

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช กรณีเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อว่านสีทิต สำหรับโรงเรียนในเขตจังหวัดเชียงใหม่ และ ลำพูน โดยมีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อจัดทำสื่อในการนำเสนอเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อว่านสีทิต มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- 2.1 ว่านสีทิต
- 2.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
- 2.3 การพัฒนาสื่อแอนิเมชัน
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ว่านสีทิต

ว่านสีทิตเป็นไม้ดอกประเภทหัวชนิด true bulb อยู่ในสกุล Hippeastrum หรือ Amaryllis จัดอยู่ในวงศ์ Amaryllidaceae ว่านสีทิตมีถิ่นกำเนิดในเขตร้อนและกึ่งร้อนของทวีปอเมริกา มีประมาณ 80 ชนิดด้วยกัน แต่จากการปรับปรุงพันธุ์ในต่างประเทศสามารถสร้างพันธุ์ใหม่ๆ ขึ้นมามากมาย ซึ่งมีลักษณะและขนาดของต้น และสีของดอก แตกต่างกันไป มีทั้งพันธุ์ที่มีกลีบดอกชั้นเดียว และดอกซ้อนจึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย (อรดี สหวัชรินทร์, 2546)

ต้นว่านสีทิต เป็นไม้ดอกพุ่มสูงประมาณ 35-60 เซนติเมตร มีลำต้นเป็นหัวหรือเหง้าอยู่ใต้ดิน โดยส่วนที่โผล่ขึ้นมาจะเป็นส่วนของก้านและใบ โดยหัวของว่านสีทิตจะมีลักษณะคล้ายกับหัวหอมใหญ่ ใบว่านสีทิต ใบจะมีลักษณะคล้ายรูปหอกเรียวยาว มีสีเขียวสดเป็นมัน ใบค่อนข้างหนา ขอบใบเรียบ กว้างประมาณ 4 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15-30 เซนติเมตร ดอกว่านสีทิต ดอกจะออกเป็นช่อที่ปลายก้านประมาณ 4-8 ดอก หันไปทั้ง 4 ทิศ ดอกคล้ายรูปถ้วย มีขนาดประมาณ 8-15 เซนติเมตร กลีบดอกมี 6 กลีบ มีทั้งสีแดง สีชมพู และสีขาว โดยว่านสีทิตจะออกดอกในช่วงเดือนพฤษภาคมถึงเดือนมิถุนายน และการปลูกว่านสีทิตจะขยายพันธุ์โดยวิธีการแยกหัวในทรายหรือดินปลูก แล้วกลบดินขึ้นๆ เพียงคอหัว (เมตไทย, 2560)

#### สรรพคุณของว่านสีทิต

ใช้รักษาฝีประเภทต่าง ๆ เช่น ฝีมะม่วง ลำมะลอก ฝีหัวเดียว ฝีมะตอย ฝีประจำรอย ด้วยการใช้น้ำมาโขลกผสมกับเหล้าโรง 40 ดีกรีแล้วนำมาพอกบริเวณที่เป็นฝี

#### ประโยชน์ของว่านสีทิต

1. ใช้เป็นไม้ดอกไม้ประดับ เพราะมีดอกและสีที่งดงาม และยังถือว่าเป็นว่านมงคลอีกด้วย ในการขึ้นบ้านใหม่คนไทยก็นิยมปลูกว่านสีทิตไว้ในบริเวณบ้านด้วยเช่นกัน โดยจะปลูกไว้ทางทิศเหนือ ด้วยเชื่อว่าจะช่วยเสริมดวงให้เจริญก้าวหน้า มีวาสนาบารมี ช่วยปกป้องคุ้มครองภัยต่าง ๆ

2. ว่านสี่ทิศตามความเชื่อแล้วจะเปรียบเสมือนกับต้นไม้เสี่ยงทาย หากผู้เลี้ยงว่านสี่ทิศสามารถปลูกให้ออกดอกพร้อมกันได้ทั้งสี่ดอกนั้น เชื่อว่าจะทำให้ผู้เลี้ยงมีโชคมีลาภ และในช่วงที่ว่านสี่ทิศกำลังออกดอกทั้งสี่อยู่นั้น ผู้เลี้ยงว่านสี่ทิศคิดการใดก็จะประสบความสำเร็จ สมดังคำทำนายทุกประการ แต่หากว่าว่านสี่ทิศที่เลี้ยงอยู่นั้นออกดอกไม่ครบทั้งสี่ดอกหรือออกดอกแค่ 2 หรือ 3 ดอก ก็จะเป็นเหมือนจะเป็นกลางบอกเหตุว่าจะมีสิ่งไม่ดีเกิดแก่ผู้เลี้ยง ดวงชะตากำลังตก ซึ่งไม่เป็นผลดีเท่าไรนัก

### การปลูกเลี้ยงว่านสี่ทิศ

ว่านสี่ทิศมีหัวเป็นแบบ true bulb เจริญเติบโตได้ดีในดินที่มีการระบายน้ำดี เช่น ดินปนทรายที่มีความเป็นกรดเป็นด่าง 6.1 ในกรณีที่ปลูกเลี้ยงในกระถางควรใช้ดินผสมที่มี ดิน : ทราย : ขี้เถ้าแกลบ : ปุ๋ยหมัก ในอัตราส่วน 2 : 1 : 1 : 1 ดินผสม 1 ลูกบาศก์เมตร ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ปริมาณ 1 กิโลกรัม และปุ๋ยขาวครึ่งกิโลกรัม และรดปุ๋ยเคมีละลายน้ำสูตร 15-15-15 ความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตรทุกสัปดาห์

