

# อิทธิพลของสภาพแวดล้อม และการจัดการที่มีผลต่อคุณภาพข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา สารีตร มีจ้อย จรรยา ตุลยธัญ สุกัญญา วงศ์พรชัย  
อนันต์ พลธานี และ อานันท์ ผลวิวัฒนะ

## โครงการวิจัยภายใต้โครงการ:

การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมและกลยุทธ์การจัดการที่มีผลต่อ  
คุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการใช้แนวทางการวิจัยเชิงระบบ

## สนับสนุนโครงการโดย:

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

## ระยะเวลาการดำเนินการวิจัย:

ตุลาคม 2544 – กันยายน 2547

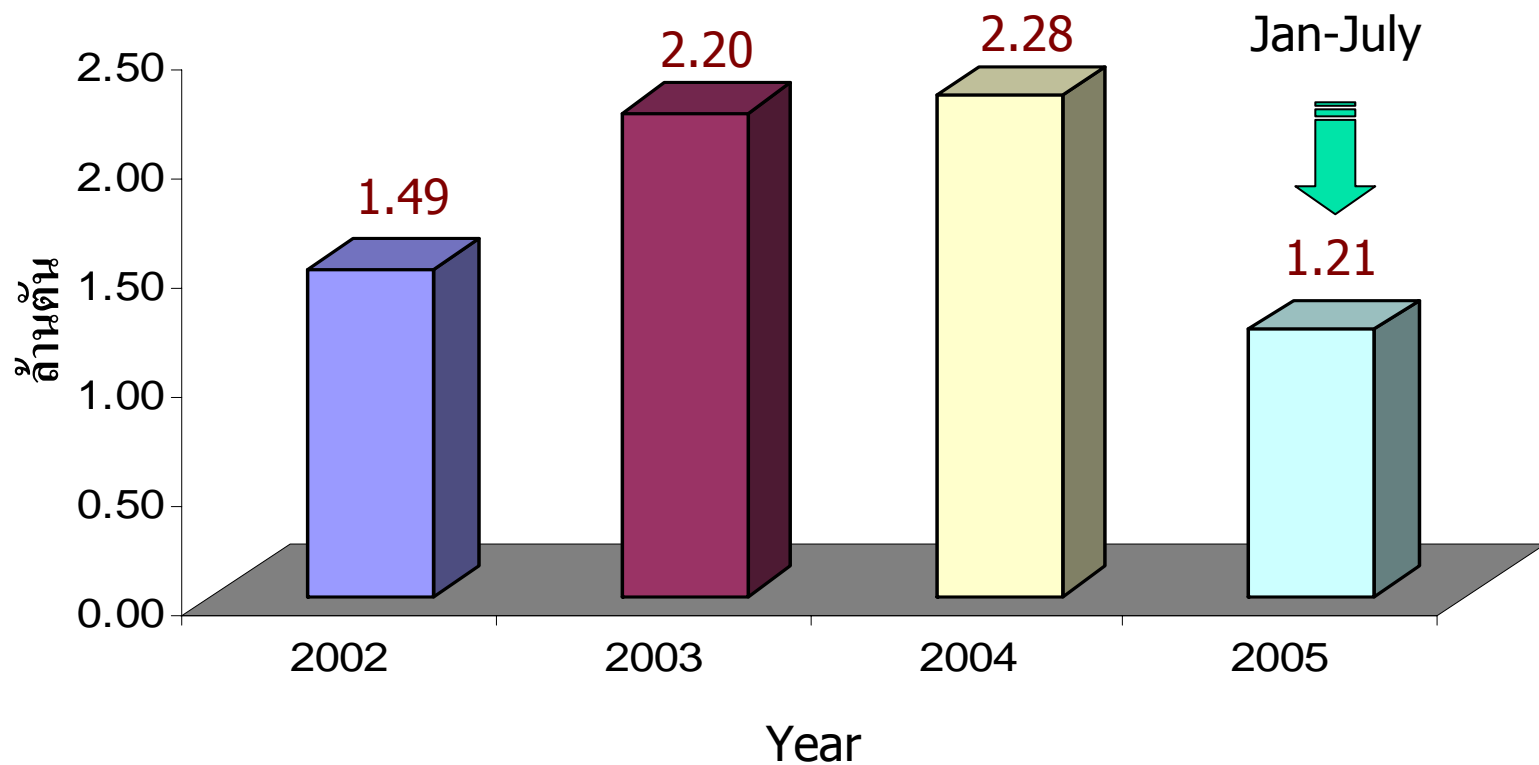
## หน่วยงานร่วมวิจัย:

คณะเกษตรศาสตร์ มช. คณะวิทยาศาสตร์ มช. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาฯ

คณะเกษตรศาสตร์ มช. กรมวิชาการเกษตร สถาบันวิจัยและฝึกอบรม

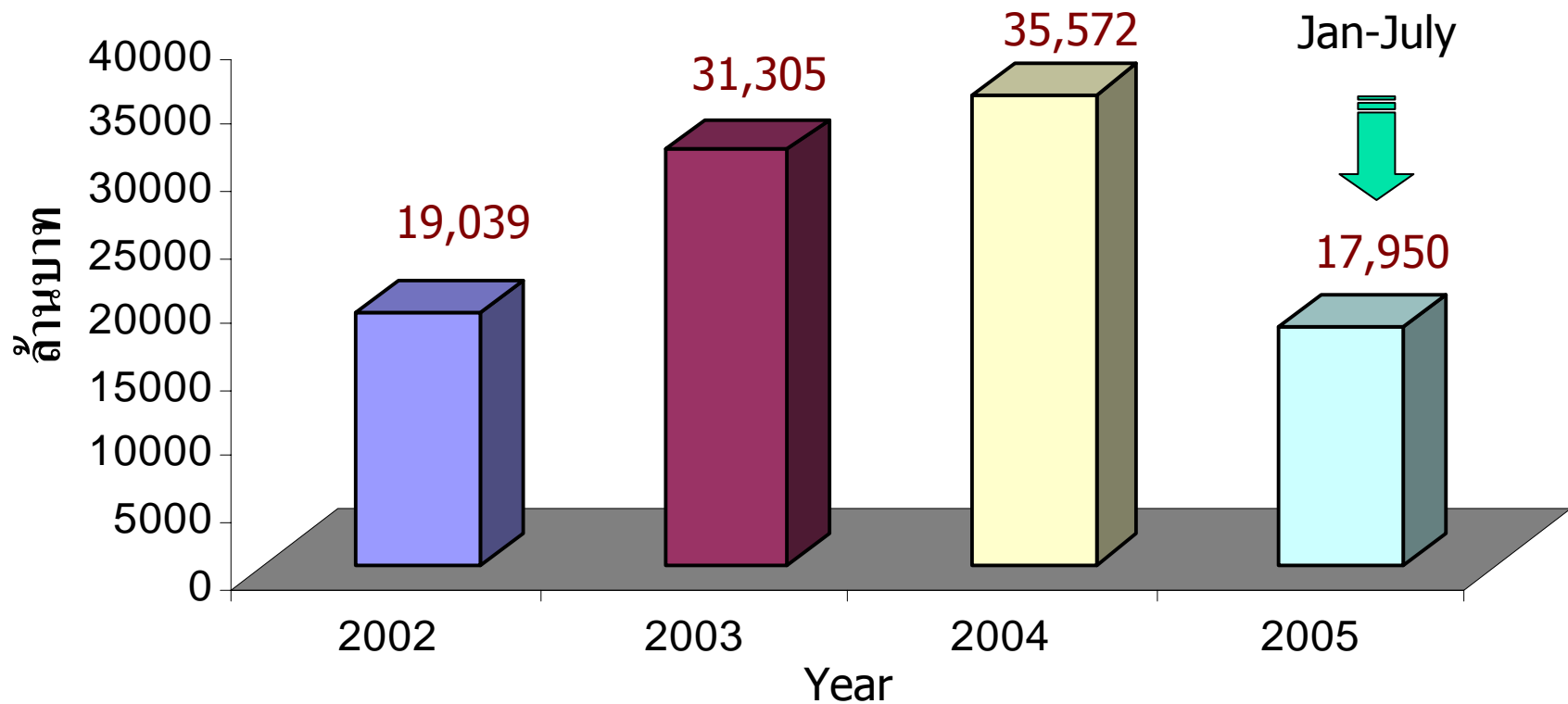
การเกษตร ลำปาง

# ปริมาณการส่งออกข้าวหอมมะลิ



Source of data: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของ กรมศุลกากร

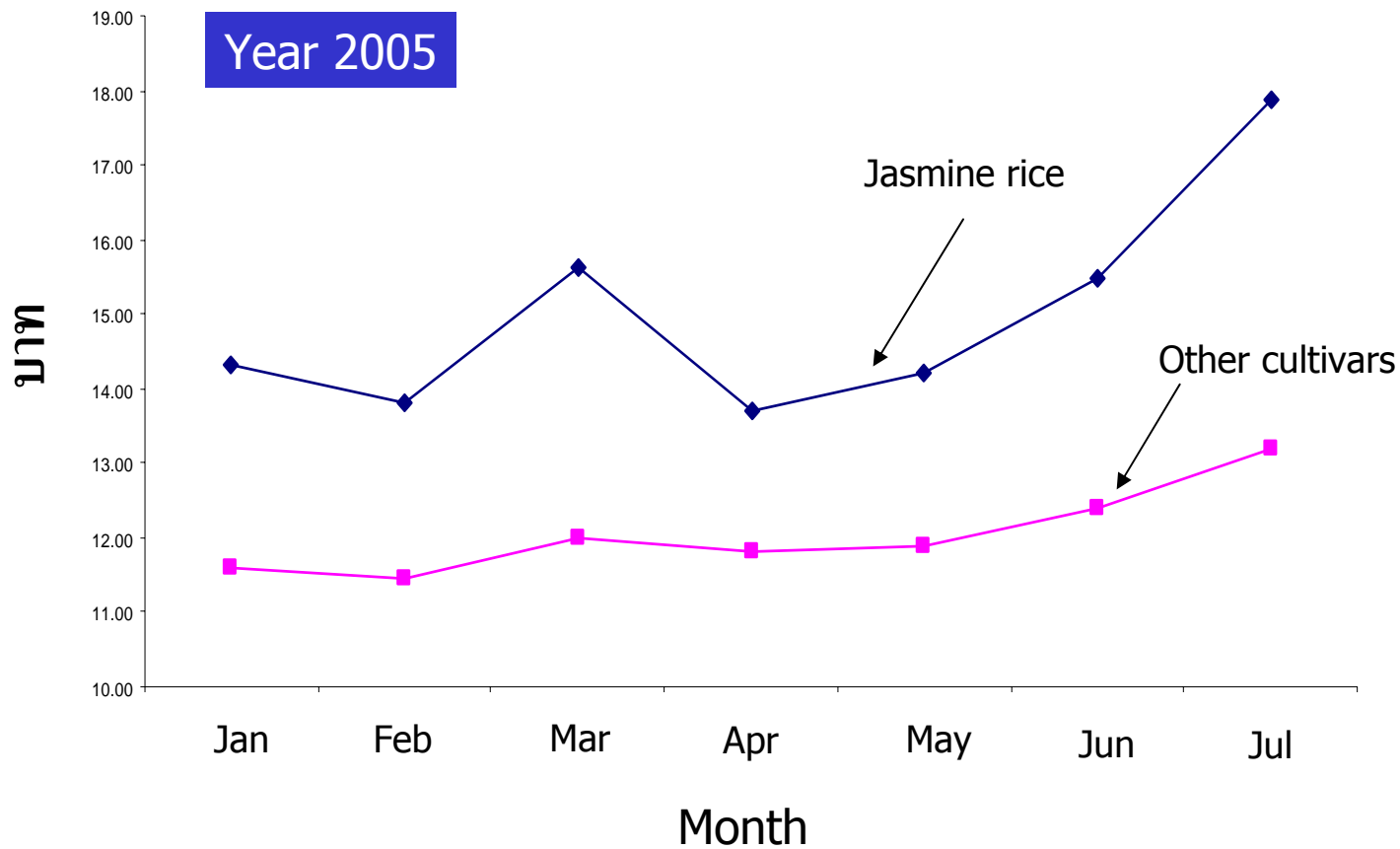
# มูลค่าการส่งออก



Source of data: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของ กรมศุลกากร

