

มูลนิธิโครงการหลวง
รายงานผลสรุปโครงการวิจัยที่ 3040 3345

การคัดเลือกพันธุ์แคคตัสสำหรับการปลูกเลี้ยงบนที่สูง
Selection of Cacti for Highland Cultivation

ที่ปรึกษาโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร. อติสร กระแสชัย

คณะทำงาน

- | | | |
|-----------------|--------------|-------------------------------------|
| 1. นายธีรพล | พรสวัสดิ์ชัย | หัวหน้าโครงการ ¹ |
| 2. นางยุวดี | दानอนันต์ | เจ้าหน้าที่วิจัยไม้ดอก ² |
| 3. นางสาวพรพิมล | ไชยมาลา | เจ้าหน้าที่วิจัยไม้ดอก ² |

Project Consultant

Associated Professor Dr. Adisorn Krasaechai

Research Personnel

- | | | |
|-------------------|----------------|---------------------------------|
| 1. Mr. Theeraphon | Phornsawatchai | Head of Project ¹ |
| 2. Mrs. Yuwadee | Dana-nun | Research Assistant ² |
| 3. Miss Pornpimon | Chimala | Research Assistant ² |

¹ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Institute for Science and Technology Research and Development, Chiang Mai University

² สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์

Inthanon Research station, Chiang Mai

คำนำ

โครงการวิจัยการคัดเลือกพันธุ์แคคตัสสำหรับการปลูกเลี้ยงบนที่สูงนี้ ได้รับงบประมาณสนับสนุนการวิจัยจากมูลนิธิโครงการหลวง โดยได้ทำการศึกษาวิจัยเบื้องต้น และทำการคัดเลือกพันธุ์ต้นแคคตัส โดยให้ความหลากหลายสายพันธุ์ เพื่อให้ตอบสนองต่อนโยบายการเปิดศูนย์ฯ หรือสถานีวิจัยฯ ของโครงการหลวงให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวที่ให้ความรู้ทางพฤกษศาสตร์แก่บุคคลทั่วไป และนักวิชาการ โดยคณะผู้ดำเนินโครงการวิจัยนี้ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. อติสร กระแสชัย ที่ปรึกษาโครงการวิจัย ที่ได้ให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในด้านต่าง ๆ ในการทำวิจัยมาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ คุณลุงทัศน์ และคุณป้าพรทิพย์ วสุธาร ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำและให้ข้อมูลเกี่ยวกับพันธุ์แคคตัสเป็นอย่างดี ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของมูลนิธิโครงการหลวงในทุก ๆ ฝ่ายที่เกี่ยวข้อง ที่ให้ความช่วยเหลือมาตลอดจนกระทั่งโครงการวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์

ธีรพล พรสวัสดิ์ชัย

โครงการหลวง

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยการคัดเลือกพันธุ์แคคตัสสำหรับการปลูกเลี้ยงบนที่สูง ได้ทำการศึกษาโดยสรุป 6 เรื่องซึ่งได้ผลสรุปดังนี้

1) การศึกษาสภาพและวิธีการที่เหมาะสมต่อการเพาะเมล็ดแคคตัสพบว่า ผลของการโรยหินคลุมเมล็ดในระหว่างการเพาะเมล็ดแคคตัสจำนวน 19 สกุล 139 ชนิด รวม 162 สายพันธุ์พบว่า การเพาะเมล็ดโดยไม่มีการโรยหินคลุม เมล็ดงอกได้เร็วและมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการเพาะโดยมีการโรยหินคลุม อย่างไรก็ตามวิธีการโรยหินคลุมเมล็ดช่วยให้อัตราการรอดชีวิตของต้นกล้าสูงขึ้น และช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชต่าง ๆ ในกระถางเพาะได้ดีกว่า

2) การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าแคคตัสบนที่สูงพบว่า ต้นกล้าแคคตัสสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีให้ต้นแคคตัสที่มีคุณภาพสูง โดยมีลักษณะของรูปทรงต้น และหนาม ตรงตามลักษณะประจำพันธุ์ โดยสามารถเจริญเติบโตและได้ออกดอกแล้วเป็นจำนวนถึง 106 สายพันธุ์ นอกจากนี้ยังได้ริเริ่มในการศึกษาการผสมพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมแคคตัสพันธุ์ใหม่ ๆ ทั้งชนิดที่เป็นลูกผสมข้ามชนิด และลูกผสมข้ามสกุล ไว้แล้วทั้งสิ้นกว่า 30 คู่ผสม

3) การศึกษาวัสดุปลูกและการให้อาหารพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* พบว่า การปลูกเลี้ยงด้วยวัสดุปลูกสูตร Cactus1 ซึ่งประกอบด้วย ทราฮายาบ (10) : ถ่านแกลบ(4) : ขุยมะพร้าว(2) : ดินร่วน(2) : ปุ๋ยหมัก(1) ที่ให้อาหารพืชโดยวิธีการให้ปุ๋ยน้ำหรือโดยวิธีใส่ปุ๋ยออสโมโคส มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่ามีความเป็นไปได้ในการปลูกเลี้ยงโดยใช้วัสดุปลูกที่ไม่มีดินเพื่อพัฒนาระบบการปลูกเลี้ยงแคคตัสแบบไฮโดรโปนิกส์ต่อไป

4) การศึกษาวัสดุปลูก และสูตรสารละลายธาตุอาหารพืช ที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงต้นแคคตัสบางชนิดในระบบไฮโดรโปนิกส์พบว่าวัสดุปลูกแบบต่าง ๆ ที่ใช้มีความเหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงที่ใกล้เคียงกัน โดยมีแนวโน้มว่าการใช้พีทมอส และขุยมะพร้าว ที่ไม่มีการผสมทราย เป็นวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิกส์ ส่วนสูตรของสารละลายที่ใช้ทดสอบพบว่าให้ผลแตกต่างกันตามชนิดของแคคตัส โดยพบว่าต้นแคคตัสถังทอง เจริญเติบโตดีขึ้นเมื่อได้รับสารละลายที่มีธาตุไนโตรเจนในปริมาณที่สูงขึ้น และต้นบราซิลแคคตัสก็พบแนวโน้มในลักษณะเช่นเดียวกัน ซึ่งแตกต่างจากต้น *Thelocactus* ซึ่งให้ผลไม่แตกต่างกันในการเจริญเติบโต

5) การศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอก และการเจริญเติบโตของต้นแก้วมังกรในสภาพปลอดเชื้อพบว่า เมล็ดงอกได้เร็วก่อนอาหารสังเคราะห์ที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสต่ำ ขณะที่การเจริญเติบโตของต้นกล้าในระยะต่อมาต้องการปริมาณน้ำตาลที่สูงขึ้น โดยพบว่าต้นกล้าสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดบนอาหารสังเคราะห์ที่มีธาตุอาหารหลักตามสูตร Murashige and Skoog(1962)

ที่เติมน้ำตาล 4 % แต่รากสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอาหารที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารต่ำ ๆ และการเติมน้ำตาลช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของราก

6) การศึกษาวิธีการเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ของต้นแคคตัสบางชนิดพบว่า สามารถเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ไว้ให้ชีวิตได้นานอย่างน้อย 20 สัปดาห์ในสภาพแห้งที่อุณหภูมิห้อง และมีแนวโน้มว่าสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานขึ้นในสภาพแห้งที่อุณหภูมิต่ำ และในน้ำยา acetone ที่อุณหภูมิเยือกแข็ง



Abstract

The research project for the selection of cacti for highland cultivation had been studying for 3 experiments as follow :

1) Effect of gravel covering on cacti seed sowing consisting of 19 genera, 139 species, totally 162 varieties was studied. It was found that non gravel-covered method gave rise to quicker seed germination and higher percentage than gravel-covered method. However, the gravel-covered method gave higher survival percentage of seedling and more effective in controlling weed growth than non gravel-covered method.

2) Growth and development of cacti seedlings cultivated on highland was studied. It was found that the cacti seedlings could be successfully growing and gave high quality plant with a true-to-variety characteristics and also flowering for 106 varieties. Furthermore, there was initiated study for cacti breeding program including with interspecific and intergeneric crossing totally than 30 hybrids.

3) The topic to find the suitable growing media and fertilization for the cultivation of *Ariocarpus* seedlings was conducted. It was found out that the seedlings were best grown on Cactus1 media comprising of coarse sand(10) : rice husk charcoal(4) : coconut coir(2) : loam(2) : fermented organic matter(1) together with liquid fertilizer or with slow released fertilizer. In addition to the above result, there was a possibility to grow in loam-less compost for further development of cacti culturing on the hydroponics system.

4) The experiment to find the suitable media compositions and nutrient solutions for hydroponic growing as substrate culture method was studies. It was found that the various types of media compositions could be approach to use for cultivation but the media comprising with peat moss or coconut coir without adding of coarse sand gave best growth. However, the nutrient solutions gave different result including with cacti species. The golden barrel cactus and *Brasilicactus* were gave better growth in higher nitrogen level but the *Thelocactus* were non responding on nitrogen levels.

5) *In vitro* seed germination and development of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) was studied. It was found out that seeds were rapidly germinated on low sucrose concentration medium, whereas high sucrose level was needed for seedlings growth. The

final result was shown that an artificial medium comprising of Murashige and Skoog(1962) macro elements + 4% sucrose gave the best growth of seedlings. However, it was also found out that roots were well grown in a medium having low concentration of macro elements and also high level of sucrose concentration.

6) Pollen preservation of some cacti species was studied. It was found out that pollen could survive for at least 20 weeks in a low humidity condition at room temperature. The result demonstrated that the pollen viability could be prolonged under dry condition at low temperature or suspended in acetone solution at deep freeze condition.



สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
วัตถุประสงค์ของโครงการ	5
เป้าหมายของโครงการ	5
การทดลองที่ 1 การศึกษาสภาพและวิธีการที่เหมาะสมต่อการเพาะเมล็ดแคคตัส	6
การทดลองที่ 2 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าแคคตัสบนที่สูง	22
การทดลองที่ 3 วัสดุปลูก และการให้ธาตุอาหารพืช ที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงต้นกล้า ลูกผสม <i>Ariocarpus</i>	71
การทดลองที่ 4 การศึกษาวัสดุปลูกและสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมต่อการ ปลูกเลี้ยงแคคตัสบางชนิดในระบบไฮโดรโพนิคส์	77
การทดลองที่ 5 ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นแก้วมังกร (<i>Hylocereus undatus</i>) ในสภาพปลอดเชื้อ	88
การทดลองที่ 6 การศึกษาวิธีการเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ของต้นแคคตัสบางชนิด	96
เอกสารอ้างอิง	100

บทนำ

แคคตัสจัดเป็นไม้ประดับที่ได้รับความนิยม และมีความน่าสนใจชนิดหนึ่ง ด้วยลักษณะเด่นของต้นแคคตัสซึ่งมีความหลากหลายของทั้งรูปร่างและขนาดของต้น รูปร่างและสีสรรของหนาม ซึ่งแตกต่างไปจากไม้ดอกไม้ประดับชนิดอื่น ๆ อีกทั้งแคคตัสหลายชนิดยังมีรูปร่าง ขนาด และสีสรรของดอกที่สวยงาม และในบางชนิดก็มักกลิ่นหอมน่าประทับใจ ทำให้เราสามารถที่จะเลือกนำมาใช้ประโยชน์ได้ทั้งในลักษณะของการปลูกเลี้ยงเป็นไม้กระถางขนาดต่าง ๆ และการปลูกเลี้ยงเพื่อการประดับสถานที่ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้แคคตัสยังเป็นไม้ประดับที่ปลูกเลี้ยง และดูแลได้ค่อนข้างง่าย มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ อย่างกว้างขวางได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งสามารถทนต่อสภาพแล้งได้เป็นอย่างดี จึงไม่ต้องการการให้น้ำบ่อยนัก และโดยที่แคคตัสเป็นพืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างช้า ๆ ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนกระถางบ่อย จึงไม่ใช้พื้นที่ในการปลูกเลี้ยงมากและไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษา จึงเป็นข้อได้เปรียบกว่าในพืชสวนประดับชนิดอื่น ๆ ทำให้ในปัจจุบันมีผู้สนใจปลูกเลี้ยงแคคตัสกันอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น และยังได้มีการนำเข้ามาแคคตัสพันธุ์ใหม่ ๆ จากต่างประเทศอยู่ตลอดเวลา

มีแคคตัสเป็นจำนวนมากที่มีถิ่นกำเนิดในเขตที่มีอากาศหนาวเย็น ซึ่งต้องการอุณหภูมิในการปลูกเลี้ยงในช่วงที่มีการเจริญเติบโตไม่สูงเกินไปนัก (25-35°C) และต้องการอุณหภูมิในช่วงกลางคืนที่ต่ำ (5-10°C) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูหนาวที่มีการพักตัวในฤดูหนาวเพื่อการสร้างดอก เช่น แคคตัสในสกุล *Rebutia* *Sulcorebutia* *Ariocarpus* *Lobivia* และ *Echinocereus* เป็นต้น (Cullmann et al., 1986) ซึ่งแคคตัสเหล่านี้เป็นกลุ่มที่มีดอกสวยงาม และมีสีสรรสดใสมากมายหลายเฉดสี ทำให้ดึงดูดใจกลุ่มผู้ปลูกเลี้ยงแคคตัสเป็นอย่างมาก แต่เนื่องจากผู้ปลูกเลี้ยงส่วนใหญ่อยู่บนพื้นที่ราบ ซึ่งมีอุณหภูมิไม่ต่ำนักในช่วงฤดูหนาว จึงทำให้แคคตัสเหล่านี้มีระยะพักตัวที่ไม่ชัดเจน และส่งผลให้ดอกออกได้ไม่เต็มที่ หรือไม่ออกดอกเลย ดังนั้นการปลูกเลี้ยงแคคตัสบนที่สูง เช่นพื้นที่ของสถานีวิจัยโครงการอินทนนท์ ซึ่งมีสภาพอากาศที่เหมาะสมกับต้นแคคตัสที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาวกลุ่มนี้ จึงเป็นข้อได้เปรียบกว่าการปลูกเลี้ยงบนพื้นที่ราบทั่วไป

ปัจจุบันนอกจากโครงการหลวงจะมีการส่งเสริมให้เกษตรกรบนที่สูงผลิตไม้ดอกไม้ประดับทั้งในลักษณะของไม้ตัดดอก และไม้กระถางแล้ว โครงการหลวงยังได้ริเริ่มนโยบายที่จะเปิดศูนย์ฯ ต่าง ๆ ของโครงการหลวงเพื่อให้บริการในลักษณะของการท่องเที่ยวอีกด้วย แคคตัสจึงเป็นอีกพืชหนึ่งที่มีศักยภาพ และความพร้อมในการสนับสนุนนโยบายต่าง ๆ ของโครงการหลวงได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถดำเนินการในลักษณะของการเป็นแหล่งรวบรวมพันธุ์แคคตัสที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว เพื่อสนับสนุนนโยบายการเปิดศูนย์ฯ เพื่อการท่องเที่ยวได้เป็นอย่างดี

โครงการวิจัยการคัดเลือกพันธุ์แคตตัสสำหรับการปลูกเลี้ยงบนที่สูงนี้ เป็นโครงการที่มีเป้าหมายในการรวบรวมพันธุ์จากแหล่งพันธุ์ต่าง ๆ ทั้งจากภายในประเทศ และจากต่างประเทศ เพื่อนำมาศึกษาถึงวิธีการปลูกเลี้ยงควบคู่ไปกับการประเมินสายพันธุ์ โดยได้ทำการศึกษา ณ สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ เพื่อหาต้นพันธุ์แคตตัสที่สามารถเจริญเติบโตและออกดอกได้ดี สำหรับใช้ในการดำเนินงานตามนโยบายการเปิดศูนย์ ฯ ต่าง ๆ ของโครงการหลวงในลักษณะของการท่องเที่ยว โดยจัดให้เป็นแหล่งรวบรวมสายพันธุ์แคตตัสที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว รวมถึงแคตตัสบางชนิดที่หายากและใกล้สูญพันธุ์ตามบัญชีการคุ้มครองพันธุ์พืช

แคตตัสแต่ละชนิด/พันธุ์ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ มีถิ่นกำเนิดในสภาพพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันทั้งทางภูมิประเทศและภูมิอากาศ จึงมีความต้องการการปลูกเลี้ยงและการดูแลเอาใจใส่ที่แตกต่างกัน ทำให้มีความจำเป็นต้องทำการศึกษาวิธีการปลูกเลี้ยงที่เหมาะสม เพื่อให้ต้นแคตตัสสามารถเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ซึ่งเกี่ยวข้องกับหลายปัจจัยเช่น วัสดุปลูก ระบบการปลูกเลี้ยง และระบบการให้อาหารพืชอย่างเหมาะสม เป็นต้น

การงอกของเมล็ดเป็นขบวนการเริ่มแรกของการเจริญเติบโต เพื่อให้ได้ต้นพันธุ์แคตตัสที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรม ซึ่งเหมาะสำหรับการนำมาคัดเลือกให้ได้ต้นที่สามารถดำรงชีพในสภาพธรรมชาติของแหล่งปลูกเลี้ยงได้ต่อไป ขบวนการงอกของเมล็ดเป็นขบวนการที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยต่าง ๆ หลายปัจจัยเช่น น้ำ อากาศ และแสงสว่าง เป็นต้น จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาเพื่อหาวิธีการเพาะเมล็ด และสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่เหมาะสม เพื่อให้เป็นฐานข้อมูลเบื้องต้นต่อไป

นอกจากการทำการศึกษาในสภาพโรงเรือนแล้ว การศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการงอก และการเจริญเติบโตเพื่อทำการขยายพันธุ์ในสภาพตลอดแก้ว ยังเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพในการขยายพันธุ์ต้นแคตตัสได้เป็นอย่างดี

แคตตัสหลายชนิดมีดอกที่สวยงามและมีสีสันทึบที่สะดุดตาเป็นอย่างมาก การผสมเกสรตัวเองเพื่อดำรงพันธุ์ไว้ รวมถึงการผสมเกสรข้ามเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ เป็นวิธีการเหมาะสมที่ทำให้ได้เมล็ดพันธุ์เต็มและเมล็ดพันธุ์ลูกผสม ซึ่งคาดหวังว่าจะได้รวบรวมลักษณะที่ดีตามต้องการมาไว้ในต้นลูกผสม แต่เนื่องจากแคตตัสหลายชนิดไม่สามารถผสมเกสรบนต้นเดียวกันได้ หรือมีความสำเร็จของการผสมบนต้นเดียวกันต่ำ และแต่ละต้นยังมีช่วงการบานของดอกที่แตกต่างกัน ทำให้ยากต่อการผสมเกสรข้ามต้นเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์แท้และเมล็ดพันธุ์ลูกผสม การศึกษาถึงวิธีการเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้เพื่อใช้ในการผสมพันธุ์ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งซึ่งมีความสำคัญต่องานรวบรวมพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์แคตตัสของมูลนิธิโครงการหลวงให้ดำเนินการได้ต่อไป

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แคคตัส (Cactus) มีชื่อเรียกในภาษาไทยว่า กระบองเพชร หรือตะบองเพชร โดยเรียกกันตามลักษณะของต้นและหนาม (วชิรพงศ์, 2540) แคคตัสเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ และเป็นไม้ยืนต้น จัดอยู่ในวงศ์ Cactaceae ซึ่งมีมากกว่า 2,500 ชนิด ใน 150 สกุล (Slaba, 1992)

แคคตัสเป็นพืชพื้นเมืองที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกา มีการกระจายพันธุ์ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ $56^{\circ} 15'$ เหนือ ถึงเส้นรุ้งที่ 50° ใต้ ซึ่งมีลักษณะภูมิประเทศ และภูมิอากาศแตกต่างกันอย่างกว้างขวาง เช่น บางชนิดขึ้นอยู่ตามแถบชายฝั่งทะเล บริเวณทุ่งหญ้า ในป่าที่มีความชื้นสูง ที่ความสูงตั้งแต่ระดับน้ำทะเล ไปจนถึงที่ซึ่งมีความสูงกว่า 4,500 เมตรบนเทือกเขา Andes ได้แก่ ต้นแคคตัสชนิด *Austrocyllindropuntia floccosa* หรือบริเวณที่มีอากาศหนาวเย็น ไปจนถึงบริเวณที่มีอากาศร้อน และแห้งแล้งในทะเลทราย และสามารถเจริญเติบโตได้บนดินซึ่งอุดมสมบูรณ์ ไปจนถึงตามซอกหิน อย่างไรก็ตามต้นแคคตัสแต่ละชนิดย่อมเจริญเติบโตได้ดี ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่แตกต่างกันออกไป (วชิรพงศ์, 2540; Anderson, 2001)

แคคตัสที่อยู่ในสภาพปลูกเลี้ยงส่วนมากสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงฤดูร้อน ซึ่งมีอุณหภูมิในช่วงวันที่มีแสงแดดแจ่มใสอยู่ระหว่าง $25-35^{\circ}\text{C}$ และมีอุณหภูมิในช่วงเวลากลางคืนอยู่ระหว่าง $10-17^{\circ}\text{C}$ ส่วนในช่วงที่มีการพักตัวในฤดูหนาวจะต้องการอุณหภูมิในช่วงเวลากลางวันประมาณ $8-15^{\circ}\text{C}$ และลดลงเหลือประมาณ 5°C ในเวลากลางคืน ยกเว้นแคคตัสที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนที่ไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิที่ต่ำกว่า 15°C เช่นสกุล *Melocactus* และ *Ferocactus* เป็นต้น อย่างไรก็ตามต้นแคคตัสที่มีถิ่นกำเนิดในเขตที่มีอากาศหนาวเย็นเช่นบนที่ราบสูงแถบเทือกเขา Andes ในทวีปอเมริกาใต้ ในเขตหนาวของประเทศเม็กซิโก และแถบอเมริกาเหนือ สามารถปลูกเลี้ยงได้ดีในที่ ๆ มีอุณหภูมิไม่สูงกว่า 35°C และต้องการ อุณหภูมิในช่วงกลางคืนที่ต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูหนาวที่มีการพักตัวในฤดูหนาวเพื่อการสร้างดอก เช่นจากการศึกษาในต้นแคคตัสชนิด *Notocactus tabularis* *N. scopa* *Mammillaria zeilmanniana* *M. bocasana* *M. longicoma* *Rebutia marsoneri* *R. krainziana* *R. minuscula* var. *violaciflora* *Gymnocalycium baldianum* และ *Echinopsis aurea* พบว่าต้องการอุณหภูมิที่ต่ำประมาณ 10°C หรือต่ำกว่าเล็กน้อย เป็นเวลา 40-70 วัน ในการสร้างดอก โดยมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาของการได้รับอุณหภูมิที่ต่ำนี้กับจำนวนดอกที่เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้กลุ่มของแคคตัสที่ต้องการอุณหภูมิที่ต่ำมากระหว่าง $3-8^{\circ}\text{C}$ ได้แก่ แคคตัสในสกุล *Rebutia* *Sulcorebutia* *Lobivia* *Echinocereus* *Ariocarpus* และ *Gymnocalycium* บางชนิดเช่น *G. gibbosum* และ *G. bruchii* เป็นต้น ส่วนแคคตัสที่ต้องการอุณหภูมิต่ำปานกลางระหว่าง

5-10°C ได้แก่ แคนคัสในสกุล *Coryphantha* *Thelocactus* *Turbinicarpus* *Neoporteria* *Parodia* *Echinofossulocactus* *Cleistocactus* *Notocactus* *Gymnocalycium* *Copiapo* และ *Astrophytum* (ยกเว้น *A. asterias*) เป็นต้น (Cullmann *et al.*, 1986)

