

# อิทธิพลของสภาพแวดล้อม และการจัดการที่มีผลต่อคุณภาพข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105<sup>1</sup>

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา<sup>2</sup> สาวิตร์ มีจุ้ย<sup>3</sup> วรรณมา ตุลยธัญ<sup>4</sup> สุกัญญา วงศ์พรชัย<sup>5</sup> อนันต์ พลธานี<sup>6</sup> และ อานันท์ ผลวัฒน์<sup>7</sup>

## บทคัดย่อ

จากผลการวิจัยภายใต้โครงการ “การศึกษาด้านอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมและกลยุทธ์การจัดการที่มีผลต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการใช้แนวทางการวิจัยเชิงระบบ” พบว่าข้าวพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีความแปรปรวนของคุณภาพความหอมในเมล็ด ที่เกิดจากการสร้างและสะสมสาร 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) แม้แต่ข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในพื้นที่ทุ่งกุลาร้องไห้เองก็ยังพบความแปรปรวนดังกล่าว สำหรับอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการ ที่มีผลต่อคุณภาพความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 พบว่า ข้าวพันธุ์ข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีการสร้างสารหอม 2AP ตั้งแต่ระยะกล้าข้าว ซึ่งกลิ่นหอมที่เราสามารถรับรู้ได้ในแปลงข้าวเป็นส่วนหนึ่งของสารหอม 2AP ที่ต้นข้าวปลดปล่อยออกสู่อากาศ นอกจากนี้ผลการจัดการที่เกิดการกระตุ้นให้เกิดสภาวะเครียด เช่น สภาวะขาดน้ำ และ/หรือดินเค็ม ส่งผลให้เกิดการสร้างสาร proline ที่เป็นสารตั้งต้นของการสร้างสารหอม 2AP ในข้าว อย่างไรก็ตามสภาวะเครียดที่เกิดขึ้นในช่วงการเจริญเติบโตทางต้นและใบ (vegetative stage) ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว นอกจากนี้การสร้างสภาวะเครียดที่มากเกินไป แม้ว่ามีผลให้เกิดการสร้างสาร proline มากขึ้นก็ตาม แต่ไม่ได้ส่งผลให้ข้าวสร้างและสะสมสารหอม 2AP ในเมล็ดในระดับสูงขึ้น และยังเกิดผลเสียโดยทำให้เปอร์เซ็นต์เมล็ดลีบสูงขึ้นอีกด้วย

ผลการศึกษาอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อกระบวนการชีวเคมี และสรีระของข้าวที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสารหอม 2AP พบว่า สารหอม 2AP ถูกสร้างจากใบและสามารถส่งถ่ายไปสู่เมล็ดข้าวได้ อย่างไรก็ตามเมล็ดบนรวงข้าวก็สามารถสร้างสารหอมได้เอง นอกจากนี้ยังพบว่าการสร้างสารหอม 2AP ในใบและเมล็ดมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ของข้าว ผลงานวิจัยหลายโครงการที่ศึกษาความแปรปรวนของปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ภายใต้สภาพแวดล้อมและการจัดการที่ต่างกันชี้ประเด็นสำคัญว่าการศึกษาด้านอิทธิพลปัจจัยเดี่ยวของสภาพพื้นที่หรือภูมิอากาศ ที่มีต่อคุณภาพความหอมของข้าวขาวดอกมะลิ 105 นั้น ไม่สามารถตอบปัญหา หรือชี้ประเด็นให้เห็นถึงสาเหตุของความแปรปรวนของคุณภาพความหอมได้ ดังนั้นการวิจัยเชิงระบบ จึงเป็นแนวทางที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจถึงสาเหตุของความแปรปรวนดังกล่าวได้

**คำสำคัญ** ข้าวขาวดอกมะลิ 105, ข้าวหอมมะลิ, 2-acetyl-1-pyrroline

<sup>1</sup> สนับสนุนงานวิจัยโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) กรุงเทพฯ 10400

<sup>2</sup> ภาควิชาพืชไร่ และศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

