บทที่ 2
ตรวจเอกสาร

ปัจจุบันกระแสเกี่ยวกับการใช้ผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติเริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้นเนื่องจากปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม การใช้สีย้อมผ้าจากธรรมชาติก็เป็นอีกกรณีหนึ่งที่ได้รับความนิยม เนื่องจากให้สีที่ไม่ฉูดฉาดมากนักและปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและผู้บริโภค สำหรับในจังหวัดนครศรีธรรมราชนั้นการใช้สีจากธรรมชาติมาผลิตเป็นผ้ามัดย้อมจากบ้านคีรีวงเป็นที่นิยมเป็นอย่างมาก เช่น การใช้ใบมังคุดให้สีส้มกับสีชมพู ใบหูกวางให้สีเหลืองอมเขียว ฝักสะตอให้สีเทา และเปลือกลูกเนียงให้สีน้ำตาลเข้ม อย่างไรก็ตามสารสกัดจากธรรมชาติบางชนิดเมื่อผ่านการสกัดและผ่านการใช้งานมาเป็นเวลานาน อาจมีการเปลี่ยนรูปและมีผลกระทบบางอย่างได้ เช่นการเปลี่ยนรูปเป็นสารกลายพันธุ์อย่างอ่อน หรือมีฤทธิ์ทางอัลลีโลพาที จากการตรวจเอกสารพบว่ายังไม่เคยมีรายงานเกี่ยวกับผลกระทบต่อการแบ่งเซลล์หรือผลทางโครโมโซมจากสีย้อมผ้าจากธรรมชาติมาก่อน ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีแนวคิดที่จะทดสอบความเป็นพิษระดับเซลล์และการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมของหอมแดงซึ่งเป็นตัวแทนที่นิยมใช้ในการทดสอบความเป็นพิษระดับเซลล์จากสีผ้ามัดย้อมธรรมชาติ ผลการตรวจสอบในครั้งนี้สามารถนำไปรวมถึงสามารถนำข้อมูลเป็นการพิจารณาการใช้สีย้อมจากธรรมชาติหรือวิธีในการกำจัดอย่างถูกต้องและการนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆต่อไป

วิธีการทำผ้ามัดย้อมสีธรรมชาติ

การทำสีย้อมผ้าด้วยการเตรียมเปลือกไม้และใบไม้ตามสีที่ต้องการ เมื่อเลือกวัสดุให้สีตามต้องการได้แล้ว นำมาสับเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปต้มในน้ำสะอาด ประมาณ 1 คืน น้ำสีที่ต้มแล้วนำมากรองด้วยผ้าขาวบาง เตรียมไว้เพื่อมัดย้อม น้ำสีที่เหลือให้แช่ไว้ในน้ำสีที่ยังไม่ได้กรอง พร้อมเปลือกหรือใบไม้ การเตรียมผ้าและขจัดไขมัน นำผ้าลินินหรือผ้าฝ้ายมาออกแบบตามต้องการ ตัดผ้าตาม ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบ เช่น เสื้อ กางเกง กระโปรง กระเป๋า เป็นต้น การตัดผ้าก่อนนำไปมัดย้อมเพราะจะประหยัดสีธรรมชาติที่ใช้ย้อม นำผ้ามาตัดเรียบร้อยแล้วไปต้มกับผงซักฟอกเพื่อขจัดไขมัน ต้มผ้าประมาณ 1-2 ชั่วโมง นำไปล้างกับน้ำสะอาดอีกครั้ง เพื่อชะล้างผงซักฟอกให้หมดการมัดลายผ้า การมัดลายผ้าขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ทำว่าจะมัดรูปแบบใด ใช้ไม้ไผ่ช่วยในการมัด ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมแบบยาว หรือใช้ยางวงมัดทำลาย ลายที่นิยมส่วนใหญ่นิยมมัดลายกุหลาบ ลายวงกลม ลายยาว

การย้อมสีธรรมชาติ

นำผ้าที่มัดลายเรียบร้อยแล้วจุ่มลงไปในน้ำทีละนิด ไม่ควรใส่ผ้าลงไปทีเดียว เพราะจะทำให้น้ำสีติดผ้าไม่ทั่ว และลายออกมาไม่สวยงาม แล้วนำผ้าไปต้มในน้ำสีที่กรองไว้ ประมาณ 1คืน นำผ้ามัดย้อมมาแกะลาย ตรวจสอบว่าได้ลายตามต้องการหรือไม่ ถ้าน้ำสีไม่ติดผ้าหรือติดไม่ทั่วตามต้องการ ก็ต้องนำไปต้มในน้ำสีใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ได้ลวดลายที่สวยงามตามต้องการ นำผ้าไปล้างในน้ำสะอาดอีกครั้ง นำผ้าที่ได้สีตามความพอใจแล้วนำไปตากในที่ร่ม 1 วัน ผ้าแห้งแล้วนำไปตัดแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ตามต้องการ

ขั้นตอนการสกัดสีธรรมชาติ

นำใบไม้หรือเปลือกไม้มาสับให้ละเอียดแล้วใส่น้ำในกระทะตั้งไฟให้ร้อนหลังจากนั้นนำใบไม้หรือเปลือกไม้ไปต้มในกระทะจนกว่าจะได้สีตามต้องการแล้วนำผ้าฝ้ายไปต้มในน้ำ แล้วซักด้วยน้ำสะอาดเพื่อขจัดไขมันในผ้าให้หมด นำผ้าที่ซักสะอาดแล้วมัดลายให้แน่น แล้วนำผ้าที่มัดลายเรียบร้อยแล้วไปต้มในสีที่สกัดได้ แช่ทิ้งไว้ประมาณ 30-60 นาที นำผ้าไปแกะลายแล้วล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง เสร็จแล้วนำผ้าไปผึ่งแดดให้แห้ง นำไปตัดเย็บต่อไป

อัลลีโลพาที

อัลลีโลพาทีคือปฏิกริยาทางชีวเคมีระหว่างพืชโดยมีการปลดปล่อยสารบางอย่างออกมาแล้วมีผลกระทบต่อการงอก การเจริญเติบโต ตลอดจนการให้ผลผลิตของพืชที่เจริญอยู่ใกล้เคียงกับผู้ปล่อยสารเป็นการสื่อสารระหว่างพืชด้วยกัน สารเคมีที่ผลิตออกมาที่ทำให้เกิดอัลลีโลพาทีเรียกว่าสารประกอบอัลลีโลพาทีซึ่งอาจมีประโยชน์หรือโทษต่อพืชอื่น มีฤทธิ์ยับยั้งหรือกระตุ้น สารประกอบอัลลีโลพาทีสามารถพบได้ทุกส่วนของพืช เช่น เนื้อเยื่อ ใบ ลำต้น ดอก ผล เมล็ด และราก แต่ที่ใบจะพบปริมาณมากที่สุดและเป็นพิษมากกว่าราก (หัสไชย, 2548)ชนิดของสารที่เป็นสารอัลลีโลพาทีส่วนใหญ่จะเป็นสารที่อยู่ในกลุ่ม Unsaturated lactone ring เช่น Caffeid acid Chologenic acid T-chinnamicacid P-couparia acid Furulic acid Gallic acid P-hydroxybenzaldehyde 5-sulfosalicylic acid Vanillic acidและ Vanillin acid (Rice, 1984)

