บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ว่านสี่ทิศเป็นไม้ดอกไม้ประดับประเภทหัว ชนิดล้มลุกหลายฤดูที่จัดเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในตระกูล Amaryllidaceae (ณเพพร, 2536) เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนและกึ่งร้อน มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปอเมริกาใต้และทางตอนใต้ของทวีปอัฟริกา ตั้งแต่ประเทศเม็กซิโกและหมู่เกาะอินดีสตะวันตกเรื่อยไปทางตอนใต้จนถึงประเทศชิลีและประเทศอาร์เจนตินา บางชนิดมีการแพร่กระจายข้ามจากทวีปอเมริกาไปยังทวีปอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่ามีว่านสี่ทิศจำนวนหลายชนิดที่มีถิ่นกำเนิดในแถบลุ่มน้ำอะเมซอนของประเทศบราซิล ประเทศโบลิเวียและประเทศเปรู ซึ่งเป็นบริเวณที่นับได้ว่าเป็นศูนย์กลางของการแพร่กระจายของพืชสกุลนี้ไปยังเขตร้อนและกึ่งร้อนอื่นๆ ของโลก (Traub, 1958)

เดิมว่านสี่ทิศมีชื่อสกุลเป็น *Amaryllis* ซึ่งเป็นชื่อที่เสนอโดย Linnaeus ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1753 แต่ต่อมาได้มีการผสมข้ามพันธุ์ว่านสี่ทิศระหว่าง African species กับ American species ได้ลูกผสมมากมาย จึงมีผู้เสนอชื่อสกุลอีกชื่อหนึ่งเป็น *Hippeastrum* โดย Herbert ในปี ค.ศ. 1821 ดังนั้นพืชชนิดนี้จึงมีชื่อสกุล 2 ชื่อ ขึ้นอยู่กับถิ่นกำเนิดและลักษณะของก้านช่อดอก โดยที่ *Amaryllis* มีถิ่นกำเนิดในแถบอัฟริกาใต้ มีก้านช่อดอกตัน ในขณะที่ *Hippeastrum* มีถิ่นกำเนิดในแถบอเมริกาใต้มีก้านช่อดอกกลวง สำหรับชื่อ *Amaryllis* นั้นได้รับการยอมรับมากกว่าชื่อ *Hippeastrum* โดยที่ชื่อ *Hippeastrum* ยังคงนิยมใช้อยู่ในเนเธอร์แลนด์และหลายประเทศในยุโรป (ปรีดี และ วิลาวัณย์, 2522; สุชาดา และ อรดี, 2540; สุปราณี, 2540; Traub, 1958)

1. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของว่านสี่ทิศ

ฉันทนา (2537) ปรีดี และ วิลาวัณย์ (2522) และ วินัย (2536) กล่าวถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของว่านสี่ทิศไว้ดังนี้

ว่านสี่ทิศมีหัวเป็นแบบ tunicate bulb ประกอบด้วยกาบใบ (scale) ซึ่งเป็นโคนใบแปรรูปไปทำหน้าที่เก็บสะสมอาหาร กาบใบแต่ละอันเชื่อมติดกันเป็นวง (concentric) และเรียงซ้อนกันเป็นชั้นประกอบกันขึ้นมาเป็นหัวที่มีลักษณะกลม กาบใบชั้นนอกสุดมีลักษณะแห้งคล้ายเยื่อกระดาษ ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เนื้อเยื่อภายในแห้งและเป็นอันตรายจากภายนอก ที่โคนกาบใบมีจุดกำเนิดตาและตาข้างที่สามารถเจริญและพัฒนาเป็นหัวใหม่

ลำต้นเป็นลำต้นใต้ดินแปรรูป มีลักษณะตั้งตรง มีข้อปล้องสั้นมากอัดแน่นอยู่บริเวณส่วนล่างของหัวจึงเรียกว่าฐานหัว (basal plate)

ระบบรากเป็นแบบรากฝอย เจริญออกมาจากฐานหัว รากมีลักษณะกลมเรียวไปทางปลายเล็กน้อย มีขนาดไล่เรี่ยกัน รากที่มีอายุน้อยมีสีขาวและเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลอ่อนเมื่ออายุมากขึ้น บริเวณปลายรากแตกเป็นแขนง

ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตัวแบบสลับ (alternate) มีรูปร่างเรียวยาว (linear) อวบน้ำ ฐานใบเป็นกาบ (sheath) ขอบใบเรียบ ปลายใบแหลม (acute) มีเส้นกลางใบขนาดใหญ่ 1 เส้น บริเวณโคนใบพับงอเข้าหากันจนถึงกลางใบ และแผ่ออกเป็นแผ่นแบนเฉพาะปลายใบ ก้านใบไม่มีหรือสั้นมาก หัวหนึ่งมีประมาณ 3-10 ใบ ใบเจริญออกมาจากตายอด ปกติใบมีสีเขียวยกเว้นบางพันธุ์มีสีครีมหรือแดงเข้มตามขอบหรือปลายใบ โดยเฉพาะพันธุ์ที่มีดอกสีแดงเข้มมักจะมีสีแดงที่ใบ

ช่อดอกเป็นแบบ umbel มีดอกย่อยตั้งแต่ 2 ถึง 15 ดอก ขึ้นอยู่กับชนิดและพันธุ์ ก้านช่อดอก (peduncle) มีลักษณะอวบน้ำ ขนาดใหญ่และบางชนิดมีก้านช่อกลวง (scape) มีสีเขียวอ่อนหรือเข้มแตกต่างไปตามพันธุ์ ผิวของก้านช่อดอกมีไขเคลือบ ก้านของดอกย่อย (pedicel) มีลักษณะกลมหรือเหลี่ยมเล็กน้อย มีขนาดเท่ากัน ที่โคนก้านดอกย่อยแต่ละก้านมีกาบรองดอก (bract) อันเล็กๆ หนึ่งอันเรียกว่า bracteole ในระยะดอกตูมมีกาบรองดอกลักษณะคล้ายใบเล็ก ๆ 2 ใบทำหน้าที่ห่อหุ้มช่อดอกทั้งหมดไว้ มีชื่อเฉพาะเรียกว่า spathe valve มีสีแตกต่างกันไปตามพันธุ์ เช่น เขียว เหลือง ขาว หรือเขียวปนแดง และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อดอกบานเต็มที่ ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีฐานรองดอก (receptacle) กลีบดอกของว่านสี่ทิศเป็นกลีบที่เกิดจากการรวมกันของ sepal และ petal เรียกว่า tepal และ tepal เชื่อมติดกันเป็นกรวยที่บริเวณโคน ส่วนของปลาย tepal แยกจากกันมีรูปร่างเป็น funnel shaped ส่วนโคนซึ่งเป็นกรวยเรียกว่า tepal tube ส่วนปลายที่แยกออกจากกันเป็น 6 กลีบ เรียกว่า tepal seg มีชั้นละ 3 กลีบ กลีบชั้นนอกมีขนาดใหญ่กว่าชั้นในเล็กน้อย รูปร่างของกลีบเป็นแบบรูปโล่ห์ (elliptic) กล่าวคือ ตรงกลางกว้าง ปลายและโคนกลีบเล็ก การเรียงตัวของกลีบทั้ง 2 ชั้นเป็นแบบสลับ โดยกลีบชั้นในเรียงตัวอยู่ระหว่างกลีบชั้นนอก สีของกลีบดอกอยู่ในกลุ่ม แดง ส้ม ชมพู จนถึงขาว เกสรตัวผู้มี 6 อัน ภายในอับละอองเกสร (anther) มีละอองเกสร (pollen) สีเหลืองจำนวนมาก และมีก้านชูเกสรตัวผู้ (filament) เชื่อมรวมกันที่บริเวณโคน เกสรตัวเมียมี 1 ก้าน ยอดเกสรตัวเมีย (stigma) เป็นแบบ capitulum แยกเป็น 3 แฉก (trifurcate stigma) รังไข่เป็นแบบ inferior ovary มี 3 ช่อง (locule) มีไข่อ่อน(ovule) เกาะติดผนังรังไข่แบบ axile placentation โดยเรียงตัวเป็น 2 แถว ในแต่ละ locule ผลเป็นแบบ capsule มี 3 locule เมล็ดมีขนาดใหญ่และแบน มีสีดำเมื่อแก่จัด ไม่มีระยะพักตัว มีการงอกแบบ epigeal germination

2. การเจริญเติบโตของว่านสี่ทิศ

โดยทั่วไปไม้ดอกประเภทหัวมีวงจรการเจริญเติบโตที่แบ่งการเจริญเติบโตออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะการเจริญเติบโตทางใบ (vegetative phase) ซึ่งเป็นระยะที่มีการเจริญเติบโตของราก ลำต้น ใบ และหัว ระยะการเจริญเติบโตทางดอก (reproductive phase) ซึ่งเป็นระยะที่ต้นมีการเจริญเติบโตของดอก ผล และเมล็ด และระยะพักตัว (dormancy) ซึ่งเป็นระยะที่ส่วนต่างๆ ของต้นที่อยู่เหนือดินและรากแห้งตายไปคงเหลือแต่หัวใหม่ที่ยังมีชีวิตอยู่ใต้ดิน ทั้งนี้ความยาวนานของระยะการเจริญเติบโตแต่ละช่วงแตกต่างกันไปขึ้นกับชนิดของพืชและสภาพแวดล้อม (ฉันทนา, 2533; Hartmann and Kester, 1968)