ว่านสี่ทิศที่เจริญเติบโตเต็มที่จะมีใบ 4-6 ใบ จะผลิใบใหม่ได้เดือนละใบ และทุก ๆ 4 ใบ จะมีตาออกและจุดกำเนิดหัวการเกิดตาออกขึ้นอยู่กับอายุและขนาดของหัว หัวขนาด 22-24 เซนติเมตร ให้ช่อดอกได้ 1 ช่อ หัวใหญ่กว่า 24 เซนติเมตร ให้ช่อดอกได้ 2 ช่อ ในต่างประเทศมีการรักษาตาออกของว่านสี่ทิศไม่ให้ผล โดยการขุดหัวขนาดใหญ่ ผึ่งให้กายนอกแห้งที่ 23 องศาเซลเซียส เก็บหัวไว้ที่ 13 องศาเซลเซียส ในสภาพมืด 8 สัปดาห์ ที่ 17-29 องศาเซลเซียส ในสภาพมืด 2 สัปดาห์ ที่ 9 องศาเซลเซียส ในสภาพมืด 8 สัปดาห์ และที่ 21-25 องศาเซลเซียส ในสภาพมืด 2 สัปดาห์ เมื่อนำออกปลูกจะแทงช่อดอกในเวลา 6-8 สัปดาห์ สำหรับในประเทศไทยให้รดการให้น้ำ จนใบแห้งแล้วทำการขุดหัวที่มีขนาดใหญ่ มีเปลือกนอกสุดของหัวสีน้ำตาล หรือดำ นำไปเก็บไว้ที่ 4-10 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และเมื่อนำออกปลูกจะแทงช่อดอกภายในเวลา 2 สัปดาห์

### การขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศ

การขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การเพาะเมล็ด เป็นการขยายพันธุ์เพื่อให้ได้พันธุ์ใหม่ โดยการถ่ายละอองเกสร ผลจะแก่ภายใน 30-35 วัน เมล็ดมีเปลือกสีดำ ไม่มีการพักตัว ควรนำเมล็ดไปเพาะทันที หรือภายใน 7 วัน ใช้วัสดุที่มีการระบายน้ำดีและมีความชื้นสม่ำเสมอ เมล็ดจะงอกภายใน 10-14 วัน

2. การแยกหัวหรือการแยกหน่อ เป็นการขยายพันธุ์เพื่อให้ได้ต้นเหมือนเดิมหัวจะเกิดขึ้นบริเวณกาบใบ

3. การผ่าหัว เป็นการขยายพันธุ์เพื่อให้ได้ต้นเหมือนเดิม โดยผ่าหัวตามยาวออกเป็น 4-8 ส่วน นำแต่ละส่วนแยกให้แต่ละชิ้นมี 2 กลีบหัว เรียก twin-scales ปักชำในวัสดุปลูกที่มีการระบายน้ำดี ประมาณ 3 เดือนจะเกิดหัวตามบริเวณซอกของ scales การแช่ twin scales ในสารละลาย BA หรือ kinetin ทำให้เกิดหัวได้ดีขึ้น

4. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นการขยายพันธุ์เพื่อให้ได้ต้นเหมือนเดิมเป็นปริมาณมาก ในเวลารวดเร็ว ในสภาพปลอดเชื้อ โดยใช้ส่วนต่าง ๆ ภายในดอกตูม ได้แก่ กลีบดอก ก้านชูอับละอองเกสร รังไข่ หรือจากหัวโดยใช้ส่วนของ scale ที่มี basal plate ติดอยู่ด้วย

#### เทคนิคการขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เนื่องจากการขยายพันธุ์ว่านสี่ทิศให้ได้ต้นเหมือนเดิม โดยวิธีแยกหัว แยกหน่อ และผ่าหัว ได้หัวจำนวนน้อย และถ้าหัวเดิมเป็นโรคก็จะแพร่โรคต่อไป ปัจจุบันจึงใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาขยายพันธุ์ให้ได้หัวปลอดโรคในจำนวนมากกว่าวิธีเดิม โดยมีวิธีการดังนี้

#### การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากส่วนของดอกตูม

1. ใช้ดอกตูมที่ยังอ่อนอยู่ กลีบดอกยังไม่คลี่ บรรยากาศภายในดอกตูมจะสะอาด นำมาล้างน้ำ
2. ใช้ปากคีบจับก้านดอกอ่อน ชุบแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ แล้วผ่านเปลวตะเกียงเพื่อให้ความร้อนฆ่าเชื้อที่ติดอยู่ที่ผิวด้านนอกของดอก
3. ใช้เทคนิคปลอดเชื้อตัดเอาส่วนต่าง ๆ ได้แก่ กลีบ ดอก ก้านชูอับละอองเกสร รังไข่ นำไปเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS (Murashige และ Skoog 1962) ที่เติม Benzyl adenine (BA) 3 มิลลิกรัมต่อลิตร Naphthalene acetic acid (NAA) 1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร เก็บไว้ในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ที่ควบคุมอุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ ช่วงแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน จะเกิดขึ้นในเวลา 1-2 เดือน แล้วนำไปเพิ่มปริมาณต่อไป

#### การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากส่วนของหัว

1. ใช้หัวว่านสี่ทิศขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6-8 เซนติเมตร ตัดใบ กาบใบ และเนื้อเยื่อส่วนฐานของหัวที่มีแผลหรือส่วนสกปรกออก แล้วลอกกาบใบชั้นนอกออก 2-3 ชั้น
2. ล้างด้วยสบู่ 2-3 ครั้ง แล้วล้างน้ำให้สะอาด
3. แช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 นาที
4. ฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน 15 เปอร์เซ็นต์ 20 นาที และคลอรีน 5 เปอร์เซ็นต์ 30 นาที
5. แช่ในน้ำที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว 3 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที
6. ใช้เทคนิคปลอดเชื้อ ตัดชิ้นส่วน twin-scales โดยการผ่าหัวพันธุ์ตามยาวผ่านตายอดออกเป็น 8-10 ส่วน แยกแต่ละชิ้นส่วนให้มี 2 กลีบหัว
7. เพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 2 มิลลิกรัมต่อลิตร NAA 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 60 กรัมต่อลิตร เก็บไว้ในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ที่ควบคุมอุณหภูมิ 25-28 องศาเซลเซียส ความเข้มแสง 1,000 ลักซ์ ช่วงแสง 8 ชั่วโมงต่อวัน จนเกิดหัวย่อยระหว่าง twin scales ใช้เวลา 2-5 เดือน
8. ทำการเพิ่มปริมาณหัว โดยเอาหัวย่อยขนาด 8-10 มิลลิเมตร ที่เกิดขึ้นมาตัดใบและรากทิ้ง แล้วผ่าหัวตามยาวโดนผ่านตายอดออกเป็น 4 ส่วน แล้วเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เติม BA 1 มิลลิกรัม



