

ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการเปลี่ยนแปลงฤดูกาล
ต่อความงอกและความมีชีวิตของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม
Relationship between Temperature, Relative Humidity and
Seasonal Variation on Pollen Germination and Pollen Viability
in 'Nam Hom' Coconut

พงษ์นารถ นาดวรานันต์^{1*} และเสาวณี คงศรี¹

Pongnart Nartvaranant^{1*} and Saowanee Kongsri¹

บทคัดย่อ

การติดผลน้อยของมะพร้าวน้ำหอมในช่วงฤดูแล้งยังไม่ทราบสาเหตุที่ชัดเจน อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการบานของดอกมะพร้าวที่ไม่เหมาะสม อาจเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดผลน้อยของมะพร้าวน้ำหอม ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลต่อเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม ดำเนินการศึกษาในสวนเกษตรกรอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี พบว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรอบปีไม่มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม ($p > 0.05$) โดยอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน อยู่ที่ 28.00 26.16 และ 28.84 องศาเซลเซียสตามลำดับ ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนคือ 87.24 81.00 และ 83.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน คือ 97.74 95.11 และ 94.57 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 47.84 37.15 และ 43.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมีแนวโน้มสูงสุดในฤดูฝน รองลงมาได้แก่ ฤดูร้อนและฤดูหนาว แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และพบว่าเดือนกันยายนมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอมสูงที่สุดคือ 67.73 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน คือ 11.58 และ

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

* Corresponding author e-mail: pongnart@yahoo.com, pongnart@webmail.npru.ac.th

Received: 28 June 2020, Revised: 5 October 2020, Accepted: 12 October 2020

18.26 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปสู่การจัดการสวนมะพร้าวน้ำหอมของเกษตรกรให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อแก้ไขปัญหาการติดผลน้อยของมะพร้าวน้ำหอม

คำสำคัญ: อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ละอองเกสร มะพร้าวน้ำหอม

Abstract

The causes of less fruit set in ‘Nam Hom’ coconuts in dry season are still unknown. Unsuitable temperature and relative humidity at flowering stage might be the factor relating to the less fruit set in ‘Nam Hom’ coconuts. Thus, the objective of the research was to study the relationships between temperature, relative humidity and seasonal variation on pollen germination and pollen viability in ‘Nam Hom’ coconuts. The study was conducted at coconut orchards in Damnoen Saduak district, Ratchaburi province. The results indicated that the relationships between temperature and annual relative humidity with the percentage of pollen germination and the percentage of pollen viability in ‘Nam Hom’ coconuts were not found during the study ($p > 0.05$). The average temperature in rainy season, winter and summer were 28, 26.16, and 28.84°C respectively. The average relative humidity in rainy season, winter and summer were 87.24, 81 and 83.70%, respectively. The percentage of pollen viability in rainy season, winter and summer were 97.74, 95.11 and 94.57%. The percentage of pollen germination in rainy season, winter and summer were between 47.84, 37.15 and 43.96%, respectively. Although the percentage of pollen germination in rainy season showed the highest trend followed by summer and winter but there was no significant difference ($p > 0.05$). As the percentage of pollen germination in each month were considered, the percentage of pollen germination in September was the highest percentage (67.73%), whereas those in May and June were the lowest (11.58 and 18.26%, respectively) ($p < 0.05$). The results from this study would be used for ‘Nam Hom’ coconut orchard management of the farmer to get the suitable environment and solve the problems of less coconut fruit set.

Keywords: Temperature, Relative humidity, Pollen, Nam Hom coconut

บทนำ

มะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชวงศ์ปาล์ม มีถิ่นกำเนิดแถบเอเชียเขตร้อน ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการปลูกมะพร้าวน้ำหอมได้ทั่วทุกภาคของประเทศ ภาคตะวันตกเป็นภาคที่มีการผลิตมะพร้าวน้ำหอมมากที่สุดซึ่งจังหวัดที่มีการผลิตมะพร้าวน้ำหอมที่เก่าแก่และมีชื่อเสียงของประเทศไทยคือ จังหวัดนครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี และฉะเชิงเทรา มะพร้าวน้ำหอมเป็นพืชที่ได้รับความนิยมสูงเนื่องจากน้ำมีกลิ่นหอมคล้ายใบเตยและมีรสหวาน รับประทานได้ทั้งเนื้อและน้ำมะพร้าว ปัจจุบันอัตราการผลิตมะพร้าวน้ำหอมยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด แม้ว่ามะพร้าวน้ำหอมจะเป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ดี อีกทั้งออกดอกติดผลตลอดปี แต่ยังพบปัญหามากมาย เช่น ต้นพันธุ์ที่ใช้ปลูกอาจจะมีการกลายพันธุ์ ปัญหาด้านการผลิตซึ่งมีช่วงเวลาที่ขาดแคลนผลมะพร้าวน้ำหอม การดูแลจัดการสวนมะพร้าว ปริมาณผลผลิตต่อไร่ต่ำ และคุณภาพของผลผลิตที่ไม่สม่ำเสมอ เป็นต้น (สมพร, 2549)