ว่านสี่ทิศเป็นไม้ดอกประเภทหัวที่มีลักษณะของการเจริญเติบโตเป็นแบบหลายฤดู (herbaceous perennial) วงจรการเจริญเติบโตของว่านสี่ทิศ ถ้าปลูกจากหัวพันธุ์ขนาดใหญ่ที่สามารถให้ดอกได้และเป็นหัวที่หมดระยะพักตัวแล้วจะมีการเจริญเติบโตของช่อดอกขึ้นสู่เหนือดินก่อน ช่อดอกนี้เป็นช่อดอกที่ได้รับการสร้างขึ้นมาในช่วงปลายของระยะการเจริญเติบโตทางใบของต้นแม่ไปจนถึงช่วงที่หัวใหม่มีการพักตัว ช่อดอกที่เกิดขึ้นเจริญและพัฒนามาจากตาข้าง (axillary bud) ของกาบใบที่อยู่ทุกๆ วงที่ 4 ของหัวนับจากใจกลางหัวออกมา (ฉันทนา และ คณะ, 2540) ตาดอกจะเจริญและพัฒนาได้มากกว่าหนึ่งตาในหัวที่มีขนาดใหญ่ ตาดอกดังกล่าวเจริญและพัฒนาอย่างต่อเนื่องแม้ว่าจะอยู่ในช่วงการเจริญเติบโตที่เป็นระยะพักตัวก็ตาม จนกลายเป็นช่อดอกขนาดเล็กที่มีดอกย่อยที่มีส่วนประกอบของดอกครบถ้วน ต่อเมื่อหัวเริ่มมีการเจริญเติบโตช่อดอกเหล่านั้นจึงเริ่มขยายขนาด และก้านช่อดอกยืดตัวอย่างรวดเร็วโผล่ขึ้นมาเหนือดิน ดอกย่อยแต่ละดอกขยายขนาดและบานดอก หลังจากดอกบานได้ช่วงระยะเวลาหนึ่งจึงเริ่มมีการเจริญเติบโตทางใบตามมา โดยตาใบที่อยู่ใจกลางหัวมีการเจริญและพัฒนาแทงขึ้นมาเหนือดิน ในขณะที่ใบมีการเจริญเติบโตจะมีการเจริญเติบโตของหัวใหม่ควบคู่กันไปด้วย จนกระทั่งเมื่อใบสิ้นสุดการเจริญเติบโตและแห้งยุบตัวไป หัวใหม่จึงหยุดการขยายขนาดและเข้าระยะพักตัว (ฉันทนา, 2533) แต่ในว่านสี่ทิศบางชนิดหรือบางสายพันธุ์จะไม่มีระยะพักตัวที่แท้จริงในวงจรการเจริญเติบโต กล่าวคือ มีการสร้างจุดกำเนิดดอกและสร้างใบได้ตลอดปี ไม่มีการพักตัว มีการเจริญเติบโตของใบต่อเนื่องไปเรื่อยๆ แต่ในช่วงที่เป็นช่วงพักตัวตามธรรมชาติของว่านสี่ทิศโดยทั่วไปการเจริญเติบโตของใบจะลดน้อยลง (Okubo, 1993) และว่านสี่ทิศกลุ่มดังกล่าวนี้ถ้าเจริญเติบโตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมคือ ภายใต้อุณหภูมิ 22-25 องศาเซลเซียส ($^{\circ}$ซ) และความชื้นที่เหมาะสมภายใน 1 ปีจะสามารถเจริญเติบโตได้มากถึง 3 วงจรการเจริญเติบโต กล่าวคือ ออกดอกได้ปีละ 3 ครั้ง (Okubo, 1993; Zhang and Pinfang, 1995) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Doorduin (1990) ที่ศึกษาถึงการเจริญเติบโตและการพัฒนาของว่านสี่ทิศพันธุ์ Apple Blossom และ

Red Lion ที่ปลูกในโรงเรือนที่ควบคุมปัจจัยทางสภาพแวดล้อมให้เหมาะสม พบว่า สามารถเจริญเติบโตได้ตลอดปี และบังคับให้ออกดอกนอกฤดูกาลได้

3. การขยายพันธุ์ไม้ดอกประเภทหัว

ไม้ดอกประเภทหัวมีโครงสร้างพิเศษคือหัว ซึ่งทำหน้าที่สะสมอาหารเพื่อใช้สำหรับการดำรงชีพให้ผ่านฤดูกาลที่มีสภาพภูมิอากาศที่ไม่เหมาะสม โดยโครงสร้างพิเศษดังกล่าวอาจจะเป็นส่วนแปรรูปของลำต้นใต้ดิน กาบใบ ใบ หรือราก แตกต่างกันไปตามชนิดของพืช ซึ่งโครงสร้างพิเศษดังกล่าวนี้ นอกจากจะทำหน้าที่สะสมอาหารแล้วยังสามารถใช้เป็นส่วนขยายพันธุ์ได้ด้วย (ฉันทนา, 2533; สนั่น, 2526; Donald and Watkins, 1990)

ไม้ดอกประเภทหัวสามารถขยายพันธุ์ได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ เช่นเดียวกับไม้ดอกโดยทั่วไป ซึ่งฉันทนา (2533) ปรีดี และ วิลาวัณย์ (2522) สนั่น (2526) Hartmann and Kester (1968) และ Mahlstede and Ernest (1957) กล่าวถึงวิธีการขยายพันธุ์พืชหัวไว้ดังนี้

3.1 การขยายพันธุ์โดยอาศัยเพศ

เป็นการขยายพันธุ์โดยใช้เมล็ด ซึ่งไม่เป็นที่นิยมใช้เป็นวิธีการเพิ่มปริมาณของพืชหัวให้ดอกที่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เนื่องจากต้นที่งอกจากเมล็ดมีการเจริญเติบโตค่อนข้างช้าและมี juvenility ซึ่งจะต้องใช้เวลาหลายฤดูปลูกจึงจะได้หัวขนาดที่สามารถให้ดอกได้ นอกจากนี้ยังได้ต้นที่ไม่ตรงตามพันธุ์ ดังนั้นการขยายพันธุ์โดยเมล็ดของไม้ดอกประเภทหัว จึงจำกัดไว้เพียงการขยายพันธุ์ของไม้ดอกประเภทหัวที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่และเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ (ฉันทนา, 2533; Okubo, 1993)

เมล็ดของพืชหัวให้ดอกแต่ละชนิดแตกต่างกันไปในเรื่องของขนาดของเมล็ด ตลอดจนระยะพักตัวของเมล็ด เช่น เมล็ดของบีโกเนียประเภทหัว (tuberous begonia) มีขนาดเล็กมากละเอียดเหมือนผง ซึ่งยากแก่การเพาะ (ฉันทนา, 2533) ในขณะที่เมล็ดของว่านสี่ทิศมีขนาดใหญ่ เมล็ดไม่มีระยะพักตัว สามารถงอกได้ดีเมื่อนำมาเพาะทันทีหลังการเก็บเกี่ยวฝัก และเมล็ดเสื่อมความงอกได้ง่ายถ้าเก็บรักษาไม่ถูกวิธี (ปรีดี และ วิลาวัณย์, 2522) ซึ่งสอดคล้องกับ Pindel (1990) ที่รายงานว่า ต้องเก็บรักษาเมล็ดของว่านสี่ทิศไว้ในสภาพที่แห้งและความชื้นเหมาะสม ทั้งนี้เพราะความชื้นจะทำให้ความมีชีวิตของเมล็ดลดลงอย่างรวดเร็ว และมีผลให้ความสามารถในการงอกของเมล็ดลดลงด้วย นอกจากนี้ปัจจัยของอุณหภูมิก็มีผลต่อการงอกของเมล็ดด้วย โดย Carpenter and Ostmark (1989 a, b) พบว่า การเก็บรักษาเมล็ดของว่านสี่ทิศไว้ที่ 5°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 11 เปอร์เซ็นต์ (%) หรือที่ 15°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 52% ช่วยรักษาความมีชีวิตของเมล็ดไว้ได้เป็น

เวลานานกว่า 12 เดือน และเมื่อนำเมล็ดมาเพาะ พบว่า แสงไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ด แต่อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการงอก โดยที่อุณหภูมิคงที่ 25°ซ เมล็ดจะงอกได้อย่างรวดเร็วและมีอัตราการงอกสูง แต่อัตราการงอกลดลงมากเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

Amico Roxas *et al.* (1994) พบว่า การนำเมล็ด *Amaryllis belladonna* มาเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4°ซ นาน 30 วัน หรือ 60 วัน ก่อนนำไปเพาะ ไม่มีผลในการลดความมีชีวิตของเมล็ด แต่จะช่วยลดระยะเวลาที่ใช้ในการงอกของเมล็ดให้สั้นลง นอกจากนี้ยังพบว่าขนาดของเมล็ดและความมีชีวิตของเมล็ดมีความสัมพันธ์กัน คือ เมล็ดที่มีขนาดใหญ่จะมีชีวิตยาวนานกว่าเมล็ดที่มีขนาดเล็ก และเมื่อนำไปเพาะและปลูกจะได้ต้นที่ให้หัวขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักมาก

3.2 การขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ

เป็นการขยายพันธุ์โดยใช้ส่วนต่างๆ ของต้น เช่น ส่วนของหัว กิ่ง ใบ และ ราก ซึ่งต้นใหม่ที่ได้จะมีลักษณะตรงตามพันธุ์และขยายพันธุ์ได้ปริมาณมากภายในระยะเวลาอันสั้น ไม้ดอกประเภทหัวที่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่ เช่น ว่านสี่ทิศ ว่านมหาลาภ (*Eucrosia*) ว่านนางคุ้ม (*Eurycles*) กระเจียว (*Curcuma*) และ แกลดิโอลัส (*Gladiolus*) ส่วนที่ใช้ขยายพันธุ์วิธีนี้โดยทั่วไป คือ หัว ในขณะที่ไม้ดอกประเภทหัวที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่สามารถขยายพันธุ์จากกิ่ง และใบได้ เช่น บีโกเนีย กล๊อกซีเนีย (*Sinningia*) และ *Achimenes* เป็นต้น

การขยายพันธุ์จากหัวทำได้หลายวิธีดังนี้

3.2.1 การแยกหัว (Separation)

การขยายพันธุ์วิธีนี้เป็นการแยกเอาหัวย่อยที่เกิดขึ้นบนหัวของต้นแม่ไปปลูก โดยที่หัวย่อยแต่ละหัวจะเจริญเติบโตไปเป็นต้นใหม่ได้หนึ่งต้น แต่ละหัวอาจจะมีขนาดต่างกันเพราะเกิดและเจริญเติบโตไม่พร้อมกัน หัวที่มีขนาดใหญ่เมื่อแยกปลูกจะสามารถให้ดอกได้ในฤดูปลูกแรกนั้น ในขณะที่หัวขนาดเล็กที่ยังไม่ถึงขนาดที่จะให้ดอกจะยังคงไม่ให้ดอก

การแยกหัวเป็นวิธีการที่ใช้โดยทั่วไปกับไม้ดอกที่มีหัวประเภท bulb และ corm ซึ่งหัวขนาดเล็กของ bulb และ corm สามารถนำไปแยกและขยายพันธุ์ได้ โดยการปลูกซ้ำหลายฤดูปลูกจนกว่าจะได้หัวขนาดใหญ่ที่สามารถให้ดอกได้ (ฉันทนา, 2533)

ในกลุ่มพืชหัวที่มีหัวแบบ bulb นี้พบว่า บางชนิดสร้างหัวย่อยได้ในปริมาณน้อยมาก และใช้เวลานานในการเพิ่มปริมาณหัวขนาดที่สามารถให้ดอกได้ เช่น ว่านสี่ทิศ โดยธรรมชาติจะสร้างหัวย่อยได้น้อยและขึ้นอยู่กับพันธุ์อีกด้วย Okubo (1993) ศึกษาการสร้างหัวย่อยของ