<sup>3</sup> สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.ลำปาง 52000

<sup>4</sup> ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 10330

<sup>5</sup> ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

<sup>6</sup> ภาควิชาพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002

<sup>7</sup> ศูนย์วิจัยข้าวพิษณุโลก กรมวิชาการเกษตร จ.พิษณุโลก 65130

## บทนำ

ข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 หรือเป็นที่รู้จักกันในตลาดข้าวว่า ข้าวหอมมะลิ หรือ Jasmine rice เป็นพันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพดีและมีกลิ่นหอม ซึ่งเป็นลักษณะพิเศษที่ทำให้เป็นที่นิยมจากผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ข้าวหอมมะลิที่ปลูกในแต่ละพื้นที่ของประเทศไทยจะมีความหอมที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการที่มีผลต่อความหอม ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ (บริบูรณ์และคณะ, 2540) โดยข้าวที่ปลูกในพื้นที่บริเวณเขตทุ่งกุลาร้องไห้มีคุณภาพโดยเฉพาะในเรื่องกลิ่นหอมมากกว่าพื้นที่อื่นๆ (ประสูติ, 2530) ทุ่งกุลาร้องไห้ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีพื้นที่ครอบคลุม 5 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดร้อยเอ็ด สุรินทร์ มหาสารคาม ยโสธร และศรีสะเกษ มีเนื้อที่ประมาณ 2.1 ล้านไร่ สภาพภูมิประเทศของทุ่งกุลาร้องไห้เป็นแบบแอ่งกระทะกว้างคือรอบ ๆ ชายทุ่งจะเป็นที่สูงและค่อย ๆ ลาดเทมาจดพื้นที่ตอนกลาง พื้นที่ส่วนใหญ่จึงเป็นที่ราบ ในทางธรณีวิทยา พื้นดินใต้ทุ่งกุลาร้องไห้จะเป็นหินชุดมหาสารคาม ซึ่งประกอบไปด้วยหินตะกอน หินดินดาน และหินทราย โดยมีสีหลายสี ตั้งแต่สีม่วงแดง และสีของหินผุ จะมีสีขาวถึงสีเทา ในหินชุดมหาสารคามนี้จะพบเกลือหินปะปน ผืนที่ตกในบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้เป็นผืนจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ฤดูฝนจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม ซึ่งมักจะมีฝนทิ้งช่วงในเดือนมิถุนายน หรือกรกฎาคมของทุกปี ทุ่งกุลาร้องไห้เป็นแหล่งผลิตข้าวหอมมะลิ ที่ใหญ่และมีชื่อเสียงที่สุดในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และมีชื่อเสียงโดยทั่วไปที่ว่าข้าวหอมมะลิที่ปลูกในบริเวณทุ่งกุลาร้องไห้มีความหอมมากกว่าที่ปลูกในบริเวณอื่น อย่างไรก็ตามปัจจุบันยังไม่มีรายงานยืนยันที่ชัดเจนได้ว่าปัจจัยใดเป็นตัวกำหนดปริมาณความหอมของข้าวหอมมะลิ แต่มีข้อสันนิษฐานว่า สภาพแวดล้อมในเขตทุ่งกุลาร้องไห้โดยเฉพาะการเกิดการทิ้งช่วงของฝน ปริมาณเกลือในดิน รวมทั้งสภาพดินที่ส่วนใหญ่เป็นดินทราย สามารถก่อให้เกิดสภาวะเครียดของข้าว (stress) ซึ่งส่งผลให้ข้าวเกิดการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมดังกล่าวด้วยการสร้างสาร proline และสาร proline นี้เองเป็นสารตั้งต้นของการสร้างสารหอมของข้าวหอมมะลิซึ่งได้แก่ 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) (Buttery et al., 1983) ซึ่งสาร 2AP เป็นสารหอมที่มีบทบาทมากที่สุดใน บรรดาสารสกัดที่มีกลิ่นหอมจากข้าวหอมมะลิ (Mahatheeranont et al., 2001)

งานศึกษาภายใต้โครงการ “การศึกษاثิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อม และกลยุทธ์การจัดการที่มีผลต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการใช้แนวทางการวิจัยเชิงระบบ” มุ่งเน้นที่จะวิเคราะห์ปัจจัยสภาพแวดล้อม และการจัดการ ตลอดจนความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการ ที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพความหอมของข้าวหอมมะลิ โดยเฉพาะคุณภาพในเรื่องของกลิ่นหอมที่เกิดจากการสร้างและสะสมสาร 2AP