ต่อลิตร Zeatin 1 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำตาลซูโครส 60 กรัมต่อลิตร เป็นเวลา 4 เดือน จะเกิดห่วยย่อยได้ 5-12 หัว

9. นำหัวที่เกิดขึ้นออกมาล้างน้ำ แช่ในยาเกินราแล้ว นำออกปลูกในทรายผสมขี้เถ้าแกลบ เมื่อต้นตัวดีแล้วย้ายออกปลูกในกระถาง ใช้เวลาประมาณ 2 ปีในการออกดอก (อรดี สหวัชรินทร์, 2546)

## 2.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือ การนำเอาเซลล์หรือเนื้อเยื่อหรืออวัยวะบางส่วน of พืช เช่น ยอด ลำต้น ใบ ราก ส่วนต่าง ๆ ของดอกหรือส่วนของผล มาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ ซึ่งมีทั้งอาหารกึ่งแข็งและอาหารเหลวในสภาพที่ปลอดเชื้อ

ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ในปัจจุบันได้มีการนำเอาเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชไปประยุกต์ใช้กับงานด้านต่าง ๆ เช่น ทางด้านการเกษตร พืชศาสตร์ ชีวเคมี เกษศาสตร์ โดยทางด้านการเกษตรนำไปใช้ทางด้านปรับปรุงพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์พืชให้ได้พืชที่ทนต่อโรคแมลง ยากำจัดวัชพืชหรือทนต่อดินเค็ม การขยายพันธุ์พืชให้ได้ปริมาณมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว ไม่กลายพันธุ์ การเก็บรักษาพันธุ์พืช ซึ่งการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนี้สามารถที่จะประหยัดเวลาแรงงานงบประมาณเมื่อเปรียบเทียบกับการวิจัยแบบเดิมที่ทำการ

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ

1. ห้องเตรียมอาหาร ควรเป็นห้องที่มีโต๊ะสำหรับเตรียมสารเคมี อ่างน้ำ ตู้เย็น สำหรับเก็บสารละลายเข้มข้น เครื่องชั่ง เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง เต้าหอลอมอาหาร หม้อนึ่งฆ่าเชื้อจุลินทรีย์แบบความดันไอน้ำ

2. ห้องถ่ายเนื้อเยื่อ เครื่องมือสำคัญในห้องนี้คือ ตู้สำหรับเลี้ยงหรือถ่ายเนื้อเยื่อเป็นตู้ที่มีอากาศถ่ายผ่านแผ่นกรอง ที่สามารถกรองจุลินทรีย์ไว้ได้ตลอดเวลา ทำให้อากาศภายในตู้บริสุทธิ์ ช่วยให้ทำงานสะดวกรวดเร็ว

3. ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเลี้ยงเนื้อเยื่อจะแตกต่างกันสำหรับพืชแต่ละชนิด โดยทั่วไปมักจะปรับสภาพแวดล้อมภายในห้องให้มีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลาที่ให้แสงประมาณ 12-16 ชั่วโมง/วัน ความเข้มของแสง 1,000-3,000 ลักซ์ การดูแลห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจะต้องสะอาดอยู่เสมอ หมั่นตรวจดูขวดหรือภาชนะที่เลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ถ้าพบว่ามีจุลินทรีย์ขึ้นปะปน จะต้องรีบนำออกไปต้มฆ่าเชื้อและล้างทันทีไม่ให้เป็นที่สะสมเชื้อจุลินทรีย์ซึ่งอาจแพร่กระจายในห้องได้

### อุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1. พันธุ์พืชที่จะนำมาเพาะเลี้ยง ควรสะอาด ปราศจากโรคและเป็นส่วนที่สำคัญที่ยังอ่อนอยู่ เช่น ตาเป็นอวัยวะที่ดีที่สุด ส่วนใบ ดอก ราก ก็สามารถนำมาเลี้ยงได้

2. เครื่องแก้วต่าง ๆ ได้แก่ จานเพาะเชื้อ กระจกบดวาง ปิดเปิด ขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ฯลฯ

3. สารเคมีต่าง ๆ ได้แก่ สารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อที่ติดมากับผิวพืช สารเคมีที่ใช้เตรียมสูตรอาหารต่าง ๆ สารเคมีที่ควบคุมการเจริญเติบโต น้ำตาลซูโครส วัณ เป็นต้น

4. เครื่องมือผ่าตัด ได้แก่ มีดผ่าตัด ปากคีบ
5. หม้อนึ่งความดันไอ ใช้สำหรับเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงให้ปลอดเชื้อจุลินทรีย์
6. ตู้ตัดเนื้อเยื่อ

**อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ** ความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง สิ่งที่สำคัญมากอย่างหนึ่งคือองค์ประกอบของอาหารที่เหมาะสม ซึ่งต้องประกอบด้วยอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ สูตรอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1. สารอนินทรีย์ ได้แก่ ธาตุอาหารหลักคือ ธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต้องใช้ในปริมาณมาก เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม กำมะถัน แคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุอาหารรองหรือธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต้องใช้ในปริมาณน้อย เช่น แมงกานีส สังกะสี ทองแดง โมลิบดีนัม โบรอน ไอโอดีน โคบอล คลอรีน
2. สารประกอบอินทรีย์ แบ่งออกได้หลายพวก คือ น้ำตาล วิตามิน ชนิดที่มีความสำคัญ ได้แก่ ไธอามีน ฯลฯ อะมิโนแอซิด เช่น โกลซีน ฯลฯ สารควบคุมการเจริญเติบโต ได้แก่ ออกซิน ไซโตไคนิน จิบเบอเรลลิน ฯลฯ และสารอินทรีย์พวกอินซิทอล อะดีนีน ช่วยส่งเสริมให้เกิดยอด ฯลฯ
3. สารที่ได้จากธรรมชาติ เช่น กล้วยบด น้ำมะพร้าว น้ำส้มคั้น น้ำมะเขือเทศ
4. สารไม่ออกฤทธิ์ เช่น วัชพืชให้พืชอยู่ได้ ผงถ่านช่วยดูดซับสารพิษที่พืชสร้างออกมา

#### เทคนิคปลอดเชื้อ (Aseptic Techniques)

1. การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหาร นำขวดที่บรรจุอาหารแล้วไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เป็นเวลา 15-20 นาที
2. การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์บริเวณภายนอกชิ้นส่วนพืช เป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญที่จะต้องฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับบริเวณผิวของชิ้นส่วนพืช เนื่องจากอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีธาตุอาหารและวิตามิน ที่จุลินทรีย์ต่าง ๆ เจริญได้ดีและรวดเร็วกว่าเนื้อเยื่อพืช การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ได้ผลดีและได้ผลดี โดยการใช้น้ำยาเคมีชนิดที่สามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ได้หมดทุกชนิด และล้างออกได้ง่าย เพราะถ้าล้างออกได้ยาก สารเคมีเหล่านี้จะมีผลทำให้เนื้อเยื่อพืชตาย หรือมีการเจริญเติบโตไม่เต็มที่เท่าที่ควร การเติมน้ำยาซักฟอกลงไปในส่วนเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ จะทำให้ประสิทธิภาพสารเคมีเหล่านั้นดีขึ้น เนื่องจากจะทำให้ลดแรงตึงผิวบริเวณผิวของชิ้นส่วนพืช สารเคมีจะแทรกซึมเข้าไปทำลายจุลินทรีย์ตามซอกต่าง ๆ ได้ดีขึ้น การเตรียมสารเคมีฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ทำโดยดวงสารให้ได้ปริมาณตามที่ต้องการ แล้วเติมน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อและน้ำยาซักฟอกลงไป เขย่าให้เข้ากัน การเตรียมนี้อาจเตรียมใหม่ทุกครั้งที่ใช้

**ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช** ที่สำคัญประกอบด้วย 6 ขั้นตอน คือ

1. การเตรียมอาหารสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ซึ่งประกอบด้วย สารกลุ่มอนินทรีย์ และสารกลุ่มอินทรีย์
2. การคัดเลือกเนื้อเยื่อพืช การเลือกเนื้อเยื่อที่ได้ส่วนที่ถูกต้องจะทำให้เกิดการฟอกฆ่าเชื้อ และการชักนำให้เกิดต้นประสบความสำเร็จสูง

3. การพอกฆ่าเชื้อ เป็นการทำให้ชิ้นส่วนของพืชปลอดเชื้อ โดยการใช้สารเคมี ได้แก่ ยาระงับเชื้อ และยาทำลายเชื้อ ซึ่งจะทำหน้าที่ให้ส่วนประกอบที่สำคัญของจุลินทรีย์เสียไป ก่อนที่จะนำมาเพาะเลี้ยงในอาหาร

4. การขยายพันธุ์เพิ่มจำนวน ต้นพืชที่ได้จากการชักนำให้เกิดขึ้นจะมีความเยาว์วัย (juvenility) สามารถที่จะชักนำให้เกิดขึ้นจำนวนมากได้ง่าย โดยทำการเพาะเลี้ยงในอาหารที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มไซโตไคนิน

5. การชักนำรากพืช ต้นพืชที่ได้จากการเพิ่มจำนวนต้นสามารถชักนำให้เกิดรากในอาหารที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่มออกซิน ซึ่งจะส่งเสริมการเกิดรากและยับยั้งการเกิดยอด

6. การย้ายออกปลูก ซึ่งต้องการปรับสภาพของต้นพืชให้คุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมภายนอก ประมาณ 2-4 สัปดาห์ จะทำให้ลดเปอร์เซ็นต์การตายของต้นพืชเนื่องจากการย้ายปลูก

## 2.3 การพัฒนาสื่อแอนิเมชัน

แอนิเมชัน เป็นภาพกราฟิก ทั้งสองมิติและสามมิติ เป็นกระบวนการที่ภาพแต่ละภาพของภาพยนตร์ ถูกผลิตขึ้นต่างหากจากกันทีละภาพ แล้ นำมาร้อยเรียงเข้าด้วยกันโดยการฉายต่อเนื่องกัน มีการเคลื่อนไหวเพื่อแสดงขั้นตอนหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นการสร้างภาพเคลื่อนไหว โดยการฉายภาพนิ่งหลายๆ ภาพจากวิธีการใช้คอมพิวเตอร์กราฟิกถ่ายภาพรูปวาดหรือรูปถ่ายแต่ละขณะของหุ่นจำลองที่ค่อยๆ ขยับเมื่อนำภาพดังกล่าวมาฉายด้วยความเร็วตั้งแต่ 16 ภาพต่อวินาทีขึ้นไป เราจะเห็นเหมือนว่าภาพดังกล่าวเคลื่อนไหวได้ต่อเนื่องกันด้วยความเร็วสูง ทั้งนี้เนื่องจากการเห็นภาพติดตาในทางคอมพิวเตอร์เพื่อสร้างสรรค์จินตนาการให้เกิดแรงจูงใจจากผู้ชม (ศิริลักษณ์ คลองข่อย, 2555: 39)