ว่านสี่ทิศจำนวน 215 พันธุ์ พบว่า หัวแม่ 1 หัวสร้างหัวย่อยเฉลี่ยได้เพียง 2.7 หัว โดยอยู่ในช่วง 0.1 ถึง 17.3 หัว และมีเพียง 8 พันธุ์เท่านั้นที่สร้างหัวย่อยได้มากกว่า 10 หัวต่อหัวแม่ 1 หัว

3.2.2 การตัดแบ่งหัว (Division)

เป็นการขยายพันธุ์โดยการตัดแบ่งหัวออกเป็นชิ้นๆ ให้มีส่วนของตา (bud) ติดไปด้วย แล้วนำแต่ละชิ้นไปปลูกเพื่อให้ได้ต้นใหม่ ซึ่งแต่ละชิ้นของการตัดแบ่งหัวควรมีขนาดใหญ่เพียงพอ เพื่อให้มีอาหารสำรองสำหรับการเจริญเติบโตของต้นใหม่ที่เจริญเติบโตมาจากตาดังกล่าว ต้นใหม่ที่เจริญเติบโตขึ้นมานี้จะให้ดอกในฤดูปลูกนั้นหรือไม่จะขึ้นกับชนิดของพืชและลักษณะการเจริญเติบโตของพืชเหล่านั้น

การตัดแบ่งหัวเป็นวิธีการขยายพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณของพืชหัวให้ดอกประเภท tuber, rhizome และ tuberous root โดยที่ความสำเร็จจากการขยายพันธุ์แบบนี้พบว่าแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช (ฉันทนา, 2533)

จากการศึกษาในรักเร่ (*Dahlia*) ซึ่งมีหัวแบบ tuberous root พบว่า เมื่อต้องการขยายพันธุ์โดยการตัดแบ่งหัวจะต้องขุดหัวให้มีกลุ่มของรากที่สะสมอาหารติดมาด้วย นำมาผึ่งให้แห้งเป็นเวลา 2-3 วัน ชำไว้ในขี้เลื่อยแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4-10°ซ ก่อนนำไปปลูกใหม่ให้ตัดแบ่งหัวโดยให้มีส่วนของตาที่อยู่บริเวณโคนต้นติดไปด้วย เมื่ออยู่ในสภาพที่เหมาะสมตานี้จะสามารถพัฒนาเป็นต้นใหม่ได้ (Hartmann *et al.*, 1990)

Szczepaniak (1997) ศึกษาการขยายพันธุ์ alstroemeria จำนวน 7 พันธุ์ โดยนำเอา rhizome มาตัดแบ่งให้แต่ละชิ้นมีขนาด 3.3-4.6 เซนติเมตร (ซม) นำไปชำในพีทในเดือนกุมภาพันธ์ พฤษภาคม และสิงหาคม 3 เดือนหลังจากการชำ พบว่า การตัดแบ่งหัวในเดือนพฤษภาคมให้ผลดีที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับเดือนสิงหาคมและกุมภาพันธ์ ส่วนขนาดของชิ้นส่วนมีผลเพียงเล็กน้อยต่อการเกิดต้นใหม่ โดยชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ให้ต้นใหม่ที่มีคุณภาพดีกว่าชิ้นส่วนที่มีขนาดเล็ก นอกจากนี้ความแตกต่างของโครงสร้างของ rhizome ในแต่ละพันธุ์อาจจะมีผลต่อประสิทธิภาพของการขยายพันธุ์ได้

3.2.3 การผ่าหัว (Bulb cutting)

การขยายพันธุ์วิธีนี้ใช้กับหัวประเภท tunicate bulb เช่น *Albuca*, *Haemanthus*, *Hippeastrum*, *Narcissus*, *Nerine* และ *Scilla* เป็นต้น (Hartmann and Kester, 1968) โดยการผ่าหัวตามยาวโดยให้รอยผ่าทุกรอยตัดผ่านจุดศูนย์กลางของหัว แบ่งหัวออกเป็น 8-16 ชิ้น แต่ละชิ้นประกอบด้วยส่วนของฐานหัว และกาบใบ นำชิ้นส่วนเหล่านั้นไปชำในวัสดุชำที่สะอาด ฝังชิ้น

ของหัวด้านที่มีฐานหัวลงไปให้ลึกประมาณครึ่งของความสูงของชิ้นของหัว ภายใน 2-3 สัปดาห์จะเกิดหัวย่อยขนาดเล็กขึ้นมาที่บริเวณซอกของกาบใบของชิ้นหัวเหล่านั้น และต้นอ่อนจะเกิดออกมาจากหัวย่อยเหล่านี้ (ฉันทนา, 2533)

การดัดแปลงวิธีการของ bulb cutting โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า bulb chipping หรือ fractional scale-stem cuttage ช่วยให้ได้ปริมาณต้นใหม่มากขึ้นได้ ซึ่งเทคนิคดังกล่าวเป็นการผ่าหัวในลักษณะ bulb cutting แล้วตัดแบ่งให้เป็นชิ้นย่อยออกอีกโดยการตัดแยกฐานหัวออกให้แต่ละชิ้นย่อยมีกาบใบติดไป 3-4 กาบต่อชิ้นแบ่ง (สุชาดา และ อรดี, 2540; Hartmann and Kester, 1975; Hartmann *et al.*, 1990) หรืออาจจะแบ่งให้เป็นชิ้นย่อยลงไปอีกโดยให้มีกาบใบติดไปชิ้นละ 2 กาบใบ ซึ่งเทคนิคนี้เรียกว่า twin scaling ทั้งนี้การตัดแบ่งชิ้นแบ่งให้มีขนาดเล็กจะทำให้ชิ้นแบ่งเกิดต้นใหม่ได้ช้ากว่าชิ้นแบ่งของวิธี bulb cutting ตามปกติ และต้องดูแลรักษาในเรื่องการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์มากกว่า

จากการทดลองของ Van Leeuwen and Van Der Weijden (1998) รายงานว่าเทคนิค bulb chipping เป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่สามารถเพิ่มจำนวนหัวย่อยเป็นผลสำเร็จในพืชหัวหลายชนิด เช่น *Muscari*, *Scilla*, *Galanthus*, *Chionodoxa* และ *Eucomis* ส่วนการทำ single scaling ซึ่งเป็นการตัดชิ้นแบ่งย่อยให้มีกาบใบติดไปชิ้นละ 1 กาบนั้นพบว่าได้ผลเช่นกัน แต่ในทางปฏิบัติยุ่งยากกว่าและผลผลิตที่ได้น้อยกว่าจากการทำ twin scaling (Vijverberg, 1981)

การขยายพันธุ์แบบ bulb cutting จะประสบความสำเร็จถ้าเลือกใช้หัวที่มีขนาดใหญ่ สมบูรณ์แข็งแรง ปราศจากการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ในดิน และการแช่หัวในสารละลายกันราหลังจากลอก tunic ออกจะเป็นการช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการเน่าของชิ้นแบ่งเนื่องจากการติดเชื้อที่รอยตัดได้ (ฉันทนา, 2533) ดังเช่นมีรายงานว่า การใช้ Captafol ในการทำ bulb cutting ใน narcissus พบว่า ช่วยป้องกันกำจัดเชื้อราได้และมีคุณสมบัติในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของต้นอ่อนด้วย โดยถ้าไม่ใช้ Captafol จำนวนหัวใหม่ที่ได้จะลดลงครึ่งหนึ่งและน้ำหนักเฉลี่ยของหัวจะต่ำกว่าถึง 3 เท่า (Price, 1988)

นอกจากปัจจัยดังกล่าวข้างต้นแล้ว ช่วงเวลาที่ทำการขยายพันธุ์ ขนาดของชิ้นแบ่ง อายุของกาบใบ เทคนิคการฆ่าเชื้อและเทคนิคอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการชำ อุณหภูมิก่อนและหลังการขยายพันธุ์ อิทธิพลของพันธุ์และสายพันธุ์ ตลอดจนการพักตัวของหัวก็เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความสำเร็จในการขยายพันธุ์ด้วย (พิกุล, 2539)

วัฒนาวดี (2542) ขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้านและว่านสี่ทิศลูกผสมพันธุ์ Apple Blossom รายงานว่า การผ่าหัวแบบ bulb cutting โดยผ่าหัวให้เป็น 16 ชิ้น ให้จำนวนหัวย่อยเฉลี่ยต่อหัวเดิมมากกว่าการผ่า 8 และ 4 ชิ้น แต่การผ่า 4 ชิ้นจะให้น้ำหนักของหัวย่อยเฉลี่ยต่อ

หัวเดิมมากกว่า 8 และ 16 ชิ้น และการผ่าหัวแบบ twin scaling นั้นชิ้นแบ่งของกาบใบด้านในให้ผลผลิตในแง่ของจำนวนและน้ำหนักเฉลี่ยของหัวย่อยต่อหัวเดิมมากกว่าชิ้นแบ่งของกาบใบที่อยู่บริเวณตรงกลางและด้านนอกของหัว

Bose *et al.* (1981) ขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศลูกผสมพันธุ์ Fire Dance โดยการผ่าหัวให้ได้ 8-40 ชิ้น นำไปชำในเวอร์มิคูไลท์ ทราย ใบไม้ผุ หรือ ทรายกับใบไม้ผุ (1:1) พบว่า เมื่อผ่าหัวเป็น 40 ชิ้น แต่ละชิ้นแบ่งไม่สร้างต้นอ่อนแต่อย่างใด การผ่าหัวเป็น 28 ชิ้นและชำในเวอร์มิคูไลท์ให้จำนวนต้นอ่อนสูงสุด แต่การผ่า 32 ชิ้นทำให้การเกิดต้นอ่อนลดลง 37% ของการผ่าหัวเป็น 28 ชิ้น ส่วนการชำลงในวัสดุชำชนิดต่างๆ พบว่า การชำในทราย ใบไม้ผุ และทรายผสมใบไม้ผุ จะให้ผลดีที่สุดเมื่อผ่าหัวเป็น 24, 22 และ 20 ชิ้นตามลำดับ จำนวนชิ้นส่วนที่ผ่าในแต่ละหัวและชนิดของวัสดุชำมีผลต่อการเกิดและจำนวนของต้นอ่อน นอกจากนี้การใช้สารเคมี Ziride (Ziram) แช่ชิ้นส่วนก่อนนำไปชำจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการชำได้

