Kasetsart J. (Nat. Sci.) 29 : 45-54 (1995)

ว. เกษตรศาสตร์ (วิทย.) ปีที่ 29 : 45-54 (2538)

การศึกษาสารอินทรีย์ระดับทุติยภูมิในข้าวไทยพันธุ์ต้านทานและไม่ต้านทานต่อแมลง

Study on Secondary Plant Compounds of Insect Resistant and Susceptible Rice Varieties

สุกัญญา มหาธีรานนท์[1] อดิศักดิ์ เจียมพิริยะกุล[2] และ สมนึก พรมแดง[3]

Sugunya Mahatheeranont, Adisak Chiampiriyakul, and Somnuk Promdang

ABSTRACT

Plant volatiles were extracted from leaves and leaf sheath of Supan buri 90, a variety of rice resistant to brown planthopper, Supan buri 60 and Tai chung Native 1, varieties of rice susceptible to brown planthopper, using steam distillation and solvent extraction method. The crude extracts obtained were subjected to analysis by capillary gas chromatography/ mass spectrometry (GC/MS) operated in electron impact mode. Various types of volatile compound were identified and some volatiles were assumed to be involved in resistance of rice to brown planthopper due to their absence in susceptible rice varieties or their present in resistant rice variety. Among them was 3,7-dimethyl-2,6-octadienal, a terpene aldehyde reported as main constituent of lemon-grass oil.

Key words : volatile compounds, rice, brown planthopper, GC/MS

บทคัดย่อ

การสกัดสารระเหยจากใบและกาบใบของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 พันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล พันธุ์สุพรรณบุรี 60 และ Tai chung Native 1 พันธุ์อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ทำโดยวิธีการสกัดด้วยไอน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ สารสกัดที่ได้นำมาวิเคราะห์สารระเหยแต่ละชนิดที่เป็นองค์ประกอบโดยใช้เทคนิคควบแก๊สโครมาโทกราฟีและแมสสเปคโตรเมทรี พบว่าสารสกัดแต่ละสารสกัด

[1] คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม

Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University, Kamphaengsean, Nakorn Pathom 73140, Thailand.

[2] ภาควิชาอารักขาพืช คณะผลิตกรรมการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรแม่โจ้ เชียงใหม่

Department of Plant Protection, Faculty of Agricalural Production, Majoe University, Chiangmai 50290, Thailand.

[3] ศูนย์ปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่ง มก. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน นครปฐม

Central Laboratory and Greenhouse Complex, KURDI, Kasetsart University, Kamphaengsean, Nakorn Pathom 73140, Thailand.

ประกอบด้วยสารระเหยหลายชนิด และพบสารระเหยบางชนิดมีปรากฏเฉพาะในข้าวพันธุ์อ่อนแอ หรือเฉพาะในข้าวพันธุ์ต้านทาน ซึ่งคาดว่าสารดังกล่าวอาจเกี่ยวข้องกับกลไกการต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของข้าวพันธุ์ดังกล่าว สารระเหยเหล่านี้ที่สำคัญได้แก่ 3,7-dimethyl-2,6-ôctadienal ซึ่งเคยมีรายงานการพบสารนี้เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญของพืชตระกูลตะไคร้

คำนำ

การใช้พืชพันธุ์ต้านทานในการเพาะปลูกเพื่อเอาชนะปัญหาโรคและแมลงศัตรูพืช เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้สูงขึ้นนั้น นับว่าเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะการใช้พันธุ์ต้านทานดังกล่าวก่อให้เกิดประโยชน์ทั้งในแง่เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม เมื่อเปรียบเทียบ กับการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอย่างที่เกษตรกรนิยมใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

การปรับปรุงพันธุ์ข้าวเพื่อให้ได้ข้าวพันธุ์ที่มีความต้านทานและมีลักษณะผลผลิตตรงตามความต้องการของผู้บริโภคนั้น ได้มีผู้ทำการศึกษาวิจัยกันอย่างกว้างขวางทั้งโดยการผสมและคัดเลือกพันธุ์แบบธรรมดา และการนำเอาเทคนิคใหม่ๆทางเทคโนโลยีชีวภาพเข้ามาประยุกต์ใช้ การศึกษาเพื่อให้ทราบถึงข้อมูลพื้นฐาน ทางเคมีของระบบต้านทาน หรือบทบาทและหน้าที่ของสารอินทรีย์ที่พืชสร้างขึ้นเพื่อใช้ในกลไกการต้านทาน ของพืชนั้น นับเป็นงานวิจัยพื้นฐานที่สำคัญที่สามารถให้ข้อมูลอันจะนำไปสู่กระบวนการปรับปรุงพันธุ์พืช อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว

การศึกษาสารอินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการต้านทานของข้าวบางพันธุ์ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลนั้นได้มี ผู้สนใจทำการทดลองในเชิงวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพและปริมาณของสารอินทรีย์ที่ปรากฏในข้าวพันธุ์ ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล (Sogawa and Pathak, 1970) พบกรดอะมิโนบางชนิด เช่น asparagine, glutamic acid และ oxalic acid เกี่ยวข้องกับกลไกการต้านทานแบบ antibiosis ของข้าว โดยพบว่าข้าวพันธุ์ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลมีปริมาณกรดอะมิโนดังกล่าวต่ำเทียบกับพันธุ์อื่นๆ (Yoshihara *et. al.*, 1980) Saxena และ Okech (Saxena and Okech, 1985; Saxena, 1986) ได้ศึกษาสารสกัดจากต้นข้าวพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล โดยสกัดด้วยเทคนิค steam distillation และวิเคราะห์สารสกัดด้วย gas chromatograph พบว่าสารสกัดจากข้าวพันธุ์ต้านทานและพันธุ์อ่อนแอมีชนิดและปริมาณของสารระเหยในพืชต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่าสารระเหยในพืชในสารสกัดจากข้าวป่าบางพันธุ์ มีความเป็นพิษสูงต่อตัวอ่อนของเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล อย่างไรก็ตามยังมิได้มีผู้ศึกษาจนทราบแน่ชัดลงไปถึงสมบัติและโครงสางทางเคมีของสารดังกล่าว เพื่อเป็นข้อมูลและเป็นแนวทางในการนำไปใช้ประโยชน์อย่างจริงจังต่อไป ทั้งนี้เนื่องจากการศึกษาต้องอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์ที่มีประสิทธิภาพสูงเช่น gas chromatograph/mass spectrometry และ spectroscopy รูปแบบอื่นๆ งานวิจัยนี้จึงประยุกต์เทคนิคดังกล่าวเพื่อศึกษาสารระเหยในพืชที่อาจเกี่ยวข้องกับกลไกการต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในข้าวไทยบางพันธุ์ โดยศึกษาให้ทราบถึงรายละเอียดเกี่ยวกับชนิดหรือโครงสร้างทางเคมีของแต่ละองค์ประกอบของสารระเหยในพืชเหล่านั้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานอันจะนำไปสู่การพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าว พืชเศรษฐกิจที่สำคัญ

อุปกรณ์และวิธีการ

พันธุ์ข้าวที่นำมาทดลองเพื่อหาระดับความ

ต้านทานในกลไกแบบ antixenosis และเพื่อหาชนิดหรือ โครงสร้างทางเคมีของ volatile compounds ที่อาจเกี่ยวข้องกับระบบต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ได้แก่ ข้าวพันธุ์ต้านทานสุพรรณบุรี 90 กข 23 กข 21 ข้าวพันธุ์อ่อนแอ กข 7 และข้าวพันธุ์ Tai chung Native 1 (TN 1) ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์อ่อนแอมาตราฐานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล

การทดลองในกระบะเพาะ ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 สุพรรณบุรี 60 กข 23 กข 21 และ กข 7 เพื่อดูระดับความต้านทานในกลไกแบบ antixenosis หรือกลไกที่ทำให้เพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลไม่เลือกข้าวนั้นเป็นแหล่งอาหาร การทดลองทำโดยปลูกข้าวในลักษณะ circular arragnement บนกะบะทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 เซนติเมตร โดยเพาะกล้าพันธุ์ละ 20 ต้น ให้แต่ละพันธุ์อยู่ห่างกันเป็นระยะ 10 เซนติเมตร เมื่อกล้าอายุได้ประมาณ 30 วัน เลือกไว้แต่เฉพาะต้นกล้าที่สมบูรณ์ให้เหลือพันธุ์ละ 10 ต้นเท่ากัน จากนั้นปล่อยเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลอายุ 25 วัน จำนวนประมาณ 3 ตัวต่อหนึ่งต้น โดยวางลงที่จุดศูนย์กลางของกระบะ แล้วคลุมกระบะทั้งหมดด้วยตาข่ายตาถี่ ทิ้งไว้และเริ่มนับจำนวนเพลี้ยบนต้นกล้าของข้าวแต่ละพันธุ์ที่เวลา 24, 48 และ 72 ชั่งโมงตามลำดับ พันธุ์ข้าวที่มีจำนวนเพลี้ยต่อต้นกล้าสูงนับว่ามีระดับความต้านทานต่ำ ส่วนพันธุ์ที่มีจำนวนเพลี้ยต่อต้นกล้าต่ำนับว่ามีระดับความต้านทานสูง พันธุ์ที่มีระดับความต้านทานสูงและต่ำที่สุดในบรรดาข้าวที่ใช้ทดลอง จะถูกคัดเลือกมาเพื่อศึกษาชนิดหรือโครงสร้างทางเคมีของ volatiles compounds เปรียบเทียบกันต่อไป