หลักพื้นฐาน 12 ข้อของแอนิเมชัน (สกลรัฐ บุญเฉลียว, 2556)

### 1. Timing and Spacing

แอนิเมชันหมายถึง การสร้างภาพเคลื่อนไหวโดยการฉายภาพนิ่งหลายๆ ภาพต่อเนื่องกันด้วยความเร็วสูงโดยหลักการแล้ว ไม่ว่าจะสร้างภาพ หรือเฟรมด้วยวิธีใดก็ตาม เมื่อนำภาพดังกล่าวมาฉายต่อกันด้วยความเร็ว ตั้งแต่ 16 เฟรมต่อวินาทีขึ้นไป เราจะเห็นเหมือนว่า ภาพดังกล่าวเคลื่อนไหวได้ต่อเนื่องกัน ทั้งนี้เนื่องจากการเห็นภาพติดตา โดยภาพแต่ละภาพนั้นมีหลักการพื้นฐานอย่างน้อยสองส่วนคือ

1.1 ระยะห่างระหว่างภาพต่อภาพคือ Spacing

1.2 ระยะเวลา Timing

### 2. Squash and Stretch

Squash and Stretch คือการเปลี่ยนแปลงมวลของ object ซึ่งในแอนิเมชันนั้นไม่ได้หมายความว่า จะเปลี่ยนกับของแข็งไม่ได้ เราสามารถใช้หลักการ Squash และ Stretch กับของแข็งได้โดยการเปลี่ยน Pose และ Acting ก็ได้ แต่ใจความสำคัญของการใส่ Squash และ Stretch ให้กับแอนิเมชันนั้นคือให้ “แค่รู้สึกแต่อย่าให้เห็น” เพื่อผลต่องานที่ต้องการให้เน้น Action หรือการเคลื่อนไหวในช่วงระยะเวลาหนึ่ง



### 3. Anticipation

Anticipation เรียกกันอย่างเข้าใจกันเองในภาษาไทยว่า “ท่าเตรียม” เป็นส่วนที่สร้างความสัมพันธ์ให้คนดูตาม action หรือ pose ที่เราต้องการจะเล่าให้ทัน โดยเราต้องใส่ anticipation ไปก่อน pose action ซึ่ง anticipation อาจจะเป็นท่าทางที่ชัดเจนอย่างการเงี้ยวไม้กอล์ฟก่อนสวิง หรือสิ่งเล็ก ๆ น้อย ๆ อย่างการกระพริบตา ก่อนหันหน้าก็ได้

### 4. Staging

Staging คือ การกำกับภาพอย่างไรให้เข้าใจ idea ของภาพว่าอยู่ที่ไหนภายใต้กรอบสี่เหลี่ยม pose ของตัวละครจะต้องชัดเจนให้คนดูรับรู้ Idea ในการเล่าเรื่องในภาพนั้นให้ได้ สิ่งที่เป็นประโยชน์ในการทำงานในส่วนนี้ก็จะมีการจัดองค์ประกอบของภาพ (composition) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย

### 5. Follow Through and Overlapping Action

Follow Through และ Overlapping Action นั้นเราใส่ไปเพื่อให้แอนิเมชันในคัทนั้น ๆ เกิดความน่าเชื่อถือโดยวัตถุบางอย่างจะมีแรงเฉื่อย + แรงโน้มถ่วงเข้ามาเกี่ยวข้อง รวมถึงลำดับในการเคลื่อนไหวของร่างกายที่เริ่มและจบไม่พร้อมกัน

Follow Through คือ การเคลื่อนไหวในส่วนที่เราไม่ตั้งใจให้ขยับเช่น ผ้าคลุม, ผม, หาง, กระเป๋า ถ้าในทาง 3D computer animation ส่วนนี้สามารถใช้ความสามารถของ Software เพื่อสร้างความพลิ้วไหวโดยอัตโนมัติได้ Overlapping คือ Action หลักแต่ว่าแต่ละส่วนของร่างกายเริ่ม + จบไม่พร้อมกันซึ่งเป็นส่วนที่เราตั้งใจ และเป็นหน้าที่ของอนิเมเตอร์ต้องใส่เข้าไปด้วยตัวเอง

### 6. Arcs

Arcs คือเส้นทางของ action จากจุดหนึ่งไปสู่จุดหนึ่งว่าไปอย่างไร มีทิศทางอย่างไร ถือว่าเป็น เส้นทางของการเคลื่อนไหวโดยเราจะให้ความสำคัญกับช่วงกลางระหว่างจุดสองจุดของ action นั้น โดยสร้าง Arcs หรือวิถีโค้งให้กับเส้นทางการเคลื่อนไหว ซึ่งจะทำให้อนิเมชันของเราดูลื่นไหลและเป็นธรรมชาติยิ่งขึ้น

### 7. Exaggeration

Exaggeration หลาย ๆ คนอาจจะคิดว่าเป็นการแสดงที่ over action แต่จริง ๆ แล้ว คือ การเน้นให้อนิเมชันของเราเห็นชัดเจนยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นท่า pose , อากัปกริยา, หรืออารมณ์ของตัวละคร

### 8. Slow in and Slow out



ภาพที่ 2.1 Slow in and Slow out  
ที่มา (สกลรัฐ บุญเฉลียว, 2556)