จากการศึกษาส่วนใหญ่สรุปอัลลีโลพาทีเป็นปฏิสัมพันธ์ทางลบ ทั้งนี้ยังขาดข้อมูลพื้นฐานที่จะบอกถึงความแตกต่างของปฏิสัมพันธ์อื่นที่เกี่ยวกับการตอบสนองของพืช และยังขาดเทคนิคที่เหมาะสมที่จะแยกอัลลีโลพาทีออกจากปฏิสัมพันธ์ด้านการแก่งแย่งแข่งขันของพืช วัชพืชส่วนใหญ่มักมีคุณสมบัติของอัลลีโลพาทีดังนั้นการนำคุณสมบัติของอัลลีโลพาทีมาใช้ในการควบคุมกำจัดวัชพืชก็เป็นไปได้สูง

มาก ตัวอย่างวัชพืช เช่น *Cenchrus arvensis,Chenopodium album,Crisum arvense* จะมีสารที่สามารถขัดขวางกระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสในรากของข้าวสาลี วัชพืชพวก *Amaranthus retroflexus, Setaria invidis* จะมีสารที่ขัดขวางธาตุฟอสฟอรัสของพืชตระกูลถั่ว และวัชพืชพวก *Agropyron repens* เมื่อมีการแก่งแย่งกับข้าวโพดจะปล่อยสารที่ขัดขวางการดูดซับสารไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลดลง(พรชัย, 2540)

ผลของอัลลีโลพาที

อัลลีโลพาทีที่เกิดจากวัชพืชจะมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชปลูกโดยกระบวนการต่างๆ ในพืชปลูก เช่น มีผลต่อการแบ่งเซลล์ การขยายขนาดของเซลล์ การสร้างฮอร์โมนและสารควบคุมการเจริญเติบโต การดูดซึมธาตุอาหาร การปิด-เปิดของปากใบ กระบวนการสังเคราะห์แสงและกระบวนการการหายใจ ผลของอัลลีโลพาทีจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ ผลกระทบขั้นปฐมภูมิ (primary effect) เป็นผลจากซากพืชที่อยู่ในดิน ในพืชมีสารเคมีหลายชนิดเป็นองค์ประกอบอยู่เมื่อมีเศษเหลือที่ตกค้างหลังการเก็บเกี่ยวที่ถูกทิ้งไว้บนดิน หรือถูกไถกลบคลุกเคล้าไปกับดิน สารเคมีเหล่านี้ก็จะถูกปลดปล่อยออกมาเนื่องจากได้รับผลหรือการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดิน จารุภรณ์ (2548) อธิบายถึงการเกิดสารพิษที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายเศษของซากพืชที่ตกค้างอยู่ในดินในกรณีซากพืชว่ามีผลกระทบทำให้พืชถึงตายหรือเพียงไปยับยั้งการเจริญเติบโตไม่ได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการที่พืชอีกชนิดหนึ่งปลดปล่อยสารพิษอินทรีย์ แต่อาจไปมีผลทางอ้อมต่อสิ่งแวดล้อมได้แก่ ทำให้ระดับ pH ในดินเปลี่ยนแปลง หรือลักษณะอื่นๆ ที่เป็นผลจากการย่อยสลายเศษของซากพืชในดิน ล้วนเป็นผลจากสารพิษทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังรวมถึงผลผลิตที่จุลินทรีย์สร้างระหว่างการย่อยสลายซากพืชที่ไปมีผลต่อพืชข้างเคียง ส่วนอีกระดับคือผลกระทบขั้นทุติยภูมิ (secondary effect) ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากสารประกอบอัลลีโลพาทีที่พืชสร้างและปลดปล่อยสารพิษออกมาซึ่งมีผลไปยับยั้งการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชข้างเคียง อย่างไรก็ตามอัลลีโลพาทีในระดับนี้ยังไม่ส่งผลกระทบรุนแรงต่อผลผลิตมากเท่ากับสารที่ถูกปลดปล่อยออกจากการย่อยสลายซากพืช แต่หลักฐานที่รากพิษปลดปล่อยสารที่มีผลไปยับยั้งการเจริญเติบโตต่อพืชข้างเคียงซึ่งเป็นอาลีพาทีขั้นทุติยภูมินั้น ยังไม่ชัดเจนพอ และยังคงมีข้อจำกัดมากมาย (ดวงพร, 2543)

วิธีการศึกษาอัลลีโลพาที

ในการทดสอบประสิทธิภาพของอัลลีโลพาทีนั้นส่วนมากนิยมทดสอบในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ควบคุมปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมได้เช่น อุณหภูมิ แสงและน้ำ เพื่อให้ผลการทดลองที่ได้เป็นผลที่เกิดจากสารที่ต้องการทดสอบอย่างแท้จริงไม่ได้เป็นผลที่เกิดร่วม หรือมีปัจจัยอื่นเข้ามาเกี่ยวข้อง ส่วนพืชที่ใช้ในการทดสอบควรใช้พืชที่มีความไวต่อการทดสอบพืชที่นิยมใช้คือผักกาดหอม (*Lactuca sativa*) นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึง ความงอก ความสม่ำเสมอในการเจริญเติบโต ธรรมชาติของการงอกและการเจริญเติบโต เช่น งอกได้ดีที่อุณหภูมิเท่าใดเมล็ดมีการพักตัวหรือไม่ ความชื้นที่เหมาะสมในการงอก และการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาผลกระทบต่อพืชนั้นมีวิธีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้ทำการทดลองว่าต้องการศึกษาผลกระทบในเรื่องใด เช่น ศึกษาผลกระทบต่อการงอก โดยเก็บข้อมูลจากจำนวนเมล็ดที่งอกซึ่งมีทั้งรากและยอดสมบูรณ์ หรือการศึกษาการยับยั้งการเจริญเติบโต โดยเก็บข้อมูลจากการวัดส่วนต่างๆของพืชเช่น ต้น และราก หรือการทดลองที่ต้องการศึกษาถึงลักษณะที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นก็อาจต้องใช้อุปกรณ์ที่สลับซับซ้อนในการเก็บข้อมูลจากพืช เช่น สกัดโดยไอน้ำ หรือ สกัดโดยใช้ตัวทำละลายเช่น เอทานอล เมทานอล หรือเฮกเซน ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและความพร้อมของอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ปัจจุบันมีการค้นพบวิธีสกัดสารโดยใช้เครื่องอัลตราโซนิค แทนการใช้ตัวทำละลาย ได้มีการทดลองสกัดสารจากธูปฤาษีโดยเปรียบระหว่างใช้เอทานอลกับเครื่องอัลตราโซนิคเพื่อทดสอบความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตและการงอกของพืชทดสอบ พบว่ามีความแตกต่างเพียงเล็กน้อยแต่วิธีใช้เครื่องอัลตราโซนิคจะช่วยประหยัดทั้งสาร ประหยัดทั้งเวลา และลดขั้นตอนที่ยุ่งยากซับซ้อนลงได้ (วิโรจน์, 2548)

สำหรับการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชนั้นอาการที่เห็นหรือวัดนั้นไม่ใช่ผลของสารที่มีต่อพืชทดสอบโดยตรงแต่เป็นลักษณะอาการที่เป็น Secondary effects ซึ่งอาจเป็นผลต่อเนื่องจากสารนั้นไปยับยั้งการยืดของเซลล์หรือการแบ่งเซลล์primary effects ซึ่งการตรวจวัดจำเป็นต้องใช้เครื่องมืออุปกรณ์ที่ซับซ้อนมากขึ้นเช่นการตรวจสอบการแบ่งเซลล์เป็นต้น โดยในการทดสอบเกี่ยวกับออกฤทธิ์ของสารควรพิจารณาและระมัดระวังในประเด็นต่างๆ ได้แก่ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบเช่นน้ำ แสงและอุณหภูมิ การเลือกพืชทดสอบซึ่งมีเหตุผลแตกต่างกันไปตามความเหมาะสม โดยมักเลือกพืชที่มีความไวต่อการทดสอบมากหรือทดสอบในพืชที่ต้องการกำจัด และยังต้องคำนึงถึงความงอกความสม่ำเสมอในการเจริญเติบโตธรรมชาติของการงอกและการเจริญเติบโต เช่น งอกได้ดีที่อุณหภูมิเท่าใด เมล็ดมีการพักตัวหรือไม่ ความชื้นที่เหมาะสมในการงอกและธรรมชาติของสารที่ทดสอบเช่น การละลาย ความเสถียรของสาร นอกจากนี้ยังมีสิ่งที่เกี่ยวข้องกันอีก เช่น สภาพสิ่งแวดล้อมในการทดลอง วัสดุรองรับ ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชทั้งสิ้น

