การจัดการและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อคุณภาพข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105[1]

ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา[2] ศรีสอางค์ เก่าเจริญ[3]

บทคัดย่อ

การศึกษาการจัดการและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพข้าวที่รวมถึง คุณภาพทางกายภาพ เคมี การขัดสี และความหอมของเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 กับปัจจัยสภาพแวดล้อมของพื้นที่ปลูกในเขตจังหวัดมหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร สุรินทร์ และศรีสะเกษ ที่ครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกข้าวในเขตทุ่งกุลาร้องไห้ ทำการศึกษาโดยการออกสำรวจและสุ่มเก็บตัวอย่างดิน สภาพภูมิอากาศ และเมล็ดข้าว 194 จุดระหว่างฤดูเก็บเกี่ยวของฤดูเพาะปลูกข้าวนาปี 2548

ผลการศึกษาพบว่าจากพื้นที่ศึกษา 194 จุดอยู่ในเขตทุ่งกุลาฯ 122 จุด และนอกเขตทุ่งกุลาฯ 72 จุด โดยพื้นที่ในเขตทุ่งกุลาฯ เป็นสภาพนาลุ่ม 83.3% และอีก 16.7% เป็นสภาพนาดอน โดยมีเพียง 8.3% เป็นพื้นที่นาที่ทำการปลูกแบบปักดำ ที่เหลืออีก 91.7% เป็นพื้นที่นาที่ปลูกแบบหว่าน ในระหว่างเก็บเกี่ยวนั้น 48.6% พบว่ายังมีน้ำท่วมขัง 36.1% ดินยังเปียกชื้น และ15.3% ดินแห้ง โครงสร้างดินส่วนใหญ่จะเป็นดินทราย การวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินพบว่าตัวอย่างดินที่เก็บทั้งในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาฯมีธาตุฟอสฟอรัส โซเดียม แมกนีเซียม ค่อนข้างต่ำ ส่วนธาตุเหล็กพบว่ามีความแปรปรวนค่อนข้างสูงอยู่ในช่วง 0-400 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของดินในเขตพื้นที่ทุ่งกุลาฯ และ 0-300 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของดินนอกเขตทุ่งกุลาฯ คุณภาพการสีของข้าวในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาฯไม่แตกต่างกัน โดยเปอร์เซนต์ข้าวต้นอยู่ในช่วง 32.0-65.8% การกระจายตัวของปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว พบว่าข้าวที่เก็บทั้งในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาฯ มีปริมาณ 2AP อยู่ในช่วง 1.52-4.67 ppm

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่บันทึกได้จากการศึกษา (Correlation analysis) สามารถสรุปได้ว่าสารหอม 2AP มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ ธาตุแคลเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัสในเมล็ด ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น และฟอสฟอรัสในดิน แต่ 2AP มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณอะไมโลส เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก น้ำหนักเมล็ด และปริมาณแมงกานีสในดิน

คำนำ

ข้าวไทยพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มีชื่อเสียงเป็นที่รู้จักกันในตลาดโลกว่า Thai Fragrant Rice หรือ Jasmine Rice เป็นข้าวที่มีคุณภาพสูงและเป็นข้าวที่มีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มสูงขึ้นโดยในปี 2533 ถึง 2540 การส่งข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้นจาก 700,000 ตัน เป็น 1.4 ล้านตันและมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี อย่างไรก็ตามปัญหาการส่งออกหรือตลาดข้าวขาวดอกมะลิ 105 ได้แก่ความไม่คงที่หรือได้มาตราฐานของคุณภาพเมล็ดข้าว ซึ่งได้แก่ คุณภาพทางชีวเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งความหอม และคุณสมบัติทางกายภาพ เช่นการพองตัวและการละลายของเมล็ดแป้ง (swelling and solubility) ความหนืด (viscosity) และการเกิด gelatinization เป็นต้น โดยคุณสมบัติ

[1] ทุนวิจัยสนับสนุนโดย Royal Thai Government (RTG)-AIT Budget Joint Research Project, Fiscal Year 2005