Huang *et al.* (1990 b) ศึกษาการขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศ (*Hippeastrum hybridum*) โดยเทคนิค twin scaling รายงานถึงอิทธิพลของความหนาและความยาวของกาบใบของหัวที่นำไปตัดแบ่งว่าความหนาและความยาวของกาบใบชั้นนอกมีผลต่ออัตราการสร้างหัวย่อยและการพัฒนาของใบของต้นอ่อน ในขณะที่กาบใบชั้นในไม่มีผลแต่อย่างใด จุดกำเนิดของหัวย่อยเกิดขึ้นที่บริเวณเนื้อเยื่อด้านหลังของกาบใบ

Pindel (1993) ผ่าหัวของ *Hippeastrum* x *hortorum* Maatsch cv. Red Lion ในลักษณะต่างๆ เพื่อศึกษาผลในเชิงปริมาณและคุณภาพ โดยใช้หัวที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 217 กรัม ผ่าออกเป็น 16 ชิ้น ตัดตาดอกออกให้หมด จากนั้นตัดแบ่งในลักษณะต่างๆ คือ กาบใบเดี่ยวไม่ติดฐานหัว และกาบใบ 1, 2, 3 หรือ 4 ชิ้น ติดกับฐานหัว พบว่า ชิ้นแบ่งที่มีกาบใบ 3-4 กาบให้ผลดีที่สุด คือ ได้ต้นใหม่ 44-50 ต้นต่อชิ้นแบ่ง 1 ชิ้น และนับเป็นวิธีที่เหมาะสำหรับการขยายพันธุ์พืชชนิดนี้เพื่อการค้า

Baruchin *et al.* (1994) ศึกษาการผ่าหัวว่านสี่ทิศ พบว่า เมื่อใช้หัวที่มีขนาดเท่ากัน การผ่าหัวแบบ twin scaling ให้จำนวนหัวย่อยมากกว่าการทำ bulb cutting แบบธรรมดา แต่เมื่อพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์การขยายพันธุ์ (propagation coefficient; อัตราส่วนของจำนวนหัวย่อยที่ได้ต่อจำนวนชิ้นแบ่งของหัวแม่) พบว่า การผ่าแบบ bulb cutting ธรรมดามีค่ามากกว่า 1 ในขณะที่การทำ twin scaling มีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งจากค่าที่ได้นี้สามารถประเมินได้ว่า การผ่าเป็นชิ้นใหญ่เป็นวิธีที่สามารถผลิตหัวย่อยในขนาดที่ตลาดต้องการได้มากและเร็วกว่าการทำ twin scaling

Tombolato *et al.* (1995) ศึกษาผลของออกซินในการขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศพันธุ์ Intokazi และ Red Lion โดยผ่าหัวเป็น 16 ชิ้น ทำ twin scaling นำไปแช่ในยากันราและชำลงในเวอร์มิคูไลท์ที่ชื้น เก็บไว้ในที่มืดที่อุณหภูมิ 30°ซ นาน 2 เดือน แล้วจึงย้ายชิ้นแบ่งออกมาแช่ในสารละลาย NAA, IAA หรือ IBA ที่ความเข้มข้น 1,000 ส่วนต่อล้าน (สตล) นาน 1 นาที ชำในวัสดุชำและเลี้ยงไว้ในที่มืดอุณหภูมิ 30°ซ นาน 15 วัน พบว่า ชิ้นแบ่งของกรรมวิธีที่ได้รับออกซินให้หัวย่อยน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม และพบว่า กาบใบชั้นนอกสามารถสร้างหัวย่อยได้มากกว่ากาบใบชั้นใน NAA ช่วยให้เกิดรากมากขึ้นในชิ้นแบ่งที่เป็นกาบใบชั้นใน ในขณะที่ไม่มีผลแต่อย่างใดต่อการช่วยการเกิดรากกับชิ้นแบ่งที่เป็นกาบใบชั้นนอก โดยพันธุ์ Red Lion เกิดรากได้มากกว่าพันธุ์ Intokazi

Sandler-Ziv *et al.* (1998 a, b) ปรับปรุงวิธีการขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศโดยการผ่าหัวและปรับปรุงเทคนิคการชำชิ้นแบ่งเพื่อให้เกิดหัวย่อยที่สามารถพัฒนาไปเป็นหัวที่มีขนาดใหญ่ตามที่ตลาดต้องการได้ โดยศึกษาในหัวว่านสี่ทิศพันธุ์ Red Lion และศึกษาวิธีผ่าหัว 2 วิธี คือ การผ่าหัวแบบ chip ซึ่งได้ 12 ชิ้นแบ่งต่อหัว วิธี half-chip ซึ่งได้ 24 ชิ้นแบ่งต่อหัว ชำชิ้นแบ่งไว้ที่อุณหภูมิ 20°ซ พบว่า การผ่าหัวแบบ half-chip สามารถให้หัวย่อยได้มากกว่าแบบ chip คือ 28.5 หัวย่อยต่อหัวเดิมโดยเฉลี่ย ในขณะที่แบบ chip ให้หัวย่อยเฉลี่ย 20.4 หัว และวิธี half-chip ชั้นนอกจะให้ผลผลิตของหัวย่อยสูงกว่า half-chip ชั้นใน ส่วนผลของการศึกษาเทคนิคในการชำชิ้นแบ่งนั้น พบว่า การบ่มหัวที่ผ่าแบบ twin scale, chip และ half-chip ก่อนที่จะนำไปชำนั้น พบว่า จำนวนหัวย่อยที่ได้น้อยกว่าการผ่าหัวแล้วชำทันที นอกจากนี้ขนาดของหัวย่อยที่ได้มีขนาดเล็กกว่าด้วย

3.2.4 การผ่าฐานหัว (Basal cuttage)

การขยายพันธุ์วิธีนี้เป็นวิธีการทำให้หัวแบบ tunicate bulb เกิดรอยแผลบนฐานหัว และเป็นการทำลายจุดเจริญที่อยู่บริเวณปลายของฐานหัว หัวที่มีรอยแผลเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะสร้างหัวย่อยขึ้นมาที่บริเวณรอยแผลและจากตาข้างที่อยู่ระหว่างกาบใบของหัว ซึ่งหัวย่อยดังกล่าวจะมีการเจริญเติบโตให้ต้นและหัวต่อไป การผ่าฐานหัวทำได้ 3 แบบ ดังนี้ (ฉันทนา, 2533; Bleasdale, 1973)

3.2.4.1 การคว้านหัว (Scooping)

เป็นการคว้านเอาส่วนของฐานหัวของหัวออก หัวย่อยจะเกิดบนเนื้อเยื่อของกาบใบที่บริเวณรอยแผล (ฉันทนา, 2533) การจุ่มหัวที่คว้านแล้วลงในสารละลายปูนขาว

ก่อนนำไปวางคว่ำลงในถาดลวดตะแกรง แล้วบ่มในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมเพื่อกระตุ้นให้เกิดการสร้างแคลลัสขึ้นมาบนรอยแผลสามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการขยายพันธุ์วิธีนี้ได้ (พิกุล, 2539)

การคว้านหัวเป็นวิธีการขยายพันธุ์ hyacinth เป็นการค้าในต่างประเทศ การป้องกันการติดเชื้อของหัวที่คว้านแล้ว พบว่าทำได้ดีโดยแช่หัวในน้ำยากันราที่มีส่วนผสมของ Benomyl 4% ร่วมกับ Captafol 1% และ formalin 0.5% นาน 15 นาทีก่อนนำหัวไปชำหรือบ่ม (Vreeburg, 1984) ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของยากันราชนิดต่างๆ พบว่า การแช่หัว hyacinth พันธุ์ Pink Pearl ที่คว้านแล้วในสารละลาย Zineb หรือ Maneb ให้ผลด้อยกว่าการใช้ Benomyl ร่วมกับ Captan และ formalin ในความเข้มข้นดังกล่าวข้างต้น (Vreeburg and Hof, 1988)

3.2.4.2 การบากให้เกิดรอยแผลบนฐานหัว (Scoring)

เป็นการผ่าหัวโดยผ่าเนื้อเยื่อฐานหัวและเซาะเนื้อเยื่อให้เป็นร่อง โดยผ่าลงไปให้ลึกถึงจุดเจริญของหัว การผ่าและเซาะร่องให้ผ่า 3 ครั้ง โดยให้รอยแผลผ่านกันตรงจุดศูนย์กลางของฐานหัว เมื่อผ่าแล้วนำหัวไปชำหรือบ่มในสภาพที่เหมาะสม หัวย่อยจะเกิดขึ้นในร่องที่ทำไว้ (ฉันทนา, 2533) การขยายพันธุ์วิธีนี้ใช้ได้ผลดีกับ hyacinth, grape hyacinth และ *Scilla* (Kyndl, 1969)

3.2.4.3 การเจาะหัว (Coring)

เป็นการใช้เครื่องเจาะจุกที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3/8-1/3 นิ้ว เจาะเอาส่วนของฐานหัวออกมาโดยเจาะให้ถึงจุดเจริญ หัวที่เจาะฐานหัวแล้วเมื่อนำไปชำหรือบ่มในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมจะสร้างหัวย่อยขึ้นที่บริเวณรอยแผล วิธีนี้ทำให้เกิดเนื้อที่ที่เป็นแผลน้อยกว่า 2 วิธีข้างต้น จึงอาจจะได้จำนวนหัวย่อยต่อหัวเดิมน้อยกว่า แต่จะใช้เวลาในการปลูกเลี้ยงจนสามารถให้ดอกได้เพียง 2-3 ปีเท่านั้น (Hartmann and Kester, 1968)

นวรัตน์ (2534) ศึกษาการขยายพันธุ์ว่านนางคุ้ม (*Eurycles* sp.) ด้วยวิธีการเจาะหัว รายงานว่า วิธีการนี้ได้ผล คือ ให้จำนวนหัวย่อยสูงสุดเฉลี่ย 2.75 หัวต่อหัวเดิม แต่หัวย่อยเหล่านั้นเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้เพียง 0.17 ต้นต่อหัวเดิมโดยเฉลี่ย แต่ถ้าหยด BA เข้มข้น 1,000 สตล ลงที่บริเวณแผลด้วยจะช่วยให้หัวย่อยที่เกิดขึ้น 2.67 หัวต่อหัวเดิมเจริญเติบโตเป็นต้นใหม่ได้มากกว่า กล่าวคือ ได้ต้นใหม่ 2.17 ต้นโดยเฉลี่ย

หลักสำคัญของการขยายพันธุ์โดยการผ่าฐานหัว คือ การป้องกันการติดเชื้อของเนื้อเยื่อที่บริเวณรอยตัดโดยการใช้เครื่องมือในการปฏิบัติที่สะอาด ผ่านการฆ่าเชื้อและ

