วารสารเกษตร 16(2) : 158 - 169 (2543)
Journal of Agriculture 16(2) : 158 - 169 (2000)

# ความหนาแน่นต่อหน่วยพื้นที่ของต้นกาแฟอราบิก้าที่เหมาะสม

# Appropiate Plant Density per Unit Area of Arabica Coffee

*นริศ ยิ้มแย้ม*[1]
*Narit yimyam*[1]

**Abstract** : This experiment was trailed to find out appropiate density per unit area of 3 arabica coffee cultivars namely: Caturra, Catimor and Typica. Three levels of density were tested; 400 , 700 and 1,000 trees/rai. A five-year experimental result shows that cultivars and levels of density affected microclimate. Light intensity was inversely proportional to density, on the other hand, soil moisture content at various depths was directly proportional to density. For coffee growth aspcet; Typica especially at 1,000 trees/rai , showed higher average tree height and canopy diameter when compared to other cultivars and diffent densities. Caturra growing at 700 trees/rai had the hightest number of primary branches. Catimor at 700 trees/rai produced the highest leaf area index. When yield component was taken into consideration, it was found that Catimor at 700 trees/rai had the best performance, i.e. the highest fruiting primary branches, number of nodes/ branch, number of fruits/node, and weight of 100 fruits . However, weight of green coffee from 100 frutis was the highest in Typica at 400 trees/rai. Total yield of fruits and green coffee per tree was the highest in Catimor at 700 trees/rai, which were 9,207.3 grams and 1,804.5 grams respectively. Every cultivars at 1,000 tress/rai had the highest production cost, i.e. 55,900 Baht/rai but when considering the turn over, Catimor at 1,000 trees/rai gave the highest income which was 63,134 Baht/rai and Catimor at 700 trees/ rai was slightly lower, 60,446 Baht/rai. Finally, unit cost of investment in 700 trees/rai was the lowest which was 32.14 Bath per 1 kg. green coffee.

[1] ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200
[1] Highland Coffee Research and Development Centre. Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

วารสารเกษตร 16(2) : 158 - 169 (2543)

**บทคัดย่อ :** การเปรียบเทียบความหนาแน่นของต้นกาแฟอราบิก้าที่เหมาะสมต่อหน่วยพื้นที่ โดยใช้พันธุ์กาแฟอราบิก้า 3 สายพันธุ์ คือ แคทูร่า(caturra) คาติมอร์ (catimor) และทิปปิก้า (typica) ทำการปลูกที่ความหนาแน่น 3 ระดับ คือ 400, 700 และ 1,000 ต้นต่อไร่ หลังจากทำการทดลองเป็นเวลา 5 ปี พบว่า การใช้สายพันธุ์และความหนาแน่นที่แตกต่างกัน จะทำให้สภาพแวดล้อมแตกต่างกันออกไป โดยจะทำให้พลังงานแสงที่ต้นกาแฟได้รับความสัมพันธ์ไปในทางตรงกันข้ามกับความหนาแน่นที่สูงขึ้น ส่วนความชื้นของดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ จะมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกันกับความหนาแน่น ในด้านการเจริญเติบโตพบว่า สายพันธุ์ทิปปิก้า โดยเฉพาะที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ จะให้ความสูงของลำต้นและเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มที่เพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีอื่น ๆ ส่วนจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 พบว่าสายพันธุ์แคทูร่า ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จะให้มากที่สุด ในขณะที่สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ จะให้ค่าดัชนีพื้นใบที่มากที่สุด ส่วนขององค์ประกอบของผลผลิต พบว่าสายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จะให้สูงที่สุด ทั้งในด้านของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่ให้ผลผลิต จำนวนข้อต่อกิ่ง ผลต่อข้อ และน้ำหนักสดของกาแฟ 100 ผล แต่น้ำหนักของสารกาแฟที่ได้จาก 100 ผลสดสายพันธุ์ทิปปิก้าที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ จะให้สูงที่สุด ด้านของน้ำหนักผลผลิตสดและสารกาแฟร่วมต่อต้นนั้น พบว่าสายพันธุ์คาร์ติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จะให้มากที่สุดถึง 9,207.3 กรัม และ 1,804.5 กรัมตามลำดับ สำหรับในด้านของต้นทุนและผลตอบแทนในแต่ละกรรมวิธี พบว่า ทุกสายพันธุ์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ จะใช้ต้นทุนสูงที่สุด คือ 55,900 บาทต่อไร่ ส่วนผลตอบแทนสุทธินั้น พบว่าสายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ จะให้ผลตอบแทนสูงสุด คือ 63,134 บาทต่อไร่ รองมาได้แก่ สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ คือ 60,446 บาทต่อไร่ ส่วนต้นทุนในการผลิตต่อหน่วยต่ำที่สุด คือ กรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาร์ติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ คือ 32.14 บาทต่อการผลิตสารกาแฟ 1 กิโลกรัม

**Index words :** ความหนาแน่น กาแฟอราบีก้า เกษตรที่ราบสูง ระยะปลูก
Arabica Coffee, Highland agriculture, Plant density

## คำนำ

กาแฟอราบิก้าโดยธรรมชาติแล้วเป็นพืชที่มีแหล่งกำเนิดภายใต้ร่มเงาของพืชอื่น โดยมีความต้องการความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อ การเจริญเติบโตอยู่ในระดับ 600 $\mu Em^{-2}s^{-1}$ และที่อุณหภูมิเกิน 45 °C ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของใบกาแฟหยุดชะงักอย่างถาวร (Cannell, 1985) และจากรายงานของวรวิทย์ (2531) พบว่าในแปลงกาแฟของสถานีทดลองเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน จังหวัดเชียงใหม่ (สูง 1250 MSL) มีความเข้มแสงในฤดูฝน 1,700 $\mu Em^{-2}s^{-1}$ ฤดูหนาว 1, 400 $\mu Em^{-2}s^{-1}$ และในฤดูร้อนสูงถึง 2000 $\mu Em^{-2}s^{-1}$ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นความเข้มแสงเกินกว่าที่ต้นกาแฟต้องการมาก ซึ่งถ้าเรามีการดูแลรักษาที่ไม่ดีเท่าที่ควรก็จะทำให้ต้นกาแฟทรุดโทรมและตายในที่สุด สำหรับในการแก้ปัญหานี้เราอาจทำได้หลายวิธี เช่น การให้ร่มเงาที่เหมาะสม การใช้สารเคมีบางชนิดและระบบการปลูกชิดเป็นต้น แต่ในงานทดลองครั้งนี้ ทางผู้ทำการทดลองมีความคิดเห็นว่าระบบการปลูกชิดนั้นน่าจะทำให้ต้นกาแฟสามารถเจริญเติบโตได้ดี เพราะว่าการปลูกชิดกันนี้จะทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตที่เกิดร่มเงาซึ่งกันและกัน ทำให้การลดความเข้มแสงที่มากเกินไปและยังทำให้บริเวณของพื้นที่ปลูกนั้นมีความชุ่มชื้นเพิ่มขึ้น ผลที่ตามมาก็น่าจะทำให้ต้นกาแฟมีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงได้ดีขึ้น ในขณะที่พันธุ์และจำนวนต้นกาแฟที่เพิ่มขึ้นต่อหน่วยพื้นที่ในจำนวนที่เหมาะสมก็น่าจะทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

