผลน้อยต่อวัชพืชพวกใบกว้าง

1.2 ประเภทไม่เลือกทำลาย (non-selective herbicides) หมายถึง สารที่มีผลในการทำลายทุกชนิด เช่น paraquat, glyphosate และ glufosinate เป็นต้น สารพวกนี้จะทำลายพืชทุกชนิดที่สารสัมผัส การใช้จึงต้องระมัดระวังไม่ให้สารสัมผัสกับพืชปลูก มักนิยมใช้ในพวกไม่ยืนต้น เช่น ยางพารา ปาล์มน้ำมัน สวนผลไม้ และแหล่งที่ไม่ได้ทำการเกษตร

### 2. การแบ่งตามลักษณะวิธีใช้ (method of application) แบ่งได้ 2 กลุ่ม ดังต่อไปนี้

2.1 ประเภทฉีดทางใบ (foliar-applied herbicide) หมายถึง สารซึ่งทำลายพืชโดยมีการใช้ผ่านเข้าสู่ทางใบ (leaf-acting herbicides) เป็นสารกำจัดวัชพืชที่นิยมเรียกว่า “ยาฆ่า” หรือ “สารฆ่า” เช่น glyphosate, glufosinate, paraquat และ 2,4-D เป็นต้น สารประเภทฉีดทางใบ สามารถแบ่งออกตามลักษณะอาการที่พืชได้รับพิษโดยทั่วไป (general symptoms) ได้ 2 กลุ่ม

ก. สารประเภทสัมผัสตาย (contact herbicide) หมายถึง สารที่มีผลเฉพาะในตรงบริเวณของส่วนที่พืชได้รับสารสัมผัสเท่านั้น ทำให้บริเวณที่สารสัมผัสจะแสดงอาการเหลืองซีดและแห้งตายหรือถูกทำลายไปแต่ส่วนอื่นยังคงเจริญเติบโตต่อไป เช่น glufosinate, paraquat และ MSMA เป็นต้น

ข. สารประเภทเคลื่อนย้าย (translocated herbicides) หมายถึง สารซึ่งเมื่อเข้าไปในพืชทางใบแล้ว จะมีการเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่างๆ ภายในต้นพืชได้หลายทิศทาง เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนักผู้ดูแลเนื้อหาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชั้นสูยอดของลำต้น และลงรากหรือหัวใต้ดิน เช่น 2,4-D, glyphosate, imazapyr, triclopyr และ dalapon เป็นต้น

2.2 ประเภทฉีดทางดิน (soil-applied herbicides) หมายถึง สารที่ใช้ฉีดลงบนดินหรือหลังจากฉีดแล้วมีการคลุกเคล้าของสารเข้าไปกับดิน เพื่อทำลายเมล็ดวัชพืชที่กำลังงอกโดยสารจะเข้าสู่ต้นพืชได้ทางรากหรือยอดใต้ดิน(soil-acting herbicides) ส่วนใหญ่แล้วสารพวกนี้จะมีผลตกค้างในดิน ส่วนผลตกค้างจะนานเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของสาร คุณสมบัติของดินและอัตราที่ใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชที่นิยมเรียกว่า “ ยาคุม” หรือ “สารคุม” เช่น alachlor, atrazine, oxyfluorfen, oxadiazon และ pendimethalin เป็นต้น

3. การแบ่งตามลักษณะโครงสร้างพื้นฐานทางเคมี (basic chemical structure) เป็นการจำแนกสารกำจัดวัชพืชตามโครงสร้างพื้นฐานทางเคมี โดยอาศัยลักษณะของโครงสร้างโมเลกุลและตำแหน่งของอะตอมของสารภายในโมเลกุลที่คล้ายคลึงกัน แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

3.1 สารกำจัดวัชพืชที่เป็นอนินทรีย์สาร (Inorganic herbicides) เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ไม่มีอะตอมของธาตุคาร์บอนในโมเลกุล ได้แก่ ammonium sulfamate (AMS), copper sulfate, metaborate และ sodium chlorate เป็นต้น

3.2 สารกำจัดวัชพืชที่เป็นอินทรีย์สาร (organic herbicides) เป็นสารที่มีอะตอมของคาร์บอนเป็นองค์ประกอบอย่างน้อย 1 อะตอม โดยทั่วไปโมเลกุลของสารอินทรีย์ประกอบด้วยธาตุต่างๆ 12 ชนิด ซึ่งธาตุที่พบบ่อยที่สุดได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน ส่วนธาตุอื่นที่อาจจะพบบ้าง ได้แก่ ไนโตรเจน กำมะถัน ฟอสฟอรัส และธาตุในกลุ่มฮาโลเจน

### การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตและโครงสร้างของพืช

ในการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะการเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตและโครงสร้างของพืชหลังจากที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชนั้น ปกติจะอธิบายในลักษณะของอาการที่พืชได้รับพิษ โดยประเมินด้วยสายตา (visual symptoms) ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ (ทศพล, 2545)

1. Burning พืชจะแสดงอาการใบแห้งตาย หลังจากที่ได้รับสารแบบสารสัมผัส ซึ่งในบริเวณถูกสารสัมผัสนั้น จะแสดงอาการใบแห้งไหม้หรือถูกทำลายไปอย่างรวดเร็ว และอาจจะมีการไหม้ขยายแผ่กว้าง เช่น หลังจากที่ได้รับสาร paraquat, ioxynil และ bromoxynil แล้วพืชจะแสดงอาการดังกล่าว

2. Chlorosis หลังจากที่ได้รับสาร พืชจะแสดงอาการใบเหลืองและซีด ซึ่งจะเป็นอาการที่แสดงออกมาในระยะแรกๆ การทำงานของเยื่อหุ้มเซลล์จะถูกรบกวน และพืชจะตายไปในที่สุด เช่น

หลังจากที่พืชได้รับสารในกลุ่ม diphenyl ethers แล้วจะแสดงอาการในลักษณะใบฟอกขาวซีด (bleaching)

3. Necrosis หลังจากที่ได้รับสาร พืชจะแสดงอาการใบไหม้เป็นสีน้ำตาลและดำ ซึ่งจะ เป็นอาการที่แสดงออกมาในระยะหลังต่อจาก chlorosis และต่อมากจะตายไปในที่สุด

### ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช

จากรายงานของนักวิจัยพบว่า แสง ความชื้น และอุณหภูมิ เป็นปัจจัยทางสภาพแวดล้อม ที่มีอิทธิพลต่อการดูดซึมและการเคลื่อนย้ายของสารกำจัดวัชพืช ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพ ในการควบคุมวัชพืชที่ได้รับสารกำจัดวัชพืช นั้น (Hammetton, 1967; Muzik, 1976; Aberg and Stecko, 1976)

ความเข้มแสง (light intensity) แสงนับว่าเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเคลื่อนย้ายของสาร กำจัดวัชพืช สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ฉีดพ่นทางใบส่วนมากจะซึมซาบเข้าสู่ใบและต้นพืชได้ดีในขณะ ที่ความเข้มแสงสูง ดังนั้นการฉีดสารเคมีในสภาพที่มีแสงน้อย ส่วนเคมีอาจซึมซาบเข้าสู่ต้นวัชพืชได้ น้อยและช้า (สมาคมวิทยาการวัชพืชแห่งประเทศไทย, 2525) กิจกรรมของสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ ทางใบจะเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มแสงเพิ่มขึ้นเพราะว่าภายใต้สภาพความชื้นที่เหมาะสมและความเข้ม แสงสูงจะทำให้ปากใบเปิดและทำให้พืชสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นผลทำให้สารกำจัดวัชพืชดูดซึมและ เคลื่อนย้ายได้ดี อย่างไรก็ตามในสภาพที่มีแสงแดดจัดและช่วงแสงยาวก็สามารถเพิ่มการสร้างไข และทำให้ความชุ่มชื้นของใบลดลง ส่งผลต่อการเคลื่อนย้ายและดูดซึมสารกำจัดวัชพืช ในที่สุดก็ จะมีผลต่อประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชได้ (Bukovac, 1976; Muzik, 1976)

ความชื้นของดินและอากาศ (soil moisture and air relative humidity) สารกำจัด วัชพืชหลายชนิดต้องการสภาพความชื้นในดินและในอากาศสูง จึงมีประสิทธิภาพในการดูด ซึมซาบเข้าสู่ใบและต้นได้ดี เช่น glyphosate, dalapon, และ asulam (สมาคมวิทยาการ วัชพืชแห่งประเทศไทย)

ความชื้นดิน มีผลต่อการเจริญเติบโตของวัชพืช ดังนั้นวัชพืชซึ่งได้รับการฉีดพ่นสาร กำจัดวัชพืช ถ้าเจริญเติบโตในสภาพดินมีความชื้นเหมาะสมจะทำให้การทำลายของสารกำจัด วัชพืชเกิดมากขึ้น (พรชัย, 2540)