ควรแช่หัวที่ผ่าแล้วในสารละลายยากันราก่อนนำไปชำหรือบ่ม นอกจากนี้หากจะทำการขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้ในปริมาณมาก ควรจะมีตู้ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นเพื่อการบ่ม โดยให้อุณหภูมิอยู่ในระดับ 23-30°ซ และความชื้นค่อนข้างสูง (ฉันทนา, 2533) ทั้งนี้การผ่าหัว 3 วิธีนี้ แต่ละวิธีจะเหมาะสมกับพืชเป็นชนิด ๆ ไปจึงต้องศึกษาในแต่ละพืช ซึ่งบางพืชอาจจะได้ผลทั้ง 3 วิธี เช่น hyacinth เป็นต้น (Preece, 1986)

3.2.5 การแยกกาบใบออกชำ (Scaling)

เป็นการขยายพันธุ์สำหรับหัวแบบ scaly bulb โดยการแยกเอากาบใบแต่ละอันไปชำให้เกิดต้นใหม่ขึ้นมา เมื่อชำกาบใบได้ระยะเวลาหนึ่งหัวย่อยจำนวนหนึ่งจะเกิดขึ้นที่บริเวณรอยแผลที่โคนของกาบใบ ต่อมาหัวย่อยเจริญเติบโตเป็นต้นอ่อน (ฉันทนา, 2533; Hartmann and Kester, 1968; Matsuo *et al.*, 1986)

การขยายพันธุ์แบบนี้เป็นวิธีการขยายพันธุ์ lily เป็นการค้า และจะประสบผลสำเร็จได้ดี ถ้านำกาบใบที่แยกมาแล้วไปผึ่งจนแห้งและแช่ในยากันราก่อนการนำไปชำ การใช้ NAA ช่วยกระตุ้นให้เกิดหัวย่อยดีขึ้น โดยใช้ร่วมกับ Thiram หรือ Ferbam ในอัตราส่วน 1:1,000 หรือใช้ PCNB ผสมกับ Thiram ก็พบว่าให้ผลดีเช่นกัน (Hartmann and Kester, 1968)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดหัวย่อยและการเจริญเติบโตและพัฒนาไปเป็นต้นใหม่ของการขยายพันธุ์วิธีนี้คือ อุณหภูมิ ดังที่ Grassotti (1998) รายงานว่า อุณหภูมิมีผลต่อการชำกาบใบ lily พันธุ์ Polyanna และ Snow Queen โดยมีผลต่อผลผลิตของหัว จำนวนและขนาดของหัว ตลอดจนลักษณะของต้นอ่อนที่ได้ โดย Matsuo and Arisumi (1979) พบว่า การให้ความเย็นแก่หัว lily พันธุ์ Hinomoto ก่อนนำมาทำ scaling ช่วยส่งเสริมให้มีการเจริญและพัฒนาของใบของหัวย่อยที่เกิดจากกาบใบได้เร็วขึ้น เพิ่มพื้นที่ผิวสำหรับการสังเคราะห์แสง ส่งเสริมการสะสมอาหารและการเคลื่อนย้ายอาหารจากกาบใบของหัวแม่ไปยังหัวย่อยที่เกิดขึ้น แต่ถ้าหัวพันธุ์ได้รับความเย็นนานกว่า 3 สัปดาห์ก่อนทำ scaling จะส่งผลให้มีการยับยั้งการงอกของใบจากหัวย่อย ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Matsuo and Van Tuyl (1986) ที่ทำการศึกษากับ Easter lily โดยนำหัวพันธุ์ไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0, 10, 20 หรือ 30°ซ เป็นเวลานาน 0, 5, 10 หรือ 15 สัปดาห์ พบว่า การเพิ่มเวลาในการเก็บรักษาหัวพันธุ์ก่อนนำไปขยายพันธุ์มีผลทำให้น้ำหนักของหัวใหม่ที่เก็บเกี่ยวได้ลดลง โดยที่กาบใบชั้นนอกหรือชั้นกลางให้น้ำหนักและจำนวนของหัวย่อยสูงกว่ากาบใบชั้นใน

Zhang *et al.* (1996) ศึกษาผลของขนาดของกาบใบและตำแหน่งของกาบใบในการทำ scaling ของ lily พบว่า กาบใบที่มีน้ำหนักมากกว่า 0.2 กรัม จะให้ผลดีที่สุด ตำแหน่งของ

กาบใบบนหัวนั้นไม่มีผลต่อผลผลิตของหัวย่อยที่ได้ และการชำในดินและทรายในอัตราส่วน 2 : 1 ที่อุณหภูมิ 25°ซ ให้ผลดีที่สุด

Suh *et al.* (1995) ขยายพันธุ์ lily 12 พันธุ์ โดยวิธี scaling พบว่า จำนวน น้ำหนัก และขนาดของหัวย่อยที่ได้แตกต่างกันไปในแต่ละพันธุ์ การใช้สารเร่งการเจริญเติบโต ช่วยในการส่งเสริมการสร้างหัวย่อยให้มีจำนวนและน้ำหนักเพิ่มมากขึ้น

3.2.6 การขยายพันธุ์จากส่วนต่างๆ ของต้น

การขยายพันธุ์วิธีนี้เป็นวิธีการที่ทำเฉพาะพืชและใช้ส่วนของต้นในการขยายพันธุ์แตกต่างกันไป เช่น การปักชำหน่อข้างใช้ได้ผลกับบีโกเนียประเภทหัวและรักเร่ การปักชำหน่อใบและการปักชำใบใช้ได้ผลกับ *Achimenes* (วัฒนาวดี, 2542) และการปักชำใบทำสำเร็จกับ lily, *Haemanthus*, *Muscari*, hyacinth และ *Lachenalia* (Hartmann and Kester, 1968; Suh *et al.*, 1995, 1998)

3.2.7 การขยายพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ

การขยายพันธุ์วิธีนี้เป็นการนำชิ้นส่วนของเนื้อเยื่อของอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของพืชไปเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เพื่อกระตุ้นให้เนื้อเยื่อดังกล่าวสร้างหัวย่อยขึ้นมา พืชหัวหลายชนิดสามารถขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้เป็นผลสำเร็จ โดยใช้ส่วนต่างๆ ของต้น เช่น ก้านช่อดอก ปลายยอด ปลายกิ่ง กาบใบ และ ตา เป็นต้น เป็นวิธีการขยายพันธุ์ที่สามารถเพิ่มปริมาณหัวพันธุ์ได้รวดเร็ว เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศแบบอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถสร้างต้นพันธุ์ที่ปลอดจากเชื้อไวรัสได้ (พิกุล, 2539; วัฒนาวดี, 2542)

Huang *et al.* (1990 a) และ Okubo *et al.* (1991) ศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ *Hippeastrum hybridum* พันธุ์ Akmaruben โดยใช้กาบใบชั้นนอกและชั้นกลางมาทำ twin scaling และ single scaling แล้วเลี้ยงชิ้นส่วนดังกล่าวในอาหารเหลวสูตร MS ที่มี Zeatin 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (มก / ลิตร) พบว่า เกิดเนื้อเยื่อที่มีลักษณะคล้ายกับ protocorm บนชิ้นส่วนที่เป็น single scale และพบหัวย่อยที่บริเวณฐานของกาบใบด้านในของชิ้นส่วน twin scale protocorm ที่เกิดขึ้นมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสรีรวิทยาคล้ายกับ protocorm ของกล้วยไม้ และเมื่อย้าย protocorm ดังกล่าวไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่มี IAA 1.0 มก / ลิตร และ Zeatin 1.0 มก / ลิตร พบว่า สามารถชักนำการเกิดหัวย่อยและการสร้างต้นอ่อนได้

Huang *et al.* (1985) เพาะเลี้ยง twin scale ของว่านสี่ทิศบนอาหารสังเคราะห์ที่เติม BA พบว่า สามารถชักนำให้เกิดหัวย่อยได้มากกว่าที่เติม GA, NAA, kinetin, ABA และ CCC

De Bruyn *et al.* (1994) เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของ *Amaryllis belladonna* ได้สำเร็จ โดยใช้ส่วนต่างๆ ของต้น พบว่า สามารถชักนำให้เกิดต้นได้จากการเลี้ยง twin scale และก้านช่อดอกอ่อน โดยชิ้นส่วน twin scale ที่นำไปเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่มี BA และ NAA มีอัตราการเพิ่มปริมาณของต้นอ่อนได้สูงสุด นอกจากนี้ยังพบว่าความเข้มข้นของน้ำตาลมีบทบาทสำคัญในการเกิดต้นอ่อนใหม่ และความเข้มข้นของน้ำตาลที่ให้ผลดีที่สุดคือ 2-3 %

Pierik *et al.* (1992) นำก้านช่อดอกของว่านสี่ทิศมาเพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า อุณหภูมิสูง ระยะมืดที่ต่อเนื่อง และปริมาณซูโครสที่สูงในอาหาร ตลอดจนการเพิ่มออกซินและไซโตไคนินลงไปในอาหารต่างเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเกิดหัวย่อย และเมื่อเกิดหัวย่อยบนเนื้อเยื่อแล้วควรย้ายไปเลี้ยงบนอาหารสูตรพื้นฐานที่ปราศจากสารเร่งการเจริญเติบโตในที่มีแสง เพื่อให้เกิดการสร้างรากและใบ เมื่อหัวย่อยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย 0.8-1.2 ซม ผ่าแบ่งเป็น 4 ส่วน และเลี้ยงในลักษณะเดิมอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นย้ายลงปลูกในดินเมื่อเกิดเป็นต้นอ่อนขึ้นมาแล้ว

Mujib *et al.* (1993) เพาะเลี้ยงตาดอกอ่อนของว่านสี่ทิศพันธุ์ Belladonna บนอาหารสูตร MS ที่มีสารเร่งการเจริญเติบโตต่างกัน พบว่า เมื่อเติม BA และ IBA ลงไปในอาหารสามารถชักนำให้เกิดต้นและรากได้ตามลำดับ โดยต้นที่ได้ไม่ปรากฏความแตกต่างทางลักษณะถึงแม้จะมีการตรวจพบว่าโครโมโซมของต้นอ่อนที่ได้บางต้นเป็น 3x (2n=3x=33) ก็ตาม