การกลายพันธุ์

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับหน่วยควบคุมลักษณะหรือยีน เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน และสามารถถ่ายทอดการเปลี่ยนแปลงอันนั้นไปยังลูกหลานได้ การเปลี่ยนแปลงอันนี้ อาจรวมทั้งการเปลี่ยนแปลงลักษณะในการเพิ่มหรือขายหายไปของส่วนโครโมโซม แต่คำว่ามิวเตชั่นในปัจจุบัน มักหมายถึงการเปลี่ยนแปลงของยีนจากสภาพหนึ่งไปยังอีกสภาพหนึ่ง

การกลายพันธุ์สามารถเกิดขึ้นได้ 2 ระดับ คือ

1. การกลายพันธุ์ระดับยีน (gene mutation) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงในระดับโมเลกุลของ DNA คือนิวคลีโอไทด์ชนิดหนึ่งเข้าไปแทนนิวคลีโอไทด์ชนิดหนึ่ง หรือหมายถึงการเปลี่ยนแปลงยีนจากสภาพหนึ่งไปยังอีกสภาพหนึ่ง อาจเป็นการเปลี่ยนแปลงจากสภาพข่มไปเป็นสภาพด้อย หรืออาจจะเปลี่ยนแปลงไปในทางบกลับกัน (reverse mutation) คือยีนสภาพด้อยเปลี่ยนไปอยู่ในสภาพข่ม

2. การกลายพันธุ์ระดับโครโมโซม (chromosome aberration) เป็นการเปลี่ยนแปลงส่วนหนึ่งของโครโมโซมเช่นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม การขาดหายหรือเพิ่มเข้ามาของแขนโครโมโซม ซึ่งจะทำให้เกิดลักษณะหรือความผิดปกติต่าง ๆ

ชนิดของการกลายพันธุ์

การกลายพันธุ์สามารถแสดงออกมาได้หลายรูปแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการตรวจสอบ คือ

1. morphological mutation การกลายพันธุ์ที่สามารถสังเกตได้จากลักษณะภายนอกได้อย่างชัดเจนเช่นลักษณะสีดำ หัวสีเหลืองในแมลงหวี่ข้าวโพดเมล็ดสีแดง ม่วง มีน้ำตาลสูง มนุษย์เตี้ยแคระเป็นใบ้ กระดูกเล็ก ตาบอดสี กล้ามเนื้อแขนลีบ การกลายพันธุ์ชนิดนี้จะมีอยู่ประมาณ 1 % mutation ทั้งหมด

2. biochemical mutationเป็นการกลายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดผลทางเสื่อมซึ่งจะกระทบกระเทือนต่อการเจริญเติบโตของพืชหรือสัตว์ ไม่อาจตรวจสอบผลได้อย่างแน่ชัด ในบางกรณีก็อาจส่งผลกระทบถึงลักษณะภายนอก สังเกตยากมีอยู่ราว 80เปอร์เซ็นต์ ของmotationทั้งหมด เช่น การกลายพันธุ์ของราขนมปัง การกลายพันธุ์ในแบคทีเรียโรคG6PD (ขาดเอ็นไซม์ชนิด G6PD)โรคPKU (มีกรด pyururic มีในปัสสาวะมาก)

3. lethals เป็น mutationที่ก่อให้เกิดผลถึงตาย มีอยู่ประมาณ 19 เปอร์เซ็นต์ของ mutation ทั้งหมดซึ่งกลุ่มนี้ถ้าอยู่ในสภาพ homozygous จะกระทบกระเทือนต่อกระบวนการทางสรีระจนพืชหรือสัตว์ไม่อาจจะมีชีวิตรอดอยู่ได้

การเกิดการกลายพันธุ์

1. การกลายพันธุ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (spontaneous mutation)การกลายพันธุ์ชนิดนี้มีอัตราต่ำมาก แต่ก็นับว่าเป็นการกลายพันธุ์ที่มีความสำคัญและก่อให้เกิดวิวัฒนาการขึ้นในสิ่งมีชีวิต อัตราการเกิดกลายพันธุ์ ของยีนแต่ละชนิดในสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งๆ จะแตกต่างกัน และสิ่งมีชีวิตชนิดต่างกันก็จะเกิดในอัตราที่แตกต่างกัน ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงขึ้นลงตามสภาวะที่แตกต่างกัน เนื่องจากมีอิทธิพลทั้งภายในและภายนอกหลายประการที่ทำให้อัตราการกลายพันธุ์ของยีนหนึ่งๆเปลี่ยนไป

2. การกลายพันธุ์ที่เกิดจากการชักนำ การชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ทำได้หลายวิธี และตัวการที่ชักนำทำให้เกิดการกลายพันธุ์เรียกว่า mutagen (mutagenic agen) สามารถแบ่งเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

2.1 Physical mutagen สิ่งก่อการกลายพันธุ์ที่จัดเป็นกลุ่มกายภาพนี้ ได้แก่ อุณหภูมิ รังสี และอนุภาคต่าง ๆ ผลของอุณหภูมิมีผลต่อการกลายพันธุ์ของแมลงหวี่ (*Drosophila melanogaster*) ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนรังสีอนุภาคนั้นอาจแบ่งย่อยเป็น 2 พวก คือ

Lonizing radiation เป็นรังสีคลื่นสั้น มีพลังงานทะลุทะลวงสูง สามารถผลิตอิออนเมื่อกระทบกับเป้าหมาย รังสีพวกนี้มีแรงแทรกซึมสูง เมื่อยีนหรือโมเลกุลของ DNA ได้รับรังสีพวกนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี เป็นผลให้เกิดการกลายพันธุ์ รังสีพวกนี้ได้แก่ X-ray

Non – ionizing radiation พวกนี้มีแรงแทรกซึมต่ำกว่าพวก ionizing radiation พลังงานจากรังสีทำให้โมเลกุล DNA เปลี่ยนแปลงไปอยู่ในสภาวะที่สามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้สูง ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของโมเลกุล รังสีพวกนี้ได้แก่ UV เป็นรังสีที่มีช่วงคลื่นยาว ไม่ทำให้มีการผลิตอิออน อาจเรียกรังสีพวกนี้ว่า แสง รังสี UV มักใช้กับชิ้นส่วนเล็ก ๆ ของพืช เช่น ละอองเกสร

2.2 Chemical mutagen สารเคมีหลายชนิด มีคุณสมบัติเป็นสารก่อการกลายพันธุ์ สารเคมีบางชนิดมีผลทำให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยเฉพาะในสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่ง แต่ไม่มีอิทธิพลในการทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่ง บางชนิดมีผลกระทบเฉพาะต่อเพศใดเพศหนึ่ง หรือมีผลเฉพาะในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง

สิ่งก่อการเกิดการกลายพันธุ์ ทั้ง physical และ chemical ถ้ามีการใช้ในปริมาณที่สูง ๆ จะมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นถึงตายได้ แต่ถ้าใช้ในปริมาณต่ำ ๆ ก็จะก่อให้เกิดการกลายพันธุ์ โดยส่งผลทำให้เกิดการแตกหักของสารพันธุกรรม ตั้งแต่ระดับโครโมโซมลงไปจนกระทั่งระดับโมเลกุล

การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโครโมโซม

ตามธรรมชาติแล้วโครโมโซมจะมีรูปร่าง ขนาด และจำนวนคงที่เสมอ แต่บางครั้งอาจพบความเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ขนาดและตำแหน่งของยีนบนโครโมโซมได้เช่นเดียวกัน การที่โครโมโซมเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไปจากเดิม มีผลทำให้ปริมาณของยีนหรือการเรียงตัวของยีนเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย การเปลี่ยนแปลงนี้อาจจำเป็นต้องอยู่ในเขตพื้นที่จำกัด ที่จะทำให้สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ รอดอยู่ได้ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงมากเกินไป จะทำให้สิ่งมีชีวิตตาย แต่บางครั้งอาจให้ผลการดำรงชีวิตที่ดีกว่าการเรียงตัวของยีนแบบเดิมและสามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกชั่วต่อ ๆ ไปได้ จนทำให้เกิดวิวัฒนาการของโครโมโซมและสิ่งมีชีวิตขึ้น ความผิดปกติเหล่านี้อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติโดยหาสาเหตุไม่พบ หรือเกิดจากสารเคมี รังสี ความร้อน และอื่น ๆ ความผิดปกติเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซม (chromosome aberration) (อมรา , 2540)

จำแนกออกเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1. การขาดบางส่วน (Deletion or Deficiency) คือ การขาดหายไปเป็นบางส่วนของโครโมโซม ทำให้ยีนอยู่บนส่วนนั้นขาดหายไปด้วย ส่วนที่หลุดออกไปนี้ถ้าไม่มีเวนโตรเมียร์อยู่ มักจะหลุดไปอยู่ในไซโตพลาสซึมระหว่างการแบ่งนิวเคลียส เพราะไม่สามารถเคลื่อนตัวเข้าสู่ขั้วของเซลล์ได้ ส่วนของโครโมโซมที่หลุดออกมาและไม่มีเซนโตรเมียร์นี้เรียกว่า acentric fragment พวก deficiency แยกออกเป็น

1.1 Terminal deficiency เกิดการหักของโครโมโซมจุดเดียว ตรงบริเวณปลายของโครโมโซม แล้วส่วนที่หักไม่กลับมาเชื่อมต่อกันอีก เมื่อมีการจับคู่ของโครโมโซมจะเห็นโครโมโซมทั้งสองอันยาวไม่เท่ากัน

1.2 Intercalary deficiency เกิดการหักของโครโมโซมสองจุด แล้วส่วนหนึ่งของโครโมโซมสูญเสียหายไปและส่วนที่เหลือกลับมาเชื่อมต่อกันใหม่ เมื่อถึงระยะ pachytine ใน prophase I เกิดการจับคู่ระหว่าง deficiency chromosome กับคู่ homologous ซึ่งมีลักษณะเป็นห่วง (loop) ตรงบริเวณที่มีส่วนของโครโมโซมที่ขาดหายไป

ผลของ deficiency เนื่องจากการขาดหายไปบางส่วนของโครโมโซม ทำให้ยีนส่วนนั้นหายไปด้วย ผลเสียหายเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับว่ายีนนั้น ๆ ควบคุมลักษณะขบวนการที่สำคัญมากน้อยแค่ไหน ถ้าหากเป็นยีนที่มีความสำคัญมากอาจเกิดผลในทางเสื่อม (lethality) แต่ถ้าเป็นยีนที่มีลักษณะที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต หรือลักษณะที่ไม่สำคัญ การขาดหายไปก็จะทำให้สิ่งมีชีวิตอยู่รอดได้ ตัวอย่างที่พบในคนได้แก่ โรค cri du chat หรือ cat – cry syndrome ซึ่งเกิดจากโครโมโซม คู่ที่ 5 มีแขนข้างสั้น (โครโมโซม 5P) สั้นกว่าปกติ (deficiency) อาการของโรค คือ ทารกมีเสียงร้องคล้ายแมว เตี้ยกว่าปกติ ศีรษะเล็กกว้าง ปากเปิดเสมอ นิ้วก้อยมีเส้นแบ่งเพียง 1 เส้น ปัญญาอ่อน จิตใจผิดปกติ และโรคอื่น ๆ

ได้แก่ โรคมะเร็งที่จอตา (retinoblastoma) เกิดจากการขาดหายไปของชิ้นส่วนของแขนข้ายยาวของโครโมโซมที่ 13 (13q)

ประโยชน์ของ deficiency คือ ใช้หาตำแหน่งของยีน และ linkage group และใช้ตรวจดูการทำหน้าที่ของยีนบางตำแหน่ง โดยการทำให้โครโมโซมขาดออกตรงส่วนใดส่วนหนึ่งแล้วยังสังเกตว่ามีความผิดปกติเกิดขึ้น ในลักษณะใดหรือมีการทำงานของขบวนการใดเปลี่ยนแปลงไปบ้าง

2. การเพิ่มบางส่วน (Duplication) เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโครโมโซมเมื่อมีการเพิ่มชิ้นส่วนของโครโมโซมหรือเพิ่มปริมาณยีน ทำให้บนโครโมโซมมีส่วนของยีนซ้ำกันของเดิมที่มีอยู่แล้ว การเข้าคู่ระหว่างโครโมโซมที่ผิดปกติ จะมีลักษณะคล้ายกับพวกที่ขาดหายไป (deficiency) คือทำให้เห็นลักษณะเป็นห่วง หรือโครโมโซมยาวไม่เท่ากัน การเกิด duplication สามารถแบ่งเป็น

2.1 Intrachromosomal duplication คือ ส่วนของโครโมโซมที่เพิ่มเข้าไปนั้นเชื่อกับโครโมโซมที่เป็นคู่ของมัน แบ่งย่อยออกเป็น

2.1.1 Tandem duplication คือ ส่วนโครโมโซมที่เพิ่มเข้าไปนั้นเรียงลำดับของยีนตามเดิม เช่น ส่วนที่เป็น duplication เป็น BC การเรียงตัวก็จะเป็นแบบ ABCBCDE หรือ ABCDEBC เป็นต้น

2.1.2 Reverse duplication คือส่วนของโครโมโซมที่เพิ่มเข้าไปนั้น เรียงลำดับของยีนสลับกับของเดิม เช่น ส่วนที่เป็น duplication คือ ส่วนของโครโมโซมที่เพิ่มเข้าไปนั้นเรียงลำดับของยีนสลับกนของเดิม เช่น ส่วนที่เป็น duplication เป็น BC การเรียงตัวเป็นแบบ ABCCBDE หรือ ABCDECB

2.2 Interchrosomal duplication คือ ส่วนของโครโมโซมที่เพิ่มเข้าไปนั้น ไปเชื่อมกับโครโมโซมซึ่งไม่เป็นคู่ของมัน (non homologous) อาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า displaced duplication

ผลของ duplication ก่อให้เกิดการกระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิตน้อยกว่ากรณีของ deficiency และ duplication มีประโยชน์มากสำหรับการศึกษา dosage ของยีนต่าง ๆ ที่ควบคุมลักษณะใดลักษณะหนึ่งและแสดงผลออกมาแบบสะสม โดยยีนจะเปิดโอกาสให้ alleles ปรากฏอยู่ด้วยกันได้หลายตัว ทำให้ทราบว่า genotype ซึ่งมี alleles อยู่แตกต่างกันจะแสดงลักษณะออกมาเป็นอย่างไรบ้าง