ในแอนิเมชันเราจะหลีกเลี่ยงความเท่ากันทั้งเรื่องของ Timing & Space ไม่เช่นนั้น อนิเมชันที่เราสร้างขึ้นจะดูเอื่อยเอื่อยไม่น่าสนใจ การใส่ Slow in และ Slow out จะต้องอ้างอิงถึงความ เป็นจริงด้วย อย่างเช่นวัตถุที่มีมวลมาก เช่นรถบรรทุกจะใช้เวลาในการออกตัวและหยุดนานกว่ารถเก๋ง ที่มีมวลน้อยกว่า ดังรูปตัวอย่างทางด้านซ้ายแอนิเมเตอร์จะต้องใช้หลักการ Slow out เพื่อ อนิเมทการเคลื่อนที่ของลูกโบว์ลิ่งให้รู้สึกว่ามีแรงน้อยในเฟรมแรกและมีความเร็วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ใน เฟรมที่แปดก่อนที่จะชนพินไม้ล้มได้ ส่วนภาพด้านซ้ายคือหลักการ Slow in ซึ่งลูกโบว์ลิ่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากในเฟรมแรกและค่อย ๆ อ่อนแรงลงในเฟรมที่แปดซึ่งจะดูไม่น่าเชื่อถือเท่ากับภาพ ด้านซ้าย แต่อย่างไรก็ตามทั้งสองหลักการนี้ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับในแต่ละเหตุการณ์

#### 9. Secondary Action

ส่วนที่แสดงเข้าไปเสริมการแสดงหลัก เพื่อให้งานดูมีชีวิตแต่การเล่าเรื่องต้องไม่เปลี่ยนไป อย่างเช่นนักแสดงกำลังอ่านหนังสือพิมพ์แต่ก็ดื่มกาแฟไปด้วย การอ่านหนังสือพิมพ์คือ primary action ส่วนการดื่มกาแฟคือการแสดงรองหรือ secondary action นั่นเอง

#### 10. Solid Drawing

หลักการในข้อนี้มีพื้นฐานมาจาก traditional 2D animation โดยก่อนที่ศิลปินจะลงสี ให้กับภาพแต่ละภาพจะต้องมีการตัดเส้นก่อนเพื่อให้ได้เส้น outline ที่สวยงามชัดเจน ในขั้นตอนนี้ จำเป็นต้องอาศัยทักษะหรือฝีมือของศิลปินเป็นอย่างมาก แต่ที่สำคัญยิ่งไปกว่านั้นก็คือไม่ว่าจะใช้ ศิลปินกี่คนก็ตาม ก็ต้องพยายามสร้างงานที่มีลายเส้นที่ต่อเนื่องและคงคุณภาพให้เหมือนกันตลอดทั้ง เรื่องเสมือนเป็นภาพวาดจากคน ๆ เดียว สำหรับอนิเมชันสมัยใหม่ในรูปแบบ 3D computer เราไม่ จำเป็นต้องวาดทุก ๆ ภาพเหมือน traditional 2D animation แต่งานในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับการ Rigging หรือการ setup ตัวละครนั่นเอง ซึ่งหากเรา setup ตัวละครให้ออนิเมเตอร์ pose ได้ง่ายและ เห็น outline ได้ชัดเจนเท่าไรก็จะทำให้ชิ้นงานนั้นมีความสมบูรณ์สวยงามเสร็จสรรพในตัวเอง ไม่ ต้องเสียเวลาในการตัดเส้นเหมือน 2D animation

#### 11. Straight Ahead and Pose to Pose

ในการวาดภาพแต่ละภาพ เฟรมแต่ละเฟรม เพื่อนำมาเรียงต่อกันแล้วให้เกิดเป็น ภาพเคลื่อนไหวนั้นจะมีวิธีการทำงานอยู่สองวิธีคือ Straight Ahead กับ Pose to Pose ซึ่งมีการ ทำงานที่แตกต่างกัน คือ Straight Ahead จะเป็นการวาดภาพจาก เฟรมหนึ่งไปอีกเฟรมหนึ่งโดยเรียง จากภาพเริ่มต้นไปจนจบ แต่ในขณะที่ Pose to Pose จะเป็นการวาดเฉพาะคีย์ Pose หลักเป็นช่วงๆ ให้เสร็จเรียบร้อยก่อนจากนั้นจึงค่อยมาวาดภาพที่อยู่ระหว่างคีย์ Pose หลักที่หลังหรือที่เรียกกันว่า in between นั่นเอง การทำงานแบบ Pose to Pose นิยมนำมาใช้กับ computer animation เพราะทำให้ง่ายต่อการแก้ไขและช่วยลดเวลาในการทำงานในบางส่วนเนื่องจากคอมพิวเตอร์จะช่วย คำนวณ ภาพ in between โดยอัตโนมัติ



## 12. Appeal



ภาพที่ 2.2 Appeal  
ที่มา (สกลรัฐ บุญเฉลียว, 2556)

ในข้อสุดท้ายนี้หมายถึง รสนิยม , เส้นนี้ หรือความลงอะไรสักอย่างที่เราดูแล้ว ทำให้เชื่อ believable นั้นเอง ซึ่งอาจจะเริ่มตั้งแต่การออกแบบตัวละคร, นิสัย, ลักษณะท่าทาง, บุคลิก ที่สื่อออกมาให้เราได้รับรู้สึกล้อยตามหรือเชื่อว่าตัวละครนั้นมีอยู่จริง ดังตัวละครทั้งสี่ตัวในภาพตัวอย่าง ที่ทำให้เรารู้สึกว่าตัวละครทั้งสี่มีบุคลิกเฉพาะตัวและมีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