Wang *et al.* (1990) ศึกษาการสร้างหัวย่อยและความสามารถในการเจริญเติบโต ตลอดจนนิสัยการออกดอกของต้นอ่อน *Amaryllis vittatum* ซึ่งได้จากการนำส่วนของดอกหรือส่วนของหัวมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์สูตร MS ที่มี IAA 0.1-1.0 มก / ลิตร หรือ NAA 0.01-0.5 มก / ลิตร ร่วมกับ BAP 0.5-2.0 มก / ลิตร พบว่า ต้นอ่อนที่มีการเจริญเติบโตและสร้างหัวใหม่แล้วนั้น หัวใหม่ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่จะสร้างหัวย่อยบนหัวใหม่นั้นเป็นจำนวนมาก และมีขนาดใหญ่กว่าหัวย่อยของต้นอ่อนที่สร้างหัวใหม่ได้ขนาดเล็กกว่า

4. ละอองเกสร การเพาะเลี้ยง การเก็บรักษา และการผสมเกสร

ละอองเกสรของพืชมีความสำคัญต่อการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การงอกของหลอดละอองเกสรเป็นขั้นตอนที่จะนำพาไปสู่การผสมพันธุ์ที่สมบูรณ์ได้ การงอกของละอองเกสรจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับ ชนิดของดอกไม้ และอายุของละอองเกสร เมื่อเพาะละอองเกสรในสารละลาย

การงอกของละอองเกสรจะเร็วหรือช้าจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลและสภาพแวดล้อมอื่นๆ อันได้แก่ ความมืดและอุณหภูมิ เป็นต้น ในขณะที่การงอกของละอองเกสรในสภาพธรรมชาตินั้น ปัจจัยที่สำคัญต่อการงอกของหลอดละอองเกสรคือ ระดับขององค์ประกอบของสารเคมีในละอองเกสร โครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อเยื่อของเกสรตัวเมียซึ่งเป็นปัจจัยเพื่อการเจริญเติบโตของละอองเกสร จำนวนและชนิดของละอองเกสรที่เจริญเติบโตอยู่ภายใต้เนื้อเยื่อของเกสรตัวเมีย อุณหภูมิ และความชื้น รวมทั้งสภาพของสรีรวิทยาของยอดเกสรตัวเมียซึ่งพร้อมผสมพันธุ์ (ลาวัลย์, 2539)

Brewbaker and Beyong (1963) ศึกษาการงอกของละอองเกสรของพืช รวม 39 ตระกูล จำนวน 79 สกุล พบว่า จำนวนของละอองเกสรที่ตกลงบนปลายยอดของเกสรตัวเมียมีความสำคัญต่อการงอกของละอองเกสร ซึ่งหากมีจำนวนของละอองเกสรน้อย การงอกของละอองเกสรจะลดลงอย่างเห็นได้ชัด และพบว่าในพืชที่มีจำนวนของละอองเกสรน้อย การงอกของหลอดละอองเกสรหยุดลงเร็วกว่าพืชที่มีละอองเกสรจำนวนมาก นอกจากนี้ยังพบว่าการเพาะละอองเกสรเดี่ยวละอองเกสรจะงอกยาก และละอองเกสรในระยะการเจริญเติบโตที่มีนิวเคลียส 2 อันจะงอกดีกว่าระยะที่มีนิวเคลียส 3 อัน

การเพาะเลี้ยงละอองเกสร เพื่อศึกษาการงอกของละอองเกสร นับว่ามีประโยชน์ต่องานทางด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช โดยเป็นวิธีการตรวจสอบความมีชีวิตและความพร้อมในการผสมของละอองเกสรในระยะต่างๆ ของการพัฒนาของพืช และเป็นวิธีหนึ่งในการศึกษาถึงสาเหตุของการผสมไม่ติดในพืช (อดิศร, 2539 ก) การเพาะเลี้ยงละอองเกสรมีวิธีการแตกต่างกันขึ้นกับวัตถุประสงค์ของการศึกษา กล่าวคือ วิธี Random scattering ใช้สำหรับการทดสอบอัตราการงอก ส่วนวิธี Line up ใช้สำหรับการศึกษาการเจริญของหลอดละอองเกสร (อดิศร, 2539 ข)

อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงละอองเกสรมีทั้งอาหารเหลวและอาหารวุ้น ซึ่งมีสูตรอาหารแตกต่างกันไป ภูวดล (2528) รายงานว่า อาหารที่มีส่วนผสมของวุ้น (agar) 0.5 กรัมในน้ำ 25 มิลลิลิตร (มล) ร่วมกับ น้ำตาล 1 กรัม และ เจลาติน 0.5 กรัม เป็นอาหารเพาะเลี้ยงละอองเกสรที่ได้ผลสำหรับดอกไม้หลายชนิด ลาวัลย์ (2539) รายงานว่า การใช้วุ้น 1.5 กรัม ต่อน้ำ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ซม^3) ร่วมกับ น้ำตาล 16 กรัม ปรับ pH ให้เป็นกลางด้วย KOH หรือ HCl สามารถใช้เลี้ยงละอองเกสรได้ดี ความเข้มข้นของน้ำตาลในอาหารเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญความเข้มข้นที่เหมาะสมขึ้นกับชนิดของพืช ถ้าความเข้มข้นต่ำเกินไปจะทำให้หลอดละอองเกสรแตก และถ้าความเข้มข้นสูงเกินไปจะทำให้หลอดละอองเกสรไม่เจริญหรือเจริญผิดปกติ (อดิศร, 2539 ก) จากการศึกษาใน *Gladiolus gandavensis* การเพิ่มสารเร่งการเจริญเติบโตลงไปในอาหารช่วยส่งเสริมการงอกของหลอดละอองเกสร โดยที่เมื่อเลี้ยงบนอาหาร K3 ที่มีน้ำตาล 32 %,

2,4-D 0.1 มก / ลิตร NAA 1 มก / ลิตร และ BA 0.2 มก / ลิตร ให้อัตราการงอกสูงถึง 47.7% (Wu and Zhou, 1992) ส่วนการเลี้ยงละอองเกสรของ *Cyclamen persicum* พบว่า อาหารวุ้นที่มีส่วนผสมของน้ำตาล 5, 10 หรือ 15% ให้อัตราการงอกสูงและมีความแตกต่างเล็กน้อยในการเลี้ยงในที่มืดและที่มีแสง ในช่วงอุณหภูมิ 10 – 30 °ซ ละอองเกสรจะงอกเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงละอองเกสรทั้งในแง่ของเปอร์เซ็นต์การงอกและการเจริญของหลอดละอองเกสร อยู่ในช่วง 15 – 25 °ซ (Takamura *et al.*, 1996) ละอองเกสรของ *Amaryllis vittata* สามารถงอกได้ในอาหารเหลวที่ประกอบด้วย น้ำตาล 3% ร่วมกับ pentaerythriol 2% และเมื่อเลี้ยงในที่มืดละอองเกสรงอกได้มากขึ้น (Sharma *et al.*, 1982)

ธาตุอาหาร วิตามิน และสารเร่งการเจริญเติบโต มีส่วนในการส่งเสริมหรือยับยั้งการเจริญของหลอดละอองเกสรได้ และสามารถตรวจสอบผลได้จากความถี่ของการงอก (germination frequency) หรือจากการวัดความยาวของหลอดละอองเกสร ดังที่อดิศร (2539 ข) กล่าวว่า เมื่อให้ละอองเกสรงอกในอาหารสังเคราะห์ที่มีส่วนผสมของธาตุอาหารและวิตามินบางอย่าง พบว่า boron และ calcium วิตามิน B_1, B_6 และ amino acid บางชนิดส่งเสริมการงอกของละอองเกสรได้ Thind *et al.* (1996) พบว่า ใน microspore, ละอองเกสรที่แก่เต็มที่ และ หลอดละอองเกสรของ *Amaryllis vittata* มี IAA, GA_3, cytokinin และ ABA อยู่ โดยในละอองเกสรแก่ที่กำลังงอกหลอดละอองเกสรมีปริมาณของ IAA และ GA_3 เพิ่มขึ้น ในขณะที่ BA และ ABA จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในละอองเกสรที่แก่และลดลงในระหว่างที่มีการงอกของหลอดละอองเกสร โดยเฉพาะ ABA จะลดลงอย่างมาก เมื่อนำสารเร่งการเจริญเติบโตเหล่านี้ไปประยุกต์ใช้ในระดับความเข้มข้น 1, 5 หรือ 10 ไมโครกรัม / มล พบว่า หลอดละอองเกสรมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นเมื่อใช้ IAA 1 ไมโครกรัม/มล, GA_3 5 ไมโครกรัม / มล, BA 10 ไมโครกรัม / มล หรือ ABA ทุกความเข้มข้น ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Sidhu *et al.* (1986) Thind and Malik (1996) และ Bhandal and Bala (1991) ศึกษาในว่านสี่ทิศชนิดเดียวกัน พบว่า การเพิ่ม proline ลงไปในอาหารมีผลในการลดอัตราการงอกของละอองเกสร และการเพิ่มโลหะหนัก เช่น Co, Ni, Pb และ Zn เป็นต้น ลงไปในอาหารมีผลไปยับยั้งการงอกของละอองเกสร

การเก็บรักษาละอองเกสรเป็นสิ่งที่จำเป็นในการปรับปรุงพันธุ์พืช เนื่องจากในบางสถานการณ์ไม่สามารถผสมพันธุ์พืชในฤดูกาลปกติได้ ต้องเก็บรักษาละอองเกสรไว้ในฤดูกาลต่อไปหรือเพื่อรอให้เกสรตัวเมียพร้อมผสม วิธีการเก็บรักษาละอองเกสรแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชและมีผลต่อความมีชีวิตของละอองเกสร ละอองเกสรของพืชดอกมีชีวิตอยู่ได้ 1-2 ชั่วโมง และอย่างมาก 1-2 วันที่อุณหภูมิห้อง การเก็บรักษาละอองเกสรไว้ในภาชนะในสภาพสูญญากาศไม่มีแสง ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 5-10% จะสามารถเก็บไว้ได้นาน (ลาวัลย์, 2539)

