



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พืชไร่)

ปริญญา

พืชไร่

พืชไร่นา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตาม

Factors Affecting the Control of Barnyard Grass in Direct-Seeded Rice Fields

نامผู้วิจัย นายปวิติ สุขกุล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ทศพล พรพรม, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์นวรรตน์ อุดมประเสริฐ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชเนษฎ์ ม้าลำพอง, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบสันทิ มตาวิตยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตม

Factors Affecting the Control of Barnyard Grass
in Direct-Seeded Rice Fields

โดย

นายปวิวัติ สุขกุล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปฏิวิติ สุขกุล 2557: ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตม ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชไร่) สาขาวิชาพืชไร่ ภาควิชาพืชไร่ นา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์ทศพล พรพรหม, Ph.D. 79 หน้า

ในปัจจุบันนี้สถานการณ์ของการทำนาข้าวแบบหว่านน้ำตม ได้มีการแพร่ระบาดอย่างรุนแรงของวัชพืชหญ้าข้าวนก ทำให้ผลผลิตข้าวได้รับความเสียหายมากถึง 70 - 90 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในสภาพนาหว่านน้ำตมมีปัจจัยสภาพแวดล้อมหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของวัชพืช เพื่อจะได้เข้าใจการแพร่ระบาดและหาแนวทางการจัดการวัชพืชในนาหว่านน้ำตมที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตม โดยพิจารณาจากปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก ประกอบด้วย อุณหภูมิคงที่ อุณหภูมิสลับ ความเป็นกรด-ด่าง ระดับความลึกของเมล็ดวัชพืช และสภาพน้ำท่วมขัง วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 ซ้ำ พบว่า การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกที่ 15 และ 30 วันหลังจากเพาะเมล็ด สามารถงอกได้ในสภาพอุณหภูมิคงที่ 15 - 35 องศาเซลเซียส และมีการงอกสูงสุด 91 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพอุณหภูมิคงที่ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพการสลับอุณหภูมิที่ 25/ 20 องศาเซลเซียส (day/ night) เมล็ดหญ้าข้าวนกมีการงอกสูงสุด 86 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพความเป็นกรด-ด่าง ที่ 4 และ 7 หญ้าข้าวนกมีการงอกสูงสุด 86 และ 87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในสภาพความเป็นกรด-ด่างที่สูงขึ้น เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดจะลดลง ระดับความลึกของเมล็ดวัชพืชจากผิวดิน (0 เซนติเมตร) เมล็ดหญ้าข้าวนกมีการงอกสูงสุด 53 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ ภายใต้สภาพน้ำท่วมขัง เมล็ดหญ้าข้าวนกยังคงมีชีวิตและสามารถงอกได้ 61 เปอร์เซ็นต์ จากนั้น จึงทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตม วางแผนการทดลองแบบ RCBD มี 14 กรรมวิธี จำนวน 4 ซ้ำ พบว่า การใช้สาร butachlor 1,050 g a.i./ ha (ที่ 1 วันหลังจากหว่านข้าว) สาร pretilachlor 900 g a.i./ ha (ที่ 1 วันหลังจากหว่านข้าว) และ cyhalofop-butyl 100 g a.i./ ha (ที่ 10 วันหลังจากหว่านข้าว) มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าข้าวนกได้ดี ไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกได้ในสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ดี อย่างไรก็ตาม อัตราการงอกจะแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อม ดังนั้น จึงควรหาแนวทางในการจัดการสภาพแวดล้อม เพื่อไม่ให้เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก ซึ่งจะเป็นการลดหรือขจัดการคุกคามได้ สำหรับการใส่สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนกนั้น ควรเลือกใช้สารและอัตราการใช้ที่เหมาะสม จะช่วยทำให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าข้าวนกได้ดีขึ้น ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเติบโตและการให้ผลผลิตข้าว ตลอดจนเป็นการช่วยป้องกันปัญหาการเกิดหญ้าข้าวนกต้านทานสารกำจัดวัชพืชได้

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Patiwat Sookgul 2014: Factors Affecting the Control of Barnyard Grass in Direct-Seeded Rice Fields. Master of Science (Agronomy), Major Field: Agronomy, Department of Agronomy. Thesis Advisor: Associate Professor Tosapon Pornprom, Ph.D. 79 pages.

To date, the situation of direct-seeded rice in paddy fields has been seriously affected by an epidemic of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.). This weed causes grain yield losses of up to 70 - 90 percentage points. It is estimated that there are several environmental factors which have an influence on the seed germination and seedling growth of barnyard grass. The effect of these factors on the seed germination and seedling growth of barnyard grass has been evaluated in order to help understand the distribution of the weed, and to develop effective management strategies for use in direct-seeded rice fields. The present study was conducted with the aim of searching for the control of barnyard grass in direct-seeded rice fields. The factors which have an impact on the seed germination of barnyard grass include: a constant temperature; an alternating temperature; pH levels; burial depth; and the effects of flooding. A completely randomized design with four replications was used in the experiment. The seed germination of barnyard grass was recorded 15 and 30 days after seed sowing (DAS). The results indicated that the seeds were able to germinate at a constant temperature in the range of 15-35°C, and reached a maximum seed germination of 91%, at 25°C. The highest germination percentage of seeds was 86% for those seeds placed in an alternating temperature of 25/ 20°C (day/ night). The highest germination percentage of seeds when pH levels were at 4 and 7 was 86% and 87%, respectively. Germination, however, decreased when an increase in pH value occurred. The effect of the seed sowing depth on seedling emergence of barnyard grass was 53% when the seeds were placed on the soil surface (0 cm). Furthermore, the seeds of barnyard grass were able to survive and emerge at a rate of 61% under flood conditions. With regard to the evaluation of the effectiveness of herbicides in controlling barnyard grass, experimental treatments were arranged in randomized complete block design with four replications of fourteen treatments. The application of butachlor 1,050 g a.i./ ha (1 DAS), pretilachlor 900 g a.i./ ha (1 DAS), and cyhalofop-butyl 100 g a.i./ ha (10 DAS), produced an excellent outcome in terms of weed control, with no phytotoxic effect on growth and crop yields. This result indicates that barnyard grass seeds can germinate in various environmental conditions, but that the germination percentage varied under different environments. Therefore, a properly managed environment can create conditions which are unsuitable for the seed germination and seedling emergence of barnyard grass, and so decrease or eliminate the threat that it poses to direct-seeded rice fields. In terms of herbicide use, further investigations are needed in order to calculate the proper dosage, and the timing of application, so as to establish weed control techniques which produce no phytotoxic effect on growth and crop yields, and to prevent the occurrence of herbicide-resistant barnyard grass.

..... / /
Student's signature

..... / /
Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพล พรพรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.นวรรตน์ อุดมประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ช่วยกรุณาให้คำปรึกษาในด้านการเรียน การค้นคว้า คำแนะนำในการวางแผนการทดลอง และให้ความช่วยเหลือมาโดยตลอด รวมทั้งช่วยตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.วิจิตร ใจอารีย์ ประธานในการสอบปากเปล่าขั้นสุดท้าย และรองศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา บุญเลิศสินรัตน์ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้กรุณาช่วยให้คำแนะนำในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ของภาควิชาพืชไร่นาทุกท่าน ที่ได้มอบความรู้อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง และช่วยให้คำแนะนำในด้านการศึกษาดำเนินการ

ขอขอบคุณ คุณสุรพล ฉันทกานันท์ ที่ช่วยสนับสนุนในการศึกษาวิจัยและกรุณาให้ความช่วยเหลือในด้านใช้สถานที่ และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ในการทำวิทยานิพนธ์มาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่สาว ที่ช่วยเป็นกำลังใจในการศึกษา และการสนับสนุนทุนการศึกษาของข้าพเจ้าตลอดมา

ปวิวัติ สุขกุล
กรกฎาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	23
อุปกรณ์	23
วิธีการ	25
ผลและวิจารณ์	34
ผล	34
สรุปและข้อเสนอแนะ	62
สรุป	62
ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	64
ภาคผนวก	70
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	79

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าว พันธุ์สุพรรณบุรี 1	24
2	ชนิดและอัตราของสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ใช้ในการควบคุมหญ้าข้าวนก	30
3	การประเมินประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก ที่ 30 และ 60 วันหลังจากหว่านข้าว	52
4	การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นข้าว ที่ 7 15 และ 30 วันหลังจากหว่านข้าว	54
5	การตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวที่มีต่อสารกำจัดวัชพืช ที่ 45 วันหลังจากหว่านข้าว	56
6	ผลของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตข้าว	58

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของอุณหภูมิคงที่ต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด	71
2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของอุณหภูมิสลับต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด	71
3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสภาพของ pH ต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด	72
4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของน้ำท่วมขังต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด	72
5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับความลึกเมล็ดในดินต่อการไถ่พื้นจากดินของต้น กล้าหญ้าข้าวนก ที่ 30 วันหลังจากเพาะเมล็ด	73
6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้า ข้าวนก ที่ 30 วันหลังจากใช้สาร	73
7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้า ข้าวนก ที่ 60 วันหลังจากใช้สาร	74
8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีผล ต่อต้นข้าว ที่ 7 วันหลังจากใช้สาร	74
9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนต้นตอกที่ 45 วันหลังจากหว่านข้าว	75
10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อ 10 รวง	75
11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อ 10 รวง	76
12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดดีจำนวน 100 เมล็ด	76
13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตข้าว	77
14 ต้นทุนของการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตข้าว	78

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	การเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกที่ระยะต่าง ๆ	5
2	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช butachlor	12
3	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช pretilachlor	13
4	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช clomazone	14
5	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช oxadiazon	15
6	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช oxadiargyl	16
7	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช propanil	17
8	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช cyhalofop-butyl	18
9	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช fenoxaprop-p-ethyl	19
10	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช quinclorac	20
11	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช bispyribac-sodium	21
12	โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช pyribenzoxim	22
13	ผลของอุณหภูมิคงที่ต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด	35
14	ผลของอุณหภูมิลบต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด	38
15	ผลของความเป็นกรด-ด่าง ต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด	41
16	ผลของน้ำท่วมขังต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด	44
17	ผลของระดับความลึกเมล็ดในดินต่อการไผ่พ้นจากดินของต้นกล้าหญ้าข้าวนก ที่ 30 วันหลังจากเพาะเมล็ด	47

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

a.i.	=	active ingredient
ACCCase	=	Acetyl CoA Carboxylase
°C	=	Degree Celcius
CRD	=	Completely Randomized design
C.V.	=	Coefficient of variation
DAA	=	Days after application
DAP	=	Days after planting
DAS	=	Days after sowing
DMRT	=	Duncan's Multiple Range Test Analysis
EC	=	Emulsifiable concentrates
EPE	=	Early-post emergence herbicide
ha	=	Hectare
g	=	gram
LSD	=	Fisher's Protected Least Significant Difference test
MS	=	Mean of square
NADPH	=	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (reduced)
$^1\text{O}_2$	=	Singlet oxygen
pH	=	Potential of Hydrogen ion
PPO	=	Protoporphyrinogen oxidase
PRE	=	Pre-emergence herbicide
PST	=	Post emergence herbicide
ppm	=	part per million
RCBD	=	Randomized complete block design
SS	=	Sum of squares
WP	=	Wettable powder

ปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตม

Factors Affecting the Control of Barnyard Grass in Direct-Seeded Rice Fields

คำนำ

ในปัจจุบันนี้สถานการณ์ของการทำนาข้าวแบบหว่านน้ำตม (Direct-seeded rice) ปัญหาที่เกษตรกรพบอยู่เสมอในช่วงฤดูการเพาะปลูก ส่วนใหญ่เกี่ยวกับการแพร่ระบาดของวัชพืชหลายชนิด ส่งผลทำให้ผลผลิตของข้าวได้รับความเสียหาย ความรุนแรงในการแพร่ระบาดขึ้นอยู่กับรูปแบบของการทำนาในแต่ละฤดูกาล วัชพืชเป็นปัญหาหนึ่งสร้างความเสียหายให้แก่เกษตรกร เนื่องจากวัชพืชมีการแข่งขันการเจริญเติบโตของต้นข้าวมากที่สุด ซึ่งวัชพืชที่มักพบว่ามี การแพร่ระบาดในนาข้าว ได้แก่ วัชพืชใบแคบ หรือวงศ์หญ้า (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554) โดยทั่วไปวัชพืชที่เป็นปัญหาหลักและส่งผลกระทบในการทำนาข้าวแบบหว่านน้ำตม ได้แก่ หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) ข้าววัชพืช (*Oryza rufipogon* Griff.) และหญ้าดอกขาว (*Leptochloa chinensis* Nees.) เป็นต้น ซึ่งวัชพืชเหล่านี้เป็นสาเหตุหลักที่สำคัญทำให้ผลผลิตข้าวได้รับความเสียหายมากถึง 70 - 90 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากในสภาพนาข้าวแบบหว่านน้ำตมมีปัจจัยของสภาพแวดล้อมหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืช ดังนั้น การจัดการวัชพืชที่ดีและมีประสิทธิภาพจึงมีความจำเป็นสำหรับการทำนาข้าวแบบหว่านน้ำตม (Brian *et al.*, 2007; Rehman *et al.*, 2007; Meier *et al.*, 2010)

วัชพืช นับว่าเป็นปัญหาและอุปสรรคในการทำนาหว่านน้ำตมมาเป็นเวลานาน เนื่องจากสภาพในการทำนาข้าวแบบหว่านน้ำตมนั้น มีปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชหลายอย่าง (Nakamura and Hossain, 2009) ทั้งนี้ ปัจจัยสภาพภูมิอากาศ สภาพแวดล้อม และปัจจัยดิน มีอิทธิพลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืช ในการศึกษา ระบบการจัดการวัชพืชแบบบูรณาการให้มีประสิทธิภาพ ขึ้นอยู่กับความรู้ความเข้าใจอย่างลึกซึ้งทางชีววิทยาของเมล็ดวัชพืชที่จะควบคุมการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าวัชพืช (Acosta *et al.*, 2012) ซึ่งจะถูกนำมาใช้ในการกำหนดทิศทางการควบคุมวัชพืชในระบบนิเวศเกษตรได้ต่อไป ดังนั้น การศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของปัจจัยสภาพภูมิอากาศ และคุณสมบัติของดินที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการงอกของเมล็ดและการเติบโตของพืช จึงมีความสำคัญในการศึกษาการกระจายพันธุ์

และความหลากหลายชีววิทยาของสิ่งมีชีวิต โดยเป็นวิธีการจัดหรือสร้างให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของวัชพืช แต่เป็นการจัดหรือสร้างเพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช ซึ่งได้มีรายงานว่า การงอกของเมล็ดและการพัฒนาตัวของต้นกล้าของพืชแต่ละชนิดได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ เช่น ขนาดของเมล็ด อายุของเมล็ด ความลึกของเมล็ดในดิน ชนิดของดิน อุณหภูมิ สภาพของ pH น้ำหรือความชื้น และแสง เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการงอกเมล็ดและการเจริญเติบโตของพืช (Nakamura and Hossain, 2009)

หญ้าข้าวนก (Barnyard grass) จัดว่าเป็นวัชพืชชนิดหนึ่งที่เป็นปัญหาหลักในการทำนาข้าวแบบหว่านน้ำตม โดยเฉพาะในพื้นที่เขตภาคกลางและภาคเหนือของประเทศไทย (Labrada, 2006) ได้มีรายงานว่า วัชพืชในกลุ่มสายพันธุ์ *Echinochloa* เป็นวัชพืชที่เป็นปัญหาหลักในนาข้าวทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง *E. crus-galli* ซึ่งเป็นประชากรส่วนใหญ่ของวัชพืชในกลุ่มนี้มากถึง 60 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนกให้มีประสิทธิภาพจะมีความซับซ้อนมากกว่าเดิม (Vidotto *et al.*, 2007) ในปัจจุบันนี้สถานการณ์ของการผลิตข้าวในนาหว่านน้ำตม มีการแพร่ระบาดของหญ้าข้าวนกในนาข้าวอย่างรุนแรง ส่งผลทำให้ผลผลิตข้าวได้รับความเสียหาย เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมนำสารกำจัดวัชพืชมาใช้ในการควบคุมวัชพืชในนาข้าว อย่างไรก็ตาม การใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดเดิมๆ ในพื้นที่ซ้ำๆ กัน ทำให้เกิดวัชพืชด้านทานสาร การพัฒนาสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ๆ เพื่อนำมาใช้ควบคุมวัชพืชก็มีไม่มากนัก ดังนั้น การศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตม โดยทำการศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของเมล็ดหญ้าข้าวนก ประกอบด้วย สภาพอุณหภูมิคงที่ สภาพอุณหภูมิสลับ (day/ night) สภาพของความเป็นกรด-ด่าง สภาพน้ำท่วมขัง และความลึกของเมล็ดในดิน ซึ่งเป็นแนวทางวิธีการจัดหรือสร้างให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก ที่จะช่วยวางแผนในการควบคุมวัชพืชหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตม ซึ่งเป็นการลดหรือจัดการคุกคามของหญ้าข้าวนก จากนั้น จึงทำการประเมินประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด โดยพิจารณาตามช่วงเวลา (Timing application) ที่เหมาะสมของการใช้สาร ได้แก่ สารที่ใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอก สารที่ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก และสารที่ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก โดยคาดว่า จะได้สารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าว ตลอดจนไม่เป็นพิษต่อข้าว ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้ปุ๋ยและการให้ผลผลิตของข้าว ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้การจัดการวัชพืชในนาหว่านน้ำตมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

วัตถุประสงค์

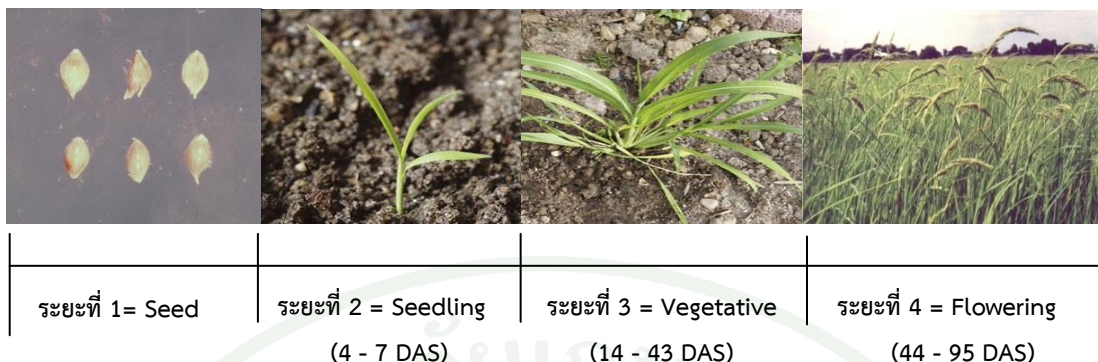
เพื่อหาแนวทางในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตม



การตรวจเอกสาร

1. ปัญหาวัชพืชหญ้าข้าวนกและแนวทางจัดการหญ้าข้าวนกในนาข้าว

หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) มีชื่อสามัญว่า barnyard grass หรืออาจจะเรียกว่า หญ้าปล้องละมาน หญ้าคอมมิวนิสต์ หญ้าพุ่มพวง และหญ้าลิเก เป็นต้น เป็นวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledonous weed) จัดเป็นวัชพืชล้มลุกตระกูลหญ้า (Gramineae) อายุฤดูเดียว (ภาพที่ 1) มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงต่ำ แต่มีความสามารถในการแก่งแย่งแข่งขันสูง ลำต้นตั้งตรงเป็นกอสูง 100 - 120 เซนติเมตร รอยต่อระหว่างกาบใบไม่มีเยื่อถักน้ำฝน ใบของหญ้าข้าวนกมีรูปร่างเป็นแบบ flat ยาว 10 - 40 เซนติเมตร กว้าง 5 - 15 มิลลิเมตร ใบอ่อนจะเป็นคลื่นสีเขียวอ่อนถึงสีเขียว เส้นใบสีเขียวอ่อน ใบจะยาวกว่าใบข้าว ดอกเป็นช่อมี 9 - 12 แขนง ลักษณะช่อดอกเป็นแบบ panicle ยาว 5 - 21 เซนติเมตร มักมีขนสีขาวที่โคนช่อดอกย่อยจำนวนมาก ยาว 3.8 เซนติเมตร เรียงตัวทางด้านบนของแกน ช่อดอกย่อยประกอบด้วย 2 ดอก จะออกดอกเมื่ออายุ 2 - 3 เดือน ออกดอกได้ตลอดปี ชอบขึ้นในสภาพดินชื้นแฉะความชื้นตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป เมล็ดสามารถงอกได้น้ำได้ในระดับความลึก 1 - 2 เซนติเมตร งอกได้ในน้ำลึกถึง 6 เซนติเมตร และมีการเจริญเติบโตได้ดีในสภาพน้ำขัง หญ้าข้าวนกเป็นพืชผสมตัวเอง ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด แตงอกได้ดีในสภาพดินชื้นแฉะ พบในนาหว่านน้ำตาม และนาดำ (USDA Forest Service, 2010; โซตัส อินเตอร์เนชั่นแนล, 2556) สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพน้ำท่วมขัง การศึกษาการควบคุมและกำจัดหญ้าข้าวนกมีมาตลอดตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นหญ้าข้าวนกจึงเป็นวัชพืชที่ควบคุมและกำจัดยากชนิดหนึ่ง จากการศึกษาวิจัยการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าว โดยการใช้สาร cyhalofop และสาร cyhalofop ผสมกับสารจับใบ (adjuvants) ต่างๆ ในช่วงเวลาการใช้ที่แตกต่างกัน (Prashant *et al.*, 2010)



ภาพที่ 1 การเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกที่ระยะต่างๆ ในระยะที่ 1 = seed, ระยะที่ 2 = seedling (4 - 7 DAS), ระยะที่ 3 = vegetative (14 - 43 DAS), และระยะที่ 4 = flowering (44 - 95 DAS) (ที่มา: Azmi *et al.*, 1995)

ในปัจจุบันนี้สถานการณ์ของการผลิตข้าวในนาหว่านน้ำตม ได้รายงานว่ามีผลกระทบอย่างรุนแรงของหญ้าข้าวนก ทำให้ผลผลิตข้าวเสียหายมากถึง 70 - 90 เปอร์เซ็นต์ (Brian *et al.*, 2007; Rehman *et al.*, 2007; Meier *et al.*, 2010) เกษตรกรส่วนใหญ่นิยมนำสารกำจัดวัชพืชมาใช้ในการควบคุมหญ้าข้าวนก อย่างไรก็ตาม การใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดเดิมๆ ในพื้นที่ซ้ำๆ กัน ส่งผลทำให้เกิดปัญหาวัชพืชต้านทานสารขึ้นมาได้ จากการศึกษาของ Maneechote and Krasaesindhu (1999) ได้รายงานว่ายานฆ่าหญ้าต้านทานสาร propanil ในประเทศไทย ซึ่งสอดคล้องกับ Huang and Lin (1993); Huang and Wang (1998) ที่รายงานว่ายานฆ่าหญ้าต้านทานสาร butachlor และ thiobencarb ในประเทศจีน ต่อมา Pornprom *et al.* (2006) ได้รายงานว่ายานดอกขาวได้รับสาร fenoxaprop ซ้ำๆ ติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดปัญหาวัชพืชต้านทานสารกำจัดวัชพืชได้ ดังนั้น การพัฒนาสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ๆ หรือวิธีการใช้สารกำจัดวัชพืชร่วมกับวิธีการเกษตรกรรม เพื่อที่จะนำมาใช้ในการควบคุมวัชพืชในนาข้าว ซึ่งมีแนวทางในการปฏิบัติและดำเนินการ ดังนี้