# เปรียบเทียบราคาต่อหน่วยของข้าว

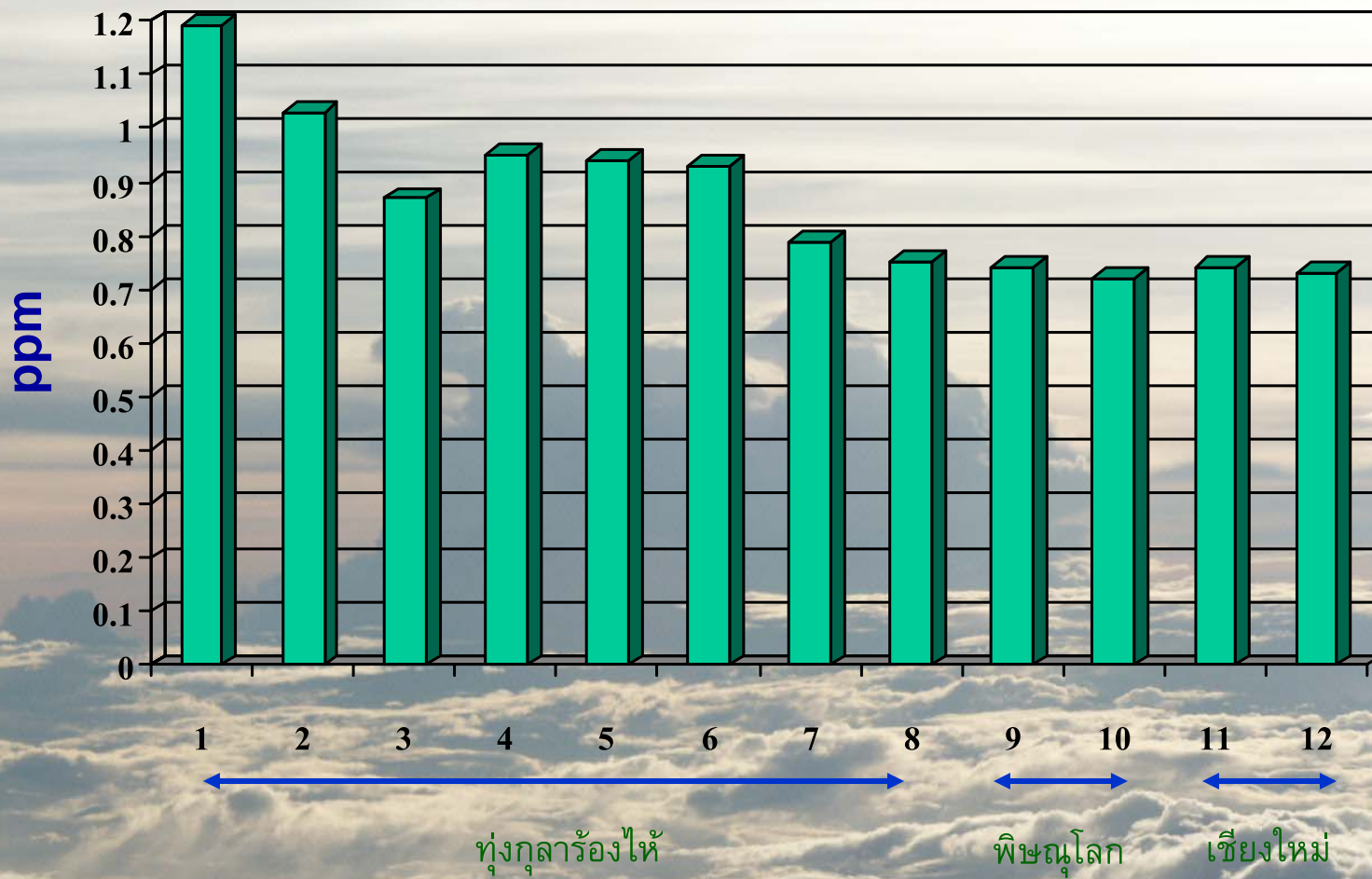
ข้าวหอมมะลิ vs. ข้าวเจ้าพันธุ์อื่น ๆ



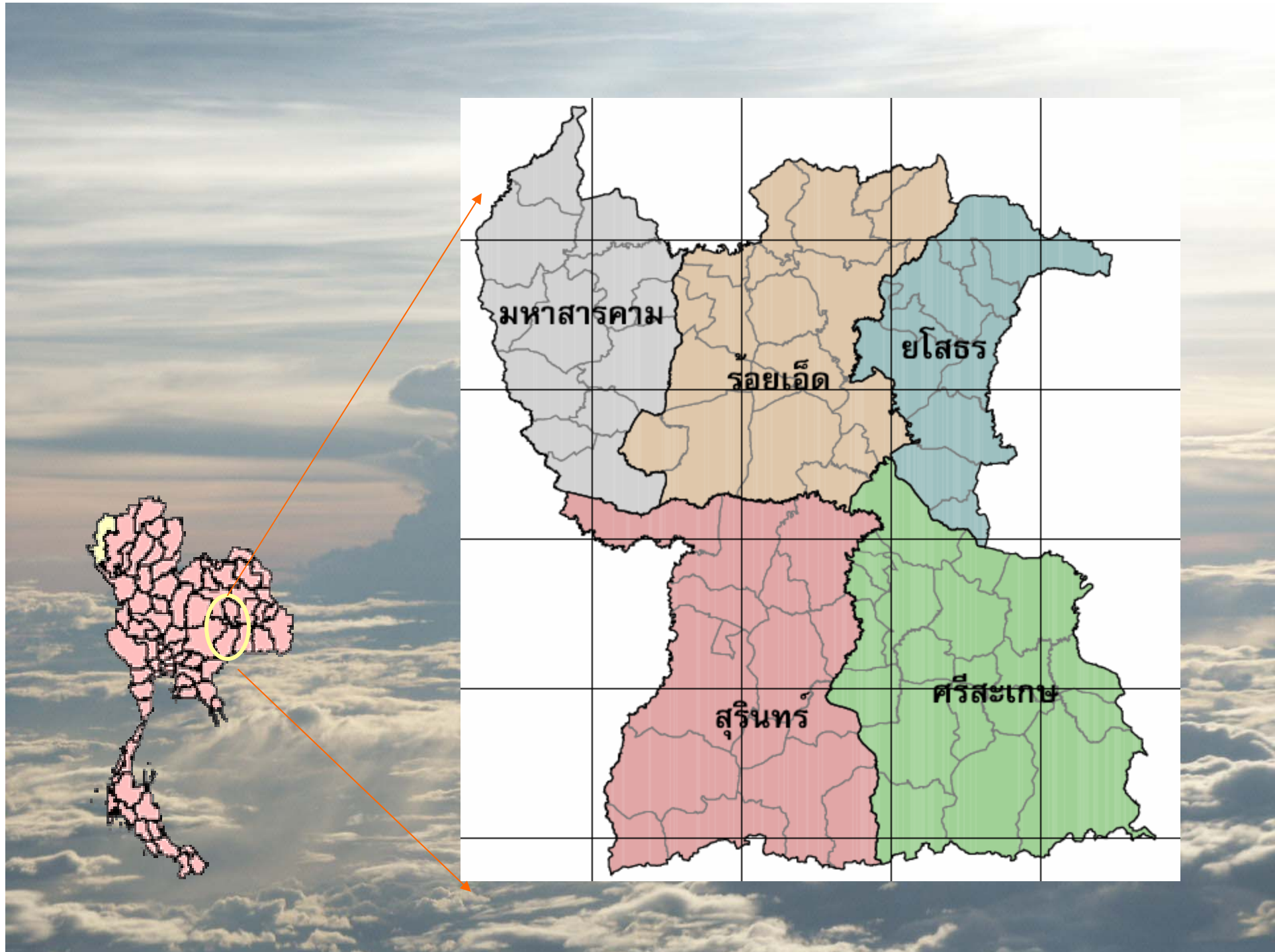
Source of data: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร โดยความร่วมมือของ กรมศุลกากร

# ที่มาของโจทย์งานวิจัย

- ความแปรปรวนของคุณภาพเมล็ด โดยเฉพาะกลิ่นหอมของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105
- ความแปรปรวนดังกล่าวส่งผลกระทบต่อตลาดการค้าข้าวหอมมะลิของไทยโดยเฉพาะตลาดต่างประเทศ
- ปัจจุบันมีข้อสังเกตว่าข้าวหอมมะลิที่ได้จากแหล่งผลิตในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ จะมีคุณภาพความหอมที่ดีกว่าข้าวหอมมะลิที่ปลูกในเขตพื้นที่อื่น ๆ ของประเทศ



ปริมาณสารหอม 2AP ที่วัดจากเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105





## ลักษณะทางกายภาพทุ่งกุลารุ

- ชุดดินมหาสารคาม: หินตะกอน หินดินดาน และหินทราย
- มีเกลือปะปนในดิน
- ฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายน หรือกรกฎาคมของทุกปี

# 2-acetyl-1-pyrroline [2AP]: Aroma compound in Jasmine Rice

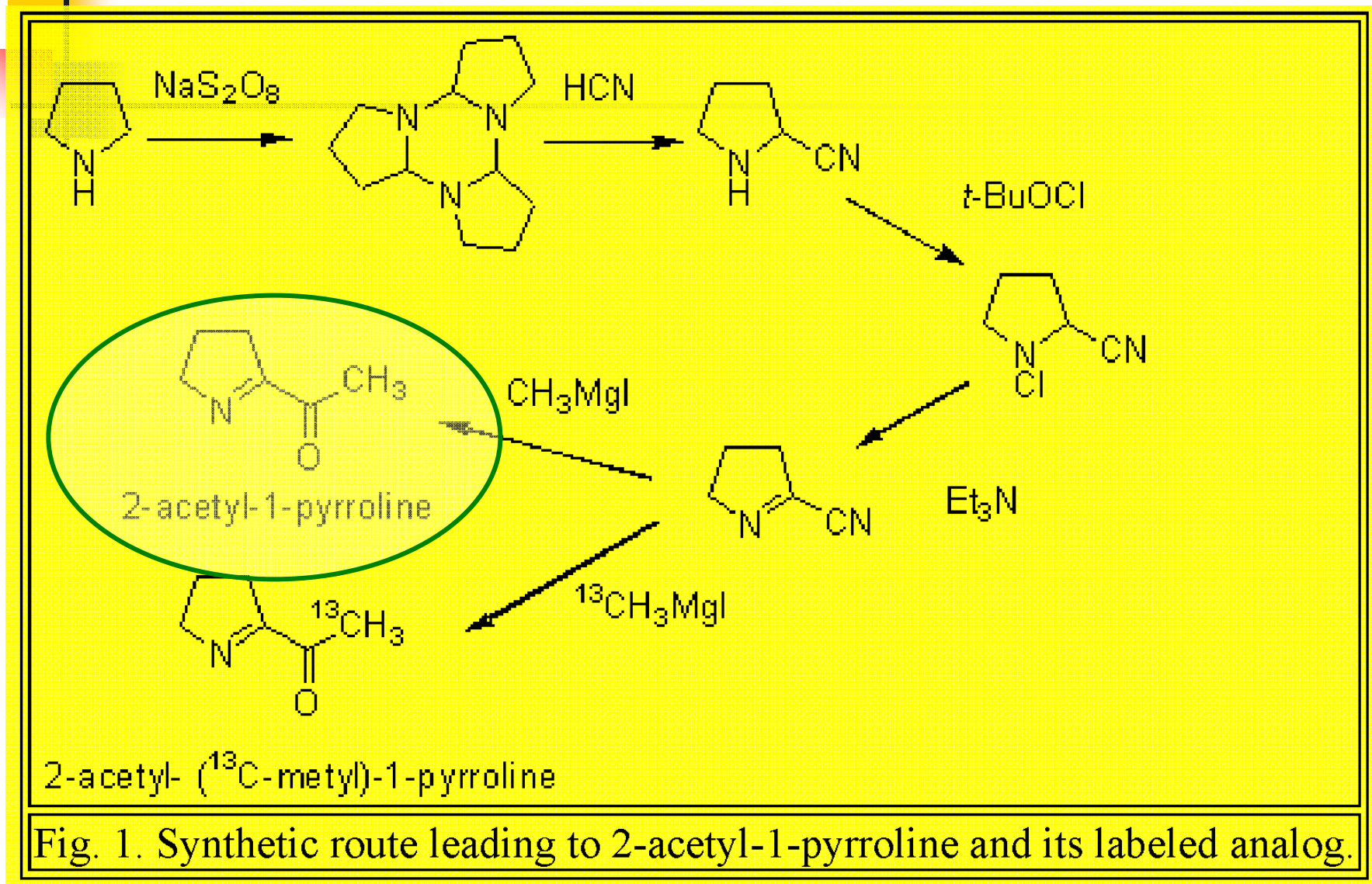


Fig. 1. Synthetic route leading to 2-acetyl-1-pyrroline and its labeled analog.

## Precursors of 2-Acetyl-1-pyrroline, a Potent Flavor Compound of an Aromatic Rice Variety

TADASHI YOSHIHASHI,<sup>\*,†</sup> NGUYEN THI THU HUONG,<sup>†</sup> AND HIDEO INATOMI<sup>‡</sup>

Food Science and Technology Division, Japan International Research Center for Agricultural Sciences, 1-1 Ohwashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8686, Japan, and Department of Agricultural Chemistry, Faculty of Agriculture, Meiji University, 1-1 Higashi-mita, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-8751, Japan

---

The biological formation of a potent flavor compound, 2-acetyl-1-pyrroline, in the aromatic rice variety (Khao Dawk Mali 105) was studied in seedlings and callus of the rice. Concentrations of 2-acetyl-1-pyrroline were determined by GC–MS–SIM using an isotope dilution method. Increases in concentration occurred when proline, ornithine, and glutamate were present in solution, with proline increasing the concentration by more than 3-fold compared to that of the control. Results of tracer experiments using <sup>15</sup>N-proline, <sup>15</sup>N-glycine, and proline-1-<sup>13</sup>C indicated that the nitrogen source of 2-acetyl-1-pyrroline was proline, whereas the carbon source of the acetyl group was not the carboxyl group of proline. 2-acetyl-1-pyrroline was formed in the aromatic rice at temperatures below that of thermal generation in bread baking, and formed in the aerial part of aromatic rice from proline as the nitrogen precursor.