[2] ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร

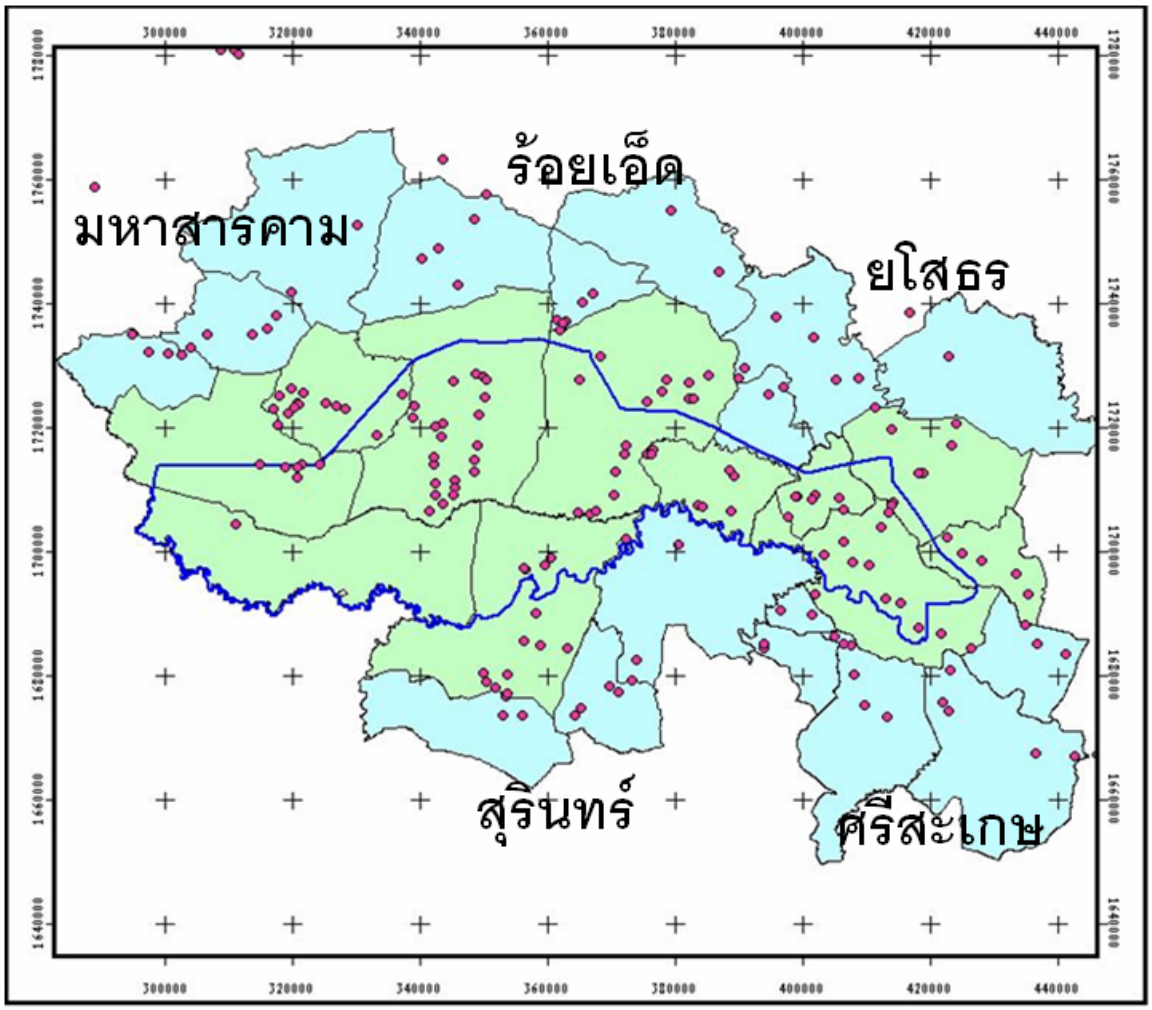
[3] สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย

ต่าง ๆ เหล่านี้มีส่วนสัมพันธ์กับคุณภาพการหุงต้ม ซึ่งเป็นปัจจัยหลักของการยอมรับของผู้บริโภค จากรายงานการศึกษาของ บริบูรณ์ สมฤทธิ์ และคณะ (2543) กล่าวว่าข้าวขาวดอกมะลิ 105 เป็นข้าวที่มีคุณสมบัติเฉพาะตัวในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมทั้งในด้านการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือคุณภาพเมล็ดข้าวขาวดอกมะลิ 105 มีความแปรปรวนของคุณสมบัติทั้งทางชีวเคมีและกายภาพเมื่อปลูกในพื้นที่ต่างกัน