## วิธีการศึกษา

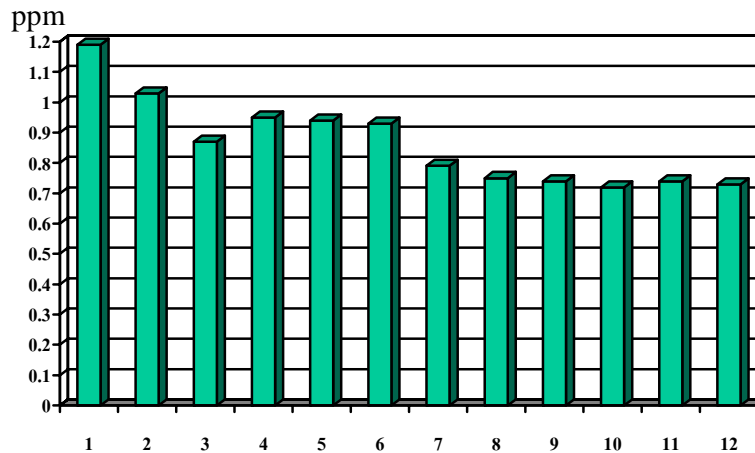
การศึกษاثิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อม และกลยุทธ์การจัดการที่มีผลต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิได้ทำการศึกษาในช่วงระหว่าง เดือนตุลาคม 2544 ถึงเดือนกันยายน 2547 โดยพื้นที่ทำการศึกษาคือพื้นที่ในเขต 5 จังหวัดของทุ่งกุลาร้องไห้ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดลำปาง จังหวัดขอนแก่น และจังหวัดพิษณุโลก ทั้งนี้งานวิจัยประกอบไปด้วยการศึกษากาการศึกษาธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อม และกลยุทธ์การจัดการภายใต้งานที่ทำการทดลองในระดับสถานีทดลอง ระดับแปลงเกษตรกร และในสภาพควบคุม (เรือนกระจก และห้องควบคุมสภาพแวดล้อมสำหรับการปลูกพืช (growth chamber)) ทั้งนี้ปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการประกอบไปด้วยสภาพภูมิอากาศ สภาพดิน การจัดการน้ำ ความเค็มของเกลือ และปริมาณก๊าซมีเทนที่เกิดในนาข้าว การวัดสารหอม 2AP ใช้วิธีการสกัดด้วยกรด และวัดปริมาณด้วยเครื่อง Gas Chromatography (สุกัญญา, 2545)

## ผลการศึกษา

ผลการศึกษาที่น่าเสนอในเอกสารฉบับนี้เป็นเพียงผลการวิจัยส่วนหนึ่งจากงานวิจัยหลายงานภายใต้โครงการ การศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อม และกลยุทธ์การจัดการที่มีผลต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการใช้แนวทางการวิจัยเชิงระบบ เท่านั้น

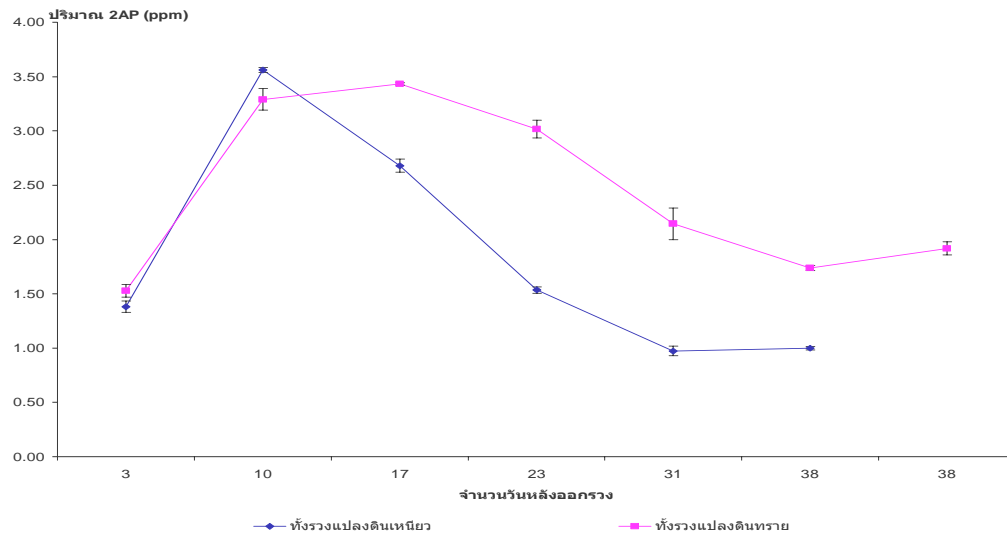
### การศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมเชิงพื้นที่สัมพันธ์กับสารหอม 2AP