จากข้อมูลการสอบถามผู้เกี่ยวข้องในการผลิตมะพร้าวน้ำหอมโดยกฤษฎา และคณะ (2555) ได้แก่ เกษตรกรผู้ปลูกผู้รวบรวม และผู้ส่งออก พบว่าการมีผลผลิตไม่เพียงพอหรือการติดผลน้อยในช่วงแล้งเป็นปัญหาที่สำคัญที่สุดของเกษตรกรชาวสวนมะพร้าว เพราะส่งผลให้มีผลผลิตไม่สม่ำเสมอ แม้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวจะได้ราคาของผลผลิตที่สูงก็ตาม และยังเป็นปัญหาของผู้ส่งออกที่ไม่สามารถหาผลผลิตให้กับลูกค้าได้พอเพียงในช่วงเวลาดังกล่าว สำหรับสาเหตุของการติดผลน้อยในช่วงเวลาดังกล่าวยังไม่ทราบแน่นอน แต่จากการเก็บข้อมูลของกฤษฎา และคณะ (2555) พบว่าจำนวนดอกเพศผู้และเพศเมียในช่วงเดือนตุลาคมถึงพฤศจิกายนและการออกจั่นช่วงเดือนกันยายนถึงพฤศจิกายนมีปริมาณลดลง โดยบางต้นไม่มีการออกจั่นและมีจำนวนดอกเพศเมียต่ำกว่าช่วงเวลาอื่น ๆ ทั้งนี้ละอองเกสรในเดือนตุลาคมมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเดือนธันวาคมแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นการติดผลน้อยของมะพร้าวน้ำหอมอาจเป็นผลมาจากความงอกของละอองเกสรน้อย ความไม่สมดุลของจำนวนดอกเพศผู้และดอกเพศเมีย การมีอาหารสะสมไม่เพียงพอ ขาดความสมดุลของธาตุอาหาร ตลอดจนความไม่สมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช

ด้วยสาเหตุของการติดผลน้อยในช่วงฤดูแล้งของมะพร้าวน้ำหอมยังไม่ทราบชัดเจน ดังนั้นการทราบถึงสาเหตุของการติดผลน้อยในช่วงฤดูแล้งและแนวทางแก้ไขจะสามารถช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกมะพร้าวน้ำหอมมีผลผลิตมะพร้าวที่สม่ำเสมอทั้งปี และสะดวกในการวางแผนการผลิตและการจำหน่าย ทั้งยังเป็นประโยชน์ต่อผู้ส่งออกมะพร้าวน้ำหอมอีกด้วย ทั้งนี้อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในระหว่างการบานของดอกมะพร้าวที่ไม่เหมาะสม ตลอดจนสภาพแวดล้อมในแต่ละช่วงฤดูกาล อาจเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการติดผลน้อยในช่วงฤดูแล้งของมะพร้าวน้ำหอม เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นมีอิทธิพลอย่างมากต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรพืช ซึ่งเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการติดผล ดังนั้นถ้าสภาพอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงการบานของดอกมะพร้าวไม่เหมาะสมต่อ

ความงอกของละอองเกสรโอกาสติดผลย่อมลดลง ดังนั้นการทราบถึงผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศต่อละอองเกสรของดอกมะพร้าว น้ำหอมจะสามารถช่วยให้เกษตรกรแก้ไขปัญหาการติดผลน้อยในช่วงฤดูแล้งได้ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าว น้ำหอมและผลของฤดูกาลที่มีต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การคัดเลือกสวนมะพร้าว น้ำหอม

คัดเลือกสวนมะพร้าว น้ำหอมในพื้นที่อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี โดยเลือกต้นมะพร้าว น้ำหอมอายุประมาณ 8 ปี ระยะปลูกระหว่างต้นประมาณ 4 เมตร เพื่อใช้สำหรับการศึกษาในกิจกรรมที่ 1 และ 2

2. ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอม

การศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรดำเนินการโดย

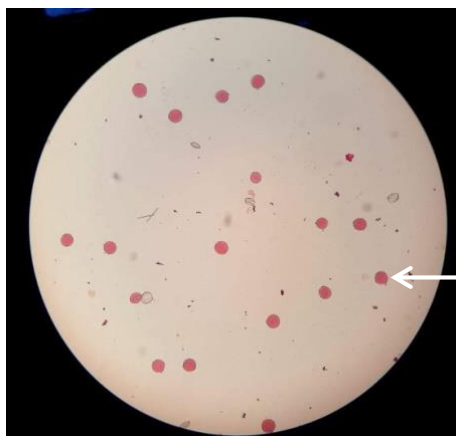
2.1 คัดเลือกจั่นมะพร้าว น้ำหอมที่ออกดอกในเวลาเดียวกันจำนวนมากพอที่จะใช้ในการศึกษาโดยดำเนินการศึกษาตลอดทั้งปี จากจั่นที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงเดือน

2.2 เมื่อถึงระยะดอกบาน ทำการเก็บละอองเกสรตัวผู้ของมะพร้าว น้ำหอมในช่วงเช้าเวลา 8.00-10.00 น. โดยเก็บละอองเกสรจากดอกมะพร้าวจำนวน 4 ดอกต่อจั่นต่อเดือน โดยเก็บจากจำนวน 4 จั่น (1 จั่น ต่อ 1 ต้น) รวม 16 ดอกต่อเดือน เพื่อทดสอบความงอกและความมีชีวิตของละอองเกสรทันทีในสภาพแปลง พร้อมทั้งบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าว ณ วันและเวลาที่ดอกบาน และตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยจะทำการทดลองเป็นระยะตลอดช่วงการบานของดอก เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในสวนมะพร้าว น้ำหอมกับความงอกและความมีชีวิตของละอองเกสรในรอบปี โดยการวิเคราะห์ regression analysis และวิเคราะห์ความแตกต่างของความงอกของละอองเกสรและความมีชีวิตของละอองเกสรระหว่างเดือนด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design, CRD)

2.3 บันทึกผลเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอมโดยนำละอองเกสรของมะพร้าว น้ำหอมมาย้อมละอองเกสรด้วย acetocarmine 1 เปอร์เซ็นต์ หยดบนสไลด์และแตะละอองเกสรบนน้ำยา acetocarmine ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ ถ้าละอองเกสรมีชีวิตโปรโตพลาส

จะติดสีแดง (ภาพที่ 1) นับจำนวนละอองเกสรที่มีชีวิตโดยกล้องจุลทรรศน์ แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่งอก}}{\text{จำนวนละอองเกสรทั้งหมดที่สุ่มนับ}} \times 100$$

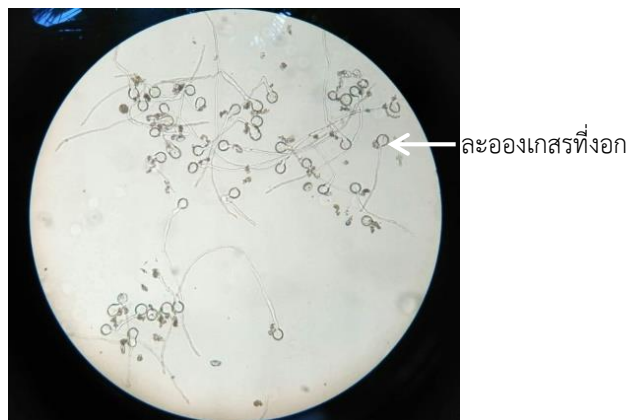


ละอองเกสรที่มีชีวิต

ภาพที่ 1 ลักษณะละอองเกสรมะพร้าวที่น้ำหอมที่มีชีวิต โดยละอองเกสรที่มีชีวิตจะติดสีแดง

2.4 การทดสอบความงอกของละอองเกสร ทำโดยการนำละอองเกสรที่แตกไปเพาะในอาหารเลี้ยงละอองเกสรสูตรของ Brewbaker and Kwack (1963) โดยวิธี hanging drop บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ในภาชนะที่รองด้วยกระดาษซับ บันทึกข้อมูลโดยนับจำนวนละอองเกสรที่งอกและจำนวนละอองเกสรทั้งหมดโดยสุ่มนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์จำนวน 3 บริเวณ (microscopic field) ต่อสไลด์ โดยใช้ความยาวของหลอดละอองเกสรที่งอกยาวเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของละอองเกสรหรือยาวกว่า (ภาพที่ 2) เป็นเกณฑ์ในการตัดสินความงอก จากนั้นคำนวณเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร โดยใช้สูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร} = \frac{\text{จำนวนละอองเกสรที่มีชีวิต}}{\text{จำนวนละอองเกสรทั้งหมดที่สุ่มนับ}} \times 100$$



ภาพที่ 2 ลักษณะความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอม โดยละอองเกสรที่งอกจะมีความยาวของหลอดละอองเกสรที่งอกยาวเท่ากับหรือยาวกว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของละอองเกสร

3. ผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอม

การศึกษาผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของหลอดละอองเกสรดำเนินการโดย

3.1 คัดเลือกจั่นมะพร้าว น้ำหอมที่ออกดอกในเวลาเดียวกันจำนวนมากพอที่จะใช้ในการศึกษาโดยดำเนินการศึกษาจากจั่นที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงฤดูกาล ได้แก่ ฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน) ฤดูหนาว (ตุลาคม-มกราคม) และฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม)

3.2 เมื่อถึงระยะดอกบาน ทำการเก็บละอองเกสรตัวผู้ของมะพร้าว น้ำหอมในช่วงเช้าเวลา 8.00-10.00 น. โดยเก็บละอองเกสรจากดอกมะพร้าวจำนวน 4 ดอกต่อจั่นต่อเดือน รวม 16 ดอกต่อเดือน ในแต่ละฤดูกาลทำการศึกษานาน 4 เดือน รวมดอกมะพร้าวทั้งหมดจำนวน 64 ดอกต่อฤดูกาล เพื่อทดสอบความงอกและความมีชีวิตของละอองเกสรทันทีในสภาพแปลง พร้อมทั้งบันทึกค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในสวนมะพร้าว ณ วันและเวลาที่ดอกบาน และตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยจะทำการทดลองเป็นระยะตลอดช่วงการบานของดอก วัดผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอม เหมือนข้อ 2

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยกำหนดให้ฤดูกาลเป็นทรีตเมนต์ ช่วงเดือนในแต่ละฤดูกาลเป็นซ้ำ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ผลการวิจัย

1. ผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าวที่มีต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสภาพแปลงต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมในระยะเวลา 1 ปี พบว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม ในรอบปีอยู่ระหว่าง 94.23-98.07 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 1) โดยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างเดือน

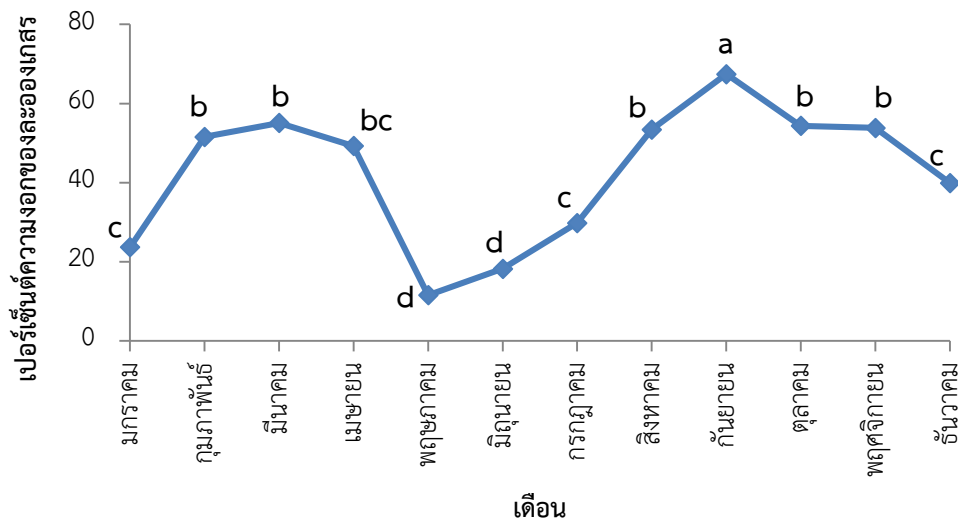
ตารางที่ 1 เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมในรอบปี พ.ศ. 2561

เดือน	เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต
มกราคม	94.23
กุมภาพันธ์	96.56
มีนาคม	95.65
เมษายน	97.11
พฤษภาคม	94.64
มิถุนายน	95.57
กรกฎาคม	97.80
สิงหาคม	97.90
กันยายน	98.07
ตุลาคม	96.84
พฤศจิกายน	95.65
ธันวาคม	95.71
F-test	ns

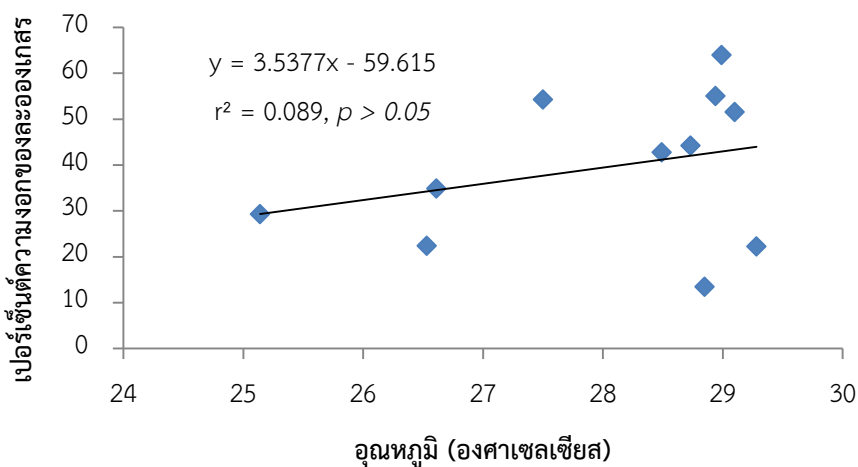
หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธีการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในรอบปี พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรต่ำที่สุดในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายนคือ 94.64 และ 95.57 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับแล้วเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูหนาว (เดือนตุลาคมถึงมกราคม) จากนั้นจะเพิ่มขึ้นอีกครั้ง เมื่อเข้าสู่ช่วงฤดูร้อน (ภาพที่ 3) โดยเดือนกันยายนมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรสูงที่สุดคือ 98.07 ($p < 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อนำเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมาศึกษา

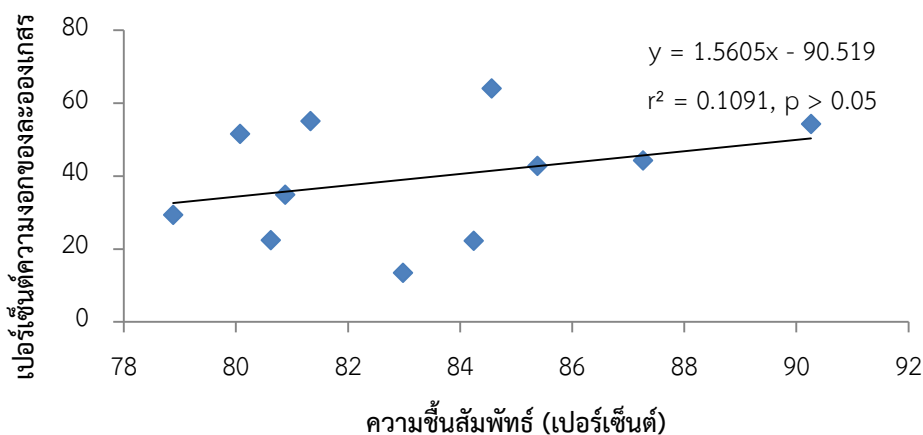
ความสัมพันธ์กับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าว น้ำหอมที่บันทึกไว้ตลอดปี พบว่าไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรกับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในสวนมะพร้าว (ภาพที่ 4 และ 5)