---

# สมมติฐานงานวิจัย

การเกิดสภาวะเครียด (stress) ของข้าวอันเนื่องมาจากความเค็มของดิน การขาดน้ำเป็นช่วง ๆ และความรุนแรงของความเครียดที่เกิดขึ้นจากสภาพที่เป็นดินทราย



การสร้างและสะสมสาร proline ของพืช



การสร้างและสะสมสาร 2AP ในต้น ใบและเมล็ด

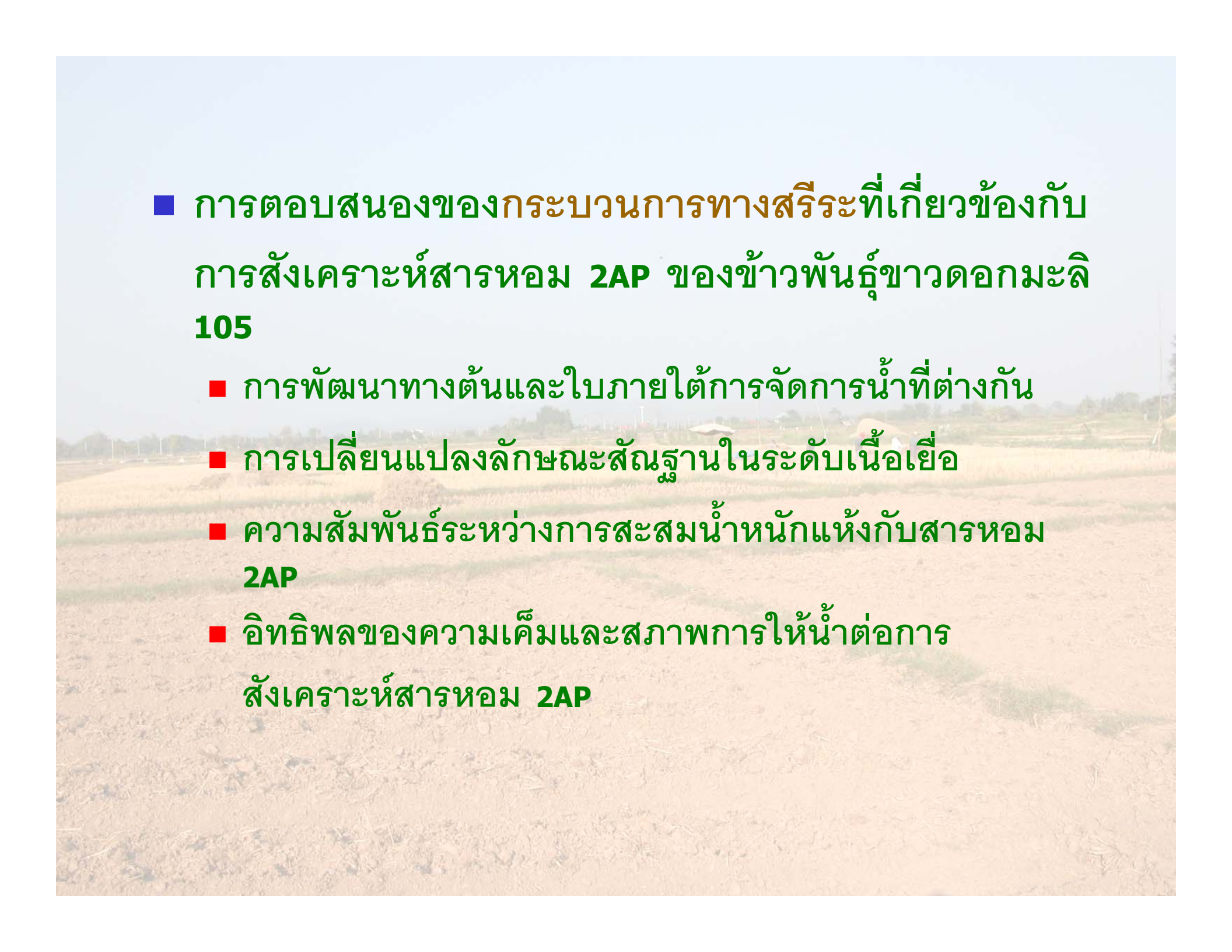
## วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อม และการจัดการ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการ ที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105
2. ศึกษาวิถีเมแทบอลิซึม (metabolic pathway) ของต้นข้าวที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline
3. ศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อกระบวนการชีวเคมีและสรีระของข้าวในการสร้างสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline และคุณภาพเมล็ดทั้งทางกายภาพ เคมี และคุณภาพการขัดสี

An aerial photograph showing a vast river delta system. A main river channel winds through the landscape, branching into a dense network of smaller canals and distributaries. The land is divided into a regular grid of rectangular agricultural plots, likely rice fields, interspersed with patches of forest. The sky is filled with soft, white clouds, and the overall scene is captured from a high-angle perspective.

งานวิจัยภายใต้โครงการ

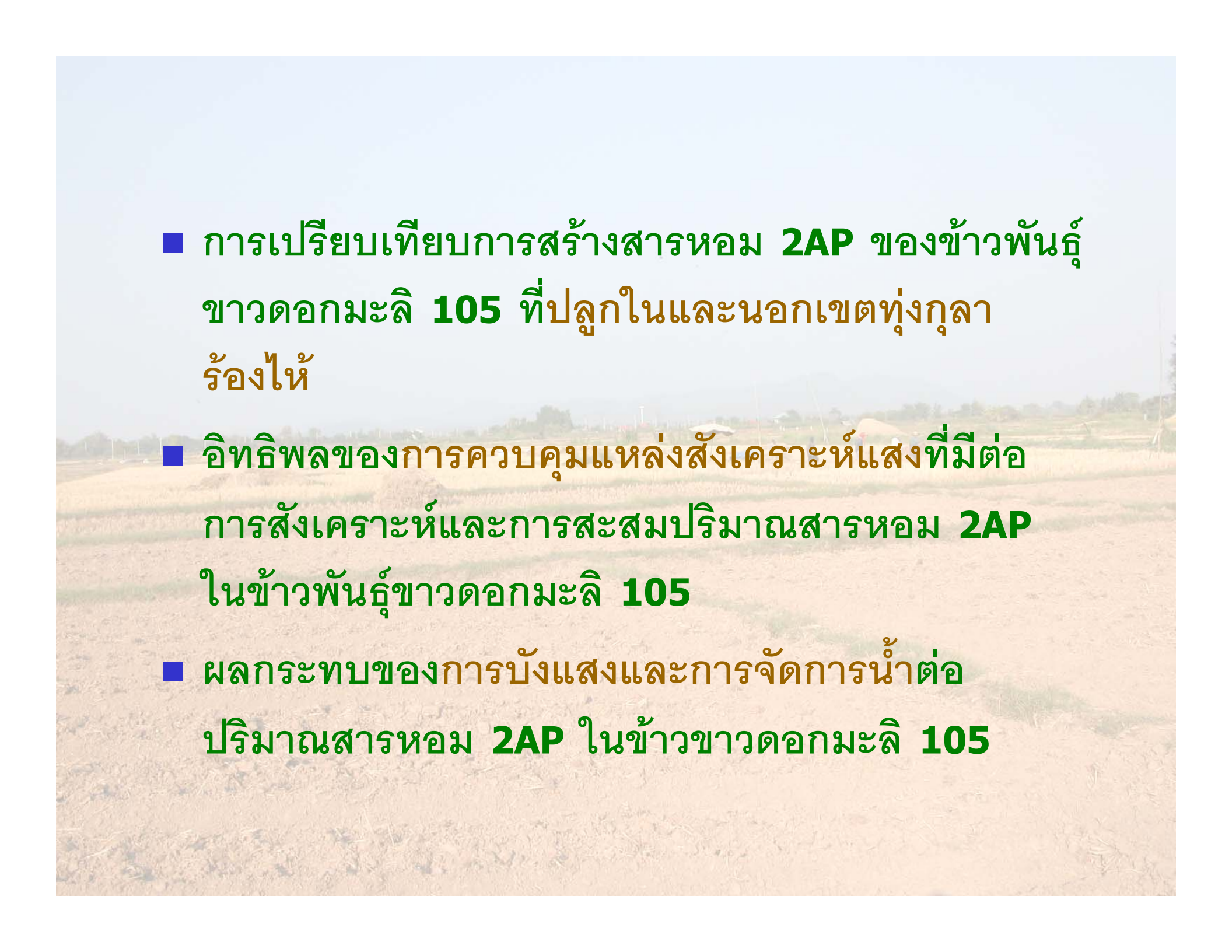
- อิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมและเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในข้าว
- การสังเคราะห์แสงของพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่สัมพันธ์กับสารหอม 2AP และสารตั้งต้น proline
- การศึกษาเปรียบเทียบการสร้างสารหอม 2AP ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในดินชนิดต่างกัน
- การศึกษาผลของความเค็มดินและการขาดน้ำที่มีต่อผลผลิตและการสร้างสารหอมในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้