ความชื้นอากาศ มีผลต่อการระเหยของสารเคมีออกจากผิวดินและใบของวัชพืช ในสภาพที่มี ความชื้นของอากาศต่ำทำให้การระเหยของสารเคมีสูง นอกจากนี้ความชื้นของอากาศยังมีผลต่อการ คายน้ำของพืชและการเคลื่อนย้ายของสารเคมีแบบ apoplast ดังนั้นในสภาพที่ความชื้นอากาศต่ำจะ ทำให้การดูดซึมของใบน้อยลง และพบว่าความชื้นอากาศมีผลต่อการปิด – เปิดของปากใบพืช ซึ่งเป็น ช่องทางหนึ่งของการผ่านสารเคมีเข้าไปในใบพืชด้วย (พรชัย, 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิของอากาศมีผลต่อลักษณะทางสรีรวิทยาของวัชพืช ซึ่งลักษณะทางสรีรวิทยานี้จะมีผลต่อการตอบสนองต่อสารเคมีได้ นอกจากนี้อุณหภูมิของอากาศยังมีผลต่อการคงอยู่หรือสูญเสียของสารเคมีภายหลังการฉีดพ่นลงไปด้วย ในสภาพอุณหภูมิต่ำ สารเคมีพวก dinosep และ bromoxynyl จะถูกดูดซึมเข้าทางใบของพืชน้อยมาก แต่เมื่ออุณหภูมิสูงจะทำให้การเข้าทำลายของสารเคมีโดยผ่านทาง cuticle ได้ดี ถึงแม้จะมีการสูญเสียในสภาพนี้สูงก็ตาม (พรชัย, 2531)

### สารเคมีที่ใช้แบบหลังออก 2,4-D

สารในกลุ่มนี้มีการใช้มานานกว่า 50 ปีแล้ว ในปัจจุบันนี้ก็ยังคงนิยมนำไปใช้กันอย่างกว้างขวางทั่วโลก โดยเฉพาะในสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ซึ่งเป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีการใช้เป็นอันดับ 3 ของประเทศ สำหรับในประเทศไทยในช่วงปี พ.ศ. 2540 มีการใช้มากเป็นอันดับ 2 ของประเทศ นิยมใช้ควบคุมวัชพืชใบกว้างในพืชปลูกชนิดต่างๆ เช่น ข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ ข้าว และอ้อย นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในบริเวณที่ไม่ได้ทำการปลูกพืช ไม้พุ่ม และใช้กับวัชพืชน้ำได้ด้วย สารในกลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืชเนื่องจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นกับพืชเป็นตำแหน่งเดียวกับ auxin นิยมใช้ควบคุมวัชพืชใบกว้างในพืชปลูกใบแคบชนิดต่างๆ กลไกการทำลายของสารนั้น จะเข้าไปทำลายโครงสร้างของพืชและยับยั้งการเจริญเติบโตโดยจะไปมีผลทำให้เกิดการขยาย โป่งพอง ยับยั้งจุดลำเลียงต่างๆ สารในกลุ่มนี้มีลักษณะเป็นสารประเภทเคลื่อนย้ายได้มีความเป็นพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมต่ำ วัชพืชสามารถพัฒนาให้เกิดความต้านทานได้

2,4-D มีชื่อทางเคมีว่า 2,4 - dichlorophenoxy acetic acid จัดเป็นสารในกลุ่ม phenoxys เริ่มมีการสังเคราะห์สารนี้เมื่อปี 1941 ในประเทศสหรัฐอเมริกา และในปี 1944 มีผู้นำ 2,4-D มาใช้ในการกำจัดวัชพืช (Ashton and Craft, 1981) อัมพรและโสภณ (2520) รายงานว่า 2,4-D สามารถใช้กำจัดวัชพืชใบกว้าง และพวงกก รวมทั้งหญ้า โดยใช้เป็นแบบเลือกทำลายในพืชปลูกตระกูลหญ้า เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หญ้าสนามทุกชนิด ด้วยอัตรา 90-270 กรัมต่อไร่ Wilfred *et al.* (1953) รายงานว่า 2,4-D เป็นสารที่มีสมบัติของฮอร์โมน มีผลทำให้พืชเกิดอาการบิดงอ การเจริญเติบโตผิดปกติและทำให้เซลล์ตาย เมื่อพืชได้รับสารจะมีการเคลื่อนย้ายในต้นพืช การเข้าไปในต้นพืชของ 2,4-D เข้าได้ 3 ทางคือ

1. เข้าทางราก โดยการเคลื่อนย้ายผ่านท่อน้ำ (xylem) ไปสู่ใบตามกระแสการคายน้ำของพืช อาจมีการสะสมในเนื้อเยื่อเจริญ เช่น xylem parenchyma และ cambium
2. เคลื่อนใบกับสารคาร์โบไฮเดรต และผ่านท่ออาหาร (phloem) จากที่มีการสังเคราะห์ไปในส่วนที่ใช้และเก็บสะสมคาร์โบไฮเดรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เคลื่อนย้ายผ่านเซลล์โดยตรง จากเซลล์หนึ่งไปอีกเซลล์หนึ่ง โดยผ่านขบวนการ polar mechanism

2,4-D เป็นผลึกสีขาว ละลายนํ้าน้อย แต่ละลายใน aromatic oil ได้พอสมควร และละลายได้ดีใน ethyl alcohol หรือใน organic solvent โดยทั่วไป 2,4-D ที่ใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชมี 3 ชนิด คือ รูปกรด ซึ่งไม่นิยมใช้รูปเกลือ ได้แก่เกลือของ ammonium, potassium, sodium และ alkanulamine ซึ่งเป็นรูปที่ละลายในนํ้าได้ดีมาก และรูปของเอสเทอร์ซึ่งละลายในนํ้ามัน แต่ไม่ละลายนํ้า ดังนั้น จึงต้องผสมสาร emulsifying agents ลงไปด้วย เพื่อให้ละลายนํ้าได้ (Wilfred et al., 1953)

### พฤติกรรมในพืช

การเข้าสู่ต้นพืช สารสามารถเข้าสู่ต้นพืชได้ทั้งทางใบ ราก และลำต้น ดังนี้

1. ทางใบ สารจะเข้าทาง cuticle ผ่านไปยัง stomata หรืออาจเข้าทางช่องเปิดธรรมชาติ พืชที่มี cuticle บาง จะทำให้สารซึมผ่านเข้าไปได้อย่างรวดเร็ว รูปของสารที่เป็น ester form จะเข้าได้ดีกว่า acid form และ salt form การใช้สารจับใบ (surfactant) จะช่วยทำให้เกิดการดูดซับเข้าสู่พืชที่มีประสิทธิภาพดีขึ้น นอกจากนี้ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และขนาดของละอองฝอยที่ฉีดพ่น ก็มีผลต่อการเข้าสู่ต้นพืชด้วย โดยถ้าในดินที่มีค่า pH ต่ำจะซึมซาบเข้าได้ดีกว่าในดินที่มีค่า pH สูง และขนาดของละอองฝอยที่ฉีดพ่นจะมีผลต่อการเกิดความเป็นพิษ (phytotoxicity) ขนาดที่เหมาะสม 72 droplets/inch<sup>2</sup>

2. ทางลำต้น ลำต้นที่มีสีเขียว สารจะเข้าทาง cuticle และ epidermis คล้ายกับใบ ถึงแม้ว่า surface area จะเล็กกว่าใบ แต่การเข้าทางลำต้นก็มีความสำคัญ เนื่องจากปริมาณของสารที่ผ่านเข้าไปจะมีการเคลื่อนย้ายได้เท่ากับหรือมากกว่าทางใบ กรณีที่ลำต้นมีสีน้ำตาล การเข้าสู่ลำต้นจะทำได้ยาก เนื่องจากเปลือกไม้มีความแข็ง สารไม่สามารถซึมผ่านได้ จึงต้องมีการผสมนํ้ามัน เพื่อช่วยในการซึมผ่าน ดังนั้นในกรณีต้นไม้จะใช้วิธีการทาที่เปลือก (basal application) เป็นส่วนใหญ่

3. ทางราก การเข้าสู่รากจะเกิดขึ้นที่บริเวณ root hairs และ cortical cells ที่อยู่หลัง root tip แล้วเข้าสู่ xylem แต่การเคลื่อนย้ายทาง xylem จะจำกัด การเคลื่อนย้าย สารจะเคลื่อนย้ายได้ทั้งทาง phloem และ xylem โดยการเคลื่อนย้ายทาง phloem พบว่าเกิดจากการแพร่ของสารจาก mesophyll เข้าสู่ phloem และจะเคลื่อนย้ายไปที่ส่วนต่างๆ ของพืชโดยจะเคลื่อนย้ายไปพร้อมกับนํ้าตาลที่ได้จากการสังเคราะห์แสง ส่วนการเคลื่อนย้ายผ่านทาง xylem ค่อนข้างจะจำกัด ในสภาพที่มีความชื้นในอากาศสูง จะช่วยทำให้การเข้าสู่ต้นพืช และการเคลื่อนย้ายได้ดีขึ้น