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอมในรอบปี พ.ศ. 2561
หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี DMRT ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ภาพที่ 4 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างอุณหภูมิและเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอมในปี พ.ศ. 2561



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างความชื้นสัมพัทธ์และเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวในน้ำหอมในปี พ.ศ. 2561

2. ผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวในน้ำหอม

การเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวในน้ำหอมระหว่างฤดูกาล พบว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างฤดูกาล (ตารางที่ 2) ทั้งนี้อุณหภูมิเฉลี่ยในฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน จากสวนมะพร้าวอยู่ที่ 28.00 26.16 และ 28.84 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน คือ 87.24 81.00 และ 83.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน คือ 97.74 95.11 และ 94.57 เปอร์เซ็นต์ และเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อนอยู่ระหว่าง 47.84 37.15 และ 43.96 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2) แม้ว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรจะมีแนวโน้มสูงกว่าฤดูกาลอื่นแต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 2 ผลของฤดูกาลต่อเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าวในน้ำหอม

ฤดูกาล	อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส)	ความชื้น สัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)	ความมีชีวิตของ ละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)	ความงอกของ ละอองเกสร (เปอร์เซ็นต์)
ฤดูฝน (มิถุนายน-กันยายน)	28.00	87.24	97.74	47.84
ฤดูหนาว (ตุลาคม-มกราคม)	26.16	81.00	95.11	37.15
ฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-พฤษภาคม)	28.84	83.70	94.57	43.96
F-test	-	-	ns	ns

หมายเหตุ: ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อวิเคราะห์ด้วยการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

การอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในรอบปีต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอม พบว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกันระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าว น้ำหอมกับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรตัวผู้ ทั้งนี้ อาจจะเป็นได้ว่าช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยในสวนมะพร้าวที่บันทึกโดยการใช้ data logger ตลอดทั้งปีนั้นอยู่ในช่วง 25-29 องศาเซลเซียส และระดับความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยอยู่ระหว่าง 81-87 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอม (Chan and Elevitch, 2006; Tongnueaha *et al.*, 2013) จึงไม่พบความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศกับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสร ทั้งนี้ อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เป็นปัจจัยที่มีผลต่อความงอกของละอองเกสร โดยมีรายงานว่าอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะส่งผลให้ความงอกของละอองเกสรพืชลดลง (Morrison and Stewart, 2002) สำหรับในมะพร้าว น้ำหอม มีรายงานว่า เมื่อละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอม ได้รับอุณหภูมิที่สูงกว่าค่าเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตจะส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอมลดลง ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าว คือ 20-27 องศาเซลเซียส (Chan and Elevitch, 2006; Tongnueaha *et al.*, 2013) นอกจากนี้ Ranasinghe *et al.*, (2010) รายงานว่าความงอกของละอองเกสรมะพร้าว จะลดลงเมื่ออุณหภูมิมากกว่า 37 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับความงอกของละอองเกสรพืชนั้นจะมีความแตกต่างกันออกไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ดังนั้น เมื่อพิจารณาจากอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงที่ทำการศึกษพบว่าในสวนมะพร้าว น้ำหอม มีอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ในช่วงที่เหมาะสม จึงไม่มีผลให้เกิดการลดลงของความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอม ตลอดจนระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในช่วงที่ไม่ส่งผลต่อความงอกของละอองเกสร ดังนั้น เมื่อระดับของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตลอดทั้งปีในสวนมะพร้าว น้ำหอม มีค่าใกล้เคียงกัน และอยู่ในช่วงที่เหมาะสม จึงเป็นผลให้ไม่พบค่าความสัมพันธ์ที่ชัดเจนระหว่างอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์กับเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอม ในการศึกษาครั้งนี้ แม้ว่าจากกราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นจะพบว่าเมื่ออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นก็ตาม แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรแต่ละเดือนในรอบปี พบว่ามีความแตกต่างกันนั้น อาจจะเป็นเพราะอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของแต่ละครั้งในการเก็บตัวอย่างในรอบเดือนนั้นมีความแตกต่างกันซึ่งอาจส่งผลต่อความงอกของละอองเกสรในบางเดือนให้แตกต่างไปจากเดือนอื่น ๆ ได้ เช่น ในเดือนธันวาคมและมกราคมที่มีอุณหภูมิเฉลี่ย 25.14 และ 26.61 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 78-80 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยต่ำกว่าเดือนอื่น ๆ จึงอาจเป็นผลให้มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรต่ำกว่าเดือนอื่น ๆ ขณะที่ในเดือนพฤษภาคม