Bowes (1990) ทดลองเก็บรักษาละอองเกสรของ narcissus พันธุ์ St. Keverne 3 วิธี คือ เก็บไว้ในขวดแก้วขนาดเล็กที่วางไว้ในโถดูดความชื้นซึ่งมี $CaCl_2$ บรรจุอยู่ที่อุณหภูมิ 2°ซ หรือเก็บโดยนำไปจุ่มในไนโตรเจนเหลว หรือ หุ้มด้วย polypropylene ก่อนนำไปจุ่มในไนโตรเจนเหลว พบว่า หลังจากเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อนาน 3 วัน ละอองเกสรที่เก็บรักษาไว้ทั้ง 3 วิธีมีอัตราการงอก 15-16% ในขณะที่ละอองเกสรสดมีเปอร์เซ็นต์การงอก 27.4% และละอองเกสรที่เก็บไว้เป็นเวลานาน 3 วัน สามารถนำไปผสมเกสรและทำให้ดอกติดเมล็ดได้เช่นเดียวกับละอองเกสรสด แต่อย่างไรก็ตามหลังจากการเก็บไว้นาน 351 วัน ละอองเกสรที่เก็บไว้ที่ 2°ซ จะมีอัตราการงอกเพียง 0.1% และเมื่อนำไปผสมเกสรจะไม่ติดเมล็ด ในขณะที่อีก 2 วิธี อัตราการงอกไม่มีการเปลี่ยนแปลง และเมื่อนำไปผสมเกสรสามารถติดเมล็ดได้เท่ากันกับละอองเกสรสด

Loewus and Loewus (1992) ศึกษาการเก็บรักษาละอองเกสรที่แก่เต็มที่ของ lily พันธุ์ Nellie White และ Ace โดยเก็บไว้ในขวด polypropylene ที่อุณหภูมิ -20°ซ พบว่าละอองเกสรงอก ได้ 70-80% และมีการเจริญของหลอดละอองเกสรดี แม้ว่าจะเก็บไว้นาน 12 ปีก็ตาม

Niimi and Shiokawa (1994) เก็บรักษาละอองเกสรของ lily 12 ชนิดไว้ที่อุณหภูมิ 4°ซ ความชื้นสัมพัทธ์ 60-65% พบว่า หลังจากเก็บได้ 12 เดือน ละอองเกสรมีชีวิต 7-77% ซึ่งต่ำกว่าละอองเกสรสด ยกเว้น *Lilium speciosum* และ *L. rubellum* ที่ให้ผลไม่แตกต่างกับละอองเกสรสด ส่วนความมีชีวิตของละอองเกสรของลูกผสมที่เก็บไว้ในหลอดเจลาตินสูงกว่าที่เก็บไว้ในซองกระดาษเคลือบไข และเมื่อนำไปผสมเกสรสามารถทำให้ดอกติดเมล็ดได้ดีเท่ากับการใช้ละอองเกสรสด มี lily เพียงบางชนิดเท่านั้นที่ติดเมล็ดต่ำมาก

ความพร้อมในการผสมของเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียเป็นปัจจัยสำคัญในการผสมเกสร เมื่อเกสรตัวผู้เจริญเต็มที่และพร้อมที่จะผสมเกสร ผนังของอับละอองเกสรจะเริ่มปริออกและละอองเกสรปลิวออกมาภายนอก (ลาวัลย์, 2539) ส่วนเกสรตัวเมียที่พร้อมผสมนั้นจะเห็นได้จากการที่ยอดเกสรตัวเมียแยกเป็นแฉกและมีขนเล็กๆ เพื่อให้รับละอองเกสรได้ดีขึ้น พร้อมทั้งมีการผลิตสารเหนียวออกมาที่บริเวณยอดเกสรตัวเมีย (กฤษฎา, 2531) ช่วงเวลาในการผสมเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งในการผสมเกสร ซึ่งจะแตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิดและแต่ละพันธุ์ เช่น *Crinum maritimum* มีช่วงเวลาดอกบานและพร้อมผสมคือ 06.00-09.00 นาฬิกา (น) และ 08.00-12.00 น ตามลำดับ นอกจากนี้ปัจจัยของสภาพแวดล้อมยังมีความสำคัญในการผสมเกสรด้วย โดยเฉพาะแสงและอุณหภูมิซึ่งมีความสำคัญในการควบคุมการงอกของหลอดละอองเกสร หากอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปอาจลดประสิทธภาพในการงอกของหลอดละอองเกสรลงไปในเกสรตัวเมียได้ (ลาวัลย์, 2539; ศิริพร, 2541)

Niimi *et al.* (1996) ศึกษาการผสมเกสรของ *Lilium rubellum* กับ *L. regale* พบว่า ช่วงเวลาในการผสมมีผลต่อการงอกของหลอดละอองเกสร โดยที่ถ้าทำการผสมเกสรในระยะดอกเริ่มบานหลอดละอองเกสรจะไม่งอก แต่ถ้าผสมในช่วง 2-5 วันหลังดอกบาน หลอดละอองเกสรจะเจริญได้ และถ้าผสมในช่วง 5 วันหลังดอกบานจะติดเมล็ดและเกิดคัพภะ แต่คัพภะไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ ส่วนการทดลองตัดก้านชูเกสรตัวเมียก่อนการผสม พบว่า ไม่สามารถช่วยให้เกิดการงอกของหลอดละอองเกสรและเกิดการผสมได้แต่อย่างใด

5. การปรับปรุงพันธุ์ว่านสี่ทิศ

การปรับปรุงพันธุ์ว่านสี่ทิศ เริ่มในปี ค.ศ. 1799 โดย Authur Johnson ซึ่งเป็นชาวอังกฤษ ผลิตลูกผสมต้นแรกซึ่งตั้งชื่อไว้ว่า *Hippeastrum* x *johnsonii* จากการผสมเกสรระหว่าง *Hippeastrum vittatum* และ *Hippeastrum reginae* ต่อมาใน ค.ศ. 1909-1939 ได้มีการนำเข้าพันธุ์ว่านสี่ทิศจำนวน 12 พันธุ์ จากประเทศอังกฤษเข้าไปในสหรัฐอเมริกา ซึ่งต่อมาได้มีการปรับปรุงพันธุ์ 1 ใน 12 พันธุ์นั้นสำเร็จ โดยได้พันธุ์ลูกผสมที่มีดอกสีขาวขนาดใหญ่ ภายหลังได้มีการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ว่านสี่ทิศการค้าอย่างต่อเนื่องในประเทศเนเธอร์แลนด์และอัฟริกาใต้จนมีลูกผสมว่านสี่ทิศประมาณ 300 พันธุ์ในปัจจุบัน และส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ดอกใหญ่ มีหลายสีและหลายรูปทรง (สุชาดาและอรดี, 2540; Griesbach and Berberich, 1995)

Meerow *et al.* (1992) กล่าวว่าว่านสี่ทิศส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในสภาพธรรมชาติเป็น diploid (2n=22) ส่วนที่เป็น tetraploid (2n=44) มีน้อย การผสมพันธุ์ว่านสี่ทิศมักมีปัญหาในเรื่องของการผสมตัวเองไม่ติด (self-incompatibility) และเมื่อผสมต้น diploid กับ tetraploid จะได้ลูกที่เป็น triploid และเป็นหมัน จึงนิยมที่จะผสมให้ได้ลูกผสมที่เป็น tetraploid ซึ่งไม่เป็นหมันและมักจะให้ลักษณะที่น่าพอใจ คือ ดอกขนาดใหญ่ จำนวนช่อดอกต่อต้นมากขึ้น และต้นมีความแข็งแรง

ถึงแม้ว่าปัจจุบันจะมีการผลิตลูกผสมของว่านสี่ทิศขึ้นมาเป็นจำนวนมาก แต่ก็ยังคงมีการศึกษากับพันธุ์ดั้งเดิมอยู่ โดยนำมาผสมข้ามหรือผสมย้อนกลับในบางชนิดหรือบางพันธุ์ เพื่อให้มีการกระจายตัวของลักษณะมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม ทำให้ได้พันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะดี อาทิ พันธุ์ที่ต้านทานต่อโรคและแมลง พันธุ์ที่ทนต่อสภาพอากาศที่หนาวเย็น พันธุ์ที่ดอกมีกลิ่นหอม ตลอดจนพันธุ์ที่มีสีของดอกแปลกตา ซึ่งจากเดิมสีของดอกว่านสี่ทิศมักจะจำกัดอยู่เพียงสีขาวไปจนถึงสีแดง สีเหลืองเข้มและสีน้ำเงินเข้มไปจนถึงสีม่วงยังไม่มี (Okubo, 1993) เช่น ว่านสี่ทิศพันธุ์ Bouquet และพันธุ์ White Favorite เป็นลูกผสมที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมา โดยที่ลักษณะของต้นและรูปร่างของดอกยังคงเดิม แต่สีของกลีบดอก เกสรตัวผู้ และ

carpel แตกต่างไปจากเดิม (Jana, 1991) ส่วน *Hippeastrum evansiae* ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือสีของดอกเปลี่ยนเป็นสีครีมหรือเหลืองอ่อนเมื่อดอกมีอายุมากขึ้นนั้น ได้มีการนำไปพัฒนาพันธุ์ได้พันธุ์ดอกสีเหลือง แต่สีที่ได้ยังซีดจางและดอกที่ได้ยังมีขนาดเล็ก (Okubo,1993; Meerow, 1991)

Meerow *et al.* (1992) รายงานการผสมพันธุ์ว่านสี่ทิศว่า การผสมระหว่างคู่ผสมที่เป็น tetraploid มีความสำเร็จค่อนข้างสูง ในขณะที่การผสมพันธุ์ว่านสี่ทิศที่เป็น diploid มีปัญหาเรื่อง self sterility ในบางพันธุ์ และการผสมพันธุ์ของคู่ผสมที่เป็น tetraploid และ diploid บางคู่ผสมทำได้สำเร็จและได้ลูกผสมที่เป็น triploid และเป็นหมัน

Suzuki and Tamura (1981) รายงานการผสมพันธุ์ว่านสี่ทิศข้ามสายพันธุ์ว่า คู่ผสมที่ใช้พันธุ์ของญี่ปุ่นโดยผสมข้ามประสบผลสำเร็จมากกว่าพ่อแม่พันธุ์จากแหล่งอื่น ยกเว้นการผสมข้ามระหว่างพันธุ์ของญี่ปุ่นกับพันธุ์ Ludwig ของสหรัฐอเมริกาซึ่งให้จำนวนเมล็ดของลูกผสมสูง

นอกจากนี้ยังมีการผลิตลูกผสมจากการผสมข้ามสกุล เช่น *Hippeaskelia* (*H. calyptratum*) ซึ่งมีกลีบดอกสีเขียว มีชื่อที่รู้จักกันทั่วไปว่า green amaryllis เป็นลูกผสมระหว่าง *Hippeastrum* กับ *Sprekelia* , *Amanerine* เป็นลูกผสมระหว่าง *Amaryllis belladonna* กับ *Nerine bowdenii* และ *Amarcrinum* เป็นลูกผสมระหว่าง *A. belladonna* กับ *Crinum moorei* เป็นต้น การผลิตลูกผสมของว่านสี่ทิศกับพืชสกุลอื่นที่อยู่ในตระกูลเดียวกัน ในบางครั้งอาจจะผสมไม่ติดแต่ก็ได้มีการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงคัพภะ (embryo culture) หรือเทคนิคอื่นๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา (Okubo, 1993)