การเข้าทำลาย สารจะสามารถเข้าทำลายพืชทั้งทางรากและทางใบ การเข้าทางใบของสารส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปกรด หรือ ester ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นพวก non polar โดยจะผ่านทาง cuticle ของใบพืชได้อย่างง่ายดาย อย่างไรก็ตาม การเพิ่มสารจับใบลงไปในสารละลายของสารเคมี จะทำ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตเห็นาเบไซบระเขยชนดานการค้ำ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้การเข้าทาง cuticle ของใบดีขึ้น ส่วนการเข้าทางรากของพืช ส่วนใหญ่จะเป็นรูปเกลือต่าง ๆ ซึ่งเป็นพวก polar หรือพวกที่ละลายได้ในน้ำ ปัจจัยที่ควบคุมการเข้าทางรากของพืช ได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน เป็นต้น

กลไกการทำลาย สารจะมีการทำลายพืชได้หลายลักษณะ โดยจะเป็นตัวขัดขวางหรือยังยั้งกระบวนการต่างๆ ในพืชที่สำคัญมากมาย เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ ตลอดจนการแบ่งเซลล์ และการยึดตัวของเซลล์ เป็นต้น โดยจะไปช่วยกระตุ้นให้มีการผลิต nucleic acid และโปรตีนภายในพืชมากขึ้น ถือว่าเป็นตัวทำลาย phloem ทำให้พืชตาย ส่วนของรากและใบจะถูกยับยั้งแกนกลางขยายใหญ่ สำหรับอาการที่พืชได้รับพิษในพืชอ่อนแองจะแสดงอาการใน 3-5 สัปดาห์

การสลายตัวของ 2,4-D (ในรูป acid form)

1. ในพืช การสลายตัวในพืช เมื่อ label ด้วย  $^{14}\text{C}$  เข้าไปในโครงสร้างของสาร แล้วดูการสลายตัว พบว่า มีการสลายตัวมากกว่า 50%

2. ในสัตว์ พบว่าจะมีการขับออกมาทางปัสสาวะ โดยไม่มีการย่อยสลายสาร การศึกษาในกระต่ายเมื่อได้รับสารเข้าไป 120 mg/kg จะปลดปล่อยสารออกมา 44-72% ภายใน 6 ชั่วโมง แต่หลังจากนั้นจะค่อยๆ ขับออกอย่างช้าๆ การศึกษาในน่านมวัว โดยการฉีดพ่นสาร 2,4-D 2 lb/acre ในทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ จะพบสารในน่านม 0.06 ppm โดยสารที่พบจะสูงสุดใน 1-2 วันแรก หลังจากนั้น 7 วัน จะพบน้อยมาก และอีก 24 วัน จะไม่พบเลย นอกจากนี้พบว่ามีการขับออกทางปัสสาวะด้วย

ในจุลินทรีย์ 2,4-D จะสลายตัวภายใน 2-3 สัปดาห์ ส่วนสาร MCPA จะอยู่ได้นานกว่า 2,4-D ความคงทนในดิน มีค่าครึ่งชีวิต 10-12 วัน

### ไกลฟอสเฟต (glyphosate)

สารไกลฟอสเฟตอยู่ในกลุ่ม phosphonates มีชื่อทางเคมีว่า N-(phosphonomethyl) glycine สารไกลฟอสเฟตเป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ฉีดพ่นทางใบ ซึ่งใช้แบบหลังออก (post-emergence) และไม่เลือกทำลาย (nonselective herbicides) สามารถควบคุมวัชพืชอายุฤดูเดียวและหลายฤดู รวมทั้งวัชพืชที่มีรากลึก อาการเป็นพิษแสดงให้เห็นหลังจากการฉีดพ่น จะปรากฏอาการใน 7-10 วันหลังจากการฉีดพ่นสำหรับวัชพืชอายุหลายฤดู แต่ถ้าเป็นวัชพืชอายุฤดูเดียวจะแสดงอาการให้เห็น 2-4 วันหลังจากการฉีดพ่น (รังสิต, 2531ก.) ปัจจุบันมีการนำมาใช้ในการควบคุมวัชพืชที่ควบคุมยากและวัชพืชอายุข้ามปี เช่น หญ้าคา แห้วหมู และไมยราบยักษ์ เป็นต้น

Tharawanich (1975) แนะนำว่า การใช้สารไกลฟอสเฟตให้ได้ผลดีควรฉีดพ่นในขณะที่ต้นวัชพืชกำลังงอกงามดี ได้รับน้ำเพียงพอและไม่ออกดอก มีสภาพความชื้นในอากาศสูง อุณหภูมิต่ำ และใบวัชพืชไม่เปียกมากเกินไป จะทำให้สารเคมีมีประสิทธิภาพดีขึ้น นอกจากนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ตามการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สารจับใบหรือผสมกับปุ๋ยบางชนิด เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต ก็ช่วยให้ไกลฟอสเฟตควบคุม  
 วัชพืชมได้ดียิ่งขึ้น (Suwanamek and Parker, 1975)

### กลไกการทำลายของไกลฟอสเฟต

สิ่งที่สำคัญของกลไกการทำลายคือ จุดแรกที่เกิดปฏิกิริยา (primary site of action) ในระดับ  
 เซลล์หรือโมเลกุลซึ่งไปเกี่ยวข้องกับสรีรวิทยา และมีผลเพียงพอที่จะทำให้วัชพืชตายได้ ไกลฟอสเฟตเป็น  
 สารที่ไม่เลือกทำลาย และพบว่าตำแหน่ง ตลอดจนอาการตอบสนองในพืชต่างๆ ต่อการใช้สารนี้ใน  
 อัตราต่างๆ กันให้ผลต่างกัน เช่น ยับยั้งการขยายขนาดของใบถั่วผี (*Phaseolus vulgaris*) (Brecke,  
 1976) ไปเร่งการเกิด lateral root ในหญ้าแพรง (*Cynodon dactylon* L.) (Fernandez, 1976) Jaworski  
 (1972) รายงานว่า ไกลฟอสเฟตอาจไปยับยั้งหรือระงับการทำงานของเอนไซม์ chorismate mutase  
 และ/หรือ prephenate dehydratase ซึ่งเอนไซม์ทั้งสองมีส่วนในการสังเคราะห์ aromatic amino  
 acids และ intermediates ในการสังเคราะห์สาร phenolic compounds ที่เกิดขึ้นในพืชนั้น พบว่า สาร  
 นี้ส่วนใหญ่จะไปมีผลในการชักนำทั้งทางตรงและทางอ้อม Duke and Hoagland (1979) พบว่า  
 ไกลฟอสเฟตมีผลในการชักนำกิจกรรมของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL) ซึ่งทำ  
 หน้าที่เปลี่ยนแปลง phenylalanine ที่จะไปสร้างโปรตีนนั้น ให้เปลี่ยนเป็น phenolic compounds  
 รังสี (2531x.) รายงานว่า ไกลฟอสเฟตเข้าทำลายพืชโดยยับยั้งการสร้างกรดอะมิโนที่เป็นอะโร  
 มาติก (aromatic amino acid) ซึ่งคาดว่ายับยั้งการทำงานของเอนไซม์ EPSP synthase ใน  
 shikimic acid pathway โดยยับยั้งการสร้างกรดอะมิโน 3 ชนิด คือ phenylalanine, tryptophan  
 และ tryptophane ซึ่งเป็นกรดอะมิโนเริ่มต้นที่สำคัญในการสังเคราะห์สารชนิดอื่นๆ ของพืช เช่น  
 โปรตีน ฟีนอล เป็นต้น