แม้ว่าแคนคัสจะเป็นพืชที่ทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี แต่แคนคัสก็เหมือนกับพืชอื่น ๆ ทั่วไป ที่ยังต้องการน้ำ และธาตุอาหารต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโต วัสดุปลูกที่เหมาะสมจึงควรมีธาตุอาหารสมบูรณ์ มีการระบายน้ำได้เป็นอย่างดี และไม่อุ้มน้ำมากนัก ส่วนวิธีการให้น้ำควรรดให้เปียกโชกถึงราก และรดน้ำครั้งต่อไปเมื่อวัสดุปลูกเริ่มแห้ง อย่างไรก็ตาม แคนคัสแต่ละชนิดมักมีความต้องการปริมาณน้ำ และความถี่ของการให้น้ำที่แตกต่างกันออกไป และแตกต่างกันในแต่ละช่วงฤดูกาล นอกจากนี้การเลือกภาชนะปลูก ควรเลือกให้มีขนาดที่เหมาะสมกับขนาดของลำต้น การใช้ภาชนะที่ใหญ่เกินไปจะทำให้ต้นแคนคัสเจริญเติบโตช้าเนื่องจากวัสดุปลูกอุ้มน้ำมากเกินไป ความเหมาะสม (วชิรพงศ์, 2540) ส่วนการให้ปุ๋ย ไม่ควรให้ปุ๋ยที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงเกินไป ($N < 8\%$) จะทำให้ต้นแคนคัสมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่จะอ่อนแอต่อโรค และสภาพแวดล้อม และยังส่งผลให้หนามมีขนาดเล็กลงและมีสีซีด นอกจากนี้การปลูกเลี้ยงให้แคนคัสได้รับความชื้นแสงในปริมาณที่เหมาะสมกับระยะของการเจริญเติบโต จะทำให้ต้นมีการเจริญเติบโตดี รูปทรงต้นเหมาะสม และมีหนามที่สวยงาม ส่วนต้นแคนคัสที่อยู่ในสภาพปลูกเลี้ยงที่ได้รับแสงแดดจัดเกินไปจะทำให้ต้นมีสีเขียวซีดลงดูไม่สมบูรณ์นัก ดังนั้นจึงควรมีการพรางแสงให้แก่ต้นแคนคัสบ้างตามความเหมาะสมซึ่งจะแตกต่างกันออกไปในแคนคัสแต่ละพันธุ์ (Cullmann *et al.*, 1986; Innes and Glass, 1991)

การขยายพันธุ์ต้นแคนคัสสามารถกระทำได้หลายวิธีเช่น 1) *วิธีการเพาะเมล็ด* ซึ่งจะทำให้ได้ต้นที่มีลักษณะที่แตกต่างกันไป และต่างไปจากต้นแม่ ซึ่งอาจจะมียุทธศาสตร์ที่สวยงามขึ้น หรือแยกลงกว่าเดิม เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์ และเหมาะสำหรับการขยายพันธุ์แคนคัสชนิดที่ให้จำนวนหน่อน้อย หรือให้หน่อช้า 2) *วิธีการตัดยอด หรือการแยกหน่อ* ซึ่งเป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่ยังคงได้ต้นที่มีลักษณะเช่นเดียวกับต้นแม่ โดยการตัดยอดเป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการกระตุ้นให้มีการสร้างหน่อใหม่ขึ้น ซึ่งเหมาะสำหรับแคนคัสที่ให้หน่อช้า และน้อย 3) *วิธีการต่อยอด* เป็นวิธีการที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์แคนคัสชนิดที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ นอกจากนี้ยังเป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการเร่งการเจริญเติบโตของต้นพันธุ์ และช่วยเร่งให้ต้นพันธุ์ออกดอกเร็ว และมีจำนวนดอกมากขึ้น (Cullmann *et al.*, 1986) ซึ่งเราสามารถนำวิธีการนี้ร่วมกับวิธีการเพาะเมล็ด และการตัดยอด เพื่อช่วยในการขยายพันธุ์ให้ได้รวดเร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้วิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น ได้มีรายงานถึงความสำเร็จในการนำวิธีการเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อมาประยุกต์เพื่อใช้ขยายพันธุ์ต้นแคนคัสชนิดที่หายาก มีการเจริญเติบโตช้า และขยายพันธุ์โดยวิธีข้างต้นได้ไม่ดีนัก โดย

สามารถทำการขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว และตลอดทั้งปีเช่น Giusti และคณะ(2002) ได้รายงานความสำเร็จในการขยายพันธุ์จากชิ้นส่วนต้นของต้นกล้าที่ได้มาจากการเพาะเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อของแคคตัสที่ใกล้จะสูญพันธุ์ 3 ชนิดคือ *Mammillaria pectinifera* *Escobaria minima* และ *Peleciphora aselliformis* เช่นเดียวกับ Malda และคณะ (1999) ซึ่งได้รายงานความสำเร็จในการขยายพันธุ์ *Coryphantha minima* และ *Obregonia denegrii* จากชิ้นส่วนต้นของ ต้นกล้า เช่นกัน นอกจากนี้ยังสามารถขยายพันธุ์ได้จากส่วนอื่น ๆ อีกเช่น การขยายพันธุ์จากชิ้นส่วนรากของ ต้นอ่อนที่ได้จากการเลี้ยงเนื้หนามจากต้น *Coryphantha elephantidens* ที่ปลูกเลี้ยงในสภาพโรงเรือน (Bhau, 1999)

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อคัดเลือกพันธุ์แคคตัสที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเลี้ยงบนที่สูง รวมถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกเลี้ยง
2. เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการขยายพันธุ์แคคตัส
3. เพื่อศึกษาเบื้องต้นถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการผสมพันธุ์พันธุ์แคคตัส
4. เพื่อรองรับนโยบายของการเปิดศูนย์พัฒนาโครงการหลวงให้เป็นสถานที่ท่องเที่ยว

เป้าหมายของโครงการ

1. สามารถคัดเลือกพันธุ์แคคตัสที่สามารถปลูกเลี้ยงได้บนที่สูง ซึ่งสามารถรองรับนโยบายการเปิดศูนย์พัฒนาโครงการหลวงให้เป็นสถานที่ท่องเที่ยว ที่ให้ความรู้ทางพฤกษศาสตร์ในเชิงความหลากหลายของต้นแคคตัส
2. ได้วิธีการที่เหมาะสมในการปลูกเลี้ยง และการขยายพันธุ์แคคตัส
3. ได้ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับงานผสมพันธุ์แคคตัสเพื่อสร้างลูกผสมพันธุ์ใหม่ต่อไป

การทดลองที่ 1

การศึกษาสภาพและวิธีการที่เหมาะสมต่อการเพาะเมล็ดแคคตัส

วัตถุประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาวิธีการเพาะเมล็ดแคคตัสที่เหมาะสม สำหรับพื้นที่ของสถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์

วิธีการทดลอง

1. วัสดุพันธุ์พืช

เมล็ดพันธุ์แคคตัส ของบริษัท Mesa Garden ประเทศสหรัฐอเมริกา จำนวน 19 สกุล 139 ชนิด รวมทั้งสิ้น 162 สายพันธุ์

2. วัสดุเพาะ และการเตรียม

ใช้วัสดุปลูกสูตร Cactus1 ที่มีส่วนผสมของ ทรายหยาบ(10) : ถ่านแกลบ(4) : ขุยมะพร้าว(2) : ดินร่วน(2) : ปุ๋ยหมัก(1) จากนั้นนำไปผ่านการอบฆ่าเชื้อด้วยวิธีการอบไอน้ำร้อนโดยขั้นตอนมาตรฐานของสถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์

เตรียมกระถางสำหรับเพาะเมล็ดโดยใช้กระถางพลาสติกทรงสูง ขนาด \varnothing 3 นิ้ว สูง 2.5 นิ้ว รองก้นกระถางด้วยถ่านทุบประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อช่วยระบายน้ำ เติมวัสดุปลูกลงไปประมาณครึ่งกระถาง ใส่ปุ๋ยละลายช้า Osmocote สูตร 14-14-14 ประมาณ $\frac{1}{8}$ ช้อนชา แล้วเติมวัสดุปลูกลงไปอีกให้เหลือห่างจากปากกระถาง 1 ซม. นำไปวางบนถาดรองน้ำเพื่อให้น้ำจมนกระทั่งซึมถึงผิวหน้าวัสดุปลูก ก่อนนำไปใช้เพาะเมล็ด

3. วิธีการทดลอง

นับจำนวนเมล็ดเริ่มต้น แล้วนำมาโรยบนผิวหน้าวัสดุปลูกให้กระจายสม่ำเสมอ จากนั้น

กรรมวิธีที่ 1 โรยหินเกล็ด ขนาดประมาณ 3 มิลลิเมตร คลุมเมล็ดบาง ๆ

กรรมวิธีที่ 2 ไม่โรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด

ครอบกระถางเพาะด้วยแก้วพลาสติกใส ขนาด \varnothing 2.7 นิ้ว สูง 3.7 นิ้ว เพื่อช่วยเก็บรักษาความชื้น (ภาพที่ 1) แล้วนำไปวางในโรงเรือนที่พรางแสงลง 50 %

บันทึกอัตราการงอก และควมมีชีวิตรอด บันทึกการเกิดวัชพืชต่าง ๆ เช่น ตะไคร่น้ำ มอส และเฟิน โดยวิธีให้คะแนนซึ่งแบ่งออกเป็น 5 ระดับดังนี้

- | | | |
|---|----------------------|----------------------------|
| 0 | ไม่พบวัชพืช | |
| 1 | พบวัชพืช เจริญเติบโต | 1 - 25 % ของพื้นที่ผิว |
| 2 | พบวัชพืช เจริญเติบโต | 26 - 50 % ของพื้นที่ผิว |
| 3 | พบวัชพืช เจริญเติบโต | 51 - 75 % ของพื้นที่ผิว |
| 4 | พบวัชพืช เจริญเติบโต | มากกว่า 75 % ของพื้นที่ผิว |



ภาพที่ 1 รูปแบบของการเพาะเมล็ดแคคตัส และสภาพการจัดวาง

ผลการทดลอง

การศึกษาวีธีการเพาะเมล็ดแคคตัสจำนวน 19 สกุล 139 ชนิด รวม 162 สายพันธุ์ โดยศึกษาผลของการโรยและไม่โรยหินเกล็ดคลุมภายหลังการหว่านเมล็ดพบว่า เมล็ดพันธุ์ที่ทดสอบสามารถงอกได้ 160 สายพันธุ์ มีเพียง 2 สายพันธุ์ที่ไม่พบการงอกเลยตลอดระยะเวลาที่ทำการทดสอบนาน 78 วัน โดยพบว่าสายพันธุ์ที่ทดสอบส่วนใหญ่ จำนวน 82 สายพันธุ์ มีการงอกของเมล็ดในกรรมวิธีที่เพาะโดยไม่มีการโรยหินคลุม ได้เร็วกว่ากรรมวิธีที่โรยหินเกล็ดคลุม รองลงมาได้แก่กลุ่มที่ไม่มีความแตกต่างของทั้งสองกรรมวิธีซึ่งพบมากถึง 67 สายพันธุ์ และมีเพียง 11 สายพันธุ์ที่พบว่าเมล็ดงอกได้เร็วขึ้นเมื่อโรยหินเกล็ดคลุมภายหลังการหว่านเมล็ด (ตารางที่ 1)

ส่วนเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพบว่า เมล็ดที่เพาะโดยกรรมวิธีไม่โรยหินคลุมมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่สูงกว่าการโรยหิน โดยพบลักษณะเช่นนี้ในแคคตัสที่ทำการทดสอบถึง 104 สายพันธุ์ ส่วนสายพันธุ์ที่มีเปอร์เซ็นต์งอกเมื่อโรยหินคลุมสูงกว่าการไม่โรยหินมีเพียง 43 สายพันธุ์ และอีก 15 สายพันธุ์ไม่พบความแตกต่างของกรรมวิธีที่ใช้เพาะ อย่างไรก็ตามกลับพบว่า แคคตัสที่ทดสอบส่วนใหญ่ มากถึง 86 สายพันธุ์ ต้นกล้ามีอัตราการรอดชีวิตในกรรมวิธีที่โรยหินคลุมเมล็ด มากกว่าในกรรมวิธีที่ไม่โรยหินปกคลุม โดยมีเพียง 50 สายพันธุ์ที่กรรมวิธีไม่โรยหินคลุมยังคงมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงกว่าอยู่ และไม่มี ความแตกต่างกันของกรรมวิธีที่ใช้ทดสอบใน 26 สายพันธุ์ (ตารางที่ 1)

ส่วนการวัดค่าดัชนีปริมาณการเกิดของวัชพืชต่าง ๆ ที่เจริญขึ้นในกระถางเพาะเมล็ดพบว่า กรรมวิธีที่โรยหินปกคลุมเมล็ดส่วนใหญ่มีค่าดัชนีอยู่ที่ระดับ 0 ถึง 1 ขณะที่วิธีการเพาะที่ไม่โรยหินปกคลุมจะพบว่ามีวัชพืชเจริญเติบโตเป็นจำนวนมาก โดยมีค่าดัชนีตั้งแต่ระดับ 0 ถึง 4 โดยมีความเฉลี่ยของทั้งชุดการศึกษาอยู่ที่ระดับ 2 (ตารางที่ 1)

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การเพาะเมล็ดแคคตัสโดยการเปรียบเทียบการโรย และไม่โรยหินคลุมเมล็ด พบว่าสายพันธุ์ส่วนใหญ่ที่ทำการทดสอบสามารถงอกได้เร็ว และมีเปอร์เซ็นต์ความงอกในกรรมวิธีที่ไม่โรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด แต่หลังจากเมล็ดงอกและเจริญขึ้นเป็นต้นกล้าแล้วพบว่า กรรมวิธีที่โรยหินมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นกล้าสูงกว่ากรรมวิธีที่ไม่โรยหิน เนื่องจากมีค่าดัชนีปริมาณของวัชพืชที่ต่ำกว่า ซึ่งปริมาณของวัชพืชที่ขึ้นเจริญในกระถางเพาะนี้ เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากต้นกล้ามีขนาดเล็กและเจริญเติบโตช้ามากในระยะแรก ทำให้ต้นกล้าไม่ได้รับ

แสงเพียงพอต่อการสังเคราะห์แสงเพื่อให้มีการเจริญเติบโตต่อไปได้ โดยจะพบว่าแนวโน้มส่วนมากมีความสัมพันธ์ของค่าดัชนีปริมาณวัชพืชต่อเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตในสัดส่วนที่ผกผันกัน เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่โรยหินคลุม ซึ่งมีค่าดัชนีที่ต่ำกว่าของในแต่ละสายพันธุ์

การโรยหินคลุมเมล็ดนี้ นอกจากจะเป็นวิธีการที่ช่วยควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชต่างๆ แล้ว ยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมความชื้นของวัสดุเพาะให้คงที่ ซึ่งจากข้อมูลเบื้องต้นที่ไม่ได้นำเสนอในครั้งนี้นี้พบว่า การเพาะเมล็ดโดยวิธีโรยหินคลุมในสภาพที่ไม่ใช้แก้วพลาสติกใสครอบกระถางนั้น มีการงอกของเมล็ดสูงกว่าการไม่โรยหิน ซึ่งแตกต่างจากผลการศึกษาในครั้งที่มีแก้วพลาสติกใสครอบกระถาง ทำให้เห็นได้ว่าการเพาะเมล็ดแคคตัส จำเป็นต้องจัดสภาพแวดล้อมให้มีความชื้นที่สม่ำเสมอตลอดเวลาที่ใช้ในการงอกของเมล็ด โดยสามารถทดแทนได้ด้วยการใช้แก้วพลาสติกใสครอบกระถางไว้ ซึ่งยังช่วยให้เมล็ดและต้นกล้าได้รับแสงอย่างพอเพียง ช่วยให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์งอกสูงชันกว่าเมื่อมีหินปกคลุมในสภาพเดียวกัน

แต่เนื่องจากลักษณะของการครอบกระถางด้วยแก้วพลาสติกมีลักษณะของการครอบอยู่ด้านในขอบปากกระถางเพื่อให้มีความสะดวกในการจัดการด้านต่าง ๆ จึงทำให้เชื้อพันธุ์ของวัชพืชต่างๆ ยังสามารถเล็ดลอดเข้าสู่ภายในกระถางได้ ซึ่งต่อไปน่าจะจะได้มีการจัดสภาพแวดล้อมให้สามารถป้องกันวัชพืชในพื้นที่เพาะเมล็ดโดยรวมเพิ่มด้วย เช่น การทำโดมพลาสติกคลุมทั้งโต๊ะเพาะเมล็ดอีกชั้นเพื่อช่วยป้องกันเชื้อพันธุ์ของวัชพืช เป็นต้น โดยยังคงกรรมวิธีการใช้แก้วพลาสติกใสครอบกระถาง และไม่ต้องโรยหินเคล็ดคลุมเมล็ด เพื่อให้เกิดสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการเพาะเมล็ดต้นแคคตัส

การทดลองการทดลอง

ตารางที่ 1 การงอกของเมล็ด เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตรอดของต้นกล้าแคคตัส และค่าดัชนีปริมาณวัชพืช เมื่อเพาะเมล็ดโดยกรรมวิธีต่าง ๆ

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : โรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่โรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Ariocarpus fissuratus</i>	25	41	56	0	1	25	41	60	20	2
<i>Ariocarpus kotschoubeyanus</i> 'elephantidens'	25	41	56	86	1	25	37	56	71	3
<i>Ariocarpus trigonus</i>	12	41	92	73	1	13	41	31	50	3
<i>Discocactus crytallophilus</i>	25	41	28	0	1	25	35	48	0	1
<i>Discocactus horstii</i>	25	41	52	92	1	25	41	52	38	3
<i>Discocactus insignis</i> HU347	10	43	40	0	0	10	41	30	0	2
<i>Discocactus latispinus</i> HU146	50	41	60	57	0	50	41	80	40	1
<i>Discocactus magnimammus</i>	50	41	4	50	1	50	41	6	67	1
<i>Discocactus placentiformis</i>	50	41	44	5	0	50	41	36	0	3
<i>Echinocactus grusonii</i>	250	39	50	2	0	250	39	53	5	1
<i>Echinocactus horzonthalonius</i>	22	41	18	75	1	22	43	36	0	4
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	50	44	80	35	0	50	38	78	28	0
<i>Echinocactus polycephalus</i>	50	38	28	7	1	50	36	62	0	3
<i>Echinocactus texensis</i> 'horse cripler'	50	36	44	5	1	50	36	52	4	1

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : ไรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่ไรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Echinocereus polyacanthus</i> L1581	50	39	52	69	0	50	39	60	47	0
<i>Echinocereus pulchellus</i>	50	41	14	100	0	50	39	16	25	1
<i>Echinocereus reichenbachii</i>	50	38	64	0	1	50	36	54	0	3
<i>Echinocereus rigidissimus rubrispinus</i>	50	39	48	96	0	50	39	56	46	1
<i>Echinocereus rusanthus</i> SB420	25	49	12	0	1	25	43	16	100	1
<i>Echinocereus subinermis</i>	25	44	24	50	0	25	44	12	100	1
<i>Echinocereus viridiflorus</i>	50	38	84	33	0	50	36	98	16	1
<i>Echinomastus erectocentrus</i> SB462	20	41	30	0	1	20	41	20	0	1
<i>Echinomastus dasyacanthus</i> SB1710	50	38	28	93	0	50	38	24	100	2
<i>Echinomastus laui</i>	5	45	40	0	1	5	37	60	0	2
<i>Echinomastus warnockii pallidus</i> SB417	20	40	35	0	0	20	40	35	86	0
<i>Echinomastus durangensis</i> SB46	50	38	80	13	0	50	36	86	35	2
<i>Epithelantha micromeris</i>	50	41	8	100	0	50	41	8	0	1
<i>Epithelantha bokei</i>	25	41	80	5	0	25	39	84	5	1

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : ไรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่ไรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Escobaria tuberculosa</i> v <i>varicolor</i> SB425	50	37	42	5	1	50	37	52	0	3
<i>Gymnocalycium megatae</i>	50	41	58	34	1	50	41	64	22	2
<i>Lobivia acanthoplegma</i>	30	44	67	25	0	30	40	67	25	1
<i>Lobivia acanthoplegma oligotricha</i>	10	44	60	100	0	10	44	20	100	2
<i>Lobivia arachnacantha densiseta</i> R186	30	44	20	100	0	30	38	53	0	0
<i>Lobivia aurea</i>	50	44	40	70	0	50	36	48	63	3
<i>Lobivia aurea dobeana</i>	20	38	10	100	4	20	38	20	75	1
<i>Lobivia aurea fallax</i> R136	50	41	34	94	0	50	39	54	81	2
<i>Lobivia aurea shaferi</i>	50	38	14	86	1	50	36	22	82	3
<i>Lobivia backebergii vivid</i>	50	43	46	35	1	50	43	72	0	4
<i>Lobivia backebergii</i> L154A	20	52	5	100	0	20	44	15	0	3
<i>Lobivia caineana</i>	50	42	62	26	1	50	42	66	12	2
<i>Lobivia cardenasiana</i>	50	38	40	50	1	50	38	70	43	1

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : ไรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่ไรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Lobivia chrysantha</i>	50	40	78	0	0	50	36	56	0	2
<i>Lobivia chrysochete</i> R173	50	42	68	3	1	50	40	78	69	1
<i>Lobivia cinnabarina</i> grandiflora	20	40	90	67	1	20	42	60	0	4
<i>Lobivia densipectinata</i> FR758	10	74	10	100	0	10	ไม่งอก	0	0	3
<i>Lobivia einsteinii</i> aureiflora	33	40	88	34	0	33	42	39	62	1
<i>Lobivia eunanthema</i> KK871	20	40	45	100	1	20	38	50	0	3
<i>Lobivia famatimensis</i>	20	40	5	100	0	20	42	30	67	2
<i>Lobivia ferox</i>	25	42	88	0	1	25	38	92	39	2
<i>Lobivia ferox</i> longispina	25	42	52	100	0	60	38	97	16	1
<i>Lobivia haagei</i> canacruzensis R642	20	44	30	67	0	20	38	45	100	3
<i>Lobivia haagei</i> orurensis MK2639	25	40	28	100	1	25	40	40	80	1
<i>Lobivia haagei</i> violascens FR352	20	44	35	0	0	20	40	55	64	3
<i>Lobivia haematantha</i> stiff	50	40	36	56	1	50	38	62	13	1
<i>Lobivia haematantha</i> amblayensis	50	38	32	88	0	50	38	36	94	1

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : ไรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่ไรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Lobivia haematantha densispina</i>	50	40	40	40	0	50	40	36	56	1
<i>Lobivia haematantha elongata</i> P183	50	38	62	35	1	50	36	72	67	1
<i>Lobivia haematantha elongata</i> P236	30	43	100	20	1	30	39	100	33	2
<i>Lobivia haematantha hualfinensis</i>	50	43	58	90	1	50	39	68	74	1
<i>Lobivia haematantha kuehnrchii</i>	50	39	70	26	0	50	37	88	23	3
<i>Lobivia haematantha rebutioides</i>	50	39	62	39	1	50	37	80	13	1
<i>Lobivia jajoiana</i> R213	25	39	92	43	1	25	39	84	10	4
<i>Lobivia jajoiana nigrostoma</i>	50	39	74	38	1	50	37	98	31	1
<i>Lobivia lateritia</i>	50	39	88	0	0	50	39	58	41	1
<i>Lobivia lateritia kupperiana</i> R673A	50	41	52	31	0	50	41	48	63	1
<i>Lobivia marsoneri</i> L470	50	43	30	20	1	50	41	48	42	3
<i>Lobivia maximiliana</i> J026	10	54	10	100	0	10	44	30	67	1
<i>Lobivia melonea</i>	20	38	45	89	1	20	38	50	100	3
<i>Lobivia mirabunda</i>	20	42	95	47	0	20	42	95	53	1