#### 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กิตติศักดิ์ โชติเตชานรงค์ (2015) ทำการวิจัยเรื่อง อาหารอย่างง่ายจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินเพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อม่วงเทพรัตน์และกล้วยาหวาน มีวิธีการโดยนำชิ้นส่วนข้อของม่วงเทพรัตน์ และ กล้วยาหวานมาเพาะเลี้ยงบนอาหารวุ้นจากสารละลายธาตุอาหารสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ชื่อทางการค้า Hydrowork สูตรสำหรับผักสลัด stock A และ B ความเข้มข้นอย่างละ 0, 1, 2, 3, 4 และ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร เติมน้ำตาลซูโครส 30 กรัมต่อลิตร ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในอาหารโดยการเติมน้ำยาฟอกผ้าขาว Haiter สูตรมาตรฐาน 0.1 มิลลิลิตรต่อลิตร เปรียบเทียบกับอาหารวุ้นสูตร MS ที่ฆ่าเชื้อโดยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ และการเติมน้ำยาฟอกผ้าขาว ทุกชุดการทดลองถูกนำไปเลี้ยงที่อุณหภูมิ  $25 \pm 2$  องศาเซลเซียส ให้แสงเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าอาหารวุ้นจากสารละลายสำหรับปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน stock A และ B ความเข้มข้นอย่างละ 5 มิลลิลิตรต่อลิตร สามารถชักนำให้พืชทั้งสองชนิดมีจำนวนยอด จำนวนใบ และความสูงของยอดมากกว่าอาหารสูตร MS ทั้งที่ฆ่าเชื้อโดยหม้อนึ่งความดันไอน้ำ และการเติมน้ำยาฟอกผ้าขาวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นอาหารสูตรดังกล่าวจึงสามารถใช้ทดแทนอาหารวุ้นสูตร MS ได้เนื่องจากส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้ดีกว่า ต้นทุนถูกกว่า และขั้นตอนการเตรียมง่ายกว่า

จิณภัค รามสุต (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การสร้างสื่อการ์ตูนภาพเคลื่อนไหวเพื่อพัฒนาทักษะความฉลาดทางอารมณ์สำหรับเด็กอนุบาล” เสนอต่อมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาการสร้างสื่อการ์ตูนภาพเคลื่อนไหว เพื่อพัฒนาทักษะความฉลาดทางอารมณ์ สำหรับเด็กอนุบาลศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนอนุบาลกำแพงเพชร จ.กำแพงเพชร จำนวน 30 คนโดยการสุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง ซึ่งเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาคั้งนี้ประกอบด้วย 1) การ์ตูนภาพเคลื่อนไหวที่สร้างด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อสอนทักษะความฉลาดทางอารมณ์ สำหรับเด็กอนุบาล 2) แบบทดสอบหลังเรียน เรื่องความฉลาดทางอารมณ์ จำนวน 5 ข้อ 3) แบบสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนด้านความสนใจและความพึงพอใจ หลังชมการ์ตูนภาพเคลื่อนไหว เพื่อพัฒนาทักษะความฉลาดทางอารมณ์ โดยให้กลุ่มเป้าหมายเรียนจากการ์ตูนภาพเคลื่อนไหว จากนั้นได้ให้กลุ่มเป้าหมายทำแบบทดสอบหลังเรียนชนิดเลือกตอบ 3 ตัวเลือก จำนวน 5 ข้อ พร้อมกับผู้ศึกษาได้ทำแบบสังเกตพฤติกรรมของกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย 1) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความสนใจ 2) แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความพึงพอใจ เพื่อวิเคราะห์ข้อมูล ผลจากการศึกษาพบว่า

1. ผลการทดสอบหลังเรียนของเด็กนักเรียน สามารถทำคะแนนได้สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยทำคะแนนเฉลี่ยได้ 4.8 คะแนน คิดเป็นคะแนนร้อยละ 96 เนื่องจากเด็กนักเรียนมีความรู้และความเข้าใจในเนื้อหาด้านความฉลาดทางอารมณ์ที่ได้เรียนผ่านสื่อการ์ตูนภาพเคลื่อนไหว

2. การสร้างสื่อการ์ตูนภาพเคลื่อนไหวเพื่อพัฒนาทักษะความฉลาดทางอารมณ์สำหรับเด็กอนุบาลนั้น สามารถช่วยเสริมสร้างและพัฒนาทักษะความฉลาดทางอารมณ์ของเด็กอนุบาลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. ผลการรับรู้สื่อของเด็กนักเรียนพบว่าเด็กนักเรียนมีการรับรู้และเข้าใจในเรื่องความฉลาดทางอารมณ์จากประสบการณ์จากครูผู้สอนและสื่อการ์ตูนภาพเคลื่อนไหว

4. การใช้สื่อการ์ตูนภาพเคลื่อนไหวที่เปิดจากคอมพิวเตอร์หรือโทรทัศน์ เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนสำหรับเด็กอนุบาลนั้นทำให้เด็กเกิดความสนใจ เข้าใจบทเรียน ง่ายต่อการจดจำและสนุกสนานเพลิดเพลินกว่าการใช้วิธีการเรียนการสอนแบบเดิม

ชุมพล จันทรฉลอง และ อมينا ฉายสุวรรณ (2559) ทำการวิจัยเรื่อง การ์ตูนแอนิเมชัน เรื่องเทพ 3 ฤดู กับการลดโลกร้อน โดยมีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่องเทพ 3 ฤดู กับการลดโลกร้อน 2. เพื่อหาคุณภาพของการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่องเทพ 3 ฤดู กับการลดโลกร้อน 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้สนใจที่มีต่อการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่องเทพ 3 ฤดู กับการลดโลกร้อน กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย โดยใช้วิธีจับสลาก ซึ่งจับสลากได้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาภาคปกติ หลักสูตรเทคโนโลยีสารสนเทศ กลุ่มวิชาเทคโนโลยีมีเดีย ชั้นปีที่ 2 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ระดับปริญญาตรีของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 25 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย 1. การ์ตูนแอนิเมชัน เรื่องเทพ 3 ฤดู กับการลดโลกร้อน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 2. แบบประเมินคุณภาพของการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่องเทพ 3 ฤดู กับการลดโลกร้อน 3. แบบประเมินความความพึงพอใจของผู้สนใจที่มีต่อการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่องเทพ 3 ฤดู กับการลดโลกร้อน