### การเคลื่อนย้ายไกลฟอสเฟต

ไกลฟอสเฟตสามารถเคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็วโดยผ่านเซลล์ที่มีชีวิต (symplast) ของพืชได้  
 เป็นระยะทางไกลการเคลื่อนย้ายในระยะสั้นอาจเกิดขึ้นได้โดยการเคลื่อนย้ายจากเซลล์หนึ่งผ่าน  
 protoplasm และ plasmodesmata การเคลื่อนย้ายผ่านเซลล์ที่ไม่มีชีวิต (appoplast) อาจเกิดขึ้น  
 ได้เช่นกัน (Fernandez, 1976) แต่การเคลื่อนย้ายส่วนใหญ่จะเป็นแบบ symplasmic โดยอาศัย  
 ความสัมพันธ์ sink-source ในต้นกล้าเกิดขึ้นทั้งในส่วนของลำต้นและราก ในวัชพืชข้ามปี  
 คาร์โบไฮเดรตที่ถูกเก็บไว้จะหมดไปในช่วงแรกของการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช จึงมีการ  
 เคลื่อนย้ายอาหารสะสมจากส่วนใต้ดินไปยังใบอ่อน Tanphipat and Appleby (1990) กล่าวว่า  
 ระยะการเจริญเติบโตของ Bulbous oatgrass (*Arrhennatherum elatius* var. bulbosum) มีผล  
 ต่อการเคลื่อนย้ายของ  $^{14}\text{C}$  ไกลฟอสเฟตจากใบพืชไปยังส่วนต่างๆ ของ bulbous oatgrass ต่างกัน  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเฉพาะหัวและไหลใต้ดินที่กำลังเจริญเป็นต้นใหม่ ในแห้วหมู ไกลฟอสเฟตเคลื่อนย้ายทาง symplast ไปกับสารที่สังเคราะห์ได้ทางใบพืช สารนี้จะไม่เป็นพิษต่อพืชเมื่อลงสู่ดิน เพราะอนุภาคดินดูดยึดไว้อย่างหนาแน่นและถูกจุลินทรีย์ดินย่อยสลายได้ง่าย ไกลฟอสเฟตจะถูกย่อยสลายในพืชชั้นสูงได้เข้ามามาก ในแห้วหมูไม่พบว่ามี การย่อยสลายไกลฟอสเฟตใน 16 วันหลังจากการฉีดพ่น (Zandstra and Nishimoto, 1977) ส่วน Thomson ( 1983) รายงานว่า การเคลื่อนย้ายของ ไกลฟอสเฟตมีการเคลื่อนย้ายทางท่อน้ำและท่ออาหารโดยเคลื่อนย้ายจากใบพืชไปยังส่วนต่างๆของ ต้นพืช รวมทั้งส่วนที่อยู่ใต้ดิน เช่น ไหลใต้ดิน (rhizome) และหัวใต้ดิน (tuber) เป็นต้น และมีการเคลื่อนย้ายไปยังบริเวณที่มี metabolic activity สูงซึ่งจะเข้าไปทำลายจุดเจริญของพืชทั้งส่วนยอด และราก

### ปัจจัยที่มีต่อผลการใช้สารกำจัดวัชพืชไกลฟอสเฟต

สภาพแวดล้อม พืช และสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดวัชพืช มักเกิดปฏิกริยาร่วมกันซึ่งเป็นปฏิกริยาที่สลับซับซ้อนและยุ่งยากหลายอย่าง ความรู้ความเข้าใจในปัจจัยที่จะมีผลเกี่ยวข้องกับ การให้ยาจะช่วยให้การใช้สารกำจัดวัชพืชไกลฟอสเฟตได้ผลดีถึงขีดสูงสุดได้ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

อุณหภูมิ เป็นตัวการสำคัญในการกำหนดการสร้าง การเคลื่อนย้ายและ metabolic activity ของคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นอุณหภูมิจึงมีอิทธิพลทำให้พืชมีความไวต่อไกลฟอสเฟต มีรายงานชี้ให้เห็นว่า พืชมีความไวต่อไกลฟอสเฟตเมื่อได้รับอุณหภูมิต่างกัน พบว่า ไกลฟอสเฟตจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่อใช้ ในสภาพที่มีอุณหภูมิต่ำ (Baird *et al.*, 1971; Behrens and Elakkad, 1972; Caseley, 1975; Tharawanich and Linscott, 1975; Fernandez, 1976) อย่างไรก็ตาม มีบางรายงานแสดงให้เห็นว่าใช้ ได้ผลดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (McWhorter, 1974; Suwanketnikom and Penner, 1976; Jordan, 1977) จากรายงานต่างๆ แสดงให้เห็นว่าผลของอุณหภูมิที่มีต่อประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช น่าจะ เกี่ยวข้องกับชนิดของวัชพืชและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ผลของการใช้สารกำจัด วัชพืชจะคงที่เฉพาะใน quackgrass ภายใต้สภาพอุณหภูมิต่ำ ในขณะที่ johnsongrass จะเกิดความ ผันแปร ส่วนใน yellow nutsedge และหญ้าแพรงต้องการสภาพอบอุ่นในการกระตุ้น

ฝน มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของไกลฟอสเฟตเป็นอย่างมาก จากการตรวจเอกสารพบว่าการ เกิดฝนในทันทีหลังการใช้สารกำจัดวัชพืชไม่เกิน 8 ชั่วโมง ทำให้ประสิทธิภาพการควบคุมวัชพืชลดลง (Baird *et al.*, 1971; Spumier, 1973; Fernandez, 1976) ฝนจะมีผลต่อสารกำจัดวัชพืช เฉพาะในช่วง 4 ชั่วโมงหลังการใช้สารกำจัดวัชพืช (Baird and Begeman, 1972) และอาจจำเป็นต้องพ่นสารกำจัด วัชพืชซ้ำ ถ้าหากมีฝนตกหนักในช่วง 2 ชั่วโมงหลังการใช้สารกำจัดวัชพืช (Caulder, 1973) ปริมาณน้ำฝนแค่ 2 มิลลิเมตรที่ตกลงทันทีหลังการใช้สารกำจัดวัชพืชทำให้การควบคุมกำจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*Abutylon theophrasti* Medic. ไม่ได้ผล (Behrens and Elakkad, 1972) ฉะนั้นการใช้สารกำจัดวัชพืชในช่วงที่มีฝนตกจึงไม่ได้ผล

ความชื้นสัมพัทธ์ การดูดซึมน้ำของพืชจะเกิดขึ้นได้มากเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์สูง (Caseley, 1972; McWhorter, 1974; Davis, 1976) การใช้ยาในการควบคุมหญ้าแห้วหมูในไร่ฝ้ายจะได้ผลเต็มที่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 40 เปอร์เซ็นต์ จะให้ผลต่ำสุด (Wills, 1974) ประสิทธิภาพของยาจะสูงเมื่อมีความชื้นสัมพัทธ์สูง เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายผ่าน cuticle นอกจากนี้ความชื้นอยู่มากทำให้หยดยาที่พ่นแห้งช้าลง (Caseley, 1972) และปากใบเปิด (Richardson, 1977)

ความชื้นในดิน ในสภาพที่ขาดน้ำพืชสามารถทนทานต่อการใช้สารกำจัดวัชพืชในอัตราสูงได้ดี จากการทดลองพบว่า quackgrass, alfalfa และหญ้าแพรก จะตอบสนองต่อไกลโฟเสทน้อยมากเมื่อขาดน้ำ (Davis and Fawcett, 1977) หญ้าแพรกที่ปลูกในดินที่มีความชื้นต่ำ ปลายใบจะม้วนจะมีลักษณะคล้ายเข็ม ทำให้พื้นที่ใบที่จะรับยาลดลง ทำให้ต้องเพิ่มอัตรายาให้มากขึ้น 20 – 50 เปอร์เซ็นต์ของอัตราปกติ (Caulder, 1973; Fernandez, 1976) ส่วนการควบคุม yellow nutsedge ความชื้นในดินจะไม่มีผลเลย (Suwanketnikom and Panner, 1978) ทั้งนี้เนื่องจากพืชแต่ละชนิดที่นำมาศึกษามีความทนทานต่อสภาพแห้งแล้งมากน้อยต่างกัน

แสง จากการศึกษาในวัชพืชข้ามปีหลายชนิดชี้ให้เห็นว่า ปริมาณความเข้มของแสงสูงจะทำให้ประสิทธิภาพการใช้สารกำจัดวัชพืชสูงขึ้น (Davis, 1976) พืชแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อไกลโฟเสทที่ระดับความเข้มของแสงแตกต่างกัน เช่น quackgrass จะตอบสนองเมื่อความเข้มของแสงสูงสุด (Davis and Fawcett, 1977)

ยาจับใบ (surfactant) มีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของไกลโฟเสท จากการศึกษาในแห้วหมูพบว่าการใช้สารกำจัดวัชพืชไกลโฟเสท อัตรา 1 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ผสมกับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ยาจับใบจะทำให้การควบคุมกำจัดได้ผลเพิ่มขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับการใช้สารกำจัดวัชพืชอย่างเดียว (Wills, 1973)