การสกัดสารระเหย ทำการทดลองโดยใช้ข้าวอายุ 2 เดือน นำส่วนใบและกาบใบของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 สุพรรณบุรี 60 และ Tai chung Native 1 โดยแยกกาบใบและใบของแต่ละพันธุ์ๆละ 200 กรัม นำมาทำความสะอาด จากนั้นนำกาบและใบข้าวแต่ละพันธุ์ไปสกัดด้วยเทคนิค simple steam distillation เก็บ distillate จำนวน 200 มล. สกัด distillate ต่อด้วยเทคนิค solvent extraction โดยใช้ dichloromethane เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ นำชั้น dichloromethane มาระเหยตัวทำละลายออกไปด้วย rotary evaporator ที่ 28°C จนได้ crude extract เข้มข้น 1 มล. จากนั้นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจน crude extract มีปริมาตร 0.2 มล. จึงนำไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค capillary gas chromatograghy/ mass spectrometry ต่อไป

Gas chromatograph/ mass spectrometer ที่ใช้ในการวิเคราะห์สารสกัดจากใบและกาบใบข้าวคือ capillary gas chromatograph/ double focusing mass spectrometer ของบริษัท JEOL Ltd. รุ่น JMX-DX 505WA คอลัมน์ที่ใช้แยกวิเคราะห์สารเป็นแบบ fused silica capillary, phase DB-5 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลมิเมตร ความยาว 30 เมตร ใช้ก๊าซฮีเลียมบริสุทธิ์เป็น mobile phase อุณหภูมิของ injector เท่ากับ 280°C อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มที่ 50°C และเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 6°C ต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 140°C จึงเปลี่ยนอัตราการเพิ่มอุณหภูมิเป็น 4°C ต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 280°C และคงไว้ที่อุณหภูมินี้เป็นเวลา 20 นาที แหล่งกำเนิดอิออนแบบ electron impact (EI) ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 200°C อุณหภูมิของ transfer line เท่ากับ 250°C และแรงเคลื่อนไฟฟ้าใน electron multiplier เท่ากับ 3 kV

ผลและวิจารณ์

การทดสอบในกะบะเพาะระหว่างข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 สุพรรณบุรี 60 กข 23 กข 21 และ กข 7 เพื่อดูระดับความต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของข้าวแต่ละพันธุ์ตามกลไกแบบ antixenosis พบว่าจำนวนเพลี้ยต่อต้นกล้ามากที่สุดบนพันธุ์สุพรรณบุรี 60 และ กข 7 จำนวนเพลี้ยต่อต้นกล้าน้อยที่สุดบนพันธุ์

สุพรรณบุรี 90 จึงใช้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 และสุพรรณบุรี 90 เป็นพันธุ์ข้าวที่นำไปศึกษาเปรียบเทียบชนิด หรือโครงสร้างทางเคมีของ plant volatiles ที่เป็นองค์ประกอบในใบและกาบใบควบคู่ไปกับพันธุ์ Tai chung Native 1 ซึ่งเป็นข้าวพันธุ์ไม่ต้านทานมาตราฐาน

สารสกัดจากกาบใบและใบของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 สุพรรณบุรี 90 และ Tai chung Native 1 ถูกนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค capillary gas chromatograpy/ mass spectrometry (GC/MS) เพื่อหาสาระเหยที่เป็นองค์ประกอบในกาบใบและในใบของข้าวทั้งสามพันธุ์ โดยเทคนิค GC/MS จะให้ผลแสดง volatile compounds ที่เป็นองค์ประกอบของสารสกัดออกมาในรูปของกราฟที่เรียกว่า "total ion chromatogram" พีคแต่ละพีคใน total ion chromatogram แทน volatile compounds หนึ่งองค์ประกอบหรือมากกว่า