การปลูกและผลิตกาแฟอราบิก้า พงษ์ศักดิ์ และคณะ (2531) ได้กล่าวว่าการปลูกบนที่ลาดชันควรเป็นระยะห่างระหว่างต้น 2 เมตร ระหว่างแถว 2.5 เมตร หรือ 2 x 2 เมตร ในพื้นที่ราบ แต่จากรายงานการดูงานและวิเคราะห์ปัญหาของหมู่บ้านมูเซอร์ปากทาง ซึ่งเป็นแหล่งปลูกกาแฟอราบิก้าใหญ่แห่งหนึ่งของจังหวัดเชียงใหม่ ของกนก (2535) พบว่ามีการปลูกกาแฟอราบิก้าในระยะที่ชิดกว่า คือ 1.5 x 1.5 เมตร ในขณะที่ Browning and Fisher (1976) ทำการทดลองการปลูกกาแฟที่ความหนาแน่นต่างๆ พบว่าแปลงที่มีความหนาแน่นมากจะให้ผลผลิตสูงในช่วง 2 - 3 ปีแรก แต่ต่อมาพบว่าความหนาแน่นที่เหมาะสมที่สุด คือ 5,600 ต้น/เฮกตาร์ (896 ต้นต่อไร่) โดยจะให้ผลผลิตสูงสุด Gatharra and Kiara (1990) รายงานเพิ่มเติมว่าพันธุ์กาแฟที่เตี้ยทนทานต่อโรค (Catimor) ความหนาแน่นที่เหมาะสมควรจะเป็น 5,128 ต้น/เฮกตาร์ (820 ต้นต่อไร่) ซึ่งจะให้ผลผลิตดีที่สุด Wrigley (1988) กำหนดจำนวนต้นกาแฟอราบิก้าต่อพื้นที่ปลูกว่าควรคำนึงถึงผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ การจัดการดูแลรักษา เช่น การใส่ปุ๋ย การป้องกันกำจัดศัตรูพืช การตัดแต่งกิ่ง การเก็บเกี่ยว และการใช้เครื่องจักรกลในการทำงาน ตลอดทั้งยังได้แนะนำความหนาแน่นของต้นที่เหมาะสมในการปลูกกาแฟอราบิก้าไว้ดังนี้ กาแฟอราบิก้าพันธุ์ต้นใหญ่ ควรปลูก 3,000 – 5,000 ต้น/เฮกตาร์ (480-800 ต้นต่อไร่) ส่วนกาแฟอราบิก้าพันธุ์ต้นเตี้ยควรปลูก 5,000 – 7,000 ต้นต่อเฮกตาร์ ( 800-1,120 ต้น/ไร่) ในแต่ละพื้นที่ของโลกมีการพัฒนาการปลูกกาแฟอราบิก้า โดยใช้ความหนาแน่นของต้นพืชปรับเปลี่ยนไปตามความเหมาะสมอยู่เสมอ

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น จะเห็นได้ว่าระบบของการปลูกกาแฟอราบิก้าที่ความหนาแน่นที่เหมาะสมน่าจะมีการศึกษาเพื่อที่จะได้เป็นข้อมูลที่สำคัญที่จะนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรได้ใช้ปลูกและผลิตกาแฟต่อไป

## วิธีการทดลอง

ทำการวิจัยที่สถานีเกษตรที่สูงหนองหอย ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ โดยใช้ระยะเวลาการวิจัย 5 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2537 ถึงกันยายน 2542 โดยใช้ต้นกล้ากาแฟที่มีอายุ 12 เดือน ปลูกในสภาพความหนาแน่นที่ต่างกัน สำหรับการดูแลรักษาทำตามคำแนะนำในหนังสือการปลูก และผลิตกาแฟอราบิก้าบนที่สูง ผลิตโดยศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำการทดลองแบบ 3X3 แฟ็คทอเรียล วางแผนแบบ Randomized Complete Block Design โดยมีพันธุ์กาแฟ 3 สายพันธุ์คือ พันธุ์แคทูร่า ทิปปีก้า และคาติมอร์ โดยปลูกในความหนาแน่นที่ต่างกัน 3 ความหนาแน่นได้แก่ 400, 700 และ 1000 ต้นต่อไร่

การบันทึกข้อมูล ทำการบันทึกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ 1)สภาพแวดล้อมในต้นกาแฟ ได้แก่ พลังงานแสงและความชื้นของดิน 2 )การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ ได้แก่ ความสูง จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม และ ค่าดัชนีพื้นที่ใบ 3)องค์ประกอบผลผลิต และ ผลผลิตของต้นกาแฟ ได้แก่ จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่ให้ผลผลิต จำนวนข้อต่อกิ่ง จำนวนผลต่อข้อ น้ำหนักสดและสารกาแฟจาก 100 ผลสด น้ำหนักผล สดและสารกาแฟของแต่ละต้นและน้ำหนักผลสด และสารกาแฟต่อพื้นที่ 4)ต้นทุนและรายได้ของ การผลิตในแต่ละระบบ

## ผลการทดลอง

### 1. การศึกษาสภาพแวดล้อม

โดยจะทำการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมของกาแฟโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่ต้นกาแฟให้ผลผลิตปีที่ 3 4 และ 5 ของแต่ละกรรมวิธี ด้านของพลังงานแสง ความชื้นของดินในระดับ 0-30 ซม. และ 31-60 ซม. จากระดับผิวดิน (ตารางที่ 1) ซึ่งมี รายละเอียดดังต่อไปนี้