ปริมาณน้ำยาต่อพื้นที่ (spray volume) มีผลต่อคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของสารกำจัดวัชพืชที่พ่นออกไป เนื่องจากการให้การเปลี่ยนแปลงอัตราปริมาณสารกำจัดวัชพืช ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืช มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณน้ำ โดยทั่วไปความเป็นพิษต่อพืช (phytotoxicity) ลดลงเมื่อใช้ปริมาณน้ำมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้สารกำจัดวัชพืชอัตราต่ำการใช้ยาใน quackgrass และ johnsongrass ได้ผลดีเมื่อใช้ปริมาณต่ำ (Baird et al., 1971) ยาไกลโฟเสทนี้ควรจะใช้ปริมาณน้ำประมาณ 150 – 200 ลิตรต่อเฮกตาร์จะเหมาะสมที่สุด (Wills, 1973; Sandberg, Meggitt and Penner, 1976) ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชจะมากขึ้นเมื่อฉีดพ่นให้ละอองสารกำจัดวัชพืชมีขนาดเล็กลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้การกระจายของตัวสารกำจัดวัชพืชผ่านเข้าไปในใบได้ดีขึ้น ความเข้มข้นของตัวสารกำจัดวัชพืชเหมาะสม และไม่ระเหยได้ง่าย

การใช้ไกลโฟเสทร่วมกับสารกำจัดวัชพืชอื่นจะทำให้ประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชลดลง (antagonism) โดยจะไม่จำกัดเฉพาะกำจัดวัชพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง (Carpenter, 1974) การใช้ไดยูรอนพร้อมกับไกลโฟเสท และการใช้ก่อน หรือหลัง 2 วัน ทำให้ประสิทธิภาพของไกลโฟเสทลดลง (Arenstein, 1976) ซึ่งตรงกับผลการทดลองของ Andrew *et al.* (1974) พบว่าการใช้ไดยูรอนหลังไกลโฟเสท 1 วัน แล้วใช้ไกลโฟเสทอีกครั้งหนึ่งก็ไม่อาจลบล้าง antagonism ในการควบคุมกำจัดหญ้าแพรกได้ ซึ่งชี้ให้เห็นว่าเกิด antagonism ตั้งแต่อยู่ในใบพืช อย่างไรก็ตาม ถ้ายืดเวลาการใช้ยาออกไปมากกว่า 24 ชั่วโมง ไกลโฟเสทจะเคลื่อนย้ายเข้าไปในต้นได้อย่างสมบูรณ์ (Appleby and Sambhi, 1978) นอกจากนี้ยังพบว่าแอนทราซินสามารถลดประสิทธิภาพของยาไกลโฟเสทที่ใช้ในข้าวโพดได้ จากการทดลองในสภาพไร่ชี้ให้เห็นว่าแอมโมเนียมซัลเฟตสามารถทำลาย antagonism จากการใช้ triazine ร่วมกับไกลโฟเสท (Monsanto, 1979) antagonism ที่เกิดขึ้นในการใช้ไกลโฟเสทนั้นมีรายงานว่าเกิดจากการที่น้ำที่ใช้ในการฉีดยานั้นประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุ หรือเม็ดดิน เมื่อใช้ montmorillonite หรืออินทรีย์วัตถุ 1 เปอร์เซ็นต์เพิ่มเข้าไปในไกลโฟเสท ในอัตรา 11 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ฉีดที่ต้นข้าวโพดอายุ 6 สัปดาห์ โดยมีปริมาณน้ำ 187 ลิตรต่อเฮกตาร์ จะไปลดความเป็นพิษลง 80-90 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตาม ผลอันนี้จะไม่เกิดขึ้นแต่อย่างใดเมื่อใช้ kaolinite 1 เปอร์เซ็นต์แทน montmorillonite (Rieck *et al.*, 1974)

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เมล็ดพันธุ์กระถินยักษ์
2. สารกำจัดวัชพืช 2 ชนิด คือ glyphosate อัตราแนะนำ 480 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ และ 2,4-D อัตราแนะนำ 120 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่
3. ดินปลูก (เป็นดินผสมระหว่างดินเหนียว ทรายและปุ๋ยอินทรีย์) อัตรา 2:1:1
4. ภาชนะขนาด 6 นิ้ว สีดำ จำนวน 50 ใบ จอบ พลั่ว ปุ๋ยสูตร 46-0-0
5. เครื่องพ่นสารกำจัดวัชพืชประเภทใช้น้ำน้อย CAD และเครื่องมือสำหรับผสมสารกำจัดวัชพืช เช่น กระจบกดวง ปีกเกอร์ ขวดพลาสติก
6. เครื่องชั่งน้ำหนัก ยี่ห้อ Meter รุ่น AJ100 (บริษัท Sartorius Germany) และตู้อบ WTB binder รุ่น F 115 (บริษัท WTB binder Tuttlingen Germany)

### วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ นำดินปลูกบรรจุลงภาชนะพลาสติกสีดำขนาด 6 นิ้ว จำนวน 50 ใบ นำเมล็ดพันธุ์กระถินยักษ์มาเพาะลงในภาชนะที่บรรจุดิน โดยฝังเมล็ดให้ลึกลงไปในดินประมาณ 2 เซนติเมตร จำนวนภาชนะละ 4 เมล็ด วางภาชนะไว้กลางแจ้งเพื่อได้รับแสงเต็มที่ รดน้ำให้ชุ่ม จนกระทั่งเมล็ดกระถินยักษ์เริ่มงอกโผล่พ้นดิน หลังจากที่กระถินยักษ์โผล่พ้นดินประมาณ 7 วัน ทำการถอนแยกต้นกล้ากระถินยักษ์ที่เหลือจำนวน 2 ต้นต่อภาชนะ ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืช เมื่อกระถินยักษ์อายุ 3 สัปดาห์หลังจากงอก โดยใช้สารกำจัดวัชพืช 2 ชนิด คือ glyphosate และ 2,4-D สารดังกล่าวถูกใช้ในอัตรา 1.0 และ 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ และส่วนผสมสารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดอัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (อัตราแนะนำของสาร glyphosate และ 2,4-D เท่ากับ 240 และ 60 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ตามลำดับ)

ทำการพ่นสารกำจัดวัชพืชช่วงเช้าในขณะที่ลมสงบ โดยใช้เครื่องพ่นน้ำน้อย CAD โดยใช้หัวฉีด (หัวฉีดสี่ส้อม) อยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 30 เซนติเมตร และใช้ค่าปริมาณน้ำยาต่อไร่ (spray volume) ของ CAD เมื่อติดตั้งบนรถเท่ากับ 21.68 ลิตรต่อไร่ ใช้ในการฉีดพ่น 2,4-D และ glyphosate กับกระถินยักษ์ที่มีระยะการเจริญเติบโต 3 สัปดาห์หลังจากงอก การพ่นสารใช้อัตราความเข้มข้นที่กำหนด สำหรับการดูแลรักษาตลอดการทดลอง รดน้ำให้ชุ่ม ทุกวันใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 ในอัตรา 6 กรัมต่อหลุม โดยมีกรรมวิธีการทดลองดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- T1 = กรรมวิธีที่ 1 glyphosate อัตรา 1.0 เท่าของอัตราแนะนำ  
 T2 = กรรมวิธีที่ 2 glyphosate อัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ  
 T3 = กรรมวิธีที่ 3 2,4-D อัตรา 1.0 เท่าของอัตราแนะนำ  
 T4 = กรรมวิธีที่ 4 2,4-D อัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ  
 T5 = กรรมวิธีที่ 5 glyphosate ผสมกับ 2,4-D ใช้สารแต่ละชนิด 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ  
 T6 = ไม่มีการพ่นสารกำจัดวัชพืช (control)

## วิธีการคำนวณ

การคำนวณ spray volume เพื่อใช้กับการฉีดพ่นระบบน้ำน้อย CDA

การคำนวณปริมาณฉีดพ่นต่อหน่วยพื้นที่ (spray volume) เพื่อใช้กับเครื่องฉีดพ่นระบบน้ำน้อย ดังนี้ (พรชัย, 2531)

1. หาระยะที่ใช้ตามระยะทางที่กำหนด: เครื่องฉีดพ่นระบบน้ำน้อย micron herbi-4 และถังพลาستيكบรรจุน้ำติดตั้งบนรถขนาดเล็กซึ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสม่ำเสมอ ให้รถเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงบนระยะทางที่กำหนดไว้ คือ 10 เมตร บันทึกเวลาที่ใช้ในแต่ละเที่ยว ทำซ้ำ 3 ครั้ง และหาค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 46 วินาที

2. วัดความกว้างของละอองสารในการฉีดพ่น: หัวฉีดสี่เหลี่ยมติดอยู่กับจานที่หมุนด้วยความเร็วคงที่ของเครื่องฉีดพ่นระบบน้ำน้อย และอยู่สูงจากระดับพื้นดินประมาณ 50 เซนติเมตร ดังนั้นน้ำจะตกลงพื้นที่เมื่อทำการฉีดพ่นแล้วเป็นบริเวณกว้าง 1.8 เมตร

3. คำนวณอัตราไหลของสาร: โดยนำแก้วตวงมารองใต้หัวฉีดแล้วปล่อยให้ น้ำไหลออกมา จับเวลา 46 วินาที เพื่อหาปริมาตรที่ไหลออกมา ทำซ้ำ 3 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