Figure 1-3 แสดง total ion chromatogram ขององค์ประกอบสาระเหยในสารสกัดจากกาบใบของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 สุพรรณบุรี 90 และ Tai chung Native 1 ตามลำดับ ส่วน Figure 4 แสดง total ion chromatograms ขององค์ประกอบสาระเหยในสารสกัดจากใบข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 สุพรรณบุรี 90 และ Tai chung Native 1 เปรียบเทียบกันเพื่อให้เห็นความแตกต่างของ volatile compounds ในสารสกัดจากข้าวพันธุ์ต้านทานสุพรรณบุรี 90 พันธุ์อ่อนแอสุพรรณบุรี 60 และ พันธุ์อ่อนแอมาตราฐาน Tai chung Native 1

นอกจากนี้เทคนิค GC/MS ยังสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างทางเคมีของแต่ละ volatile compounds ที่เป็นองค์ประกอบได้ โดยแสดงออกมาเป็นกราฟที่เรียกว่า "mass spectrum" การบอกโครงสร้างทางเคมีของ volatile compounds ที่วิเคราะห์ได้ทำโดยวิธีการเปรียบเทียบ mass spectrum ของ volatile compounds นั้นกับ mass spectrum ของสารมาตราฐาน

Table 1 แสดงสาระเหยและชนิดหรือโครงสร้างทางเคมีที่วิเคราะห์ได้ที่เป็นองค์ประกอบในกาบใบข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 สุพรรณบุรี 90 และ Tai chung Native 1 เปรียบเทียบกัน โดยองค์ประกอบที่มีปรากฏในพันธุ์ข้าวใดจะแสดงด้วยสัญญลักษณ์ "*" Table 2 แสดงสาระเหยและชนิดหรือโครงสร้างทางเคมีที่วิเคราะห์ได้ที่เป็นองค์ประกอบในใบข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 สุพรรณบุรี 90 และ Tai chung Native 1 เปรียบเทียบในทำนองเดียวกัน ส่วนองค์ประกอบที่มีปรากฏบน total ion chromatograms แต่ไม่ปรากฏใน Table 1 หรือ Table 2 คือองค์ประกอบที่ยังไม่ทราบชนิดหรือโครงสร้างทางเคมีที่แน่นอน

สาระเหยที่สกัดได้จากกาบใบและใบของต้นข้าวที่สามารถบอกชนิดและโครงสร้างได้ส่วนใหญ่ได้แก่สารประเภท long chain carboxylic acids และอนุพันธุ์ เช่น องค์ประกอบ F, G, G4, H, Z4, Z23, W และพวก long chain hydrocarbons เช่น องค์ประกอบ I, I3, K, L, M, X17 นอกจากนั้นได้แก่ สารอินทรีย์ประเภท alcohols, aldehydes, ketones ตลอดจน aromatic esters และอนุพันธุ์ของ phenol ส่วนองค์ประกอบที่ไม่สามารถบอกชนิดหรือโครงสร้างที่แน่นอนได้นั้น ส่วนใหญ่ให้ mass spectrum ใกล้เคียงกับสารประเภท long chain hydrocarbons

สาระเหยที่เป็นองค์ประกอบในกาบใบมักจะเป็นสารโมเลกุลใหญ่กว่าเมื่อเปรียบเทียบกับสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบในใบข้าว แสดงให้เห็นว่าสาระเหยในใบข้าวโดยเฉลี่ยแล้วเป็นสารประเภทระเหยง่ายกว่า และมีโมเลกุลเล็ก เหมาะสำหรับกลไกการต้านทานแบบ antixenosis อย่างไรก็ตามองค์ประกอบของสาระเหยในใบข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 และสุพรรณบุรี 90 มีความคล้ายคลึงกันมาก อาจเป็นข้อบ่งชี้ได้ว่ากลไกการต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 และสุพรรณบุรี 90 ไม่น่าจะเกี่ยวข้องกับกลไกแบบ antixenosis เท่าไรนัก