พื้นที่ปลูกข้าวที่ครอบคลุม 5 จังหวัดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร สุรินทร์ และศรีสะเกษ หรือที่เรียกว่าทุ่งกุลาร้องไห้ เป็นเขตเพาะปลูกข้าวที่ผลิตข้าวคุณภาพดีโดยเฉพาะข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ซึ่งในเขตทุ่งกุลาฯนี้มีสภาพพื้นที่ปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ได้ผลผลิตต่ำ แต่มีคุณภาพโดยเฉพาะความหอมสูงเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกนอกเขตทุ่งกุลา ทั้งนี้โดยสมมติฐานที่ว่าสภาพแวดล้อมทั้งคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ธาตุอาหาร ปริมาณเกลือในดิน รวมทั้งสภาพภูมิอากาศ (ฝน อุณหภูมิ) ในเขตทุ่งกุลาฯ มีสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน และส่งผลต่อกระบวนการทางสรีระของข้าวที่เกี่ยวข้องกับสารตั้งต้น (pre-cursor) ของสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline ทั้งนี้จากการศึกษาสภาพพื้นที่การเพาะปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยทั่วไปนั้นข้าวที่ปลูกในพื้นที่ดังกล่าวจะกระทบต่อสภาวะเครียด (stress) ที่เกิดจากการขาดน้ำ และเกลือที่มีอยู่ในดิน ซึ่งสภาวะเครียดดังกล่าวอาจจะส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางสรีระของข้าวในการสร้างสารหอม ดังนั้นการศึกษาถึงการจัดการและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อคุณภาพข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ครั้งนี้น่าจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสภาพแวดล้อมและการจัดการกับคุณภาพข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ทั้งทางกายภาพ เคมี การขัดสีและความหอมได้

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูล รวมทั้งตัวอย่างดินและเมล็ดข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ในพื้นที่ 5 จังหวัดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด ยโสธร สุรินทร์ และศรีสะเกษ ที่เรียกว่าทุ่งกุลาร้องไห้ โดยการสุ่มเก็บข้อมูลและตัวอย่างจำนวน 194 จุด (ภาพที่ 1) ในแต่ละจุดจะทำการบันทึกข้อมูลพิกัดพื้นที่ การจัดการการเพาะปลูก (นาดำ นาหว่าน) การจัดการการเก็บเกี่ยว (เก็บเกี่ยวด้วยมือ เครื่องเก็บเกี่ยว) โครงสร้างดิน และการระบาดของโรค แมลง นอกจากนั้นยังทำการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหาร ทั้งธาตุหลักและธาตุรอง โดยใช้เครื่อง Inductively Couple Plasma Atomic Emission Spectrometer (ICP) ส่วนธาตุไนโตรเจนวิเคราะห์โดยเครื่อง Nitrogen Analyzer ในขณะเดียวกันก็จะทำการเก็บตัวอย่างเมล็ดข้าวเพื่อนำมาวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ลักษณะทางกายภาพของเมล็ด ได้แก่ น้ำหนักเมล็ด รูปร่างเมล็ด (shape) ความหนาแน่น พื้นที่ผิว และปริมาตรเมล็ด คุณภาพการขัดสี (เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก เปอร์เซ็นต์ข้าวสาร เปอร์เซ็นต์ข้าวกล้อง เปอร์เซ็นต์แกลบ และเปอร์เซ็นต์รำ) และปริมาณสารหอม 2-acetyl-1-pyrroline (2AP) โดยวิธีการวัดที่พัฒนาขึ้นโดย Wongpornchai *et al*. (2004) สำหรับการเก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ได้ทำการติดตั้งสถานีตรวจอากาศอัตโนมัติ (HOBO Pro series) 15 จุดกระจายทั่วพื้นที่ศึกษา โดยสถานีตรวจอากาศดังกล่าวจะทำการบันทึกอุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด รวมทั้งความชื้นสัมพัทธ์ทุกชั่วโมง