1. หลังจากไถและคราดแปลงนา เก็บเศษวัชพืชออกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แปลงนาที่มีวัชพืชมากควรไถในขณะที่ดินค่อนข้างแห้ง ตากดินไว้ 5 - 7 วัน ก่อนนำน้ำเข้าแปลง จากนั้น จึงคราดกลับหมักเศษวัชพืชลงใต้ดิน ทำให้วัชพืชมีโอกาสเจริญเป็นต้นอ่อนได้น้อยลง

2. การทำนาหว่านควรใช้เมล็ดพันธุ์ข้าวที่มีความงอกดี ไม่มีเมล็ดวัชพืชเจือปน จากนั้น หว่านข้าวให้กระจายสม่ำเสมอทั่วแปลง ต้นข้าวจะขึ้นปกคลุมวัชพืชได้อย่างรวดเร็ว ทำให้วัชพืชอ่อนแอลง

จนไม่สามารถแข่งขันกับข้าวได้ การใช้เมล็ดพันธุ์ต่อไร่มากเกินไป จะทำให้เกิดการแข่งขันกันเองระหว่างต้นข้าว ทางด้านความสูงทำให้ต้นข้าวอ่อนแอหักล้ม และผลผลิตข้าวลดลง

3. การถอนด้วยมือ เป็นวิธีที่เกษตรกรปฏิบัติเป็นประจำอยู่แล้ว เป็นการลดปริมาณวัชพืชลงได้ระดับหนึ่ง แต่การถอนในขณะที่ต้นข้าวกำลังเจริญเติบโตนั้น อาจทำให้ต้นข้าวชะงักการเจริญเติบโตได้ ดังนั้นแปลงนาหว่าน จึงควรทำหลังจากหว่านข้าวไปแล้ว 35 - 40 วัน

4. การเว้นช่วงทำนา โดยการปลูกพืชไร่สลับกับการทำนา เพื่อเปลี่ยนสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของวัชพืช ซึ่งอาจมีการระบาดเป็นเวลายาวนาน เมื่อแปลงนาแปรสภาพเป็นแปลงปลูกพืชไร่ เช่น ถั่ว ข้าวโพด จะทำให้วัชพืชที่เคยปรากฏในบริเวณที่อยากจะควบคุมลดลงไปได้มาก เมื่อกลับมาทำนาอีกครั้ง

5. การควบคุมโดยวิธีชีวภาพ โดยอาศัยหลักการเจริญเติบโตของพืชที่แตกต่างกัน เช่น ขยายพันธุ์แทนแดงคลุมแปลงนาที่สาหร่ายไฟระบาด การปล่อยปลาบางชนิด เช่น ปลานิล และปลาไน ก็จะช่วยลดปริมาณวัชพืชลงได้เช่นกัน (นพพร และคณะ, 2547)

6. การควบคุมวัชพืชโดยการใช้สารกำจัดวัชพืช สารกำจัดวัชพืชที่แนะนำให้ใช้ในนาข้าว อาจจะใช้สารกำจัดวัชพืชชนิดใดชนิดหนึ่ง (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2547) หรือตามช่วงเวลาการใช้สาร (เช่น สารที่ใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอก สารที่ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก และสารที่ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก) และสภาพปัญหาของชนิดวัชพืช (เช่น วัชพืชวงศ์หญ้า ใบกว้าง และพวกกก) ที่เป็นปัญหาสำคัญในนาข้าว

การศึกษาการใช้สารกำจัดวัชพืชตามช่วงเวลาที่ใช้สารในการควบคุมวัชพืชในนาข้าว โดยที่ Ntanos *et al.* (2000) ได้รายงานไว้ว่า สาร cyhalofop-butyl 0.15 และ 0.2 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ที่ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าว นอกจากนี้ Gitsopoulos and Williams (2004) และ Bari (2010) ได้รายงานไว้ว่า สาร oxadiargyl และ butachlor ที่ใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอก มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าข้าวนกและวัชพืชในนาข้าว ต่อมา Zhang *et al.* (2005) ได้รายงานไว้ว่า การใช้สาร fenoxaprop 0.075 ร่วมกับ propanil 2.25 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และร่วมกับ bensulfuron carfentrazone halosulfuron และ triclopyr ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก ที่ 10 และ 20 วันหลังจากหว่านข้าว มีประสิทธิภาพการควบคุมข้าวหญ้าได้ดี จะเห็นได้ว่า ช่วงเวลาที่แนะนำในการใช้สารกำจัดวัชพืชสำหรับควบคุมวัชพืชในนา

ข้าว สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ช่วงเวลา ได้แก่ สารที่ใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอก (ที่ 1 - 4 วันหลังจากหว่านข้าว) สารที่ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก (ที่ 5 - 9 วันหลังจากหว่านข้าว) และสารที่ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก (ที่ 10 - 20 วันหลังจากหว่านข้าว)

2. ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด

การงอกของเมล็ด หมายถึง ระยะเวลาตั้งแต่เริ่มแรกที่เมล็ดพันธุ์มีขบวนการต่างๆ เกิดขึ้นในเมล็ดที่กำลังพักตัว ไปจนถึงระยะที่ต้นอ่อนเจริญเติบโต และเจริญพัฒนาไปเป็นต้นกล้าที่แข็งแรงสามารถเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์ต่อไป การที่เมล็ดจะงอกได้นั้น จำเป็นต้องได้รับปัจจัยที่จำเป็นต่อการงอกของเมล็ด เพื่อให้ขบวนการต่างๆ ของการงอกเกิดขึ้น (จวงจันทร, 2529) โดยที่ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดทั้งภายนอกและภายใน ได้แก่ ขนาดของเมล็ด อายุของเมล็ด ระดับความลึกของเมล็ด ชนิดของดิน สภาพความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ น้ำหรือความชื้น และแสง เป็นต้น (Nakamura and Hossain, 2009)

2.1 อุณหภูมิ (Temperature)

เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีช่วงอุณหภูมิเหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตระยะแรกแตกต่างกันไป ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมเมล็ดอาจดูดน้ำได้ แต่ไม่งอก ในขณะที่อุณหภูมิสูงเกินไป เมล็ดก็อาจดูดน้ำได้เช่นกัน แต่ไม่มีการเจริญเติบโตของคัพภะ หรือในบางกรณีเมล็ดอาจงอกเป็นต้นกล้าได้ แต่ไม่สามารถสร้างคลอโรฟิลล์ได้ เพราะในสภาวะอุณหภูมิที่สูงนั้น plastid ribosome ไม่สามารถทำงานอย่างเป็นปกติได้ จึงไม่สามารถทำการสังเคราะห์โปรตีนต่อไปได้ อย่างไรก็ตาม หากมีการลดอุณหภูมิให้ต่ำลงแม้เพียงระยะเวลานั้นๆ จะสามารถชักนำให้ plastid ribosome ทำงานได้ ทำให้ต้นกล้ามียูบิควินโอน (วันชัย, 2537) โดยที่การงอกและการเจริญเติบโตของเมล็ดพืชมีการตอบสนองต่อที่ระดับอุณหภูมิ แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

2.1.1 อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการงอกของพืช (Optimum temperature) ระดับอุณหภูมิที่เมล็ดสามารถงอกได้ดี และมีความงอกสูงสุด โดยทั่วไปอยู่ที่ระดับ 20 - 35 องศาเซลเซียส

2.1.2 อุณหภูมิต่ำสุดสำหรับการงอกของพืช (Minimum temperature) ระดับอุณหภูมิต่ำสุดที่เมล็ดที่มีชีวิต โดยทั่วไปสามารถงอกได้ ถ้าต่ำกว่าระดับนี้ไปแล้ว เมล็ดจะไม่สามารถงอกขึ้นมาได้ ซึ่งอุณหภูมิต่ำสุดในการงอกของเมล็ดจะแตกต่างกันไปตามชนิดพืช

2.1.3 อุณหภูมิสูงสุดสำหรับการงอกของพืช (Maximum temperature) อุณหภูมิสูงสุดที่เมล็ดสามารถงอกได้ ถ้าสูงเกินระดับนี้ไปแล้ว เมล็ดจะไม่งอกได้ โดยทั่วไปเมล็ดมีระดับอุณหภูมิสูงสุดสำหรับการงอก ที่ 40 องศาเซลเซียส และยิ่งขึ้นอยู่กับอาหารสะสมในเมล็ดอีกด้วย เมล็ดที่มีอาหารสะสมจำพวกไขมันสามารถงอกได้ที่อุณหภูมิสูงสุด ต่ำกว่าเมล็ดที่สะสมคาร์โบไฮเดรต เป็นต้น

2.1.4 อุณหภูมิที่ทำให้ตาย (lethal temperature) ระดับอุณหภูมิที่อยู่สูงกว่าอุณหภูมิสูงสุดที่เมล็ดสามารถงอกได้ อุณหภูมิในระดับนี้ นอกจากเมล็ดไม่สามารถงอกได้แล้ว ยังทำให้เมล็ดได้รับอันตรายหรือตายได้

การงอกของเมล็ดพืชบางชนิด นอกจากจะมีการตอบสนองต่อที่ระดับอุณหภูมิแล้ว เมล็ดพืชบางชนิดสามารถงอกได้ดีในสภาพอุณหภูมิคงที่ (constant temperature) แต่เมล็ดพืชบางชนิดงอกได้ดีขึ้น ถ้าอยู่ในสภาพอุณหภูมิสลับ (alternate temperature) ของกลางวัน-กลางคืน ของแต่ละวันตลอดช่วงเวลาการเพาะ เมล็ดพืชบางชนิด สามารถงอกได้ดีทั้งในสภาพอุณหภูมิคงที่ และอุณหภูมิสลับ อย่างไรก็ตาม ในการทดสอบเมล็ดได้กำหนดระดับและลักษณะของอุณหภูมิสำหรับการทดสอบความงอก เพื่อให้เหมาะสมกับเมล็ดพืชแต่ละชนิด มิใช่เพียงแต่อุณหภูมิเท่านั้น เนื่องจากอุณหภูมิเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ แต่ถ้าเมล็ดอยู่ในระดับอุณหภูมิไม่เหมาะสม เมล็ดก็ไม่สามารถงอก และอาจทำให้เมล็ดพืชตายได้ ถ้าอุณหภูมิสูงเกินไป (วัลลภ, 2540) จากการศึกษาวิจัยของ Chachalis *et al.* (2008) ที่รายงานว่า ภายใต้สภาพอุณหภูมิสลับ 30/ 20 องศาเซลเซียส (day/ night) สามารถทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดวัชพืช *Hibiscus trionum* สูงกว่าการเพาะเมล็ดภายใต้สภาพอุณหภูมิคงที่ ในขณะที่ Ellis and Barrett (1994) และ Pahlevani *et al.* (2008) ได้รายงานว่า ยังไม่พบผลกระทบที่ชัดเจนใดๆ ของสภาพอุณหภูมิสลับ ที่อยู่ในช่วงที่เหมาะสมสำหรับการงอกของเมล็ดวัชพืช *Lens culinaris* และ *Cynanchum acutum*

2.2 น้ำหรือความชื้น (Water or Moisture content)

น้ำหรือความชื้น เป็นปัจจัยพื้นฐานสำหรับการงอกของเมล็ด ช่วยในการขยายตัวขององค์ประกอบเซลล์ และในเยื่อของเมล็ดพันธุ์ ช่วยกระตุ้นให้เกิดการทำงานของเอนไซม์ ช่วยในการย่อยและเคลื่อนย้ายสารอาหาร เมล็ดพันธุ์ในระยะพักหรือมีความชื้นต่ำ กระบวนการดังกล่าวมีอยู่น้อยมากหรือเกือบไม่มีเลย น้ำเป็นปัจจัยที่ต้องจัดให้ในการเพาะเมล็ดพันธุ์ และควบคุมให้เหมาะสม

ตลอดเวลาการงอกของเมล็ดพันธุ์ ในสภาพการเพาะปลูกพืช ปริมาณน้ำในระดับความจุของดิน (field capacity) เป็นระดับที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการงอกของเมล็ด (วัลลภ, 2540)

สภาพน้ำท่วมขัง (Flooding) การงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าภายใต้เงื่อนไขน้ำท่วมขัง จำเป็นต้องมีความสามารถที่จะทนทานต่อสภาพการขาดออกซิเจนสูงกว่าปกติ ในสภาวะน้ำท่วมขัง โดยทั่วไปเมล็ดที่สำรองคาร์โบไฮเดรตได้มาก สามารถทนทานต่อสภาพการขาดออกซิเจน (low O_2) ได้มากขึ้น หรือจนกระทั่งทนต่อสภาพที่ไม่มีออกซิเจน ได้มากกว่าเมล็ดที่มีการสำรองกรดไขมัน (Ismail *et al.*, 2009)

2.3 ออกซิเจน (Oxygen)

แม้ว่าขบวนการดูดน้ำของเมล็ดไม่ต้องการออกซิเจนช่วย แต่เมล็ดพืชทั่วไปก็ต้องการออกซิเจนในขบวนการงอก ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนในขบวนการหายใจ ถ้าไม่มีออกซิเจน หรือออกซิเจนไม่เพียงพอ ขบวนการหายใจจะไม่เกิดขึ้น และเกิดมีการสะสมสารพิษขึ้นในเมล็ด เช่น acetaldehyde ethanol และ lactate แต่เมล็ดพืชที่ปรับตัวกับการงอกในน้ำ เช่น ข้าวจะงอก และมีการเจริญเติบโตขึ้นมาได้ แม้ในสภาพที่ขาดออกซิเจน (วันชัย, 2537)

2.4 แสง (Light)

ส่วนใหญ่เมล็ดพืชไม่ต้องการแสงในการงอก แต่ก็มีเมล็ดพืชจำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถงอกได้ถ้าไม่ได้รับแสง ได้แก่ หญ้าขน หญ้ากีนี และหญ้าแพรก เป็นต้น เมล็ดพืชที่ต้องการแสงในการงอกนั้น จะรับการกระตุ้นเมื่อดูดน้ำแล้ว และดีขึ้นเมื่อดูดน้ำนานขึ้น (วัลลภ, 2540) การงอกและการเจริญเติบโตของพืชขึ้นอยู่กับฤดูกาลและสถานที่ตั้ง ซึ่งสันนิษฐานว่า การงอกของเมล็ดและการพัฒนาของต้นกล้า ได้รับอิทธิพลจากลักษณะของเมล็ดพันธุ์ สภาพดิน และปัจจัยภูมิอากาศต่างๆ แต่การศึกษาที่ครอบคลุมไม่สามารถใช้ได้กับระบบนิเวศเมล็ดพันธุ์และชีววิทยา (Nakamura and Hossain, 2009) จากการศึกษาของ Lu *et al.* (2011) ที่รายงานว่า เมื่อวัชพืชสาบเสือ (Siam weed) เพาะในสภาพความมืดอย่างต่อเนื่องมีความงอกเหลือเพียง 38 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งลดลงเมื่อเทียบกับในสภาพที่มีแสงยาวนานกว่า 10 ชั่วโมง ทำให้มีความงอกได้มากถึง 76 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าการงอกของวัชพืชสาบเสือมีการตอบสนองต่อแสง

2.5 สภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ความเป็นกรด-ด่าง ของดิน เป็นปัญหาในการเพาะปลูกพืช เนื่องจากสมบัติทางเคมีของดินเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตตามปกติของพืช จึงสมควรศึกษาถึงธรรมชาติของดินสาเหตุของปัญหา และวิธีการปรับปรุงดินดังกล่าวให้มีสมบัติทางเคมีที่ดีขึ้น และให้ประโยชน์ในการเพาะปลูกได้ดีด้วย จากการบอกสภาพกรด (acidity) หรือสภาพด่าง (alkalinity) ของสารละลายในทางเคมีด้วยค่า pH ปัจจุบันดินที่มีค่า pH สูงกว่า 7 จะเป็นดินด่าง (alkaline soils) และดินที่มีค่า pH ต่ำกว่า 7 จะเป็นดินกรด (acid soils) (ยงยุทธ และคณะ, 2541) สภาพของ pH ดินเป็นคุณสมบัติที่มีผลกระทบอย่างยิ่งต่อการเจริญเติบโตของพืช โดยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเป็นประโยชน์ของธาตุต่างๆ ในดินทั้งที่เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช (เช่น P Cu Fe Mn Mo และ Zn) รวมถึงธาตุที่ไม่มีความจำเป็นต่อพืช (เช่น Al) นอกจากนี้ สภาพของ pH ดินยังมีผลกระทบต่อกิจกรรมจุลินทรีย์ดิน (พัชรี, 2552) ตลอดจนความสามารถในการออกฤทธิ์ของสารกำจัดศัตรูพืชบางชนิดที่สลายในดิน จากการศึกษาวิจัยของ Marschner (1991) ที่รายงานว่า ในกรณีของพืชบางชนิดเจริญเติบโตได้ ในสภาพดินที่มีความเป็นกรด แต่การงอกของเมล็ดจะต้องเกิดขึ้นในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรดอ่อน

2.6 ระดับความลึกของเมล็ด (Burial depth)

ความมีชีวิตของเมล็ดและการงอกต้นกล้าออกมาจากส่วนลึกที่แตกต่างกันของระดับความลึกที่ฝังเมล็ด (Mennan and Zandstra, 2006) จากการศึกษาวิจัยของ Hossain *et al.*, (1999) and Chachalis *et al.*, (2008) ได้รายงานว่า การงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าจะลดลง ถ้ามีระดับความลึกของเมล็ดอยู่ลึกลงไปดินมากขึ้น พลังงานสำรองของเมล็ดพันธุ์ไม่เพียงพอ นอกจากนี้ ได้มีรายงานว่า ขนาดเล็กลงยิ่งมีผลต่อการงอกมากขึ้น ถ้าเมล็ดถูกฝังลึกลงไปในระดับความลึกของดินที่มากขึ้น (Lu *et al.*, 2006; Chachalis *et al.*, 2008)

3. การใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืช

สารป้องกันกำจัดวัชพืช (herbicide) เป็นสารเคมีที่พัฒนาเพื่อฆ่าทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืช (ทศพล, 2554) ซึ่งย่อมเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ดังนั้น การใช้จะต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารเคมี วิธีการใช้ ตลอดจนข้อควรระมัดระวัง จึงจะใช้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย ส่วนใหญ่วิธีการใช้สารกำจัดวัชพืชในนาข้าวนิยมใช้ตามช่วงเวลา ดังนี้

1. **สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอก (Pre-emergence หรือ PRE)** ส่วนใหญ่เกษตรกรเรียกว่า ยาคุมหญ้า เป็นสารเคมีที่พ่นหลังปลูกพืช แต่ควรพ่นก่อนวัชพืชงอกในช่วงเวลาประมาณไม่เกิน 1 - 4 วันหลังจากหว่านข้าว เป็นการพ่นลงไปในดินโดยตรง สารเคมีพวกนี้จะเข้าไปทำลายวัชพืชทางส่วนของเมล็ด ราก และยอดอ่อนใต้ดิน ดังนั้น จึงต้องพ่นในสภาพที่ดินมีความชื้นเหมาะสม และมีการเตรียมดินที่สม่ำเสมอ สารกำจัดวัชพืชประเภทนี้ ได้แก่ สารเพรทิลาลออร์ และ บิวทาคลออร์ เป็นต้น

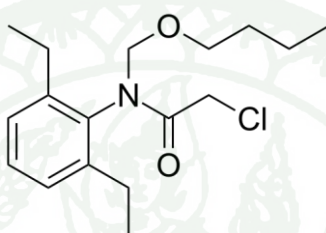
2. **สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก (Early-post emergence หรือ EPE)** เป็นสารที่กำหนดให้ใช้กับพืชในอัตราที่แนะนำในช่วงประมาณไม่เกิน 4 - 9 วันหลังจากหว่านข้าว หรือวัชพืชที่ยังเล็ก (ในระยะการเติบโตของวัชพืชที่ไม่เกิน 3 - 5 ใบ) สามารถควบคุมวัชพืชชนิดนั้นๆ และอาจเป็นสารประเภทเลือกทำลาย เช่น สารฟลูอะซิฟอป-พี-บิวทิล และ อ็อกซาไดอะซอน เป็นต้น สามารถควบคุมวัชพืชใบแคบ (กลุ่มวัชพืช, 2554)

3. **สารกำจัดวัชพืชที่ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก (Post emergence หรือ PST)** ส่วนใหญ่เกษตรกรเรียกว่า ยาฆ่าหญ้า เป็นสารเคมีที่ใช้พ่นหลังจากวัชพืชงอกขึ้นมาแล้วในช่วงเวลาเกินกว่า 10 วันหลังจากหว่านข้าว ขึ้นไป โดยพยายามพ่นให้สัมผัสส่วนของวัชพืชให้มากที่สุด สารกำจัดวัชพืชประเภทนี้ ได้แก่ สารควินคลอแรรี โพรพานิล ฟิโนซาฟรอป-พี-เอทิล 2,4-ดี ไฮยาโลฟอป-บิวทิล และ บรีสไพริแบก-โซเดียม เป็นต้น (สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2556)

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืช เพื่อหาแนวทางในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตม โดยที่ข้าวสามารถเจริญเติบโตได้อย่างต่อเนื่องจนถึงเก็บเกี่ยว ดังนั้น จึงเลือกใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด ซึ่งได้พิจารณาตามช่วงเวลาในการใช้สาร ได้แก่ สารที่ใช้แบบก่อนวัชพืชงอก สารที่ใช้แบบหลังวัชพืชงอกในระยะแรก และสารที่ใช้แบบหลังวัชพืชงอก อย่างไรก็ตาม สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่นำมาใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีดังต่อไปนี้

3.1 บิวทาคลอร์ (butachlor)

สาร butachlor จัดอยู่ในกลุ่ม Chloroacetamides เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อเจริญของพืช (Meristem Mitotic Inhibitor) โดยมีชื่อทางเคมีว่า N-(butoxymethyl)-2-chloro-N-(2,6-diethylphenyl) acetamide โดยมีน้ำหนักโมเลกุล 311.90 สูตรโมเลกุล $C_{17}H_{26}ClNO_2$ (ภาพที่ 2) ชื่อการค้า ได้แก่ บีบี-บิวทาคลอร์ Nawang, Machete (Monsanto) และ Aimchlor เป็นต้น