3. การต่อสลับบางส่วน (Inversion) การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากการหักของโครโมโซมที่ไม่มีการสูญเสียหรือเพิ่มขึ้นของเนื้อโครโมโซม แต่มีการเรียงลำดับใหม่ของยีน เรียกได้ว่า ยังคงมีความสมดุลของสารพันธุกรรม (genetic balance) การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดจากการหักของโครโมโซมสองจุดแล้วหมุนกลับทิศทางและเชื่อมต่อกับปลายหัวท้ายที่หัดเดิม การเกิด inversion มีสองชนิด คือ

3.1 Paracentric inversion บริเวณที่หักไม่เกี่ยวข้องกับเซนโตรเมียร์ , การเรียงตัวใหม่ของยีนจะเรียงอยู่บนส่วนของแขนข้างเคียงกัน ความยาวของแขนโครโมโซมจึงไม่เปลี่ยนแปลง การเข้าคู่กันของโครโมโซมจะมีการม้วนตัวของโครโมโซมเพื่อให้ตำแหน่งยีนตรงกัน เป็นการเข้าคู่ลักษณะที่ผิดปกติ เมื่อเกิดการแลกเปลี่ยนส่วนที่มีการหักเหกลับ ก็จะได้สายโครติดที่มีจุดเซนโตรเมียร์สองจุด และสายโครมา

ติดอยู่ที่ไม่มีเซนโตรเมียร์เลย (acentric fragment) เพื่อแยกเข้าสู่ยีนคนละขั้วเซลล์ ส่วนโครมาติดที่ไม่มีจุดเซนโตรเมียร์จะสูญหายไปจากนิวเคลียส ดังนั้นอาจได้หน่วยสืบพันธุ์สองประเภท คือ พวกที่เป็นหมันเนื่องจากส่วนหนึ่งของโครโมโซมขาดหายไปและพวกที่ผสมติดตามปกติ

3.2 Pericertric inversion บริเวณที่หักมีเซนโตรเมียร์ร่วมอยู่ด้วย มีการจัดเรียงตัวใหม่ของยีนทั้งสองข้างของเซนโตเมียร์ ทำให้โครโมโซมเปลี่ยนแปลงรูปร่างเนื่องจากการย้ายตำแหน่งของเซนโตรเมียร์ เช่น โครโมโซมชนิด metacentric อาจกลายเป็น acrocentric เมื่อมีการเข้าคู่ของโครโมโซม จะมีการม้วนตัวของโครโมโซมเช่นเดียวกันกับการเกิด paracentrice inversion หลังจากสิ้นสุดการแลกเปลี่ยนส่วนของโครมาติดในส่วนที่หักกลับ และการแบ่งเซลล์ไมโอซีสแล้ว จะได้หน่วยสืบพันธุ์ที่มีโครมาติดสองชนิด คือ โครมาติดที่ปกติและโครมาติดที่มียีนบางชนิดขาดหรือเกินจากปกติ ผลของ inversion มีผลให้หน่วยสืบพันธุ์มีความผิดปกติสูง เนื่องจากการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนมักมีการขาดหรือเกินของชิ้นส่วนของโครโมโซมหรือยีนที่เกิดขึ้น ทำให้ หน่วยสืบพันธุ์ที่ได้รับโครมาติดดังกล่าวทำหน้าที่ไม่ได้ หรือทำให้ตัวอ่อนไม่พัฒนาไปตามปกติ

4. การแลกเปลี่ยนบางส่วน (translocstion) คือ การย้ายเอาชิ้นส่วนของโครโมโซมหนึ่งไปยังอีกโครโมโซมหนึ่งที่ไม่ได้เป็นคู่กัน (non–honologus chromosome) translocation ที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็น 3 แบบคือ

4.1 Simple translocation เกิดจากการหักของโครโมโซมเพียงอันเดียว แล้วส่วนที่หักนี้ไปเชื่อมต่อกับปลายของโครโมโซมอีกอันหนึ่ง

4.2 Shift translocation เป็น translocation ที่พบมากพอสมควร เกิดจากการหักของโครโมโซม 3 แห่ง แล้วมีการเลื่อนตำแหน่งของชิ้นส่วนของโครโมโซม 1 ชิ้นส่วน

4.3 Reciprocal translocation or Interchange เป็นชนิดที่พบมากที่สุดและมีการศึกษากันมาก เกิดจากการหักของโครโมโซมที่ไม่เป็นคู่ homologous กัน 2 แห่ง โดยมีตำแหน่ง 1 ตำแหน่งในแต่ละแห่ง แล้วมีการแลกเปลี่ยนชิ้นส่วนระหว่างทั้งสองโครโมโซม

การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซม

โดยปกติสิ่งมีชีวิตมีจำนวนโครโมโซมเป็น diploid (2n) ซึ่งจะคงที่ในสิ่งมีชีวิตหนึ่ง ๆ แต่บางครั้งพบว่าสิ่งมีชีวิตบางตัวมีจำนวนโครโมโซมแตกต่างไปจากปกติ สาเหตุเกิดจากความผิดบกติในกระบวนการแบ่งเซลล์ แบบไมโอซีส ในพ่อหรือแม่ เนื่องจากการไม่แยกจากกันของโครโมโซมที่เรียกว่า nondisjunction ในช่วง meiosis I หรือ II ทำให้เกิดเซลล์สืบพันธุ์ที่มีจำนวนโครโมโซมมากหรือน้อยกว่าปกติ

การเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. aneuploid คือ การเปลี่ยนแปลงจำนวนโคโมโซมอันหนึ่ง ๆ ภายในชุดของโครโมโซม เช่น สิ่งมีชีวิตบางตัวหรือบางต้นที่อาจมีจำนวนโครโมโซม 1,2,3 อัน หรือมากกว่าขาดหรือเกินจากจำนวนปกติ โดยจำนวนที่ขาดหรือเกินนี้จะน้อยกว่าจำนวนโครโมโซมใน 1 ชุด ของโครโมโซม ทำให้มีความแตกต่างจากจำนวนปกติ (2n)

ตัวอย่างอาการที่เกิดจาก aneuploid ที่พบในคนได้แก่

โรค Down's syndrome หรือ Mongolism มีโครโมโซมแบบ trisomy คือมี 47 โครโมโซม เกิดจากโครโมโซมคู่ที่ 21 เกินมา 1 อัน (trisomy 21) มักเกิดในเด็กที่แม่ตั้งครรภ์ตอนอายุมาก คือประมาณ 35-45 ปี โรคนี้ทำให้มีลักษณะตัวเตี้ย ตาเฉียงออก หูขนาดเล็ก คอสั้นและกว้าง หน้าอกโปร่งนูน อวัยวะเพศไม่เจริญเต็มที่และสติปัญญาต่ำ

Klinefelter' syndrome มี 47 โครโมโซม คือ autosome 44 โครโมโซม + XXY เป็นเพศชายที่มีโครโมโซม X เกินมา 1 อัน มีการเจริญของหน้าอกคล้ายเพศหญิง สะโพกผายมีแขนขายาวกว่า เป็นหมันฉลาดน้อย

Turner's syndrome มี 45 โครโมโซมคือมี autosome 44 โครโมโซม + X เป็นเพศหญิงมีการขาดหายไปของโครโมโซม X 1 อัน การพัฒนาการของรังไข่ไม่สมบูรณ์ เป็นหมัน ลำคอกว้าง หูต่ำ ปัญญาเสื่อม