4. คำนวณ spray volume:

$$\text{พื้นที่ฉีด} = 10 \times 1.8 = 18 \text{ ตารางเมตร}$$

ใช้เวลาในการเดินฉีด 46 วินาที

จากการทดลองจับเวลา และวัดปริมาตรน้ำ พบว่า น้ำที่ไหลออกในช่วงเวลา 46 วินาทีเท่ากับ 244 มิลลิลิตร (0.244 ลิตร)

แสดงว่าในพื้นที่ 18 ตารางเมตร มีปริมาตรสาร 0.244 ลิตร

ถ้าพื้นที่ 1,600 ตารางเมตร จะมีปริมาตรสาร

$$(0.244 \times 1,600) / 18 = 21.68 \text{ ลิตร}$$

ดังนั้นปริมาณน้ำยาต่อไร่ (spray volume) จึงมีค่าเป็น 21.68 ลิตร

**การบันทึกผลการทดลอง**

1. ประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืช ต่อกระถินยักษ์ ภายหลังจากพ่นสาร 1, 3, 5, 7, 9 และ 11 วัน ด้วยสายตาโดยให้คะแนนเป็นเปอร์เซ็นต์ตามวิธีของ Bryan (1977)
2. หาน้ำหนักแห้ง โดยตัดต้นกระถินยักษ์ที่ระดับเสมอผิวดิน แล้วนำมาอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 2 วัน หรือจนกระทั่งน้ำหนักคงที่ โดยสามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งได้จากสูตร (Dortenzio and Norris, 1980)

$$DWP = \frac{(DW_t - W_0)}{(DW_c - W_0)} \times 100$$

- DWP = เปอร์เซนต์น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินของพืชที่ถูกฉีดพ่นเปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ถูกฉีดพ่น
- $DW_t$  = น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินของพืชที่ถูกฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ณ วันเก็บเกี่ยว
- $DW_c$  = น้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินของพืชที่ไม่ฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ณ วันเก็บเกี่ยว
- $W_0$  = น้ำหนักแห้งที่อยู่เหนือดินของพืชที่ไม่ถูกฉีดพ่นสารกำจัดวัชพืช ณ วันพ่นสารกำจัดวัชพืช

**สถานที่ทำการทดลอง**

ทำการทดลองที่แปลงปลูกพืชของภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ระยะเวลาที่ทำการทดลอง**

เดือนพฤศจิกายน 2550 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2551

102715

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 แสดงเปอร์เซ็นต์การควบคุมวัชพืชและความเป็นพิษต่อพืชปลูก (Bryan, 1977)

เปอร์เซ็นต์	ลักษณะที่แสดงออก
0	ไม่สามารถควบคุมวัชพืชได้
10	ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชต่ำมาก
20	ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชต่ำ พืชปลูกสีซีด แคระแกรน
30	ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชต่ำ ถึงมีบ้างเล็กน้อย พืชปลูกมีอาการเป็นพิษมากขึ้น
40	ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชมีเพียงเล็กน้อย พืชปลูกมีอาการเป็นพิษปานกลาง แต่กลับคืนสู่สภาพปกติได้
50	ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชมีเพียงเล็กน้อยถึงปานกลาง พืชปลูกมีอาการเป็นพิษเพิ่มขึ้น และมีปัญหาในการกลับคืนสู่ปกติ
60	ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชปานกลาง พืชปลูกมีอาการเป็นพิษเพิ่มขึ้น และไม่สามารถคืนสู่ปกติได้
70	ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชน้อยกว่าระดับความน่าพอใจ พืชปลูกได้รับพิษรุนแรง และผลผลิตลดลง
80	ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ในระดับความน่าพอใจ พืชปลูกถูกทำลายเกือบหมด มีเพียงเล็กน้อยที่เหลือรอดอยู่
90	ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชอยู่ในระดับดีถึงดีมาก พืชปลูกถูกทำลายเกือบสมบูรณ์มากขึ้น
100	ควบคุมวัชพืชได้อย่างสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ความเป็นพิษของสาร glyphosate และ 2,4-D ที่มีผลต่อกระดิ่งยักษ์

การประเมินความเป็นพิษของสาร 2,4-D เมื่อพ่นในอัตรา 1.0 และ 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (120 และ 60 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ตามลำดับ) ให้กับกระดิ่งยักษ์ พ่นเมื่อกระดิ่งยักษ์มีอายุ 3 สัปดาห์หลังออก (ตารางที่ 2) พบว่าภายหลังจากพ่นสาร 3 วันพบว่ากระดิ่งยักษ์แสดงอาการเป็นพิษ โดยที่ใบแสดง อาการเป็นพิษสีซีด และแคะแกระนเล็กน้อย คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความเป็นพิษได้ 10 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาภายหลังจากพ่นสาร 7 วัน กระดิ่งยักษ์แสดงอาการเป็นพิษเพิ่มขึ้นเป็น 20 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังจากพ่น 13 วัน กระดิ่งยักษ์แสดงอาการเป็นพิษเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย กระดิ่งยักษ์ไม่ตาย และ น่าจะเจริญเติบโตต่อไปได้

การใช้ glyphosate เมื่อพ่นในอัตรา 1.0 เท่าของอัตราแนะนำ (480 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) ให้กับกระดิ่งยักษ์อายุ 3 สัปดาห์หลังออก (ตารางที่ 2) พบภายหลังจากการพ่นสาร 3 วัน กระดิ่งยักษ์แสดงอาการเป็นพิษ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยใบแสดงอาการสีซีดและเหี่ยว จากนั้นหลังจากพ่นสาร 5 วัน กระดิ่งยักษ์แสดงอาการเป็นพิษเพิ่มมากขึ้นเป็น 60 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ (กระดิ่งยักษ์ตาย) แสดงอาการเป็นพิษโดยใบและลำต้นเหี่ยวแห้งมากจนไม่สามารถคืนสู่ปกติได้หลังจากพ่นสารเพียง 7 วัน

การใช้ glyphosate เมื่อพ่นในอัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) ให้กับกระดิ่งยักษ์อายุ 3 สัปดาห์หลังออก (ตารางที่ 2) พบภายหลังจากการพ่นสาร 3 วัน กระดิ่งยักษ์แสดงอาการเป็นพิษ 30 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นหลังจากพ่นสาร 5 วัน กระดิ่งยักษ์แสดงอาการเป็นพิษเพิ่มมากขึ้นเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ และเพิ่มขึ้นเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ แสดงอาการเป็นพิษโดยใบ และลำต้นเหี่ยวแห้งมากจนไม่สามารถคืนสู่ปกติได้หลังจากพ่นสารเพียง 9 วัน และกระดิ่งยักษ์ตายหลังพ่นสาร 11 วัน

การใช้ glyphosate อัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) ผสมกับ 2,4-D อัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (60 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) พ่นให้กับกระดิ่งยักษ์อายุ 3 สัปดาห์หลังออก พบว่า ภายหลังจากการพ่นสาร 5 วัน กระดิ่งยักษ์แสดงอาการเป็นพิษ โดยใบแสดงอาการสีซีดและเหี่ยว อาการเป็นพิษอยู่ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ และแสดงอาการเป็นพิษเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับและ กระดิ่งยักษ์ตายหลังพ่นสาร 9 วัน

### น้ำหนักแห้งของกรดอินทรีย์(เมื่อเปรียบเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของ control)

เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักแห้งส่วนเจริญทางลำต้น โดยเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของส่วนที่ถูกฉีดพ่นกับส่วนที่ไม่ถูกฉีดพ่นของกรดอินทรีย์ ในสารกำจัดวัชพืชชนิดและอัตราที่ต่างกัน (ตารางที่ 3) พบว่ากรดอินทรีย์ เมื่อฉีดพ่นสาร glyphosate อัตรา 1.0 เท่าของอัตราแนะนำ (480 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) และที่อัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง 0.22 และ 0.25 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ส่วนสารกำจัดวัชพืช 2,4-D ที่อัตรา 1.0 เท่าของอัตราแนะนำ (120 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) และที่อัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (60 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง 0.40 และ 0.44 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และ เมื่อนำสาร 2,4-D อัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (60 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) ผสมกับสาร glyphosate อัตรา 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ (240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่) ฉีดพ่นให้กับกรดอินทรีย์จะมีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง 0.28 เปอร์เซ็นต์ และจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้ง พบว่าสารกำจัดวัชพืช glyphosate มีแนวโน้มเกิดความเป็นพิษต่อกรดอินทรีย์มากที่สุด (น้ำหนักแห้งน้อยที่สุด) เมื่อเปรียบเทียบกับสารอื่น