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์		กรรมวิธีที่ 1 : ไรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่ไรยหินเกล็ด				
		จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Lobivia</i>	<i>schieleana</i> R207	20	40	45	0	2	20	42	70	50	3
<i>Lobivia</i>	<i>schreiteri</i> R170	30	39	77	0	1	30	37	57	35	3
<i>Lobivia</i>	<i>tegeleriana</i> KK570	50	47	24	75	0	50	41	76	32	2
<i>Lobivia</i>	<i>tegeleriana incuiensis</i> KK1702	20	69	5	100	1	20	49	25	0	4
<i>Lobivia</i>	<i>tiegeliana pusilla</i>	50	41	16	25	0	50	41	30	0	1
<i>Mammillaria</i>	<i>albicans</i>	50	43	20	0	1	50	41	28	0	3
<i>Mammillaria</i>	<i>albicoma</i> SB271	50	41	72	28	1	50	41	74	0	3
<i>Mammillaria</i>	<i>berkiana</i>	50	43	28	79	1	50	41	72	42	1
<i>Mammillaria</i>	<i>candida</i>	50	39	70	51	0	50	39	98	63	0
<i>Mammillaria</i>	<i>candida</i> SB280	50	41	80	25	1	50	41	86	2	3
<i>Mammillaria</i>	<i>glassii</i> L1186A	60	41	87	37	1	50	41	48	21	1
<i>Mammillaria</i>	<i>herrerae</i>	50	41	14	14	1	50	41	14	14	3
<i>Mammillaria</i>	<i>herrerae</i> albiflora	25	43	36	89	1	25	39	36	100	4
<i>Mammillaria</i>	<i>humboldtii</i>	25	43	16	100	1	25	37	32	100	4

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : ไรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่ไรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Mammillaria insularis</i>	50	41	94	4	1	50	41	88	7	2
<i>Mammillaria lasiacantha</i>	50	41	46	9	2	50	41	68	29	3
<i>Mammillaria longiflora</i> SB494	50	61	2	0	0	50	49	8	0	0
<i>Mammillaria meridorosei</i>	50	41	92	7	0	50	41	90	2	2
<i>Mammillaria napina</i>	50	41	38	16	1	50	41	36	0	3
<i>Mammillaria pectinifera</i>	10	ไม่งอก	0	0	1	10	ไม่งอก	0	0	3
<i>Mammillaria pennispinsa</i>	50	41	40	0	2	50	41	34	0	3
<i>Mammillaria pilcayensis</i>	50	41	20	0	1	50	41	78	21	2
<i>Mammillaria pilispina</i> SB835	20	45	20	100	1	20	49	10	100	1
<i>Mammillaria pondii</i>	50	41	64	22	0	50	39	54	0	0
<i>Mammillaria poselgeri</i> LH179	50	41	84	12	0	50	41	46	4	1
<i>Mammillaria pseudoperbella</i>	20	41	85	0	0	20	41	70	0	1
<i>Mammillaria rekoii</i>	50	41	56	36	0	50	41	42	29	1
<i>Mammillaria schwarzii</i>	50	45	50	32	1	50	41	88	23	2

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : ไรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่ไรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Mammillaria senilis</i>	50	43	30	0	1	50	41	28	29	3
<i>Mammillaria spinosissima</i> 'super red'	50	41	94	9	0	50	37	96	44	1
<i>Mammillaria spinosissima</i> auricoma	50	41	72	33	0	50	37	70	74	1
<i>Mammillaria zephyranthoides</i> L1196	25	47	16	100	1	25	47	56	79	1
<i>Matucana aureiflora</i> elata KK1315	5	40	40	0	0	5	38	40	50	2
<i>Notocactus herteri</i> FR1387	50	38	78	26	0	50	36	98	20	1
<i>Notocactus roseiflorus</i>	50	44	76	34	0	70	38	94	32	1
<i>Notocactus roseoluteus</i>	50	38	92	54	0	50	34	74	38	1
<i>Notocactus rutilans</i>	50	40	54	89	0	50	38	88	0	0
<i>Notocactus uebelmannianus</i>	50	42	54	33	0	50	42	38	95	0
<i>Oroya peruviana</i>	50	42	66	85	0	50	38	68	59	1
<i>Parodia aureicentra</i>	50	40	100	68	0	50	38	82	46	0
<i>Pelecyphora aselliformis</i>	12	41	17	0	0	13	41	23	0	1
<i>Pelecyphora strobiliformis</i>	25	41	40	80	0	25	37	44	27	2

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : ไรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่ไรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Pyrrhocactus andreaeana</i> L582	10	44	40	100	0	10	44	10	0	1
<i>Pyrrhocactus megliolli</i>	50	36	52	54	0	50	36	60	70	1
<i>Rebutia almeyeri</i>	50	44	44	36	1	50	38	58	21	2
<i>Rebutia aureispina</i> KK1694	50	44	6	67	0	50	38	24	75	1
<i>Rebutia brunescens</i> R480	15	48	7	100	1	15	40	73	55	3
<i>Rebutia buiningiana</i>	50	44	12	100	0	50	42	30	100	1
<i>Rebutia cajasensis</i>	50	42	24	17	1	50	42	20	0	1
<i>Rebutia chrysacantha</i>	50	42	56	36	1	50	40	62	29	2
<i>Rebutia deminuta</i> f.pseudominuscula	50	42	24	83	0	50	42	28	64	2
<i>Rebutia donaldiana</i> L348	20	42	60	0	0	20	42	55	45	1
<i>Rebutia epizanaense</i> KK1923	50	40	38	58	0	50	40	38	58	1
<i>Rebutia escrupula</i> KK1921	10	70	20	100	1	10	46	10	0	2
<i>Rebutia fabrisii</i>	50	62	2	100	0	50	50	8	25	1
<i>Rebutia flavistyla</i>	50	40	30	60	1	50	40	46	100	1

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : ไรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่ไรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Rebutia fulviseta</i>	19	ไม่งอก	0	0	*	19	ไม่งอก	0	0	*
<i>Rebutia graciliflora borealis</i> FR341B	25	40	60	53	0	25	40	32	100	3
<i>Rebutia huarinensis</i> KK1922	50	47	6	0	1	50	41	18	0	3
<i>Rebutia kieslingii</i>	50	63	4	0	1	50	37	22	0	3
<i>Rebutia krainziana</i>	50	42	26	85	1	50	42	44	73	0
<i>Rebutia kupperiana</i> KK597	50	44	10	80	1	50	46	4	0	1
<i>Rebutia lateritia</i> KK1519	50	41	30	93	1	50	43	32	88	2
<i>Rebutia mamillosa australis</i>	50	44	20	50	0	50	44	38	100	1
<i>Rebutia marsoneri</i>	50	48	4	50	0	50	38	18	44	1
<i>Rebutia minuscula violaciflora</i>	25	48	68	82	0	25	48	68	24	0
<i>Rebutia pseudodeminuta</i>	50	48	14	0	0	50	40	42	71	1
<i>Rebutia pseudograessneri</i>	50	41	14	0	1	50	41	28	93	2
<i>Rebutia pulchella</i>	50	46	12	100	0	50	40	34	0	1
<i>Rebutia senilis</i>	50	44	16	100	1	50	44	18	0	1

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : ไรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่ไรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Rebutia senilis kesselringiana</i>	50	44	24	17	1	50	44	46	22	2
<i>Rebutia senilis lilacino-rosea</i>	50	51	10	100	0	50	51	30	0	0
<i>Rebutia wessneriana</i>	50	44	20	10	1	50	44	38	47	1
<i>Sulcorebutia alba</i>	20	49	65	92	0	20	45	90	56	4
<i>Sulcorebutia albissima</i>	50	43	18	78	0	50	41	32	94	1
<i>Sulcorebutia arenacea</i>	5	56	20	100	0	5	48	60	33	1
<i>Sulcorebutia candiae</i>	20	40	30	0	1	20	42	25	60	2
<i>Sulcorebutia cardenasiana</i> HS41	20	42	10	100	1	20	40	30	100	3
<i>Sulcorebutia crispata</i> HS125	25	50	8	100	1	25	44	20	0	3
<i>Sulcorebutia flavissima</i> KK1800	24	46	38	89	1	24	40	29	57	4
<i>Sulcorebutia losenickyana</i> FR946A	10	57	20	100	1	10	49	20	100	4
<i>Sulcorebutia markusii</i>	25	53	4	100	1	25	43	72	100	4
<i>Sulcorebutia menesesii</i> R603	20	41	5	100	1	20	47	10	50	4
<i>Sulcorebutia mentosa</i>	50	40	10	100	1	50	38	18	0	1

(ต่อ)

ชื่อ/พันธุ์	กรรมวิธีที่ 1 : โรยหินเกล็ดคลุมเมล็ด					กรรมวิธีที่ 2 : ไม่โรยหินเกล็ด				
	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช	จำนวน เมล็ด	วันที่เริ่มงอก	% งอก	% รอด	วัชพืช
<i>Sulcorebutia purpurea</i> HS115	50	41	28	50	1	50	37	42	48	2
<i>Sulcorebutia swoboda</i> HS27A	10	45	40	100	1	10	39	30	100	4
<i>Sulcorebutia taratensis</i> KK1264	25	45	20	100	0	25	43	32	88	4
<i>Sulcorebutia tiraquensis</i> 'bicolorispina' KK809	50	44	54	41	0	50	40	68	38	3
<i>Sulcorebutia totorensis</i>	25	43	8	50	1	25	41	24	100	4
<i>Weingartia buiningiana</i> FR816	20	39	80	63	1	20	39	85	59	2
<i>Weingartia lanata</i>	50	40	56	32	0	100	38	64	20	1
<i>Weingartia neocumingii</i> HS93A	50	39	78	23	1	50	37	70	26	2
<i>Weingartia pulquinensis mairananensis</i> L958	50	38	20	90	0	50	38	30	40	1

การทดลองที่ 2

การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าแคคตัสบนที่สูง

วัตถุประสงค์การทดลอง

เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของต้นกล้าแคคตัสที่ได้จากการเพาะเมล็ด บนพื้นที่ของสถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์

วิธีการทดลอง

1. ต้นกล้าแคคตัสที่ได้จากการเพาะเมล็ดจากการทดลองที่ 1 อายุ 4 เดือน
2. วัสดุปลูก การปลูกเลี้ยงและการดูแล

ใช้วัสดุปลูกสูตร Cactus1 ที่มีส่วนผสมของ ทราวยหยาบ(10) : ถ่านเกลบ(4) : ขุยมะพร้าว(2) : ดินร่วน(2) : ปุ๋ยหมัก(1) จากนั้นนำไปผ่านการอบฆ่าเชื้อด้วยวิธีการอบไอน้ำร้อนโดยขั้นตอนมาตรฐานของสถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์

เตรียมกระถางสำหรับย้ายต้นกล้าโดยใช้กระถางพลาสติกทรงสูง ขนาด \varnothing 2.5 นิ้ว รองก้นกระถางด้วยถ่านทุบประมาณ 1 เซนติเมตร เพื่อช่วยระบายน้ำ เติมวัสดุปลูกลงไปประมาณ ครึ่งกระถาง ใส่ปุ๋ยละลายช้า Osmocote สูตร 14-14-14 ประมาณ $\frac{1}{8}$ ช้อนชา แล้วเติมวัสดุปลูกลงไปอีกให้เหลือห่างจากปากกระถาง 1 ซม. ย้ายปลูกต้นกล้าลงไปโดยจัดให้อยู่กึ่งกลางกระถางแล้วโรยหินเกล็ดคลุมทับผิวหน้าวัสดุปลูก และเมื่อต้นกล้าเจริญเติบโตขึ้น จึงย้ายลงกระถางทรงสูงขนาด \varnothing 4 นิ้ว ต่อไป

ให้น้ำเมื่อวัสดุปลูกเริ่มแห้ง หรือให้พร้อมปุ๋ยน้ำสูตร CMU เสริมอีกสัปดาห์ละครั้ง บันทึกอัตราการเจริญเติบโต โดยการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความสูง

ผลการทดลอง

หลังจากการย้ายปลูกพบว่า มีต้นกล้าแคคตัสบางชนิด หรือบางสายพันธุ์ได้ตายลง ทำให้คงเหลือต้นแคคตัสอยู่เพียง 123 สายพันธุ์ (จากการเริ่มต้นเพาะเมล็ดจำนวน 162 สายพันธุ์) และพบว่ามีต้นแคคตัสจำนวน 106 สายพันธุ์ ที่เริ่มออกดอกในระหว่างระยะเวลาที่ทำการศึกษา ดังแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1 อย่างไรก็ตามพบว่ามีต้นแคคตัสที่บางสายพันธุ์ที่มีจำนวนตัวอย่างเพียงพอที่จะสามารถติดตามวัดผลการเจริญเติบโตได้จนกระทั่งสิ้นสุดการศึกษาเพียงจำนวน 82 สายพันธุ์เท่านั้น ดังแสดงภาพและข้อมูลการเจริญเติบโตข้างล่าง

ตารางที่ 1 จำนวนสายพันธุ์แคคตัสที่ทำการศึกษาคัดเลือกพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงบนที่สูง ณ สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ จากวิธีการเพาะเมล็ด โดยการติดตามการรอดชีวิต การออกดอก และการเจริญเติบโต

ชื่อสกุล	จำนวนสายพันธุ์ที่เริ่มเพาะเมล็ด	จำนวนสายพันธุ์ที่มีชีวิตรอด	จำนวนสายพันธุ์ที่ออกดอก	จำนวนสายพันธุ์ที่เก็บข้อมูล
1. <i>Ariocarpus</i> spp.	3	0	0	0
2. <i>Discocactus</i> spp.	6	0	0	0
3. <i>Echinocactus</i> spp.	5	3	3	2
4. <i>Echinocereus</i> spp.	7	7	7	3
5. <i>Echinomastus</i> spp.	5	1	1	1
6. <i>Epithelantha</i> spp.	2	0	0	0
7. <i>Escobaria</i> spp.	1	0	0	0
8. <i>Gymnocalycium</i> spp.	1	0	0	0
9. <i>Lobivia</i> spp.	45	43	43	29
10. <i>Mammillaria</i> spp.	27	13	13	4
11. <i>Matucana</i> spp.	1	3	3	0
12. <i>Notocactus</i> spp.	5	5	1	4
13. <i>Oroya</i> spp.	1	1	0	1
14. <i>Parodia</i> spp.	1	1	0	1
15. <i>Pelecypora</i> spp.	2	0	0	0
16. <i>Pyrrhocactus</i> spp.	2	1	0	0
17. <i>Rebutia</i> spp.	29	27	27	19
18. <i>Sulcorebutia</i> spp.	15	14	4	14
19. <i>Weingartia</i> spp.	4	4	4	4
รวมทั้งสิ้น	162	123	106	82

ข้อมูลภาพ และการเจริญเติบโตของต้นแคคตัสบางสายพันธุ์ที่ทำการศึกษา
ณ สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์



1. *Echinocactus grusonii*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.84	3.07	5.14	6.39	6.90
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	1.00	2.08	6.40	7.67	9.89



2. *Echinocactus platyacanthus*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.35	1.00	4.33	5.53	7.14
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.65	0.57	3.84	6.46	8.55



3.	<i>Echinocereus polyacanthus</i> L1581				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.12	3.47	6.82	7.83	11.83
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.90	2.09	3.40	3.99	4.58



4.	<i>Echinocereus pulchellus</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.30	2.09	3.63	3.73	5.60
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.49	2.49	3.25	4.40	6.45



5.	<i>Echinocereus viridiflorus</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.06	1.08	2.50	4.44	6.62
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.77	1.00	2.85	3.60	5.36



6.	<i>Echinomastus durangensis</i> SB46				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.74	1.20	3.50	5.41	9.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.65	1.00	2.02	5.46	6.57



7. *Lobivia acanthoplegma*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.84	3.08	6.43	6.55	15.20
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	1.03	2.09	6.16	6.52	7.86



8. *Lobivia arachnacantha densisetata* R186

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.00	2.06	3.31	3.37	5.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	1.00	2.05	4.44	5.53	6.34



9. *Lobivia aurea*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.82	2.27	5.35	6.67	12.66
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.64	1.00	3.21	5.96	7.25



10. *Lobivia aurea dobeana*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.70	1.51	4.75	5.86	14.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.42	1.57	6.20	6.73	8.46



11.

Lobivia aurea shaferi

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.86	1.07	5.30	6.41	9.66
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.89	1.07	3.96	4.66	9.66



12.

Lobivia backebergii L154A

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.50	3.80	5.44	5.87	9.20
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.50	0.70	2.98	5.98	7.18



13.

Lobivia chrysochete R173

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.85	1.83	3.90	5.01	4.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.57	0.99	5.30	6.81	9.21

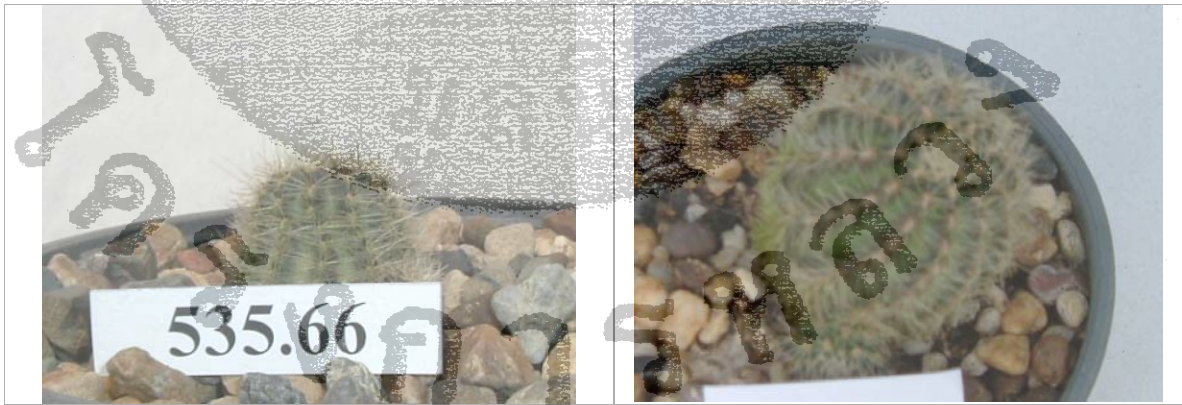
14.

Lobivia densipectinata FR758

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.96	2.87	4.00	4.79	5.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.85	2.26	5.94	6.92	8.21



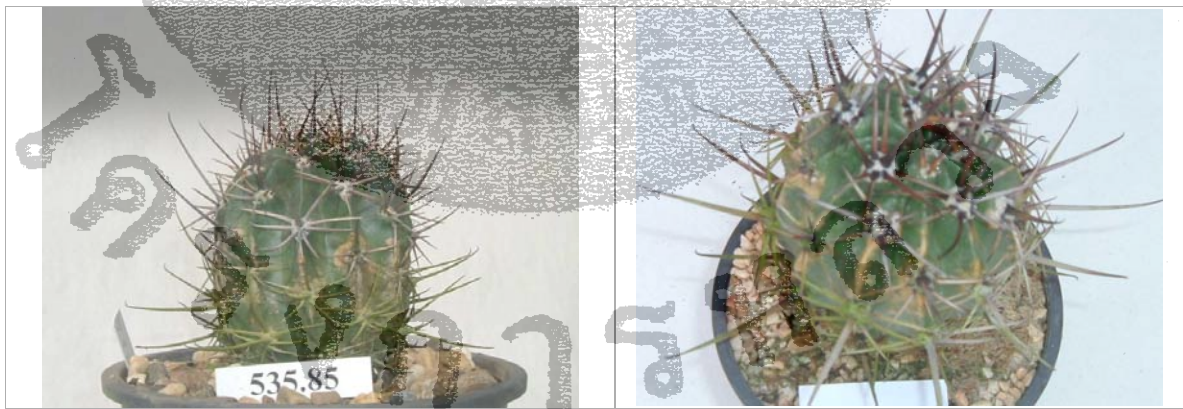
15.	<i>Lobivia einsteinii aureiflora</i>				
อายุ	6 เดือน	12-เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.07	3.07	5.00	8.66	9.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.68	2.07	4.35	5.54	6.28



16.	<i>Lobivia eunanthema KK871</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.64	0.84	3.48	4.40	4.75
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.64	0.98	2.22	2.89	3.43



17.	<i>Lobivia ferox</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	2.04	3.08	3.58	4.16	9.83
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.96	1.08	4.35	6.21	10.41



18.	<i>Lobivia ferox longispina</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.05	2.57	6.84	8.16	9.83
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.82	1.83	5.00	5.79	4.72



19.	<i>Lobivia haagei orurensis</i> MK2639				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.87	3.28	5.26	5.76	6.70
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.70	1.27	4.30	3.88	4.73



20.	<i>Lobivia haematantha amblayensis</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.97	1.87	5.25	6.56	8.12
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.95	2.07	4.55	6.01	8.26



21. *Lobivia haematantha densispina*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.93	1.74	4.24	5.37	13.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.42	1.06	4.55	4.71	5.99



22. *Lobivia haematantha elongata P183*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.63	3.06	6.00	8.61	18.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.62	2.06	4.20	5.19	5.69



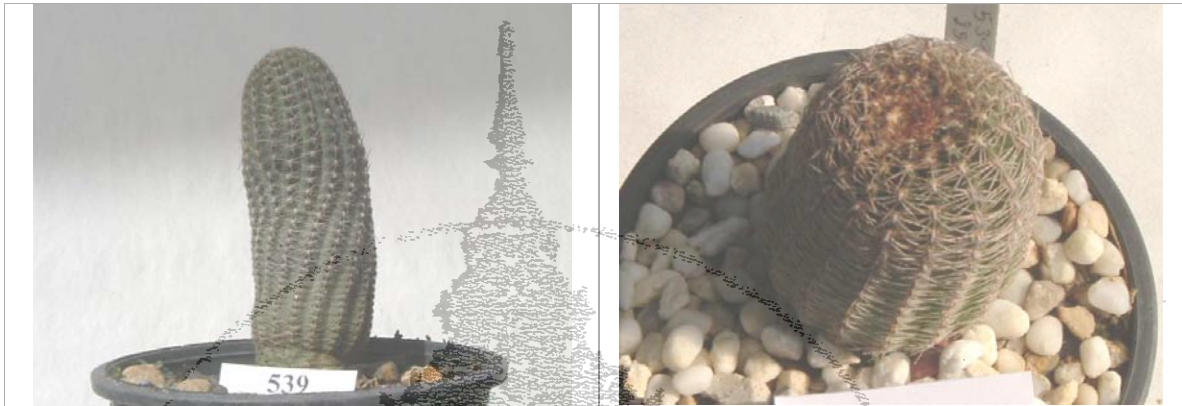
23. *Lobivia haematantha elongata* P236

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.38	1.08	6.25	8.46	17.25
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.42	1.05	3.70	4.51	5.86



24. *Lobivia haematantha hualfinensis*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.55	2.32	4.50	4.61	10.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.77	1.33	4.83	5.10	5.51



25.	<i>Lobivia haematantha rebutioides</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.66	2.07	2.85	2.98	6.33
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.42	0.65	2.65	3.43	4.49



26.	<i>Lobivia jajoiana R213</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.47	0.60	2.65	4.84	10.75
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	1.01	1.25	4.90	5.63	8.62



27.

Lobivia jajoiana nigrostoma

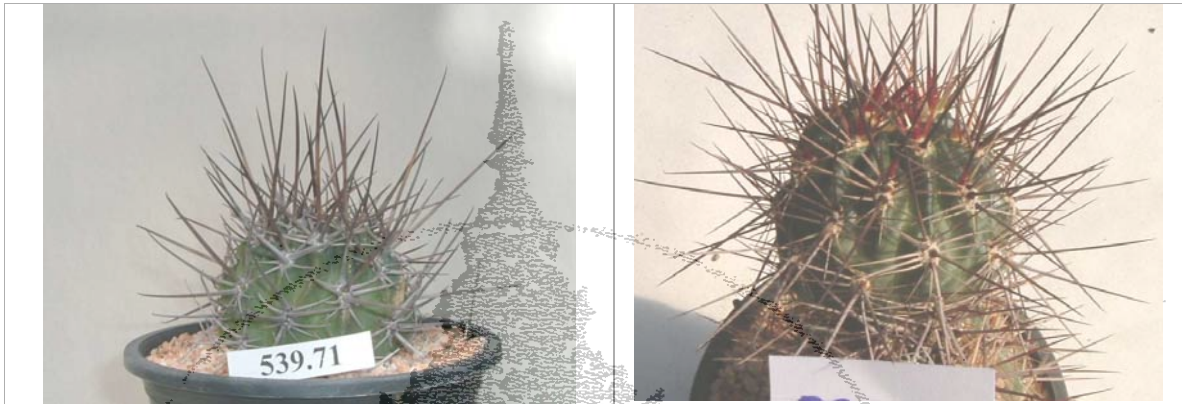
อายุ	6 เดือน	12-เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.45	1.40	2.65	3.44	8.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.56	1.48	3.50	5.02	6.14



28.