Patau's syndrome มี 47 โครโมโซม โครโมโซม เป็นแบบ trisomy ในโครโมโซมคู่ที่ 13 (trisomy 13) ทารกมักตายเมื่ออายุ 3 เดือน ถึง 5 ปี ปัญญาอ่อน สมองเสื่อม ปากแหว่ง หูหนวก

Edward's syndrome มี 47 โครโมโซม โครโมโซมเป็นแบบ trisomy ในโครโมโซมคู่ที่ 18 และจมูกเล็ก

Tryple X syndrome มี 47 โครโมโซม คือ autosome 44 โครโมโซม + XXX เป็นหญิงที่มีลักษณะค่อนข้างปกติอาจแดงอาการของความมีปัญญา เสื่อม ความิดปกติของโครโมโซมนี้เกิดจากผลของ nondisjunction ของโครโมโซม X ของแม่ในระยะการแบ่งไมโอซีส อาจพบ X syndrome ที่มีมากกว่า 3X คือเป็น XXXX จนถึง XXXXX ได้ อุบัติการเกิดโรคนี้ค่อนข้างสูงถึง1/1200 ของทารกหญิงแรกคลอด

XYY syndrome มี 47 โครโมโซม คือ autosome 44 โครโมโซม + XYY มีการศึกษาเกี่ยวกับความฉลาดและพฤติกรรมของบุคคลที่มีโครโมโซมเพศเป็น XYY บางกลุ่มที่ศึกษามีความเชื่อว่าบุคคลที่เป็น XYY มีความสามารถและพฤติกรรมไม่ต่างจากคนปกติ XY แต่บางกลุ่มคิดว่าแตกต่างกว่าคนปกติ โดยมี I.Q ที่ต่ำกว่าและพฤติกรรมที่โหดเหี้ยมในสังคม

2. euploidy คือ การเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวับชุดของโครโมโซม หรือมีการเปลี่ยนแปลงทั้ง gemone (n)

2.1 monoploid พวกที่มีโครโมโซมเพียง 1 ชุด หรืออาจเรียกว่าเป็นพวกที่มี 1 genome (n) โดยปกติลักษณะ monoploid จะพบในหน่วยสืบพันธุ์ของพืชและสัตว์ ซึ่งเรียกว่า โครโมโซมอยู่ในสภาพ haploid และยังมีสิ่งมีชีวิตพวก monoploid ที่พบเห็นทั่วไป คือ แบคทีเรีย รา และสาหร่าย แมลงบางชนิด เช่น ปลวก ผึ้ง ต่อ แตน ที่เป็นเพศผู้

2.2 ploid พืชหรือสัตว์ที่พบเห็นทั่วไปมักมีจำนวนโครโมโซมอยู่ในสภาพ diploid (2n) จะมีโครโมโซม 2 ชุด แต่ละโครโมโซมจะมีคู่ของกันและกัน (homologous chromosome) จำนวนโครโมโซมของเซลล์สืบพันธ์ ของพวก diploid จะมีจำนวนที่เรียกว่า haploid (n)

2.3 polyploid คือ การเพิ่มชุดของโครโมโซม ในสิ่งมีชีวิตชนิด (species) ชุดของโครโมโซมที่เพิ่มขึ้นเป็นชุดที่มี genmo เดียวกันกับชุดเดิม การเข้าคู่กันของ homologous จะประกอบด้วยโครโมโซมมากกว่า 2 โครโมโซมขึ้นไป เช่นเดิม diploid มี genome เป็น AA เมื่อกลายเป็น autopolyploid จะเป็น AAAA

การเกิดขึ้นของ autopolyploid ในสิ่งมีชีวิตสืบพันธ์โดยใช้เพศ อาจมีสาเหตุหลายอย่างด้วยกัน เช่น เกิดจากการปฏิสนธิระหว่างไข่ 1 ฟอง กับสเปอร์มากกว่า 1 ตัว ทำให้ได้ zygote mucleus ที่มีโครโมโซมมากว่า 1 ชุด หรืออาจจะเกิดจากความผิดพลาดของการแบ่งตัวแบบไมโอซีส ในเซลล์อวัยวะสืบพันธุ์ ทำให้เซลล์เหล่านี้มีโครโมโซมเพิ่มขึ้น เมื่อสร้าง gametes จะได้ gametes ที่โครโมโซมเพิ่มขึ้นด้วย หรืออาจเกิดจากความผิดพลาดของการแบ่งตัวแบบไมโอซีสโดยตรง ทำให้มีการสร้าง diploid gamete ขึ้นมาแทน ก็จะทำให้ได้ autotriploid หรือ autotetraploid ขึ้นมา

ตัวอย่างที่เกิดขึ้นกับพืช เช่น กล้วย พวกที่เป็น autotriploid จะเป็นหมัน ซึ่งความเป็นหมันของมันกลับกลายเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ เพราะว่ามันสร้างเมล็ดไม่ได้ หรือในแตงโมพันธุ์ไม่มีเมล็ดที่ปลูกกันเป็นการค้าขาย ซึ่งมนุษย์สร้างขึ้นเป็น trip;oid เช่นเดียวกัน ส่วนในพืชที่พบว่าเป็นพวก autotetraploid ที่สำคัญได้แก่ มันฝรั่ง ถั่งลิสง กาแฟ สัปปะรด สตอเบอรี่และดอกไม้ ไม้ประดับ อีกเป็นจำนวนมาก ซึ่งพวกนี้ให้ผลผลิตสูงกว่า diploid ปกติ

2.3.2 allopolyploid คือ การเพิ่มชุดของโครโมโซมที่เกิดสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกัน แต่มักจะเป็น genome ที่มีการวิวัฒนาการใกล้ชิดกัน เป็น polyploidy ที่เกิดจากการผสมระหว่างชนิดกัน หรือเป็นการผสมข้าม (interspecific hybridization) เช่น พ่อและแม่ของ polyploidy ชนิดที่มี genome เป็น AA และ BB ลูกผสม F_1จะเป็น AB F_1 นี้มักจะเป็นหมันเพราะขาดคู่โครโมโซมที่เป็น homologous ในพืช แต่เมื่อมีการเพิ่มแบบ double โครโมโซมแล้วจะได้โครโมโซมที่เป็น AABB ทำให้ลูกผสมที่ได้จะสามารถสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้เป็นปกติ เรียก AABB ว่า allotetraploid การเกิด allotetraploid ในพืชมักจะส่งเสริมให้มีผลผลิตสูงกว่าพืช diploid ปกติ ลูกผสมที่พ่อแม่มีโครโมโซมที่มี genome ต่างกันแล้ว ได้รับการ tetraploid chromosome ทำให้สภาพสมบูรณ์พันธุ์ได้ (fertile) ตัวอย่างเช่น ข้าวสาลีที่เป็น tetraploid ซึ่งมี genome AABB มีการกำเนิดจากการผสมระหว่าง*Triricum monococcum* (AA) กับ

Aegilops speltoide (BB) ส่วนข้าวสาลีพวก hexaploid นั้นเป็น amphip;oid ระหว่างพวก tetraploid กับ *A. squarrosa* นอกจากนี้ยังพบในข้าวโอ๊ค สตอเบอรี่ ฝ้าย ยาสูบ ไม้ดอกไม้ประดับต่าง ๆ เป็นต้น