6. การศึกษาโครโมโซมของว่านสี่ทิศ

การศึกษาจำนวนโครโมโซมของพืชมีความสำคัญต่อนักผสมพันธุ์พืชเพราะสามารถนำเอาข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้านี้ไปเป็นรากฐานในการปรับปรุงพันธุ์และผสมพันธุ์พืชให้ได้ลักษณะตามที่ต้องการ จากจำนวนโครโมโซม ลักษณะ และรูปร่างของโครโมโซมทำให้สามารถเปรียบเทียบความคล้ายคลึงและความแตกต่างของพืชแต่ละชนิดที่นำมาศึกษาได้ (รุ่งนภา, 2540) การศึกษาโครโมโซมในพืชเป็นการศึกษาโครโมโซมในเซลที่กำลังมีการแบ่งตัวแบบไมโตซิสหรือไมโอซิสแล้วแต่ความเหมาะสม และศึกษาในช่วงที่อยู่ในระยะเมตาเฟส ซึ่งเป็นช่วงที่โครโมโซมขดแน่นที่สุดสามารถเห็นโครโมโซมชัดเจน และนับจำนวนได้ถูกต้องและแม่นยำ โดยอาจจะศึกษาจากเซลร่างกาย โดยใช้เซลของเนื้อเยื่อเจริญ บริเวณปลายยอดหรือปลายราก ซึ่งเป็นบริเวณที่มีเซลที่กำลังแบ่งตัวแบบไมโตซิส หรืออาจจะศึกษาจากเซลสืบพันธุ์เพศผู้จากอับละอองเกสร ซึ่งเป็นการแบ่งเซลแบบไมโอซิส นอกจากนี้อาจจะศึกษาจากส่วนของปลายใบอ่อนหรือเอนโดสเปิร์มในเมล็ดที่กำลังเจริญก็ได้ (ภูวดล, 2528; วิสุทธิ์, 2536; อมรา, 2540)

ได้มีการศึกษาจำนวนโครโมโซมของว่านสี่ทิศหลายชนิดดังรวบรวมไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนโครโมโซมของว่านสี่ทิศ

ชื่อพืช	จำนวนโครโมโซม (2n)	ชื่อนักวิทยาศาสตร์และปีที่ทำการศึกษา
Amaryllis apertispatha	66	Traub, 1958
A. barreirasa	22	Traub, 1958
A. belladonna	22	Arroyo,1982; Traub, 1958
A. blumenavia	77	Traub, 1958
A. calyptrata	22	Traub, 1958
A. elegans	22	Traub, 1958
A. evansiae	22	Traub, 1958
A. fosteri	22	Traub, 1958
A. maracasa	22	Traub, 1958
A. pardina	22	Traub, 1958
A. reginae	33	Traub, 1958
A. striata	44	Traub, 1958
A. stylosa	22	Traub, 1958
A. traubii	22	Traub, 1958
A. vittata	44, 43	Okubo,1993; Traub, 1958
Hippeastrum argentinum	22	Okubo, 1993
H. aulicum	22	Arroyo, 1982 ; Okubo, 1993
H. blumenavia	22	Arroyo, 1982
H. equestre	33	Nwankiti, 1985 ; Okubo, 1993
H. reginae	33	Okubo, 1993
H. reticulatum	22	Laksmi, 1980

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ชื่อพืช	จำนวนโครโมโซม(2n)	ชื่อนักวิทยาศาสตร์และปีที่ทำการศึกษา
Hippeastrum spp.	22	Arroyo, 1982
Hippeastrum cv. Apple Blossom	44	ดวงทิพย์, 2539; Khaleel and Siemsen, 1989
Hippeastrum cv. Basuto	44	Khaleel and Siemsen, 1989
Hippeastrum cv. Dawn	45	Khaleel and Siemsen, 1989
Hippeastrum cv. Orange Sovereign	44	ดวงทิพย์, 2539
Hippeastrum cv. Lucky Strike	44	Khaleel and Siemsen, 1989
Hippeastrum cv. Red Lion	43	ดวงทิพย์, 2539
Hippeastrum cv. Red Strike	44	Khaleel and Siemsen, 1989
Hippeastrum cv. Telstar	44	ดวงทิพย์, 2539

7. การผันแปรของจำนวนโครโมโซมพืชในตระกูล Amaryllidaceae

ความผิดปกติที่เกิดขึ้นในการแบ่งเซลแบบไมโตซิสหรือไมโอซิสจะมีผลต่อการแสดงออกทางรูปร่างลักษณะและทำให้เกิดการกลายพันธุ์ขึ้นมาได้ ซึ่งการกลายพันธุ์นี้จะเกิดขึ้นมาจากการผันแปรของจำนวนโครโมโซม มีผลทำให้จำนวนโครโมโซมผิดไปจากปกติในลักษณะลดหรือเพิ่มจำนวนโครโมโซม ส่งผลต่อการแสดงออกทางรูปร่างลักษณะและนิสัยของพืช การผันแปรในชนิดและพันธุ์ของพืชต่างๆ ดังกล่าวนี้มีผลต่อวิวัฒนาการของพืชนั้นๆ การผันแปรของจำนวนโครโมโซมพืชเกิดได้ 2 ลักษณะ คือ euploidy เป็นการผันแปรของจำนวนโครโมโซมในลักษณะลดหรือเพิ่มโครโมโซมเป็นชุดจากสภาพ diploidy และการผันแปรในลักษณะ aneuploidy ซึ่งเป็นการลดหรือเพิ่มโครโมโซมเป็นจำนวนแท่งจากสภาพ diploidy (ชัยฤกษ์, 2527; อมรา, 2540) euploidy แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ monoploidy เป็นสภาพที่พืชมีจำนวนโครโมโซมในเซลร่างกายเป็นโครโมโซมพื้นฐาน (basic number) อยู่ชุดเดียว haploidy เป็นสภาพที่พืชมีจำนวนโครโมโซมในเซลร่างกายเท่ากับจำนวนโครโมโซมในเซลสืบพันธุ์ และ polyploidy เป็นสภาพที่พืชมีจำนวนโครโมโซมพื้นฐานในเซลร่างกายอยู่มากกว่า 2 ชุดขึ้นไป ซึ่งการเพิ่มของชุด

โครโมโซมนี้อาจเป็น genome ชุดเดียวกับที่มีอยู่เดิมหรืออาจต่าง genome กันก็ได้ (ชัยฤกษ์, 2527; ดวงทิพย์, 2539)

Aneuploidy มีหลายแบบ เช่น trisomy (2n+1) เป็นการเพิ่มโครโมโซมขึ้นมา 1 แท่ง monosomy (2n-1) เป็นการขาดโครโมโซมไป 1 แท่ง tetrasomy (2n+2) เป็นการเพิ่มของจำนวนโครโมโซม 1 คู่ และ nullisomy (2n-2) เป็นการขาดไปของโครโมโซม 1 คู่ เป็นต้น (ชัยฤกษ์, 2527)

การเกิด polyploidy ในพืชตระกูล Amaryllidaceae นั้น พบว่า สามารถเกิดได้ในพืชบางสกุล ดังเช่น Kurita (1989) พบว่า *Lycoris* มีชุดโครโมโซมเป็น triploid 2n=33 และ tetraploid 2n=44 Robert (1985) รายงานว่า *Nerine* พันธุ์ Beta และพันธุ์ Rushmere Victor เป็น triploid (2n=3x=33) และพันธุ์ Bennett-Poe เป็น tetraploid มีจำนวนโครโมโซม 2n=4x=44 นอกจากนี้ยังพบการเกิด polyploidy ใน *Narcissus* โดยมีชุดโครโมโซมเป็น tetraploid คือ 2n=4x=28 (Brandham and West, 1994)

จากการศึกษาของนักวิจัย พบว่า ว่านสี่ทิศหลายชนิดเป็น polyploidy เช่น วนิดา (2523) รายงานว่า ว่านสี่ทิศพันธุ์ต่างประเทศ คือ Adonis Rilona มีจำนวนโครโมโซมร่างกายเป็น 2n=4x=44 ในขณะที่ว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้านที่พบในประเทศไทย เช่น พันธุ์แดงปากช่อง และปูนพื้นบ้าน มีจำนวนโครโมโซม 2n=22 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของดวงทิพย์ (2539) ที่ศึกษาในว่านสี่ทิศพันธุ์พื้นบ้านดอกสีแดง พบว่า มีจำนวนโครโมโซม 2n=22 ในขณะที่ว่านสี่ทิศพันธุ์ลูกผสมจากต่างประเทศคือ พันธุ์ Apple Blossom, Orange Sovereign และ Telstar มีจำนวนโครโมโซม 2n=44 เช่นเดียวกับพันธุ์ Basuto, Lucky Strike และ Red Strike ซึ่งทำการศึกษาโดย Khaleel and Siemsen (1989) ส่วน *Hippeastrum argentinum* เป็น triploid มีโครโมโซม 2n=33 (Okubo, 1993) *Amaryllis reginae* บางพันธุ์เป็น triploid (2n=33) หรือ tetraploid (2n=44) *A. straita* เป็น tetraploid 2n=44 ส่วน *A. blumenavia* เป็น septaploid (2n=77) (Traub, 1958)

สำหรับการเกิด aneuploidy พบว่า ว่านสี่ทิศพันธุ์ Red Lion เป็น monosomic ของ tetraploid มีจำนวนโครโมโซม 2n=4x-1=43 (ดวงทิพย์, 2539) *Hippeastrum hybridum* cv. Dawn เป็น trisomic ของ tetraploid มีจำนวนโครโมโซม 2n=4x+1=45 (Karihaloo, 1985) ส่วน *H. equestre* เป็น trisomic ของ diploid มีจำนวนโครโมโซม 2n=2x+1=33 ซึ่งชนิดนี้เป็น aneuploidy ตามธรรมชาติ มีจำนวนโครโมโซมทั้งหมด 16 คู่ และ 1 โครโมโซม (Nwankiti, 1985) ส่วน *Nerine* พันธุ์ Great Bear เป็น monosomic ของ triploid มีจำนวนโครโมโซม 2n=3x-1=32 พันธุ์ Hydra เป็น nullisomic ของ triploid มีจำนวนโครโมโซม 2n=3x+2=35 (Roberts, 1985)

Tsuchiya *et al.* (1988) รายงานว่า *Alstromeria* cv. Rosario เป็น trisomic ของ tetraploid มีจำนวนโครโมโซม $2n=4x+1=33$

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University