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา 194 จุดของจังหวัดที่ครอบคลุมเขตทุ่งกุลาร้องไห้

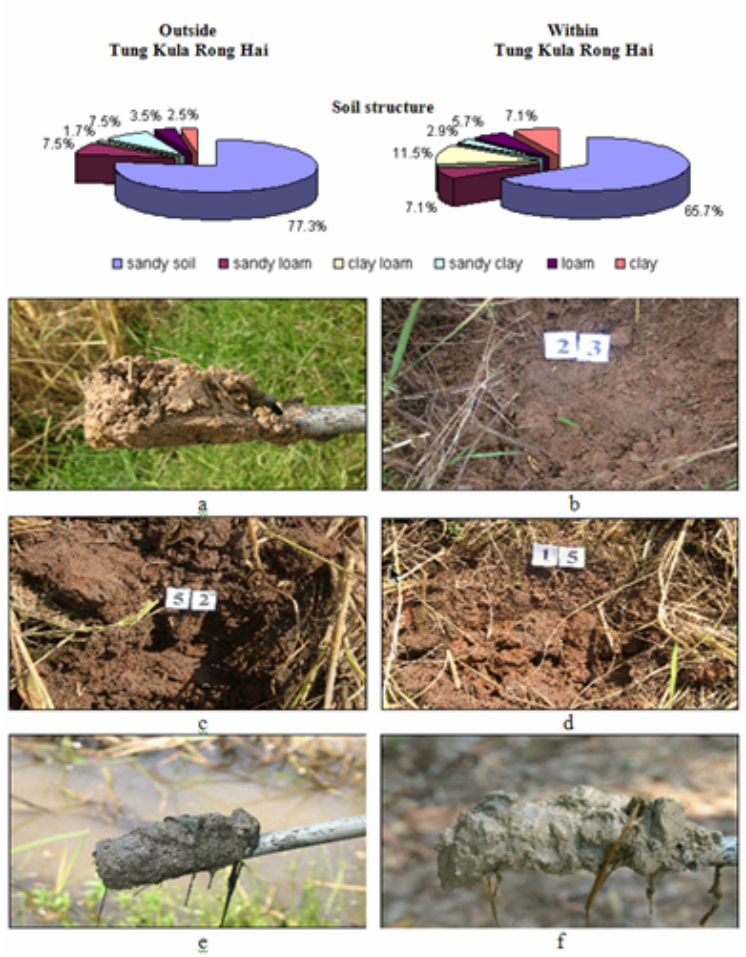
ผลการศึกษา

พื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นพื้นที่ปลูกข้าวนาปี 2548 จำนวน 194 จุด อยู่ในเขตทุ่งกุลาฯ 122 จุด และนอกเขตทุ่งกุลาฯ 72 จุด ในขณะสุ่มเก็บตัวอย่างช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยวพบว่า 39.7% ยังมีน้ำท่วมขัง 41.3% ดินยังเปียกชื้น และ19% ดินแห้ง นอกจากนั้นยังพบว่า 36.9% เป็นพื้นที่นาที่ทำการปลูกแบบปักดำ และ 63.1% เป็นพื้นที่นาที่ปลูกแบบหว่าน ส่วนโรคและแมลงนั้นพบว่ามีการเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย

สำหรับพื้นที่เพาะปลูกข้าวที่อยู่ในเขตทุ่งกุลาฯ พบว่า 83.3% เป็นสภาพนาลุ่ม และอีก 16.7% เป็นสภาพนาดอน โดยมีเพียง 8.3% เป็นพื้นที่นาที่ทำการปลูกแบบปักดำ ที่เหลืออีก 91.7% เป็นพื้นที่นาที่ปลูกแบบหว่าน ในระหว่างเก็บเกี่ยวนั้น 48.6% พบว่ายังมีน้ำท่วมขัง 36.1% ดินยังเปียกชื้น และ15.3% ดินแห้ง

ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ปลูกในเขต 5 จังหวัดทุ่งกุลาฯ ที่ปลูกแบบปักดำมีความสูงอยู่ในช่วง 68.4-152.4 เซนติเมตร ส่วนข้าวที่ปลูกแบบนาหว่านมีความสูงอยู่ในช่วง 84.0–170.8 เซนติเมตร ในขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางของปล้องของข้าวนาดำอยู่ในช่วง 0.2-0.8 เซนติเมตร นาหว่านอยู่ในช่วง 0.2-0.58 เซนติเมตร

ผลการวิเคราะห์โครงสร้างดินพบว่า 77.3% เป็นดินทราย (sandy soil) 7.5% เป็นดินร่วนปนทราย (sandy loam) 1.7% เป็นดินร่วนปนเหนียว (clay loam) 7.5% เป็นดินเหนียวปนทราย (sandy clay) 3.5% เป็นดินร่วน (loam) และ 2.5% เป็นดินเหนียว (clay) ในขณะที่ดินในเขตทุ่งกุลาฯส่วนใหญ่จะเป็นดินทราย 65.7% (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แสดงโครงสร้างดินและการกระจายตัวในเขตพื้นที่ศึกษา a) sandy soil b) sandy loam c) clay loam d) sandy clay e) loam และ f) clay

ผลการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินพบว่า ตัวอย่างดินที่เก็บทั้งในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาฯมีธาตุฟอสฟอรัส โซเดียม แมกนีเซียม ค่อนข้างต่ำ ส่วนธาตุสังกะสี และแมงกานีส ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่แคลเซียม โพแทสเซียม มีค่าต่ำกว่า 100 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ สำหรับธาตุเหล็กพบว่ามีความแปรปรวนค่อนข้างสูงอยู่ในช่วง 0-400 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของดินในเขตพื้นที่ทุ่งกุลาฯ และ 0-300 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของดินนอกเขตทุ่งกุลาฯ

ในขณะเก็บเกี่ยวเปอร์เซ็นต์ความชื้นเมล็ดอยู่ในช่วง 17.5-22.5% และน้ำหนักเมล็ดอยู่ในช่วง 26.5-28.5 กรัมต่อ 1,000 เมล็ด โดยทั่วไปแล้วผลการศึกษาพบว่า ไม่มีความแตกต่างของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของเมล็ดที่เก็บมาจากในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาฯ ในทำนองเดียวกันธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างข้าวในและนอกเขตทุ่งกุลาฯ มีค่าใกล้เคียงกัน ได้แก่ โซเดียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมงกานีส เหล็ก ทองแดง สังกะสี และไนโตรเจน สำหรับธาตุโพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และแมงกานีส มีค่าอยู่ในช่วง 132.3-299.4

มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม 183.1-406.3 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม และ 47.2-119.1 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ส่วนธาตุอาหารอื่น ๆ ดังกล่าวไว้ข้างต้นมีค่าน้อยกว่า 10 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม

ในทำนองเดียวกันพบว่า คุณภาพการสีของข้าวในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาฯ ไม่แตกต่างกัน โดยเปอร์เซ็นต์ข้าวต้นอยู่ในช่วง 32.0-65.8% (ตารางที่ 1 แสดงค่าคุณภาพการสีของข้าว)

ตารางที่ 1 การกระจายตัวของเปอร์เซ็นต์ข้าวต้น (Head rice) ของพื้นที่ศึกษาในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้

Area outside Tung Kula Rong Hai			Area within Tung Kula Rong Hai		
Head rice (%)	Frequency	Percent	Head rice (%)	Frequency	Percent
35 - 40	2	1.7	35 - 40	3	4.2
40 - 45	8	6.6	40 - 45	1	1.4
45 - 50	6	5	45 - 50	5	6.9
50 - 55	13	10.7	50 - 55	10	13.9
55 - 60	40	33.1	55 - 60	22	30.6
60 - 65	51	42.1	60 - 65	28	38.9
65 - 70	1	0.8	65 - 70	3	4.2
Total	121	100	Total	72	100

การกระจายตัวของปริมาณสารหอม 2AP ในเมล็ดข้าว พบว่าข้าวที่เก็บทั้งในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาฯ มีปริมาณ 2AP อยู่ในช่วง 1.52-4.67 ppm (ตารางที่ 2 แสดงปริมาณสารหอม 2AP)