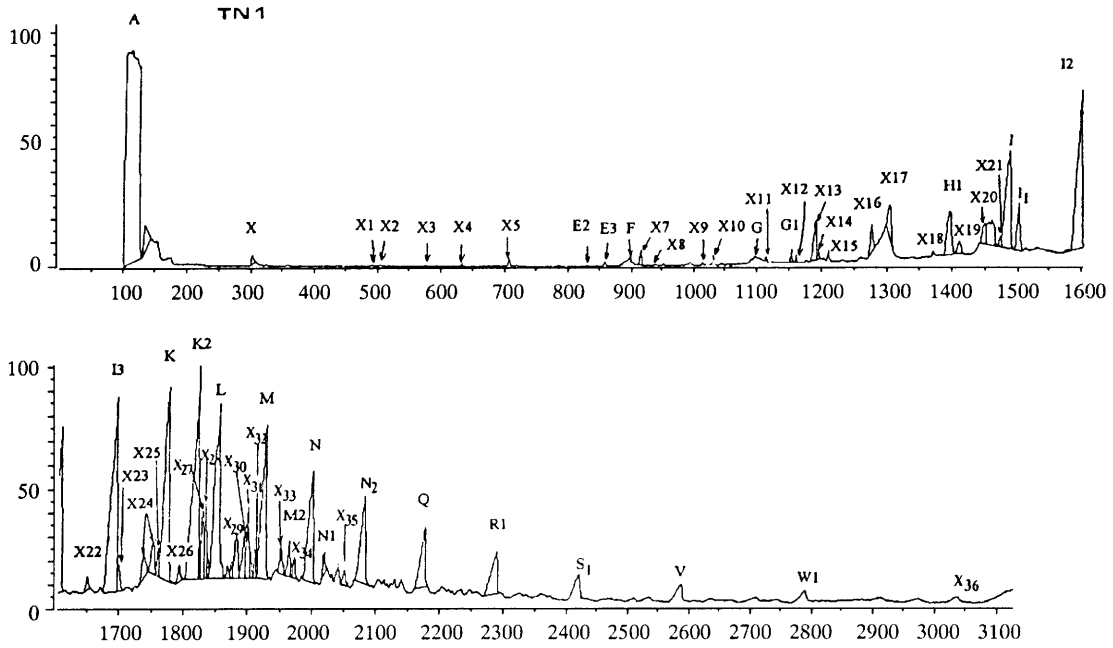


Figure 1 Total ion chromatogram of extract from leaf sheath of Supan buri 60 rice variety.

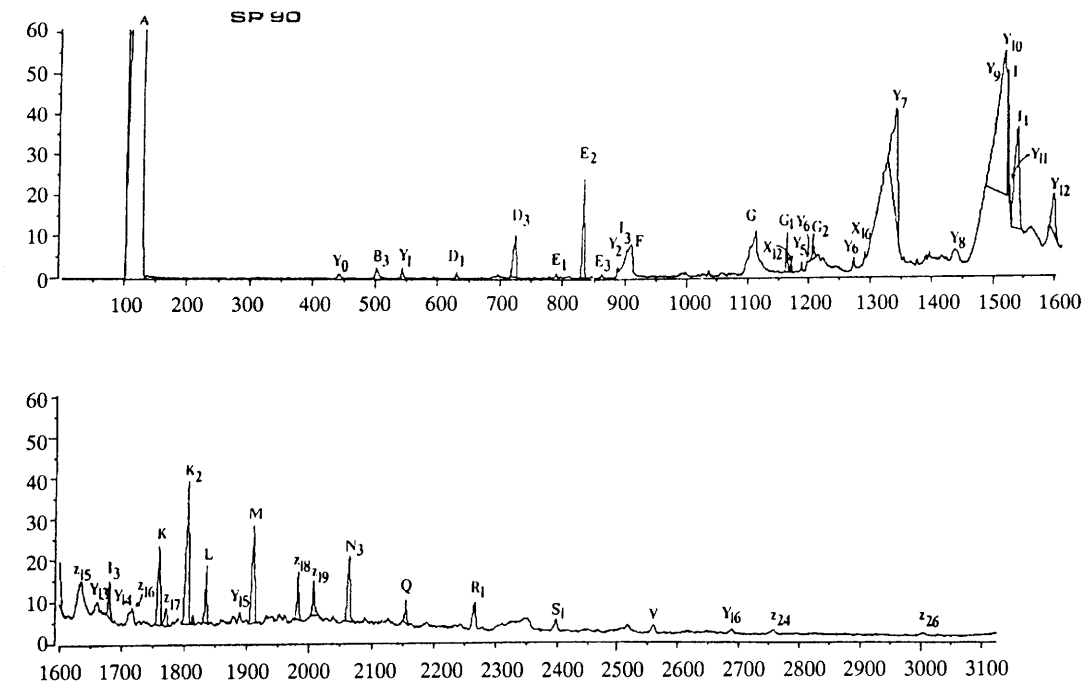


Figure 2 Total ion chromatogram of extract from leaf sheath of Supan buri 90 rice variety.

