| | |
|---|---|
| Thesis Title | Sugarcane Response to Plant Density Using a Fan Design |
| Author | Mr. Pradya Nasuriwong |
| M.S. | Agriculture (Agricultural Systems) |

Examining Committee:

| | |
|---|---|
| Assist. Prof. Dr. Attachai Jintrawet | Chairman |
| Assist. Prof. Dr. Soonthorn Buranawiriyakul | Member |
| Assist. Prof. Dr. Sakda Jongkaewwattana | Member |
| Dr. Preecha Prammanee | Member |


**ABSTRACT**

A study of sugarcane response to plant density by using a fan design was conducted in Mae Hia Research and Training Station of the Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Mae Hia Sub-district, Muang District, Chiang Mai Province. The objectives of this study were to establish the relationship between plant densities and growth and development processes of sugarcane, and to determine the optimum plant density for optimal growth and development as well as yield of sugarcane. The experimental design was a split-plot design, arranged in a Randomized Complete Block Design (RCBD) and three replications. Two sugarcane varieties were the main plot and 12 different plant densities were the sub plots. Two selected sugarcane varieties namely, K84-200 and U-Thong 2 were planted in a systematic design, with 12 plant densities ranging from 0.32 to 3.23 plant $m^{-2}$, or 3.33 to 0.33 $m^2$ $plant^{-1}$, respectively. The sugarcane was planted on January 25, 1996.

The investigation revealed that during the early growth stage (1-120 days after planting), biological yields of both sugarcane varieties responded to plant densities similarly. However after that stage, U-Thong 2 had significantly higher biological yields

than K84-200 ($p<0.05$), especially during the vegetative growth stage (150-229 days after planting). Plant density was a dominant factor influencing biological yields. After 120 days after planting, plant densities exhibited a strong influence on stalk fresh weight, and total dried weight which include stem dried weight, leaf blade dried weight, leaf sheath dried weight in both sugarcane varieties. These biological yields increased with plant density increased ($p<0.01$), due to increase in stalk number per unit area. The biological yields reached their maximum weight in the high plant density treatments (2.13 to 3.23 plant $m^{-2}$) in both varieties. The response of these state variables to plant densities can be captured in a series of quadratic growth curves.

The investigation also revealed that in both varieties, plant densities had influenced on growth components include crop growth rate, leaf area index, tiller number per square meter, plant height and stem diameter, especially during the later growth stages. During 180-229 days after planting, U-Thong 2 had significantly higher leaf area index than K84-200 ($p<0.05$), and had significantly higher tiller number per square meter than K84-200 ($p<0.01$). At all growth stages, plant height responded similarly to plant densities for both sugarcane varieties. At harvest, U-Thong 2 had smaller stem diameter than K84-200 ($p<0.01$).

Plant density was a dominant factor influencing sugarcane growth components. However, during the early growth stage (1-120 days after planting), plant densities did not affect growth components, but significantly influenced these components thereafter, especially in the high plant density treatments. Crop growth rate in both varieties increased with plant density. Leaf area index in both varieties was found to be increased with increasing plant density ($p<0.01$). Tiller number per square meter in both varieties were also increased with plant density ($p<0.01$). The maximum crop growth rate, leaf area index, and tiller number per square meter were also observed at the high plant density treatments (2.13 to 3.23 plant $m^{-2}$) in both varieties. During the vegetative growth stage (194-229 days after planting), plant height in both varieties increased with plant density

($p<0.01$), due to their competition for sunlight. At harvest, stem diameter decreased as plant density increased ($p<0.01$). The response of these growth components to plant densities can be captured in a series of quadratic growth curves.

The results shown that plant densities had minor effects on juice quality (commercial cane sugar (CCS), %Brix, %Polarity, and %Fiber) of both cane varieties. These values had high variation during the early stages (194 days after planting). After both varieties reached the stable stalk population stage (more than 229 days after planting), CCS values and its components had a tendency to decrease when plant density increased. Juice purity in both varieties were increased with cane age but decreased slightly when plant density increased. In term of sugar yields, it was found that reducing sugars in both varieties decreased with cane age and did not showed obvious response to plant density. Sugar yield per unit area was increased with time and plant density. The maximum sugar yield per unit area was observed at the high plant density treatments (2.13 to 3.23 plant $m^{-2}$) in both varieties. Therefore, it can be concluded that the high plant density treatments provide the highest biological yields and sugar yield in both varieties. The optimal plant density for sugarcane production ranged from 2.13 to 3.23 plant $m^{-2}$.