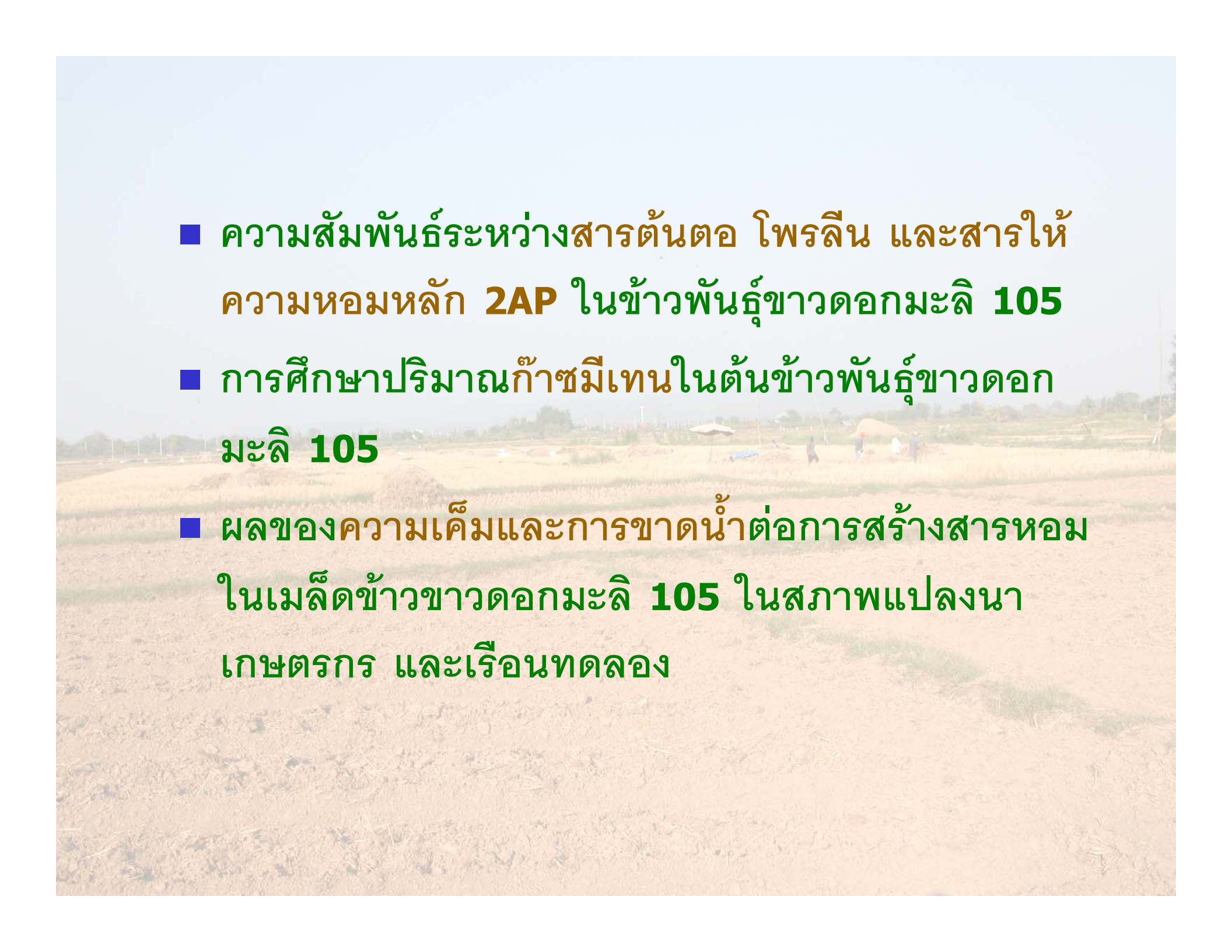


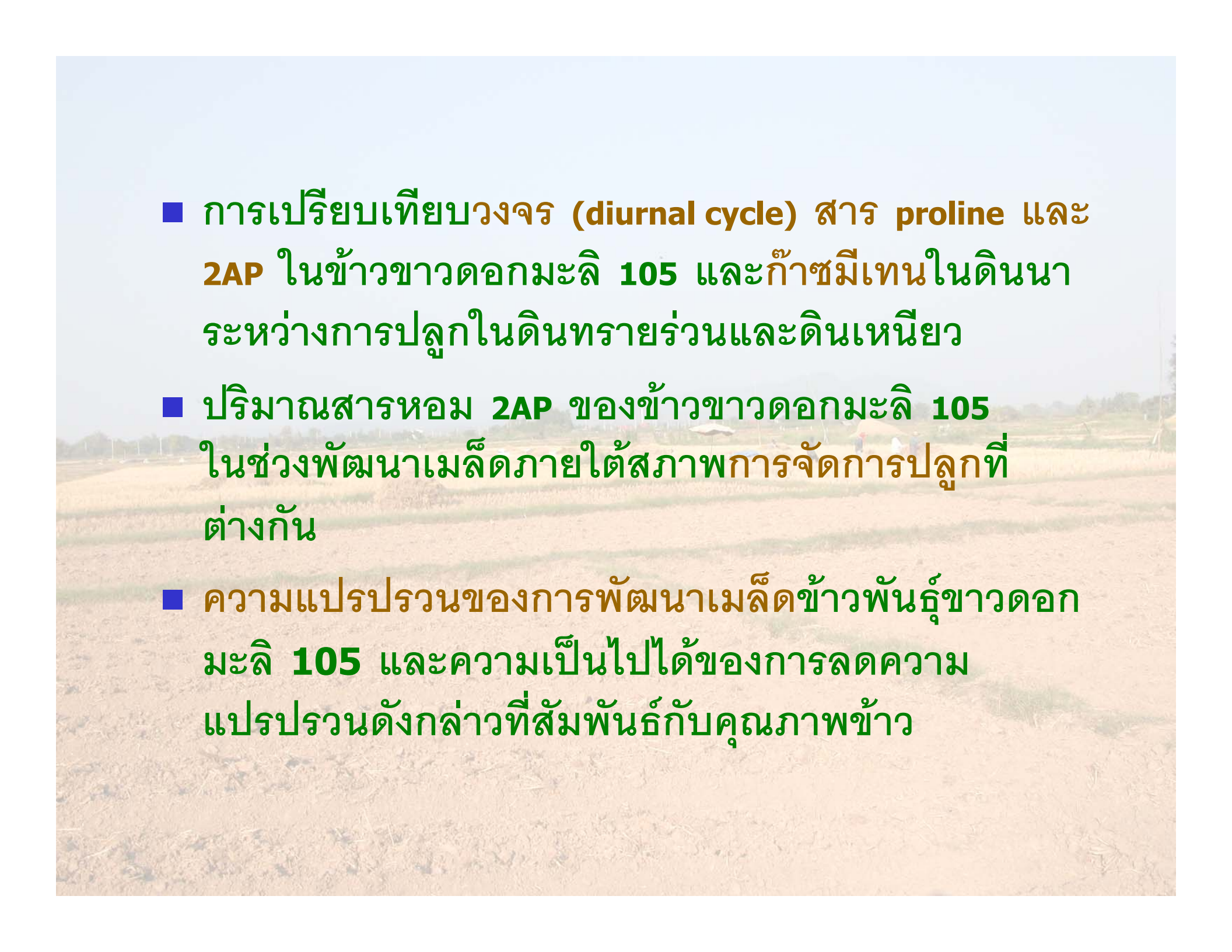
- การตอบสนองของกระบวนการทางสรีระที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารหอม 2AP ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

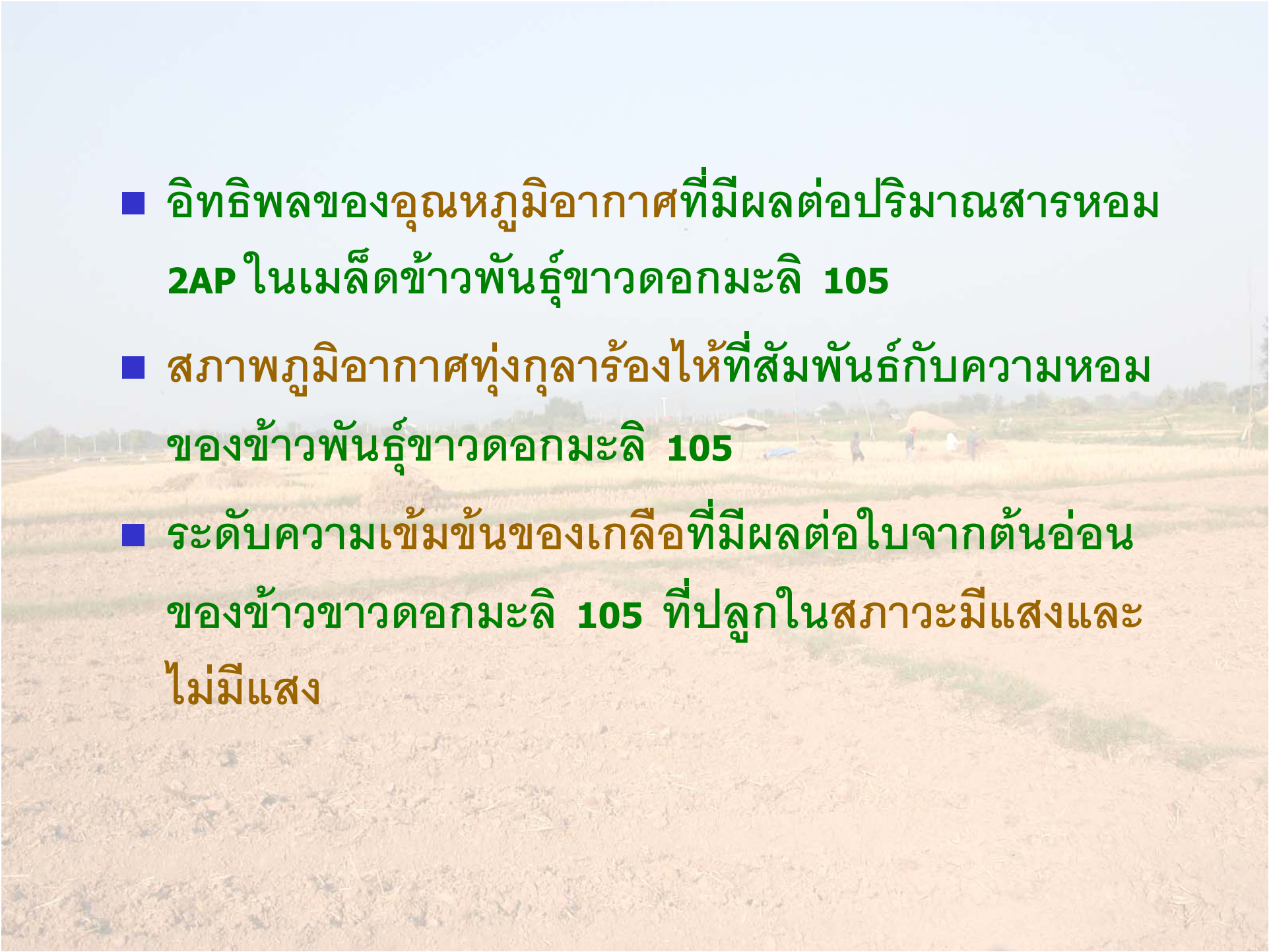
- การพัฒนาทางต้นและใบภายใต้การจัดการน้ำที่ต่างกัน
- การเปลี่ยนแปลงลักษณะสัญญาณในระดับเนื้อเยื่อ
- ความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมน้ำหนักแห้งกับสารหอม 2AP
- อิทธิพลของความเค็มและสภาพการให้น้ำต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP



- 
- การเปรียบเทียบการสร้างสารหอม **2AP** ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ **105** ที่ปลูกในและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้
  - อิทธิพลของการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่มีต่อการสังเคราะห์และการสะสมปริมาณสารหอม **2AP** ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ **105**
  - ผลกระทบของการบังแสงและการจัดการน้ำต่อปริมาณสารหอม **2AP** ในข้าวขาวดอกมะลิ **105**

- 
- ความสัมพันธ์ระหว่างสารต้นตอ โพรลีน และสารให้ความหอมหลัก **2AP** ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ **105**
  - การศึกษาปริมาณก๊าซมีเทนในต้นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ **105**
  - ผลของความเค็มและการขาดน้ำต่อการสร้างสารหอมในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ **105** ในสภาพแปลงนาเกษตรกร และเรือนทดลอง

- 
- การเปรียบเทียบวงจร (diurnal cycle) สาร proline และ 2AP ในข้าวขาวดอกมะลิ 105 และก้าซมีเทนในดินนา ระหว่างการปลูกในดินทรายร่วนและดินเหนียว
  - ปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ในช่วงพัฒนาเมล็ดภายใต้สภาพการจัดการปลูกที่ต่างกัน
  - ความแปรปรวนของการพัฒนาเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 และความเป็นไปได้ของการลดความแปรปรวนดังกล่าวที่สัมพันธ์กับคุณภาพข้าว

- 
- อิทธิพลของอุณหภูมิอากาศที่มีผลต่อปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105
  - สภาพภูมิอากาศทุ่งกุลาร้องไห้ที่สัมพันธ์กับความหอมของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105
  - ระดับความเข้มข้นของเกลือที่มีผลต่อใบจากต้นอ่อนของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในสภาวะมีแสงและไม่มีแสง

- วิธีการสกัดสารหอม **2AP** จากใบข้าวด้วยสารละลายกรด และการวิเคราะห์ปริมาณด้วยเทคนิค **gas chromatography**
- วิธีการสกัดสารหอม **2AP** จากเมล็ดด้วยตัวทำละลาย และการวิเคราะห์ปริมาณด้วยเทคนิค **Flow Injection Electrospray Ionization Liquid Chromatography Mass Spectrometry (FIA-ES-LCMS)**

- ลักษณะ **Protein pattern** ของข้าวขาวดอกมะลิ **105** ที่สัมพันธ์กับ **High-resolution two-dimensional electrophoresis (2-DE)**
- รูปแบบของเอ็นไซม์ (โปรตีน) ที่สัมพันธ์กับปริมาณสารหอม **2AP** ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ **105**
- องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ **105** ที่สัมพันธ์กับสารหอม **2AP** ในเมล็ด

An aerial photograph showing a vast, undulating sea of white and grey clouds. The sun is positioned in the upper right quadrant, casting a bright glow and creating a lens flare effect. The clouds vary in density and height, creating a textured, three-dimensional appearance. The overall scene is serene and expansive.

ผลการศึกษา (บางส่วน)