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างเมล็ดข้าวเปลือกจากรวงข้าวของเกษตรกรในเขตพื้นที่นาทุ่งกุลาร้องไห้ 8 แห่งในจังหวัดร้อยเอ็ด เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เก็บในจังหวัดพิษณุโลก และเชียงใหม่ ได้ผลว่า ปริมาณสารหอม 2AP ในข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากเขตพื้นที่นาทุ่งกุลาร้องไห้ มีแนวโน้มสูงกว่าของจังหวัดพิษณุโลก และเชียงใหม่ (ภาพที่ 1) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกข้าวในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ส่งผลสนับสนุนให้ปริมาณสารหอม 2AP สูงกว่าที่อื่น อย่างไรก็ตามมีความแปรปรวนของสารหอม 2AP ของเมล็ดข้าวภายในเขตพื้นที่นาทุ่งกุลาร้องไห้ อีกด้วย

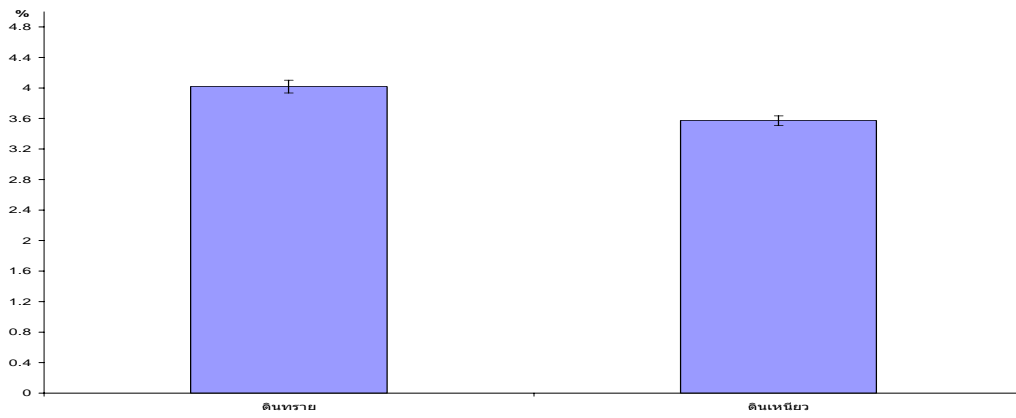


ภาพที่ 1 ปริมาณสารหอม 2AP ของเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จากเขตทุ่งกุลาร้องไห้ (1-8) พิษณุโลก (9-10) และเชียงใหม่ (11-12)

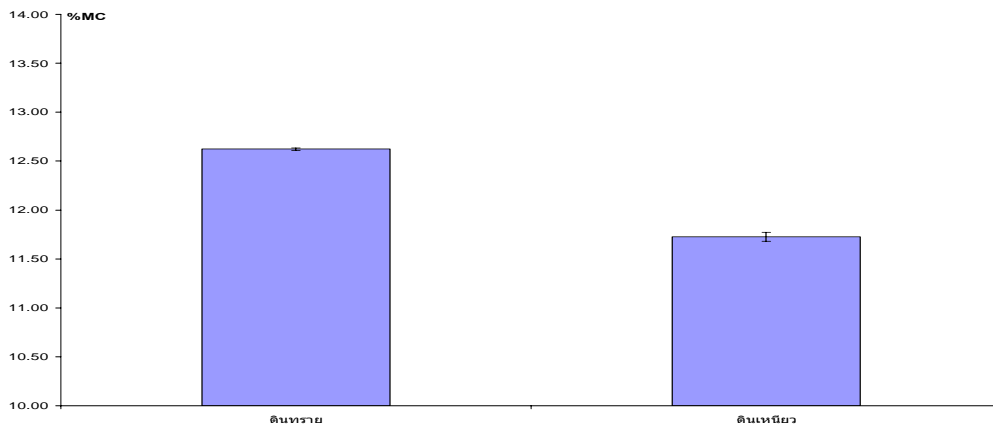
การศึกษาปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ตั้งแต่ระยะออกรวงถึงเก็บเกี่ยวในสภาพดินทรายอาศัยน้ำฝน และสภาพดินเหนียวมีน้ำขังตลอด ที่แปลงนาเกษตรกรอำเภอนีนะมิประจวบ จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งให้เห็นว่า รูปแบบการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดที่ระยะเก็บเกี่ยว ของทั้งสองสภาพปลูก เป็นไปในทำนองเดียวกันคือ มีปริมาณสูงขึ้นหลังระยะออกรวง 10 วัน หลังจากนั้นปริมาณสารหอม 2AP เริ่มลดลงจนถึงระยะสุกแก่ แต่สภาพดินทรายมีผลให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดสูงกว่าอย่างชัดเจน (ภาพที่ 2) ทั้งนี้อาจจะเกี่ยวข้องกับเปอร์เซ็นต์ไขมันและเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเมล็ดที่พบว่าข้าวที่ปลูกในสภาพดินทรายสูงกว่าสภาพดินเหนียว ดังนั้นอาจเป็นไปได้ที่ทั้งปริมาณไขมันและความชื้นในเมล็ด มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารหอม 2AP ที่อยู่ในเมล็ดข้าว (ภาพที่ 3 และ 4)