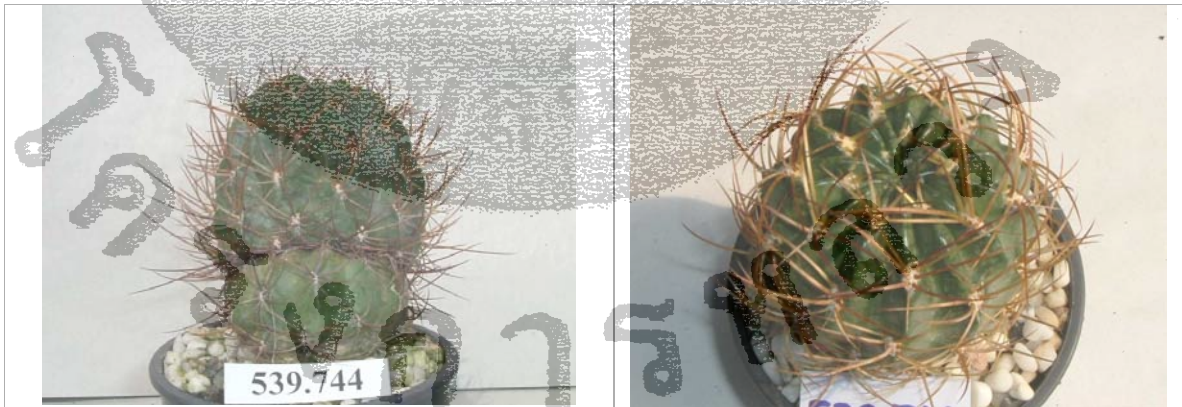
Lobivia lateritia

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.91	1.05	3.20	3.89	8.83
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.30	1.07	3.08	4.90	6.97



29. *Lobivia lateritia kupperiana R673A*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.87	4.07	6.93	7.09	10.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.60	0.99	4.10	5.12	5.91



30. *Lobivia maximiliana J026*

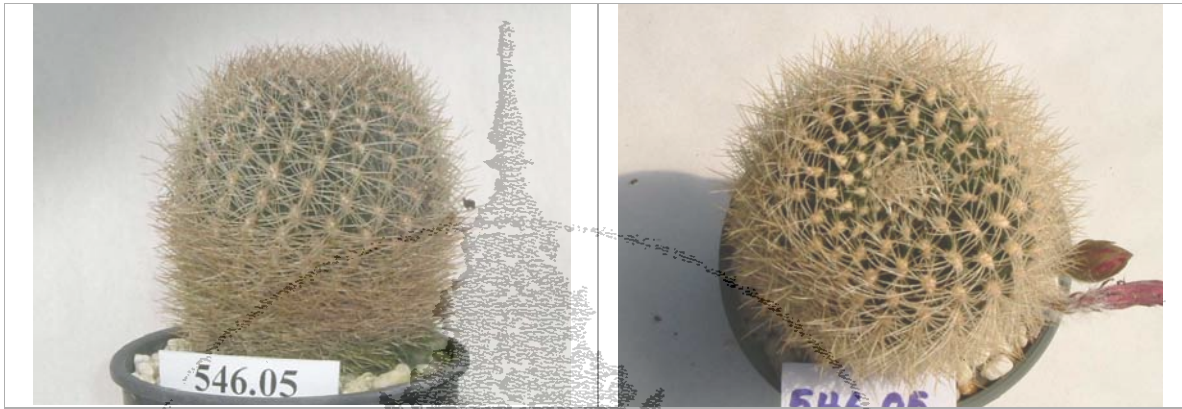
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.87	0.90	5.20	5.36	8.25
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.54	1.87	3.20	4.96	7.03



31.	<i>Lobivia melonea</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.25	3.26	3.73	5.67	7.70
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.39	0.97	3.48	3.96	4.85



32.	<i>Lobivia mirabunda</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.78	1.67	5.41	6.47	18.40
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.71	1.08	3.98	5.09	6.09



33. *Lobivia schieleana* R207

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.98	1.28	3.56	4.89	6.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.89	1.08	5.02	5.93	7.31



34. *Lobivia schreiteri* R170

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.99	1.82	4.20	4.31	8.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.69	1.00	2.80	4.11	5.57



35.	<i>Lobivia tegeleriana</i> KK570				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.93	1.69	3.10	3.51	6.62
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.81	1.09	3.95	5.23	6.87



36.	<i>Mammillaria pilispina</i> SB835				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.60	1.08	6.60	7.86	9.75
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.66	0.97	3.22	5.76	8.64



37.	<i>Mammillaria spinosissima 'super red'</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.93	1.57	5.94	6.80	10.90
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.80	1.11	6.24	6.88	7.38

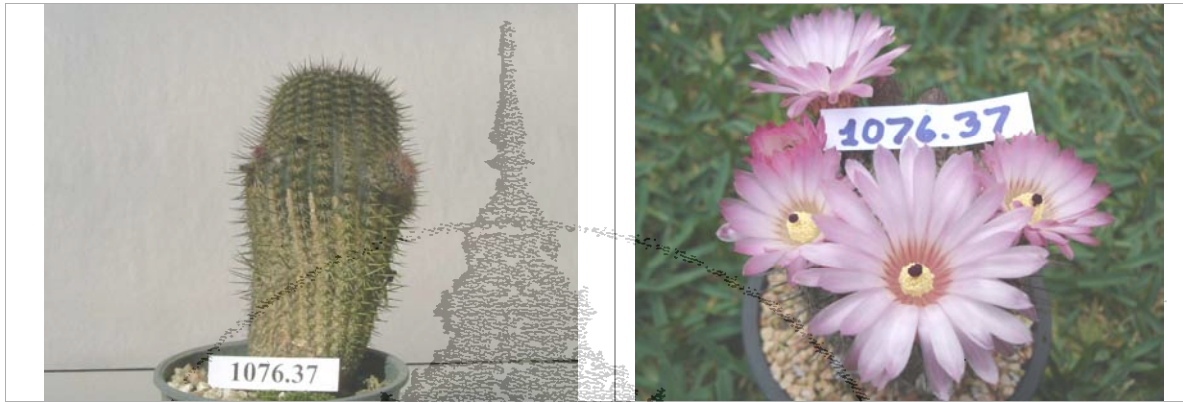


38.	<i>Mammillaria spinosissima auricoma</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.96	1.14	6.10	8.85	14.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.72	1.47	4.98	6.79	7.85

39. <i>Mammillaria zephyranthoides</i> L1196					
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.39	2.07	6.35	7.89	8.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.59	1.07	4.60	6.11	6.65



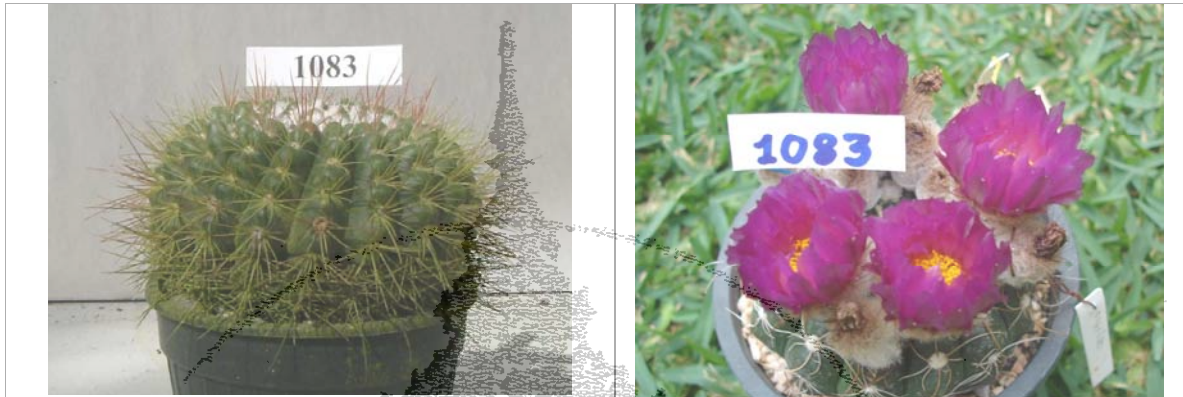
40. <i>Notocactus herteri</i> FR1387					
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.77	1.01	4.29	5.32	7.40
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	1.00	1.05	6.24	7.74	10.47



41.	<i>Notocactus roseiflorus</i>				
อายุ	6 เดือน	12-เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.04	1.54	3.96	5.77	12.80
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.70	1.07	3.74	5.21	6.55



42.	<i>Notocactus roseoluteus</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.70	2.06	5.12	5.81	9.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.79	1.06	4.10	7.71	10.85



43. *Notocactus uebelmannianus* (pink-purple flower)

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.03	1.00	3.03	3.47	5.20
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.77	1.07	5.30	6.21	8.24



44. *Oroya peruviana*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.80	1.07	3.70	3.91	5.25
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.55	1.03	3.85	4.81	8.05



45. *Parodia aureicentra*

อายุ	6 เดือน	12-เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.70	1.09	3.20	5.61	8.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.75	1.09	3.40	5.41	6.05



46. *Rebutia almeyeri*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.03	1.83	4.17	5.13	5.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	1.04	2.73	6.29	6.87	8.12



47. *Rebutia aureispina* KK1694

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.67	1.06	4.50	5.11	5.66
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.61	1.09	3.20	5.71	6.63



48. *Rebutia brunescens* R480

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.48	2.06	4.52	4.91	7.25
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.77	1.07	4.25	4.36	5.72



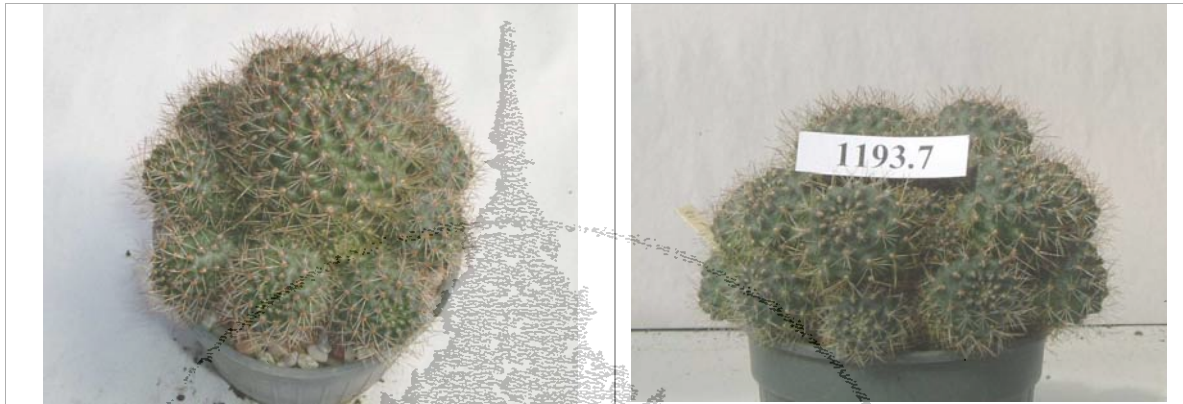
49. *Rebutia buiningiana*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.81	1.87	7.52	8.66	9.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.45	1.32	5.42	5.98	6.99



50. *Rebutia chrysacantha*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.07	1.66	4.54	5.59	6.75
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.86	1.26	4.36	5.27	6.39



51. *Rebutia deminuta f. pseudominuscula*

อายุ	6 เดือน	12-เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.48	3.07	4.72	4.91	5.87
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.93	1.27	4.32	4.76	5.37



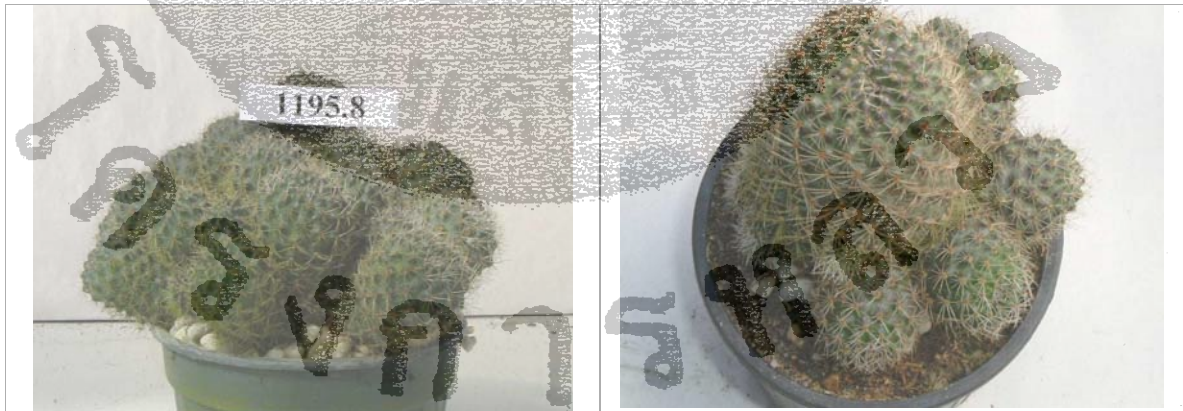
52. *Rebutia epizanaense KK1923*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.98	1.41	4.15	4.31	7.75
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.47	1.07	2.41	3.00	4.12



53. *Rebutia flavistyla*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.04	2.06	4.33	5.22	5.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.66	2.05	5.32	6.05	7.43



54. *Rebutia graciliflora borealis FR341B*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.87	2.07	4.46	5.28	7.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.47	1.03	4.11	4.47	4.78



55. *Rebutia krainziana*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.92	1.41	4.27	5.16	8.83
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.56	2.04	4.70	5.81	7.12



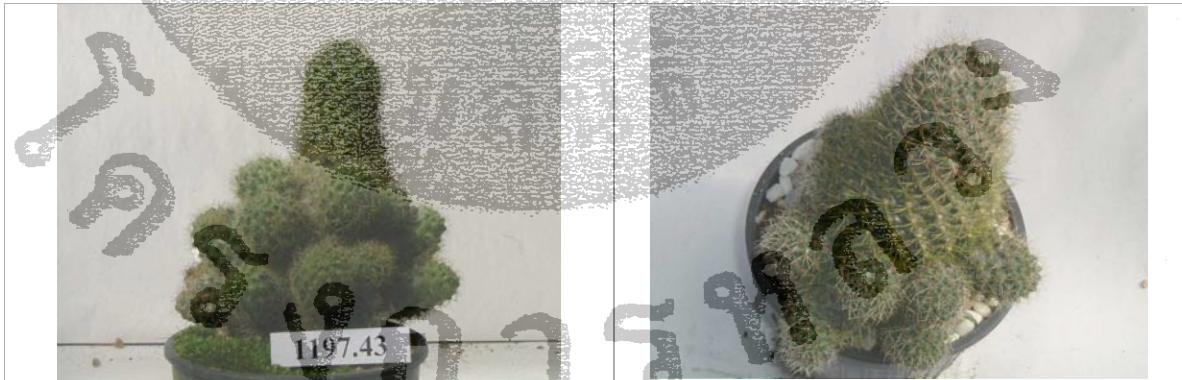
56. *Rebutia kupperiana* KK597

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.94	2.07	9.63	9.90	15.25
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.30	1.07	4.95	5.47	6.28



57. *Rebutia lateritia* KK1519

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.47	1.08	4.50	5.24	8.83
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.44	0.93	3.81	4.51	5.24



58. *Rebutia mamillosa australis*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.84	2.32	9.51	9.73	10.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.33	1.37	3.78	4.37	4.79



59. *Rebutia marsoneri*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.55	1.57	4.35	4.87	5.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.51	1.57	6.50	6.87	8.05



60. *Rebutia minuscula violaciflora*

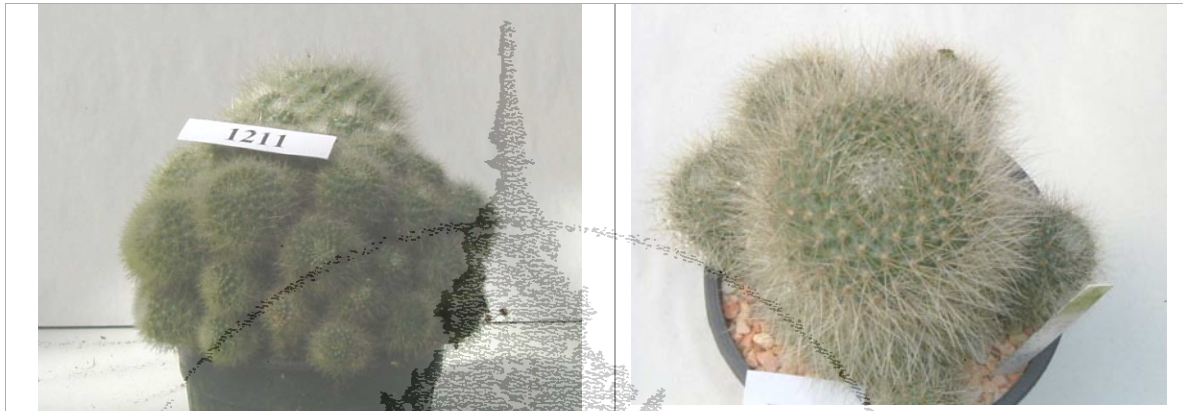
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.68	1.07	3.86	5.18	8.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.78	2.06	4.89	5.75	6.45



61.	<i>Rebutia pseudodeminuta</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.35	0.51	6.35	6.61	9.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.45	1.05	5.00	6.11	6.78



62.	<i>Rebutia pseudograessneri</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.43	1.07	2.96	3.74	5.16
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.53	0.92	4.23	5.21	5.78



63.	<i>Rebutia senilis</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.91	1.65	4.77	5.56	6.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.73	1.57	4.40	4.66	5.27



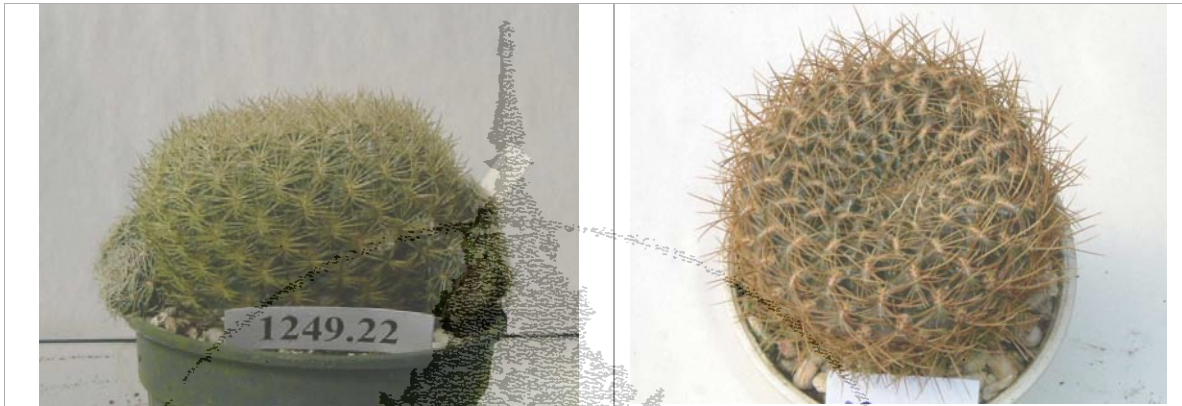
64.	<i>Rebutia senilis lilacino-rosea</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.03	2.07	5.46	6.01	7.16
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.20	0.80	5.60	5.94	6.34



65.	<i>Sulcorebutia alba</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.64	2.87	4.90	6.99	9.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.52	0.87	2.27	2.66	3.76



66.	<i>Sulcorebutia albissima</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.96	2.57	3.28	4.09	4.90
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.89	2.07	4.18	5.60	6.93



67. *Sulcorebutia candiae*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.79	2.41	3.18	4.10	4.62
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.78	1.73	4.03	6.18	7.18



68. *Sulcorebutia cardenasiana HS41*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.47	2.07	3.56	4.22	4.75
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.71	1.25	4.10	5.39	6.35



69.	<i>Sulcorebutia crispata</i> HS125				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.25	0.29	3.60	3.99	4.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.53	1.00	2.50	3.71	4.83



70.	<i>Sulcorebutia flavissima</i> KK1800				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.04	1.41	4.50	6.51	10.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.71	1.02	4.50	5.60	7.57



71. *Sulcorebutia losenickyana* FR946A

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.81	2.85	6.77	6.98	14.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.43	1.01	2.37	3.88	6.08



72. *Sulcorebutia markusii*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.42	2.30	3.90	4.44	5.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.50	1.06	2.85	4.40	6.62



73.	<i>Sulcorebutia mentosa</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.50	2.06	3.15	3.31	4.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.50	1.08	4.21	5.23	7.35



74.	<i>Sulcorebutia purpurea HS115</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.37	1.03	3.97	4.40	5.75
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.85	1.45	4.30	5.69	7.89



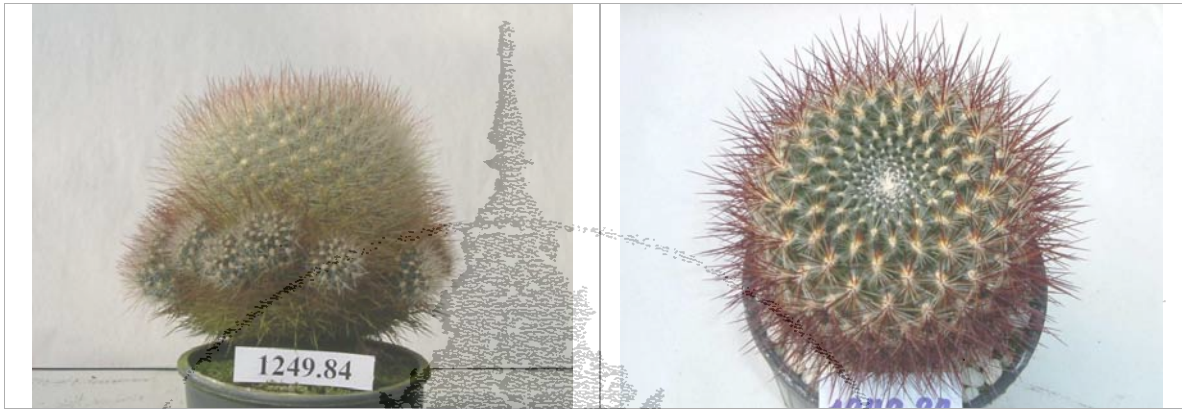
75. *Sulcorebutia swobodaе HS27A*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.89	2.40	3.30	3.60	6.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.60	0.95	2.70	4.11	6.71



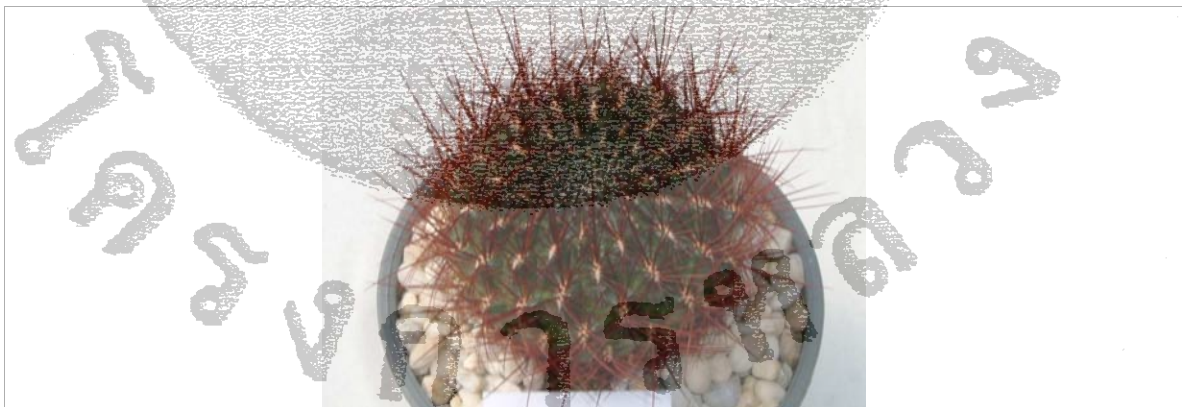
76. *Sulcorebutia taratensis KK1264*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.83	2.07	3.50	4.37	5.00
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.54	0.98	2.82	3.77	5.02