*1.1 พลังงานแสงที่ต้นกาแฟได้รับ*

การวัดพลังงานแสงในทรงพุ่มของต้นกาแฟ โดยวัดที่ความสูงจากระดับผิวดินขึ้นมาประมาณกึ่งกลางของความสูงของต้นกาแฟ ปีละ 3 ครั้ง (ฤดูร้อน ฤดูฝน และ ฤดูหนาว) ในช่วงปีที่ 3-5 และนำมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละ พันธุ์ และแต่ละความหนาแน่น ส่วนพลังงานแสง ที่วัดได้ ของแต่ละกรรมวิธีนั้นพบว่า ในช่วงฤดูร้อนจะอยู่ที่ช่วงระหว่าง 1,990.8-2315.0 $\mu Em^{-2} s^{-1}$ ในช่วง ฤดูฝนจะอยู่ที่ช่วงระหว่าง 547.3 – 1014.8 $\mu Em^{-2} s^{-1}$ และในช่วงฤดูหนาวจะอยู่ในช่วง ระหว่าง 840.0 – 1368.0 $\mu Em^{-2} s^{-1}$

*1.2 ความชื้นของดิน*

ทำการเก็บตัวอย่างดินในช่วงเวลาเดียวกับการวัดพลังงานแสง คือ ฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ที่ความลึกจากระดับผิวดิน 2 ระดับคือ ที่ระดับ 0-30 ซม. และ 31-60 ซม.จากระดับผิวดิน ของทั้ง 3 ปี คือ ปีที่ 3 4 และ 5 และนำมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละฤดู

**Table 1 Effect of plant density on light intensity and soil moisture**

| | Hot season | | | | Rain season | | | | Cold season | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variety | 400 | 700 | 1000 | Mean | 400 | 700 | 1000 | Mean | 400 | 700 | 1000 | Mean |
| | | | | | Light intensity | | | | | | | |
| Caturra | 2315 | 2182 | 1990 | 2162 | 1000 | 797 | 665 | 821 | 1368 | 1092 | 900 | 1120 |
| Catimor | 2291 | 2145 | 2010 | 2149 | 839 | 652 | 547 | 679 | 1292 | 862 | 840 | 999 |
| Typica | 2209 | 2183 | 1984 | 2125 | 1014 | 871 | 896 | 861 | 1316 | 1053 | 847 | 1072 |
| Mean | 2272 | 2174 | 1995 | | 954 | 773 | 636 | | 1325 | 1003 | 863 | |
| | | | | | Soil moisture content (%) at 0-30 cm. depth | | | | | | | |
| Caturra | 14.2 | 19.2 | 19.5 | 17.6 | 70.7 | 72.7 | 75.7 | 73 | 19.5 | 21.7 | 22.5 | 21.2 |
| Catimor | 20.5 | 23 | 26 | 23.1 | 75.2 | 76 | 79.5 | 76.9 | 21.7 | 26 | 27 | 23.8 |
| Typica | 14.7 | 16 | 18.7 | 16.5 | 72.2 | 74.5 | 74 | 73.5 | 22.5 | 23.7 | 23.2 | 24.2 |
| Mean | 16.5 | 19.4 | 21.4 | | 72.7 | 74.4 | 76.4 | | 21.2 | 24.9 | 23.1 | |
| | | | | | Soil moisture content (%) at 31-60 cm. depth | | | | | | | |
| Caturra | 17.2 | 19.5 | 22 | 19.5 | 71 | 73.2 | 74.2 | 72.8 | 35.2 | 36.5 | 38 | 36.5 |
| Catimor | 21.5 | 24.5 | 28.2 | 24.7 | 76 | 82 | 83.7 | 80.5 | 37.7 | 42 | 41.7 | 40.5 |
| Typica | 20 | 22.2 | 24.5 | 22.2 | 72.5 | 74.7 | 76 | 74.4 | 37.5 | 38 | 40.5 | 38.6 |
| Mean | 19.5 | 22 | 24.9 | | 73.1 | 76.6 | 78 | | 36.8 | 38.8 | 40 | |

1/ *Plant density (tree/rai)*

**2. การเจริญเติบโตของต้นกาแฟ**

หลังการทำการทดลองได้ 5 ปี สามารถแสดงผลออกมาได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

**Table 2 Plant growth performance as affected by plant density.**

| Variety | Plants density (tree/rai) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 400 | 700 | 1000 | Mean |
| | Plant height (cm) | | | |
| Caturra | 150.3 | 169.5 | 158.5 | 159.4 b |
| Catimor | 123.9 | 135 | 143.7 | 134.2 c |
| Typica | 188.3 | 181.3 | 224 | 197.9 a |
| Mean | 154.2 b | 161.9 ab | 178.4 a | |
| | no.of primary branches | | | |
| Caturra | 55.7 | 63.2 | 56 | 58.3 |
| Catimor | 44 | 50.1 | 55.1 | 49.7 |
| Typica | 50.3 | 47.4 | 47.2 | 48.3 |
| Mean | 50 | 53.6 | 52.7 | |
| | Canopy diameter (cm) | | | |
| Caturra | 120.8 | 125 | 121.7 | 122.5 b |
| Catimor | 104.4 | 104.6 | 116.1 | 108.4 c |
| Typica | 178 | 162.3 | 157 | 165.8 a |
| Mean | 134.4 | 128.9 | 133.4 | |
| | Leaf area index | | | |
| Caturra | 0.89 | 1.67 | 2.23 | 1.59 c |
| Catimor | 1.44 | 2.71 | 3.72 | 2.63 a |
| Typica | 0.99 | 1.87 | 2.34 | 1.73 b |
| Mean | 1.11 c | 2.08 b | 2.76 a | |

Means within the column or row with different superscript are significantly different at $P<0.05$

*2.1 ความสูงของต้นกาแฟ*

ในด้านความสูงที่เพิ่มขึ้นทั้งในด้านของพันธุ์และความหนาแน่นของต้นต่อพื้นที่ในปีที่ 5 ในด้านพันธุ์จะพบว่าพันธุ์ทิปปิก้าจะให้ความสูงที่เพิ่มขึ้นมากที่สุดคือเพิ่มขึ้น 197.91 ซม. รองลงมาได้แก่พันธุ์แคทูร่าคือ 159.48 ซม. สำหรับในด้านความหนาแน่นนั้นพบว่าที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ จะให้ความสูงที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 175.45 ซม. เมื่อนำเอาความสูงของต้นกาแฟที่เพิ่มขึ้นของแต่ละกรรมวิธีมาทำการเปรียบเทียบกันจะพบว่ากรรมวิธีที่ใช้พันธุ์ทิปปิก้าที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ จะให้ความสูงที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 224.05 ซม. และกรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ จะให้ความสูงที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุดคือ 123.95 ซม.