และมิถุนายนเป็นเดือนที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรต่ำที่สุดนั้น อาจจะเป็นผลจากความชื้นสัมพัทธ์ในช่วงดังกล่าวสูงเกินไปจากช่วงที่เหมาะสมเพราะเป็นช่วงของฤดูฝน ขณะที่เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรสูงที่สุด อาจจะเป็นเพราะเป็นช่วงปลายฝนต้นหนาวที่มีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมและเป็นช่วงเวลาใกล้เคียงกับรายงานของกฤษณา และคณะ (2555) ซึ่งพบว่าละอองเกสรในช่วงเดือนตุลาคมมีความงอกมากกว่าเดือนธันวาคม นอกจากนี้ยังเป็นไปได้ว่าการเก็บละอองเกสรและวัดความงอกของละอองเกสรในแต่ละเดือนนั้นเป็นการเก็บเดือนละ 1 ครั้ง ตามรอบการออกจั่นของมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งเป็นได้ว่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในวันที่เก็บละอองเกสรนั้นมีความแตกต่างกันในแต่ละครั้งของการเก็บละอองเกสรจึงอาจส่งผลต่อความงอกของละอองเกสรในครั้งนั้น ๆ เช่น ถ้าวันที่เก็บละอองเกสรนั้นเป็นวันที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าระดับที่เหมาะสมหรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำหรือสูงเกินไปในวันดังกล่าวก็อาจจะส่งผลต่อความงอกของละอองเกสรได้ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของมะพร้าวคือ 20-27 องศาเซลเซียส (Chan and Elevitch, 2006; Tongnueaha *et al.*, 2013)

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอมตามฤดูกาลในการศึกษานี้ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรและเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรระหว่างฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน แต่มีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนแล้วลดลงในฤดูหนาวและเพิ่มขึ้นอีกครั้งในฤดูร้อน แต่ยังมีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำกว่าช่วงฤดูฝน ทั้งนี้จะเป็นไปได้ว่าอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวต่ำกว่าฤดูกาลอื่น ๆ ซึ่งอาจจะส่งผลให้เกิดความงอกของละอองเกสรน้อยลงได้ ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับการวิจัยของภูมิ (2559) และเพ็ญภา และคณะ (2561) ซึ่งรายงานว่เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรของมะพร้าว น้ำหอมมีค่าสูงสุดในช่วงฤดูฝน แต่มีความแตกต่างกับงานของภูมิ (2559) และ เพ็ญภาและคณะ (2561) ซึ่งพบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอมมีค่าต่ำสุดในช่วงฤดูร้อนเมื่อเทียบกับฤดูกาลอื่น ๆ ขณะที่การศึกษานี้พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในฤดูหนาวมีแนวโน้มต่ำกว่าฤดูร้อน แม้ว่าจะไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้อาจจะเนื่องจากความผันแปรของอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวที่แตกต่างกัน โดยอุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวในงานของภูมิ (2559) อยู่ระหว่าง 25-28 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวในงานของเพ็ญภา และคณะ (2561) อยู่ระหว่าง 22-32 องศาเซลเซียส แต่อุณหภูมิในช่วงฤดูหนาวในงานวิจัยนี้อยู่ระหว่าง 25-26 องศาเซลเซียส การที่เปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอมในงานวิจัยนี้มีแนวโน้มต่ำกว่าช่วงฤดูฝนแสดงว่าช่วงฤดูร้อนอาจมีอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมน้อยกว่าช่วงฤดูฝน เช่นเดียวกับในการศึกษาของสุพรรณ และคณะ (2557) ทำการศึกษาผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะละกอพบว่าความงอกของละอองเกสรมะละกามีค่าค่อนข้างต่ำโดยเฉพาะในฤดูร้อน ในการศึกษา

ครั้งนี้พบว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาวไม่มีความต่างกัน แต่ทั้ง 2 ฤดูกาลมีเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและความงอกที่สูงกว่าฤดูร้อน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวถึง อุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นมีผลต่อความมีชีวิต และความงอกของละอองเกสรในพืชหลายชนิด (Sanzol and Herrero, 2001; Kakani *et al.*, 2002; Cross *et al.*, 2003; Prasad and Djanaguiraman, 2011; Kozai *et al.*, 2004) เห็นได้ว่าเมื่อพิจารณาเป็นช่วงฤดูกาลนั้นการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลไม่มีผลต่อความงอกของละอองเกสรมะพร้าว น้ำหอมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งแตกต่างจากความงอกของละอองเกสรในแต่ละช่วงเดือน อาจเป็นได้ว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสร อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในแต่ละฤดูกาลนั้นเป็นค่าเฉลี่ยจากช่วงเวลา 4 เดือนของแต่ละฤดูกาล ซึ่งมีความผันแปรของเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรในแต่ละเดือนของฤดูกาลมาก จึงอาจเป็นผลให้การเปลี่ยนแปลงฤดูกาลไม่แสดงผลต่อความงอกของละอองเกสรอย่างชัดเจน ประกอบกับอุณหภูมิเฉลี่ยและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยเมื่อคำนวณออกมาเป็นค่าของแต่ละฤดูกาลแล้วนั้นมีความใกล้เคียงกัน