ตารางที่ 2 การกระจายตัวของปริมาณสารหอม (2AP) ของพื้นที่ศึกษาในเขตและนอกเขตทุ่งกุลาร้องไห้

Area outside Tung Kula Rong Hai			Area within Tung Kula Rong Hai		
2-AP (ppm)	Frequency	Percent	2-AP (ppm)	Frequency	Percent
1.5 - 2.0	1	0.8	1.5 - 2.0	0	0
2.0 - 2.5	6	4.9	2.0 - 2.5	5	6.9
2.5 - 3.0	20	16.4	2.5 - 3.0	14	19.4
3.0 - 3.5	50	41	3.0 - 3.5	17	23.6
3.5 - 4.0	33	27	3.5 - 4.0	24	33.3
4.0 - 4.5	12	9.8	4.0 - 4.5	9	12.5
4.5 - 5.0	0	0	4.5 - 5.0	3	4.2
Total	122	100	Total	72	100

จากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่บันทึกได้จากการศึกษา (Correlation analysis) ตารางที่ 3 สามารถสรุปได้ในภาพที่ 3 โดยสารหอม 2AP มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ ธาตุแคลเซียม โพแทสเซียม ฟอสฟอรัสในเมล็ด ความชื้นขณะเก็บเกี่ยว เปอร์เซ็นต์ข้าวต้น และฟอสฟอรัสในดิน แต่ 2AP มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณอะไมโลส เปอร์เซ็นต์ข้าวหัก น้ำหนักเมล็ด และปริมาณแมงกานีสในดิน

สรุปผลการศึกษา

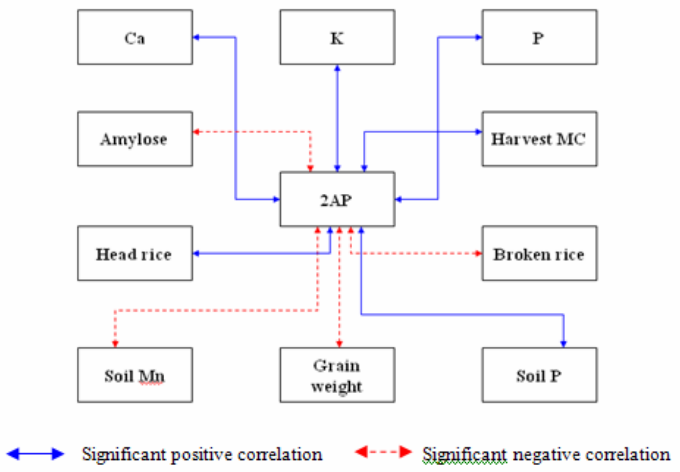
ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าการจัดการเพื่อให้คุณภาพการสีของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้นมีส่วนชักนำให้ปริมาณสารหอมในเมล็ดเพิ่มขึ้นตามด้วย ทั้งนี้การจัดการขณะเก็บเกี่ยวโดยเฉพาะการเก็บเกี่ยวที่ความชื้นเฉลี่ย 21% สามารถทำให้มีคุณภาพการสีสูง ปริมาณสารหอม 2 AP น่าที่จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการจัดการเพื่อให้เมล็ดมีฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแคลเซียมสูง การปลูกข้าวแบบนาหว่านที่มีความหนาแน่นของต้นข้าวสูงจะทำให้เกิดการแข่งขันระหว่างหน่อข้าวที่เกิดขึ้น ส่งผลให้เมล็ดมีขนาดเล็กซึ่งจะมีสาร 2AP มากกว่าข้าวเมล็ดใหญ่

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ (Correlation Analysis)