77. *Sulcorebutia tiraquensis* 'bicolorispina' KK809

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.70	2.07	3.50	6.81	10.51
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.76	1.06	4.14	6.81	9.14



78. *Sulcorebutia totorensis*

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.02	3.05	4.50	4.80	7.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.89	1.46	4.12	5.45	6.56



79.	<i>Weingartia buiningiana</i> FR816				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.24	1.58	4.80	5.40	7.37
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.94	1.54	4.40	6.11	7.47



80.	<i>Weingartia lanata</i>				
อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.57	1.75	4.67	6.63	11.90
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.67	1.00	2.80	4.16	5.57



81. *Weingartia neocumingii* HS93A

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	1.42	1.33	4.25	5.04	6.25
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.95	1.27	5.09	7.56	8.64



82. *Weingartia pulquinensis mairananensis* L958

อายุ	6 เดือน	12 เดือน	20 เดือน	28 เดือน	38 เดือน
ความสูง(ซม.)	0.48	1.40	5.06	6.35	7.50
เส้นผ่าศูนย์กลาง(ซม.)	0.54	1.07	5.28	7.12	8.89

ภาพต้น และดอกของต้นแคคตัสบางสายพันธุ์ที่ทำการคัดเลือก (ไม่มีข้อมูลการเจริญเติบโต)
ณ สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์



Echinocactus horzonthalonius



Echinocereus rigidissimus rubrispinus



Echinocereus subinermis



Lobivia acanthoplegma oligotricha



Lobivia aurea fallax R136



Lobivia caineana



Lobivia cardenasiana



Lobivia cinnabarina grandiflora



Lobivia famatimnsis



Lobivia haagei canacruzensis R642



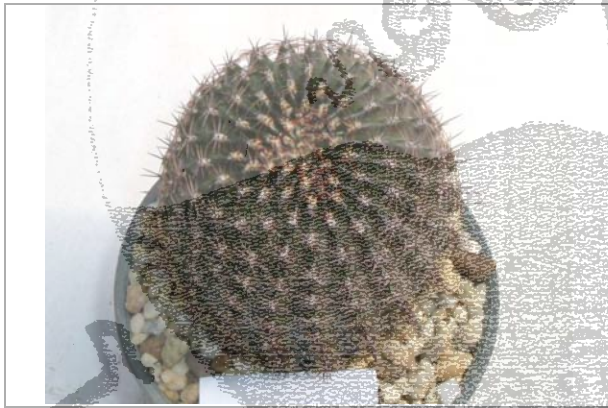
Mammillaria haagei violascens FR352



Lobivia haematantha



Lobivia maximilliana J026



Lobivia haematantha kuehnrichii



Mammillaria candida



Mammillaria herrerae albiflora



Mammillaria humboldtii



Mammillaria rekoii



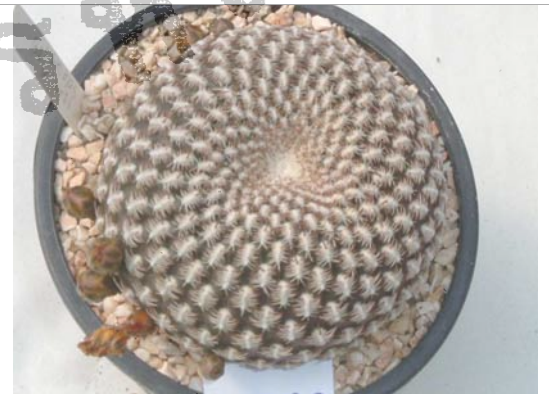
Mammillaria schwarzii



Rebutia donaldiana L348



Rebutia escrupula KK1921



Sulcorebutia arenacea



Sulcorebutia menesesii R603

สรุป และวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองปลูกเลี้ยงต้นแคคตัส ณ สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ ซึ่งเริ่มจากการเพาะเมล็ดจำนวน 162 สายพันธุ์ และคงเหลือมีชีวิตรอดตลอดระยะเวลาที่ทำการวิจัยเป็นเวลา 3 ปี เพียง 123 สายพันธุ์ โดยต้นแคคตัสเหล่านี้มีการเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดีในระดับที่น่าพึงพอใจ จากขั้นตอนและวิธีการดูแลปลูกเลี้ยงดังกล่าวไว้ข้างต้นยังให้ต้นแคคตัสที่มีคุณภาพสูง โดยให้ลักษณะของรูปทรงต้น และหนาม ตรงตามลักษณะประจำพันธุ์ โดยจะพบว่าในต้นแคคตัสจำนวนนี้สามารถเจริญเติบโตและออกดอกได้แล้วเป็นจำนวนถึง 106 สายพันธุ์ ซึ่งนับว่าสามารถปลูกเลี้ยงต้นแคคตัส ณ สถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์ ได้ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่า มีต้นแคคตัสหลายชนิดที่ตายลงไประหว่างการศึกษานี้ เนื่องจากต้นแคคตัสแต่ละชนิดหรือแต่ละสายพันธุ์ มีความต้องการการดูแลปลูกเลี้ยงที่แตกต่างกันออกไป แม้กระทั่งในชนิดเดียวกันก็ยังมีความต้องการการดูแลในแต่ละช่วงของการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการให้น้ำ ซึ่งมีความต้องการน้ำและความสามารถในการทนแล้งได้แตกต่างกัน การปลูกเลี้ยงต้นแคคตัสจำนวนมากซึ่งมีหลากหลายสายพันธุ์ โดยใช้วิธีการดูแลที่เหมือนกันจึงอาจทำให้ต้นแคคตัสบางชนิดไม่ได้รับสภาพการดูแลที่เหมาะสมสำหรับพันธุ์นั้น ๆ ได้

นอกจากต้นแคคตัสที่ได้รายงานผลการปลูกเลี้ยงและคัดเลือกพันธุ์ดังกล่าวมาข้างต้นแล้วนั้น ยังได้รับความสำเร็จในการปลูกเลี้ยงต้นแคคตัสชนิดอื่น ๆ เป็นอย่างดีอีกหลายชนิดในหลายสกุล เช่น *Coryphantha elephantidens* , *Epiphyllum* spp. (กลุ่มต้นโบตั๋น) *Echinopsis*

calochlora , *Espotoa nana* , *Ferocactus spp* ., *Gymnocalycium mihanovichii* ,
Mammillaria bocasana , *Mam. candida* *Mam. carmenae* , *Mam. Formosa subsp.*
microthele ,*Mam. prolifera* , *Opuntia spp.*(กลุ่มโบเสมา) , *Parodia spp.* และ *Turbinicarpus*
spp. เป็นต้น

เนื่องจากต้นแคคตัสที่ปลูกเลี้ยงเพื่อการคัดเลือกพันธุ์ได้เริ่มออกดอกแล้ว จึงได้ริเริ่ม
ในการศึกษาการผสมพันธุ์เพื่อผลิตลูกผสมแคคตัสพันธุ์ใหม่ ๆ ทั้งชนิดที่เป็นลูกผสมข้ามชนิด และ
ลูกผสมข้ามสกุลที่มีความใกล้เคียงกันทางพันธุกรรม เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับใช้ในงานวิจัยใน
อนาคตต่อไป โดยได้ทำการผสมพันธุ์ไว้แล้วทั้งสิ้นกว่า 30 คู่ผสม



การทดลองที่ 3

วัสดุปลูก และการให้ธาตุอาหารพืช ที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus*

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาวัสดุปลูกและวิธีการให้ธาตุอาหารที่เหมาะสม
2. เพื่อศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของความเป็นไปได้สำหรับการปลูกเลี้ยงโดยใช้วัสดุปลูกที่ไม่ใช้ดิน

วิธีการทดลอง

ดำเนินการศึกษาผลของวัสดุปลูกโดยใช้วัสดุปลูกผสมสูตร Cactus1 ซึ่งประกอบด้วยทรายหยาบ(10) : ถ่านแกลบ(4) : ขุยมะพร้าว(2) : ดินร่วน(2) : ปุ๋ยหมัก(1) (ที่ผ่านขบวนการอบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำร้อนโดยขั้นตอนมาตรฐานของสถานีวิจัยโครงการหลวงอินทนนท์) และวิธีการให้ธาตุอาหารพืช 2 แบบคือ การให้ปุ๋ยน้ำทวินเฟอर्टีสูตร 21-21-21 ความเข้มข้น 45 กรัม/20 ลิตร รดจนชุ่มสัปดาห์ละครั้ง หรือใส่ปุ๋ยละลายช้าออสโมโคสสูตร 14-14-14 อัตรา 1/8 ช้อนชา (1 กรัม) ต่อกระถางขนาด \varnothing 1½ นิ้ว สูง 1¾ นิ้ว ความจุ 40 ลบ.ซม. (ใส่ผสมในวัสดุปลูกที่ระดับกลางกระถาง) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ มี 5 กรรมวิธี ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 วัสดุปลูกผสมสูตร Cactus1

กรรมวิธีที่ 2 วัสดุปลูกผสมสูตร Cactus1 + ปุ๋ยน้ำ

กรรมวิธีที่ 3 วัสดุปลูกผสมสูตร Cactus1 + ปุ๋ยออสโมโคส

กรรมวิธีที่ 4 วัสดุปลูกผสมสูตร Cactus1 (1) + เพอไรท์ (1) + ปุ๋ยออสโมโคส

กรรมวิธีที่ 5 ทรายหยาบ (1) + เพอไรท์ (1) + ปุ๋ยน้ำ

ทำการทดลองกรรมวิธีละ 30 ซ้ำ โดยใช้ต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ที่ได้จากการเพาะเมล็ดอายุประมาณ 1 ปี บันทึกการเจริญเติบโตของต้นกล้าดังนี้

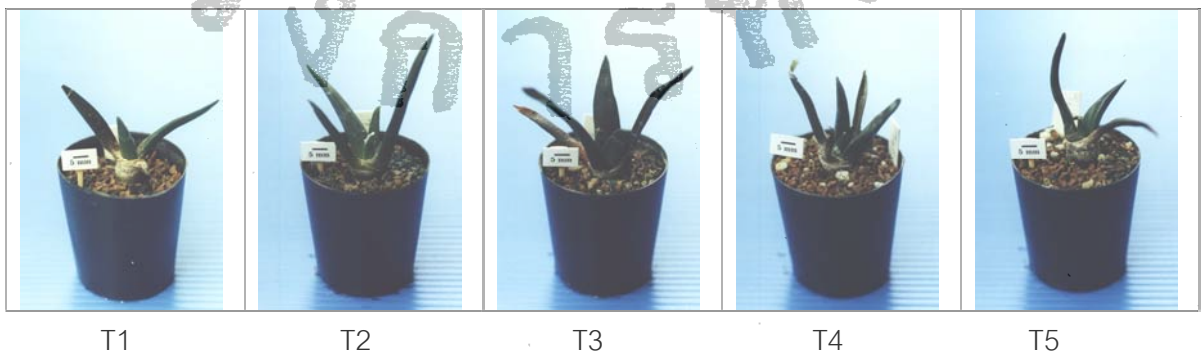
1. วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางส่วนลำต้นใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl)
2. ความสูง วัดจากส่วนลำต้นใต้ใบเลี้ยงเหนือวัสดุปลูกจนถึงยอด
3. จำนวน ความกว้างและความยาวของเนินหนาม (tubercle leaf)

ผลการทดลอง

จากการทดสอบผลของวัสดุปลูกพืช และวิธีการให้ธาตุอาหารพืช กับต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ตามกรรมวิธีต่าง ๆ พบว่า ต้นกล้าภายหลังการย้ายปลูกเพื่อทดสอบมีอาการเหี่ยวเฉาลงเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณปลายใบซึ่งเรียวแหลมและส่วนของลำต้นใต้ใบเลี้ยง จากนั้นต้นกล้าจะเริ่มมีการเจริญเติบโตขึ้นอย่างช้า ๆ โดยพบว่าส่วนของลำต้นใต้ใบเลี้ยงจะขยายขนาดขึ้น ซึ่งโดยลักษณะตามธรรมชาติของแคคตัสในสกุลนี้ ส่วนลำต้นใต้ใบเลี้ยงนี้จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการสะสมน้ำและอาหารเพื่อให้สามารถทนอยู่ในสภาพที่แห้งแล้งได้ ขณะที่ส่วนของลำต้นเหนือใบเลี้ยงจะมีการเจริญเติบโตให้เห็นได้ไม่รวดเร็วนัก เนื่องจากจะมีการเจริญเติบโตของเนินหนามใหม่อย่างช้า ๆ ทำให้การเปลี่ยนแปลงของลำต้นส่วนเหนือใบเลี้ยงทางด้านความสูงเป็นไปอย่างช้า ๆ นอกจากนี้ยังพบว่าเนินหนามใหม่ที่เจริญเติบโตขึ้นมีรูปร่างลักษณะที่แตกต่างไปจากลักษณะของเนินหนามเดิมที่มีอยู่ กล่าวคือจะมีลักษณะหนาและกว้างขึ้น แต่มีความยาวลดลง โดยหลังจากปลูกเลี้ยงเพื่อทดสอบเป็นเวลา 28 สัปดาห์ ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตตอบสนองต่อบำบัดต่าง ๆ ในแต่ละกรรมวิธีที่ทดลองแตกต่างกัน

ขนาดของลำต้นใต้ใบเลี้ยง และความสูง

ต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ที่ปลูกเลี้ยงด้วยวัสดุปลูกผสมสูตร Cactus1 ที่ให้สารละลายธาตุอาหารพืชทั้งโดยวิธีการให้ปุ๋ยน้ำ (กรรมวิธีที่ 2) และการให้ปุ๋ยออสโมโคส (กรรมวิธีที่ 3) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนลำต้นใต้ใบเลี้ยง โตกว่าต้นกล้าที่ปลูกเลี้ยงโดยกรรมวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p=0.05$) แต่มีความสูงไม่ต่างจากต้นกล้าที่ปลูกในวัสดุปลูกที่ผสมเพอร์ไลท์ + ปุ๋ยออสโมโคส (กรรมวิธีที่ 4) ดังแสดงค่าในตาราง 1 แผนภาพที่ 1 และรูปที่ 1

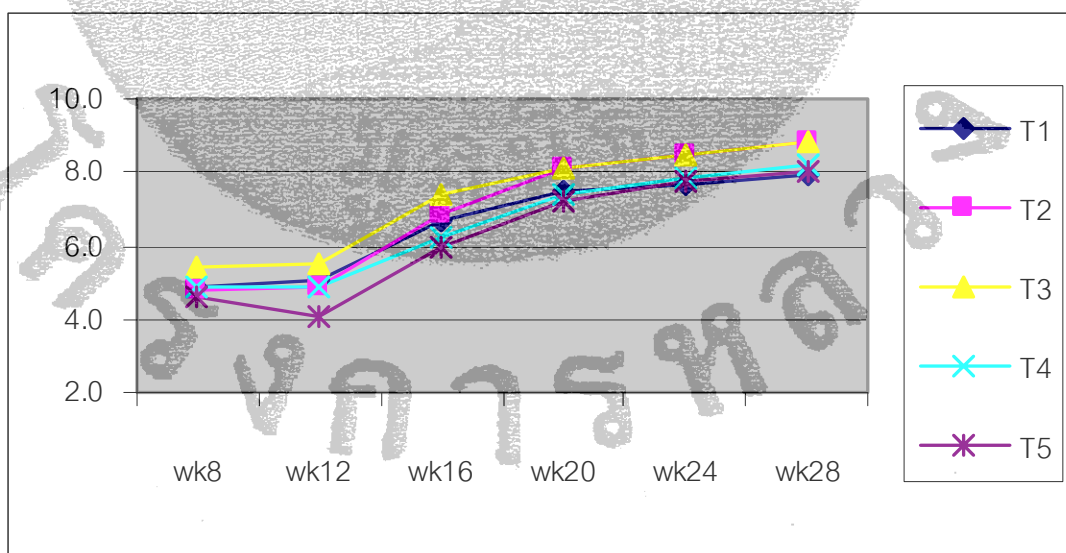


ภาพที่ 1 ต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ที่เลี้ยงในวัสดุปลูก และมีการให้ธาตุอาหารแบบต่าง ๆ เป็นเวลา 28 สัปดาห์

ตารางที่ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนลำต้นใต้ใบเลี้ยง และ ความสูงของต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ที่เลี้ยงในวัสดุปลูก และมีการให้ธาตุอาหารแบบต่าง ๆ เป็นเวลา 28 สัปดาห์

กรรมวิธีทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น ใต้ใบเลี้ยง (มม)		ความสูงลำต้น (มม)	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1. วัสดุปลูกผสมสูตร Cactus1	7.9 ± 0.6	b	7.7 ± 1.1	c
2. วัสดุปลูกฯ + ปุ๋ยน้ำ	8.8 ± 1.0	a	9.4 ± 2.1	a
3. วัสดุปลูกฯ + ปุ๋ยออสโมโคส	8.8 ± 1.0	a	9.4 ± 2.0	a
4. วัสดุปลูกฯ + เพอไรท์ + ปุ๋ยออสโมโคส	8.2 ± 0.5	b	8.8 ± 1.9	ab
5. ทราเยฮยาบ + เพอไรท์ + ปุ๋ยน้ำ	8.0 ± 0.4	b	8.2 ± 1.2	bc
LSD _{0.05}	0.4		0.9	

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05



แผนภาพที่ 1 ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนลำต้นใต้ใบเลี้ยงของต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ที่เลี้ยงใน วัสดุปลูก และมีการให้ธาตุอาหารแบบต่าง ๆ

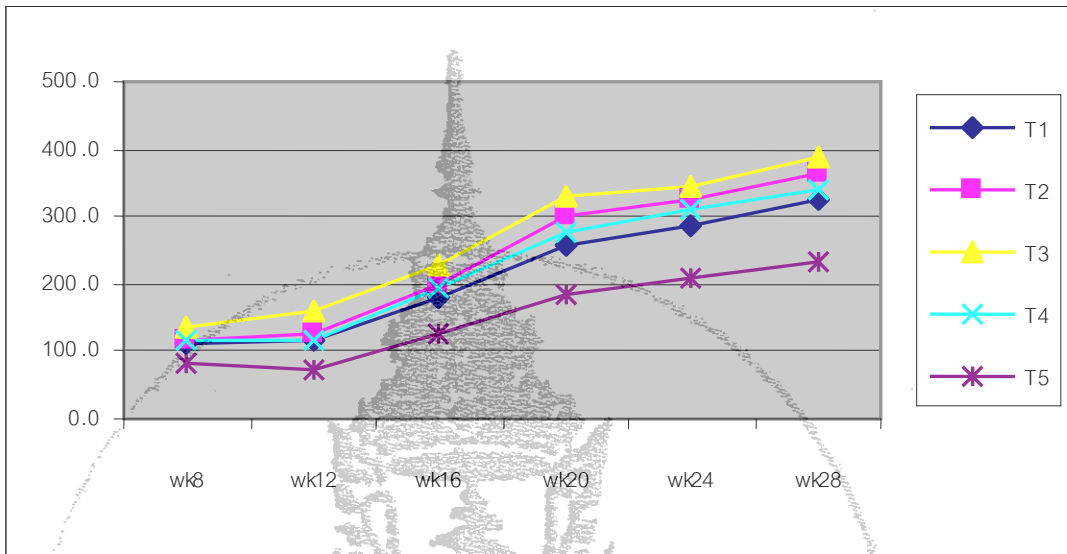
จำนวน และขนาดของเนินหนาม

ต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ที่ทำการทดสอบ มีการเจริญเติบโตขึ้นและมีการสร้างเนินหนามเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นซึ่งพบว่ารูปร่างของเนินหนามที่เกิดใหม่จะมีลักษณะเปลี่ยนไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งความยาวของเนินหนามที่ลดลง การพิจารณาการเจริญเติบโต โดยการเปรียบเทียบความยาวของเนินหนามอาจทำให้เข้าใจได้คลาดเคลื่อนไป นอกจากนี้ความกว้างและความยาวของเนินหนามที่แสดงยังเป็นค่าเฉลี่ยของขนาดเนินหนาม จึงควรที่จะได้มีการพิจารณา ร่วมกับจำนวนของเนินหนามที่เกิดขึ้นเป็นตัวแปรหลักร่วมด้วยเสมอ ดังนั้นในการพิจารณาการเจริญเติบโตของเนินหนามในภาพรวมจึงได้พิจารณาจากพื้นที่รวมของเนินหนามซึ่งคำนวณขึ้นจากการวัดขนาดของทุก ๆ เนินหนามที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยม หลังจากทำการทดสอบเป็นเวลา 28 สัปดาห์ พบว่า ต้นกล้าที่ปลูกในวัสดุปลูกผสมสูตร Cactus1 ทั้ง 4 กรรมวิธี ให้จำนวนเนินหนามเฉลี่ยต่อต้นไม่แตกต่างกัน แต่ดีกว่าต้นกล้าที่ปลูกในวัสดุปลูกทรายหยาบ + เพอไรท์ + ให้น้ำ (กรรมวิธีที่ 5) แต่ต้นกล้าที่ปลูกตามกรรมวิธีที่ 3 ให้เนินหนามที่มีความกว้างกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อพิจารณาจากพื้นที่รวมของเนินหนามพบว่า ต้นกล้าที่ปลูกเลี้ยงตามกรรมวิธีที่ 3 ให้พื้นที่รวมของเนินหนามมากที่สุด แต่ไม่ต่างจากการปลูกเลี้ยงตามกรรมวิธีที่ 2 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญนัก แต่ดีกว่าการปลูกเลี้ยงในวัสดุปลูกผสมเพียงอย่างเดียวที่ไม่มีการให้ธาตุอาหารเพิ่มเติม (กรรมวิธีที่ 1) และกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งให้พื้นที่รวมของเนินหนามต่ำที่สุดตามลำดับ ดังแสดงค่าในตารางที่ 2 แผนภาพที่ 2 และรูปที่ 1

ตารางที่ 2 จำนวน และขนาดเนินหนามของต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ที่เลี้ยงในวัสดุปลูก และมีการให้ธาตุอาหารแบบต่าง ๆ เป็นเวลา 28 สัปดาห์

กรรมวิธีทดลอง	ข้อมูลของเนินหนาม			
	จำนวน	ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)	พื้นที่รวม (ตร.มม.)
1. วัสดุปลูกผสมสูตร Cactus1	5.1 ± 0.8a	4.6 ± 0.4b	26.3 ± 3.2 c	324.3 ± 92 b
2. วัสดุปลูกฯ + ให้น้ำ	5.1 ± 0.9a	4.5 ± 1.2b	31.6 ± 5.3b	365.2 ± 100ab
3. วัสดุปลูกฯ + ปุ๋ยออสโมโคส	5.2 ± 1.1a	5.0 ± 0.8 a	27.6 ± 4.4 c	388.1 ± 128 a
4. วัสดุปลูกฯ+เพอไรท์+ออสโมโคส	5.0 ± 0.9a	3.8 ± 0.4 c	34.3 ± 3.8 a	340.1 ± 88ab
5. ทรายหยาบ + เพอไรท์ + ให้น้ำ	4.4 ± 0.7b	3.1 ± 0.4d	33.5 ± 4.0ab	234.3 ± 61 c
LSD _{0.05}	0.5	0.4	2.13	49

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสมมติเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการใช้วิธีแบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05



แผนภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่รวมของเนินหนามของต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ที่เลี้ยงในวัสดุปลูก และมีการให้ธาตุอาหารแบบต่าง ๆ