จากข้อมูลของสำนักเศรษฐกิจการเกษตร (2554) พบว่าปริมาณผลผลิตมะพร้าวน้ำหอมจะขาดตลาดในช่วงฤดูร้อนของปีซึ่งอยู่ในระหว่างเดือนมีนาคมถึงเมษายน ผลผลิตที่เก็บเกี่ยวในช่วงฤดูร้อนนั้นเป็นผลที่พัฒนามาจากจันทน์ที่ได้รับการผสมเกสรในช่วงปลายฝนต้นหนาว ประมาณเดือนกันยายนถึงตุลาคม การทดลองพบว่าในช่วงดังกล่าวละอองเกสรยังมีความมีชีวิตและความงอกสูง แต่มะพร้าวน้ำหอมยังคงมีปริมาณการติดผลที่น้อย ดังนั้นอาจมีปัจจัยอย่างอื่นเข้ามาเกี่ยวข้องซึ่งส่งผลต่อการผสมเกสรและนำไปสู่ปริมาณผลผลิตที่ลดลง เช่น ปริมาณหรือสมดุลของธาตุอาหาร เป็นต้น เช่น กฤษณา และคณะ (2555) พบว่าจันทน์ที่แตกในช่วงนี้จะมีดอกเพศเมียจำนวนน้อยกว่าช่วงอื่น ๆ ในรอบปีอย่างเห็นได้ชัด (เฉลี่ย 9-10 ดอก) ทำให้จำนวนผลต่อจันทน์ เมื่อเริ่มต้นน้อยกว่าช่วงอื่น และยังมี การหลุดร่วงเช่นเดียวกับฤดูอื่น ทำให้เมื่อถึงระยะเก็บเกี่ยวในเดือนมีนาคมถึงเมษายน จึงมีจำนวนผลต่อจันทน์น้อย งานวิจัยของ Sachs and Hackett (1977) ยังพบว่าปริมาณของไนโตรเจนที่เพิ่มสูงขึ้นในช่วงฤดูฝนทำให้เกิดการกระตุ้นการเจริญทางกิ่งใบมากกว่าการสร้างดอก เช่นเดียวกับในงานวิจัยของ Rideout *et al.*, (1992) และ Raper *et al.*, (1988) ที่ทำการทดลองในยาสูบ พบว่าดอกเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโดยการกระตุ้นของความไม่สมดุลในความสัมพันธ์ระหว่างคาร์โบไฮเดรตและไนโตรเจน ในเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอด ถ้าปริมาณไนโตรเจนสูงจะชะลอการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเจริญส่วนปลายยอดไปเป็นดอก นอกจากนี้จากงานวิจัยของ Thomas and Steven (1999) พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ที่มีผลต่อการแตกของอับละอองเกสร คือเมื่อละอองเกสรได้รับระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงส่งผลให้อับละอองเกสรแตกออกเพื่อปลดปล่อยละอองเกสรช้ากว่าเมื่อเทียบกับในอับละอองเกสรที่ได้รับระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่ต่ำกว่าและมีรายงานของ Mariken *et al.*, (2011) ที่กล่าวว่าเวลาที่ฝนตกมีผลต่อความยากลำบากในการช่วยผสมของแมลงซึ่งอาจทำให้การติดผลเกิดน้อยลง

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในสวนมะพร้าวอยู่ในระดับที่เหมาะสมช่วยป้องกันการลดลงของความงอกของละอองเกสรในช่วงฤดูกาลที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมได้ ดังนั้นการจัดการสวนของเกษตรกรให้สามารถควบคุมระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในสวนให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมตลอดปี โดยอาจลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศให้มากขึ้น ได้แก่ จัดการความชื้นภายใต้ทรงพุ่มให้สม่ำเสมอ มีการให้น้ำที่มีความถี่เพิ่มมากขึ้น อาจจะเป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยลดปัญหาการติดผลน้อยของมะพร้าวน้ำหอมอันเป็นผลจากสภาพแวดล้อมได้

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ และการเปลี่ยนแปลงฤดูกาลต่อเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตและเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม พบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ไม่แสดงความสัมพันธ์ต่อความงอกของละอองเกสรและความมีชีวิตของละอองเกสร อาจจะเนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในแต่ละฤดูกาลระหว่างทำการทดลองอยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อความงอกของละอองเกสรโดยอุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน อยู่ที่ 28.00 26.16 และ 28.84 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยในช่วงฤดูฝน ฤดูหนาวและฤดูร้อนคือ 87.24 81.00 และ 83.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามเดือนกันยายนมีเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอมสูงที่สุดและมีค่าต่ำสุดในเดือนพฤษภาคมและมิถุนายน ทั้งนี้เมื่อพิจารณาในแต่ละช่วงฤดูกาลเปอร์เซ็นต์ความงอกของละอองเกสรมีแนวโน้มสูงสุดในฤดูฝน รองลงมาได้แก่ ฤดูร้อน และฤดูหนาว ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่สนับสนุนงบประมาณวิจัย ตลอดจนเจ้าของสวนมะพร้าวทุกท่านที่ให้ความสะดวกในการเข้าไปดำเนินการวิจัยในสวนมะพร้าวน้ำหอม

เอกสารอ้างอิง

กฤษณา กฤษณพุก วชิรญา อิมสบาย ภาสันต์ ศารทูลทัต ปิยะณัฐ ฝกามาศ ศุภธิดา อับดุลลาการ์ซิม เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์ ราตรี บุญเรืองรอด อุไรวรรณ นิลเพชร วันชาติ นิติพันธ์ และขรรค์ ไทยพงษ์. (2555). การสำรวจข้อมูลเบื้องต้นในการผลิตและปัจจัยที่เกี่ยวข้องของมะพร้าวน้ำหอมเพื่อส่งออก. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม.