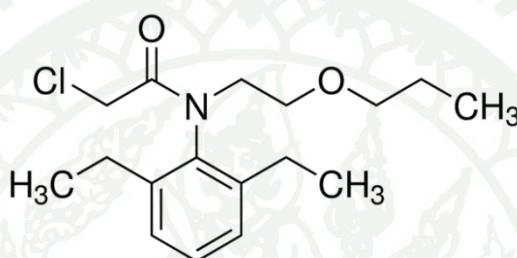
ภาพที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช butachlor

กลไกการทำลายพืช: สารเข้าสู่พืชโดยผ่านทาง coleoptiles (ในวัชพืชวงศ์หญ้า) และผ่านทาง hypocotyl หรือ epicotyl (ในวัชพืชใบกว้าง) มีการเคลื่อนย้ายได้ภายในต้นพืช โดยที่สารออกฤทธิ์จะไปยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์กรดไขมันและไขมัน (ลด wax deposition ของใบ แต่ไม่ได้ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACCase) โปรตีน isoprenoids (รวมทั้ง gibberellins) และ flavonoids (anthocyanins) อาการที่พืชได้รับพิษทำให้ต้นกล้าบิดเบี้ยวโค้งงอ ใบห่อม้วนเป็นถ้วยหนา ใบที่งอกใหม่จะมีเส้นใบสั้นและเป็นรอยย่น

การใช้ทางเกษตร: เป็นสารประเภทเลือกทำลาย สามารถใช้ได้ทั้งก่อนวัชพืชงอกและหลังวัชพืชงอก (ที่ 1 - 10 วันหลังจากหว่านข้าว) ในอัตรา 168 - 240 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชในนาข้าว โดยเฉพาะวัชพืชพวกใบกว้าง วงศ์หญ้าอายุฤดูเดียว และพวกกกชนิดต่างๆ ได้แก่ หญ้าดอกขาว หญ้าข้าวหนุก หญ้าขนสีชมพู แห้วทรงกระเทียม ผักปอดนา ผักแว่น แพงพวย หนวดปลาชุก กกทราย และกกขนาก เป็นต้น (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2547; ทศพล, 2554)

3.2 เพรทิลาลคลอร์ (pretilachlor)

สาร pretilachlor จัดอยู่ในกลุ่ม Chloroacetamides เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทยับยั้งการแบ่งเซลล์บริเวณเนื้อเยื่อจุดเจริญของพืช (Meristem Mitotic Inhibitor) มีชื่อทางเคมีว่า 2-chloro-N-2', 6'-diethyl-N(2-propoxy ethyl)acetanilide โดยมีน้ำหนักโมเลกุล 311.90 สูตรโมเลกุล $C_{17}H_{26}ClNO_2$ (ภาพที่ 3) ชื่อการค้า ได้แก่ บีบี-เพรทิลาลคลอร์ Win-Weed และ โซฟิต เป็นต้น



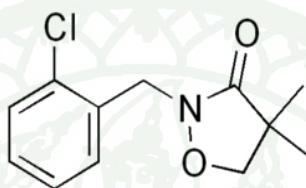
ภาพที่ 3 โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช pretilachlor

กลไกการทำลายพืช: สารเข้าสู่พืชโดยผ่านทาง coleoptiles (ในวัชพืชวงศ์หญ้า) และผ่านทาง hypocotyl หรือ epicotyl (ในวัชพืชใบกว้าง) มีการเคลื่อนย้ายได้ภายในต้นพืช โดยที่สารออกฤทธิ์จะไปยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์กรดไขมันและไขมัน (ลด wax deposition ของใบ แต่ไม่ได้ไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ ACCase) โปรตีน isoprenoids (รวมทั้ง gibberellins) และ flavonoids (anthocyanins) อาการที่พืชได้รับพิษทำให้ต้นกล้าบิดเบี้ยวโค้งงอ ใบห่อม้วนเป็นถ้วยหนา ใบที่งอกใหม่จะมีเส้นใบสั้นและเป็นรอยย่น

การใช้ทางเกษตร: เป็นสารประเภทเลือกทำลาย แนะนำให้ใช้ทางดิน ใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอก (ที่ 1 - 4 วันหลังจากหว่านข้าว) ในอัตรา 70 - 144 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ซึ่งต้องมีการให้น้ำ หรือฝนตก เพื่อให้สารเคลื่อนย้ายไปสัมผัสกับเมล็ดวัชพืชที่กำลังงอก ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าอายุฤดูเดียว สารจะผ่านเข้าสู่พืชทางยอดได้ดิน ส่วนพวกใบกว้างจะผ่านเข้าทางราก (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554; ทศพล, 2554)

3.3 โคลมาโซล (clomazone)

สาร clomazone เริ่มนำเข้ามาใช้ในปี ค.ศ. 1982 โดยบริษัท Stauffer Chemical Co. จัดอยู่ในกลุ่ม Isoxazolidinones เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทยับยั้งการสร้างรงควัตถุพวกแคโรทีนอยด์ (inhibit carotenoid biosynthesis) มีชื่อทางเคมีว่า 2-[(2-chlorophenyl)methyl]-4,4-dimethyl-3-isoxazolidinone โดยมีน้ำหนักโมเลกุล 239.70 สูตรโมเลกุล $C_{12}H_{14}ClNO_2$ (ภาพที่ 4) มีชื่อการค้า ได้แก่ Ricemax Magister และ Command เป็นต้น



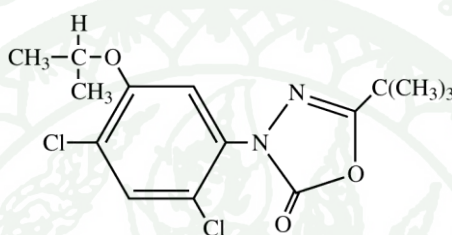
ภาพที่ 4 โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช clomazone

กลไกการทำลายพืช: เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลายสารเข้าสู่ต้นพืชได้ทั้งทางรากและยอดโดยเฉพาะบริเวณยอดที่เริ่มงอกใหม่ สารจะมีการเคลื่อนย้ายผ่านทางท่อลำเลียงน้ำ ไม่สามารถเคลื่อนย้ายต่ำลงในพืช หรือมีการเคลื่อนย้ายทางเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารได้ค่อนข้างจำกัด หลังจากเข้าสู่พืชแล้ว มีผลต่อการยับยั้งในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ภายในพืชต่อไป สาร clomazone สามารถสลายตัวภายในพืชได้ (ทศพล, 2554) อาการที่พืชแสดงว่าได้รับพิษของสาร คือ ใบของต้นกล้าวัชพืชที่งอกจากดินที่มีสารจะมีสีขาวและตายในเวลาต่อมา พืชที่งอกแล้ว หลังจากได้รับละอองสารปลิวมาสัมผัสใบ ใบก็จะเปลี่ยนเป็นสีขาวเช่นกัน (รังสิต, 2547)

การใช้ทางเกษตร: เป็นสารที่ใช้ทางดินเท่านั้น แนะนำให้ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก (ที่ 5 - 9 วันหลังจากหว่านข้าว) ในอัตรา 28.8 - 144 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชทั้งพวกใบกว้างและวงศ์หญ้า เช่น หญ้าข้าวนก หญ้าตีนนก และ *Panicum* spp. เป็นต้น ในพืชปลูก ถั่วเหลือง ข้าวโพดอาหารสัตว์ มันสำปะหลัง พักทอง ฝ้าย ยาสูบ มันฝรั่ง มันเทศ และพริก เป็นต้น ใช้ได้กับต้นกล้าที่เพิ่งงอก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพืชที่ปลูก พื้นที่ และเวลา นอกจากนี้ยังสามารถใช้ผสมร่วมกับสารกำจัดวัชพืชชนิดอื่นๆ ได้หลายชนิด เช่น สาร metribuzin, linuron, chloramben, alachlor, pendimethalin, metolachlor, oryzalin หรือ ethalfluralin ใช้ในรูปแบบของ emulsifiable concentrate (EC) (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554; ทศพล, 2554)

3.4 ออกซาไดแอซซอน (oxadiazon)

การพัฒนาในปี ค.ศ. 1969 โดยบริษัท Rhone-Poulenc จัดอยู่ในกลุ่ม Oxadiazole เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทยับยั้งสารสัมผัสหรือสารทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (Contacts-Membrane Disrupters) มีชื่อทางเคมีว่า 3-[2,4-dichloro-5-(1-methylethoxy)phenyl]-5-(1,1-dimethylethyl)-1,3,4-Oxadiazol-2(3H)-one โดยมีน้ำหนักโมเลกุล 345.23 สูตรโมเลกุล $C_{15}H_{18}Cl_2N_2O_3$ (ภาพที่ 5) มีชื่อการค้า ได้แก่ Ronster Foresite และ Chipco Ronstar G เป็นต้น



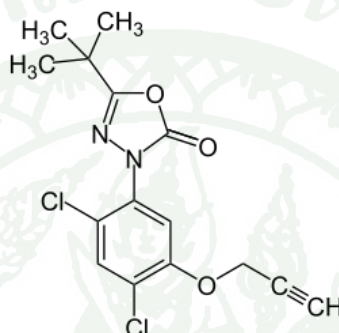
ภาพที่ 5 โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช oxadiazon

กลไกการทำลายพืช: เป็นสารประเภทสัมผัสและทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ เมื่อใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอกสารเข้าสู่รากพืชได้น้อย การเข้าสู่พืชโดยผ่านทางยอดต้นกล้าของวัชพืชที่กำลังงอก แต่เมื่อใช้ทางใบสารเข้าสู่ภายในใบพืชได้ ส่วนใหญ่สารจะมีการสะสมอยู่ภายในใบพืช ตำแหน่งที่เกิดปฏิกิริยาในพืชโดยที่สารจะไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ protoporphyrinogen oxidase (Protox หรือ PPO) ในขั้นตอนของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเป็นตัวจะชักนำให้มีการผลิตออกซิเจนในรูปที่เป็นพิษต่อพืช (singlet oxygen, 1O_2) มีผลทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ถูกทำลาย อาการที่พืชได้รับพิษ พืชที่อ่อนแอ เมื่อออกโผล่พ้นดินจะแสดงอาการใบเหี่ยว มีการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ ทำให้พืชแสดงอาการใบไหม้และแห้งตาย (necrosis) ภายในระยะเวลา 1 - 2 วัน

การใช้ทางเกษตร: เป็นสารประเภทเลือกทำลาย แนะนำให้ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก (ที่ 5 - 9 วันหลังจากหว่านข้าว) ในอัตรา 120 - 160 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชทั้งใบกว้างและวงศ์หญ้าอายุฤดูการเดียว เช่น หญ้าแพรก หญ้าไรย์ ตลอดจนสามารถนำไปใช้ควบคุมหญ้าสนาม และแปลงไม้ดอกไม้ประดับชนิดต่างๆ ได้สามารถใช้ในพืชปลูกชนิดต่างๆ เช่น ข้าว ฝ้าย ถั่วเหลือง หอมหัวใหญ่ และสวนผลไม้ เป็นต้น (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554; ทศพล, 2554)

3.5 ออกซาไดอาร์กิล (oxadiargyl)

สาร oxadiargyl จัดอยู่ในกลุ่ม Oxadiazole เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทยับยั้งสารสัมผัสหรือสารทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ (Contacts Membrane Disrupters) มีชื่อทางเคมีว่า 5-tert-butyl-3-[2,4-dichloro-5-(prop-2-ynyloxy)phenyl]-1,3,4-oxadiazol-2(3H)-one โดยมีน้ำหนักโมเลกุล 341.2 สูตรโมเลกุล $C_{15}H_{14}Cl_2N_2O_3$ (ภาพที่ 6) มีชื่อการค้า ได้แก่ Raft เป็นต้น



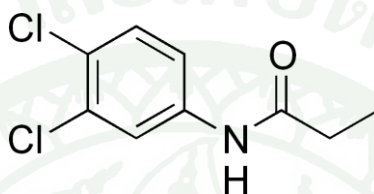
ภาพที่ 6 โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช oxadiargyl

กลไกการทำลายพืช: เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทสัมผัส เมื่อใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอก โดยที่สารจะเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ protoporphyrinogen oxidase (Protox หรือ PPO) ในขั้นตอนของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งเป็นตัวจะชักนำให้มีการผลิตออกซิเจนในรูปที่เป็นพิษต่อพืช (singlet oxygen, 1O_2) ซึ่งจะเป็นพิษรุนแรงต่อเซลล์พืช (ทศพล, 2554) อาการที่พืชแสดงอาการได้รับพิษจากสาร การใช้ทางดิน พืชที่อ่อนแอเมื่อออกโผล่พื้นดิน จะมีอาการใบเหี่ยวเหลืองแล้วแห้ง และตายภายใน 2 - 3 วัน ส่วนการใช้ทางใบ พืชที่อ่อนแอจะมีอาการเหลือง และแห้งตายภายใน 1 - 2 วัน

การใช้ทางเกษตร: แนะนำให้ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก (ที่ 5 - 6 วันหลังจากหว่านข้าว) ในอัตรา 12 - 40 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าและใบเลี้ยงคู่อายุฤดูเดียวในนาข้าว ธัญพืชเมืองหนาว อ้อย และหญ้าสนามที่ขยายพันธุ์ด้วยส่วนต้น (รังสิต, 2547; กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554)

3.6 โพรพานิล (propanil)

การพัฒนาในปี ค.ศ. 1959 โดยบริษัท Rhom และ Haas เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis Inhibitors) จัดอยู่ในกลุ่ม Anilide มีชื่อทางเคมีว่า *N*-(3,4-Dichlorophenyl)propanamide โดยมีน้ำหนักโมเลกุล 218.08 สูตรโมเลกุล $C_9H_7Cl_2NO$ (ภาพที่ 7) มีชื่อการค้า ได้แก่ Stam, Stam F-34 และ Wham เป็นต้น



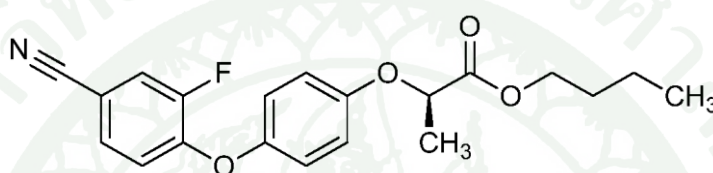
ภาพที่ 7 โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช propanil

กลไกการทำลายพืช: ลักษณะอาการที่พืชได้รับพิษหลังจากที่พืชได้รับสารไปแล้ว 3 - 7 วัน พืชจะแสดงอาการ chlorosis จากนั้น พืชจะแสดงอาการแห้งไหม้ และจะตายไปในที่สุด กลไกการทำลายพืชของสาร ยังไม่เป็นที่เข้าใจอย่างชัดเจน แต่เข้าใจว่า จะมีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนในกระบวนการสังเคราะห์แสงของระบบ PS II

การใช้ทางเกษตร: เป็นสารประเภทเลือกทำลาย แนะนำให้ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก (ที่ 10 - 20 วันหลังจากหว่านข้าว) ในอัตรา 320 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชพวงวงศ์ หญ้าอายุฤดูเดียว เช่น หญ้าตีนนก หญ้าตีนกา หญ้าชันกาด และหญ้าดอกขาว เป็นต้น นอกจากนี้ การใช้ในนาข้าวแบบหว่านนํ้าตม อาจจะมีผลกับสาร butachlor หรือ thiobencarb เพื่อช่วยในการควบคุมเมล็ดวัชพืชที่ยังไม่งอก (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554; ทศพล, 2554)

3.7 ไซฮาโลฟอป-บิวทิล (cyhalofop-butyl)

สาร cyhalofop-butyl เริ่มนำเข้ามาใช้ในปี ค.ศ.2002 โดยบริษัท Dow AgroScience LLC จัดอยู่ในกลุ่ม Aryloxyphenoxypropionate เป็นสารที่ยับยั้งการสังเคราะห์ไขมันมีชื่อทางเคมีว่า 2-[4-(4-cyano-2-fluorophenoxy) phenoxy]propionic acid, butyl ester (R) โดยมีน้ำหนักโมเลกุล 357.38 สูตรโมเลกุล $C_{20}H_{20}FNO_4$ (ภาพที่ 8) มีชื่อการค้า ได้แก่ Crandstan และ Clincher เป็นต้น (Dow AgroSciences, 2003)



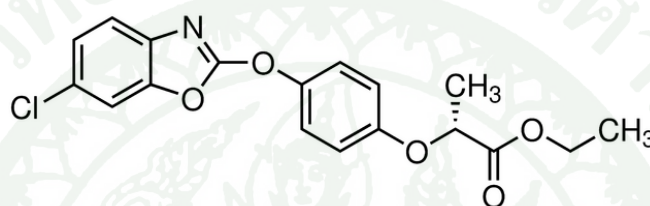
ภาพที่ 8 โครงสร้างทางเคมีของสารป้องกันกำจัดวัชพืช cyhalofop-butyl

กลไกการทำลายพืช: เข้าสู่ต้นพืชทางใบ เมื่อเข้าสู่ต้นพืชแล้วสารเคลื่อนย้ายได้ทั่วต้นพืช ทั้งใน xylem และ phloem แล้วไปสะสมอยู่ที่เนื้อเยื่อเจริญ เช่น ทิยอดอ่อน ตาข้าง และปลายราก สารจะเข้าไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Acetyl CoA Carboxylase (ACCase) ซึ่งทำหน้าที่สังเคราะห์ไขมันในพืชวงศ์หญ้า เอนไซม์ชนิดนี้อยู่ใน stroma ภายใน chloroplast โดยพืชจะมีใบอ่อนจะมีสีเหลือง การเจริญเติบโตหยุดชะงัก ต่อมาปลายยอดจะแห้งตาย รวมทั้งเนื้อเยื่อเจริญอื่นๆ ทั้งที่ใบและราก จะตายทั้งต้นในเวลาต่อมา ที่ 1 - 3 สัปดาห์หลังจากได้รับสาร (ทศพล, 2554)

การใช้ทางเกษตร: เป็นสารประเภทเลือกทำลาย แนะนำให้ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก (ที่ 10 วันหลังจากหว่านข้าว) ในอัตรา 16 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้า เช่น หญ้าข้าวเนก หญ้าดอกขาว และหญ้าดอกแดง ในอัตรา 160 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ในข้าวจะแสดงอาการได้รับพิษน้อยมาก ควรใช้ร่วมกับสารอื่นที่ควบคุมใบเลี้ยงคู่และกก แต่การผสมร่วมกับสารอื่นในถังเพื่อฉีดพ่นพร้อมกัน อาจเกิดปฏิกิริยาหักล้างขึ้นจึงต้องระมัดระวัง (รังสิต, 2547; กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554)

3.8 ฟีนอกซาพรอป-พี-เอทิล (fenoxaprop-p-ethyl)

สาร fenoxaprop-p-ethyl จัดอยู่ในกลุ่ม Aryloxyphenoxypropanoate สารกำจัดวัชพืชสารประเภทยับยั้งการสังเคราะห์ไขมัน (Lipid Synthesis inhibitors) มีชื่อทางเคมีว่า Ethyl (R)-2-[4-[(6-chlorobenzoxazol-2-yl)oxy]phenoxy]propionate โดยมีสูตรโมเลกุล $C_{18}H_{16}ClNO_5$ น้ำหนักโมเลกุล 361.8 (ภาพที่ 9) มีชื่อการค้า ได้แก่ Whip, Bugle, Option และ Acclaim เป็นต้น



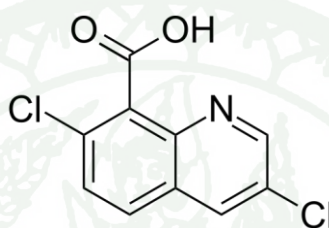
ภาพที่ 9 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช fenoxaprop-p-ethyl

กลไกการทำลายพืช: สารจะเข้าสู่ต้นพืชได้ทางใบ สามารถเคลื่อนย้ายได้ทั้งแบบ acropetal และ basipetal ไปยังราก หรือส่วนของเหง้า สารจะเข้าไปยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์กรดไขมันในคลอโรพลาสต์ ในการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ acetyl-CoA carboxylase (ACCase) หลังจากพืชได้รับสาร 1 - 3 สัปดาห์ พืชจะแสดงอาการ chlorosis ก่อน โดยที่กาบใบจะเป็นสีน้ำตาล สำหรับใบแก่จะม้วนเป็นสีม่วง ส้ม แดง ต่อมาพืชจะแสดงอาการของ necrosis และพืชจะตายไปในที่สุด

การใช้ทางเกษตร: แนะนำให้ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก (ที่ 15 - 25 วันหลังจากหว่านข้าว) ในอัตรา 4.5 - 9 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าอายุฤดูเดียว ในข้าว ถั่วเหลือง ฝ้ายอ้อย ถั่วลิสง มันฝรั่ง ถั่วเหลือง ทานตะวัน พืชผัก และพืชใบกว้างชนิดอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้ควบคุมวัชพืชพวกหญ้าพง ซึ่งเป็นวัชพืชอายุข้ามปีที่เจริญมาจากส่วนของเหง้า (rhizome) ได้ อัตราของสารที่ใช้ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโตของหญ้าที่ควบคุม ต้องการระยะปลอดผลอย่างน้อย 1 ชั่วโมงหลังจากใช้สาร (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554; ทศพล, 2554)

3.9 ควินคลอแร็ค (quinclorac)

สาร quinclorac เริ่มนำเข้ามาใช้ในปี ค.ศ.1988 เป็นสารป้องกันกำจัดวัชพืชประเภทที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืช (Hormonelike Herbicides) จัดอยู่ในสารกลุ่ม Quinoline Carboxylic Acid มีชื่อทางเคมีว่า 3,7-Dichloro-8-quinolinecarboxylic acid โดยมีน้ำหนักโมเลกุล 242.06 สูตรโมเลกุล $C_{10}H_5Cl_2NO_2$ (ภาพที่ 10) มีชื่อการค้า ได้แก่ Quali-Pro, Drive, Facet (BASF) และ Paramount เป็นต้น



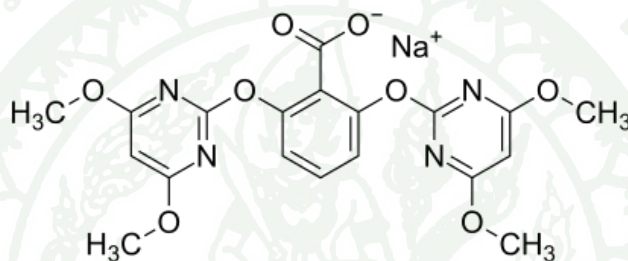
ภาพที่ 10 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช quinclorac

กลไกการทำลายพืช: เป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีคุณสมบัติคล้ายฮอร์โมนพืช (synthetic auxins) ที่มีคุณสมบัติช่วยเร่งการเจริญเติบโตของพืชคล้ายฮอร์โมนพืชที่พบในธรรมชาติ IAA (action like IAA) เกี่ยวข้องกับการถ่ายอิเล็กตรอนที่ plasma membrane ทำให้เกิดสภาพความเป็นกรดที่ผนังเซลล์ (cell wall) โดยยับยั้งการสังเคราะห์เซลลูโลส (cellulose) ซึ่งเป็นโครงสร้างส่วนประกอบของผนังเซลล์ในพืชวงศ์หญ้า