Polyploidy ในสัตว์เกิดได้ยาก เนื่องจากพฤติกรรมการผสมข้ามในสัตว์เป็นไปได้ยากมากและยังนำมาซึ่งการเสียสมดุลของโครโมโซม ทำให้มีผลตอการเป็นหมันและการขยายพันธุ์ polyploidy ทำให้เกิดในสัตว์ เช่น salamander ambystona jeffersonianum ประชากรของสัตว์ชนิดนี้ประกอบด้วยเพศ 2 ชนิด คือ triplrid เพศเมีย มี 42 โครโมโซม และ diploid เพศเมียมี 28 โครโมโซม ซึ่งมีความแตกต่างพิเศษ คือ triploid เพศเมียมีเม็ดเลือดแดงขนาดใหญ่ ส่วน diploid เพศเมียมีเม็ดเลือดแดงขนาดเล็ก ส่วนตัวผู้ทุกตัวเป็น diploid และเม็ดเลือดแดงขนาดเล็กลูกที่เกิดจาก triplrid เพศเมีย จะเป็นเพศเมียเสมอ แต่ลูกที่เกิดจาก diploid เพศเมียจะได้ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ซึ่งพบว่า triplrid เพศเมียมีพฤติกรรมพิเศษของโครโมโซมในระยะ cogenesis คือ มีการแบ่งเซลล์พิเศษ เรียกว่า endomitosis ทำให้เมือ meiosis สิ้นสุดลงแล้วจะมีโครโมโซมเป็น 42 และ สเปอร์มเป็นเพียงตัวช่วยกระตุ้นให้ไข่พัฒนาขึ้นเท่านั้น มิได้มีการให้โครโมโซมเพิ่มขึ้น

ได้มีการทดลองเหนี่ยวนำให้เกิด polyploidy ในสัตว์ โดยใช้ความร้อนสูงทันที (heat shock) กับไข่ที่ได้รับการผสมของกบ *Rama migromaculata* ไข่พัฒนาเป็นตัวที่มีสภาพเป็น polyploidy ชนิด autotetraqploid และกลายเป็นเพศผู้มีความเป็นหมันสูง นอกจากนี้ในปัจจุบันได้มีการทดลองเหนี่ยวนำให้เกิด ployploid ในสัตว์น้ำหลายชนิด เช่น ปลา ได้แก่ ปลาตะเพียนขาว ปลาดุกอุย ในหอย ได้แก่ หอยยนางรม เป็นต้น

การเหนี่ยวนำให้เกิด ployploid สามารถทำให้เกิดขึ้นได้โดยการใช้สารชนิดหนึ่ง ชื่อ colchine สารชนิดนี้เป็นสารมีสภาพคล้ายด่างและสกัดได้จากพืชชนิดหนึ่ง ชื่อวา *Colchicum autumanale* ปกติได้มีการใช้สารชนิดนี้ในทางการแพทย์มาแล้ว ในการทดลองกับพืชนั้น เรานำ Colchicines ละลายน้ำหรือกลีเซอรีน ต่อจากนั้นก็ทาหรือแช่ที่ส่วนที่เจริญค่อนข้างเร็วของพืช เช่น ต้นอ่อน จาที่กำลังแตก เมล็ดที่กำลังงอก กล้าอ่อน ฯลฯ สารColchicine อาจขัดขวางไม่ให้มีการสร้างหรือขัดขวางการทำงานของ spindle fiber ดังนั้น เป็นเหตุให้โครโมโซมมาติดของทุก ๆ โครโมโซมเข้สู่เซลล์เดียวกัน จึงทำให้ได้เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า ถ้าหากนำเมล็ด ตา ฯลฯ ที่กระทบสารชนิดนี้ไปขยายพันธุ์ต่อก็จะได้พืชที่เป็น polyploid

นอกจากนั้นยังมีสารเคมีชนิดอื่น ๆ ที่อาจใช้เพื่อทำให้เกิด polyploid แต่มักจะไม่ดีเท่า colchine สารเคมีเหล่านี้ ได้แก่ chloral hydrate , ether , chloroform , accnaphthene และ veratrine เป็นต้น ในสัตว์ได้มีการทดลองใช้วิธีการอื่น ๆ ซึ่งได้ผลดีนอกเหนือจากการใช้สารเคมี ได้แก่ การใช้อุณหภูมิสูงหรือต่ำ (temperature shock) การใช้ความดัน (pressure shock) เป็นต้น

ในปัจจุบันได้มีการใช้ประโยชน์จากพืช polyploid กันอย่างกวางขวาง เนื่องจากพืช polyploid มีลักษณะที่แตกตางไปจากพวก diploid นอกจากนี้สารเคมีบางอย่างอาจสูงกว่า เช่น ข้าวโพด tetraploid

มีวิตามินเอสูงกว่าพวก diploid ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ วิตามินซี ในพืชผักและผลไม้ พวก tetraploid ก็สูงกว่าที่พบในพวก diploid ยาสูบพวก tetraploid มีสารนิโคตินสูงกว่า 18 – 33 เปอร์เซ็นต์ ชูการ์บีทที่เป็น triploid มีหัวโตกว่าพวก diploid จึงให้ปริมาณน้ำตาลต่อพืชที่ปลูกมากกว่าพวกไม้ดอกไม้ประดับที่เป็น polyploid จะให้ดอกที่ค่อนข้างใหญ่กว่า ได้แก่ ทิวลิป แกลดิ-โอลัส นาซีซัส ลิ้นมังกร รักเร่ และดาวเรือง เป็นต้น อย่างไรก็ดีพืชพวก polyploid อาจมีข้อเสียหลักหลายประการ คือ มีการเจริญเติบโตช้ากว่าพวก diploid นอกจากนี้ก็ยังออกดอกช้ากว่าและที่สำคัญที่สุด ผลิตละอองเกสรได้น้อยกว่าพวก diploid การผลิตละอองเกสรได้น้อยนี้เอง นับว่าเป็นอุปสรรคที่จำกัดการใช้ประโยชน์ของพืชพวกนี้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงระดับเซลล์ของสารสกัดในการทดลอง

ชอุ่มและศิริพร (2533) พบว่าวัชพืชสาบหมามีผลกระทบต่อการงอกของพืชปลูกและวัชพืชโดยแบ่งผลเป็นระดับต่าง ๆ คือยับยั้งการงอกอย่างรุนแรง 9 ชนิด ได้แก่ ผักโขมหนาม ผักโขมหัด ปืนนกไส้ กระดุมใบใหญ่ กะหล่ำปลี หงอนไก่ป่า หญ้าขจรจบ โสนขน และหญ้าปากควาย ยับยั้งการงอกปานกลาง 3 ชนิด คือ ถั่วผี ข้าวพันธุ์ กข. 23 และผักคะน้า และยับยั้งเล็กน้อย 5 ชนิด ได้แก่ ลูกใต้ใบ ไมยราบเครือ ข้าวน้ำรู ข้าวโพด และข้าวเหนียวชิวแม่จัน และเมื่อทำการทดสอบผลต่อการเจริญเติบโตของรากและต้น พบว่า เปอร์เซ็นต์ยับยั้งความงอกจะรุนแรงมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารสกัดเพิ่มขึ้น

ชอุ่มและคณะ (2528) พบว่าการใช้สารสกัดจากผักปอดนามีผลต่อการงอก และยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช 4 ชนิด คือ ข้าว ผักกาดขาว ไมยราบ และหญ้ากินี และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารสกัดจากผักปอดนาพบว่าเปอร์เซ็นต์การงอกและการเจริญเติบโตของพืชทั้ง 4 ชนิดก็จะลดลงด้วย แต่ในความเข้มข้นต่ำอาจไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์การงอกและการเจริญเติบโตเมื่อเปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารสกัด

วิโรจน์ (2548) พบว่าสารสกัดจากธูปฤาษีที่สกัดด้วยวิธีใช้ตัวทำละลายเอทานอลและวิธีการใช้เครื่องอัลตราโซนิคสามารถยับยั้งการงอกของเมล็ดข้าวซึ่งเป็นตัวแทนของพืชใบลี้ยงเดี่ยวและผักกาดขาวปลีเป็นตัวแทนของพืชใบเลี้ยงคู่

นที และสุภาณี (2547) พบว่า เมื่อสกัดน้ำมันหอมระเหย จากผักแขยงโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำแล้วทดสอบกับด้วงถั่วเขียวพบว่าน้ำมันระเหยงายจากผักแขยงมีฤทธิ์ฆ่าด้วงถั่วเขียวได้

ปรารถนา (2548) ศึกษาสกัดส่วนต่างๆ ของต้อยติ่ง (*Ruellia tuberosa*) ได้แก่ส่วนของราก ลำต้น ใบ และดอกด้วยน้ำ พบว่าสารสกัดจากใบต้อยติ่งมีผลทางอัลลีโลพาทีมากที่สุด สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าขจรจบ หญ้ารังนก ผักกาดหัวและผักกวางตุ้งได้

เฉลิมชัย (2541) ศึกษาผลของสารสกัดจากต้นชะพลูและสะระแหน่ด้วยน้ำพบว่าสารสกัดจากชะพลูสามารถยับยั้งการยืดตัวของรากของต้นกล้าข้าวโพด ข้าว ถั่วเขียว และแตงกวาได้และ ยับยั้ง

การงอกและการเจริญของยอดและรากหญ้ารังนกและผักกาดหอม ส่วนสารสกัดจากสะระแหน่พบว่าสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญของยอดและรากของต้นกล้าของหญ้ารังนกและผักกาดหอมได้

ปฏิมา (2545) ศึกษาสารสกัดจากใบมะฮอกกานีแห้งด้วยน้ำพบว่าสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าหญ้าขจรจบดอกเหลือง หญ้ารังนก ต้อยติ่งและผักกวางตุ้งได้

ธีรารัตน์ (2546) ศึกษาสารสกัดจากใบพืชในสกุลไม้อบเชย พบว่าสามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าโสน หญ้าขจรจบ และถั่วผีได้

Sanchez et al.(1973) พบว่าการแข่งขันระหว่างข้าวโพดกับแห้วหมูนา (*Cyperus esculentus*) ไม่ได้เกิดจากการแย่งน้ำ และอาหาร แต่เกิดจากการที่แห้วหมูนาสามารถผลิตสารออกมาและส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูก

วรารัตน์ (2540) ศึกษาฤทธิ์ก่อการกลายพันธุ์ของสารสกัดลูกเนียงด้วยการสกัดด้วยน้ำกลั่น เมทานอล และเฮกเซน โดยวิธี Salmonella Mutation Assay พบว่าสารสกัดลูกเนียงด้วยน้ำกลั่น แสดงฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์เล็กน้อยในแบคทีเรีย โดยทำให้แบคทีเรียเกิดการกลายพันธุ์แบบแทนที่เบส (Base pair mutation) อย่างไรก็ตามฤทธิ์ก่อกลายพันธุ์เกิดขึ้นเล็กน้อยของสารสกัดลูกเนียงอาจเป็นเพียงสารส่งเสริมมะเร็ง (Tumor promotor)

แจ่มจันทร์ และคณะ (2551)ศึกษาผลของสารฟลาโวนอยด์จากใบมังคุดที่มีต่อการแปลงเพศปลานิล โดยสกัดสารฟลาโวนอยด์จากใบมังคุดด้วยเอทานอล และเมื่อนำสารที่สกัดได้มาทดลองเลี้ยงปลานิล พบว่าชุดการทดลองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดจากใบมังคุดที่ระดับความเข้มข้น 150 และ 200 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัม เป็นเวลา 21 และ 30 วัน พบปลาเพศผู้มากกว่าเพศเมีย

อุไรวรรณ และวัฒนา (2544) ศึกษาผลต่อการแปลงเพศปลากัดด้วยน้ำหมักจากใบมังคุดสดเป็นเวลา 30 วัน พบว่า สารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 25 กรัม มีผลต่อการเปลี่ยนลักษณะเพศปลามากที่สุดโดยเปลี่ยนเป็นเพศผู้ 76.79% ในขณะที่เพศเมียคิดเป็น 23.21% เท่านั้น แต่ถ้าใช้สารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 100 กรัม ก็จะทำให้ปลากัดไม่สามารถทนได้และเสียชีวิตไปทั้งหมด

นันทริกา และ จิรศักดิ์ (2548) ศึกษาประสิทธิภาพของใบหูกวางแห้งต่อการงอกของหางและค่าเซลล์เม็ดเลือดแดงอัดแน่นในปลาคาร์พพบว่ามีผลต่อการงอกของหางปลาคาร์พได้เร็วเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่พบว่าค่าเซลล์เม็ดเลือดแดงอัดแน่นของปลาคาร์พที่เลี้ยงในน้ำแช่ใบหูกวางแห้งไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มควบคุม

Steenhagen and Zimdahl (1973) พบว่าวัชพืช *Euphorbia esula* นอกจากจะมีสารที่เป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของมะเขือเทศแล้วยังมีความเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของวัชพืช คือ หญ้าต้นติด (*Digitaria sanguinalis*)อีกด้วย

Drost and Doll (1980) พบว่าสารสกัดจากแห้วหมูนามีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของถั่วเหลืองมากกว่าการเจริญเติบโตของข้าวโพดเมื่อพืชทั้ง 2 ชนิดได้รับสารที่สกัดจากแห้วหมูนาในอัตราเดียวกัน

Kong et al.(2006) ศึกษาผลของการย่อยสลายของซาก *Ambrosia trifida* พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของข้าวสาลี (*Triticum estivum*) ได้

Ino (2001) พบว่า สารสกัดจากรากต้นข้าวอ่อน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ด alfalfa และเมล็ดผักกาดหอม โดยมีประสิทธิภาพในการยับยั้งสูงสุดมากกว่า 60 %

Kato-Noguchi and Tanaka(2004) ศึกษาใน *Citrus junos* โดยนำส่วนเปลือกมาสกัดด้วยเมทานอล พบว่าสารสกัดที่ได้สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของรากและลำต้นของ alfalfa, cress, crabgrass, lettuce, timothy และ ryegrass ได้

Yu et al. (2001) พบว่าพืชบางชนิดมีการปลดปล่อยสารอัลลีโลพาทีออกมา แล้วสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชได้ เช่น ข้าว (*Oryza sativa*) บางสายพันธุ์มีผลทำให้หญ้าข้าวนกมีปริมาณลดน้อยลง

Adegbite *et al.*(2009) ศึกษาผลของสารสกัดจากสะเดาซึ่งอยู่ในกลุ่มเดียวกับสะตอต่อการเปลี่ยนแปลงโครโมโซมได้ในรากหอมใหญ่พบว่าที่ความเข้มข้น 0.5 กิโลกรัมต่อลิตรมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงมากที่สุด โดยพบการเปลี่ยนแปลงได้แก่ การเกิด anaphase bridge เกิดการแตกหักของโครโมโซมและเกิด endopolyploid

Suvachittanont and Laranchavanapet (2000) ศึกษาผลของ lectin ที่สกัดจากสะตอต่อการแบ่งเซลล์ของเม็ดเลือดขาวที่สกัดจากบุคคลปกติและผู้ป่วยที่เป็นมะเร็งหลอดอาหาร พบว่า lectin ที่สกัดได้มีผลทำให้การแบ่งเซลล์ของ T – cell เพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับ concanavalin A และ phytohaemagglutinin