ตัวอย่างผลการศึกษา 1

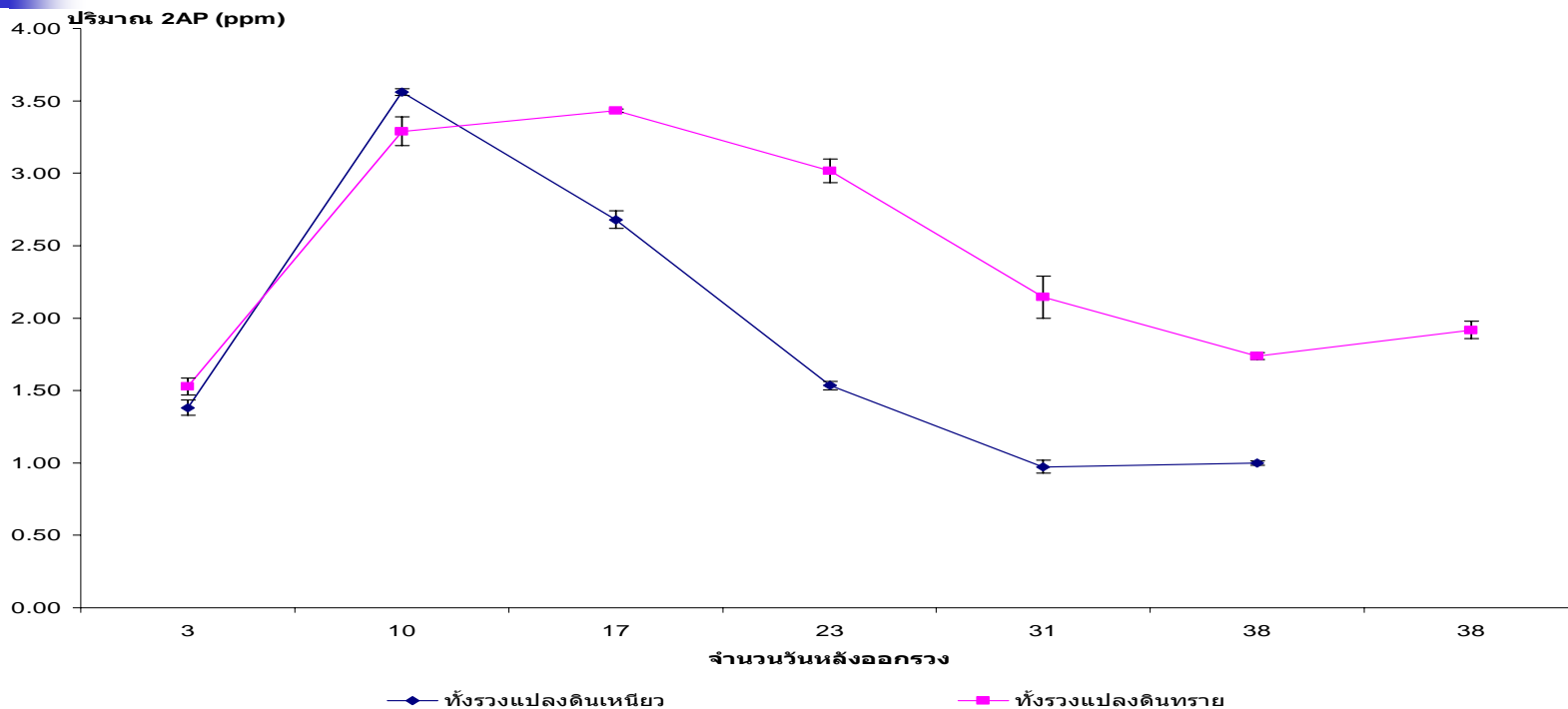




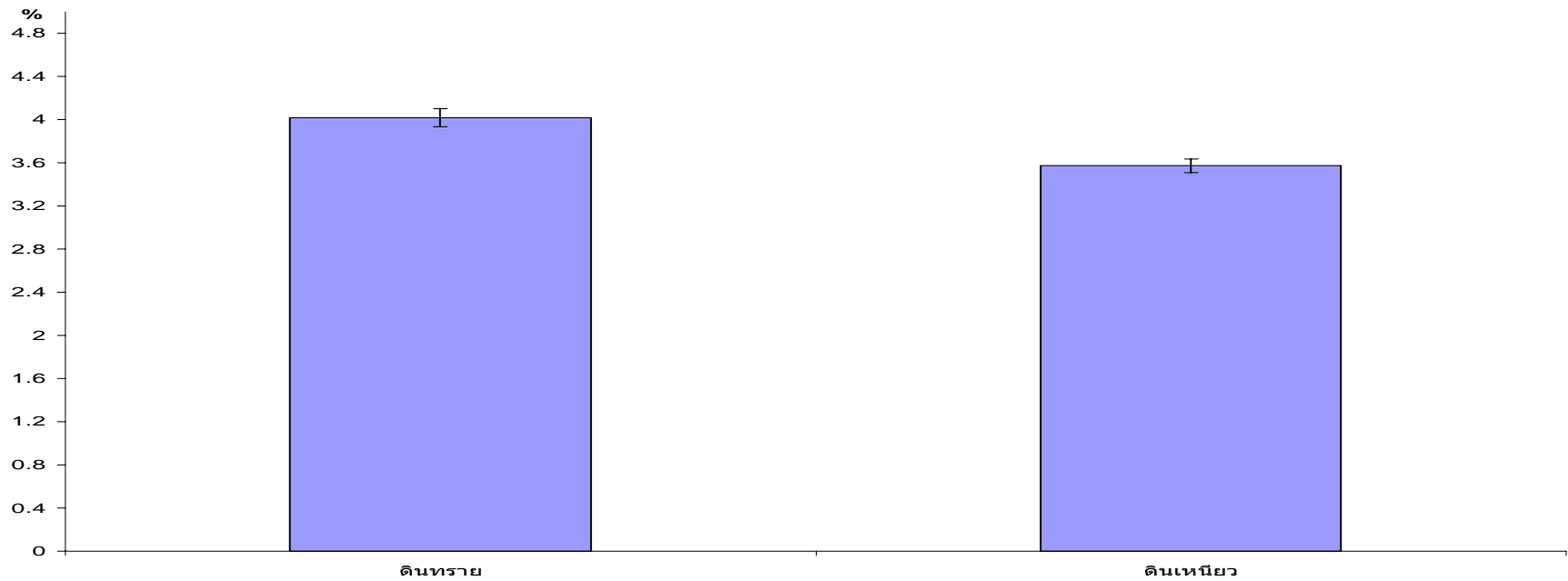
ตัวอย่างผลการศึกษา 1



# เปรียบเทียบปริมาณสารหอม 2AP ภายใต้พื้นที่ปลูกที่เป็นดินทราย และดินเหนียว



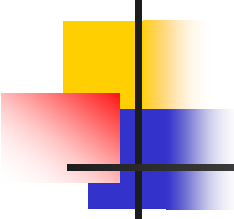
# ปริมาณไขมันในเมล็ด



## อิทธิพลของดินและอุณหภูมิต่อ

สถานที่	Total N (%)	Avai P (ppm)	Ext. K (ppm)	Ext. $\text{SO}_4^{-2}$ (ppm)
<i>ในเขตทุ่งกลาง</i>				
1. บ้านเกษตร อ.เกษตรวิสัย จ.ร้อยเอ็ด	0.077	4.02	83.29	4.76
2. บ้านดอนพิมาน อ.สุวรรณภูมิ จ.ร้อยเอ็ด	0.040	11.46	27.20	3.56
3. บ้านโพนดอน อ.โพนทราย จ.ร้อยเอ็ด	0.101	6.11	45.84	7.14
4. บ้านตู อ.ราษีไศล จ.ศรีสะเกษ	0.100	6.60	158.51	7.77
5. บ้านดงแดง อ.ราษีไศล จ.ศรีสะเกษ	0.070	27.58	62.35	7.58
6. บ้านปากเรือ อ.ราษีไศล จ.ศรีสะเกษ	0.038	14.23	28.58	4.82
7. บ้านสะเอ็ง อ.ท่าตูม จ.สุรินทร์	0.073	60.07	45.02	10.15
8. บ้านขี้เหล็ก อ.ท่าตูม จ.สุรินทร์	0.079	14.04	39.39	6.70
9. บ้านโนนเขวา อ.ท่าตูม จ.สุรินทร์	0.053	24.08	47.13	6.20
เฉลี่ย	0.070	18.69	59.70	6.52

นอกเขตทุ่งกุลารุ	Total N	Avai P	Ext. K	Ext. $\text{So}_4^{-2}$
1. บ้านโพนสิม อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์	0.030	6.14	36.12	2.75
2. บ้านบ่อ อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์	0.048	28.96	65.20	3.63
3. บ้านหนองฮี อ.ยางตลาด จ.กาฬสินธุ์	0.031	4.23	45.80	4.07
4. บ้านแพง อ.โกสุมพิสัย จ.มหาสารคาม	0.038	22.36	29.63	3.38
5. บ้านโพน อ.เชียงยืน จ.มหาสารคาม	0.045	12.65	76.24	5.51
6. บ้านเอ็ด อ.เมือง จ.มหาสารคาม	0.044	30.07	36.22	56.78
7. บ้านคัดเค้า อ.ธวัชบุรี จ.ร้อยเอ็ด	0.029	2.43	8.91	5.20
8. บ้านดงแดง อ.จตุรพักพิมาน จ.ร้อยเอ็ด	0.043	26.65	65.01	4.07
9. บ้านหนองตอ อ.จตุรพักพิมาน จ.ร้อยเอ็ด	0.027	7.25	27.34	5.26
เฉลี่ย	0.037	15.64	43.39	10.07



ปริมาณสารหอม 2AP (ppm) ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกด้วยดินจากในเขต และ  
นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ในสภาพภูมิอากาศที่เหมือนกันที่จังหวัดขอนแก่น สุรินทร์  
อุบลราชธานี และเลย

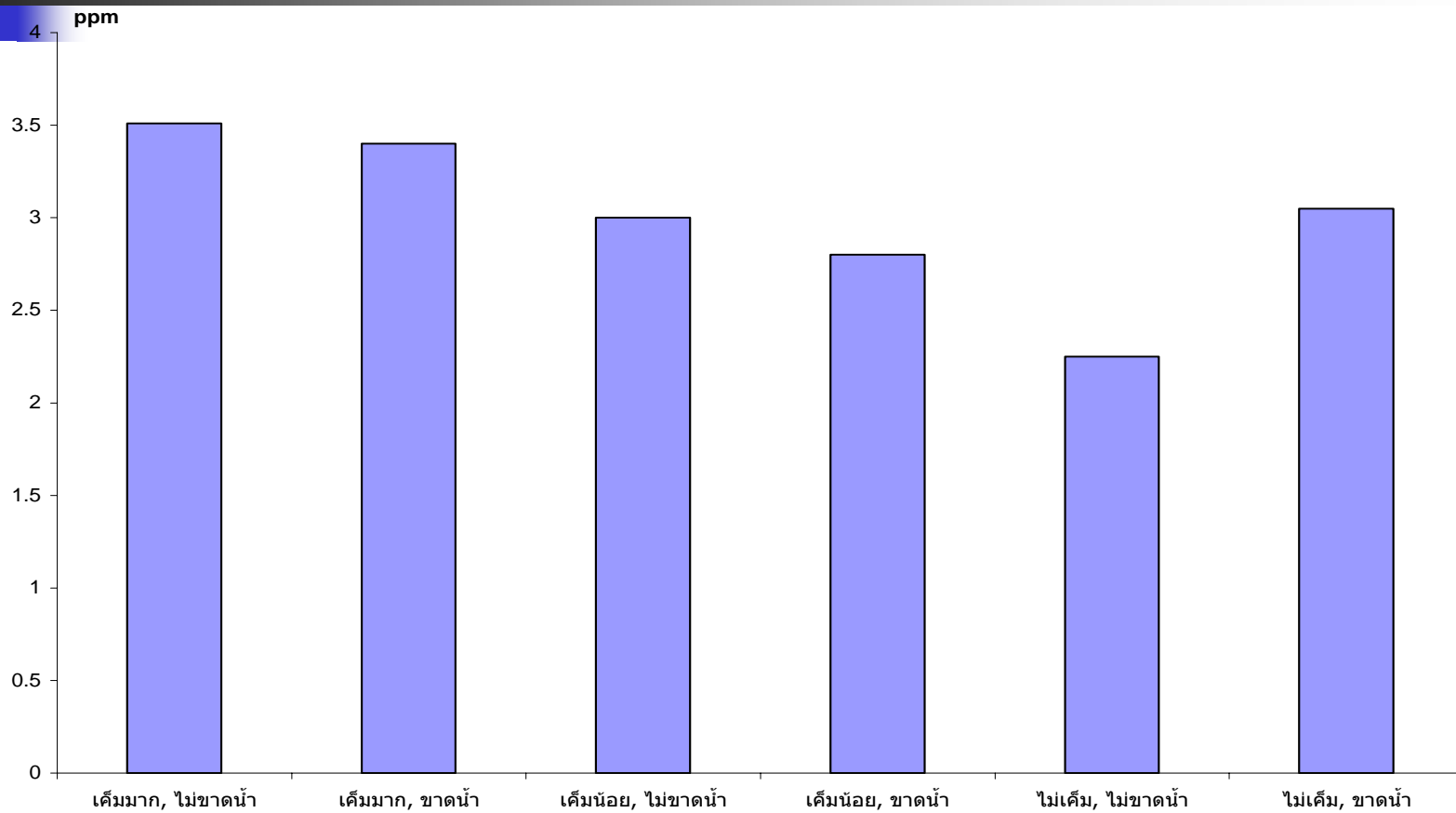
แหล่งดิน	ขอนแก่น	สุรินทร์	อุบลราชธานี	เลย
ในเขตทุ่งกุลาร้องไห้	6.72	6.169	5.83	5.16
นอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้	5.52	6.08	5.39	5.22
F-test	NS	NS	NS	NS
CV (%)	18.4	21.1	17.6	15.9



ตัวอย่างผลการศึกษา 3



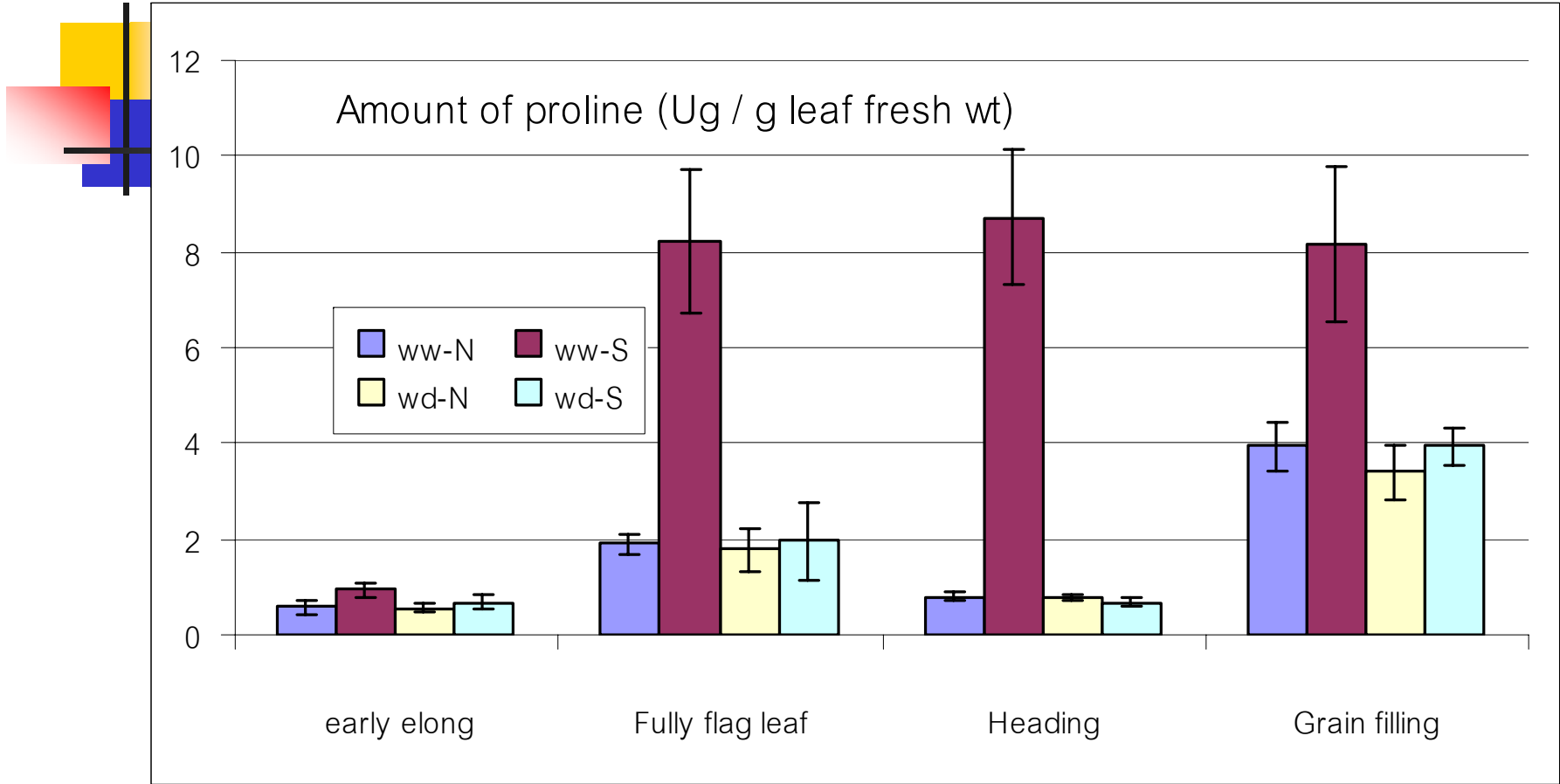
# การศึกษาอิทธิพลของความเค็มดินและการขาดน้ำที่มีต่อการ สร้างสารหอม 2AP ในเมล็ด