การใช้ทางเกษตร: เป็นสารประเภทเลือกทำลายในนาข้าว สามารถใช้ได้ทั้งแบบหลังวัชพืชงอกและใช้หลังวัชพืชงอกระยะแรก (ที่ 7 - 20 วันหลังจากหว่านข้าว) ในอัตรา 40 - 150 กรัม สารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าในนาข้าว เช่น หญ้านกสีชมพู (*Echinochloa colona*) หญ้าข้าวนก (*Echinochloa crus-galli*) เป็นต้น นอกจากนี้ สามารถควบคุมวัชพืชหญ้าตีนนก หญ้ากุศลา และหญ้าหางหมาจิ้งจอก เป็นต้น โดยที่ต้นข้าวจะไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สาร แต่สามารถควบคุมวัชพืชได้ดี ยกเว้นพวกหญ้าดอกขาว (*Leptochloa* sp.) และหญ้าชนิดอื่นๆ ไม่สามารถควบคุมได้ (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554; ทศพล, 2554)

3.10 บิสไพริเบค-โซเดียม (bispyribac-sodium)

สาร bispyribac-sodium มีการพัฒนาร่วมกันโดย Kumiai and Ihara Chemical Industry Co., Ltd เริ่มมีการแนะนำให้ใช้ในปี ค.ศ. 1997 เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทกลุ่มสารที่ยับยั้งการสังเคราะห์กรดอะมิโน (Amino Acid Synthesis Inhibitors) ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่ม pyrimidinyloxybenzoic มีชื่อทางเคมีว่า Sodium 2,6-bis[(4,6-dimethoxy-2-pyrimidinyl)oxy]benzoate โดยมีสูตรโมเลกุล $C_{19}H_{17}N_4NaO_8$ น้ำหนักโมเลกุล 452.35 (ภาพที่ 11) มีชื่อการค้า ได้แก่ Nominee และ เลกาซี 20 เป็นต้น



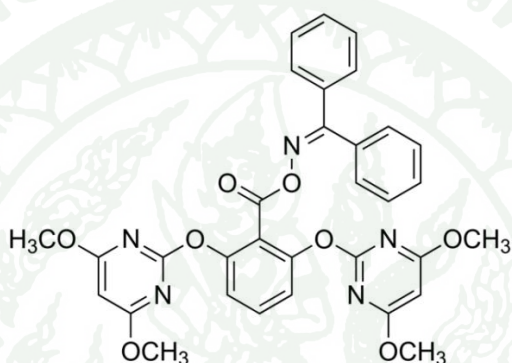
ภาพที่ 11 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช bispyribac-sodium

กลไกการทำลายพืช: เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการสังเคราะห์กรดอะมิโน โดยเอนไซม์ ALS (acetoactate synthase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์กรดอะมิโนที่เป็นลูกโซ่ ส่งผลทำให้ไม่สามารถสังเคราะห์โปรตีน และ DNA ต่อไปได้ จึงทำให้การแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโตของพืชผิดปกติ (ทศพล, 2554) พืชแสดงอาการได้รับพิษ คือ การยืดตัวของใบจะถูกยับยั้งภายใน 24 ชั่วโมงหลังจากได้รับสาร พืชชะงักการเจริญเติบโต ยอดและใบ จะมีอาการเหลือง ภายใน 3 - 5 วัน และใบจะแห้งตายประมาณ 10 - 15 วัน (รังสิต, 2547)

การทางเกษตร: เป็นสารประเภทเลือกทำลายในนาข้าว แนะนำให้ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก (ที่ 10 - 20 วันหลังจากหว่านข้าว) ในอัตรา 2 - 4.8 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้า เช่น หญ้าข้าวหนวด หญ้าแดง วัชพืชประเภทใบกว้าง เช่น ผักปอดนา โสนหางไก่ และวัชพืชประเภทกก เช่น กกขนาก กกทราย และ หนวดปลาตุ๊ก เป็นต้น (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2554)

3.11 ไพริเบนโซซิม (pyribenzoxim)

สาร pyribenzoxim เป็นสารกำจัดวัชพืชประเภทกลุ่มสารที่ยับยั้งการสังเคราะห์กรดอะมิโน (Amino Acid Synthesis Inhibitors) จัดอยู่ในสารกลุ่ม Pyrimidinyloxy benzoic มีชื่อทางเคมีว่า Benzophenone O-[2,6-bis(4,6-dimethoxypyrimidin-2-yloxy)benzoyl]oxime โดยมีสูตรโมเลกุล $C_{32}H_{27}N_5O_8$ น้ำหนักโมเลกุล 609.59 (ภาพที่ 12) มีชื่อการค้า ได้แก่ Priankle1 และ แชนชั่น เป็นต้น



ภาพที่ 12 โครงสร้างทางเคมีของสารกำจัดวัชพืช pyribenzoxim

กลไกการทำลายพืช: เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ยับยั้งการสังเคราะห์กรดอะมิโนที่เป็นลูกโซ่ ได้แก่ valine leucine และ isoleucine ในพืช โดยเอนไซม์ ALS (acetate synthase) ส่งผลทำให้ไม่สามารถสังเคราะห์โปรตีน และ DNA ได้ จึงทำให้การแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโตของพืชผิดปกติ (ทศพล, 2554)

การทางเกษตร: เป็นสารประเภทเลือกทำลายในนาข้าว แนะนำให้ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก (ที่ 10 - 20 วันหลังการหว่านข้าว) ในอัตรา 4 - 7 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อไร่ ใช้สำหรับควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้าในนาข้าว เช่น หญ้าข้าวเนก หญ้าแดง วัชพืชประเภทใบกว้าง เช่น ผักปอดนา โสน คางคก ส่วนวัชพืชประเภทกก เช่น กกขนาก กกทราย และหนวดปลาตุ๊ก เป็นต้น (กลุ่มวิจัยวัชพืช, 2555)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ทดสอบปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก

1.1 เมล็ดหญ้าข้าวนกที่ระบดจากแปลงเกษตรกรในพื้นที่อำเภอนครหลวง และอำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

1.2 เครื่องเพาะเมล็ดปรับอุณหภูมิ (germinator chamber) Contherm, Model BIOSYN 6000 CP, New Zealand

1.3 ตู้อบลมร้อน (hot air oven) ยี่ห้อ Contherm, Model thermotec 2000 oven

1.4 สารเคมีสำหรับปรับค่า pH ได้แก่ 1N NaOH และ 1N HCl

1.5 กระดาษเพาะ (blotting paper)

1.6 กระบะเพาะพลาสติก ขนาด 18 x 27 x 10 เซนติเมตร

1.7 กระถางปลูก

1.8 จานแก้ว (petri dish)

1.9 Miniplanter

1.10 pH meter SCHOTT Lab 850

1.11 กระบอกตวง (cylinder)

1.12 อลูมิเนียมฟอยล์

1.13 ปีกเกอร์ (beaker)

1.14 ดินสอเขียนน้ำ

1.15 ปากคีบ (forceps)

1.16 น้ำกลั่น

1.17 ปิเปต (pipette)

1.18 หลอดทดลอง (test tube)

2. อุปกรณ์ทดสอบประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก

2.1 เมล็ดพันธุ์ข้าว พันธุ์สุพรรณบุรี 1 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ลักษณะประจำพันธุ์ของข้าว พันธุ์สุพรรณบุรี 1 (ที่มา: สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว, 2556)

ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1	ลักษณะประจำพันธุ์
ลักษณะทั่วไป	ข้าวเจ้านาสวน สูงประมาณ 125 เซนติเมตร ทรงกอตั้ง ต้นแข็ง ไม่ล้ม ใบสีเขียวเข้มมีขน กาบใบและปล้องสีเขียว ใบธงยาว ค่อนข้างตั้งตรง คอรวงยาว รวงค่อนข้างแน่น
ผลผลิต	ประมาณ 806 กิโลกรัมต่อไร่
ลักษณะเด่น	ผลผลิตสูงต้านทานโรคไหม้ โรคขอบใบแห้ง และต้านทานโรคใบหงิก และโรคใบสีส้ม ในสภาพธรรมชาติ ต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล และเพลี้ยกระโดดหลังขาว

2.2 สารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ใช้ในการทดลอง (ตารางที่ 2)

2.3 แปลงทดลองปลูกข้าวในสภาพแปลงเกษตรกรรม อำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี โดยเลือกพื้นที่ ที่ภายในแปลงปลูกข้าวมีการระบาดของหญ้าข้าวนกในฤดูปลูกที่ผ่านมา ซึ่งความหนาแน่นของประชากรมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์

2.4 เครื่องมือที่ใช้ ประกอบด้วยเครื่องมือในการเตรียมแปลง (เช่น ตลับเมตร ไม้ปักแปลง และไม้วัดความสูง) เครื่องวัดตวง (เช่น กระบอกลตวง และกระบอกลตวัดยาเครื่องชั่งแบบละเอียด ถึงผสมสารป้องกันกำจัดวัชพืช เครื่องฉีดพ่นแบบสเปรย์พ่นหลัง (Knapsack sprayer) ขนาดบรรจุ 20 ลิตร หัวฉีดรูปพัดรีมเสมอ (flat fan) quadrat ขนาด 1 x 1 เมตร และเครื่องป้องกันร่างกาย (เช่น หน้ากากป้องกันสาร รองเท้าบูท และถุงมือ)

2.5 ปุ๋ยเคมี ได้แก่ ปุ๋ยสูตร 46-0-0 และ 16-20-0

2.6 สารป้องกันกำจัดแมลง ได้แก่ quinalphos 25% EC, fipronil 5% SC และ cypermethrin 35% EC สารป้องกันกำจัดโรคพืช propiconazole 9% + prochloraz 40% EC

วิธีการ

การทดลองที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก

สุ่มเก็บตัวอย่างของเมล็ดหญ้าข้าวนกในระยะที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา ที่รวบรวมมาจากแปลงเกษตรกรในเขตพื้นที่ อำเภอนครหลวง และอำเภอบางปะหัน จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จากนั้นนำมาศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก ทำการทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการและโรงเรือนปลูกของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ตั้งแต่เดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ถึง มกราคม พ.ศ. 2557 จากนั้น นำเมล็ดหญ้าข้าวนกมาเพาะความงอก และวางบ่มในเครื่องเพาะเมล็ดปรับอุณหภูมิ แต่ละปัจจัยวางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (CRD) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด ซึ่งประยุกต์การทดลองตามวิธีการของ Nakamura and Hossain (2009) โดยพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก ประกอบด้วย ผลของอุณหภูมิคงที่ สภาพของอุณหภูมิสลับ (day/ night) สภาพของ pH สภาพน้ำท่วมขัง และความลึกของเมล็ดวัชพืชในดิน การบันทึกผล โดยทำการประเมินเปอร์เซ็นต์การงอก (seed germination) และการโผล่พ้นดินกล้าจากดิน (seedling emergence) ของเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 และ 30 วันหลังจากเพาะเมล็ด ซึ่งในรายละเอียดของการทดลองแต่ละปัจจัย มีดังนี้

1.1 ภายใต้สภาพอุณหภูมิคงที่

การทดสอบผลของอุณหภูมิคงที่ต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก นำตัวอย่างเมล็ดหญ้าข้าวนกในระยะที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา มาเพาะลงบนกระดาษเพาะชุบน้ำกลั่น แล้วนำไปวางลงในกระบะเพาะเมล็ด จากนั้น นำไปบ่มเพาะในเครื่องเพาะเมล็ด (germinator chamber) รุ่น Contherm, Model BIOSYN 6000 CP, New Zealand ที่สามารถทำการปรับอุณหภูมิได้ตั้งระดับ 10 - 40 องศาเซลเซียส ในแต่ละกรรมวิธี ใช้ตัวอย่างเมล็ดหญ้าข้าวนก จำนวนซ้ำละ 100 เมล็ดต่อกระบะเพาะ ทำ 4 ซ้ำ นำไปวางในเครื่องเพาะเมล็ดในสภาพอุณหภูมิคงที่ 5 ระดับ คือ 15 20 25 30 และ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน ให้น้ำวันละครั้ง การบันทึกผล โดยทำการประเมินเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด

1.2 ภายใต้อุณหภูมิที่สลับ

การทดสอบผลของอุณหภูมิที่สลับที่มีต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวเนก นำตัวอย่างเมล็ดหญ้าข้าวเนกในระยะที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา มาเพาะลงบนกระดาษเพาะชุบน้ำกลั่น แล้วนำไปวางลงในกระบะเพาะเมล็ด เพาะในเครื่องเพาะเมล็ดปรับอุณหภูมิ (germinator chamber) Contherm, Model BIOSYN 6000 CP, New Zealand บ่มเมล็ดหญ้าข้าวเนกที่สภาพอุณหภูมิที่ 25/ 20 และ 30/ 25 องศาเซลเซียส (day/ night) เป็นเวลา 15 วัน จากนั้น ทำการบ่มเมล็ดหญ้าข้าวเนกที่สภาพอุณหภูมิที่ 25 และ 30 เป็นเวลา 15 วัน เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบของสภาพอุณหภูมิที่สลับกับสภาพอุณหภูมิคงที่ ในแต่ละกรรมวิธี ใช้ตัวอย่างเมล็ดหญ้าข้าวเนก จำนวนข้าละ 100 เมล็ดต่อกระบะเพาะ จำนวน 4 ข้า ให้น้ำวันละครั้ง การบันทึกผล โดยทำการประเมินเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวเนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด

1.3 ภายใต้อุณหภูมิความเป็นกรด-ด่าง

การทดสอบผลของสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวเนก นำตัวอย่างเมล็ดหญ้าข้าวเนกในระยะที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา มาเพาะลงบนกระดาษเพาะชุบสารละลาย 1N HCL และ 1N NaOH เพื่อปรับระดับ pH โดยทดสอบภายใต้อุณหภูมิความเป็นกรด-ด่าง ทั้งหมด 7 ระดับ คือ pH ที่ 1 2 4 7 10 12 และ 14 โดยใช้เครื่อง pH meter ให้อยู่สภาพที่กำหนด วางเมล็ดลงในจานเพาะ (petri dish) จากนั้น นำตัวอย่างเมล็ดหญ้าข้าวเนกไปบ่มเพาะในเครื่องเพาะเมล็ดปรับอุณหภูมิ (germinator chamber) Contherm, Model BIOSYN 6000 CP, New Zealand ที่อุณหภูมิคงที่ 25 องศาเซลเซียส ในแต่ละการทดลอง ใช้ตัวอย่างเมล็ดหญ้าข้าวเนกจำนวนข้าละ 100 เมล็ดต่อจานเพาะ จำนวน 4 ข้า เป็นเวลา 15 วัน ให้น้ำวันละครั้ง การบันทึกผล โดยทำการประเมินเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวเนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด

1.4 ภายใต้อุณหภูมิที่ท่วมขัง

การทดสอบผลกระทบสภาพน้ำท่วมขังต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวเนก นำตัวอย่างเมล็ดหญ้าข้าวเนกในระยะที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา มาเพาะลงบนกระดาษเพาะชุบน้ำกลั่น แล้วนำไปวางลงในกระบะเพาะเมล็ด ภายใต้อุณหภูมิที่ท่วมขัง (flooding) สภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated) และชุดควบคุม (control) ให้น้ำวันละครั้ง เช่นเดียวกับในการทดลองภายใต้อุณหภูมิคงที่ 25 องศา

เซลเซียส โดยการใส่น้ำกลั่นตามความเหมาะสมของการทดลอง จากนั้น ทำการบ่มเพาะเมล็ดพันธุ์ข้าววนกที่สภาพอุณหภูมิคงที่ ที่ 25 ในเครื่องเพาะเมล็ดปรับอุณหภูมิ (germinator chamber) Contherm, Model BIOSYN 6000 CP, New Zealand ในแต่ละการทดลอง ใช้ตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าววนกจำนวน 100 เมล็ดต่อกระบะเพาะ จำนวน 4 ซ้ำ เป็นเวลา 15 วัน ให้น้ำวันละครั้ง การบันทึกผล โดยทำการประเมินเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพันธุ์ข้าววนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด

1.5 ความลึกของเมล็ดในดิน

การทดสอบระดับความลึกในการฝังเมล็ดต่อการโผล่พ้นต้นกล้าจากดินของเมล็ดพันธุ์ข้าววนก นำตัวอย่างเมล็ดพันธุ์ข้าววนกในระยะที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา มาเพาะลงในกระถาง และ Miniplanter หลุมละ 1 เมล็ด จำนวน 100 เมล็ดต่อกระถาง และ Miniplanter ทำ 4 ซ้ำ ที่ระดับความลึกของดิน 6 ระดับ คือ 0 0.5 1.0 2.0 5.0 และ 10 เซนติเมตร เป็นเวลา 30 วัน ให้น้ำวันละครั้ง การบันทึกผล โดยทำการประเมินเปอร์เซ็นต์การโผล่พ้นต้นกล้าจากดินของเมล็ดพันธุ์ข้าววนก ที่ 30 วันหลังจากเพาะเมล็ด

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของพันธุ์ข้าววนก ประกอบด้วย ผลของสภาพอุณหภูมิคงที่ อุณหภูมิสลับ สภาพของ pH สภาพการท่วมขังน้ำ และความลึกของเมล็ดพืชในดิน จากผลการทดลองที่ได้มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติ (analysis of variance) ตามแผนการทดลองแบบ CRD เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติใช้การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Fisher's Protected Least Significant Difference test (LSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยการใช้โปรแกรม R Version 3.1.1

การทดลองที่ 2 ประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก

การศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าข้าวนกของสารกำจัดวัชพืชชนิดต่างๆ ในนาหว่านน้ำตม ทำการศึกษาในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกรในเขตพื้นที่ อ. ศรีประจันต์ จ. สุพรรณบุรี ซึ่งมีการแพร่ระบาดของวัชพืชหญ้าข้าวนกมากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป โดยปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 (ตารางที่ 1) ด้วยวิธีหว่านน้ำตม อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ปราศจากเมล็ดวัชพืชใดๆ เจือปน ระหว่างเดือนกันยายน พ.ศ. 2553 ถึง มกราคม พ.ศ. 2554 ในแปลงขนาด 4×4 เมตร โดยปักคันดินกว้างและสูง 30×30 เซนติเมตร ล้อมรอบแปลงย่อยทุกแปลง ระยะระหว่างแปลง 1 เมตร วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ ประกอบด้วย 14 กรรมวิธี (ตารางที่ 2) และใช้เครื่องพ่นแบบสับโยกสะพายหลัง (Knapsack sprayer) อัตราน้ำ 80 ลิตรต่อไร่ โดยมีรายละเอียดในแต่ละกรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ไม่มีการกำจัดวัชพืช

กรรมวิธีที่ 2 การกำจัดวัชพืชด้วยมือ ที่ 30 และ 45 วันหลังจากหว่านข้าว

กรรมวิธีที่ 3 การใช้สาร butachlor 80% EC อัตรา 1050 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ฉีดพ่นสาร ที่ 1 วันหลังจากหว่านข้าว หลังพ่นสาร 3 วัน ให้รดน้ำเข้านา

กรรมวิธีที่ 4 การใช้สาร pretilachlor 30% EC อัตรา 900 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ฉีดพ่นสาร ที่ 1 วันหลังจากหว่านข้าว

กรรมวิธีที่ 5 การใช้สาร oxadiazon 25% EC อัตรา 1000 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ คลุกทรายหว่านด้วยอัตรา 5 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ 5 วันหลังจากหว่านข้าว ลงบนแปลงที่มีน้ำท่วมขัง 3 - 5 เซนติเมตร

กรรมวิธีที่ 6 การใช้สาร clomazone 48% EC อัตรา 1200 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ฉีดพ่นสาร ที่ 5 วันหลังจากหว่านข้าว และระบายน้ำเข้านาหลังใช้สาร 3 วัน

กรรมวิธีที่ 7 การใช้สาร oxadiargyl 40% SC อัตรา 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ คลุกทรายหว่านด้วยอัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ ที่ 5 วันหลังจากหว่านข้าว

กรรมวิธีที่ 8 การใช้สาร butachlor + propanil (35 + 35% EC) อัตรา 787.5 + 787.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ที่ 10 วันหลังจากหว่านข้าว

กรรมวิธีที่ 9 การใช้สาร clomazone + propanil (12 + 27% EC) อัตรา 240 + 540 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ที่ 10 วันหลังจากหว่านข้าว

กรรมวิธีที่ 10 การใช้สาร cyhalofop-butyl 10% EC อัตรา 100 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ฉีดพ่นสาร ที่ 10 วันหลังจากหว่านข้าว หลังจากพ่นสาร 2 วัน ให้รดน้ำเข้านาและรักษาระดับน้ำไว้นาน 3 - 4 วัน

กรรมวิธีที่ 11 การใช้สาร bispyribac-sodium 10% EC อัตรา 30 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ฉีดพ่นสาร ที่ 20 วันหลังจากหว่านข้าว ก่อนฉีดพ่นให้ระบายน้ำออกก่อน แล้วรดน้ำเข้านาหลังฉีดพ่นแล้ว 2 - 3 วัน

กรรมวิธีที่ 12 การใช้สาร quinclorac 25% W/V SC อัตรา 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ฉีดพ่นสาร ที่ 20 วันหลังจากหว่านข้าว

กรรมวิธีที่ 13 การใช้สาร fenoxaprop-p-ethyl 7.5% EW อัตรา 37.50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ที่ 20 วันหลังจากหว่านข้าว ก่อนฉีดพ่นให้ระบายน้ำออก และ ที่ 2 - 7 วันหลังจากใช้สารให้รดน้ำเข้านา

กรรมวิธีที่ 14 การใช้สาร pyribenzoxim 5% EC อัตรา 43.75 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ที่ 20 วันหลังจากหว่านข้าว

ตารางที่ 2 ชนิดและอัตราของสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่ใช้ในการทดลองที่ 2

Treatment	Dose*	Timing application
	(g a.i./ ha)**	(DAS) ¹
1. Weedy control	-	-
2. Hand weeding (at 30, 45 DAS ³)	-	-
3. butachlor	1,050	PRE ² (1DAS)
4. pretilachlor	900	PRE (1DAS)
5. oxadiazon	1,000	EPE ³ (5DAS)
6. clomazone	1,200	EPE (5DAS)
7. oxadiargyl	250	EPE (5DAS)
8. butachlor+ propanil	787.50 + 787.50	PST ⁴ (10DAS)
9. clomazone + propanil	240 + 540	PST (10DAS)
10. cyhalofop-butyl	100	PST (10DAS)
11. bispyribac-sodium	30	PST (20DAS)
12. quinclorac	250	PST (20DAS)
13. fenoxaprop-p-ethyl	37.50	PST (20DAS)
14. pyribenzoxim	43.75	PST (20DAS)

หมายเหตุ : ¹DAS = Days after rice sowing (วันหลังจากหว่านข้าว)