สรุป และวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองปลูกเลี้ยงต้นกล้าลูกผสม *Ariocarpus* ตามกรรมวิธีต่าง ๆ พบว่า ต้นกล้ามีอาการเหี่ยวเฉาเล็กน้อยในช่วงแรกหลังจากการย้ายปลูก ทั้งนี้เนื่องจากต้นกล้าที่ใช้ทดลองถูกเพาะเมล็ดและเลี้ยงมาในสภาพที่มีความชื้นสูงภายในถุงพลาสติกใส แม้ว่าจะก่อนเริ่มทำการทดลองจะได้ค่อย ๆ เปิดถุงออกเพื่อปรับลดความชื้นภายในลงเป็นเวลากว่า 1 เดือนแล้วก็ตาม แต่ภายหลังจากการแยกปลูกเป็นต้นเดี่ยวเพื่อทดลองและเริ่มให้ได้รับแสงเพิ่มมากขึ้น ประกอบกับช่วงที่เริ่มทดลองมีอากาศร้อนและแห้งแล้งจึงส่งผลให้ ต้นกล้ามีอาการเหี่ยวเฉาดังกล่าว อย่างไรก็ตามต้นกล้าก็ฟื้นตัวและเจริญเติบโตขึ้นในเวลาต่อมา ในระหว่างช่วงเวลาที่ทดสอบซึ่งมีการควบคุมสภาพแวดล้อมและให้การปฏิบัติดูแลเช่นเดียวกันพบว่า การปลูกเลี้ยงตามกรรมวิธีที่ 5 ซึ่งใช้ทรายและเพอไรท์เป็นวัสดุปลูก จะมีการแห้งตัวของวัสดุปลูกเร็วกว่าการปลูกในกรรมวิธีอื่น ซึ่งสามารถสังเกตได้จากเศษก้อนอิฐขนาดเล็กที่ใช้ปกคลุมผิวหน้าวัสดุปลูกไว้ จึงทำให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้ไม่ดีเมื่อเทียบกับกรรมวิธีอื่น หลังจากการทดสอบนาน 28 สัปดาห์พบว่า ต้นกล้า *Ariocarpus* ที่ปลูกเลี้ยงโดยใช้วัสดุผสมสูตร Cactus1 ที่ให้สารละลายธาตุอาหารพืชทั้งโดยวิธีการให้น้ำปุ๋ยออสโมโคส และการให้น้ำ มีการเจริญเติบโตดีที่สุด ดีกว่าเมื่อผสมเพอไรท์เพิ่มลงในวัสดุผสมสูตร Cactus1 ในอัตราส่วน 1:1 ซึ่งอาจ

เป็นผลให้มีปริมาณธาตุอาหารพืชที่ได้รับจากอินทรีย์วัตถุที่มีไนโตรเจนลดลง อีกทั้งเพอไรท์ที่
เพิ่มลงไปยังมีการดูดซับน้ำและธาตุอาหารได้ช้า ซึ่งสังเกตได้จากในขณะที่มีการให้น้ำเพอไรท์จะลอย
ขึ้นมาบนผิวน้ำวัสดุปลูก การผสมเพอไรท์ลงไปจึงส่งผลให้วัสดุปลูกมีความโปร่งเพิ่มมากขึ้นไปและ
มีลักษณะค่อนข้างแห้ง ทำให้ต้นกล้าได้ธาตุอาหารน้อยลง อย่างไรก็ตามยังให้ผลดีว่าการปลูกเลี้ยง
ในวัสดุปลูกผสมสูตร Cactus1 ที่ไม่มีการให้ธาตุอาหารพืชเพิ่มเติม ซึ่งแสดงว่าปริมาณธาตุอาหารที่
พืชได้รับจากวัสดุที่เป็นส่วนผสมในวัสดุปลูกสูตร Cactus1 มีไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ซึ่งเห็น
ได้ชัดเจนจากต้นกล้าที่ปลูกเลี้ยงในวัสดุปลูกที่มีส่วนผสมของทรายหยาบและเพอไรท์ที่พบว่าวัสดุปลูก
มีความโปร่งพรุนและแห้งเร็วกว่าการปลูกเลี้ยงตามกรรมวิธีอื่น แม้จะได้รับธาตุอาหารจากการให้น้ำ
แล้วก็ตาม แต่เนื่องจากวัสดุปลูกมีความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารไว้ได้น้อยและในเวลาอัน
สั้น จึงทำให้ต้นกล้าได้รับธาตุอาหารไม่สม่ำเสมอเพียงพอต่อการที่จะมีการเจริญเติบโตได้อย่าง
เหมาะสม ต้นกล้าที่ปลูกเลี้ยงตามกรรมวิธีนี้มีการเจริญเติบโตต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามการปลูกเลี้ยงต้น
Ariocarpus โดยใช้วัสดุปลูกที่ไม่มีดินและได้รับผลสำเร็จพอสมควรนี้ น่าจะเป็นข้อมูลพื้นฐานสำคัญ
สำหรับนำไปประยุกต์วิธีการปลูกเลี้ยงต้นแคคตัสโดยใช้วัสดุปลูกที่ไม่มีดิน ซึ่งสามารถควบคุมปัจจัยที่
เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตต่าง ๆ เช่น ปริมาณของธาตุอาหารต่าง ๆ รวมถึงความถี่ของการให้
สารละลาย ให้มีความเหมาะสมสำหรับต้นแคคตัสในแต่ละระยะการเจริญเติบโตของแต่ละสายพันธุ์
เพื่อให้มีการเจริญเติบโตตามที่ต้องการในรูปแบบของการปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิคส์ สำหรับระบบการ
ผลิตต้นแคคตัสที่มีคุณภาพเป็นจำนวนมากได้ต่อไป

นางสาวศุภาวิณี นาคะสุคนธ์
นางสาวศุภาวิณี นาคะสุคนธ์
นางสาวศุภาวิณี นาคะสุคนธ์
นางสาวศุภาวิณี นาคะสุคนธ์
นางสาวศุภาวิณี นาคะสุคนธ์

การทดลองที่ 4

การศึกษาวัดปลูกและสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงแคคตัสบางชนิดในระบบไฮโดรโพนิกส์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาวัสดุปลูกที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโพนิกส์
2. เพื่อหาสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโพนิกส์

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมสุ่มสมบูรณ์ โดยมี 2 ปัจจัยคือ

1. วัสดุปลูก มี 4 สูตรคือ
 - 1.1 พีทมอส
 - 1.2 ขุยมะพร้าว
 - 1.3 พีทมอส ผสม ทราวยหยาบ อัตราส่วน 1:1
 - 1.4 ขุยมะพร้าว ผสม ทราวยหยาบ อัตราส่วน 1:1
2. สูตรสารละลายธาตุอาหาร มี 2 สูตรคือ
 - 2.1 N-P-K อัตรา 50-50-75
 - 2.2 N-P-K อัตรา 100-50-75

โดยมี Ca Mg SO₄ ความเข้มข้น 147 47 และ 109 ส่วนต่อล้าน ตามลำดับ และเติมธาตุอาหารรอง และเหล็กตามสูตร Murashige and Skoog (1962) โดยมีการให้น้ำไปพร้อมสารละลายตามสูตร สัปดาห์ละ 1 ครั้ง โดยวิธีการให้ซึมผ่านทางก้นกระถางจนชุ่มวัสดุปลูก

ดำเนินการทดลองรวมทั้งสิ้น 8 กรรมวิธี ดังแสดงข้างล่าง

	พีทมอส	ขุยมะพร้าว	พีทมอส+ทราวย	ขุยมะพร้าว+ทราวย
50-50-75	T1	T2	T3	T4
100-50-75	T5	T6	T7	T8

ปลูกต้นแคคตัส ลงในกระถางขนาด Ø 6 ซม สูง 5.5 ซม ที่มีวัสดุปลูกตามกรรมวิธีทดลอง โดยไม่ต้องโรยปิดทับหน้าวัสดุปลูกด้วยหินเกล็ด ทำการทดสอบกับแคคตัสจำนวน 3 ชนิดดังนี้

1. *Echinocactus grusonii* (Golden Barrel, ถังทอง)
2. *Brasilicactus haselbergii* (*Parodia haselbergii* subsp. *haselbergii*)
3. *Thelocactus bicolor*

บันทึกอัตราการเจริญเติบโต โดยการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความสูง

ผลการทดลอง

1. *Echinocactus grusonii* (Golden Barrel, ถังทอง)

จากการทดลองปลูกต้นแคคตัสชนิด *E. grusonii* เพื่อหาวัสดุปลูกและสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโปนิกส์พบว่า ส่วนผสมของวัสดุปลูกแบบต่าง ๆ ไม่มีผลต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น แต่ต้นที่ปลูกด้วยพีทมอส และขุยมะพร้าวผสมทรายหยาบ มีความสูงของต้นมากกว่า วัสดุปลูกแบบอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 1) และพบว่าการใช้สารละลายสูตร 100-50-75 ส่งผลให้ต้นแคคตัสมีการเจริญเติบโตดีกว่าการใช้สารละลายสูตร 50-50-75 (ตารางที่ 2) โดยพบว่า การปลูกเลี้ยงต้นแคคตัสถังทองในระบบไฮโดรโปนิกส์ที่เหมาะสมที่สุดคือ การปลูกโดยใช้ พีทมอส ร่วมกับการใช้สารละลายสูตร 100-50-75 หรือใช้ ขุยมะพร้าว หรือขุยมะพร้าวผสมทรายหยาบ เป็นวัสดุปลูก ร่วมกับสารละลายสูตร 100-50-75 ซึ่งให้ผลดีในลำดับรองลงมาได้เช่นกัน (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 1 อิทธิพลของวัสดุปลูกที่มีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความสูงของ *Echinocactus grusonii*

วัสดุปลูก	เส้นผ่าศูนย์กลางต้น (ซม)	ความสูง (ซม)
พีทมอส	5.0 ± 0.2	4.8 ± 0.4 a
ขุยมะพร้าว	5.0 ± 0.3	4.5 ± 0.3 b
พีทมอส ผสม ทรายหยาบ	4.9 ± 0.2	4.5 ± 0.3 b
ขุยมะพร้าว ผสม ทรายหยาบ	4.9 ± 0.3	4.9 ± 0.4 a
LSD _{0.05}	NS	0.27

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 2 อิทธิพลของสูตรสารละลายธาตุอาหาร ที่มีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความสูงของ *Echinocactus grusonii*

สูตรสารละลายธาตุอาหาร	เส้นผ่าศูนย์กลางต้น (ซม)	ความสูง (ซม)
50-50-75	4.8 ± 0.2 b	4.5 ± 0.3 b
100-50-75	5.0 ± 0.2 a	4.8 ± 0.4 a
LSD _{0.05}	0.12	0.19




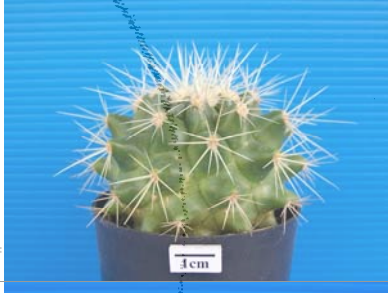




อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 3 ผลของวัสดุปลูกและสูตรสารละลายธาตุอาหาร ที่มีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และ ความสูงของ *Echinocactus grusonii*

กรรมวิธีทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม)	ความสูง (ซม)
พีทมอส x 50-50-75	4.9 ± 0.1 b	4.58 ± 0.3 cd
ขุยมะพร้าว x 50-50-75	4.8 ± 0.2 b	4.40 ± 0.2 d
พีทมอส + ทราายหยาบ x 50-50-75	4.8 ± 0.1 b	4.38 ± 0.2 d
ขุยมะพร้าว + ทราายหยาบ x 50-50-75	4.8 ± 0.2 b	4.80 ± 0.4 abc
พีทมอส x 100-50-75	5.1 ± 0.2 a	5.02 ± 0.3 a
ขุยมะพร้าว x 100-50-75	5.1 ± 0.3 a	4.62 ± 0.3 bcd
พีทมอส + ทราายหยาบ x 100-50-75	4.9 ± 0.2 b	4.62 ± 0.4 bcd
ขุยมะพร้าว + ทราายหยาบ x 100-50-75	5.0 ± 0.3 ab	5.00 ± 0.3 ab
LSD _{0.05}	0.24	0.38

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการใช้วิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาควิชาการทดลอง

	50-50-75	100-50-75
พีทมอส		
ขุยมะพร้าว		
พีทมอส + ทราวยหยาบ		
ขุยมะพร้าว + ทราวยหยาบ		

ภาพที่ 1 ต้น *Echinocactus grusonii* (Golden Barrel, ถังทอง) ที่ปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิกส์ โดยใช้วัสดุปลูก และสารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

2. *Brasilicactus haselbergii* (*Parodia haselbergii* subsp. *haselbergii*)

จากการทดลองปลูกต้นบราซิลซิลิแคคตัส เพื่อหาวัสดุปลูกและสูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโพนิคส์พบว่า ส่วนผสมของวัสดุปลูกแบบต่าง ๆ และสูตรสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ทดสอบ ไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของต้นแคคตัสที่ทดสอบ (ตารางที่ 4 และ 5) แต่มีแนวโน้มว่าต้นบราซิลซิลิแคคตัสที่ปลูกด้วยขุยมะพร้าว ร่วมกับการใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร 100-50-75 มีขนาดลำต้นและความสูงมากกว่าการปลูกเลี้ยงตามกรรมวิธีอื่น ๆ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 4 อิทธิพลของวัสดุปลูกที่มีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความสูง ของ *Brasilicactus haselbergii* (*Parodia haselbergii* subsp. *haselbergii*)

วัสดุปลูก	เส้นผ่าศูนย์กลางต้น (ซม)	ความสูง (ซม)
พีทมอส	4.0 ± 0.5	4.3 ± 0.8
ขุยมะพร้าว	4.3 ± 0.3	4.2 ± 0.5
พีทมอส ผสม ทรายหยาบ	4.0 ± 0.3	3.9 ± 0.8
ขุยมะพร้าว ผสม ทรายหยาบ	4.0 ± 0.5	4.0 ± 0.8
LSD _{0.05}	NS	NS

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 5 อิทธิพลของสูตรสารละลายธาตุอาหาร ที่มีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความสูงของ *Brasilicactus haselbergii* (*Parodia haselbergii* subsp. *haselbergii*)

สูตรสารละลายธาตุอาหาร	เส้นผ่าศูนย์กลางต้น (ซม)	ความสูง (ซม)
50-50-75	4.0 ± 0.4	4.0 ± 0.6
100-50-75	4.2 ± 0.5	4.1 ± 0.8
LSD _{0.05}	NS	NS

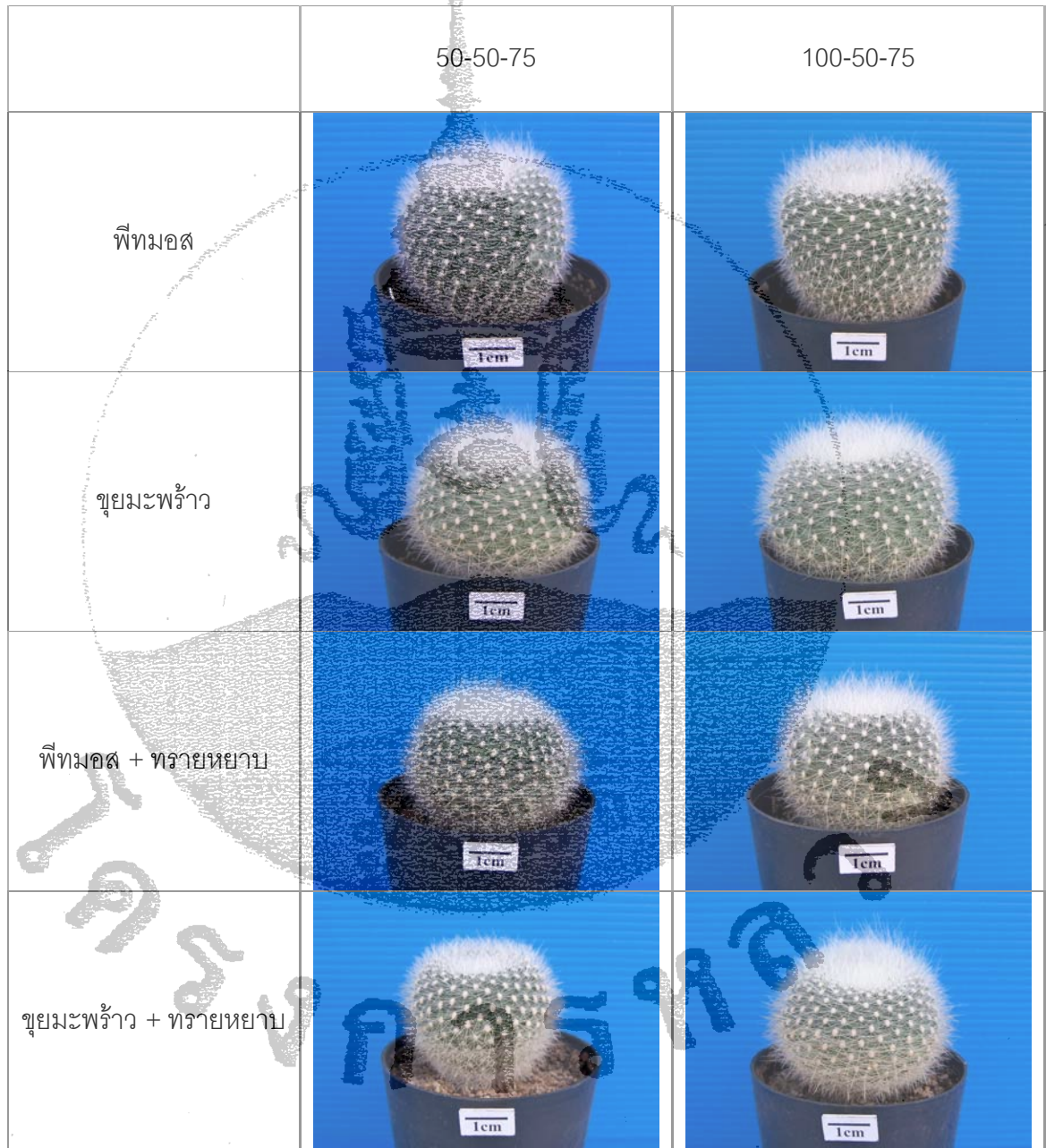
อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 6 ผลของวัสดุปลูกและสูตรสารละลายธาตุอาหาร ที่มีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และ ความสูงของ *Brasilicactus haselbergii* (*Parodia haselbergii* subsp. *haselbergii*)

กรรมวิธีทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางต้น (ซม)	ความสูง (ซม)
พีทมอส x 50-50-75	3.8 ± 0.6	4.2 ± 0.4
ขุยมะพร้าว x 50-50-75	4.2 ± 0.3	4.2 ± 0.7
พีทมอส + ทราวยหยาบ x 50-50-75	4.0 ± 0.3	3.8 ± 0.7
ขุยมะพร้าว + ทราวยหยาบ x 50-50-75	3.9 ± 0.1	4.0 ± 0.8
พีทมอส x 100-50-75	4.2 ± 0.5	4.3 ± 1.2
ขุยมะพร้าว x 100-50-75	4.5 ± 0.3	4.3 ± 0.3
พีทมอส + ทราวยหยาบ x 100-50-75	4.0 ± 0.4	4.0 ± 1.0
ขุยมะพร้าว + ทราวยหยาบ x 100-50-75	4.1 ± 0.8	4.0 ± 1.0
LSD _{0.05}	NS	NS

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาควิชาการทดลอง



ภาพที่ 2 ต้น *Brasilicactus haselbergii* (*Parodia haselbergii* subsp. *haselbergii*) ที่ปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิคส์โดยใช้วัสดุปลูก และสารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

3. *Thelocactus bicolor*

จากการทดลองปลูกต้น *Thelocactus* เพื่อหาวัสดุปลูกและสูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงในระบบไฮโดรโพนิกส์พบว่า ส่วนผสมของวัสดุปลูกแบบต่าง ๆ และสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชที่ใช้ทดสอบไม่มีอิทธิพลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และไม่มีปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยต่าง ๆ ที่ทดสอบต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงของต้น *Thelocactus* (ตารางที่ 7 8 และ 9) กล่าวคือ สามารถปลูกเลี้ยงต้น *Thelocactus* โดยใช้วัสดุผสมแบบต่าง ๆ ร่วมกับการใช้สารละลายธาตุอาหารสูตร 50-50-75 ได้

ตารางที่ 7 อิทธิพลของวัสดุปลูกที่มีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความสูง ของ *Thelocactus bicolor*

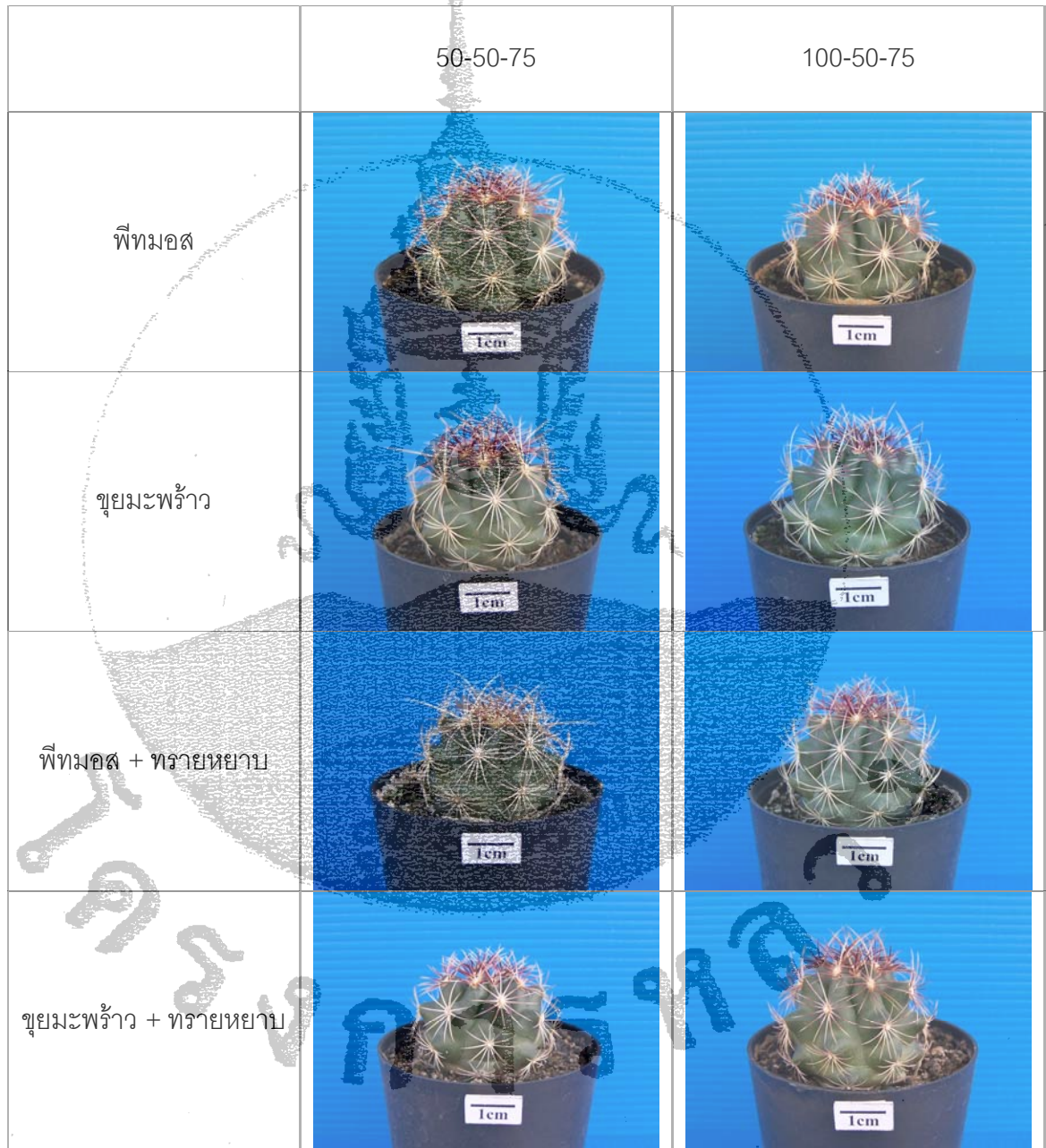
วัสดุปลูก	เส้นผ่าศูนย์กลางต้น (ซม)	ความสูง (ซม)
พีทมอส	3.7 ± 0.2	3.3 ± 0.3
ขุยมะพร้าว	3.6 ± 0.2	3.5 ± 0.3
พีทมอส ผสม ทรายหยาบ	3.6 ± 0.3	3.4 ± 0.4
ขุยมะพร้าว ผสม ทรายหยาบ	3.5 ± 0.2	3.4 ± 0.2
LSD _{0.05}	NS	NS