ภาพที่ 2 ปริมาณสารหอม 2AP รวมทั้งรวมของแปลงดินเหนียวและแปลงดินทราย



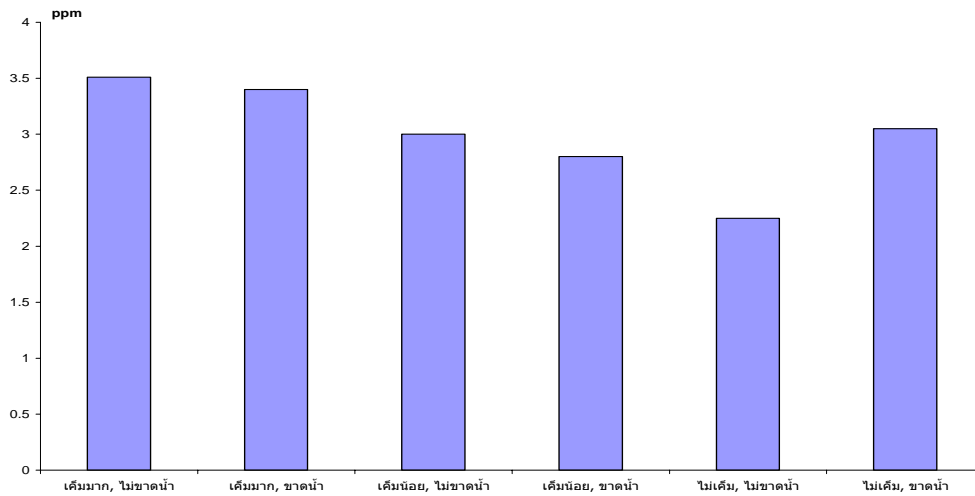
ภาพที่ 3 เปอร์เซนต์ไชนันในหัวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในแปลงดินเหนียวและดินทราย



ภาพที่ 4 เปอร์เซ็นต์ความชื้น (Moisture Content) ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในแปลงดินเหนียวและดินทราย

การศึกษาผลกระทบของสภาวะเครียด (Stress) และการจัดการ (Management) ที่สัมพันธ์กับสารหอม 2AP

การศึกษาอิทธิพลของความเค็มดินและการขาดน้ำที่มีต่อการสร้างสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบ Factorial in CRD จำนวน 4 ซ้ำ มีปัจจัยที่หนึ่งเป็นระดับความเค็ม 3 ระดับ ได้แก่ เค็มมาก เค็มน้อย และไม่เค็ม ปัจจัยที่สองเป็นระดับน้ำ 2 ระดับ คือ ให้น้ำเพียงพอตลอดฤดูปลูก และให้ขาดน้ำเมื่อข้าวอายุ 30 วัน จนกระทั่งเหี่ยวแล้วให้น้ำเพียงพอจนกระทั่งเก็บเกี่ยว ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดของข้าวที่ปลูกภายใต้ความเค็มดินที่ต่างกันมีผลทำให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดต่างกัน โดยดินที่เค็มมากมีผลให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดสูงกว่าดินที่เค็มน้อย อย่างไรก็ตาม การให้น้ำที่ต่างกันภายใต้สภาพดินเค็ม จะให้ผลต่างของปริมาณสารหอมในเมล็ดน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องจาก สภาวะขาดน้ำและไม่ขาดน้ำในเรือนทดลอง ยังสร้างความเครียดให้กับพืชไม่ต่างกัน แต่ในความเป็นจริงแล้ว สภาพขาดน้ำในดินเค็มของแปลงนาเกษตรกร ข้าวจะเกิดความเครียดมากกว่า เพราะผลจากเกลือที่ละลายจากดินชั้นล่างสู่ดินชั้นบนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม กรณีข้าวขาดน้ำในสภาพดินที่ไม่เค็ม ก็พบปริมาณสารหอมในเมล็ดเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับไม่ขาดน้ำ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณ 2AP ของเมล็ดข้าว เมื่อปลูกในระดับความเค็ม และระดับการให้น้ำที่ต่างกัน ในสภาพเรือนทดลอง