*2.2 กิ่งแขนงที่ 1 ของต้นกาแฟ*

เมื่อนำเอาจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ของแต่ละกรรมวิธีมาทำการเปรียบเทียบกันพบว่าพันธุ์แคทูร่าที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จะให้สูงสุด คือ 63.23 กิ่ง รองลงมาได้แก่ พันธุ์แคทูร่าที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่และพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ จะให้จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่เพิ่มขึ้นน้อยที่สุด

*2.3 เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มของต้นกาแฟ*

นำเอาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มของต้นกาแฟที่เพิ่มขึ้นของแต่ละวิธีมาทำการเปรียบเทียบกันจะพบว่ากรรมวิธีที่ใช้พันธุ์ทิปปิก้าที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่จะให้มากที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้พันธุ์ทิปปิก้าที่ความหนาแน่น 700

ต้นต่อไร่ และ กรรมวิธีที่ทำให้เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มของต้นเพิ่มน้อยที่สุด ได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ และเมื่อทำการวิเคราะห์การเพิ่มขึ้นของเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มเมื่อทดลองได้ 5 ปี จะพบว่าต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ที่จะให้มากที่สุด คือ พันธุ์ทิปปิก้า คือ 165.80 ซม. ส่วนพันธุ์คาติมอร์ จะให้ค่าการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มน้อยที่สุด

*2.4 ค่าดัชนีพื้นที่ใบ*

เมื่อทำการหาค่าเฉลี่ยของดัชนีพื้นที่ใบจาก 3 ปี (ปีที่ 3 4 และ 5 ) ซึ่งเป็นช่วงที่กาแฟให้ผลผลิตแล้วและเมื่อทำการเปรียบเทียบในแต่ละกรรมวิธี จะพบว่าจะให้ค่าดัชนีพื้นที่ใบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติโดยกรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ให้มากที่สุด คือ 3.72 รองลงมาได้แก่ พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ และพันธุ์แคทูร่าที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่จะให้ค่าต่ำสุดคือ 0.89

**3. องค์ประกอบของผลผลิต**

หลังจากทำการทดลองได้ประมาณ 3 ปี ต้นกาแฟก็จะเริ่มให้ผลผลิต ซึ่งเราสามารถนำผลการทดลองมาเขียนเป็นรายละเอียดขององค์ประกอบของผลผลิตและผลผลิตได้ (ตารางที่ 3 และ 4) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

*3.1 จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่ให้ผลผลิต*

จากการเอาค่าเฉลี่ยของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่ให้ผลผลิตทั้ง 3 ปี (ปี 3, 4 และ 5) มาหาค่าเฉลี่ย จะพบว่าพันธุ์ที่แตกต่างกันจะให้จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่ให้ผลผลิตที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะเดียวกันก็จะมีปฏิกิริยาร่วมกับการใช้ความหนาแน่นที่แตกต่างกันด้วย โดยพบว่ากรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จะให้จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด คือ 36.78 กิ่งต่อต้น และรองลงมาได้แก่ พันธุ์คาติมอร์ ที่ใช้ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ และ 400 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

*3.2 จำนวนข้อต่อกิ่งแขนงที่ 1*

ขณะเดียวกันเมื่อนำเอาค่าเฉลี่ยจำนวนข้อต่อกิ่งแขนงที่ 1 ของทั้ง 3 ปี มาทำการเฉลี่ยกัน จะพบว่า ในพันธุ์ที่แตกต่างกันจะให้จำนวนข้อต่อกิ่งแขนงที่ 1 ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพันธุ์ที่จะให้ค่ามากที่สุดได้แก่ พันธุ์คาติมอร์ คือ 10.55 ข้อต่อกิ่ง และ พันธุ์ยังมีปฏิกิริยาร่วมกับความหนาแน่นในการทำให้จำนวนข้อต่อกิ่งแขนงที่ 1 แตกต่างกันด้วย โดยการใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จะให้ค่าของจำนวนข้อต่อกิ่งแขนงที่ 1 มากที่สุด คือ 11.06 ข้อต่อกิ่ง รองลงมาได้แก่ การใช้พันธุ์คาติมอร์ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ และ 1,000 ต้นต่อไร่ คือ 10.58 และ 10.57 ข้อต่อกิ่ง ตามลำดับ

*3.3 จำนวนผลกาแฟต่อข้อ*

เมื่อนำเอาค่าเฉลี่ยของจำนวนผลกาแฟต่อข้อของทั้ง 3 ปีมาทำการหาค่าเฉลี่ย พบว่าทั้งพันธุ์และความหนาแน่นที่แตกต่างกันจะให้จำนวนผลต่อข้อที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะเดียวกันทั้งพันธุ์ และความหนาแน่นยังมีปฏิกิริยาร่วมในการส่งผลให้ต้นกาแฟให้จำนวนผลต่อข้อต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างกรรมวิธีจะพบว่า กรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จะให้จำนวนผลต่อข้อมากที่สุด คือ 15.78 ผล รองลงมาได้แก่ พันธุ์คาติมอร์ 400 ต้นต่อไร่ และ

พันธุ์คาติมอร์ 1,000 ต้นต่อไร่ ตามลำดับ

*3.4 น้ำหนักผลสด 100 ผล*

เมื่อนำเอาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสด 100 ผล ของทั้ง3ปีมาทำการเปรียบเทียบกันจะพบว่าทั้งพันธุ์ ความหนาแน่น และปฏิกิริยาร่วมของพันธุ์และความหนาแน่น จะส่งผลทำให้แต่ละกรรมวิธีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่จะให้น้ำหนักผลสด 100 ผล มากที่สุด คือ พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ รองลงมาได้แก่ พันธุ์ทิปปิก้าที่ความหนาแน่น 400 ต้น/ไร่ และพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้น/ไร่ คือ 160.42 กรัม และ 158.92 กรัม ตามลำดับ