²PRE = Pre-emergence (สารที่ใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอก)

³EPE = Early-post emergence (สารที่ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก)

⁴PST = Post emergence (สารที่ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก)

* ปริมาณน้ำที่ใช้ในการฉีดพ่นสาร 80 ลิตรต่อไร่

** พื้นที่ 1 เฮกตาร์ (hectar) = 6.25 ไร่

การบันทึกผลการทดลอง

1. การประเมินประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก ให้คะแนนด้วยสายตาระบบ 0 - 100 คะแนน โดยที่ 0 คะแนน หมายถึง ไม่มีวัชพืช และ 10 - 100 คะแนน หมายถึง มีวัชพืชปกคลุม 10 - 100 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำการประเมิน ที่ 30 และ 60 วันหลังจากใช้สาร (Prashant *et al.*, 2010)

2. การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นข้าว ที่ 7 15 และ 30 วันหลังจากใช้สาร โดยให้เป็นคะแนนตามระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อข้าว ทำการประเมินด้วยสายตา ให้คะแนนที่ระดับ 0 - 100 โดย 0 = ต้นข้าวมีอาการปกติ 10 - 30 = ต้นข้าวเป็นพิษเล็กน้อย 40 - 60 = ต้นข้าวเป็นพิษปานกลาง 70 - 90 = ต้นข้าวเป็นพิษรุนแรง และ 100 = ต้นข้าวตาย (Prashant *et al.*, 2010)

3. การตอบสนองทางสรีรวิทยาของพืชที่มีต่อสารกำจัดวัชพืช โดยพิจารณาจากการเติบโตขององค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าว เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ไม่มีการกำจัดวัชพืชและกำจัดวัชพืชด้วยมือ (ที่ 45 และ 120 วันหลังจากหว่านข้าว) บันทึกข้อมูล ดังนี้

3.1 ความสูงต้นข้าว จากส่วนโคนต้นถึงปลายยอด โดยสุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ต้นต่อแปลงทดลอง ขนาด 4 × 4 เมตร ที่ 45 วันหลังจากหว่านข้าว

3.2 จำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่ 1 × 1 เมตร ที่ 45 วันหลังจากหว่านข้าว

3.3 จำนวนต้นข้าวต่อกอ โดยสุ่มจากจำนวน 10 ต้นต่อกอ แปลงทดลอง ขนาด 4 × 4 เมตร การบันทึกข้อมูล นับจำนวนต้นต่อกอ ที่ 45 วันหลังจากหว่านข้าว

3.4 น้ำหนักแห้งของต้นข้าว จากส่วนลำต้นเหนือดิน (shoot) โดยสุ่มจากจำนวน 10 กอต่อพื้นที่ 1 × 1 เมตร ที่ 45 วันหลังจากหว่านข้าว นำตัวอย่างไปอบ ในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3 วัน แล้วนำตัวอย่างไปชั่งน้ำหนัก ($g\ m^{-2}$)

3.5 จำนวนเมล็ดต่อรวง (เมล็ดที่สมบูรณ์) และน้ำหนักเมล็ดดีจำนวน 100 เมล็ด (กรัม) ในแต่ละกรรมวิธีทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง จำนวน 10 รวง ที่ 120 วันหลังจากหว่านข้าว

3.6 ผลผลิตข้าว ที่ 120 วันหลังจากหว่านข้าว ในแต่ละกรรมวิธีทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง ผลผลิตของข้าว จากพื้นที่ 3×3 เมตร ชั่งน้ำหนักข้าวที่ความชื้นมาตรฐาน 14 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ผลการทดลองที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติตามแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (RCBD) เมื่อพบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติแล้วจึงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ R Version 3.1.1

สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัย

1. ห้องปฏิบัติการและเรือนทดลองของภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม
2. แปลงทดลองของเกษตรกรในเขตพื้นที่ อ. ศรีประจันต์ จ. สุพรรณบุรี

ระยะเวลาดำเนินการวิจัย

เริ่มตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2553 - เดือนมกราคม พ.ศ. 2557

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่ 1 ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก

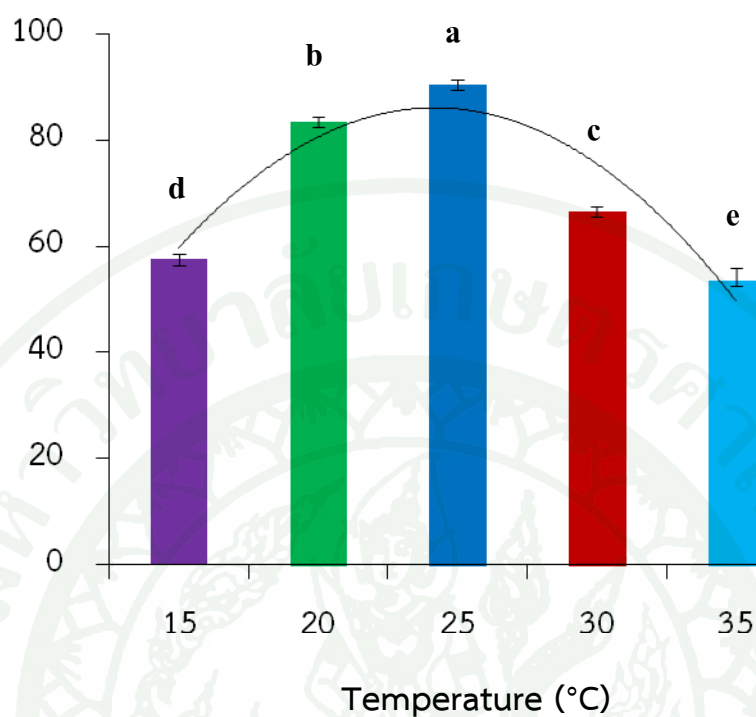
การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก เพื่อหาแนวทางในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตาม ได้ทำการทดลองในสภาพห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย อุณหภูมิคงที่ อุณหภูมิสลับ สภาพของ pH สภาพน้ำท่วมขัง และความลึกของเมล็ดวัชพืชในดิน ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

1.1 ผลของอุณหภูมิคงที่ต่อการงอกเมล็ด

เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีช่วงอุณหภูมิเหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตระยะแรกแตกต่างกันไป ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมเมล็ดอาจดูดน้ำได้แต่ไม่งอกในขณะที่อุณหภูมิสูงเกินไป เมล็ดก็อาจดูดน้ำได้เช่นกัน จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของอุณหภูมิคงที่ต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก (ตารางผนวกที่ 1) พบว่า ภายใต้สภาพอุณหภูมิคงที่ที่แตกต่างกันทั้ง 5 ระดับ คือ 15, 20, 25, 30 และ 35 องศาเซลเซียส ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า สภาพของอุณหภูมิคงที่ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก ส่งผลทำให้การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกัน โดยเชื่อว่า สภาพของอุณหภูมิคงที่ เป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก

เมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกภายใต้สภาพอุณหภูมิคงที่ทั้ง 5 ระดับ คือ 15, 20, 25, 30 และ 35 องศาเซลเซียส ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด (ภาพที่ 13) พบว่า ในสภาพอุณหภูมิคงที่ทั้ง 5 ระดับ ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยที่อุณหภูมิคงที่ ที่ 25 องศาเซลเซียส ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกสูงที่สุดมากถึง 90.5 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา ได้แก่ สภาพของอุณหภูมิคงที่ ที่ 20, 30, 15 และ 35 องศาเซลเซียส ทำให้มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกอยู่ที่ 83.5, 66.5, 57.5 และ 53.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Germination (%)



ภาพที่ 13 ผลของอุณหภูมิคงที่ต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Fisher's Protected Least Significant Difference Test

เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีช่วงอุณหภูมิคงที่ที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโต ระยะแรกแตกต่างกันไป ในการทดสอบสภาพอุณหภูมิคงที่ที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดหญ้า ข้าววอกอยู่ ที่ 25 องศาเซลเซียส ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด เมื่อทำการทดสอบการงอกของเมล็ด หญ้าข้าววอก ในสภาพของอุณหภูมิคงที่ที่สูงขึ้น ตั้งแต่ 30 - 35 องศาเซลเซียส พบว่า เมล็ดหญ้า ข้าววอกมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลง ส่วนในสภาพอุณหภูมิคงที่ที่ต่ำลง ตั้งแต่ 20 - 15 องศาเซลเซียส พบว่า เมล็ดหญ้าข้าววอกมีเปอร์เซ็นต์การงอกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งมีรูปแบบของการงอกเมล็ด วัชพืชที่คล้ายกับผลการทดลองของ Nakamura and Hossain (2009) ได้รายงานไว้ในสภาพ อุณหภูมิคงที่ที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดวัชพืช redflower ragleaf อยู่ช่วงอุณหภูมิที่ 15 - 20 องศาเซลเซียส การงอกของเมล็ดอยู่ในช่วง 80 - 90 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาเปอร์เซ็นต์การงอกจะลดลง เมื่อสภาพอุณหภูมิคงที่ที่สูงขึ้นและต่ำลง เช่นเดียวกับการศึกษาวิจัยของ Lu *et al.* (2011) ที่รายงาน ว่า ในสภาพอุณหภูมิคงที่ที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดวัชพืชสาบเสือ (Siam weed) อยู่ในช่วง อุณหภูมิคงที่ ที่ 25 องศาเซลเซียส การงอกของเมล็ดอยู่ในช่วง 84 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ การทดลอง ของ Acosta *et al.* (2012) ได้รายงานไว้ว่า เมล็ดวัชพืช *Gomphrena perennis* มีการงอกสูงสุด ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ในช่วงอุณหภูมิคงที่ ที่ 15 - 20 องศาเซลเซียส ต่อมาเปอร์เซ็นต์การงอกจะ ลดลง เมื่อสภาพอุณหภูมิคงที่ที่สูงขึ้นหรือต่ำลง จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมล็ดหญ้าข้าววอกมี การตอบสนองต่ออุณหภูมิคงที่ ส่งผลทำให้การงอกของเมล็ดหญ้าข้าววอกมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่ แตกต่างกันในสภาพของอุณหภูมิคงที่ที่เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตาม การงอกของเมล็ดวัชพืชจะ แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับในแต่ละสภาพแวดล้อม สภาพอุณหภูมิคงที่ที่แตกต่างกัน และชนิดของ วัชพืช

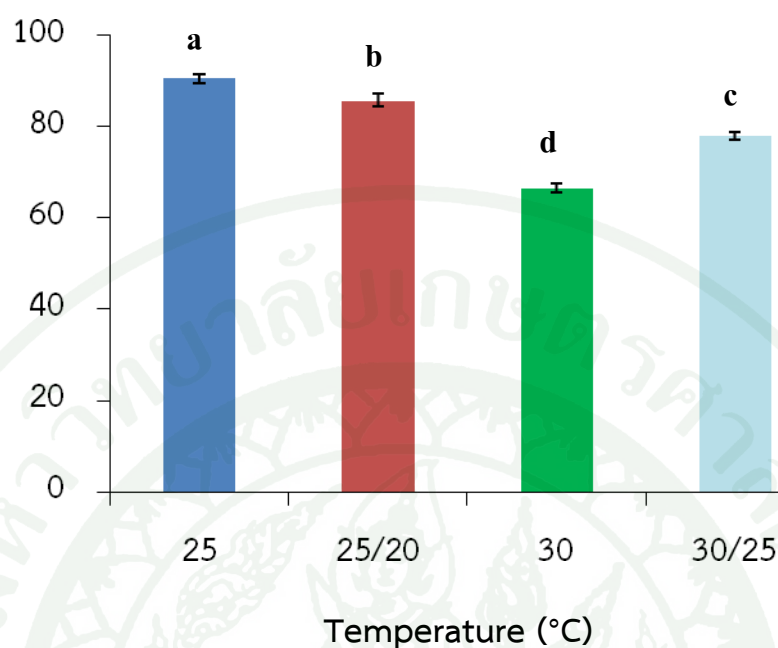
จากการศึกษาปัจจัยของสภาพอุณหภูมิคงที่ต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าววอก จะเห็นได้ ว่า สภาพของอุณหภูมิคงที่เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบหรือมีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกของเมล็ด หญ้าข้าววอก ดังนั้น แนวทางในการควบคุมหรือการจัดการหญ้าข้าววอกในนาหว่านน้ำตม จึงควรเว้น ช่วงทำนา โดยการเลือกช่วงเวลาในการทำนาให้เหมาะสมตามฤดูกาล กล่าวคือ ควรทำการปลูกข้าว ในช่วงฤดูกาลที่มีสภาพของอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำ 15 องศาเซลเซียส หรือช่วงฤดูกาลที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูง 35 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจากในสภาพของอุณหภูมิเฉลี่ยดังกล่าวนี้ ไม่เหมาะสมต่อการงอกและ การเติบโตของหญ้าข้าววอก หรือควรมีการปลูกพืชไร่ชนิดอื่นๆ เช่น ข้าวโพด ถั่วเขียว และ พืชผัก เป็น ต้น สลับกับการทำนา โดยเป็นวิธีการจัดหรือสร้างให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและ การเติบโตของหญ้าข้าววอก ซึ่งจะช่วยลดการแพร่ระบาดของหญ้าข้าววอกได้ เนื่องจากในประเทศไทยมี การทำนาหว่านน้ำตมมากถึง 5 ครั้งต่อ 2 ปี เพื่อเป็นการลดหรือจัดการควบคุมของหญ้าข้าววอก ก่อนที่จะมีการแพร่ระบาดและทำความเสียหายให้กับผลผลิตของข้าวมักขึ้นต่อไป

1.2 ผลของอุณหภูมิสลับต่อการงอกเมล็ด

การงอกของเมล็ดพืช นอกจากจะตอบสนองต่อสภาพอุณหภูมิคงที่ (constant temperature) แล้ว เมล็ดพืชบางชนิดงอกได้ดีขึ้นในสภาพอุณหภูมิสลับ (alternate temperature) กลางวัน/ กลางคืน ในระหว่างกระบวนการงอกเมล็ดพืชบางชนิดสามารถงอกได้ดีทั้งในสภาพอุณหภูมิคงที่และอุณหภูมิสลับ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของอุณหภูมิสลับต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก (ตารางผนวกที่ 2) พบว่า ภายใต้สภาพอุณหภูมิสลับที่แตกต่างกันทั้ง 2 ระดับ คือ 25/ 20 และ 30/ 25 องศาเซลเซียส (day/ night) ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า สภาพของอุณหภูมิสลับ เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อ การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก ส่งผลทำให้การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกัน โดยเชื่อว่า สภาพของอุณหภูมิสลับ เป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก

จากการทดลองสภาพของอุณหภูมิคงที่ แสดงให้เห็นว่า หญ้าข้าวนกงอกได้ดีภายใต้ อุณหภูมิคงที่ ที่ 20 - 30 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 13) ดังนั้น จึงมีความสนใจต่ออุณหภูมิสลับกลางวัน/ กลางคืนเนื่องจากในธรรมชาติตลอด 24 ชั่วโมง อุณหภูมิกลางวันสูงกว่ากลางคืนเสมอ ดังนั้น การทดสอบผลของอุณหภูมิสลับต่อการงอกเมล็ด โดยทำการบ่มเมล็ดหญ้าข้าวนกที่สภาพอุณหภูมิสลับ ทั้ง 2 ระดับ คือ 25/ 20 และ 30/ 25 องศาเซลเซียส (day/ night) เป็นเวลา 15 วัน จากนั้น ทำการบ่มเมล็ดหญ้าข้าวนกที่สภาพอุณหภูมิคงที่ ที่ 25 และ 30 องศาเซลเซียส (day/ night) เป็นเวลา 15 วัน เพื่อเปรียบเทียบผลกระทบของสภาพอุณหภูมิสลับกับสภาพอุณหภูมิคงที่ จากผลการทดลอง แสดงให้เห็นว่า ผลของอุณหภูมิสลับต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 14) โดยที่อุณหภูมิสลับ 25/ 20 (day/ night) องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การงอก 85.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าการอุณหภูมิสลับ 30/ 25 (day/ night) องศาเซลเซียส มีเปอร์เซ็นต์การงอก 78 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบในสภาพอุณหภูมิคงที่ 25 องศาเซลเซียส มีการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกอยู่ที่ 90.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าอุณหภูมิสลับทั้ง 2 ระดับอุณหภูมิสลับ แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกในสภาพอุณหภูมิคงที่ 30 องศาเซลเซียส พบว่า ในสภาพอุณหภูมิสลับมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก มากกว่าในสภาพอุณหภูมิสลับทั้ง 2 ระดับ

Germination (%)



ภาพที่ 14 ผลของอุณหภูมิสลับต่อการงอกเมล็ดเหู้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Fisher's Protected Least Significant Difference Test

เมล็ดหญ้าข้าวนกออกได้ดีในสภาพอุณหภูมิสลัของกลางวัน/ กลางคืน ในแต่ละวัน ตลอดช่วงระยะเวลาการเพาะ เมล็ดพืชบางชนิดสามารถออกได้ดีทั้งในสภาพอุณหภูมิคงที่ และอุณหภูมิสลั เมล็ดพืชแต่ละชนิดมีช่วงอุณหภูมิเหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตระยะแรกแตกต่างกันไป จากการทดสอบสภาพอุณหภูมิสลั 25/ 20 องศาเซลเซียส (day/ night) และสภาพอุณหภูมิสลั 30/ 25 องศาเซลเซียส (day/ night) ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยกว่าในสภาพอุณหภูมิคงที่ ที่ 25 องศาเซลเซียส มีการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกอยู่ที่ 90.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างจากรายงานของ Chachalis *et al.* (2008) ที่รายงานว่า ในวัชพืช *Hibiscus trionum* อุณหภูมิสลัสามารถทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดสูงกว่าอุณหภูมิคงที่ เช่นเดียวกับการทดลองของ Nakamura and Hossain (2009) ที่รายงานว่า อุณหภูมิสลัสามารถทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดวัชพืช redflower ragleaf สูงกว่าอุณหภูมิคงที่ แสดงให้เห็นว่า เมล็ดหญ้าข้าวนกมีการตอบสนองต่ออุณหภูมิสลั ส่งผลทำให้การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกัน ในสภาพอุณหภูมิคงและอุณหภูมิสลัที่เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตาม การงอกของเมล็ดวัชพืชจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับในแต่ละสภาพแวดล้อม และชนิดของวัชพืช

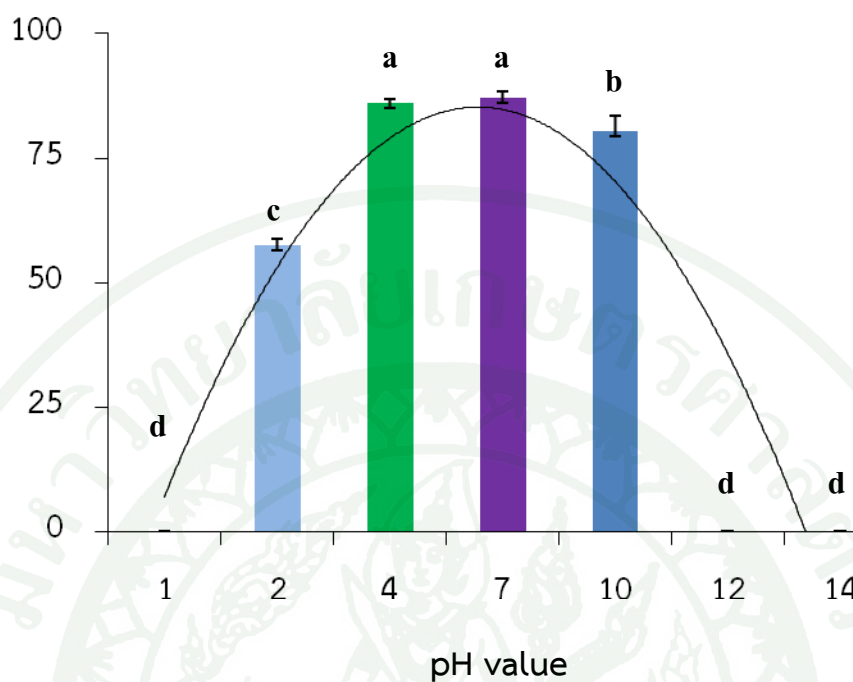
จากการศึกษาปัจจัยของสภาพอุณหภูมิสลัต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก จะเห็นได้ว่า สภาพอุณหภูมิสลั (day/ night) เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบหรือมีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก ดังนั้น แนวทางควบคุมและกำจัดหรือการจัดการหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำ ตม จึงควรเว้นช่วงทำนา โดยการเลือกช่วงเวลาในการทำนาให้เหมาะสมตามฤดูกาล หลีกเลี่ยงสภาพ ฤดูกาลที่มีอุณหภูมิสลั 25/ 20 องศาเซลเซียส (day/ night) หรือการปลูกพืชไร่สลักับการทำนา เพื่อเปลี่ยนสภาพแวดล้อมที่ไม่ให้เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก เป็นแนวทางที่สำคัญในการกำหนดทิศทางการควบคุมของวัชพืช เพื่อลดหรือขจัดการคุกคามของหญ้าข้าวนก ก่อนที่จะมีการแพร่ระบาดทำความเสียหายให้กับผลผลิตของข้าว

1.3 ผลของความเป็นกรด-ด่าง ต่อการงอกเมล็ด

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของดิน เป็นปัญหาในการเพาะปลูก เนื่องจากสมบัติทางเคมีของดินเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตตามปกติของพืช จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของความเป็นกรด-ด่าง ต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก (ตารางผนวกที่ 3) พบว่า สภาพของความเป็นกรด-ด่าง ทั้ง 7 ระดับ คือ 1, 2, 4, 7, 10, 12 และ 14 ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า สภาพของ pH เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อ การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก ส่งผลทำให้การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกัน โดยเชื่อว่า สภาพของ pH เป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก

เมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกในสภาพความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทั้ง 7 ระดับ คือ 1, 2, 4, 7, 10, 12 และ 14 ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด (ภาพที่ 15) พบว่าการเพาะเมล็ดหญ้าข้าวนกในสภาพความเป็นกรด-ด่าง มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของหญ้าข้าวนก มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยสภาพความเป็นกรด-ด่าง ที่เหมาะสมที่สุดต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกอยู่ในระหว่าง pH ที่ 4 ถึง 7 มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกสูงที่สุดที่ 86 และ 87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ รองลงมาคือ ระดับ pH 10 และ pH 2 มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก 80.5 และ 57.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม เมล็ดหญ้าข้าวนกไม่สามารถงอกได้ภายใต้สภาพความเป็นกรด-ด่าง ที่ 1, 12 และ 14

Germination (%)



ภาพที่ 15 ผลของความเป็นกรด-ด่าง ต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Fisher's Protected Least Significant Difference Test