การศึกษาผลกระทบของสภาพการให้น้ำที่มีต่อปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ทำการทดลองด้วยการทำการปักดำข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในกระถางที่ใช้วัสดุปลูกเป็นดินทราย และวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มี 3 ซ้ำ กำหนดให้สภาพการให้น้ำในแต่ละสัปดาห์ต่างกัน 4 แบบ ได้แก่ สภาพให้น้ำปกติท่วมขังตลอด ให้น้ำเค็มท่วมขังตลอด สภาพให้น้ำปกติขัง 4 วันแล้วระบายออก และสภาพให้

น้ำเค็มซัง 4 วันแล้วระบายออก แล้วทำการให้น้ำอีกเมื่อสภาพดินแห้ง ส่วนระดับความเค็มในน้ำที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้เตรียมโดยใช้เกลือ NaCl ละลายน้ำให้มีระดับความเค็ม 8 mS/cm ในการทดลองนี้กำหนดสภาพให้น้ำที่ต่างกัน ตั้งแต่ข้าวเริ่มฟื้นตัวไปจนถึงสุกแก่ทางสรีรวิทยา การทดลองใช้ถังปลูกเพื่อศึกษาการใช้น้ำและแร่ธาตุอาหาร (Lysimeter) 3 ชุดๆ ละ 42 กระถาง กำหนดให้มีจำนวน 21 กระถาง/ตำรับทดลอง และปักดำกล้าข้าว 5 ต้น/หลุม/กระถาง (ภาพที่ 6) ใส่ปุ๋ยรองพื้นสูตร 15-15-15 อัตรา 20 กก./ไร่ และปุ๋ย 21-0-0 อัตรา 6 กก./ไร่ เมื่อถึงระยะเริ่มสร้างรวงอ่อน โดยวันปักดำ = 20 มิถุนายน 2545 วันปักดำ = 20 กรกฎาคม 2545 วันเริ่มแตกกอ = 27 กรกฎาคม 2545 วันเริ่มสร้างรวง = 9 กันยายน 2545



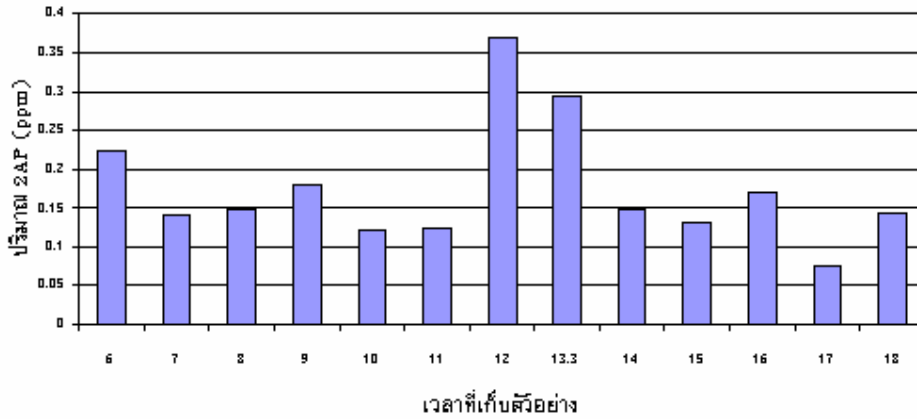
ภาพที่ 6 กระถาง Lysimeter ที่ปลูกทดลองอิทธิพลของความเค็มและสภาพให้น้ำ ที่มีต่อการสังเคราะห์ปริมาณสารหอม 2 AP ของพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 ที่สถาบันวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรลำปาง จ. ลำปาง

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวเริ่มสูงขึ้นตั้งแต่ระยะแตกกอ แต่จะมีค่าสูงสุดแตกต่างกันไปตามสภาพการให้น้ำ (ภาพที่ 7) โดยที่สภาพการให้น้ำแบบท่วมซัง มีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในใบและลำต้นสูงสุดในช่วงตั้งท้องเต็มที่ (fully booting stage) สำหรับสภาพให้น้ำปกติซัง 4 วันก็เป็นไปในการทำงานเดียวกัน ส่วนสภาพให้น้ำเค็มซัง กลับพบว่า มีค่าสูงสุดเร็วขึ้นที่ระยะก่อนเริ่มสร้างช่อรวงอ่อน (late tillering stage) นอกจากนี้สภาพให้น้ำเค็มซังเพียง 4 วันแล้วระบายออก ได้ผลเช่นเดียวกับสภาพให้น้ำปกติทั้งซังตลอดและซัง 4 วัน สารหอม 2AP ในใบสูงกว่าในลำต้นในทุกสภาพให้น้ำในแต่ละระยะการพัฒนาย่างชัดเจน จะเห็นว่าอิทธิพลของสภาพการให้น้ำ มีผลทำให้ปริมาณสารหอม 2AP ในใบแตกต่างกันเฉพาะช่วงแตกกอ ส่วนในช่วงพัฒนารวงและเมล็ดพบว่า ปริมาณสารหอม 2AP ในใบและลำต้นลดลงในทุกสภาพให้น้ำ นอกจากนี้ปริมาณสารหอม 2AP ใน