*3.5 น้ำหนักสารกาแฟจากผลสด*

ส่วนเมื่อนำเอาค่าน้ำหนักสารกาแฟจากผลสด 100 ผลของทั้ง 3 ปีมาเฉลี่ยกันพบว่า ทั้งพันธุ์ ความหนาแน่น และปฏิกิริยาของพันธุ์และความหนาแน่น จะส่งผลให้ น้ำหนักของสารกาแฟแต่ละกรรมวิธีมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใช้พันธุ์ทิปปิก้าความหนาแน่น 400 ต้น/ไร่ จะให้ค่าน้ำหนักสารกาแฟจากผลสด 100 ผล มากที่สุดคือ 33.59 กรัม รองลงมาได้แก่ พันธุ์แคทูร่าที่ความหนาแน่น 400 ต้น/ไร่ และพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่ ตามลำดับ

*3.6 น้ำหนักผลกาแฟสดต่อต้น*

ในขณะที่เมื่อนำเอาน้ำหนักเฉลี่ยของผลกาแฟต่อต้นของทั้ง3ปีมารวมกันพบว่าทั้งพันธุ์และความหนาแน่นที่แตกต่างกันจะส่งผลให้ต้นกาแฟให้น้ำหนักผลกาแฟสดต่อต้นต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในขณะเดียวกันพันธุ์กับความหนาแน่นยังมีปฏิกริยาร่วมกันในการทำให้น้ำหนักของผลผลิตต่อต้นแตกต่างกันทางสถิติด้วย ส่วนเมื่อนำเอาแต่ละกรรมวิธีมาเปรียบเทียบกันจะพบว่ากรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จะให้ผลผลิตต่อต้นสูงสุดคือ 9,207.3 กรัม รองลงมาได้แก่ พันธุ์คาติมอร์ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ และ 1,000 ต้นต่อไร่ คือ 7,915 กรัม และ 7,770.8 กรัม ตามลำดับ

*3.7 น้ำหนักสารกาแฟต่อต้น*

เมื่อนำเอาผลกาแฟสดจากแต่ละต้นมาทำการหาน้ำหนักสารกาแฟต่อต้นของทั้ง 3 ปี รวมกัน (ปีที่ 3 4 และ 5) พบว่าสารกาแฟที่ได้จะมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จะให้ผลผลิตที่สูงคือ 1,804.5 กรัมต่อต้น รองลงมาได้แก่ พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 400 ต้น/ไร่ และพันธุ์ทิปปิก้าที่ความหนาแน่น 1,000 ต้น/ไร่ จะให้ค่าของกาแฟน้อยที่สุดคือ 853.75 กรัมต่อต้น

*3.8 ผลผลิตกาแฟต่อไร่*

จากการคำนวนหาค่าของผลผลิตต่อไร่ เมื่อรวมทั้ง 3 ปี (ปีที่3 4 และ 5) เข้าด้วยกันโดยแยกออกเป็นน้ำหนักผลสดต่อไร่ และสารกาแฟต่อไร่ พบว่าในส่วนของน้ำหนักผลสดต่อไร่ เมื่อทำการเปรียบเทียบโดยพบว่าพันธุ์คาติมอร์จะให้ผลผลิต สูงสุดซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับพันธุ์อื่น จะให้สูงถึง 5,793.9 กิโลกรัมต่อไร่ ในขณะที่พันธุ์แคทูร่าให้เพียง 3,179.8 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนด้านความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่จะให้สูงสุดคือ 5,360.1 กิโลกรัม/ไร่ และเมื่อทำการเปรียบเทียบโดยกรรมวิธี จะพบว่า มีความแตกต่างกันของน้ำหนักผลกาแฟสดที่ให้โดยพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้น/ไร่ จะให้สูงสุด คือ 7,770.8 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมาได้แก่พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่ คือ 6,445.1 กิโลกรัม/ไร่ ส่วนพันธุ์แคทูร่าที่ความหนาแน่น 400 ต้น/ไร่ จะให้ผลผลิตต่ำสุดคือ 1,811.6 กิโลกรัม/ไร่

สำหรับสารกาแฟที่ได้ต่อไร่จะพบว่ามีความสัมพันธ์กับจำนวนผลสดต่อไร่คือทั้งพันธุ์

และความหนาแน่นที่ต่างกันจะให้จำนวนของสารกาแฟต่อไร่ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และเมื่อเปรียบเทียบโดยกรรมวิธีก็จะพบว่ากรรมวิธีที่ใช้ พันธุ์คาติมอร์ ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้น/ไร่ จะให้ผลผลิตสูงสุดคือ 1,488.8 กิโลกรัม/ไร่ รองลงมาได้แก่พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่ ส่วนที่ให้น้อยที่สุดได้แก่ พันธุ์แคทูร่า ที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ตามลำดับ

**Table 3** Yield component in various experimental treatments.

| Variety | Plants density (trees/rai) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 400 | 700 | 1000 | Mean |
| | no. of fruiting branches | | | |
| Caturra | 32.25 | 36.5 | 35.25 | 36.67 b |
| Catimor | 42 | 41.5 | 35.75 | 39.75 a |
| Typica | 37.75 | 36.25 | 36 | 36.67 b |
| Mean | 38.33 | 38.08 | 35.67 | |
| | no. of nodes per branch | | | |
| Caturra | 14 | 14.18 | 13.08 | 13.75 a |
| Catimor | 12.33 | 13.25 | 13.4 | 12.99 ab |
| Typica | 13.33 | 11.48 | 11.58 | 12.13 b |
| Mean | 13.22 | 12.97 | 12.68 | |
| | no. of cherrys per node | | | |
| Caturra | 10.6 | 10 | 11.2 | 10.63 b |
| Catimor | 15.93 | 17 | 12.73 | 15.22 a |
| Typica | 9.63 | 7.7 | 7.6 | 8.31 c |
| Mean | 12.05 | 11.6 | 10.51 | |
| | 100 fresh cherry weight (g) | | | |
| Caturra | 133.25 | 154.5 | 137.5 | 141.75 b |
| Catimor | 155.75 | 163.75 | 154 | 157.83 a |
| Typica | 164.5 | 158.25 | 154 | 158.95 a |
| Mean | 151.17 b | 158.83 a | 148.50 b | |
| | Green coffee weight from 100 fresh cherry (g) | | | |
| Caturra | 32.25 | 33.5 | 30.5 | 32.08 |
| Catimor | 32 | 32.5 | 30.25 | 31.58 |
| Typica | 33.5 | 32 | 31 | 32.17 |
| Mean | 32.58 a | 32.67 a | 30.58 b | |