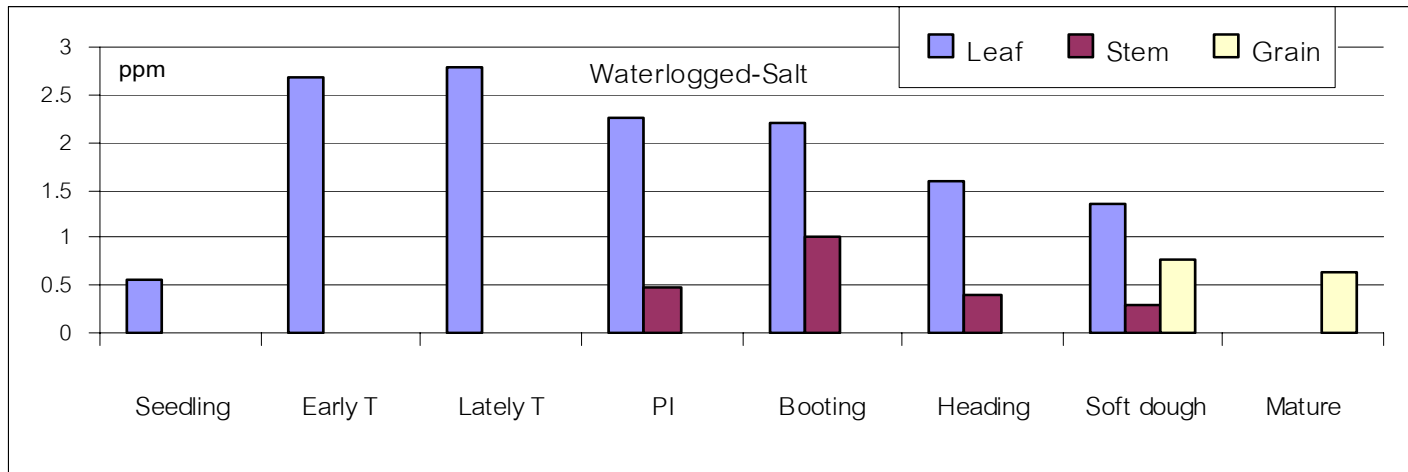
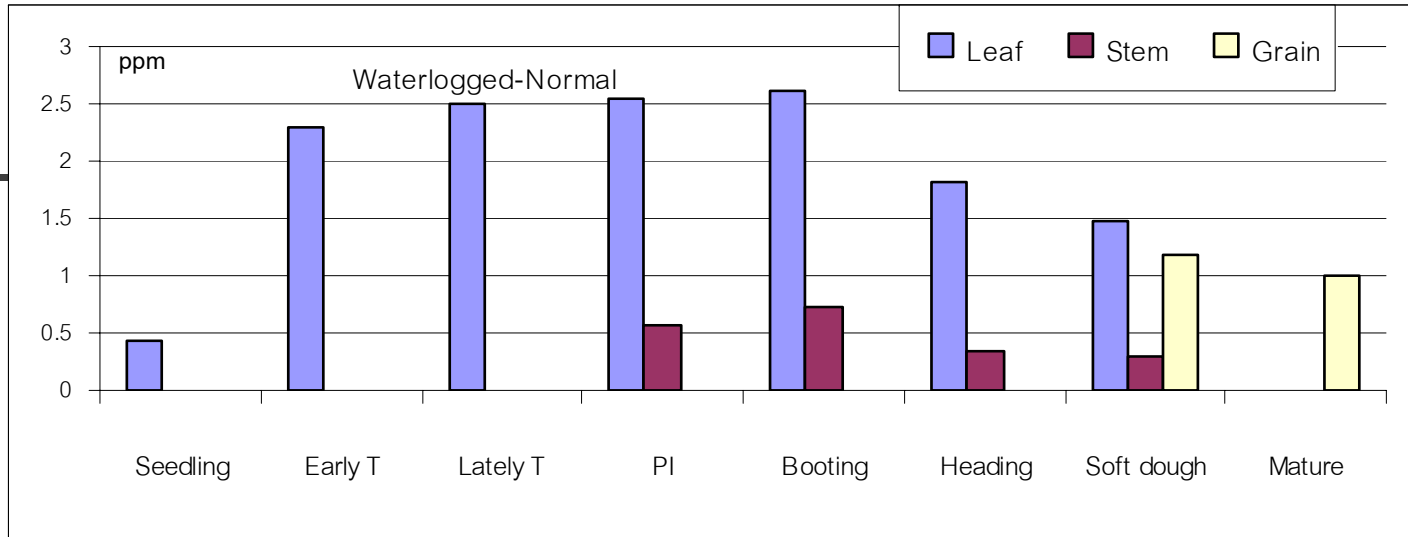
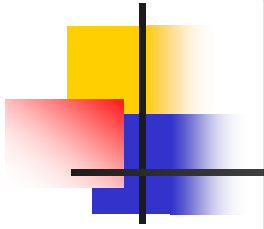


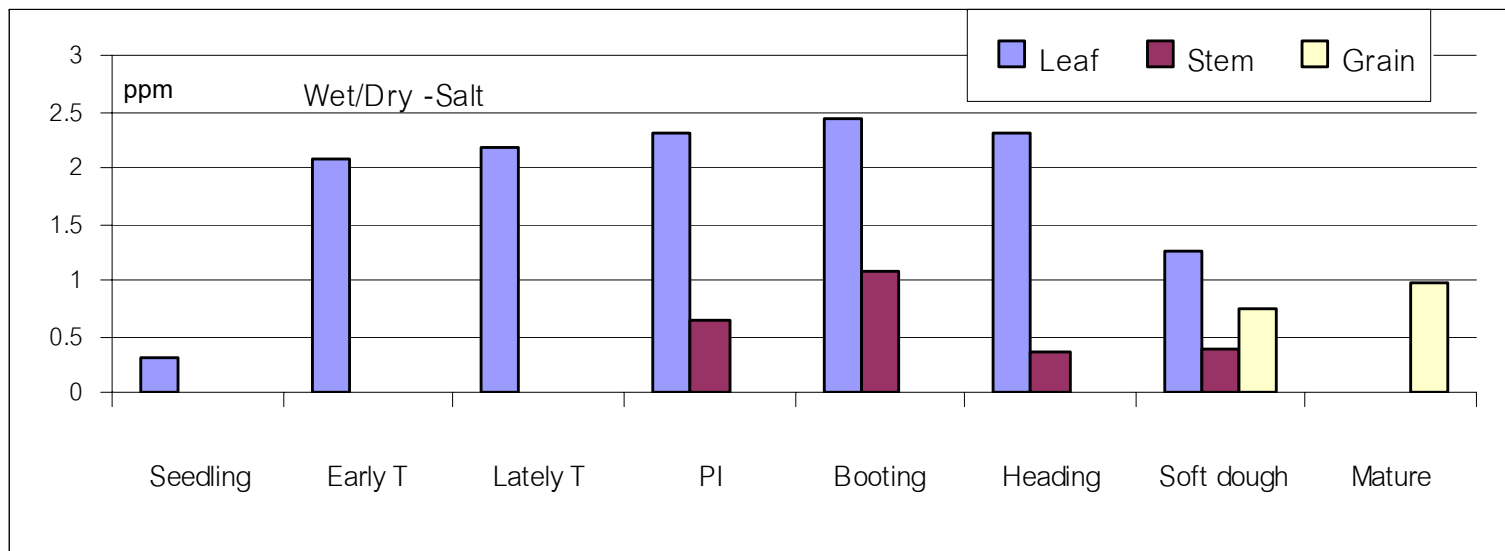
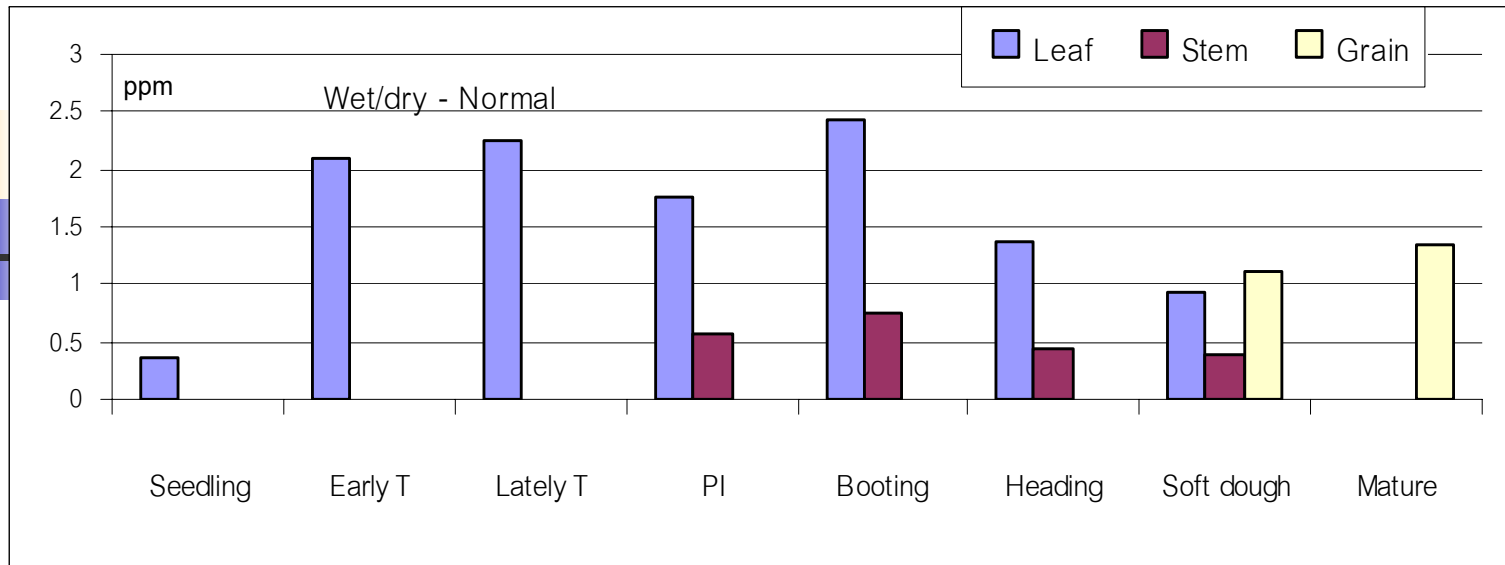
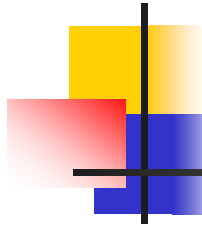
## ผลกระทบของสภาพการให้น้ำที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP



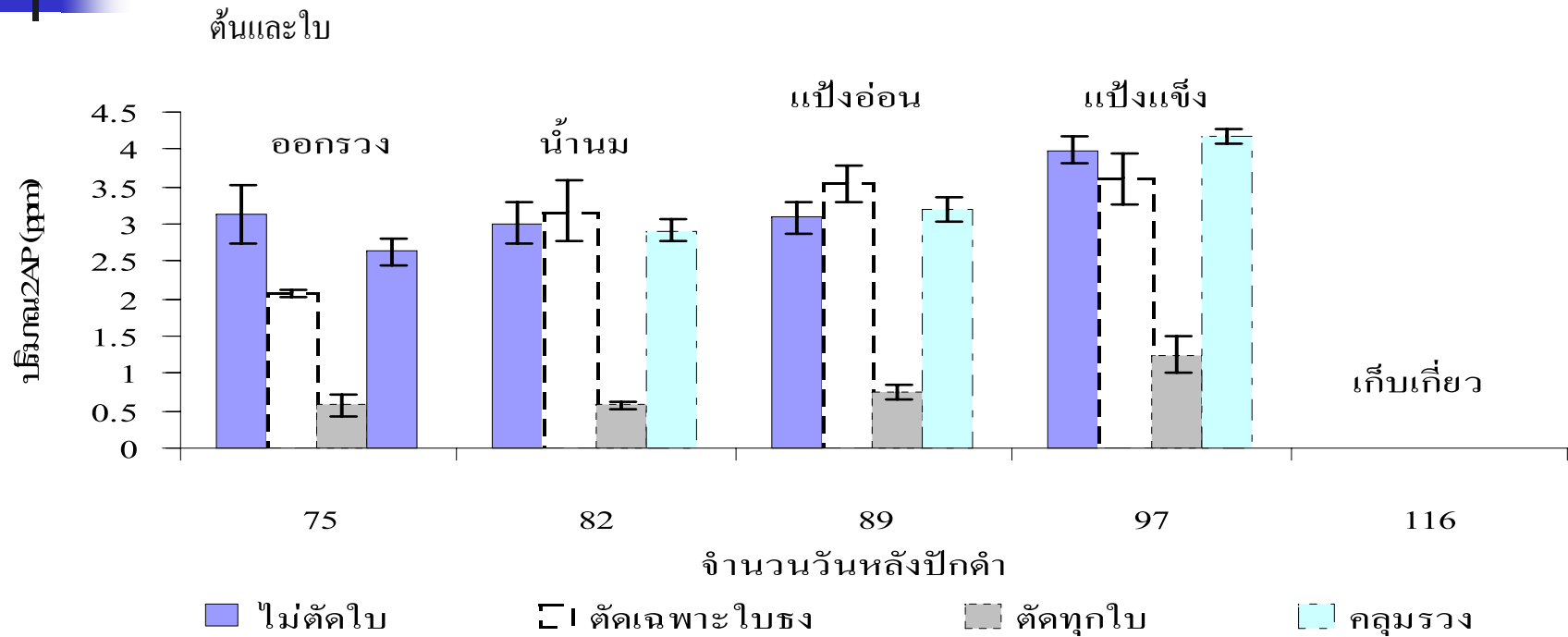
ตัวอย่างผลการศึกษา 4



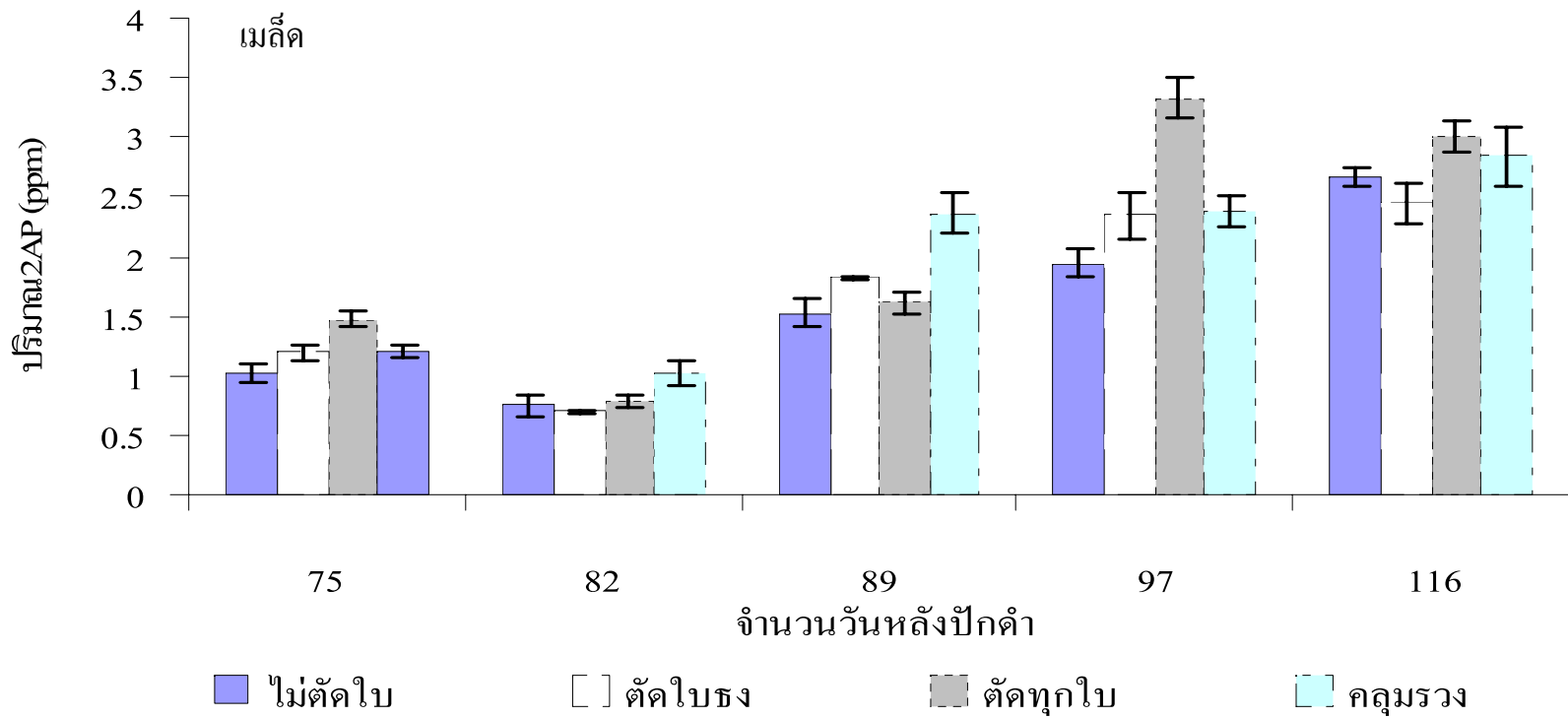




# ผลของการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่มีต่อการ สังเคราะห์และการสะสมปริมาณสารหอม 2AP

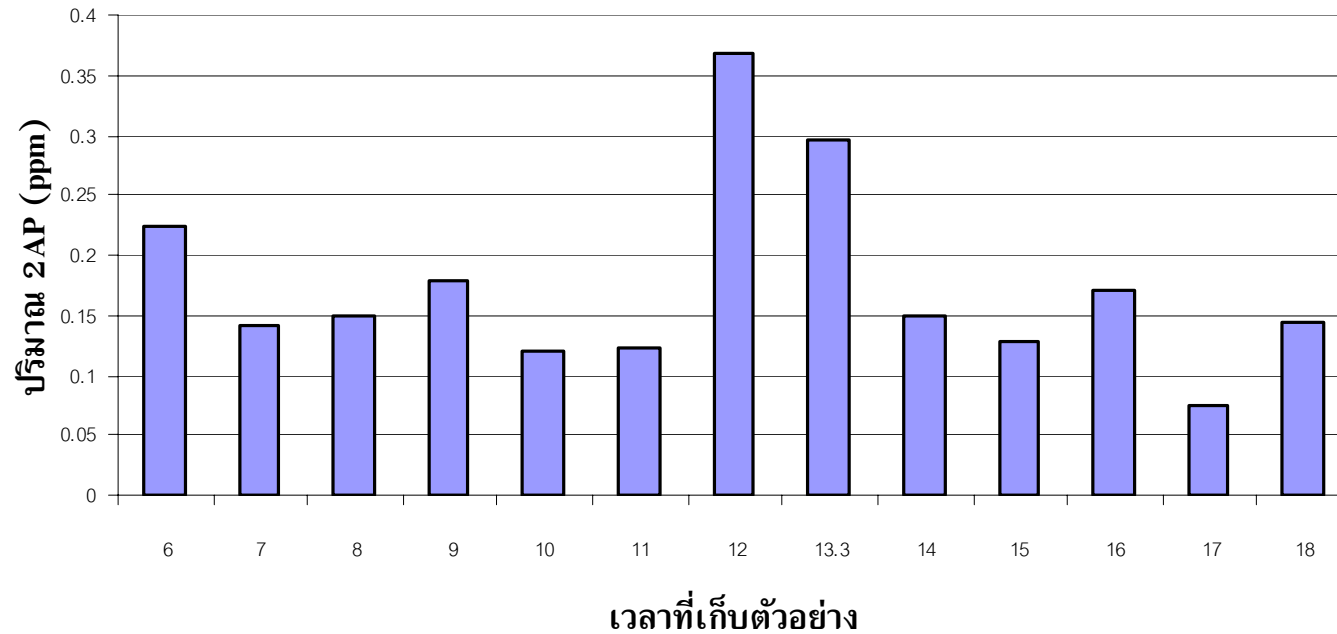


# ผลของการควบคุมแหล่งสังเคราะห์แสงที่มีต่อการสังเคราะห์และการสะสมปริมาณสารหอม 2AP



# การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารหอม 2AP ในรอบ

## วันของข้าว

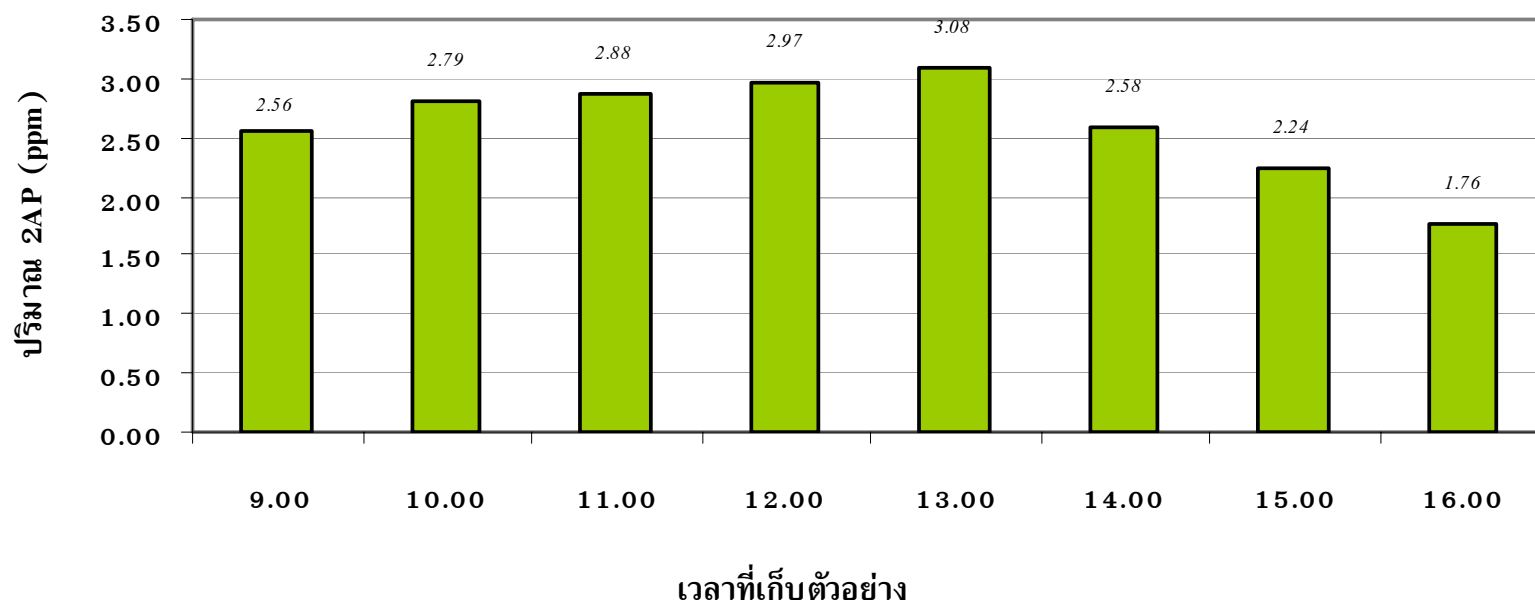


ปริมาณสาร 2AP ในใบข้าวที่เก็บระหว่างเวลา 06.00-18.00 น. เมื่อข้าวอยู่ในระยะตั้งท้อง

ตัวอย่างผลการศึกษา 6



# การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารหอม 2AP ในรอบ วันของข้าว



ปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ระยะสะสมน้ำหนักเมล็ด โดยเก็บข้อมูลตั้งแต่เวลา 09.00-16.00 น.