	AP	AW	Broken	Brown	Grain	Harv_MC	Head	Hull	Milled	P	K	Ca	amylose	Soil_Fe
Soil_Mn														
AW	-0.0588													
P-VALUE	0.4168													
Broken	-0.3584	0.1473												
	0.0000	0.0409												
Brown	0.1113	-0.0369	-0.1744											
	0.1233	0.6100	0.0153											
Grain	-0.1559	0.1193	0.1203	0.1448										
	0.0304	0.0984	0.0957	0.0446										
Harv_MC	0.2743	-0.0474	-0.5192	0.0008	-0.1667									
	0.0001	0.5127	0.0000	0.9915	0.0205									
Head	0.3588	-0.1669	-0.9841	0.3092	-0.0902	0.4903								
	0.0000	0.0203	0.0000	0.0000	0.2120	0.0000								
Hull	-0.1113	0.0369	0.1744	-1.0000	0.1448	-0.0008	-0.3092							
	0.1233	0.6100	0.0153	0.0000	0.0446	0.9915	0.0000							
Milled	0.0574	-0.1568	-0.0724	0.8091	0.1452	-0.1187	0.2424	-0.8091						
	0.4281	0.0294	0.3169	0.0000	0.0439	0.1001	0.0007	0.0000						
P	0.2208	-0.0346	0.0087	0.2769	0.0355	-0.0536	0.0137	-0.2769	0.1133					
	0.0020	0.6328	0.9040	0.0001	0.6237	0.4595	0.8496	0.0001	0.1165					
K	0.1583	-0.5581	-0.1386	0.0321	-0.2343	0.0861	0.1388	-0.0321	0.0332	0.2010				
	0.0279	0.0000	0.0546	0.6578	0.0010	0.2339	0.0541	0.6578	0.6470	0.0051				
Ca	0.1812	0.1032	0.0772	0.1990	-0.0754	-0.0519	-0.0495	-0.1990	0.1280	0.6269	-0.0634			
	0.0117	0.1532	0.2860	0.0055	0.2970	0.4737	0.4946	0.0055	0.0760	0.0000	0.3809			
amylose	-0.2412	-0.1530	-0.1018	-0.1722	-0.1187	0.1611	0.0749	0.1722	-0.1332	-0.4769	-0.0295	-0.3500		
	0.0007	0.0337	0.1589	0.0166	0.1003	0.0252	0.3004	0.0166	0.0648	0.0000	0.6837	0.0000		
Soil_Fe	-0.0131	0.2820	0.1392	-0.0978	0.0909	-0.2378	-0.1547	0.0978	-0.1308	-0.0187	-0.2089	0.1067	-0.1108	
	0.8561	0.0001	0.0536	0.1760	0.2085	0.0009	0.0317	0.1760	0.0697	0.7965	0.0036	0.1395	0.1251	
Soil_Mn	-0.1867	-0.0727	0.0096	-0.1673	0.0398	-0.1005	-0.0297	0.1673	-0.1291	-0.1576	-0.0239	-0.1917	0.1310	0.4298
	0.0093	0.3151	0.8949	0.0201	0.5825	0.1642	0.6819	0.0201	0.0735	0.0286	0.7415	0.0076	0.0693	0.0000
Soil_P	0.1532	0.2054	0.0890	0.0278	-0.0178	-0.0366	-0.0867	-0.0278	-0.0090	0.0922	-0.0586	0.1669	-0.1484	0.1464
	0.0335	0.0042	0.2184	0.7015	0.8059	0.6135	0.2303	0.7015	0.9007	0.2023	0.4186	0.0204	0.0395	0.0423

	Soil_P
Soil_Mn	-0.0596
	0.4105

Cases Included 193 Missing Cases 1



ภาพที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับปริมาณสารหอม 2AP

เอกสารอ้างอิง

บริบูรณ์ สมฤทธิ์ ทรงชัย วัฒนพายัพกุล อำนาจ สุวรรณฤทธิ์ นิพรรณศรี โคมทอง สมศักดิ์ ศิริพานิชเจริญ โยธิน คนบุญ พิบูลย์วัฒน์ ยังสุข สัญญา โรจนรักษ์ สมพงษ์ ชูศิริ นิวัติ เจริญศิลป์ บุญดิษฐ์ วรินทร์รักษ์ สมพร เศรษฐวิพัฒนชัย และ พีระ ดุงสูงเนิน. 2543. รายงานการวิจัย โครงการวิจัยสภาพพื้นที่ที่เหมาะสำหรับปลูกข้าวขาวดอกมะลิ 105 และ กข.15 ในประเทศไทย. กันยายน 2543.

Wongpornchai, S., S. Jongkaewwattana, P. Kitsawadphiboon and S. Kanjanawong. 2004. Development of Methods for Quantification of an Aroma Compound in Rice. Final report. Submitted to Thailand Research Fund. 112 p.