Means within the column or row with different superscript are significantly different at P<0.05

**4. ต้นทุนและรายรับของการผลิตกาแฟ**

สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุน และรายได้ของการผลิตกาแฟแต่ละระบบ แสดงไว้ในตารางที่ 4 ซึ่งจะพบว่าที่ความหนาแน่น 1,000 ต้น/ไร่ จะให้ค่าของต้นทุนสูงที่สุดคือ 55,906 บาทต่อไร่ ส่วนต้นทุนการผลิตต่อหน่วยของสารกาแฟพบว่ากรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติอร์ ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่ จะใช้ต้นทุนการผลิตต่ำสุด คือ 32.14 บาทต่อกิโลกรัมสารกาแฟ ส่วนรายได้สุทธิกรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่จะให้สูงที่สุด คือ 63,134 บาทต่อไร่ รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่ คือ 60,446 บาทต่อไร่

**Table 4** Three years yield of coffee in various experimental treatments.

| Variety | Plants density (trees/rai) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 400 | 700 | 1000 | Mean |
| | Fresh cherry weight per tree (g) | | | |
| Caturra | 4529 | 5033 | 4204 | 4588 b |
| Catimor | 7915 | 9207 | 7770 | 8297 a |
| Typica | 5281 | 4685 | 4105 | 4690 b |
| Mean | 5908 b | 6308 a | 5360 c | |
| | Green coffee weight per tree (g) | | | |
| Caturra | 1038 | 1123 | 908 | 1023 b |
| Catimor | 1598 | 1804 | 1488 | 1629 a |
| Typica | 1105 | 972 | 853 | 977 b |
| Mean | 1246 a | 1300 a | 1083 b | |
| | Fresh cherry weight per rai (kg) | | | |
| Caturra | 1811 | 3523 | 4204 | 3179 b |
| Catimor | 3166 | 6445 | 7770 | 5793 a |
| Typica | 2112 | 3279 | 4105 | 3165 b |
| Mean | 2363 c | 4416 b | 5360 a | |
| | Green coffee weight per rai (kg) | | | |
| Caturra | 415.3 | 786.6 | 908.5 | 703.4 b |
| Catimor | 638.1 | 1263.1 | 1488.5 | 1130.0 a |
| Typica | 442 | 680.9 | 853.8 | 658.8 c |
| Mean | 498.4 c | 910.2 b | 1088.7 a | |

Means within the column or row with different superscript are significantly different at P<0.05

## วิจารณ์ผลการทดลอง

### การศึกษาสภาพแวดล้อม

ในด้านการศึกษาสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งพลังงานแสง และความชื้นในดิน ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ โดยธรรมชาติแล้วกาแฟเป็นพืชที่มีความต้องการความเข้มแสงในการเจริญเติบโตที่เหมาะสม คืออยู่ประมาณที่ 600 $\mu Em^{-2} s^{-1}$ (Cannell , 1985) แต่ถ้าได้รับแสงสูงกว่านี้จะทำให้ต้นกาแฟเริ่มมีการสังเคราะห์ลดลง (Ramal *et al.*, 1997) เนื่องจากพลังงานแสงที่สูงเกินไปจะไปทำให้ปริมาณของคลอโรฟิลล์รวมลดลง (Akunda and Kumar, 1979) จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากาแฟที่ปลูกที่ความหนาแน่น 700 และ 1,000 ต้น/ไร่ จะทำให้ต้นกาแฟได้รับพลังงานแสงที่เหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน ซึ่งจะทำให้ต้นกาแฟมีการเจริญเติบโตที่รวดเร็วและพลังงานแสงนี้ ยังมีผลกระทบต่อความชื้นในดินของสภาพปลูกที่ความหนาแน่นต่างๆ ด้วย พบว่ากาแฟทุกสายพันธุ์ที่ใช้ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ จะมีค่าเฉลี่ยของความชื้นในดินทั้งในระดับ 0-30 ซม. และ 31-60 ซม. จากระดับพื้นดินต่ำมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูร้อนจะเหลือค่าเฉลี่ยเพียง 16.50 % และ 19.58 % ตามลำดับ และฤดูหนาว จะมีค่าเฉลี่ยเพียง 21.25 % และ 36.83 % ตามลำดับ ขณะเดียวกันกาแฟทุกสายพันธุ์ที่ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น จะทำให้ความชื้นในดินสูงขึ้นด้วย ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตทางต้นและผลผลิตด้วย

### ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นกาแฟ

ต้นกาแฟปกติทั่วไป จะมีวงจรการเจริญเติบโตในรอบปี คือ เจริญเติบโตช้าในฤดูหนาวและฤดูร้อน เมื่อเริ่มเข้าฤดูฝนจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วพร้อมทั้งมีการแตกใบอ่อน (Browning and Fisher, 1979) จากผลการทดลองจะพบว่า กรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์ ทิปปิก้าทุกความหนาแน่นจะมีการเจริญเติบโตทั้งด้านอัตราความสูงที่เพิ่มขึ้นและอัตราเส้นผ่าศูนย์กลางของทรงพุ่มเพิ่มขึ้นมากที่สุดซึ่งเกิดจากการที่พันธุ์ทิปปิก้ามีลักษณะประจำพันธุ์ เป็นพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตที่เร็ว มีข้อห่าง ต้นสูง (อักษร และพงษ์ศักดิ์, 2537) ส่วนอัตราการเพิ่มของกิ่งแขนงที่ 1 จะพบว่าค่าเฉลี่ยในทุกๆ ความหนาแน่นจะไม่แตกต่างกัน สำหรับในด้านของดัชนีพื้นที่ใบจะพบว่า ในกรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์คาติมอร์จะพบว่า มีค่าสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ โดยเฉพาะที่ความหนาแน่นที่สูงขึ้น (ที่ 700 และ 1,000 ต้น/ไร่) เกิดจากการที่พันธุ์คาติมอร์จะมีลักษณะที่ทนทานต่อโรคราสนิมได้ดีกว่าพันธุ์แคทูร่า และ ทิปปิก้า (อักษร และพงษ์ศักดิ์, 2537) จึงทำให้เกิด การร่วงหล่นของใบในพันธุ์คาติมอร์ต่ำ ส่งผลทำให้ค่าของพื้นที่ใบโดยรวมและค่าดัชนีพื้นที่ใบสูงเป็นเหตุให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงที่ดีขึ้น และมีอัตราการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่สูงกว่า สอดคล้องกับรายงาน Cannell(1971) ที่รายงานว่าดัชนีพื้นที่ใบของกาแฟที่เหมาะสมควรอยู่ที่ 6 ซึ่งจะเป็นค่าที่มีอัตราการสร้างผลผลิตที่สูงที่สุด