สภาพความเป็นกรด-ด่าง ของดิน เป็นปัญหาและอุปสรรคต่อการงอกและการเจริญเติบโตตามปกติของพืชปลูก และเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกด้วย จากผลการทดลอง พบว่า ความเป็นกรด-ด่าง ของดินที่เหมาะสมต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก อยู่ระหว่างค่า pH 4 ถึง 7 สำหรับ pH น้อยกว่า 4 จนถึง pH 2 และ pH มากกว่า 7 จนถึง pH 10 จะเป็นปัญหาสำหรับการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก ส่วน pH ที่ต่ำกว่า 2 และมากกว่า 10 หญ้าข้าวนกไม่สามารถงอกได้ แสดงให้เห็นว่า หญ้าข้าวนกเป็นพืชที่ทนทานต่อสภาพความเป็นกรดและสภาพความเป็นด่างอ่อนได้ดี ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Chachalis *et al.* (2008) ที่รายงานว่า เมล็ด *Hibiscus trionum* สามารถงอกได้ดีในช่วง pH 7 - 8 มีความงอกประมาณ 55 - 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งแตกต่างไปจากการศึกษาของ Nakamura and Hossain (2009) ที่รายงานว่า การเพาะเมล็ด redflower ragleaf สามารถทนทานต่อสภาพความเป็นด่างได้มากถึง pH 12 จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า สภาพของ pH เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก ส่งผลทำให้การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกัน ในสภาพของ pH ที่เปลี่ยนแปลงไป อย่างไรก็ตาม การงอกของเมล็ดวัชพืชจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับในแต่ละสภาพแวดล้อม สภาพของ pH ที่แตกต่างกัน และชนิดของวัชพืช

จากการศึกษาปัจจัยสภาพของ pH ที่มีต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก จะเห็นได้ว่า สภาพของ pH เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบหรือมีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก เนื่องจากสภาพ pH ของสารละลายในดินที่มีน้ำขังจะค่อยๆ สูงขึ้น ดินที่เป็นกรดมักมี pH สูงขึ้น pH ของดินเมื่อขังน้ำ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 6 - 7 ส่วนดินด่างเมื่อขังน้ำมี pH ต่ำลง ไม่ว่าก่อนขังน้ำจะมี pH เดิมเท่าใด ปริมาณคาร์บอนเนตในดินขังน้ำมักมีค่าสูง ดังนั้น จึงควรมีการปรับปรุงสภาพดินให้มีสภาพ pH น้อยกว่า 4 และมากกว่า 10 เพื่อไม่ให้เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก เช่น การแก้ไขดินเป็นกรดแก้ไขได้โดยการเติมปูนขาว หรือดินมาร์ล หรือการแก้ไขดินที่เป็นด่าง โดยการเติมสารแอมโมเนียมซัลเฟต หรือผงกำมะถัน ซึ่งเป็นแนวทางที่จะช่วยวางแผนในการควบคุมวัชพืชหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตม โดยเป็นวิธีการจัดหรือสร้างให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโต ซึ่งเป็นการลดหรือขจัดการคุกคามของหญ้าข้าวนก อย่างไรก็ตาม ต้นข้าวปลูกกับหญ้าข้าวนกสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพความเป็นกรด-ด่าง ของดินที่คล้ายคลึงกัน และต้นทุนค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพดินค่อนข้างสูง ดังนั้น แนวทางการปฏิบัติจริงในการจัดสภาพของ pH ในแปลงนาหว่านน้ำตม จึงทำได้ค่อนข้างยาก

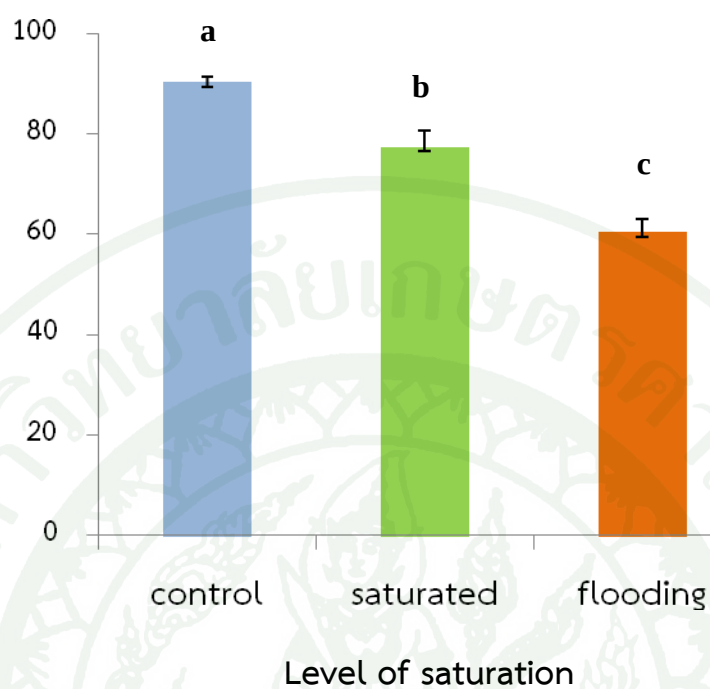
1.4 ผลของน้ำท่วมขังต่อการงอกเมล็ด

การงอกของเมล็ดและการเติบโตของต้นกล้าภายใต้เงื่อนไขที่น้ำท่วมขัง พืชจำเป็นต้องมีความสามารถทนทานต่อสภาพการขาดออกซิเจน จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของน้ำท่วมขังต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก (ตารางผนวกที่ 4) พบว่า ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังที่แตกต่างกันทั้งในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated) และสภาพน้ำท่วมขัง (flooding) ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า สภาพของน้ำท่วมขัง เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก ส่งผลทำให้การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกัน โดยเชื่อว่า สภาพของน้ำท่วมขัง เป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก

เมื่อพิจารณาผลของน้ำท่วมขังต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกภายใต้ระดับน้ำที่แตกต่างกัน ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด โดยเปรียบเทียบกับ การเพาะเมล็ดแบบปกติ (control) ที่เป็นชุดควบคุมให้น้ำวันละครั้ง (ภาพที่ 16) พบว่า เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกได้ทั้งภายใต้สภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated) และสภาพน้ำท่วมขัง (flooding) เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ มีการงอก 77.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่มากกว่าภายใต้สภาพน้ำท่วมขัง โดยมีการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกอยู่ที่ 60.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับ การเพาะเมล็ดแบบปกติ ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกลดลง ทั้งในสภาพการเพาะเมล็ดแบบอิ่มตัวด้วยน้ำและสภาพของน้ำท่วมขัง

สภาพของน้ำท่วมขังต่อการงอกของเมล็ด ทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถทนต่อสภาพของน้ำท่วมขัง ถึงแม้ว่าจะขังน้ำไว้นานถึง 15 วัน เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกได้ ทำให้การแพร่ระบาดไปที่พื้นที่อื่นๆ ได้โดยน้ำเป็นระยะทางยาวได้มากขึ้น เช่นเดียวกับในการทดลองของ Rao and Moody (1995) พบว่า เมล็ดพันธุ์ *Ischaemum rugosum* และ *Echinochloa* sp. งอกบนพื้นผิวน้ำได้ ต่อมา Nakamura and Hossain (2009) ที่รายงานไว้ว่า เมล็ดวัชพืช redflower ragleaf สามารถงอกได้ทั้งในสภาพการเพาะเมล็ดแบบอิ่มตัวด้วยน้ำและสภาพน้ำท่วมขัง มีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดประมาณ 89 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกได้ทั้งในสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำและสภาพน้ำท่วมขัง

Germination (%)



ภาพที่ 16 ผลของน้ำท่วมซึ่งต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Fisher's Protected Least Significant Difference Test

เมล็ดหญ้าข้าวนกยังคงมีชีวิตและสามารถงอกได้ทั้งในสภาพแปลงที่มีน้ำท่วมขัง (flooding) และสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated) ทั้งนี้เนื่องจากภายใต้สภาพปัจจัยดังกล่าวในข้างต้นนี้ เป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก จากผลการทดลองในครั้งนี้ จะเห็นว่า เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกได้มากถึง 60 - 70 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพการเพาะเมล็ดแบบอิ่มตัวด้วยน้ำและสภาพน้ำท่วมขัง ซึ่งนับว่า เป็นจำนวนเมล็ดที่งอกได้มากเพียงพอต่อการแพร่ระบาดของหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตม อย่างไรก็ตาม หญ้าข้าวนกสามารถงอกได้ดียิ่งขึ้นในสภาพดินที่แห้งหรือมีความชื้นลดลงจากสภาพอิ่มตัว จึงทำให้เกิดปัญหาการแพร่ระบาดของหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตมมากยิ่งขึ้น ดังนั้น การขังน้ำในนาข้าวไม่สามารถช่วยลดปัญหาการแพร่ระบาดหรือการคุกคามของหญ้าข้าวนกได้

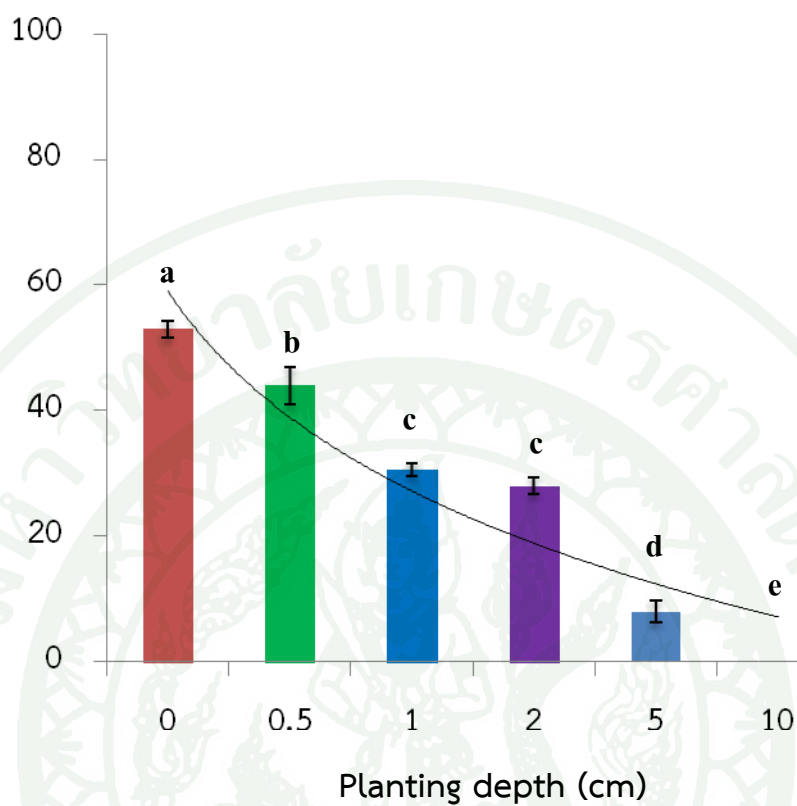
จากการศึกษาปัจจัยของสภาพน้ำท่วมขังที่มีต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก จะเห็นได้ว่า สภาพน้ำท่วมขัง ถึงแม้จะเป็นปัจจัยที่มีผลกระทบหรือมีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก อย่างไรก็ตาม เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกได้มากถึง 60 - 70 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพการเพาะเมล็ดแบบอิ่มตัวและสภาพของการท่วมขังน้ำ ดังนั้น แนวทางในการควบคุมหรือการจัดการหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตม จึงควรเปลี่ยนจากการทำนาหว่านเป็นการทำนาดำ เนื่องจากในสภาพนาข้าวแบบหว่านน้ำตมมีปัจจัยของสภาพแวดล้อมหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก ส่วนการทำนาดำต้นข้าวสามารถเจริญเติบโตได้เร็วกว่าหญ้าข้าวนก ทำให้ต้นข้าวสามารถขึ้นแข่งขันและทนต่อการคุกคามของหญ้าข้าวนกได้ดีกว่าการทำนาหว่าน ซึ่งเป็นวิธีการจัดหรือสร้างให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโต เพื่อลดการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวข้าวนก ก่อนที่จะมีการแพร่ระบาดทำความเสียหายให้กับผลผลิตของข้าว

1.5 ระดับความลึกเมล็ดในดินต่อการไหล่พ้นจากดินของต้นกล้า

ความมีชีวิตของเมล็ด การไหล่พ้นจากดินและการเติบโตของต้นกล้า จากเมล็ดที่อยู่ในระดับความลึกของดินที่แตกต่างกัน ทำให้มีการไหล่พ้นจากดินและการเติบโตของต้นกล้าลดลง จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับความลึกเมล็ดในดินที่มีต่อการไหล่พ้นจากดินของต้นกล้าหญ้าข้าวนก (ตารางผนวกที่ 5) พบว่า ในสภาพความลึกของเมล็ดในดินที่ระดับความลึกทั้ง 6 ระดับ คือ 0, 0.5, 1, 2, 5 และ 10 เซนติเมตร ส่งผลทำให้เปอร์เซ็นต์การไหล่พ้นจากดินของต้นกล้าหญ้าข้าวนก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า ระดับความลึกของเมล็ดในดิน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อ การไหล่พ้นจากดินและการเติบโตของต้นกล้าหญ้าข้าวนก ส่งผลทำให้การงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การไหล่พ้นจากดินของต้นกล้าที่แตกต่างกัน โดยเชื่อว่า ระดับความลึกของเมล็ดในดิน เป็นปัจจัยที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก

เมื่อพิจารณาจากระดับความลึกของเมล็ดในดินที่มีต่อการไหล่พ้นจากดินของต้นกล้าหญ้าข้าวนก ที่ระดับความลึกเมล็ดในดินทั้ง 6 ระดับ คือ 0, 0.5, 1, 2, 5 และ 10 เซนติเมตร ที่ 30 วันหลังจากเพาะเมล็ด (ภาพที่ 17) พบว่า เปอร์เซ็นต์การไหล่พ้นจากดินของต้นกล้าหญ้าข้าวนกสูงสุดที่ระดับความลึกเมล็ดในดิน 0 เซนติเมตร (ที่ระดับผิวดิน) โดยมีจำนวนการไหล่พ้นจากดินของต้นกล้าหญ้าข้าวนกได้มากถึง 53 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ที่ระดับความลึกเมล็ดในดิน 0.5, 1, 2 และ 5 เซนติเมตร ส่งผลทำให้มีจำนวนการไหล่พ้นจากดินของหญ้าข้าวนกลดลง 44, 30.5, 28 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในระดับความลึกเมล็ดในดิน ที่ 10 เซนติเมตร ไม่พบว่ามี การไหล่พ้นจากดินของต้นกล้าหญ้าข้าวนก อย่างไรก็ตาม ทั้งนี้ จากการประเมินการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกที่ระดับความลึกเมล็ดในดิน 10 เซนติเมตร สังเกตได้ว่าเมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกได้บ้างเล็กน้อย แต่ไม่สามารถไหล่พ้นจากดินขึ้นมาได้

Emergence (%)



ภาพที่ 17 ผลของระดับความลึกเมล็ดในดินต่อการโผล่พ้นจากดินของต้นกล้าหญ้าข้าวนก ที่ 30 วัน หลังจากเพาะเมล็ด ซึ่งค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้วิธี Fisher's Protected Least Significant Difference Test

ระดับความลึกของเมล็ดในดินต่อการโผล่พ้นของต้นกล้าจากดิน ทำให้การงอกของต้นกล้าหญ้าข้าวนกมีความแตกต่างกันตามระดับความลึกที่ฝังเมล็ดในดิน โดยที่การงอกของต้นกล้าหญ้าข้าวนก สามารถโผล่พ้นออกจากดินได้สูงสุด 53 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับผิวดิน ซึ่งการโผล่พ้นออกจากดินของหญ้าข้าวนกจะลดลง เมื่อระดับการฝังลึกของเมล็ดที่เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับในการศึกษาของ Mennan and Zndstra (2006) ที่รายงานว่า การโผล่พ้นจากดินของเมล็ดวัชพืช *Ivy leaf Speedwell* จะลดลง เมื่อระดับการฝังลึกของเมล็ดในดินที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับรายงานของ Rao *et al.* (2008) และ Lu *et al.* (2011) ได้รายงานว่า การโผล่พ้นจากดินของเมล็ดหญ้า *Beckmannia syzigachne* และเมล็ดวัชพืชสาบเสือ (*Chromolaena odorata*) ตามลำดับ การโผล่พ้นจากดินของเมล็ดสูงสุด เมื่อเมล็ดวัชพืชถูกวางไว้บนผิวดิน เมื่อเพิ่มระดับความลึกมากขึ้น ทำให้การโผล่พ้นจากดินของต้นกล้าลดลง เช่นเดียวกับรายงานของ Yin *et al.* (2013) ที่รายงานว่า เมล็ดวัชพืชสันตะวาใบพาย (*Ottelia alismoides*) สามารถโผล่พ้นจากดินและเติบโตได้ในระดับความลึก 0 - 0.5 เซนติเมตร แต่ในระดับความลึกที่ 1 - 2 เซนติเมตร ไม่สามารถโผล่พ้นจากดินและเติบโตได้ จากการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า หญ้าข้าวนกมีการโผล่พ้นจากดินและการเติบโตของต้นกล้าจากระดับความลึกของดินที่ฝังเมล็ดแตกต่างกัน โดยที่เมื่อมีระดับความลึกของดินที่ฝังเมล็ดเพิ่มมากขึ้น ส่งผลทำให้การโผล่พ้นจากดินและการเติบโตของต้นกล้าลดลง

จากการศึกษาปัจจัยของระดับความลึกของเมล็ดในดินต่อการโผล่พ้นของต้นกล้าจากดิน เนื่องจากระดับความลึกเมล็ดในดิน เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบหรือมีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก ดังนั้นแนวทางควบคุมและกำจัด หรือการจัดการหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตม จึงควรไถเตรียมดินแปลงนา อย่างน้อย 10 เซนติเมตร ในระดับที่เมล็ดหญ้าข้าวนกไม่สามารถโผล่พ้นจากดินได้ จากนั้นควรพลิกแปลงให้หญ้าข้าวนกงอกออกมา แล้วจึงคราดกลับหญ้าข้าวนกกลงใต้ดิน ทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนกที่ค้างอยู่ในแปลงนาน้อยลง และมีโอกาสเติบโตเป็นต้นอ่อนได้น้อยลง ซึ่งเป็นแนวทางที่จะช่วยวางแผนในการควบคุมวัชพืชหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตม โดยเป็นวิธีการจัดหรือสร้างให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโต ซึ่งเป็นการลดหรือจัดการคุกคามของหญ้าข้าวนก ก่อนที่จะมีการแพร่ระบาดทำความเสียหายให้กับผลผลิตของข้าว

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก ประกอบด้วย สภาพอุณหภูมิคงที่ สภาพอุณหภูมิสลับ สภาพของ pH สภาพการท่วมขังน้ำ และระดับการฝังลึกของเมล็ด จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก (ตารางผนวกที่ 1 - 5) พบว่า สภาพอุณหภูมิคงที่ สภาพอุณหภูมิสลับ สภาพของ pH สภาพการท่วมขังน้ำ และระดับการฝังลึกของเมล็ด มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของหญ้าข้าวนก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า เมล็ดหญ้าข้าวนกมีการตอบสนองต่อปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก ส่งผลทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกัน โดยเชื่อว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก เป็นปัจจัยที่มีผลกระทบหรือมีความเกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนก

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของเมล็ดหญ้าข้าวนก พบว่า เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกได้ในสภาพอุณหภูมิคงที่ 15 - 35 องศาเซลเซียส และมีการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนกสูงสุดอยู่ที่ 91 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพอุณหภูมิคงที่ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพการสลับอุณหภูมิ 25/ 20 องศาเซลเซียส (day/ night) เมล็ดหญ้าข้าวนกมีการงอกสูงสุด 86 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพของ pH ที่ 4 และ 7 เมล็ดหญ้าข้าวนกมีการงอกสูงสุด 86 และ 87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในสภาพความเป็นกรด-ด่าง ที่สูงขึ้นเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดหญ้าข้าวนกจะลดลง ในสภาพภายใต้สภาพน้ำท่วมขังหญ้าข้าวนกยังคงมีชีวิตและสามารถงอกได้ 61 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ การฝังลึกของเมล็ดหญ้าข้าวนกที่ระดับผิวดิน (0 เซนติเมตร) การไถล่อออกมาของเมล็ดหญ้าข้าวนกมีเปอร์เซ็นต์สูงสุด 53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Nakamura and Hossain (2009) ที่รายงาน ว่า เมล็ดวัชพืช redflower ragleaf สามารถงอกได้ในสภาพอุณหภูมิคงที่ 10 - 30 องศาเซลเซียส ต่อมาเปอร์เซ็นต์การงอกจะลดลง เมื่อสภาพอุณหภูมิคงที่ที่สูงขึ้นและต่ำลง สภาพของ pH ของเมล็ดวัชพืช redflower ragleaf สามารถงอกได้ดีในสภาพ pH ที่ 2 - 12 และในสภาพการฝังลึกของเมล็ดวัชพืช redflower ragleaf ที่ระดับผิวดินสามารถงอกได้ดีที่สุด แต่เมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้น อัตราการงอกของเมล็ดก็จะลดลงไปตามระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนกเมล็ดหญ้าข้าวนก ซึ่งสามารถงอกได้ดีในสภาพของสิ่งแวดล้อมของนาข้าวหว่านน้ำตามโดยทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนก มีการระบาดที่รุนแรงมากในนาหว่านน้ำตาม ดังนั้น จึงควรเว้นช่วงทำนา โดยการเลือกช่วงเวลาในการทำนาให้เหมาะสมตามฤดูกาล ควรไถเตรียมดินแปลงนาอย่างน้อย 10 เซนติเมตร ในระดับที่เมล็ดหญ้าข้าวนกไม่สามารถไถล่อนจากดินได้ จากนั้นควรพลิกแปลงให้หญ้าข้าวนกงอกออกมา แล้วจึงคราดกลับหญ้าข้าวนกกลงใต้ดิน ทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนกที่ค้างอยู่ในแปลงนาน้อยลง หลีกเลี่ยงวิธีการทำนาข้าวแบบ

หวานน้ำนม โดยเปลี่ยนเป็นการทำนาข้าวแบบนาดำ เพราะนาหวานน้ำนมเหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก ซึ่งจะเป็นการลดหรือจัดการคุกคามของหญ้าข้าวนกได้ อย่างไรก็ตามการศึกษาในครั้งนี้ ยังอยู่ในสภาพห้องปฏิบัติการ อัตราการงอกที่แท้จริงของเมล็ดหญ้าข้าวนกขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านต่างๆ ของสภาพแวดล้อมและสภาพเมล็ดพันธุ์ด้วย