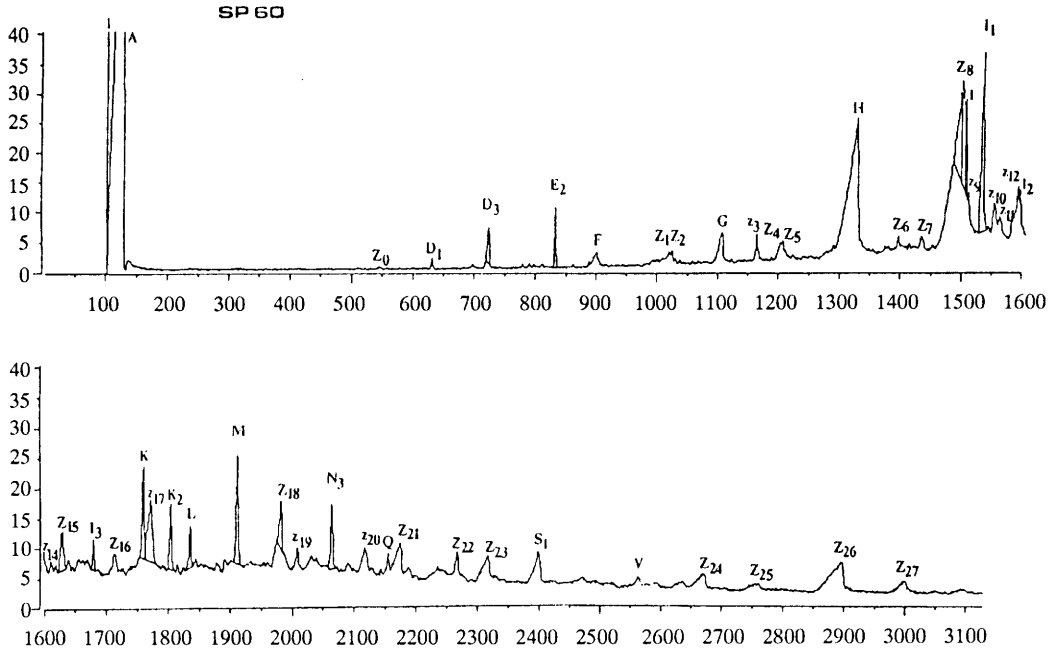


Figure 3 Total ion chromatogram of extract from leaf sheath of Tai chung Native 1 rice variety.

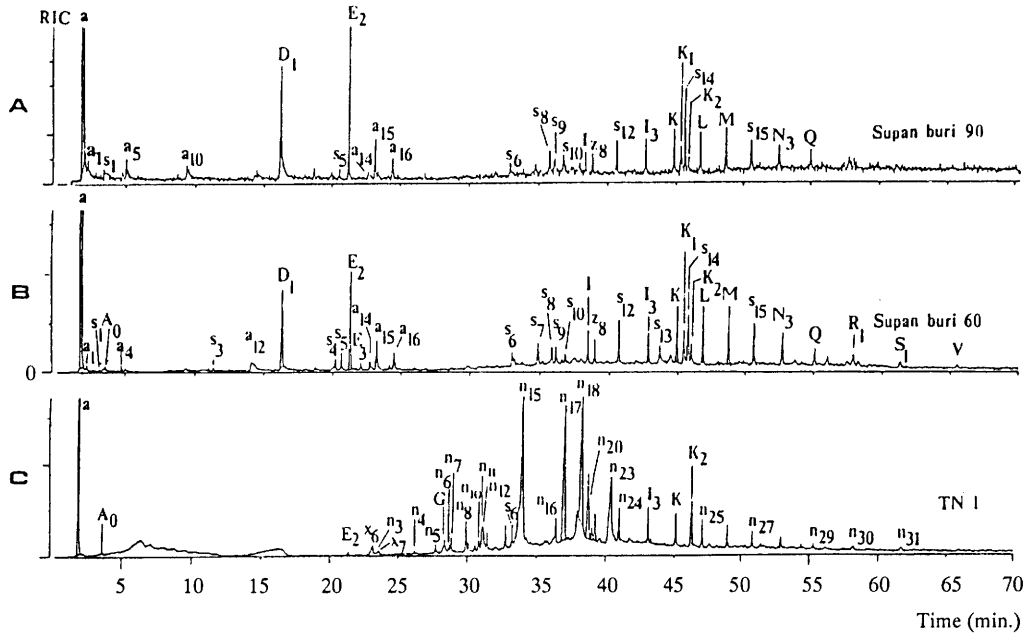


Figure 4 Comparison of total ion chromatograms obtained by capillary GC/MS of extracts from leaves of A: Supan buri 90, B: Supan buri 60 and C: Tai chung Native 1.