This research findings may benefit cane growers and sugar industry in Thailand in a number of ways. It offers an alternative to growers to improve their sugarcane production, by adjusting sugarcane plant density and row spacing, especially where the average sugarcane yield was poor and growing area was limited. Increase plant density may be the best option to improve sugarcane yields, over 40%. However, changing plant density or reducing row spacing posts another potential problem to mechanized-sugarcane farming. Growers should consider additional costs of cane sett, cultural practices, and labor for harvesting, each deserves further investigation.

| | |
|---|---|
| ชื่อวิทยานิพนธ์ | การตอบสนองของอ้อยต่อความหนาแน่นโดยใช้การทดลองรูปพัด |
| ชื่อผู้เขียน | นายปรัชญา นาสุริวงศ์ |
| วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต | เกษตรศาสตร์ (เกษตรศาสตร์เชิงระบบ) |

คณะกรรมการตรวจสอบวิทยานิพนธ์ :

| | |
|---|---|
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรถชัย จินตะเวช | ประธานกรรมการ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุนทร บูรณวิริยะกุล | กรรมการ |
| ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา | กรรมการ |
| ดร. ปรีชา พราหมณีย์ | กรรมการ |

## บทคัดย่อ

การศึกษาการตอบสนองของอ้อยที่มีต่อความหนาแน่น โดยใช้รูปแบบการทดลองแบบพัด ได้ดำเนินการทดลองที่ สถานีวิจัยและฝึกอบรมการเกษตรแม่เหียะ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ต.แม่เหียะ อ. เมือง จ. เชียงใหม่ จุดประสงค์ของการทดลอง คือเพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของอ้อย, และเพื่อหาความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของอ้อย โดยวางแผนการทดลองแบบ Split plot มี 3 ซ้ำ ประกอบด้วย พันธุ์อ้อยสองพันธุ์ (เค84-200, และอู่ทอง 2) คือ main plot ซึ่งปลูกโดยวางแผนแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และความหนาแน่น (ระหว่าง 0.32 ถึง 3.23 ต้นต่อตรม. หรือ 0.33 ถึง 3.33 ตรมต่อต้น.) คือ sub plot การทดลองได้เริ่มดำเนินการ เมื่อวันที่ 25 มกราคม 2539

ผลการทดลองปรากฏว่า ในระยะแรกของการเจริญเติบโต (1-120วันหลังปลูก) ผลผลิตทางชีวภาพในอ้อยทั้งสองพันธุ์มีการตอบสนองที่คล้ายคลึงกันต่อความหนาแน่น อย่างไรก็ตามหลังจากระยะดังกล่าว อ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 มีการผลผลิตทางชีวภาพมากกว่าอ้อยพันธุ์เค84-200 ($p<0.05$) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงการเจริญทางลำต้น (150-229 วันหลังปลูก) ความหนาแน่นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อผลผลิตชีวภาพในระยะหลังจาก 120 วันหลังปลูก ความหนาแน่นเริ่มมีผลต่อ น้ำหนักลำสดและน้ำหนักแห้ง อาทิเช่น

น้ำหนักต้นแห้ง, น้ำหนักใบแห้ง, และน้ำหนักกาบใบแห้งในอ้อยทั้งสองพันธุ์ ผลผลิตทางชีวภาพเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ($p<0.01$) เพราะว่ามีการเพิ่มขึ้นของจำนวนลำต่อพื้นที่ ผลผลิตสูงสุดอยู่ในช่วงความหนาแน่นสูง (2.13-3.23 ต้นต่อตารางเมตร)ในอ้อยทั้งสองพันธุ์ ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตทางชีวภาพและความหนาแน่นสามารถอธิบายโดยสมการแสดงการเจริญเติบโตแบบ quadratic

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าทั้งพันธุ์และความหนาแน่นมีอิทธิพลต่อองค์ประกอบการเจริญเติบโต อาทิเช่น อัตราการเจริญเติบโต, ค่าดัชนีพื้นที่ใบ, จำนวนหน่อต่อตารางเมตร, และความสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะหลังของการเจริญเติบโต เมื่ออ้อยมีอายุระหว่าง 180-229 วัน อ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 มีค่าดัชนีพื้นที่ใบมากกว่าอ้อยพันธุ์เค84-200 ($p<0.05$), และมีจำนวนหน่อต่อตารางเมตรมากกว่าอ้อยพันธุ์เค84-200 ($p<0.01$) ในทุกระยะของการเจริญเติบโตความสูงในอ้อยทั้งสองพันธุ์มีการตอบสนองที่คล้ายคลึงกันต่อความหนาแน่น และพบว่าในระยะเก็บเกี่ยวอ้อยพันธุ์อู่ทอง 2 มีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นที่เล็กกว่าอ้อยพันธุ์เค84-200 ($p<0.01$)