- เพ็ญภา ศิริสลุบ ปิยะพงษ์ สอนแก้ว และวรภัทร ลัคนทินวงศ์. (2561). ความงอกของละอองเกสรตัวผู้ของมะพร้าวสายพันธุ์ต้นเดี่ยวผลสีเขียว 3 พันธุ์ในฤดูต่าง ๆ. *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, 49(1)(พิเศษ), 430-433.
- ภูมิ ทองเนื้อห้า. (2559). อิทธิพลของอุณหภูมิต่อความมีชีวิต และความงอกของละอองเกสรมะพร้าวน้ำหอม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- สมพร มณีประสพสุข. (2549). มะพร้าวน้ำหอม การปลูกและการจัดการ. *เคหการเกษตร*, 30(9), 233-236.
- สำนักเศรษฐกิจการเกษตร. (2554). สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ. กรุงเทพฯ: ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุพรรณธร ศรีมาศ กฤษณี เอี่ยมจัต สิริกุล วะสี และเกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์. (2557). ผลของฤดูกาลต่อความมีชีวิตและความงอกของละอองเกสรมะละกอ. *วารสารแก่นเกษตร*, 42(3)(พิเศษ), 174-179.
- Brewbaker, J.L. and Kwack, B.H. (1963). The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *American Journal of Botany*, 50(9), 859-865.
- Chan, E. and Elevitch, C.R. (2006). *Cocos nucifera* (coconut), ver. 2.1. In Elevitch, C.R. (Ed.). *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR)*, Holualoa, Hawaii. Retrieved 1 February 2013, from: <http://www.traditionaltree.org.html>.
- Cross, R.H., McKay, S.A.B., McHughen, A.G. and Bonham-Smith, P.C. (2003). Heat stress effects on reproduction and seed set in *Linum usitatissimum* L. *Plant Cell and Environment*, 26(7), 1013-1020.
- Kakani, V.G., Prasad, P.V.V., Craufurd, P.Q and Wheeler, T.R. (2002). Response of *in vitro* pollen germination and pollen tube growth of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) genotypes to temperature. *Plant Cell and Environment*, 25(12), 1651-1661.
- Kozai, N., Beppu, K., Mochioka, R., Boonprakob, U., Subhadrabandhu, S. and Kataoka, I. (2004). Adverse effects of high temperature on the development of reproductive organs in 'Hakuho' peach trees. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(4), 533-537.
- Mariken, K., Anders, N. and Nils, C.S. (2011). *Potential Effects of Climate Change on Crop Pollination*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, F.A.O.

- Morrison, M.J. and Stewart, D.W. (2002). Heat stress during flowering in summer Brassica. *Crop Science*, 42(3), 797-803.
- Prasad, S.V. and Djanaguiraman, M. (2011). Effect of high temperature stress on pollen viability: role of reactive oxygen species and phospholipids. Department of Agronomy, Kansas State University, Manhattan. Retrieved 1 February 2013, from: <http://a-cs.confex.com/crops/2011am/webprogram/Paper66445.html>.
- Ranasinghe, C.S., Waidyarathna, K.P., Pradeep, A.P.C. and Meneripitiya, M.S.K. (2010). Approach to screen coconut varieties for high temperature tolerance by in-vitro pollen germination. *Cocos*, 19(1), 13-26.
- Raper, C.D.J., Thomas, J.F., Tolley-Henry, L. and Rideout, J.W. (1988). Assessment of an apparent relationship between availability of soluble carbohydrates and reduced nitrogen during floral initiation in tobacco. *Botanical Gazette*, 149(3), 289-294.
- Rideout, J.W., Raper, C.D. and Miner, G.S. (1992). Changes in ratio of soluble sugars and free amino nitrogen in the apical meristem during floral transition of tobacco. *International of Journal Plant Science*, 153(1), 78-88.
- Sachs, R.M. and Hackett, W.P. (1977). Chemical control of flowering. *Acta Horticulturae*, 68, 29-49.
- Sanzol, J. and Herrero, M. (2001). The Effective pollination period in fruit trees. *Scientia Horticulturae*, 90, 1-17.
- Thomas, M.G. and Steven, A.W. (1999). High relative humidity reduces anther dehiscence in apricot peach and almond. *Horticultural Science*, 34(2), 322-325.
- Tongnueaha, P., Krisanapook, K., Thaipong, K. and Pagamas, P. (2013). Effect of temperature on pollen viability and pollen germination in aromatic coconut (*Cocos nucifera* L.). *Agricultural Science Journal*, 44(2)(Suppl.), 69-72. (in Thai)