Table 1 Comparison of volatile components identified in extracts of leaf sheath of Supan buri 60, Supan buri 90 and Tai chung Native 1.

Component	Structure	Rice variety in which the volatile was found		
		SP60	SP90	TN 1
A0	Methyl benzene			*
B3	2,6-Octadienal,3,7-dimethyl-		*	
D3	? Bezaldehyde, 4-hydroxy-3-methoxy	*	*	
E2	Phenol, 2,6-bis (1,1-dimethylethyl)-4-methyl	*	*	*
E3	2 (4H)-Benzofuranone,5,6,7,7a-tetrahydro-4,4,7a-trimethyl-		*	*
F	Dodecanoic acid	*	*	
G	Tetradecanoic acid	*	*	*
H	Hexadecanoic acid	*		
H1	Heptadecane, 2,6,10,15-tetramethyl			*
I	Dodecane	*	*	*
I3	Tetracosane	*	*	*
K	Pentacosane	*	*	*
K2	Ester of 1,2-Benzenedicarboxylic acid,	*	*	*
L	Hexacosane	*	*	*
M	Heptacosane	*	*	*
N3	Unknown (long chain hydrocarbon)	*		*
V	? Docosane (isomer)		*	*
X1	Phenol, 2-ethyl-			*
X5	1H-Indole, 3-methyl-			*
X7	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diethyl ester			*
X9	Heptadecane			*
X11	Octadecane + Unknown			*
X13	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methylpropyl) ester			*
X16	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-methoxyethyl) ester			*
X17	Eicosane			*
X21	? Octadecanoic acid			*
X22	? 1,2-Benzenedicarboxylic acid, buthylphenylmethyl ester			*
X25	? Benzenedicarboxylic acid, bis (2-ethylhexyl) ester			*
X26	Ester of 1,2-Benzenedicarboxylic acid,			*
X29	1,2-Benzenedicarboxylic acid, diheptyl ester			*

Table 1 (Continued).

Component	Structure	Rice variety in which the volatile was found		
		SP60	SP90	TN 1
X31	1,2-Benzenedicarboxylic acid, bis(2-ethylhexyl) ester			*
Y0	Isomer of B3		*	
Y1	Benzofuran,2,3-dihydro-		*	
Y6	Ester of 1,2-Benzenedicarboxylic acid		*	
Y10	? Oxacycloheptadec-8-en-one		*	
Y21	Pentatricontane		*	
Z4	Pentadecanoic acid	*		
Z18	Unknown (hydrocarbon, alkene)	*		
Z20	? Tetracosahexaene, hexamethyl	*		
Z23	? Hexadecanoic acid, hexadecyl ester	*		

Table 2 Comparison of volatile components identified in extracts of leaves of Supan buri 60, Supan buri 90 and Tai chung Native 1

Component	Structure	Rice variety in which the volatile was found		
		SP60	SP90	TN 1
E2	Phenol,2,6-bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl	*	*	*
E3	2(4H)-Benzofuranone,5,6,7,7a-tetrahydro-4,4,7a trimethyl	*		
G	Tetradecanoic acid			*
I	Eicosane	*	*	
K	Pentacosane	*	*	*
K2	1,2-Benzenedicarboxylic acid, mono (2-ethylhexyl) ester	*	*	*
L	? Hexacosane	*	*	
M	Heptacosane	*	*	
Q	? Nonacosane	*	*	
S1	Heptadecane, -9-octyl-	*	*	
X6	Dodecanoic acid			*
X7	Ester of benzenedicarboxylic acid			*
a1	1-Pentanol	*	*	

Table 2 (Continued).