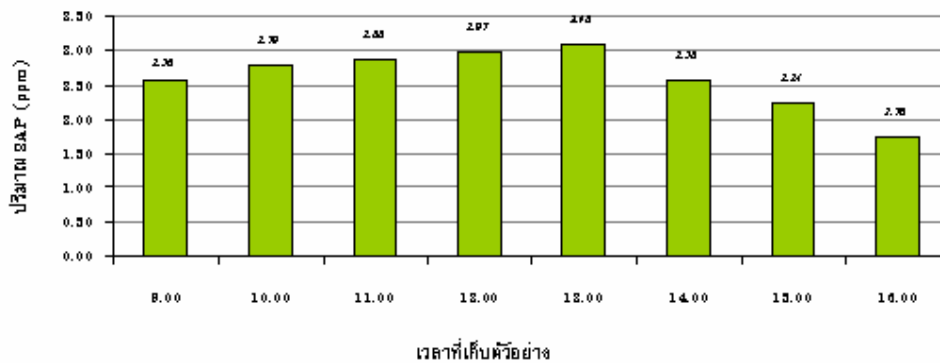
เมล็ดข้าวในสภาพน้ำขังตลอด (ทั้งน้ำปกติและน้ำเค็ม) มีแนวโน้มเพิ่มลดลงไปตามช่วงเวลาพัฒนาเมล็ด ในทางตรงกันข้ามกับสภาพให้น้ำขังเพียง 4 วัน (ทั้งน้ำปกติและน้ำเค็ม) ที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ด้านสรีรวิทยา(Physiology) ที่สัมพันธ์กับการสร้างและสะสมสารหอม 2AP ในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารหอม 2AP ที่ปลูกในนาดินทราย ในลักษณะเป็นรอบวัน โดยทำการเก็บตัวอย่างใบข้าวและเมล็ดข้าว จากแปลงเกษตรกร ที่ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ทำการวัด 2 ครั้ง แบบ diurnal measurement เฉพาะช่วงกลางวันระหว่างเวลา 6.00-18.00 น. 1 ครั้ง เมื่อข้าวอยู่ในระยะตั้งท้อง และระหว่าง 9.00-16.00 น. 1 ครั้ง เมื่อข้าวอยู่ในระยะ grain filling ผลการศึกษาแสดงในภาพที่ 8 และ 9 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในระหว่างการเจริญเติบโตของข้าวในรอบวันนั้น ข้าวมีการสร้างสารหอม 2AP ในใบข้าวและในเมล็ดข้าวเป็นช่วงเวลา (ภาพที่ 8 และ 9) โดยมีแนวโน้มที่สอดคล้องกับการสังเคราะห์แสงในใบข้าว



ภาพที่ 8 ปริมาณสาร 2AP ในใบข้าวที่เก็บระหว่างเวลา 6-18 น. เมื่อข้าวอยู่ในระยะตั้งท้อง



ภาพที่ 9 ปริมาณสาร 2AP ในใบข้าวที่เก็บระหว่างเวลา 9-16 น. เมื่อข้าวอยู่ในระยะ grain filling

## สรุปผลการศึกษา

การวิจัยคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีรวมทั้งปริมาณสารหอม 2AP ของข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้จากแปลงนาในพื้นที่ผลิตข้าวทั้งที่อยู่ในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ พบความแตกต่างของคุณสมบัติดังกล่าว ทั้งระหว่างตัวอย่างข้าวที่ได้จากเขตทุ่งกุลาร้องไห้และนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ซึ่งจากการตรวจสอบตัวอย่างข้าวด้วยวิธีเปรียบเทียบไอโซไซม์พบว่าข้าวตัวอย่างที่ได้จากแหล่งปลูกต่างๆ เป็นข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 พันธุ์เดียวกัน แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลมากต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งความหอมซึ่งเป็นคุณสมบัติเฉพาะของข้าวดังกล่าว นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสาร 2AP ซึ่งเป็นสารให้ความหอมในข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีความแปรปรวนภายในเขตพื้นที่ปลูกในทุ่งกุลาร้องไห้เอง ซึ่งกล่าวได้ว่าเกิดจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเฉพาะแห่ง (site specific environment)