**ผลกระทบต่อองค์ประกอบของผลผลิตและผลผลิต**

มีรายงานผลการทดลองจำนวนมากที่พบว่าการเพิ่มความหนาแน่น หรือจำนวนต้นกาแฟต่อพื้นที่ปลูกจะทำให้ผลผลิตสูงขึ้น แต่ต้องไม่เพิ่มความหนาแน่นจนมากเกินไป จากผลการทดลองครั้งนี้พบว่า กรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่จะให้องค์ประกอบของผลผลิตสูงที่สุดทั้งด้านของ จำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่ให้ผลผลิต จำนวนผลต่อข้อ และน้ำหนักผลกาแฟสด 100 ผล ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการที่มีพื้นที่ใบมากและดัชนีพื้นที่ใบสูง ขณะที่กรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ กับมีองค์ประกอบของผลผลิตต่ำ อาจเนื่องมาจากการที่มีการปลูกชิดกันมากเกินไปทำให้ต้นกาแฟมีการแก่งแย่งกันในเรื่องของธาตุอาหาร น้ำ และคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบในการสังเคราะห์แสงของพืช สังเกตได้จากการที่เมื่อต้นกาแฟมีอายุมากขึ้นจะเริ่มมีการเบียดซ้อนกันของกิ่งในระหว่างต้นมากขึ้น

สำหรับในด้านของผลผลิต เมื่อนำเอาค่าเฉลี่ยของผลผลิตทั้ง 3 ปีมารวมกัน จะพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่ จะให้ผลผลิตสดและสารกาแฟต่อต้นสูงที่สุด คือ 9,207.3 กรัมและ 1,804.5 กรัม ตามลำดับ รองลงมาได้แก่สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 400 ต้น/ไร่ ซึ่งจะสอดคล้องกับงานทดลองหลายการทดลอง เช่น การทดลองหาความหนาแน่นของต้นที่เหมาะสมของการปลูกกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์คาติมอร์ พบว่าใช้ความหนาแน่น 711 ต้น/ไร่ เหมาะสมที่สุด (Srunioasam, 1989) และ Gatharra and Kiara (1990) พบความหนาแน่นที่เหมาะสม คือ 820 ต้น/ไร่ แต่เมื่อนำผลผลิตมาคิดต่อไร่จะพบว่า กรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่จะให้สูงที่สุดทั้งผลผลิตและสารกาแฟ

**ต้นทุนและรายรับของการผลิตกาแฟ**

สำหรับต้นทุนในแต่ละสายพันธุ์ที่มีการจัดการที่เหมือนกัน แต่ปลูกที่ความหนาแน่นต่างกันจะพบว่ามีต้นทุนที่แตกต่างกันออกไป จากการทดลองพบว่าที่ความหนาแน่น 1,000 ต้น/ไร่ จะใช้ต้นทุน รวม 5 ปี สูงที่สุด คือ 55,906 บาทต่อไร่ ส่วนรายรับจะพบว่าในแต่ละกรรมวิธีจะให้ค่าของผลตอบแทนที่แตกต่างกัน โดยจะเห็นได้ว่าในกลุ่มที่ใช้สายพันธุ์คาติมอร์จะให้ผลตอบแทนที่มากกว่า แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่าเมื่อคิดถึงผลกำไร พบว่ากรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ และ 1,000 ต้นต่อไร่ จะให้ผลกำไรที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ถ้าเปรียบเทียบวิธีการจัดการจะพบว่าที่ 1,000 ต้นต่อไร่จะต้องใช้ต้นทุนที่สูงกว่า และอนาคตต่อไปเมื่อที่ต้นกาแฟจะมีอายุมากขึ้น น่าจะเกิดการแย่งอาหารและปัจจัยอื่น ๆ มากขึ้น มีการจัดการที่ยากขึ้นและจะทำให้ผลผลิตลดได้ ส่วนในเมื่อทำการเปรียบเทียบเฉพาะสายพันธุ์เคทูร่า พบว่าความหนาแน่นที่เหมาะสมควรเป็น 700 ต้น/ไร่ และในสายพันธุ์ทิปปิก้าควรเป็น 400 ต้น/ไร่ จึงจะเหมาะสม

**Table 5** Cost and profit from coffee in various experimental treatments.

| | Caturra | | | Typica | | | Catimor | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 400 | 700 | 1000 | 400 | 700 | 1000 | 400 | 700 | 1000 |
| Total cost (Baht) | 23,221 | 40,594 | 55,906 | 23,221 | 40,594 | 55,906 | 23,221 | 10,594 | 55,906 |
| Green coffee weight (kg) | 415 | 489 | 908 | 638 | 1263 | 1488 | 442 | 680 | 853 |
| Cost per 1 kg. of green coffee (Baht) | 55.95 | 51.65 | 61.57 | 36.4 | 32.14 | 37.57 | 52.54 | 56.7 | 65.54 |
| Glass income | 33,200 | 62,880 | 72,640 | 51,040 | 101,040 | 119,040 | 35,360 | 54,400 | 68,240 |
| Porfit | 9,979 | 22,286 | 16,734 | 27,819 | 60,446 | 63,134 | 12,139 | 13,806 | 12,334 |