Component	Structure	Rice variety in which the volatile was found		
		SP60	SP90	TN 1
a4	2-Pentanone,4-hydroxy-4-methyl	*	*	
a5	3-Hexen-1-ol	*	*	
a10	Benzene, methanol		*	
a12	Benzenamine, N-ethyl-3-methyl		*	
s2	Benzene, methyl	*		
s3	2-Cyclohexen-1-one,3,5,5-trimethyl-	*		
s5	3-Buten-2-one,-4-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexen-1-yl)		*	*
s6	1,2-Benzenedicarboxylic acid, butyl ester	*	*	*
s7	Anthracene derivatives	*	*	
s8	Methanone, bis-4-(diethylamino) phenyl-	*	*	
s9	Heneicosane	*	*	
s11	? a- Eicosyne	*	*	
s13	? Benzoic acid, 3,5-bis (trimethylsiloxy)-	*		
s15	Tetracosane 2,6,10,19,23-hexamethyl	*	*	
n3	Dimethyldecane			*
n5	? Octanal,2-(phenylmethylene)-			*
n6	? Tetradecanoic acid, ethyl ester			*
n7	Undecane,3,8-dimethyl-			*
n10	Ester of benzenedicarboxylic acid			*
n14	6-Octen-1-ol,3,7-dimethyl			*
n15	Hexadecanoic acid, ethyl ester			*
n16	Eicosane			*
n17	Tetramethyl,2-hexadecen-1-ol			*
n18	Octadecatrienoic acid, ethyl ester			*
n19	Octadecanoic acid, ethyl ester			*
n30	? 1-Octanol,2-butyl-			*
n32	? Decane,2,3,8-trimethyl			*

แต่เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์ Tai chung native 1 ซึ่งเป็นพันธุ์ไม่ต้านทานมาตราฐาน พบว่ามีองค์ประกอบของ volatile compounds แตกต่างกันโดยแทบสิ้นเชิง

สำหรับสารระเหยที่เป็นองค์ประกอบในกาบใบข้าวและแสดงความแตกต่างระหว่างข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 และ สุพรรณบุรี 90 อย่างเห็นได้ชัด ได้แก่องค์ประกอบ H และ N3 ซึ่งไม่ปรากฏในข้าวพันธุ์ สุพรรณบุรี 90 แต่ปรากฏในข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 60 ในทางกลับกันองค์ประกอบ B3 และองค์ประกอบ Y ทั้งหมด ปรากฏพบเฉพาะในกาบใบข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 90 องค์ประกอบเหล่านี้จึงอาจเกี่ยวข้องกับกลไกการต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลได้ โดยเฉพาะองค์ประกอบ B3 หรือ 3,7-dimethyl-2,6-octadienal ซึ่งมีชื่อสามัญว่า "citral" เป็นสารประเภท terpene aldehyde ชนิดหนึ่ง พบเป็นองค์ประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยของพืชตระกูลตะไคร้ และได้มีรายงานว่าสารนี้มีฤทธิ์ในการไล่แมลงบางประเภท (Rani *et. al.*, 1980) อย่างไรก็ตามองค์ประกอบที่แสดงความแตกต่างและคาดว่าอาจเกี่ยวข้องกับกลไกการต้านทานเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลเหล่านี้ ควรได้มีการศึกษาต่อไปโดยการทดลองทางชีววิธีจนให้ผลการทดลองที่แน่ชัดจึงสามารถนำมาเป็นข้อมูลที่ใช้ประโยชน์ได้ต่อไปในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์

เอกสารอ้างอิง

Rani, P. U. and Z. Osmani. 1980. Insecticidal, fumigant and repellent properties of citral against housefly Musca domestica nebulo (Fabr). Pesticides. 14(12): 6-8.

Saxena, R.C. and S.H. Okech. 1985. Role of plant volatiles in resistance of selected rice varieties to brown planthopper, *Nilapavata lugens* (Stal). J. Chem. Ecol. 11(12): 1601-1616.

Saxena, R.C. 1986. Biochemical basis of insect resistance in rice varieties, pp. 142-159. *In* M.B. Green and P.A. Hedin (eds.). Natural Resistance of Plants to Pests; Role of Allelochemicals. ACS Symposium Series No. 296.

Sogawa, K. and M.D. Pathak. 1970. Mechanism of brown planthopper resistance in Mudgo variety of rice (Hemiptera: Delphacidae). Appl. Ent. Zool. 5: 145-58.

Yoshihara, T., K. Sogaw, M.D. Pathak, B.O. Julino, and S. Sakamura. 1980. Oxalic acid as a sucking inhibitor of the brown planthopper in rice (Delphacidae: homoptera). Entomol. Exp. Appl. 27: 149-155.