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 8 อิทธิพลของสูตรสารละลายธาตุอาหาร ที่มีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และความสูงของ *Thelocactus bicolor*

สูตรสารละลายธาตุอาหาร	เส้นผ่าศูนย์กลางต้น (ซม)	ความสูง (ซม)
50-50-75	3.6 ± 0.2	3.4 ± 0.2
100-50-75	3.6 ± 0.2	3.4 ± 0.3
LSD _{0.05}	NS	NS

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ



ภาพที่ 3 ต้น *Thelocactus bicolor* ที่ปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโปนิกส์โดยใช้วัสดุปลูก และสารละลายธาตุอาหารแตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์

ตารางที่ 9 ผลของวัสดุปลูกและสูตรสารละลายธาตุอาหาร ที่มีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และ ความสูงของ *Thelocactus bicolor*

กรรมวิธีทดลอง	เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (ซม)	ความสูง (ซม)
พีทมอส x 50-50-75	3.8 ± 0.1	3.4 ± 0.3
ขุยมะพร้าว x 50-50-75	3.6 ± 0.1	3.5 ± 0.2
พีทมอส + ทราฮายาบ x 50-50-75	3.4 ± 0.4	3.3 ± 0.3
ขุยมะพร้าว + ทราฮายาบ x 50-50-75	3.6 ± 0.2	3.3 ± 0.2
พีทมอส x 100-50-75	3.6 ± 0.2	3.2 ± 0.4
ขุยมะพร้าว x 100-50-75	3.6 ± 0.4	3.4 ± 0.3
พีทมอส + ทราฮายาบ x 100-50-75	3.7 ± 0.3	3.5 ± 0.4
ขุยมะพร้าว + ทราฮายาบ x 100-50-75	3.4 ± 0.1	3.4 ± 0.1
LSD _{0.05}	NS	NS

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการใช้วิธีแบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการศึกษาวัดวัสดุปลูกและสูตรสารละลายธาตุอาหารพืชที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยง แคคตัสบางชนิดในระบบไฮโดรโพนิคส์ พบว่า ในการปลูกเลี้ยง *E. grusonii* การใช้ พีทมอส ร่วมกับ สารละลายสูตร 100-50-75 ให้การเจริญเติบโตดีที่สุด อย่างไรก็ตามสามารถใช้ ขุยมะพร้าว หรือขุยมะพร้าวผสมทราฮายาบเป็นวัสดุปลูกร่วมกับสารละลายสูตร 100-50-75 ซึ่งให้ผลดีในลำดับรองลงมา ได้เช่นกัน ขณะที่การปลูกต้นบราสซิคาแคคตัส และต้น *Thelocactus* ไม่พบความแตกต่างของปัจจัยที่ใช้ทดสอบ รวมถึงไม่มีปฏิสัมพันธ์ต่อกันของปัจจัยต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตด้วย แต่ในต้นบราสซิคาแคคตัส พบแนวโน้มว่าการปลูกด้วยขุยมะพร้าวร่วมกับสารละลายธาตุอาหารสูตร 100-50-75 มีขนาดลำต้นและความสูงมากกว่าการปลูกเลี้ยงตามกรรมวิธีอื่น ๆ

แคคตัสเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตแห้งแล้ง มีความสามารถทนต่อสภาพแห้งได้เป็นอย่างดี และไม่ชอบให้วัสดุปลูกเปียกและตลอดเวลา อย่างไรก็ตามแคคตัสยังเป็นพืชที่มีความต้องการน้ำและธาตุอาหารสำหรับการเจริญเติบโตเช่นเดียวกับพืชอื่น ๆ การทดลองเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมต่อการปลูกเลี้ยงแคคตัสในระบบไฮโดรโพนิคส์แบบ substrate culture โดยการให้น้ำไปพร้อม ๆ กับ สารละลายธาตุอาหารผ่านทางก้นกระถาง จะช่วยลดปัญหาการเกิดโรคซึ่งเกิดขึ้นจากการรดน้ำเปียกต้นเป็นประจำได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังช่วยไม่ให้เกิดคราบของเกลือจับบนผิวลำต้น และหนาม จึง

ทำให้ต้นแคคตัสที่ได้มีการเจริญเติบโตที่สมบูรณ์ มีคุณภาพสูง และมีความสะอาดสวยงามอีกด้วย
ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้กำหนดให้มีการให้น้ำไปพร้อมกับสารละลายเพียงสัปดาห์ละหนึ่งครั้ง วัสดุปลูกที่
เหมาะสมจึงต้องมีความสามารถในการอุ้มน้ำและระบายได้ดีเป็นระยะเวลาที่เหมาะสม ภายใต้เงื่อนไข
ที่จะต้องมีความชื้นของอากาศให้แก่ระบบรากได้อย่างพอเพียงกับความต้องการของแคคตัสในแต่ละชนิด
เพื่อให้ต้นแคคตัสมีการเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี โดยจะต้องมีรูปทรงที่สมส่วนตามพันธุ์ และมีความ
แข็งแรง นอกจากนี้ยังต้องมีความสามารถในการดูดซับสารละลายธาตุอาหารในการให้สารละลายใน
ครั้งต่อไปได้เป็นอย่างดีด้วย ซึ่งจากการทดลองครั้งนี้พบว่าวัสดุปลูกแบบต่าง ๆ ที่ใช้มีความเหมาะสม
ต่อการปลูกเลี้ยงที่ใกล้เคียงกัน โดยมีแนวโน้มว่าการใช้พีทมอส และขุยมะพร้าว ที่ไม่มีการผสมทราย
เป็นวัสดุที่เหมาะสมสำหรับการปลูกเลี้ยงแบบไฮโดรโพนิคส์ แต่ขุยมะพร้าวจะใช้ระยะเวลาในการดูด
ซับสารละลายในแต่ละครั้งมากกว่าพีทมอส นอกจากนี้ควรให้ความระมัดระวังเรื่องความสะอาดของ
ขุยมะพร้าวที่นำมาใช้ด้วย โดยควรมีการอบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำก่อนนำมาใช้ ส่วนพีทมอสที่มีจำหน่ายใน
ท้องตลาดจะผ่านการอบฆ่าเชื้อมาแล้ว ทั้งนี้เพื่อลดความเสี่ยงของการแพร่เชื้อโรคไปกับระบบการให้
สารละลาย และเนื่องจากแคคตัสเป็นพืชที่อวบน้ำจึงอาจติดโรคที่เกิดขึ้นจากวัสดุปลูกที่ใช้ปลูกได้ง่าย
ส่วนสูตรของสารละลายที่ใช้ทดสอบพบว่าให้ผลแตกต่างกันตามชนิดของแคคตัส โดยพบว่าต้นแคคตัส
Echinocactus grusonii มีการเจริญเติบโตดีขึ้นเมื่อได้รับสารละลายที่มีธาตุอาหารโดยเฉพาะธาตุ
ไนโตรเจน (N) ในปริมาณที่สูงขึ้น และต้นบราสซิลาแคคตัสก็พบแนวโน้มในลักษณะเช่นเดียวกัน ซึ่ง
อาจเป็นเพราะว่าแคคตัสทั้งสองชนิดดังกล่าวมีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณมาก จึงตอบสนอง
ต่อความเข้มข้นของธาตุอาหารที่สูงขึ้นโดยมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นได้เป็นอย่างดี ซึ่งแตกต่างจากต้น
Thelocactus ซึ่งมีความต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่น้อยกว่า จึงให้ผลไม่แตกต่างกันในการ
เจริญเติบโต

การทดลองที่ 5

ปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นแก้วมังกร (*Hylocereus undatus*) ในสภาพปลอดเชื้อ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาสูตรธาตุอาหารหลักที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโต
2. เพื่อหาระดับความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโต
3. เพื่อศึกษาปฏิสัมพันธ์ระหว่างสูตรธาตุอาหารหลัก และความเข้มข้นของน้ำตาล

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบปัจจัยร่วมกลุ่มสมบูรณ์ โดยมี 2 ปัจจัย ดังนี้

ปัจจัยที่ 1 สูตรธาตุอาหารหลัก มี 3 สูตร [ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก; mM] คือ

1. ธาตุอาหารหลักสูตร Murashige and Skoog(1962) ที่ลดความเข้มข้นลง
เหลือครึ่งสูตร ; HMS [46.63 mM]
2. ธาตุอาหารหลักสูตร Murashige and Skog(1962) ; MS [93.25mM]
3. ธาตุอาหารหลักสูตร Vacin and Went(1949)ดัดแปลง¹ ; VW [30.94mM]

ปัจจัยที่ 2 ความเข้มข้นของน้ำตาล มี 3 ระดับคือ 0 2 และ 4 % (น้ำหนัก/
ปริมาตร)

รวมทั้งสิ้น $3 \times 3 = 9$ กรรมวิธีทดลอง + 1 กรรมวิธีควบคุม (ซึ่งใช้อาหารวันที่เตรียมขึ้น

จาก น้ำกลั่นโดยไม่เติมธาตุอาหารและน้ำตาล) ดังแสดง

สูตรธาตุอาหาร	ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส (%)		
หลัก	0	2	4
HMS	T1	T2	T3
MS	T4	T5	T6
VW	T7	T8	T9

โดยในอาหารสังเคราะห์ที่ทดสอบทั้ง 9 สูตร จะมีส่วนประกอบพื้นฐานที่เหมือนกันคือ
เติมธาตุอาหารรอง อินทรีย์สาร และเหล็ก ตามสูตร MS(1962) ใช้น้ำ 0.8% pH=5.7 ทำการทดลอง
กรรมวิธีละ 10 ซ้ำ ๆ ละ 5 เมล็ด โดยใช้เมล็ดซึ่งแยกออกมาใหม่ ๆ จากผลสด ล้างน้ำให้สะอาดจน
หมดเมือกสิ้น จากนั้นนำไปฟอกฆ่าเชื้อที่ผิวโดยแช่ในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 15 % นาน

15 นาที แล้วล้างด้วยน้ำกลั่นที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง นำเมล็ดลงเพาะบนอาหารวุ้นสูตรต่าง ๆ นำไปเลี้ยงบนชั้นที่จัดให้ได้รับแสง 1,500 ลักซ์ นาน 16 ชม/วัน บันทึกผลอัตราการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของต้นกล้าเช่น ขนาดของลำต้นใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl) ใบเลี้ยง ยอดอ่อน และราก

ผลการทดลอง

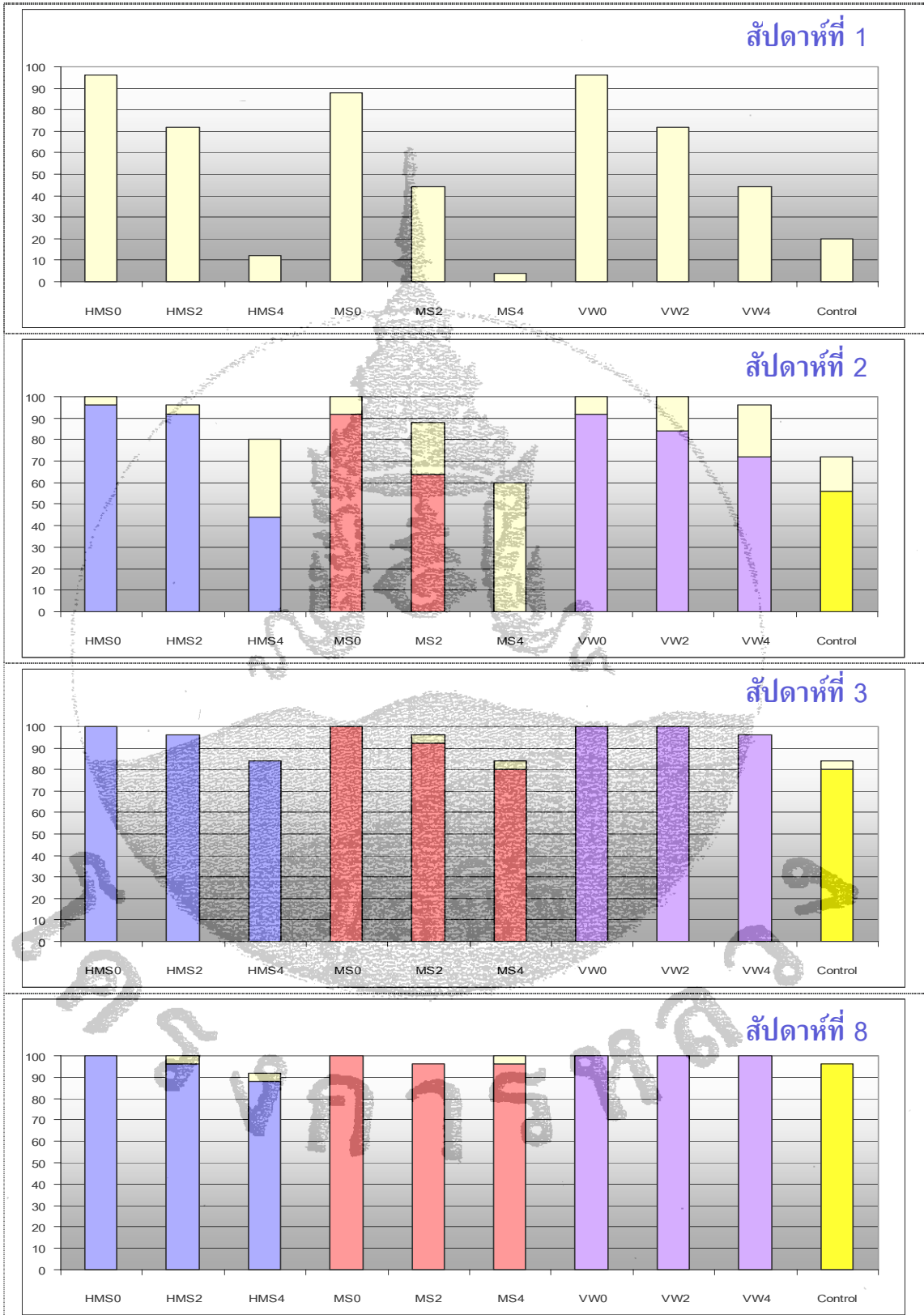
จากการทดลองเพาะเมล็ดต้นแก้วมังกรลงบนอาหารสังเคราะห์สูตรต่าง ๆ ในสภาพปลอดเชื้อพบว่า เริ่มมีการงอกของเมล็ดได้ตั้งแต่สัปดาห์แรกของการทดลองโดยต้นกล้าจะแทงรากและยอดตัวออกมาจากเปลือกหุ้มเมล็ด จากนั้นใบเลี้ยงจะค่อย ๆ กางออกและขยายขนาดขึ้น จนกระทั่งในสัปดาห์ที่ 4 จึงเริ่มสังเกตเห็นการเจริญของยอดอ่อนโผล่ขึ้นที่กลางยอดและเริ่มเจริญเติบโตเป็นยอดอ่อนต่อไป จากการทดลองยังพบว่าอัตราการงอกของเมล็ด การกางออกของใบเลี้ยงและการเจริญเติบโตของยอดอ่อนมีความแตกต่างกันในแต่ละสูตรอาหารที่ใช้ทดสอบ

อัตราการงอกของเมล็ด และการกางออกของใบเลี้ยง

จากการทดสอบการงอกของเมล็ดในสภาพปลอดเชื้อเป็นเวลา 8 สัปดาห์พบว่า อัตราการงอกของเมล็ด และการกางออกของใบเลี้ยง มีความสัมพันธ์กับสูตรอาหารและระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส กล่าวคือ เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูง และมีอัตราการงอกไม่แตกต่างกันในอาหารที่มีธาตุอาหารหลักต่างกันทั้ง 3 สูตรเมื่อเปรียบเทียบกับระดับน้ำตาลเท่ากัน แต่งอกได้เร็วกว่ากรรมวิธีควบคุมซึ่งเป็นน้ำกลั่น นอกจากนี้ยังพบว่าระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสที่เพิ่มสูงขึ้นในทุกสูตรธาตุอาหารหลัก ส่งผลให้เมล็ดมีอัตราการงอกและการกางออกของใบเลี้ยงช้าลง ซึ่งสามารถสังเกตผลได้ชัดเจนในช่วงสองสัปดาห์หลังจากการเพาะเมล็ด แม้ว่าหลังจากการเลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์จะพบว่าเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงและมีการกางออกของใบเลี้ยงเต็มที่แล้วใกล้เคียงกัน ดังแสดงในแผนภาพที่ 3 อย่างไรก็ตามความเร็วช้าในการกางออกของใบเลี้ยงนี้ก็ส่งผลต่อความเร็วในการเกิดยอดและการเจริญเติบโตของยอดในระยะต่อมาด้วย

อิทธิพลของสูตรธาตุอาหารหลัก

จากการทดลองพบว่า สูตรธาตุอาหารหลักมีอิทธิพลต่อความยาวของลำต้นใต้ใบเลี้ยง ขนาดของใบเลี้ยง ขนาดของยอดอ่อน และความยาวราก แต่ไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนรากของต้นกล้า กล่าวคือธาตุอาหารหลักสูตร MS ให้ต้นกล้าเจริญเติบโตดีกว่าธาตุอาหารหลักสูตรอื่น ๆ ยกเว้นความยาวของรากซึ่งสั้นกว่าสูตร HMS และ VW ดังแสดงค่าในตารางที่ 3



แผนภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์การงอกและการงอกของใบเลี้ยง เมื่อเพาะเมล็ดต้นแก้วมังกรบนอาหารที่มีสูตรธาตุอาหารหลักและความเข้มข้นของน้ำตาลแตกต่างกันในสภาพปลอดเชื้อ

แสดงเปอร์เซ็นต์ในส่วนของต้นกล้าที่ใบเลี้ยงยังไม่กางออก
 แสดงเปอร์เซ็นต์ในส่วนของต้นกล้าที่ใบเลี้ยงกางออก

อิทธิพลของน้ำตาลซูโครส

ส่วนอิทธิพลของน้ำตาลซูโครสพบว่า ระดับความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครสมีอิทธิพลต่อขนาดของใบเลี้ยง ขนาดของยอดอ่อน และความยาวของราก แต่ไม่มีอิทธิพลต่อความยาวของลำต้น ใต้ใบเลี้ยง และจำนวนราก กล่าวคือความเข้มข้นของน้ำตาลที่สูงขึ้นส่งผลให้ขนาดของใบเลี้ยงลดลง แต่ช่วยให้ยอดอ่อนมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น และยังช่วยให้รากมีความยาวเพิ่มมากขึ้น ดังแสดงค่าในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 อิทธิพลของสูตรธาตุอาหารหลักที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าแก้วมังกรในสภาพปลอดเชื้อ

สูตรธาตุอาหารหลัก	ความยาว hypocotyl (มม)	ขนาดใบเลี้ยง		ขนาดยอดอ่อน		ราก	
		ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)	ความกว้าง (มม)	ความสูง (มม)	จำนวน	ความยาว (มม)
HMS	6.7 b	3.5 b	6.5 b	1.3 b	2.4 b	3.1	76.7 a
MS	8.3 a	4.2 a	7.9 a	2.2 a	4.9 a	2.9	56.5 b
VW	6.4 b	3.6 b	6.5 b	1.2 b	1.3 c	3.1	76.7 a
LSD _{0.05}	0.7	0.4	0.5	0.3	0.9	0.6	11.7

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4 อิทธิพลของน้ำตาลซูโครสที่มีต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้าแก้วมังกรในสภาพปลอดเชื้อ

น้ำตาลซูโครส (%)	ความยาว hypocotyl (มม)	ขนาดใบเลี้ยง (มม)		ขนาดยอดอ่อน (มม)		ราก (มม)	
		ความกว้าง	ความยาว	ความกว้าง	ความสูง	จำนวน	ความยาว
0	7.1	4.0 a	7.3 a	0.8 c	0.9 c	2.7	46.4 b
2	7.4	3.8 ab	7.3 a	1.7 b	3.2 b	3.3	84.8 a
4	6.4	3.5 b	6.4 b	2.2 a	4.5 a	3.0	78.7 a
LSD _{0.05}	0.7	0.4	0.5	0.3	0.9	0.6	11.7

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อิทธิพลร่วมของสูตรธาตุอาหารหลักและน้ำตาลซูโครส

จากการทดลองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์พบว่าต้นกล้าแก้วมังกรที่งอกและเจริญเติบโตบนอาหารสังเคราะห์ที่มีความแตกต่างกันของสูตรธาตุอาหารหลักและความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส มีการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันกล่าวคือ ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตทางยอดบนอาหารสังเคราะห์ที่ใช้ธาตุอาหารหลักสูตร MS ได้ดีกว่าการใช้ธาตุอาหารหลักสูตรอื่น ๆ เมื่อเปรียบเทียบที่ระดับความเข้มข้นน้ำตาลที่เท่ากัน ส่วนการเจริญของรากพบว่า รากมีการเจริญได้ดีในสูตรอาหารที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารหลักต่ำลง คือในสูตร HMS และ VW นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของน้ำตาลที่เพิ่มสูงขึ้นช่วยส่งเสริมให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตของส่วนยอดดีขึ้นในทุก ๆ สูตรอาหาร ยกเว้นการเจริญเติบโตของส่วนรากซึ่งพบว่า ความเข้มข้นของน้ำตาลที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับ 2 % และยังพบว่าความเข้มข้นน้ำตาลที่สูงขึ้นมีแนวโน้มให้ต้นกล้ามีขนาดของใบเลี้ยงเล็กลงซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนในสูตรธาตุอาหารหลักที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น ดังแสดงค่าในตารางที่ 5 และ 6 ภาพที่ 2

ตารางที่ 5 ผลของสูตรธาตุอาหารหลักและความเข้มข้นของน้ำตาลที่มีต่อการเจริญเติบโตของลำต้นได้ใบเลี้ยง (hypocotyls) และขนาดใบเลี้ยง ของต้นกล้าแก้วมังกรในสภาพปลอดเชื้อ





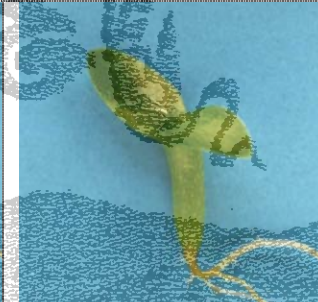
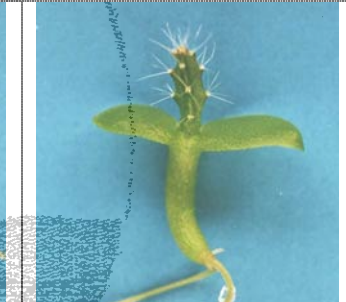
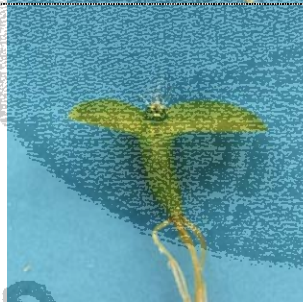
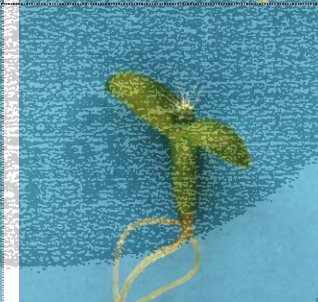