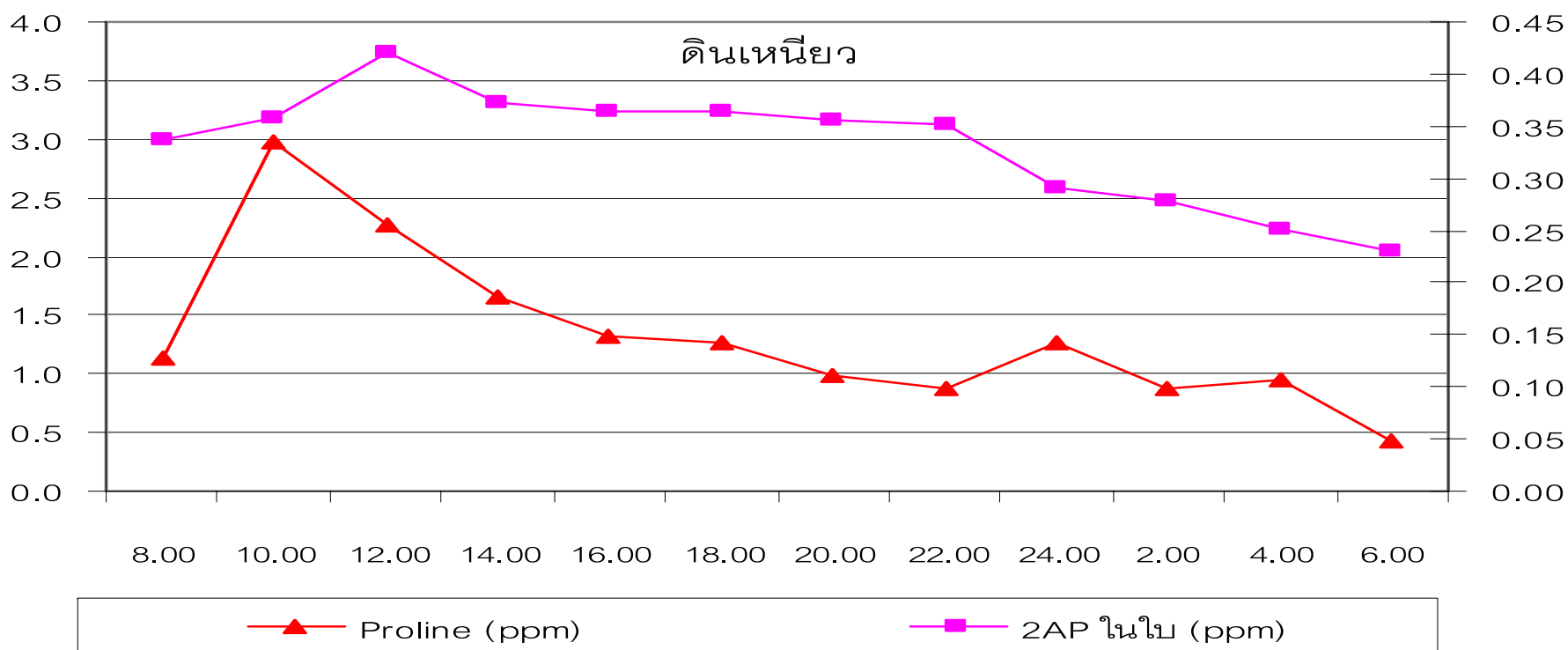


ตัวอย่างผลการศึกษา 7



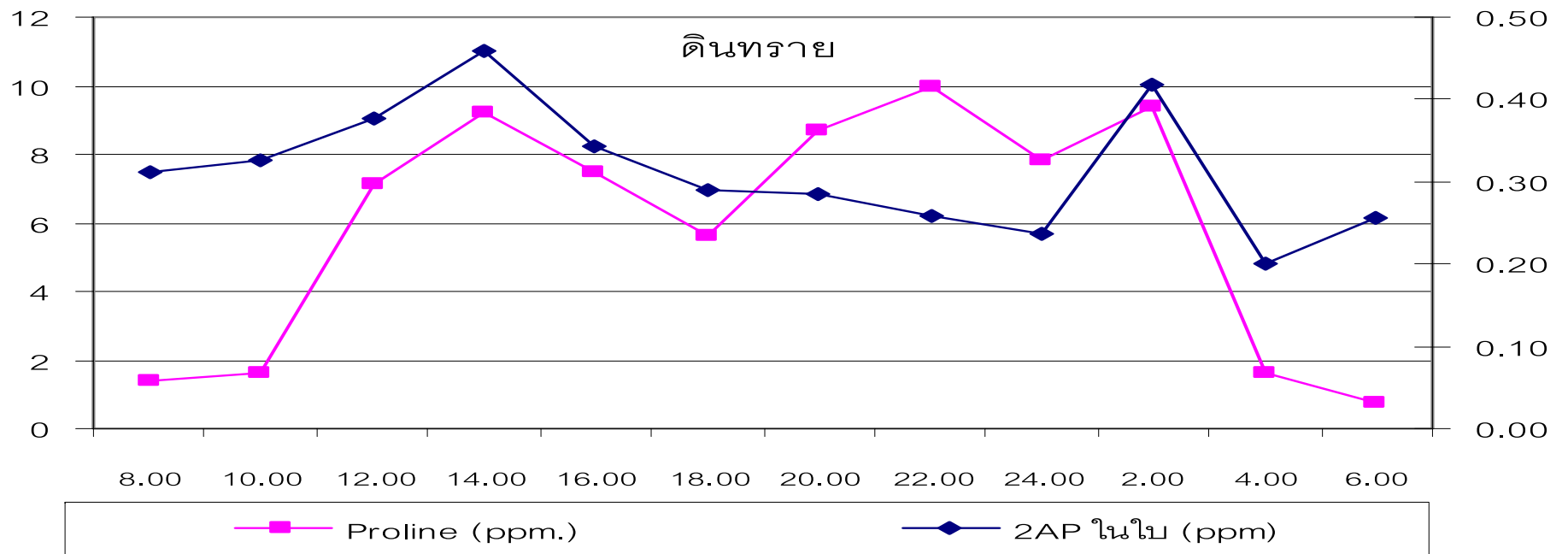
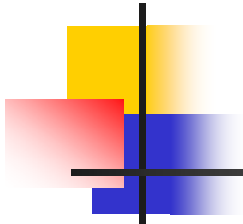
ตัวอย่างผลการศึกษา 7

# การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณ proline ในรอบวันของ ข้าว



Diurnal cycle การเกิดสาร proline และ 2AP ที่พบในใบอ่อนของข้าวขาวดอกมะลิ 105  
ในระยะสร้างน้ำนม ที่ปลูกในนาดินเหนียว อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก ปี 2545

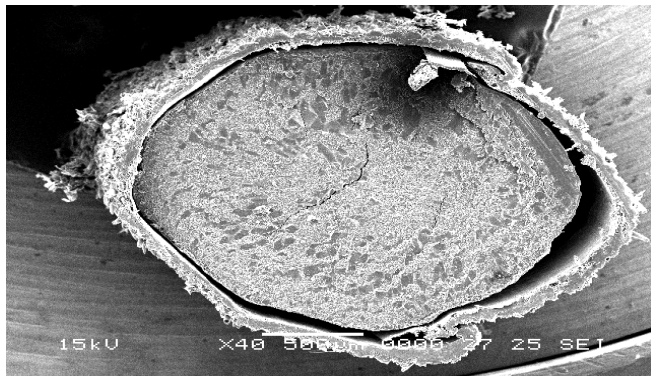
ตัวอย่างผลการศึกษา 7



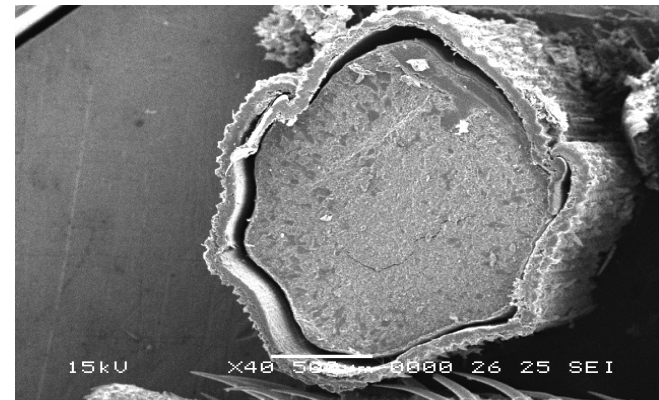
Diurnal cycle การเกิดสาร proline และ 2AP ที่พบในใบอ่อนของข้าวขาวดอกมะลิ 105  
ในระยะสร้างน้ำนม ที่ปลูกในนาดินเหนียว อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก ปี 2545

ตัวอย่างผลการศึกษา 7

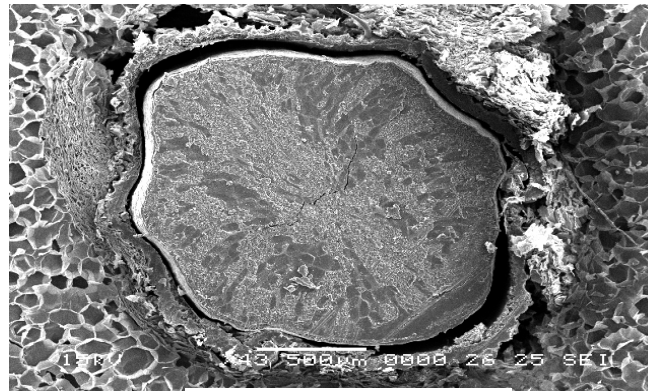
# ลักษณะทางสัณฐานของเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105



อ่ำเภอทำตูม จ.สุรินทร์



อ่ำเภอเมือง จ.ร้อยเอ็ด

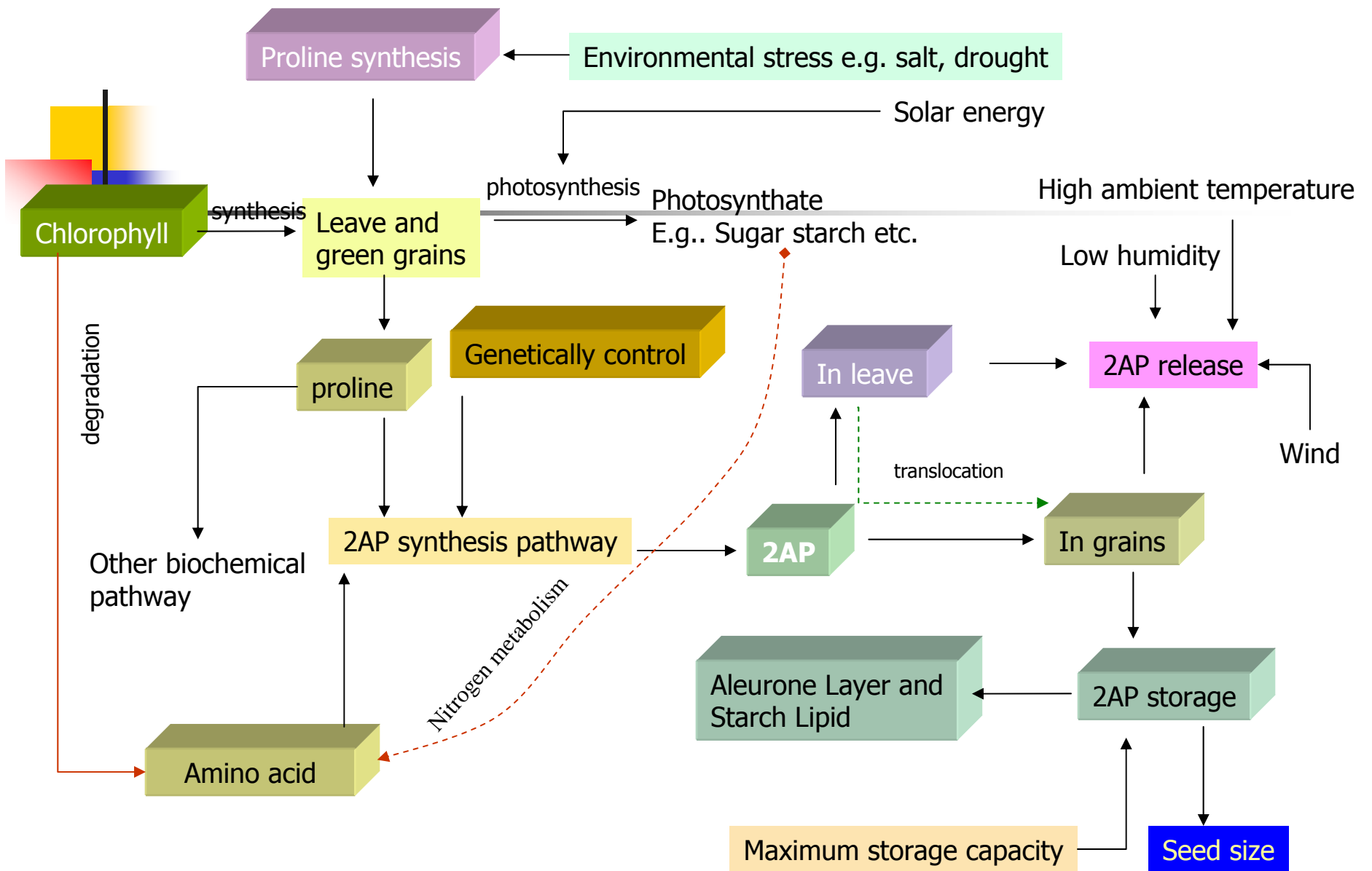


อ่ำเภอเมือง จ.ลำปาง









ความสัมพันธ์ระหว่างข้าว และสภาพแวดล้อมที่มีส่วนสัมพันธ์กับความแปรปรวนของการสร้างและสะสมสารหอม 2AP



# Output ของโครงการ

---

- นักศึกษาระดับปริญญาโท 8 คน
  - ปวีณา โภชนสมบูรณ์ ไตรรงค์ ชาญพิชิต มุทิตา หย่างถาวร
  - สุทธกานต์ ใจกาวิล บัณฑิต ลีพรัตน์รักษ์ นันทินี ศรีสุภัทรวนิช
  - นันทวรรณ รักพงษ์ นัฐวัฒน์ ชินะโยธิน

# ก้าวต่อไป

การกำหนด (induce หรือ force) สภาพที่เหมาะสมต่อ:

การสร้างสารหอม 2AP ของข้าวชาวดอกมะลิ 105 ในระยะเวลาที่เหมาะสม

เพิ่มศักยภาพการเก็บ (2AP storage carrying capacity)

และลดการสูญเสียสารหอมของเมล็ดข้าว

ระบบการผลิตข้าวชาวดอกมะลิ 105 ที่มีคุณภาพสูง

(คุณภาพการหุงต้ม คุณภาพการสี และคุณภาพความหอม)