จากการศึกษาลักษณะสภาพแวดล้อมโดยรวมของพื้นที่เพาะปลูกข้าวในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ มีข้อสังเกตว่าเป็นพื้นที่นาดินทรายอาศัยน้ำฝน ส่วนใหญ่เป็นดินเค็มปานกลาง เกิดสภาวะขาดน้ำบ่อยครั้งในช่วงกล้า หลังจากนั้นอยู่ภายใต้สภาพน้ำท่วมขังไปจนถึงช่วงหลังของการพัฒนาเมล็ด (หรือเผชิญกับสภาวะดินเค็มเพิ่มขึ้นไปตามช่วงปลายของการพัฒนาเมล็ด) อาจกล่าวได้ว่า การเจริญเติบโตของข้าวภายใต้สภาวะเครียด (environmental stress) ที่มีทั้งความเครียดน้ำ (water stress) ที่เกิดจากสภาพแห้งแล้ง (drought stress) โดยเฉพาะในดินทราย และสภาพความเค็มที่เพิ่มขึ้น (salt stress) เป็นผลให้ข้าวเกิดการสังเคราะห์สาร proline ในระดับสูงระดับหนึ่ง เพื่อปรับตัวให้อยู่รอดภายใต้สภาวะเครียดดังกล่าว ดังนั้นการสังเคราะห์ proline ที่เพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP ของเมล็ดในที่สุด ทั้งนี้มีรายงานยืนยันชัดเจนว่า สาร proline เป็นสารตั้งต้นที่สำคัญต่อการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในข้าว จากผลการศึกษาที่ผ่านมาและจากข้อสังเกตดังกล่าวข้างต้น แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มที่จะทำการจัดการในระดับแปลงเพาะปลูกเพื่อบังคับ (force) หรือเหนี่ยวนำ (induce) ให้ข้าวเกิดการสังเคราะห์สารหอม 2AP ในระดับสูง โดยเฉพาะในระยะการพัฒนามีล็ด และการศึกษาถึงลักษณะโครงสร้างทางกายภาพของเมล็ดรวมถึงคุณสมบัติของกรดไขมันที่มีส่วนสัมพันธ์กับปริมาณหรือระดับของสารหอม 2AP ในเมล็ดขณะเก็บเกี่ยวจะเป็นข้อมูลสำคัญอีกส่วนหนึ่งที่จะพัฒนาระบบการจัดการการปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ให้มีระดับคุณภาพได้มาตรฐานในทุกพื้นที่ปลูก

## เอกสารอ้างอิง

- บริบูรณ์ สมฤทธิ์, สงกรานต์ จิตรากร, จันทนา สรสิริ, สมพงษ์ ตระกูลรุ่ง, งามชื่น คงเสรี, บุญดิษฐ์ วรินทร์รักษ์, สมศักดิ์ ศิริพานิชเจริญ, ฉลวย บุญวิทย์, สมหมาย ศรีวิสุทธิ และทวี ธนาวิโร. 2540. ข้าวดอกมะลิ 105: สหสัมพันธ์ระหว่างความหอมกับอัตราปุ๋ย. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์การเกษตร. สิงหาคม 2540. 27 หน้า.
- ประสูติ สิทธิยศ. 2530. คุณภาพของข้าวพันธุ์ข้าวดอกมะลิ 105 เมื่อปลูกต่างท้องที่. เอกสารประกอบการบรรยาย การสัมมนาการปรับปรุงพันธุ์พืช ครั้งที่ 3 วันที่ 14-16 ธ.ค. 30. กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 23-27 หน้า.
- สุกัญญา วงศ์พรชัย 2545. วิธีการสกัดสารหอม 2AP จากใบข้าวด้วยสารละลายกรดและการวิเคราะห์ปริมาณด้วยเทคนิค gas chromatography (GC) รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1 ตุลาคม 2544-มีนาคม 2545 โครงการวิจัยการศึกษาอิทธิพลของปัจจัยสภาพแวดล้อม และกลยุทธ์การจัดการที่มีผลต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยการใช้แนวทางการวิจัยเชิงระบบ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย



- Buttery, R. G.; Ling, L. C.; Juliano, B. O. and Turnbaugh, J.G. 1983. Cooked rice aroma and 2-acetyl-1-pyrroline. *J.Agric. Food Chem.* 31:823-826.
- Mahatheeranont,S.; Keawsa-ard, S.; Dumri, K. 2001. Quantification of the rice aroma compound, 2-Acetyl-1-pyrroline, in uncooked Khao Dawk Mali 105 brown Rice. *J. Agric. Food Chem.* 49(2) 773-779.