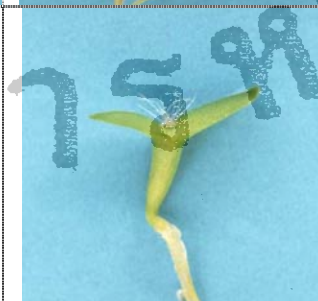
กรรมวิธี	ความยาว hypocotyl (มม)	ขนาดใบเลี้ยง	
		ความกว้าง (มม)	ความยาว (มม)
T1, HMS0	6.1 ± 0.4 b	3.5 ± 0.3 b	6.4 ± 0.6 def
T2, HMS2	7.7 ± 1.4 a	3.6 ± 0.4 b	7.1 ± 0.7 bcd
T3, HMS4	6.4 ± 1.1 b	3.4 ± 0.4 b	6.1 ± 0.5 ef
T4, MS0	8.7 ± 1.1 a	4.5 ± 0.9 a	8.0 ± 0.9 a
T5, MS2	8.0 ± 1.1 a	4.4 ± 0.5 a	8.3 ± 0.6 a
T6, MS4	8.1 ± 1.2 a	3.7 ± 0.6 b	7.5 ± 0.6 ab
T7, VW0	6.4 ± 1.1 b	3.9 ± 0.4 ab	7.4 ± 0.7 abc
T8, VW2	6.4 ± 0.7 b	3.5 ± 0.3 b	6.6 ± 0.4 cde
T9, VW4	6.3 ± 0.4 b	3.6 ± 0.4 b	5.5 ± 1.0 f
Control	6.3 ± 0.8 b	3.8 ± 0.4 b	6.6 ± 0.5 cde
LSD _{0.05}	1.22	0.65	0.87

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสดมภ์เดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 6 ผลของสูตรธาตุอาหารหลักและความเข้มข้นของน้ำตาลที่มีต่อการเจริญเติบโตของยอดและราก ของต้นกล้าแก้วมังกรในสภาพปลอดเชื้อ

กรรมวิธี	ขนาดยอดอ่อน		ราก	
	ความกว้าง (มม)	ความสูง (มม)	จำนวน	ความยาว (มม)
T1, HMS0	0.3 ± 0.2 c	0.3 ± 0.1 f	2.6 ± 0.5 bc	49.4 ± 16.4 cd
T2, HMS2	1.6 ± 0.9 cd	2.7 ± 2.2 cd	3.2 ± 0.4 ab	98.0 ± 10.5 a
T3, HMS4	2.0 ± 0.4 bc	4.1 ± 1.8 c	3.4 ± 0.5 ab	82.8 ± 14.3 ab
T4, MS0	1.1 ± 0.3 de	1.6 ± 0.8 def	2.0 ± 0.7 c	44.8 ± 19.1 d
T5, MS2	2.5 ± 0.3 ab	5.7 ± 1.9 b	3.6 ± 1.5 a	67.4 ± 22.0 bc
T6, MS4	2.9 ± 0.1 a	7.5 ± 0.7 a	3.0 ± 0.7 ab	57.2 ± 8.3 cd
T7, VW0	0.8 ± 0.4 fg	0.9 ± 0.9 ef	3.4 ± 0.5 ab	45.0 ± 12.0 d
T8, VW2	0.9 ± 0.4 ef	1.1 ± 0.7 ef	3.2 ± 0.4 ab	89.0 ± 22.9 a
T9, VW4	1.7 ± 0.6 c	2.0 ± 0.8 de	2.6 ± 0.9 bc	96.0 ± 9.0 a
Control	0.5 ± 0.4 fg	0.2 ± 0.2 f	2.6 ± 0.5 bc	42.0 ± 18.8 d
LSD _{0.05}	0.55	1.52	0.97	20.64

อักษรที่ต่างกันเมื่อเปรียบเทียบในสมมุติเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการวิเคราะห์แบบ LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น p=0.05 NS : ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สูตรธาตุ อาหาร หลัก	ความเข้มข้นของน้ำตาลซูโครส (%)		
	0	2	4
HMS			
MS			
VW			
control			

ภาพที่ 2 ต้นกล้าแก้วมังกรที่งอกและเจริญเติบโตบนอาหารสังเคราะห์ที่มีสูตรธาตุอาหารหลักและความเข้มข้นของน้ำตาลต่างๆ กันในสภาพปลอดเชื้อ เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาปัจจัยที่เหมาะสมต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นแก้วมังกรในสภาพปลอดเชื้อพบว่า สูตรธาตุอาหารหลักทั้ง 3 สูตร ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ด ซึ่งดีกว่าการเพาะเมล็ดบนอาหารร่วนที่เตรียมจากน้ำกลั่น แต่พบว่าความเข้มข้นของน้ำตาลที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้การงอกของเมล็ด และการกางออกของใบเลี้ยงข้าง ทั้งนี้เนื่องจากการงอกของเมล็ดต้นแก้วมังกรในสภาพปลอดเชื้อต้องการแรงดันออสโมติกที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการดูดซึมน้ำ รวมถึงธาตุอาหารต่าง ๆ เพื่อใช้ในกระบวนการทางชีวเคมีให้เกิดการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าในระยะแรก ซึ่งความเข้มข้นของน้ำตาลที่สูงขึ้นมีผลอย่างมากต่อการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดันออสโมติกของอาหาร จึงส่งผลให้เมล็ดมีกระบวนการดูดซึมน้ำได้ยากและน้อยลงทำให้มีการงอกของเมล็ดและการกางออกของใบเลี้ยงข้างแตกต่างจากในระยะเวลาต่อมาซึ่งต้นกล้าต้องการปริมาณธาตุอาหารเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งคาร์บอนเพื่อให้ในกระบวนการเจริญเติบโต ซึ่งในสภาพธรรมชาติได้มาจากการเกิดการขบวนการสังเคราะห์แสงอย่างพอเพียง ขณะที่การเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อได้รับแสงจากหลอดไฟฟ้าซึ่งพืชสามารถสังเคราะห์แสงเพื่อสร้างสารคาร์บอนเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตได้ปริมาณหนึ่ง และได้รับจากน้ำตาลซูโครสที่เติมลงในอาหารอีกส่วนหนึ่ง จึงทำให้ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตของยอดดีขึ้นในทุก ๆ สูตรอาหารที่มีระดับน้ำตาลสูงขึ้น อีกทั้งเมื่อได้รับธาตุอาหารซึ่งมีความเข้มข้นสูงขึ้นอย่างพอเหมาะจึงทำให้ ต้นกล้ามีการเจริญเติบโตโดยรวมดีเพิ่มมากขึ้น โดยพบว่าต้นกล้าแก้วมังกรมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดบนอาหารที่ใช้ธาตุอาหารหลักสูตร MS ร่วมกับน้ำตาลซูโครสที่ความเข้มข้น 4 % ส่วนการเจริญเติบโตของรากพบว่า สามารถเจริญเติบโตได้ดีในอาหารที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารต่ำ ๆ แต่การเติมน้ำตาลช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของรากเมื่ออยู่ในระดับความเข้มข้นที่เหมาะสมเช่นที่ความเข้มข้น 2 % เช่นเดียวกับในพืชชนิดอื่น ๆ ที่พบว่าการลดระดับความเข้มข้นของธาตุอาหารลงจะช่วยให้เกิดรากดีขึ้น

ผลจากการศึกษานี้ น่าจะเป็นพื้นฐานที่สำคัญที่ช่วยให้เข้าใจในกระบวนการงอกและการเจริญเติบโตของต้นแคคตัสภายใต้สภาพปลอดเชื้อได้เป็นอย่างดี เพื่อเป็นแนวทางที่สำคัญในการศึกษากับต้นแคคตัสชนิดอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

^{1/} ส่วนประกอบของธาตุอาหารหลักสูตร Vacin and Went (1949) ดัดแปลง

1. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	151	มก/ล
2. KH_2PO_4	250	มก/ล
3. KNO_3	525	มก/ล
4. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	250	มก/ล
5. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	500	มก/ล

การทดลองที่ 6

การศึกษาวิธีการเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ของต้นแคคตัสบางชนิด

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมในการเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้

วิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองในการเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้แบบสุ่มสมบูรณ์ โดยมี 3 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1	เก็บรักษาแบบแห้ง	ที่อุณหภูมิห้อง (28 ± 2 องศาเซลเซียส)
กรรมวิธีที่ 2	เก็บรักษาแบบแห้ง	ที่อุณหภูมิต่ำ (8 ± 2 องศาเซลเซียส)
กรรมวิธีที่ 3	เก็บรักษาใน Acetone	ที่อุณหภูมิเยือกแข็ง (-10 องศาเซลเซียส)

โดยการเก็บอับละอองเกสรตัวผู้จากดอกแคคตัสที่เริ่มบานเต็มที่ (หากมีหลายดอก ให้เก็บเกสรพร้อมกันและผสมให้เข้ากันดีก่อนใช้ทดลอง) นำมาใส่ในซองกระดาษ แล้วนำไปลดความชื้นลงโดยการเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทที่บรรจุสารซิลิกาเจลไว้ภายใน จากนั้นนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิที่ทดลอง ส่วนในกรรมวิธีที่ 3 ให้เก็บอับละอองเกสรที่แห้งดีแล้วลงในสารละลาย acetone ที่แช่ไว้ที่อุณหภูมิเยือกแข็งซึ่งบรรจุในขวดแก้วขนาดเล็กที่มีฝาเกลียวปิดสนิท ก่อนนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิเยือกแข็งตามเดิม

ทำการทดสอบความมีชีวิตของละอองเกสรตัวผู้เมื่อเริ่มต้นการเก็บรักษา และภายหลังการเก็บรักษาทุก 4 สัปดาห์ โดยใช้วิธี Fluorochromatic reaction (FCR) test โดยย้อมเกสรตัวผู้ด้วยสารละลาย Fluorescein diacetate (FDA) ความเข้มข้น 0.5 % ที่นำมาหยดลงในน้ำกลั่นจนกระทั่งเป็นสีขาว นำไปตรวจนับและคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิต โดยการนับละอองเกสรตัวผู้ที่มีการเรืองแสงเทียบกับจำนวนทั้งหมดภายใต้กล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนส์ ในพื้นที่ขนาด 1 ตารางมิลลิเมตร จำนวน 10 แห่งแบบสุ่ม

พืชทดลอง

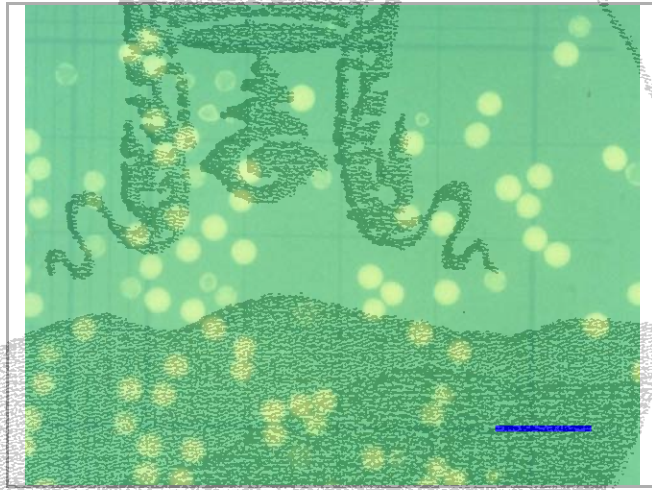
ทำการทดสอบวิธีการเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ในต้นแคคตัส จำนวน 3 ชนิดคือ

1. *Ariocarpus retusus* subsp. *trigonus* (F.A.C.Weber) E.F.Anderson & W.A.Fitz Maurice 1997
2. *Ariocarpus bravoanus* H.M.Hernandez & E.F.Anderson 1992
3. *Turbinicarpus laui* Glass & R.Foster 1975

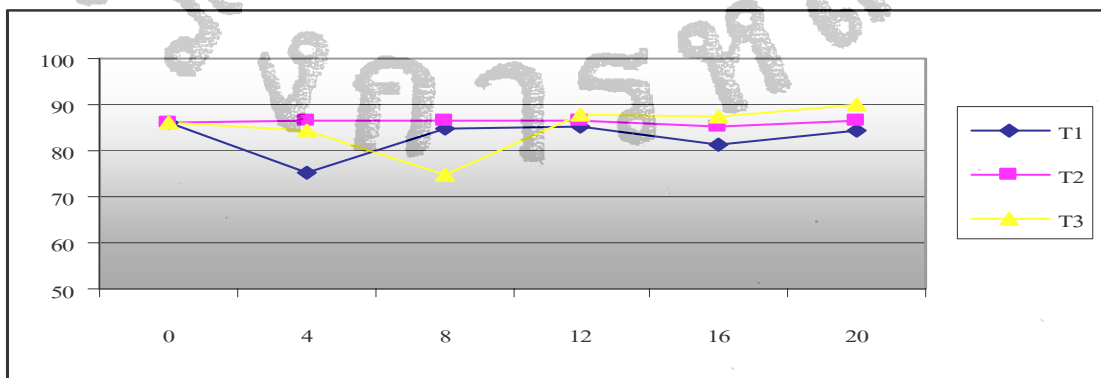
ผลการทดลอง

1. *Ariocarpus retusus* subsp. *trigonus*

จากการทดลองเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้โดยกรรมวิธีต่าง ๆ แล้วทำการทดสอบความมีชีวิตทุก 4 สัปดาห์ แต่เนื่องจากว่าปริมาณเกสรที่เก็บได้มีจำนวนน้อยจึงสามารถทดสอบการเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลาเพียง 20 สัปดาห์ โดยผลจากการทดสอบความมีชีวิตภายหลังจากการเก็บรักษาพบว่า วิธีการเก็บรักษาละอองเกสรทั้ง 3 กรรมวิธี สามารถเก็บรักษาละอองเกสรให้มีชีวิตได้นานตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการทดสอบ โดยที่ละอองเกสรมีชีวิตในอัตราที่ใกล้เคียงกับเมื่อเริ่มต้นเก็บ ซึ่งมีชีวิตมากกว่าร้อยละ 80 ดังแสดงในภาพที่ 3 และแผนภาพที่ 3



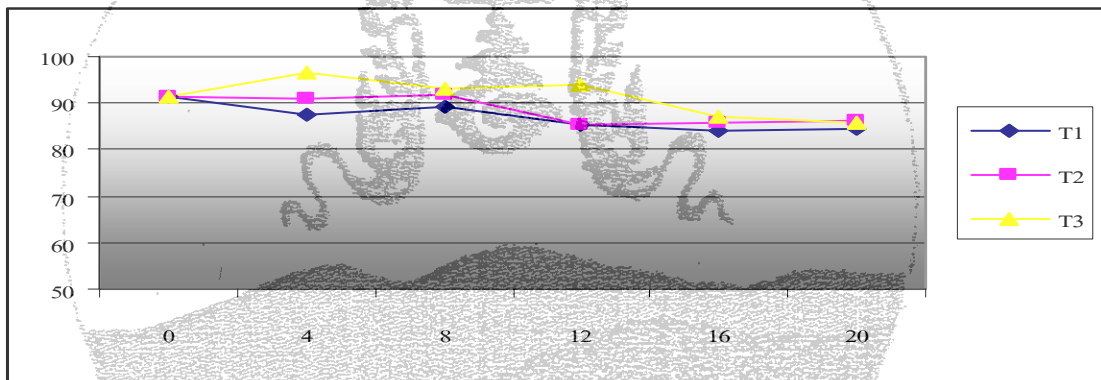
ภาพที่ 3 แสดงลักษณะของละอองเกสรตัวผู้ของ *Ariocarpus retusus* subsp. *trigonus* ที่เรืองแสงภายใต้กล้องกล้องจุลทรรศน์ฟลูออเรสเซนซ์ (แถบวัด = 250 ไมโครเมตร)



แผนภาพที่ 3 แสดงเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรตัวผู้ของ *Ariocarpus retusus* subsp. *trigonus* ที่เก็บรักษาโดยกรรมวิธีต่าง ๆ ตลอดระยะเวลา 20 สัปดาห์

2. *Ariocarpus bravoanus*

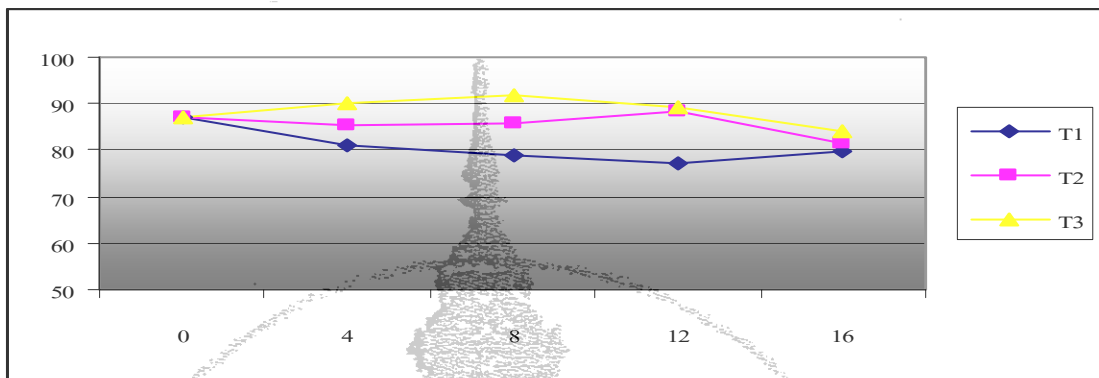
จากการทดลองเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้โดยกรรมวิธีต่าง ๆ แล้วทำการทดสอบความมีชีวิตทุก 4 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 20 สัปดาห์ พบว่า วิธีการเก็บรักษาละอองเกสรทั้ง 3 กรรมวิธีสามารถเก็บรักษาละอองเกสรให้มีชีวิตได้นานตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการทดสอบ โดยละอองเกสรยังคงมีชีวิตรอดในอัตราที่ต่ำกว่าเมื่อเริ่มต้นเก็บเล็กน้อย อย่างไรก็ตามยังคงมีชีวิตรอดในอัตราที่น่าพอใจซึ่งมีชีวิตรอดมากกว่าร้อยละ 80 ดังแสดงใน แผนภาพที่ 4



แผนภาพที่ 4 แสดงเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรตัวผู้ของ *Ariocarpus bravoanus* ที่เก็บรักษาโดยกรรมวิธีต่าง ๆ ตลอดระยะเวลา 20 สัปดาห์

3. *Turbinicarpus laui*

จากการทดลองเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้โดยกรรมวิธีต่าง ๆ แล้วทำการทดสอบความมีชีวิตทุก 4 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า วิธีการเก็บรักษาละอองเกสรทั้ง 3 กรรมวิธีสามารถเก็บรักษาละอองเกสรให้มีชีวิตได้นานตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการทดสอบ โดยละอองเกสรมีชีวิตรอดในอัตราที่ต่ำกว่าเมื่อเริ่มต้นเก็บเล็กน้อย แต่มีแนวโน้มว่าการเก็บรักษาแบบแห้งที่อุณหภูมิห้อง (T1) ละอองเกสรจะมีชีวิตรอดต่ำลง โดยการเก็บแบบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ (T2) และการเก็บใน acetone ที่อุณหภูมิเยือกแข็ง (T3) มีชีวิตรอดในอัตราที่ดีกว่าซึ่งมีชีวิตรอดมากกว่าร้อยละ 80 ดังแสดงใน แผนภาพที่ 5



แผนภาพที่ 5 แสดงเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของละอองเกสรตัวผู้ของ *Turbinicarpus laui* ที่เก็บรักษา โดยกรรมวิธีต่าง ๆ ตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

สรุป และวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาวิธีการเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ของต้นแคคตัสชนิดต่าง ๆ โดยกรรมวิธีต่าง ๆ พบว่า กรรมวิธีที่ใช้ในการทดสอบทั้ง 3 กรรมวิธี สามารถใช้ในการเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ได้อย่างน้อยที่สุดเป็นระยะเวลานาน 16 - 20 สัปดาห์ โดยยังมีชีวิตรอดได้ในระดับที่ใกล้เคียงกับเมื่อเริ่มต้นเก็บรักษา ทั้งนี้เนื่องมาจากก่อนการเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ ได้มีการลดความชื้นลงโดยการเก็บไว้ในภาชนะปิดสนิทซึ่งมีสารดูดความชื้นบรรจุอยู่ ซึ่งการลดความชื้นลงนี้สามารถยืดอายุของละอองเกสรตัวผู้ให้มียาวนานขึ้นได้ และอาจเนื่องมาจากต้นแคคตัสเป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดในที่ร้อนและแห้งแล้งจัด จึงมีโครงสร้างของละอองเกสรตัวผู้ที่พิเศษที่ช่วยให้ทนต่อสภาพแวดล้อมที่ร้อนและแห้งแล้งได้เป็นระยะเวลานาน ๆ เพื่อช่วยเพิ่มโอกาสในการผสมเกสรในสภาพธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาที่ทำการศึกษาเป็นช่วงเวลาดสั้น ๆ เพียง 20 สัปดาห์ จึงอาจไม่พบความแตกต่างของกรรมวิธีที่ใช้ทดสอบมากนัก แต่ก็มีแนวโน้มของการเก็บรักษาให้มียาวนานยิ่งขึ้นเมื่อเก็บในที่มียุณหภูมิต่ำ ทั้งโดยวิธีการเก็บแบบแห้ง และการเก็บในสารละลายอินทรีย์ชนิดไม่มีขั้วเช่น acetone ซึ่งช่วยให้สามารถเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ไว้ที่อุณหภูมิซึ่งต่ำกว่าจุดเยือกแข็งได้โดยไม่แข็งตัว

จากผลการทดลองในครั้งนี้ซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทำให้สามารถเก็บรักษาละอองเกสรตัวผู้ไว้สำหรับใช้ในการผสมเกสรข้ามต้นเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์เดิม หรือเพื่อการผสมเกสรข้ามชนิดเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์ลูกผสม อย่างน้อยที่สุดก็ภายในฤดูการออกดอกเดียวกันได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำวิธีการเก็บดังกล่าวไปปรับใช้ได้กับต้นแคคตัสชนิดอื่น ๆ ได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- วิชรพงศ์ หวลบุตรตา. 2540. **แคคตัส : ไม้ดอกไม้ประดับ** ฉบับปรับปรุงและเพิ่มเติม. บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด(มหาชน). กรุงเทพฯ. 271 น.
- Anderson, E.F., 2001. **The Cactus Family**. Timber Press. Oregon, U.S.A. 776 p.
- Bhau, S.B., 1999. **Regeneration of *Coryphantha elephantidens* (Lem.) Lem. (Cactaceae) from root explants**. *Scientia Horticulturae*(81), pp.337-344.
- Cullmann, W., E. Götz and G. Gröner, 1986. **The Encyclopedia of Cacti**. Timber Press. Oregon, U.S.A.
- Giusti, P., D. Vitti, F. Fiocchetti, G. Colla, F. Saccardo and M. Tucci, 2002. **In Vitro Propagation of the Three Endangered Cactus Species**. *Scientia Horticulturae* (in press).
- Innes, C. and C. Glass, 1991. **Cacti**. Quarto Publishing plc. London.
- Maldá, G.,H. Suzán and R. Backhaus, 1999. **In Vitro Culture as a Potential Method for the Conservation of Endangered Plants Possessing Crassulacean Acid Metabolism**. *Scientia Horticulturae*(81), pp.71-87.
- Murashige, T. and F. Skoog, 1962. **A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassays with Tobacco Tissue Cultures**. *Physiol. Plant.* (15), pp. 473-479.
- Shivanna, K.R. and N.S. Rangaswamy, 1993. **Pollen Biology- A Laboratory Manual**. Narosa Publishing House, New Delhi, India
- Slaba, R., 1992. **The Illutrated Guide to Cacti**. Sterling Publishing co., Inc. New York.
- Vacin, E. and F. Went, 1949. **Some pH Changes in Nutrients Solutions**. *Bot. Gaz.* (110), pp. 605-613.