ผลการวิจัย พบว่าผลการประเมินคุณภาพการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่องเทพ 3 ฤดู กับการลดโลกร้อน ที่ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ รวมคุณภาพทั้ง 3 ด้านมีค่าเฉลี่ยรวมเป็น 4.54 ซึ่งระดับคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้สนใจที่มีต่อการ์ตูนแอนิเมชัน เรื่องเทพ 3 ฤดู กับการลดโลกร้อน ที่ประเมินโดยกลุ่มตัวอย่าง รวมคุณภาพทั้ง 3 ด้านมีค่าเฉลี่ยรวมเป็น 4.10 ซึ่งระดับคุณภาพอยู่ในระดับดี ซึ่งผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไปว่า ควรนำการ์ตูนไปนำเสนอในรูปแบบออนไลน์ ผ่านระบบเครือข่ายเพื่อให้เข้าถึงกลุ่มผู้สนใจมากยิ่งขึ้น และ ควรมีการศึกษาผลการใช้การ์ตูนจากตัวแปรอื่น ๆ เช่น การใช้ชีวิตแบบพอเพียง การส่งเสริมคุณธรรม จริยธรรม

รินรดา สันติอาภรณ์, เกษตร แก้วภักดี, มาลิน ยืนนาน และ ศุภรจิต สอนสวรรค์ (2559) ได้ทำการวิจัย เรื่อง การออกแบบแอนิเมชันสองมิติ เรื่อง การอนุรักษ์พันธุ์เต่าปูลู ณ บ้านนาตอง ตำบลช่อแฮ อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ เป็นการนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับเต่าปูลู ด้านการสร้างจิตสำนึก คือให้คนตระหนักถึงจำนวนของเต่าปูลูที่กำลังจะสูญพันธุ์ กลุ่มเป้าหมายกลุ่มนักท่องเที่ยวและชาวบ้านนาตอง ชายและหญิงอายุตั้งแต่ 18-25 ปี โดยทำการออกแบบแอนิเมชัน ให้มีเรื่องราวการให้ความรู้และสร้างจิตสำนึกการอนุรักษ์เต่าปูลู จัดทำให้มีคามสวยงาม น่าสนใจ เข้าใจง่ายสามารถจดจำได้นาน ทำให้การสื่อสารมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยแอนิเมชันนี้ มีขนาด 1280 x 720 pixel เวลา 3 นาที พร้อมสื่อประชาสัมพันธ์แบบผ้าไอที แบบเอ็กซ์สแตนด์ และแบบโรลอัพ โดยมีกระบวนการออกแบบ คือ ศึกษาข้อมูลของเต่าปูลู วิเคราะห์ข้อมูลที่สืบค้น วางแนวความคิดในการออกแบบ ออกแบบการเล่าเรื่อง ออกแบบตัวละคร เขียนสตอรี่บอร์ด สร้างผลงานนำเสนอผลงานในที่สาธารณะ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการจัดทำแบบสอบถามมาตราส่วน 5 ระดับแบบปลายปิดและปลายเปิดเพื่อให้กลุ่มเป้าหมายคือชาวบ้านของหมู่บ้านนาตอง จำนวน 50 ท่าน นักท่องเที่ยว 10 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ประเมินค่า และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลด้วยค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ส่วนข้อเสนอแนะของผู้ประเมินใช้วิธีการรวบรวมจัดหมวดหมู่ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบแอนิเมชันให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น สรุปลงผลความคิดเห็นจากบุคคลทั่วไปในหมู่บ้านนาตอง สรุปลงได้ว่ามีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.34 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับดี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คือ 0.23 แสดงว่าความเห็นของจากบุคคลทั่วไป ส่วนใหญ่มีความเห็นไปในทางเดียวกัน แต่มีเพียง 1 ข้อ ที่มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่า 4.00 คือ 3.82 ที่ต้องปรับปรุงแก้ไขคือเรื่องระยะเวลาที่มีความยาวเพิ่มมากขึ้น สรุปลงผลความคิดเห็นจากนักท่องเที่ยว สรุปลงได้ว่ามีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.2 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับดี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) คือ 0.32 แสดงว่าความเห็นของจากบุคคลทั่วไป ส่วนใหญ่มีความเห็นไปในทางเดียวกัน และสรุปลงผลความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ สรุปลงได้ว่ามีค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) เท่ากับ 4.71 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับดี และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)คือ 0.24 แสดงว่าความเห็นของจากผู้เชี่ยวชาญมีความสอดคล้องกัน

ดาวรดา วีระพันธ์ และ ชญาภา บาลไธสง (2558) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแอนิเมชัน เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สำหรับเยาวชน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาแอนิเมชัน เรื่องความรู้เกี่ยวกับการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สำหรับผู้เรียนที่มีคุณภาพ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนก่อนและหลังเรียนด้วยแอนิเมชัน เรื่อง



ความรู้เกี่ยวกับการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ กลุ่มตัวอย่างเป็นเยาวชนโรงเรียนประทาย ภาครเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 สังกัดองค์การบริหารส่วนจังหวัดนครราชสีมา เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) ไม่จำกัดเพศมีทั้งเพศหญิงและเพศชายรวมกัน อายุระหว่าง 15-18 ปี โดย แบ่งเป็นนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (มัธยม 3) อายุ 15 ปี จำนวน 30 คน ระดับมัธยมศึกษา ตอนปลาย (มัธยม 4) อายุ 16 ปี จำนวน 30 คน (มัธยม 5) อายุ 17 ปี จำนวน 30 คน และ (มัธยม 6) อายุ 18 ปี จำนวน 30 คน รวมจำนวนทั้งหมด 120 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แอนิเมชัน เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับการกระทำความผิด เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมินคุณภาพของ แอนิเมชันเรื่อง ความรู้เกี่ยวกับการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ด้วยค่าทางสถิติ t-test ผลการวิจัยพบว่า 1) แอนิเมชัน เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์โดย ภาพรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนหลังเรียนด้วยแอนิเมชัน เรื่อง ความรู้เกี่ยวกับการกระทำความผิดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติที่ระดับ .05