ความหนาแน่นเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของการเจริญเติบโต ในระยะแรกของการเจริญเติบโต (1-120 วันหลังปลูก) ความหนาแน่นมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อองค์ประกอบดังกล่าว อย่างไรก็ตามในระยะ 120 หลังปลูกพบว่าความหนาแน่นเริ่มมีผลต่อค่าเหล่านี้อย่างชัดเจน ($p<0.01$) โดยพบว่าอัตราการเจริญเติบโตในอ้อยทั้งสองพันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีพื้นที่ใบในอ้อยทั้งสองพันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ($p<0.01$) จำนวนหน่อต่อตารางเมตรในอ้อยทั้งสองพันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ($p<0.01$) เช่นกัน อัตราการเจริญเติบโต, ค่าดัชนีพื้นที่ใบ, และจำนวนหน่อต่อตารางเมตรที่สูงสุดจะพบในช่วงความหนาแน่นสูง (2.13-3.23 ต้นต่อตารางเมตร)ในอ้อยทั้งสองพันธุ์ ในระยะการเจริญทางลำต้น (194-229 วันหลังปลูก) พบว่าความสูงในอ้อยทั้งสองพันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ($p<0.01$) เนื่องด้วยมีการแก่งแย่งแข่งขันกันในการนำแสงอาทิตย์มาใช้ในการสังเคราะห์แสง และในระยะเก็บเกี่ยวพบว่าความหนาแน่นมีผลกระทบต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นโดยค่าดังกล่าวลดลงเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ($p<0.01$) ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบการเจริญเติบโตและความหนาแน่นสามารถอธิบายโดยสมการแสดงการเจริญเติบโตแบบ quadratic

ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ความหนาแน่นมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อปริมาณน้ำตาลและคุณภาพน้ำอ้อย อาทิเช่น ค่าซีซีเอส, ค่าบริกซ์, ค่าโพลาริตี้, และปริมาณไฟเบอร์ในอ้อยทั้งสองพันธุ์ ค่าดังกล่าวมีการแปรปรวนสูงในระยะแรกของการพัฒนาการ (194 วันหลังปลูก) หลังจากอ้อยทั้งสองพันธุ์มีการเจริญเติบโตถึงระยะที่มีจำนวนหน่อคงที่ (มากกว่า 229 วันหลังปลูก) ค่าซีซีเอสและค่าองค์ประกอบมีแนวโน้มลดลงเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ความบริสุทธิ์ของน้ำอ้อยในอ้อยทั้งสองพันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่ออ้อยมีอายุมากขึ้นแต่มีแนวโน้มลดลงเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ในส่วนของผลผลิตน้ำตาลพบว่า Reducing sugar ในอ้อยทั้งสอง

พันธุ์ลดลงเมื่ออ้อยมีอายุมากขึ้นและความหนาแน่นมีผลกระทบไม่ชัดเจนในค่าดังกล่าวในทุกระยะของการเจริญเติบโต ผลผลิตน้ำตาลต่อพื้นที่ในอ้อยทั้งสองพันธุ์เพิ่มขึ้นเมื่ออ้อยมีอายุมากขึ้นและเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นเพิ่มขึ้น อ้อยทั้งสองพันธุ์จะมีปริมาณผลผลิตน้ำตาลต่อพื้นที่สูงสุดอยู่ในช่วงความหนาแน่นสูง (2.13-3.23 ต้นต่อตารางเมตร) ดังนั้นสรุปได้ว่าการเพิ่มความหนาแน่นทำให้ปริมาณผลผลิตและผลผลิตน้ำตาลต่อพื้นที่สูงขึ้น ความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการผลิตอ้อยควรจะอยู่ในช่วง 2.13 - 3.23 ต้นต่อตารางเมตร

ผลการวิจัยนี้มีความสำคัญยิ่งต่อการผลิตอ้อยและอุตสาหกรรมน้ำตาลของประเทศ ซึ่งอาจเป็นอีกทางเลือกสำหรับเกษตรกรในการปรับปรุงผลผลิตอ้อยโดยการปรับความหนาแน่นหรือระยะของแถวปลูก ในขณะที่ผลผลิตของอ้อยในประเทศยังต่ำและพื้นที่ปลูกอ้อยถูกจำกัด การเพิ่มผลผลิตอ้อยต่อพื้นที่โดยการเพิ่มความหนาแน่นจะเป็นแนวทางสำคัญที่จะเพิ่มผลผลิตของอ้อยให้สูงขึ้นได้ถึง 40% อย่างไรก็ตามการเพิ่มความหนาแน่นหรือลดระยะแถวปลูกทำให้ศักยภาพการผลิตมีปัญหาได้สำหรับการใช้เครื่องจักรกลในการทำไร่อ้อย ผู้ปลูกควรพิจารณาถึงการเพิ่มขึ้นของต้นทุน อาทิเช่นท่อนพันธุ์, การจัดการ, แรงงานในการเก็บเกี่ยว ซึ่งสิ่งเหล่านี้ต้องการการศึกษาหาแนวทางต่อไปในอนาคต

## LIST OF ABBREVIATIONS

**CCS** = Commercial Cane Sugar

**CGR** = Crop Growth Rate

**DAP** = Days After Planting

**HI** = Harvest Index

**LAI** = Leaf Area Index

**LBDW** = Leaf Blade Dried Weight

**LSDW** = Leaf Sheath Dried Weight

**PAR** = Photosynthetically Active Radiation

**PD** = Plant Density

**PH** = Plant Height

**SDi** = Stem Diameter

**SDW** = Stem Dried Weight

**SFW** = Stalk Fresh Weight

**TDW** = Total Dried Weight

**TN** = Tiller Number

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University