**ตารางที่ 2** แสดงความเสียหาย (เปอร์เซ็นต์) ของกระถินยักษ์ ภายหลังจากฉีดพ่นสาร glyphosate และ 2,4-D ที่ระยะการเจริญเติบโต 3 สัปดาห์หลังจาก

สารกำจัดวัชพืช	อัตราแนะนำ (เท่า)	จำนวนวันหลังพ่นสาร(วัน)							
		1	3	5	7	9	11	13	
Glyphosate	0.5	10	30	50	60	80	100	100	
Glyphosate	1	10	30	60	100	100	100	100	
2,4-D	0.5	0	10	10	20	20	20	30	
2,4-D	1	0	10	10	20	30	30	30	
Glyphosate+2,4-D	0.5+0.5	10	30	50	80	100	100	100	

ตารางที่ 3 น้ำหนักแห้งส่วนเหนือดิน (เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับ control) ของกระถินยักษ์ ภายหลังจากพ่นสาร glyphosate และ 2,4-D ในอัตราต่างๆกัน

สารกำจัดวัชพืช	อัตราแนะนำ (เท่า)	น้ำหนักแห้งส่วนเจริญทางลำต้น(กรัม/กระถาง)
Glyphosate	0.5	0.25 a
Glyphosate	1	0.22 b
2,4-D	0.5	0.44 c
2,4-D	1	0.40 d
Glyphosate+2,4-D	0.5+0.5	0.28 e

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กที่เหมือนกันในแนวดิ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ตามวิธีวิเคราะห์แบบ DMRT

## สรุป

การใช้สาร glyphosate (อัตรา 0.5 หรือ 1.0 เท่าของอัตราแนะนำ) และส่วนผสมของสารทั้ง glyphosate และ 2,4-D (อัตราละ 0.5 เท่าของอัตราแนะนำ) จัดพ่นกระถินยักษ์อายุ 3 สัปดาห์หลังออก พบว่าทุกอัตรามีผลทำให้กระถินยักษ์แสดงอาการเป็นพิษ และตายภายใน 7-11 วัน หลังพ่นสารกำจัดวัชพืช โดยการให้ glyphosate อย่างเดียว มีแนวโน้มทำให้กระถินยักษ์แสดงอาการเป็นพิษเร็วที่สุด

จากการทดลองทำให้ทราบว่าสาร 2,4-D ไม่มีประสิทธิภาพในการควบคุมกระถินยักษ์ เนื่องจากภายหลังจัดพ่นสารได้ 13 วัน กระถินยักษ์แสดงอาการเป็นพิษเพียงเล็กน้อย (กระถินยักษ์ไม่ตายและน่าจะเจริญเติบโตต่อไปได้)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- เกียรติเกษร กาจนพิสุทธิ์ และ คณะกลุ่มเกษตรสัญจร.2542. วัชพืช.บีเอสกรุ๊ป.กรุงเทพฯ.53หน้า.  
กอบแก้ว ตรงคงสิน. 2533. พิมพ์ครั้งที่1. พืชอาหารสัตว์เขตร้อน.โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.  
กรุงเทพฯ.หน้า 113.
- เฉลิมพล แรมเพชร. 2523. กระจิน : พืชที่มีคุณค่าสำหรับเขตร้อน.ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตร-  
ศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เฉลิมพล แรมเพชร. 2530. พิมพ์ครั้งที่ 1. หญ้าและถั่วอาหารสัตว์เมืองร้อน. โอ.เอส.พรินติ้ง แฮ้าส์.  
กรุงเทพฯ.หน้า 133 - 136.
- ชาญชัย มณีดุลย์. 2511. บันทึกประวัติการนำพันธุ์พืชอาหารสัตว์เข้าประเทศ.สัตวแพทยสาร. 19(1)  
หน้า 32-59.
- ดวงพร สุวรรณกุล และ รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2544. วัชพืชในประเทศไทย.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 100.
- ทศพล พรพรหม. 2545. สารกำจัดวัชพืช : หลักการและกลไกการทำลาย.สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย  
เกษตรศาสตร์.กรุงเทพฯ. 256 หน้า.
- บุญเต็ม บุญนิธิ. 2527. ผลของการใช้ไมกระจินสดเสริมเป็นส่วนหนึ่งของอาหารหยาบต่อการเจริญ  
เติบโตประสิทธิภาพของการใช้อาหาร สุขภาพ และอายุ เมื่อเป็นสัตว์ครั้งแรกของโคนมสาว.  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- บุญฤา วิไลพร. 2532. พืชอาหารสัตว์เขตร้อนและการจัดการ. ภาควิชาสัตวศาสตร์. คณะเกษตร-  
ศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น. หน้า 76-77.
- ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์. 2533. วัชพืชและการป้องกันกำจัด. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ. 226 หน้า.
- ปรากฏม ประยูรรัตน์. 2532. วัชพืชและการป้องกันกำจัด. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน. 385 หน้า.
- พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2531. สารกำจัดวัชพืช. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์.  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 214 หน้า
- พรชัย เหลืองอาภาพงศ์. 2540. วัชพืชศาสตร์. ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์. มหาวิทยาลัย  
เชียงใหม่. สำนักพิมพ์ริ้วเขียว. กรุงเทพฯ. 585 หน้า.
- รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2526. ยากำจัดวัชพืชกับผลทางสรีรวิทยาของพืช. แอ็สเสท การพิมพ์.  
กรุงเทพฯ. 360 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2531ก. สารกำจัดวัชพืชกับผลทางสรีรวิทยาของพืช เล่ม 1 พื้นฐานการเลือกทำลาย. จงเจริญการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 386 น.

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2531ข. สารกำจัดวัชพืชกับผลทางสรีรวิทยาของพืช เล่ม 2 กลไกการเลือกทำลาย. จงเจริญการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 446 น.

สมาคมวิทยาวัชพืชแห่งประเทศไทย. 2525. เอกสารวิชาการ สวท. เลขที่ 1. วิทยาการวัชพืช. หน้า 148 – 149.

สำเริง เอยไสย. 2525. การใช้ยาไกลโฟเสทควบคุมหญ้าในข้าวโพดในสภาพดินที่ได้รับปุ๋ยฟอสเฟตสองระดับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

สายัณห์ ทัดศรี. 2524. พิมพ์ครั้งที่ 3. หลักการทำทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร. สำนักพิมพ์ขอนแก่น. กรุงเทพฯ. หน้า 77 – 79.

สายัณห์ ทัดศรี. 2540. พิมพ์ครั้งที่ 1. พืชอาหารสัตว์เขตร้อนการผลิตและการจัดการ. สำนักพิมพ์รั้วเขียว. กรุงเทพฯ. หน้า 133 – 134.

อารีย์ วรบุญวัฒน์. 2526. พืชอาหารสัตว์หลักและปฏิบัติ. ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. นครปฐม. หน้า 56 – 60.

อำนาจ งามประสิทธิ์. 2530. การใช้ 2,4-D อย่างเดียวและเมื่อผสมกับไตรโคลเพอร์ควบคุมหญ้าในข้าวโพด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

อัมพร สุวรรณเมฆ และ ไสภณ ปิยะศิริพันธ์. 2520. การควบคุมหญ้า. วิทยาลัยเกษตรกรรมวัชพืชแห่งประเทศไทย.

Aberg, E. and V. Stecko. 1976. Internal factor affecting toxicity. pp.175-201. In Audus, L.J.(ed.) Herbicides : Physiology , Biochemistry and Ecology. vol. 1, 2<sup>nd</sup> edn. Academic Press, London.

Ahrens, H.W. 1994. Herbicide Handbook. 7<sup>th</sup> edn. WSSA, Illinois. USA. 352 pp.

Andrews Jr., O. N., Billman, R. C. and F.D. Timmons. 1974. Glyphosate control of railroad right-of-way vegetation in the Southeast. Proc. So. Weed Sci. Soc. 27:251.

Appleby, A.P. and M. Sambhi. 1978. Antagonistic effect of atrazine and simazine on glyphosate activity. Weed Sci. 26:135-139.

Arenstein, Z. 1976. Effects of combination of glyphosate and diuron on the control of *Cynodon dactylon* in avocado and pecan orchards. Phyto-parasitica. 4:153.