เนื่องจากการทำนาข้าวในสภาพนาหวานน้ำนม มีปัจจัยของสภาพแวดล้อมหลายประการที่เกี่ยวข้องกับการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืช ดังนั้นการจัดการวัชพืชที่ดีและมีประสิทธิภาพ จึงมีความจำเป็นสำหรับการทำนาข้าวแบบนาหวานน้ำนม ดังนั้นการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของวัชพืชหญ้าข้าวนก จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้การจัดการวัชพืชหญ้าข้าวนกให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากผลของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่า เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกในสภาพแวดล้อมได้หลายอย่าง อย่างไรก็ตาม อัตราการงอกจะแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อม ดังนั้น จึงควรหาแนวทางในการจัดสภาพแวดล้อม เพื่อไม่ให้เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก เป็นกิจกรรมที่สำคัญในการกำหนดทิศทางการควบคุมของวัชพืช ซึ่งเป็นการลดหรือจัดการคุกคามต่อผลผลิตข้าวได้ ในปัจจุบันนี้ส่วนใหญ่เกษตรกรนิยมนำสารป้องกันกำจัดวัชพืชมาใช้ในการควบคุมหญ้าข้าวนก การพัฒนาสารป้องกันกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ๆ ใช้ร่วมกับการทำเขตกรรม เพื่อนำมาใช้ควบคุมวัชพืชในนาข้าวแบบนาหวานน้ำนมวิธีการควบคุมวัชพืชในนาข้าว ดังนั้น การศึกษาในขั้นตอนต่อไป จะทำการประเมินประสิทธิภาพการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาหวานน้ำนม โดยพิจารณาตามชนิดและช่วงเวลาที่เหมาะสมในการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืชในนาข้าวได้มีการแนะนำให้ใช้ตามช่วงเวลา 3 ระยะ ได้แก่ สารที่ใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอก (ที่ 1 วันหลังจากหวานข้าว) สารที่ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก (ที่ 5 หลังจากหวานข้าว) และสารที่ใช้ฉีดพ่นหลังวัชพืชงอก (ที่ 10 และ 20 หลังจากหวานข้าว)

การทดลองที่ 2 ประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก เพื่อหาแนวทางในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านนํ้าตม ได้ทำการทดลองในสภาพแปลงปลูกของเกษตรกร ทำการประเมินการตอบสนองทางสรีรวิทยาของหญ้าข้าวนกที่มีต่อสารกำจัดวัชพืชที่ใช้แบบก่อนวัชพืชงอก สารที่ใช้แบบหลังวัชพืชงอกในระยะแรก และสารที่ใช้แบบหลังวัชพืชงอก โดยพิจารณาจากข้อมูลพื้นฐานต่างๆ ประกอบด้วย ประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของสารกำจัดวัชพืช ความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นข้าว การตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวที่มีต่อสารกำจัดวัชพืช องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

2.1 การประเมินประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก

การประเมินประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก จากการสุ่มประเมินจำนวนหญ้าข้าวนกจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร ในแต่ละกรรมวิธี ที่ 30 และ 60 วันหลังจากใช้สาร (ตารางที่ 3) โดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่กำจัดป้องกันวัชพืช (Weedy control) และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน (Hand weeding) ที่ 30 และ 45 วันหลังจากหว่านข้าว เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก ที่ 30 และ 60 วันหลังจากใช้สาร (ตารางผนวกที่ 6 และ 7) พบว่า ประสิทธิภาพของสารป้องกันกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนกมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ แสดงให้เห็นว่าการใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชมีผลต่อการควบคุมหญ้าข้าวนก ได้มากกว่ากรรมวิธีที่ไม่กำจัดป้องกันวัชพืช

จากการประเมินระดับในการควบคุมวัชพืชหญ้าข้าวนกของสารป้องกันกำจัดวัชพืช โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนการประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าข้าวนก แตกต่างกันทางสถิติพบว่า โดยที่การใช้สาร butachlor 1050 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ pretilachlor 900 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ oxadiazon 1000 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ clomazone 1200 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ cyhalofop-butyl 100 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ quinclorac 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และ fenoxaprop-p-ethyl 37.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ มีประสิทธิภาพที่ดีในการควบคุมหญ้าข้าวนกทั้ง ที่ 30 และ 60 วันหลังการใช้สาร แสดงให้เห็นว่าวิธีการใช้สารกำจัดวัชพืชจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าวได้มากถึง 80 - 90 เปอร์เซนต์ ของพื้นที่ ซึ่งแตกต่างกับกรรมวิธีที่ไม่ได้ใช้สารกำจัดวัชพืช (Weedy control)

ตารางที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก

Treatment	Dose (g a.i./ha)	Weed covers score ¹ (%)	
		30 DAA ²	60 DAA
1. Weedy control	-	100.00 a ⁴	100.00 a
2. Hand weeding (at 30, 45 DAS ³)	-	0.00 f	0.00 e
3. butachlor	1,050	7.50 e	17.50 cd
4. pretilachlor	900	8.75 de	16.25 cd
5. oxadiazon	1,000	10.00 de	13.75 cd
6. clomazone	1,200	10.00 de	13.75 cd
7. oxadiargyl	250	12.50 cde	26.25 c
8. butachlor + propanil	787.5 + 787.5	17.50 bc	46.25 b
9. clomazon + propanil	240 + 540	15.00 cd	20.00 cd
10. cyhalofop-butyl	100	10.00 de	15.00 cd
11. bispyribac-sodium	30	15.00 cd	40.00 b
12. quinclorac	250	10.00 de	20.00 cd
13. fenoxaprop -p-ethyl	37.5	11.25 cde	11.25 de
14. pyribenzoxim	43.75	22.50 b	43.75 b
F test	-	* *	* *
C.V. (%)	-	4.06	8.93

¹Weed cover score using a scale of 0 - 100 with 0 being complete control and 100 no control.

²DAA = Days after application (วันหลังจากใช้สาร)

³DAS = Days after rice sowing (วันหลังจากหว่านข้าว)

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test Analysis (DMRT)

2.2 การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นข้าว

การประเมินระดับความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นข้าวโดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช (Weedy control) และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน (Hand weeding) ที่ 30 และ 45 วันหลังจากหว่านข้าว เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นข้าว ที่ 7 15 และ 30 วันหลังจากใช้สาร (ตารางผนวกที่ 8) พบว่า การประเมินความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นข้าว ที่ 7 วันหลังจากใช้สาร มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ แสดงให้เห็นว่า กรรมวิธีที่ใช้สารป้องกันกำจัดวัชพืชทำให้มีผลต่อการแสดงความเป็นพิษของต้นข้าว ที่ 7 วันหลังจากใช้สาร

เมื่อพิจารณาจากระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีผลต่อต้นข้าว ที่ 7 15 และ 30 วันหลังจากใช้สาร จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนการประเมินระดับความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดวัชพืชแตกต่างกันทางสถิติ ที่ 7 วันหลังจากใช้สาร (ตารางที่ 4) โดยที่การใช้สาร clomazone 1,200 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ต้นข้าวแสดงอาการเป็นพิษจากสารกำจัดวัชพืชมากถึง 40 เปอร์เซนต์ ของพื้นที่ รองลงมา ได้แก่ การใช้สาร oxadiazon 1,000 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร clomazone 240 + propanil 540 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และสาร fenoxaprop-p-ethyl กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ต้นข้าวแสดงอาการเป็นพิษจากการใช้สารมากถึง 30 เปอร์เซนต์ ของพื้นที่ ส่วนการใช้สาร butachlor 1,050 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร pretilachlor 900 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร oxadiargyl 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร butachlor + propanil 787.5 + 787.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร cyhalofop-butyl 100 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร bispyribac-sodium 30 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร quinclorac 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และสาร pyribenzoxim 43.75 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ต้นข้าวแสดงอาการเป็นพิษจากการใช้สารมากถึง 12 - 20 เปอร์เซนต์ ของพื้นที่ อย่างไรก็ตาม ไม่พบอาการเป็นพิษของต้นข้าวหลังจากการประเมินระดับความเป็นพิษ ที่ 15 และ 30 วันหลังจากใช้สาร จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชทั้ง 12 กรรมวิธี ต้นข้าวมีอาการได้รับพิษจากสารกำจัดวัชพืช ที่ 7 วันหลังจากใช้สาร เมื่อทำการประเมินระดับความเป็นพิษของสารที่มีต่อข้าว ที่ 15 และ 30 วันหลังจากใช้สาร พบว่า ต้นข้าวไม่แสดงอาการได้รับพิษจากการใช้สารกำจัดวัชพืชทั้ง 12 กรรมวิธี

ตารางที่ 4 การประเมินระดับความเป็นพิษของสารกำจัดวัชพืชที่มีต่อต้นข้าว

Treatment	Dose (g a.i./ha)	Crop injury ¹ (%)		
		7 DAA ²	15 DAA	30 DAA
1. Weedy control	-	0 d ⁴	0	0
2. Hand weeding (at 30, 45 DAS ³)	-	0 d	0.	0
3. butachlor	1,050	15.00 c	0	0
4. pretilachlor	900	17.50 c	0	0
5. oxadiazon	1,000	31.25 b	0	0
6. clomazone	1,200	41.25 a	0	0
7. oxadiargyl	250	20.00 c	0	0
8. butachlor + propanil	787.5 + 787.5	20.00 c	0	0
9. clomazone + propanil	240 + 540	31.25 b	0	0
10. cyhalofop-butyl	100	15.00 c	0	0
11. bispyribac-sodium	30	12.50 c	0	0
12. quinclorac	250	12.50 c	0	0
13. fenoxaprop -p-ethyl	37.5	27.50 b	0	0
14. pyribenzoxim	43.75	15.00 c	0	0
F test	-	* *	-	-
C.V. (%)	-	20.28	-	-

¹Crop injury using a scale of 0 - 100 with 0 no injury and 100 crop death.

²DAA = Days after application (วันหลังจากใช้สาร)

³DAS = Days after rice sowing (วันหลังจากหว่านข้าว)

⁴ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test Analysis (DMRT)

2.3 การตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวต่อสารกำจัดวัชพืช

ประเมินการตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวที่มีต่อสารกำจัดวัชพืช จากการสุ่มตัวอย่างต้นข้าวจากพื้นที่ 1 ตารางเมตร ที่ 45 หลังจากหว่านข้าว โดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีที่ไม่กำจัดวัชพืช (Weedy control) และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน (Hand weeding) ที่ 30 และ 45 วันหลังจากหว่านข้าว เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนการตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวที่มีต่อสารกำจัดวัชพืช (ตารางผนวกที่ 9) พบว่า การตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวที่มีต่อสารกำจัดวัชพืชมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ แสดงให้เห็นว่า ในแปลงข้าวที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชมีผลทำให้การตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวแตกต่างกัน โดยมีการตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวที่มากกว่าในแปลงข้าวที่ไม่ได้ใช้สารกำจัดวัชพืช (Weedy control)

การตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวต่อสารกำจัดวัชพืช ที่ 45 วันหลังจากหว่านข้าว โดยพิจารณาจากความสูง จำนวนต้นข้าวต่อพื้นที่ 1×1 เมตร จำนวนต้นตอก และน้ำหนักแห้งของต้นข้าว (ตารางที่ 5) พบว่า การใช้สาร pretilachlor 900 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร oxadiazon 1,000 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร clomazone 1,200 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร oxadiargyl 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และสาร fenoxaprop-p-ethyl 37 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ มีค่าเฉลี่ยภาพรวมของการตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวต่อสารกำจัดวัชพืชทุกกลุ่มตัวอย่างทดลองสูงที่สุด รองลงมาคือ การใช้สาร butachlor 787.5 + propanil 787.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร clomazone 240 + propanil 540 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร cyhalofop-butyl 100 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร bispyribac-sodium 30 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร quinclorac 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และสาร pyribenzoxim 43.75 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ มีค่าเฉลี่ยภาพรวมในการตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวที่มีต่อสารกำจัดวัชพืชทุกกรรมวิธี ในระดับปานกลาง ส่วนการใช้สาร butachlor 787.50 + propanil 787.50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ มีค่าเฉลี่ยภาพรวมในการตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวที่มีต่อสารกำจัดวัชพืชทุกกรรมวิธีน้อยที่สุด แสดงให้เห็นว่า ต้นข้าวที่ได้รับสารกำจัดวัชพืช จะมีการตอบสนองต่อการเติบโตของข้าว มากกว่าในแปลงข้าวที่ไม่ได้ใช้สารกำจัดวัชพืช (Weedy control)

ตารางที่ 5 การตอบสนองต่อการเติบโตของข้าวต่อสารกำจัดวัชพืช ที่ 45 หลังจากหว่านข้าว

Treatment	Dose (g a.i./ha)	Height (cm)	No. of plant (m ⁻²)	No. of tiller (m ⁻²)	Plant dry weight (g m ⁻²)
1. Weedy control	-	50.10 e ¹	188.50 d	2.70 d	187.50 e
2. Hand weeding (at 30, 45 DAS ²)	-	67.40 abcd	215.00 a	3.78 ab	284.50 cd
3. butachlor	1050	66.88 bcd	209.75 ab	3.60 abc	274.50 d
4. pretilachlor	900	68.80 ab	215.75 a	3.95 a	281.25 d
5. oxadiazon	1000	70.58 a	189.00 d	3.80 ab	320.00 a
6. clomazone	1200	68.68 abc	197.75 bcd	3.90 a	326.75 a
7. oxadiargyl	250	70.40 a	192.50 cd	3.82 ab	315.25 ab
8. butachlor + propanil	787.5 + 787.5	65.60 cd	209.25 ab	2.82 d	288.25 cd
9. clomazone + propanil	240 + 540	65.51 d	207.00 abc	3.80 ab	293.00 cd
10. cyhalofop-butyl	100	65.40 d	208.25 ab	3.98 a	299.25 bc
11. bispyribac- sodium	30	68.46 abcd	198.75 bcd	3.15 bcd	327.50 a
12. quinclorac	250	69.72 ab	198.25 bcd	3.20 bcd	323.50 a
13. fenoxaprop-p- ethyl	37.5	70.41 a	194.75 bcd	3.72 ab	320.25 a
14. pyribenzoxim	43.75	68.63 abc	195.75 bcd	3.00 cd	322.50 a
F-test	-	**	**	**	**
C.V. (%)	-	2.17	3.55	8.98	3.32

¹ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test Analysis (DMRT)

²DAS = Days after rice sowing (วันหลังจากหว่านข้าว)

2.4 องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว

การประเมินองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวจากการสุ่มตัวอย่างต้นข้าวในช่วงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิต ที่ 120 หลังจากหว่านข้าว เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนจากองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว (ตารางผนวกที่ 10 - 13) พบว่า องค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ แสดงให้เห็นว่า ในแปลงข้าวที่ได้รับสารกำจัดวัชพืช จะมีองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวมากกว่าในแปลงข้าวที่ไม่ได้ใช้สารกำจัดวัชพืช (Weedy control)

เมื่อพิจารณาผลของการใช้สารกำจัดวัชพืชที่มีต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว โดยพิจารณาจากการเก็บตัวอย่างจากจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง จำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อรวง น้ำหนักเมล็ดสมบูรณ์ 100 เมล็ด และน้ำหนักผลผลิตข้าวต่อเฮกตาร์ (ตารางที่ 6) พบว่า การใช้สาร butachlor 1,050 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร oxadiargyl 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร cyhalofop-butyl 100 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และ สาร pyribenzoxim 43.75 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ทำให้มีองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวสูงที่สุด รองลงมาคือ การใช้สาร pretilachlor 900 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร oxadiazon 1,000 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร clomazone 1,200 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร clomazone + propanil 240 + 540 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และ สาร fenoxaprop-p-ethyl 37.5 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ทำให้มีองค์ประกอบผลผลิตสูง แต่ให้ผลผลิตของข้าวในระดับปานกลาง ส่วนการใช้สาร butachlor+ propanil 787.50 + 787.50 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร bispyribac-sodium 30 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และ สาร quinclorac 250 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ ทำให้มีองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าวน้อยที่สุด อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาจากจำนวนเมล็ดต่อรวง จำนวนเมล็ดลีบต่อรวง น้ำหนักเมล็ดดี 100 เมล็ด ให้ผลการทดลองที่ไม่แตกต่างจากการกำจัดวัชพืชด้วยมือ (Hand weeding) จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชทุกกรรมวิธี มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชในนาข้าว จึงทำให้ไม่มีวัชพืชขึ้นแข่งขัน ส่งผลทำให้ข้าวมีองค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวมากกว่าในแปลงข้าวที่ไม่ได้ใช้สารกำจัดวัชพืช (Weedy control)

ตารางที่ 6 ผลของสารกำจัดวัชพืชต่อองค์ประกอบผลผลิตและผลผลิตของข้าว

Treatment	Dose	Total grains panicle ⁻¹	Fertile grains panicle ⁻¹	100-Grain weight	Yield
	(g a.i./ha)	(no.)	(no.)	(g)	(kg/ha)
1. Weedy control	-	99.05 d ¹	73.95 d	2.95 b	1748.44 e
2. Hand weeding (at 30, 45 DAS ²)	-	170.45 a	144.28 a	3.18 a	4223.44 a
3. butachlor	1,050	170.55 a	144.72 a	3.17 a	4278.12 a
4. pretilachlor	900	166.20 a	138.05 a	3.16 a	4056.25 abc
5. oxadiazon	1,000	171.00 a	146.65 a	3.09 ab	3971.87 abc
6. clomazone	1,200	170.88 a	142.73 a	3.12 a	4028.12 abc
7. oxadiargyl	250	165.73 a	135.63 a	3.09 ab	4221.87 a
8. butachlor + propanil	787.5 + 787.5	117.28 c	90.55 c	3.07 ab	2250.00 d
9. clomazone + propanil	240 + 540	163.72 a	134.50 a	3.18 a	3915.25 abc
10. cyhalofop-butyl	100	166.88 a	139.00 a	3.11 a	4165.62 ab
11. bispyribac-sodium	30	158.72 a	135.07 a	3.06 ab	3721.87 c
12. quinclorac	250	146.52 b	117.92 b	3.04 ab	3804.68 bc
13. fenoxaprop-p- ethyl	37.5	165.32 a	139.27 a	3.19 a	4054.68 abc
14. pyribenzoxim	43.75	166.03 a	138.60 a	3.12 a	4110.93 ab
F test	-	**	**	**	**
C.V. (%)	-	4.85	6.00	2.26	4.49

¹ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในกลุ่มนี้มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test Analysis (DMRT)

²DAS = Days after rice sowing (วันหลังจากหว่านข้าว)

การศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตาม จำนวน 12 กรรมวิธี โดยเปรียบเทียบกับวิธีไม่กำจัดวัชพืช และกำจัดวัชพืชด้วยแรงงานคน (ที่ 30 และ 45 วันหลังจากหว่านข้าว) โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืช ความเป็นพิษต่อพืชปลูก การเจริญเติบโตของพืชปลูก องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าว เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนประสิทธิภาพของสารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก จากพื้นที่ 1 ตารางเมตร (ตารางผนวกที่ 6 - 13) พบว่า การใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์ กล่าวคือ ในแปลงข้าวที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชจะมีจำนวนวัชพืชหญ้าข้าวนกน้อยกว่าในแปลงข้าวที่ไม่ได้รับสารกำจัดวัชพืช ตลอดจนทุกกรรมวิธีของการใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมหญ้าข้าวนก มีการตอบสนองต่อการเติบโต องค์ประกอบผลผลิต และผลผลิตของข้าวมากกว่ากรรมวิธีที่ไม่มีการกำจัดวัชพืช (Weedy control)

จากผลการทดลองในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การใช้สาร butachlor 1,050 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร pretilachlor 900 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และสาร cyhalofop-butyl 100 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าข้าวนกได้ดี ไม่เป็นพิษต่อต้นข้าว และได้ผลผลิตโดยเฉลี่ยสูง เช่นเดียวกับการรายงานของ Ntanos *et al.* (2000) ที่รายงานว่าการใช้สาร cyhalofop-butyl อัตรา 0.15 และ 0.2 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชหญ้าข้าวนกได้ดี ทำให้ผลผลิตข้าวสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Prashant *et al.* (2010) ได้รายงานว่าการใช้สาร cyhalofop มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชหญ้าข้าวนกได้มากถึง 90 - 100 เปอร์เซนต์ ในการทดลองในปี ค.ศ. 2007 เช่นเดียวกับการทดลองของ Singh *et al.* (2008) ที่รายงานว่าการใช้สาร pretilachlor และ cyhalofop-butyl สามารถใช้สำหรับการควบคุมวัชพืชมีประสิทธิภาพในนาข้าวได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Bari (2010) ได้รายงานว่าการใช้สาร butachlor สามารถใช้สำหรับการควบคุมวัชพืชในนาข้าว นอกจากนี้ Vidotto *et al.* (2004) ที่รายงานว่าการใช้สาร pretilachlor เป็นสารกำจัดวัชพืชที่ใช้ก่อนวัชพืชงอกที่มีประสิทธิภาพในนาข้าวแบบหว่านน้ำตาม สามารถควบคุมวัชพืชวงศ์หญ้า วัชพืชใบกว้าง และกก ดังนั้น การใช้สาร butachlor 1,050 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สาร pretilachlor 900 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ และสาร cyhalofop-butyl 100 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ สามารถนำมาใช้สลับหรือทดแทนกันได้ เพื่อเป็นการหมุนเวียนการใช้สาร อีกทั้งยังเป็นการช่วยลดปัญหาการเกิดวัชพืชที่ต้านทานสารกำจัดวัชพืช โดยที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชหญ้าข้าวนกได้ดีในระดับใกล้เคียงกัน ไม่ส่งผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของต้นข้าว และผลผลิตของข้าว

การศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของเมล็ดหญ้าข้าวนก เป็นวิธีการควบคุมการงอกและการเติบโตของเมล็ด ตั้งแต่ระยะเริ่มแรกที่ยังเป็นเมล็ดอีกวิธีหนึ่งในการควบคุมหญ้าข้าวนก การที่เมล็ดหญ้าข้าวนกจะงอกได้นั้น จำเป็นต้องได้รับปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ด เพื่อให้ขบวนการต่างๆ ของการงอกเกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการงอกของเมล็ดพืช มีความสำคัญสำหรับการศึกษากการกระจายพันธุ์ ซึ่งการงอกของเมล็ดและการพัฒนาตัวของต้นกล้าของพืชแต่ละชนิดได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ ประกอบด้วย สภาพของอุณหภูมิคงที่ สภาพของอุณหภูมิสลับสภาพของ pH สภาพของการท่วมขังน้ำ และระดับการฝังลึกของเมล็ด เป็นต้น เพื่อทราบถึงพฤติกรรมการงอกของเมล็ดพืชที่ไม่ให้เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก ทำให้สามารถหาวิธีการจัดหรือสร้างให้เกิดสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก ซึ่งจะเป็นการลดหรือขจัดการคุกคามของหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตม แต่เป็นการจัดหรือการสร้างให้เกิดสภาพแวดล้อมที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกข้าวมากยิ่งขึ้น

จากการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก พบว่า หญ้าข้าวนกมีอัตราการงอกสูงสุด 91 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพอุณหภูมิคงที่ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพของอุณหภูมิสลับ 25/ 20 องศาเซลเซียส (day/ night) มีอัตราการงอกสูงสุด 86 เปอร์เซ็นต์ ในสภาพความเป็นกรด-ด่างที่ 4 และ 7 มีอัตราการงอกสูงสุด 86 และ 87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม ในสภาพความเป็นกรด-ด่างที่สูงขึ้น อัตราการงอกของเมล็ดจะลดลง ในระดับการฝังลึกของเมล็ดพืชที่ระดับผิวดิน (0 เซนติเมตร) มีอัตราการงอกสูงสุด 53 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ หญ้าข้าวนกยังคงมีชีวิตและสามารถงอกได้มากถึง 61 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้สภาพการท่วมขังน้ำ ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกในสภาพแวดล้อมได้หลายอย่าง ส่งผลทำให้เมล็ดหญ้าข้าวนกมีการแพร่ระบาดอย่างรุนแรงมากในนาหว่านน้ำตม ดังนั้น จึงควรหาแนวทางในการจัดสภาพแวดล้อมเพื่อไม่ให้เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก เช่น เปลี่ยนวิธีการทำนาจากนาหว่านน้ำตมไปเป็นการทำนาดำ เนื่องจากในสภาพนาข้าวแบบหว่านน้ำตมมีปัจจัยของสภาพแวดล้อมหลายประการที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืชมากกว่าในสภาพนาดำ

แนวทางในการควบคุมวัชพืชหญ้าข้าวนกในนาข้าวแบบหว่านน้ำตม ในปัจจุบันนี้ การใช้สารกำจัดวัชพืชเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาข้าว ซึ่งนับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยทำให้เกษตรกรสามารถเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชได้อย่างถูกต้อง อัตราการใช้

และช่วงเวลาการใช้สารที่เหมาะสม ในช่วงที่ผ่านมา สถานการณ์ของการทำนาข้าวแบบนาหว่านน้ำตม ได้มีการแพร่ระบาดของหญ้าข้าวนกอย่างรุนแรง ทำให้ผลผลิตข้าวได้รับความเสียหายมากถึง 70 - 90 เปอร์เซ็นต์ (Brian *et al.*, 2007; Rehman *et al.*, 2007; Meier *et al.*, 2010) เกษตรกรส่วนใหญ่ นิยมนำสารกำจัดวัชพืชมาใช้ในการควบคุมวัชพืช ซึ่งแบ่งตามช่วงเวลาที่เหมาะสมของการใช้สาร ได้แก่ สารที่ใช้ฉีดพ่นก่อนวัชพืชงอก สารที่ใช้ฉีดพ่นแบบหลังงอกในระยะแรก และสารที่ใช้ฉีดพ่นหลัง วัชพืชงอก อย่างไรก็ตาม การศึกษาในครั้งนี้ได้ทำการประเมินประสิทธิภาพของการใช้สารกำจัดวัชพืช ในการควบคุมหญ้าข้าวนก พบว่า การใช้สาร butachlor 1,050 g a.i./ ha (ที่ 1 หลังจากหว่านข้าว) สาร pretilachlor 900 g a.i./ ha (ที่ 1 หลังจากหว่านข้าว) และสาร cyhalofop-butyl 100 g a.i./ ha (ที่ 10 หลังจากหว่านข้าว) มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าข้าวนกได้ดี ไม่มีผลกระทบต่อ การเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว

ในการหาแนวทางจัดสภาพแวดล้อมเพื่อควบคุมเมล็ดหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตมนั้น เพื่อให้สามารถควบคุมการแพร่ระบาดของวัชพืชหญ้าข้าวนกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่เลือก ช่วงเวลาในการทำนาข้าวให้เหมาะสม การจัดสภาพดิน (ความเป็นกรด-ด่าง) ที่ไม่เหมาะสมต่อการ งอกและการเติบโตของวัชพืชหญ้าข้าวนก ตลอดจนวิธีการควบคุมหญ้าข้าวนก โดยการเลือกใช้สาร กำจัดวัชพืชที่เหมาะสม แนะนำให้เกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืชอย่างถูกวิธี และหลีกเลี่ยงการใช้สารที่มี ผลตกค้างนาน เมื่อมีการใช้สารอย่างถูกต้อง ทำให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยจากสารกำจัดวัชพืชใน การบริโภคผลผลิต ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้การจัดการวัชพืชหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตมมี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นต่อไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. การศึกษาปัจจัยที่เกี่ยวข้องโดยตรงต่อการงอกและการเติบโตของเมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการควบคุมหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตมได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ควรเลือกช่วงฤดูกาลที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยต่ำ ที่ 15 องศาเซลเซียส หรือช่วงฤดูกาลที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูง ที่ 35 องศาเซลเซียส และควรไถเตรียมดินแปลงนาอย่างน้อย 10 เซนติเมตร ในระดับที่เมล็ดหญ้าข้าวนกไม่สามารถงอกได้ ทั้งนี้เนื่องจากภายใต้สภาพปัจจัยดังกล่าวในข้างต้นนี้ เป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก

2. ปัจจัยที่ควรหลีกเลี่ยงในการทำนาหว่านน้ำตม ได้แก่ ภายใต้สภาพที่มีอุณหภูมิคงที่ 25 องศาเซลเซียส ในสภาพของอุณหภูมิกลับ ที่ 25/ 20 องศาเซลเซียส (day/ night) ในดินที่มีสภาพความเป็นกรด-ด่าง ที่ 4 และ 7 ภายใต้สภาพแปลงที่มีเมล็ดหญ้าข้าวนกฝังอยู่ในระดับความลึกจากผิวดินไม่เกิน 5 เซนติเมตร และเมล็ดหญ้าข้าวนกยังคงมีชีวิตและสามารถงอกได้ทั้งในสภาพแปลงที่มีน้ำท่วมขัง (flooding) และสภาพอิ่มตัวด้วยน้ำ (saturated) ทั้งนี้เนื่องจากภายใต้สภาพปัจจัยดังกล่าวในข้างต้นนี้ เป็นสภาพที่เหมาะสมต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก

3. แนวทางในการควบคุมหญ้าข้าวนกโดยการใช้กำจัดวัชพืชในนาหว่านน้ำตม พบว่า การใช้สาร butachlor 1,050 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ (ที่ 1 วันหลังจากหว่านข้าว) สาร pretilachlor 900 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ (ที่ 1 วันหลังจากหว่านข้าว) และสาร cyhalofop-butyl 100 กรัมสารออกฤทธิ์ต่อเฮกตาร์ (ที่ 10 วันหลังจากหว่านข้าว) มีประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้าข้าวนกได้ดี ไม่มีผลกระทบต่อการเติบโตและการให้ผลผลิตของข้าว

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเติบโตของหญ้าข้าวนก พบว่า เมล็ดหญ้าข้าวนกสามารถงอกในสภาพแวดล้อมได้หลายอย่าง อย่างไรก็ตาม เพอร์เซ็นต์การงอกจะแตกต่างกันไปในแต่ละสภาพแวดล้อม ดังนั้น จึงควรหาแนวทางในการจัดสภาพแวดล้อม เพื่อไม่ให้เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนก ซึ่งจะเป็นการลดหรือขจัดการคุกคามการแพร่ระบาดของวัชพืชหญ้าข้าวนกในนาหว่านน้ำตม

2. สามารถแนะนำให้เกษตรกรใช้สารกำจัดวัชพืชอย่างถูกต้อง และหลีกเลี่ยงการใช้สารที่มีผลตกค้างนาน เมื่อมีการใช้สารอย่างถูกต้อง ทำให้ผู้บริโภคมีความปลอดภัยจากสารกำจัดวัชพืชในการบริโภคผลผลิต

3. การใช้สารกำจัดวัชพืชในการควบคุมวัชพืช นับว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่จะช่วยทำให้เกษตรกรสามารถเลือกใช้สารกำจัดวัชพืชได้อย่างถูกต้อง อัตราการใช้ และช่วงเวลาการใช้สารที่เหมาะสม อย่างไรก็ตาม ในการจัดการวัชพืชสำหรับเกษตรกรที่ทำนาข้าวแบบหว่านน้ำตม ควรมีการศึกษาวิจัยร่วมกับการพัฒนาการจัดการศัตรูพืชชนิดอื่นๆ เช่น โรคพืช และแมลงศัตรูพืช เป็นต้น เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการศัตรูพืชให้ครอบคลุมในระบบการผลิตข้าวได้ตลอดฤดูกาลปลูก ตลอดจนควรมีการพัฒนาเกี่ยวกับการใช้สารผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ และการจัดการแปลงนาที่เหมาะสมในการควบคุมวัชพืช เพื่อนำมาใช้สลับหรือทดแทนการใช้สารกำจัดวัชพืชในเกษตรกรที่ทำนาข้าวแบบหว่านน้ำตม ซึ่งจะส่งผลให้มีความปลอดภัยทางด้านอาหารและสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2547. **คำแนะนำการป้องกันกำจัดวัชพืชและ การใช้สารกำจัดวัชพืชปี 2547.**

พิมพ์ครั้งที่ 1. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

กลุ่มวิจัยวัชพืช. 2554. **คำแนะนำการควบคุมวัชพืชและการใช้สารกำจัดวัชพืชปี 2554.**

พิมพ์ครั้งที่ 1. ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ.

จวงจันทร์ ดวงพัตรา. 2529. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.

โชตัส อินเตอร์เนชั่นแนล. 2556. **คู่มือการผลิตข้าว.** พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท แอดมี พรินติ้ง จำกัด, กรุงเทพฯ.

ทศพล พรพรหม. 2554. **สารป้องกันกำจัดวัชพืช: หลักการและกลไกการทำลายพืช.** สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

นพพร คล้ายพงษ์พันธุ์, รังสฤษฎ์ กาวิด๊ะ, เรวัต เลิศฤทัยโยthin และ สนธิชัย จันทรเปรม. 2547. **พืชเศรษฐกิจ.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัชรี ธีรจินดาขจร. 2552. **คู่มือการวิเคราะห์ดินทางเคมี.** พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

ยงยุทธ โอสดสภา, ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, อรรถศิษฐ์ วงศ์มณีโรจน์ และ ชัยสิทธิ์ ทองจู. 2541. **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** พิมพ์ครั้งที่ 8. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รังสิต สุวรรณเขตนิคม. 2547. **สารป้องกันกำจัดวัชพืช: พื้นฐานและวิธีการใช้.** พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันชัย จันประเสริฐ. 2537. **สรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัลลภ สันติประชา. 2540. **เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์**. พิมพ์ครั้งที่ 3. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สำนักวิจัยและพัฒนาข้าว กรมการข้าว. 2556. **องค์ความรู้เรื่องข้าว**. แหล่งที่มา:

<http://www.brrd.in.th/rkb/weed/index.php-file=content.php&id=1.htm>. 18 ธันวาคม 2556.

Acosta, J.M., D.J. Bentivegna, E.S. Panigo, I. Dellaferrera and M.G. Perreta. 2012. Factors affecting seed germination and emergence of *Gomphrena perennis*. **Weed Research** 53: 69-75.

Azmi, M., M. Mashhor, K. Itoh and H. Watanabe. 1995. Life cycle and seed longevity of *Echinochloa crus-galli* complex in direct seeded rice in Malaysia, pp. 506-511. *In The 15th APWSS Conference Proceeding*. 24-28 July 1995, Tsukuba, Japan.

Bari, N. 2010. Effects of herbicides on weed suppression and rice yield in transplanted wetland rice. **Weed Science Research** 16(4): 349-361.

Brian, V.O. and R.E. Talbert. 2007. Barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) control and rice density effects on rice yield components. **Weed Technology** 21: 110-118.

Chachalis, D., N. Korres and E.M. Khah. 2008. Factors affecting seed germination and emergence of *Hibiscus trionum*. **Weed Science** 56: 509-515.

Dow AgroSciences. 2003. California department of pesticide regulation. **Dow AgroSciences**: 7 pages.

Ellis, R.H. and S. Barrett. 1994. Alternating temperatures and rate of seed germinations in lentil. **Annal Botany** 74: 519-524

- Gitsopoulos, T. K. and R. J. Froud-Williams. 2004. Effects of oxadiargyl on direct-seeded rice and *Echinochloa crus-galli* under aerobic and anaerobic conditions. **Weed Research** 44: 329-334.
- Huang, B. and S. Lin. 1993. Study on the resistance of the barnyard grass in the paddy fields of the butachlor in China. **Journal of the South China Agricultural University** 14:103-108.
- _____ and X. Wang. 1998. Studies on resistance of barnyard grass in the rice planting regions in China and its management, pp. 210. **In Proceedings Conference of Integrated Pest Management (IPM)-Theory and Practice, Developing Sustainable Agriculture.** Guanzhou, China.
- Ismail, A.M., E.S. Ella, G.V. Vergara and D.J. Mackill. 2009. Mechanisms associated with tolerance to flooding during germination and early seedling growth in rice (*Oryza sativa*). **Annals of Botany** 103: 197-209.
- Labrada, R. 2006. **Weedy rice problems and solutions for its management.** Available Source: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0869t/a0869t05.pdf>. May 01, 2014: 114.
- Lu, P., B. Yamei, X. Tongyu and L. Tianzhu. 2011. Effects of environmental factors on germination and emergence of Siam weed (*Chromolaena odorata*). **Procedia Environmental Sciences** 10: 1741-1746.
- Maneechote, J. and P. Krasaesindhu. 1999. Propanil resistance in barnyard grass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.), p. 97. **In Proceedings of the 17th Asian-Pacific Weed Science Society Conference.** Bangkok. Thailand.
- Marschner, H. 1991. Mechanisms of adaptation of plants to acid soils. **Plant and Soil** 134: 1-20.

- Meier, J.R., K.L. Smith, R.C. Scott and J.K. Norsworthy. 2010. Barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) Control with Various Herbicide Combinations in Clearfield Rice (*Oryza sativa*). **B. R. Wells Rice Research Studies** 154-159.
- Mennan, H. and B.H. Zndstra. 2006. The Effects of Depth and Duration of Seed Burial on Viability, Dormancy, Germination, and Emergence of Ivyleaf Speedwell (*Veronica Hederifolia*). **Weed Technology** 20: 438-444.
- Nakamura, I. and M.A. Hossain. 2009. Factor affecting the germination and seedling emergence of redflower ragleaf (*Crassocephalu mcrepidioides*). **Weed Biology and Management** 9: 315-322.
- Ntanos, D.A., S.D. Koutroubas and C. Mavrotas. 2000. Barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) Control in Water-Seeded Rice (*Oryza sativa*) with Cyhalofop-butyl. **Weed Technology** 14: 383-388.
- Pahlevani, A.H., M.H. Rashed and R. Ghorbani. 2008. Effects of environmental factors on germination and emergence of Swallowwort. **Weed Technology** 22: 303-308.
- Pornprom, T., P. Mahatamnuchoke and K. Usui. 2006. Altered acetyl-CoA carboxylase confers resistance to fenoxaprop in Chinese sprangletop (*Leptochloa chinensis* L. Nees). **Pest Management Science** 62: 1109-1115.
- Prashant, J., J.K. Norsworthy and R.C. Scott. 2010. Cyhalofop application timing and adjuvant selection for *Echinochloa crus-galli* control in rice. **Crop Protection** 29(8): 820-823.

- Rao, A.N. and K. Moody 1995. Effect of seeding depth and soil moisture regime on emergence of *Ischaemum rugosum* and *Echinochloa glabrescens*, pp. 520-524. In **Proceedings of the 15th Asian-Pacific Weed Science Society Conference**. Tsukuba, Japan.
- Rao, N., L. Dong, J. Li and H. Zhang. 2008. Influence of environmental factors on Seed germination and seedling emergence of American sloughgrass (*Beckmannia syzigachne*). **Weed Science** 56: 529-533.
- Rehman, H., M. Farooq and A. Khaliq. 2007. **Managing weed in direct-seeded rice**. Available Source: [http://www.dawn.com/news/270170/managing weed in direct-seeded rice](http://www.dawn.com/news/270170/managing%20weed%20in%20direct-seeded%20rice), 1 May 2014.
- Singh, S., J.K. Ladha, R.K. Gupta, L. Bhushan and A.N. Rao. 2008. Weed management in aerobic rice systems under varying establishment methods. **Crop Protection** 27: 660-671.
- USDA Forest Service. 2010. **Index of Species Information SPECIES: *Echinochloa crus-galli***. Available Source: <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/graminoid/echcru/all.html#INTRODUCTORY>, 1 May 2014.
- Vidotto, F., A. Ferrero, O. Bertoia, M. Gennari and A. Cignetti. 2004. Dissipation of Pretilachlor in paddy water and sediment. **EDP Sciences** 24: 473-479.
- _____, F. Tesio, M. Tabacchi and A. Ferrero. 2007. Herbicide sensitivity of *Echinochloa* spp. accessions in Italian rice fields. **Crop Protection** 26: 285-293.
- Yin, L., R. Zhang, Z. Xie, C. Wang and W. Li. 2013. The effect of temperature, substrate, light, oxygen availability and burial depth on *Ottelia alismoides* seed germination. **Aquatic Botany** 111: 50-53.

Zhang, W., E.P. Webster, D.C. Blouin and C.T. Leon. 2005. Fenoxaprop Interactions for Barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*) Control in Rice. **Weed Technology** 19: 293-297.





ตารางผนวกที่ 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของอุณหภูมิคงที่ต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก
ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด

SOV	d.f.	SS	MS	F-value
Treatments	4	4,171.2	1,042.8	131.45**
Error	15	119	7.93	
Total	19	4,290.2	1,050.73	

C.V. (%) = 4.01

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของอุณหภูมิสลับต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก
ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด

SOV	d.f.	SS	MS	F-value
Treatments	3	1,306.8	435.58	80.415**
Error	12	65.0	5.42	
Total	15	1,371.8	441.00	

C.V. (%) = 2.90

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสภาพของ pH ต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด

SOV	d.f.	SS	MS	F-value
Treatments	6	43,737	7,289.5	1,048.5**
Error	21	146	7.0	
Total	26	43,883	7,296.5	

C.V. (%) = 5.96

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนผลของน้ำท่วมขังต่อการงอกเมล็ดหญ้าข้าวนก ที่ 15 วันหลังจากเพาะเมล็ด

SOV	d.f.	SS	MS	F-value
Treatments	2	1,810.7	905.33	38.986**
Error	9	209.0	23.22	
Total	11	2,019.7	928.55	

C.V. (%) = 6.33

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับความลึกเมล็ดในดินต่อการไถ่พื้นจากดินของ
ต้นกล้าหญ้าข้าวนก ที่ 30 วันหลังจากเพาะเมล็ด

Herbicides	d.f.	SS	MS	F-value
Treatments	5	8,271.5	1,654.30	149.64**
Error	18	199.0	11.06	
Total	23	8,470.5	1665.36	

C.V. (%) = 12.20

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้า
ข้าวนก ที่ 30 วันหลังจากใช้สาร

Herbicides	d.f.	SS	MS	F-value
Replications	3	3.6	1.19	0.107
Treatments	13	30,455.4	2,342.72	210.556**
Error	39	433.9	11.13	
Total	55	30,892.9	2,355.04	

C.V. (%) = 4.06

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของการประเมินประสิทธิภาพในการควบคุมหญ้า
ข้าวนก ที่ 60 วันหลังจากใช้สาร

Herbicides	d.f.	SS	MS	F-value
Replications	3	69	23.07	0.5495
Treatments	13	31,693	2,437.95	58.0799**
Error	39	1,637	41.98	
Total	55	33,399	2,503	

C.V. (%) = 8.93

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนระดับความเป็นพิษของสารป้องกันกำจัดวัชพืชที่มีผล
ต่อต้นข้าว ที่ 7 หลังจากใช้สาร

Herbicides	d.f.	SS	MS	F-value
Replications	3	108.5	36.16	2.5746
Treatments	13	6,889.7	529.98	37.7335**
Error	39	547.8	14.05	
Total	55	7,546	580.19	

C.V. (%) = 20.28

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนต้นตอกอ ที่ 45 วันหลังจากหว่านข้าว

Herbicides	d.f.	SS	MS	F-value
Replications	3	0.1677	0.05589	0.5604
Treatments	13	10.258	0.78908	7.9114**
Error	39	3.8898	0.09974	
Total	55	14.3155	0.94471	

C.V. (%) = 8.98

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อ 10 รวง

Herbicides	d.f.	SS	MS	F-value
Replications	3	54,397	18,132	3.1294
Treatments	13	2,502,502	192,500	33.2228**
Error	39	225,074	5,794	
Total	55	2,781,973	216,426	

C.V. (%) = 4.85

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนเมล็ดสมบูรณ์ต่อ 10 รวง

Herbicides	d.f.	SS	MS	F-value
Replications	3	72,969	24,323	3.9936
Treatments	13	2434,733	187,287	30.7504**
Error	39	237,532	6,091	
Total	55	2745,234	217,701	

C.V. (%) = 6.00

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักเมล็ดดีจำนวน 100 เมล็ด

Herbicides	d.f.	SS	MS	F-value
Replications	3	0.020893	0.0069643	1.4102
Treatments	13	0.232293	0.0178687	3.6181**
Error	39	0.192607	0.0049386	
Total	55	0.445793	0.0297716	

C.V. (%) = 2.26

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของผลผลิตข้าว

Herbicides	d.f.	SS	MS	F-value
Replications	3	393,295	131,098	4.6199
Treatments	13	30,492,936	2,345,610	82.6594**
Error	39	1,106,696	28,377	
Total	55	31,992,927	2,505,085	

C.V. (%) = 4.49

**มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์

ตารางผนวกที่ 14 ต้นทุนของการใช้สารกำจัดวัชพืชแต่ละชนิดสำหรับการควบคุมวัชพืชในการผลิตข้าว

Treatment	Dose	Cost	Gross income ¹	Net income
	(g a.i./ha)	(US\$) ² /ha	(US\$)/ha	(US\$)/ha
1. Weedy control	-	0.00	582.80	582.80
2. Hand weeding (at 30, 45 DAS ³)	-	312.50	1,407.80	1,095.30
3. butachlor	1,050	35.42	1,426.02	1,390.60
4. pretilachlor	900	65.83	1,352.07	1,286.24
5. oxadiazon	1,000	94.17	1,323.95	1,229.78
6. clomazone	1,200	120.83	1,342.94	1,222.11
7. oxadiargyl	250	70.83	1,407.28	1,336.45
8. butachlor + propanil	787.5 + 787.5	43.33	749.99	706.66
9. clomazone + propanil	240 + 540	47.50	1,305.19	1,257.69
10. cyhalofop-butyl	100	54.17	1,388.52	1,334.35
11. bispyribac-sodium	30	70.83	1,240.61	1,169.78
12. quinclorac	250	87.50	1,268.21	1,180.71
13. fenoxaprop-p-ethyl	37.5	37.50	1,351.54	1,314.04
14. pyribenzoxim	43.75	36.88	1,370.30	1,333.42

¹Price of grains rice about 1 ton = 333.33 US\$.

²1 US\$ = 30 Baht (values adjusted to nearest US\$.)

³DAS = Days after rice sowing.

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ - นามสกุล	นายปวิวัติ สุขกุล
วัน เดือน ปี ที่เกิด	15 เมษายน 2530
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี วท.บ. (เกษตรศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (2551)