## สรุปผลการทดลอง

1. ผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม

การที่ปลูกกาแฟอราบีก้าโดยการใช้พันธุ์และความหนาแน่นที่แตกต่างกันออกไป ทำให้สภาพแวดล้อมแตกต่างกันออกไปทั้งในด้านของพลังงานแสงที่ต้นกาแฟได้รับ และความชื้นในดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ จากการทดลองพบว่ากรรมวิธี ที่ใช้ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่ และ 1,000 ต้น/ไร่ จะให้พลังงานแสงที่ต้นกาแฟได้รับเหมาะสมที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูฝน นอกจากนั้นยังมีผลต่อความชื้นในดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูร้อนที่ความลึก 0-30 ซม. จากระดับผิวดินกรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์แคทูร่าที่ 400 ต้น/ไร่ จะมีค่าต่ำที่สุด

2. ผลกระทบต่อการเจริญเติบโตทางต้น

ในด้านของความสูงของลำต้นที่เพิ่มขึ้น พบว่าต้นกาแฟสายพันธุ์ทิปปิก้า โดยเฉพาะที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ จะมีการเพิ่มขึ้นมากกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ และเช่นเดียวกันขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่มก็จะมีแนวโน้มเหมือนกัน แต่สำหรับการเพิ่มขึ้นของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 จะพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์แคทูร่าที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ จะให้มากที่สุด ในขณะที่ค่าของดัชนีพื้นที่ใบของกรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้น/ไร่ จะให้สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่

3. ผลกระทบต่อองค์ประกอบของผลผลิตและผลผลิตของกาแฟ

จากผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์คาร์ติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่ จะให้องค์ประกอบของผลผลิตสูงที่สุดกว่าทุกกรรมวิธีทั้งในด้านของจำนวนกิ่งแขนงที่ 1 ที่ให้ผลผลิตต่อต้น จำนวนข้อที่ให้ผลต่อกิ่ง จำนวนผลต่อข้อและน้ำหนักของผลสด 100 ผล แต่ในด้านของน้ำหนักสารกาแฟจาก 100 ผลสด กรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์ทิปปิกก้าที่ความหนาแน่น 400 ต้นต่อไร่ จะให้สูงที่สุด รองลงมาได้แก่ กรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์แคทูร่าที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่

การปลูกกาแฟที่ใช้พันธุ์และความหนาแน่นต่างกันจะให้ผลผลิตต่อต้น และผลผลิตต่อไร่ต่างกัน โดยผลผลิตต่อต้นพบว่ากรรมวิธีที่ใช้พันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่จะให้สูงที่สุดทั้งด้านของน้ำหนักผลสดและน้ำหนักของสารกาแฟ ในขณะที่การเปรียบเทียบผลผลิตต่อไร่ กรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น

1,000 ต้น/ไร่ จะให้น้ำหนักผลสดและน้ำหนักของสารกาแฟสูงที่สุด รองลงมาได้แก่กรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่

**4. ต้นทุนและรายรับจากการผลิต**

ในการทดลองครั้งนี้จะทำการเปรียบเทียบต้นทุนการผลิต รายรับที่ได้จากการขายกาแฟ และกำไรต่อไร่ของแต่ละกรรมวิธีพบว่า ในด้านของต้นทุนการปลูกกาแฟทุกพันธุ์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้น/ไร่จะใช้สูงที่สุด รองมาได้แก่ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่ ส่วนรายรับนั้นพบว่าการใช้สายพันธุ์คาติมอร์ ความหนาแน่น 1,000 ต้น/ไร่ จะให้ผลตอบแทนสูงที่สุดรองมาได้แก่สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้นต่อไร่ ต่ำสุดคือสายพันธุ์แคทูร่าที่ความหนาแน่น 400 ต้น/ไร่ สำหรับกำไรสุทธิจะพบว่ากรรมวิธีที่ใช้สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 1,000 ต้นต่อไร่ จะให้สูงที่สุด รองลงมาได้แก่สายพันธุ์คาติมอร์ที่ความหนาแน่น 700 ต้น/ไร่

## เอกสารอ้างอิง


กนก ฤกษ์เกษม. 2535. รายงานการสำรวจการปลูกและการผลิตกาแฟอราบิก้าเบื้องต้นของหมู่บ้านมูซอปากทาง อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่. 20 หน้า.

พงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์ สุนันท์ ละอองศรี และธีรภัทร สันติเมธินีดล. 2531. จากผึ่นสู่กาแฟ. โรงพิมพ์คารารัตน์. เชียงใหม่. หน้า 69.

วรวิทย์ ประภาวิทย์. 2531. การศึกษาพฤติกรรมของปากใบในสภาพแวดล้อมต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาพืชสวน. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 68 หน้า.

อักษร เสกธีระ และพงษ์ศักดิ์ อังกสิทธิ์. 2537. การปลูกและผลิตกาแฟอราบีก้าบนที่สูง. ศูนย์วิจัยและพัฒนากาแฟบนที่สูง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 215 หน้า.

Akunda , E.M.W. and D. Kumar. 1979. Effect of leaf water potential on leaf growth. Ann.Rep.Ruiru. 1978/1979.

Browning G. and N. M. Fisher. 1976. High density coffee : Yield results for the first cycle from systematic Plant spacing designs. Kenya Coffee. 41(483) : 209-217.

Browning, G. and N. M. Fisher. 1979. Shoot growth in *Coffea arabica* L. II growth flushing stimulated by irrigation J. Hotr Sci. 50 : 207-218

Cannell, M. G. R. 1971. Seasonal pattens of growth and development of arabica coffee in Kenya.Part III Changes in the photosynthetic capacity of the trees. Kenya Coffee 36 : 68-74.

Cannell, M. G. R. 1985. Physiology of the Coffee Crop.In M.N. Clifford and K.C. Willson (eds.). Coffee : Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. AVI Pub. Comp. Inc. Inc. Connecticut.

Gatharra, M. P. H. and J. M. Kiara. 1990. Density and fertilizer requirement of the compact and disease resistant arabica coffee. Kenya Coffee, 55(646) : 907-910.

Ramalbo, J. C., T. I. Pons, H.W. Groeneveld and M. A. Nunes. 1997. Photosynthetic responses of coffee arabica leaves to a shortterm high light exposure in relation to N avaibility . Physiol. Plant. 101 (1) : 229-239

Wrigley, G. 1988. Coffee. John Wiley and Sons Inc., New York. 630 p.