Ashton, F.M. and A.S. Craft. 1981. Mode of Action of Herbicide. 2d ed., John Wiley & Son, Inc., New York. 525 pp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Baird, D. D. and G. F. Begeman. 1972. Postemergence characterization of a new quackgrass herbicide. Proc. North-east Weed Sci. Soc. 26:100-103.
- Baird, D. D., Upchurch, R. P., Homesley W. B. and J.E. Franz. 1971. Introduction of a new broad-spectrum postemergence herbicide class with utility for herbaceous perennial weed control. Proc. North Cent. Weed Contr. Conf. 26:64-68.
- Behrens, R. and M. Elakkad. 1972. Quackgrass control with glyphosate. Proc. North Cent. Weed Contr. Conf. 27:54.
- Brecke, B.J. 1976. Studies on the mechanism of action of N-(phosphonomethyl) glycine (glyphosate). Ph.D. Thesis, Cornell Univ., New York.
- Bryan, T. 1977. Research Methods in Weed Science. Southern Weed Sci. Soc. 211 pp.
- Bukovac, M.J. 1976. Herbicide entry into plants. pp. 335-364. In : Audus L.J. (ed.) herbicides : Physiology , Biochemistry and Ecology vol. 1. Academic Press, London.
- Carpenter, W. D. 1974. A status report on glyphosate. WSSA Abstr. No. 261.
- Caseley, J. 1972. The effect of environmental factors on the performance of glyphosate against *Agropyron repens*. Proc. Brit. Weed Contr. Conf. 2:641-647.
- Caulder, J. R. 1973. Roundup a New Broad Spectrum Herbicide from Monsanto Company. Agr. Chem. Age.
- Chandler, J.M. 1991. Estimated loss of crops to weeds. pp. 53-65. In : Pimental , D. and Nanson , A.A. (eds.) CRC Handbook of Pest Management in Agriculture , vol. 1. CRC Press , Inc. Boca Raton , Boston.
- Davis, H. E. 1976. Effects of Environment on the Herbicidal Activity of Glyphosate ( N-(phosphonomethyl) glycine) on Quackgrass ( *Agropyron repens* (L.) Beauv.) and alfalfa (*Medicago sativa*). Ph.D. Thesis, University of Wisconsin.
- Davis, H. E. and R. S. Fawcett. 1977. Effects of several environmental factors on glyphosate activity in quackgrass (*Agropyron repens* (L.) Beauv.) and alfalfa. WSSA Abstr. No. 21.
- Dortenzio, W.A. and R.F. Norris. 1980. The influence of soil moisture on the foliar activity of diclofop. Weed Sci. 28 : 532-539.

- Duke, S.O. and R.E. Hoagland. 1979. Glyphosate and light effects on the induction of phenylalanine ammonia-lyase activity in cotton and soybean seedling. WSSA Abstr. 202:65.
- Fernandez, C.H. 1976. Studies on penetration and translocation of glyphosate (N-(phosphonomethyl) glycine) on *Cynodon dactylon* L. Pers.M.Sc. Thesis, Calif. Univ., California.
- Hammerton, J.L. 1967. Environmental factors and susceptibility to herbicide. Weeds. 15:330-336.
- Humphreys, L.R. 1980. A guide to better pastures for the tropics and sub-tropics. 4<sup>th</sup> ed., Published by Wright Stephenson and Co. (Australia) Pty. Ltd.
- Hutton, E.W. and S.G. Gray, 1959. Problems in adopting *Leucaena glauca* as a forage for the Australian tropics. Em. J. exp. Agric. 27: 187-96. cited in Jones, R.J. 1979. The value of *Leucaena leucocephala* as a feed for ruminants in the tropic. World Anim. Rev. 31: 13-23.
- Jaworski, E.G. 1972. Mode of action of N-phosphonomethyl glycine : inhibition of aromatic amino acid biosynthesis. J. Agric. Food Chem. 20:1195-1198.
- Jordan, T. N. 1977. Effects of temperature and relative humidity on the toxicity of Glyphosate to bermudagrass (*Cynodon dactylon*). Weed Sci. 25:448-451.
- McWhorter, C. G. 1974. Effect of environment on the toxicity of glyphosate to soybean and Johnsongrass. WSSA Abstr. No. 274.
- Monsanto. 1979. Product Development Internal Report. St. Louis. Missouri : Monsanto Agricultural Products Company.
- Muzik, T.J. 1976. Influence of environmental factors on toxicity to plants. pp.203-247. In : Audus , L.J. (ed.) Herbicides : Physiology , Biochemistry , Ecology , vol.2. 2<sup>nd</sup> edn.Academic Press, London.
- Richardson, R. G. 1977. A review of foliar absorption and translocation of 2,4,5-T. Weed Res. 17:259 – 272.
- Rieck, C. E., Wright, T. H. Wright and T. R. Harger. 1974. Fate of glyphosate in soil. WSSA Abstr.No. 277.
- Sandberg, C. L., Meggitt, W. F. and D. Penner. 1976. Effect of spray volume and calcium on glyphosate phytotoxicity. Proc. North Cent. Weed Contr. Conf. 31:31.

- Smith, A.E. (ed.). 1995. Handbook of Weed Management System. Marcel Dekker, Inc. USA. 741 pp.
- Spurrier, E. C. 1973. Glyphosate-a new broad – spectrum herbicide. PANS. 19:607-612.
- Suwanketnikom, R. and D. Penner. 1976. Environmental influence on yellow nutsedge control with bentazon and glyphosate. Proc. North Cent. Weed Contr. Conf. 31:141.
- Suwanketnikom, R. and D. Penner. 1978. Effect of ammonium salts on bentazon and glyphosate activity on yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). WSSA Abstr. No. 160.
- Suwannamek, U. and C. Parker. 1975. Control of *Cyperus rotundus* L. with glyphosate : the influence of ammonium sulfate and other additives. Weed Res. 15: 13-19.
- Tanpipat, K and A.P. Appleby. 1990. Absorption, translocation and phytotoxicity of glyphosate in bulbous oatgrass (*Arrhennatherum elatius* var. bulbosum). Weed Sci.38: 480-483.
- Tharawanich, T. 1975. N-phosphonomethyl glycine and its effect on yellow nutsedge (*Cyperus esculentus* L.). M.S. Thesis, Cornell Univ., New York.
- Tharawanich, T. and D. L. Linscott. 1975. Factors influencing the effect of glyphosate on yellow nutsedge. Proc. Northeast Weed Sci. Soc. 29:132.
- Thomson, W.T. 1983. Agricultural Chemicals, Book II: Herbicides. Thomson Publications, Fresno. 285 pp.
- Wilfred, W.R., Crafts, A.S. and R.N. Raynor. 1953. Properties and functions of herbicides. Weed Control. 2<sup>nd</sup> edn., McGraw – Hill Plublish in Company Ltd., London.
- Wills, G. D. 1973. Toxicity of glyphosate to purple nutsedge as affected by surfactant,  $K_2CO_3$  and diluent volume. Proc. South Weed Sci. Soc. 26:408 – 412.
- Wills, G.D. 1974. Effect of temperature, relative humidity, soil moisture and surfactant on the toxicity of glyphosate to cotton and purple nutsedge. WSSA Abstr. 275: 41.
- Zandstra, B.H. and R.K. Nishimoto. 1977. Movement and activity of glyphosate in purple nutsedge. Weed Sci. 25: 268-274.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางผนวกที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนน้ำหนักแห้งส่วนเจริญทางลำต้นต่อกระถาง (ลำต้น กิ่งและใบ) ของกระถินยักษ์ เมื่อพ่นสาร glyphosate และ 2,4-D ที่ระยะการเจริญเติบโต 3 สัปดาห์หลังออก**

Source	df	SS	MS	F
Block	3	0.0010	0.0003	2.80**
Treatment	5	0.2733	0.0547	469.58**
Error	15	0.0017	0.0001	
Total	23	0.2760	0.0120	

CV. = 3.06 %



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

- ชื่อ-นามสกุล : นางสาวกฤติยา สุขมันคง
- เกิดเมื่อ : วันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2529
- สถานที่เกิด : โรงพยาบาลลำปาง จังหวัดลำปาง
- ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่336/34 (อาคารเคหะร่มเกล้าที่ 29) ถนนร่มเกล้า แขวงคลองสองต้นนุ่น เขตลาดกระบัง จ.กรุงเทพมหานคร 10520
- การศึกษา : พ.ศ.2534-2538 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลลำปางเขลางค์รัตน์ อ.เมือง จ.ลำปาง
- พ.ศ.2539-2546 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนบุญวาทย์วิทยาลัย อ.เมือง จ.ลำปาง
- พ.ศ.2547-2550 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ชื่อ-นามสกุล : นางสาวปัทมา นิตโธสง
- เกิดเมื่อ : วันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ.2529
- สถานที่เกิด : โรงพยาบาลสีชมพู จังหวัดขอนแก่น
- ที่อยู่ปัจจุบัน : บ้านเลขที่26 หมู่ที่ 5 ต.บริบูรณ์ อ.สีชมพู จังหวัดขอนแก่น 40220
- การศึกษา : พ.ศ.2534-2538 ระดับประถมศึกษา โรงเรียนชุมชนบ้านวังเพิ่ม อ.สีชมพู จ.ขอนแก่น
- พ.ศ.2539-2546 ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนชุมแพศึกษา อ.ชุมแพ จ.ขอนแก่น
- พ.ศ.2547-2550 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (พืชไร่) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้