การรบกวนทางเอกสาร

Larsen (1961) ได้อธิบายว่า growth regulator บางอย่างทำให้เกิดการยืดตัวของเซลล์ ซึ่งอาจเกิดได้ดังนี้

๑. อาจเกิดก่อนหรือหลังที่ auxin ในพืชจะทำงาน

๒. อาจเกิดพร้อมกันกับที่ auxin ทำงาน ซึ่งการเกิดขึ้นนี้มักจะเป็นการยับยั้ง

๓. อาจจะมีผลที่ตัวรับ auxin โดยยับยั้งการทำงานของ auxin

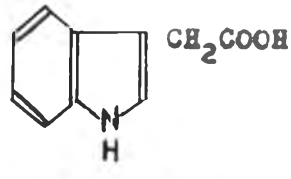
นอกจากนี้ยังพบว่า auxin เองจะทำให้การเจริญช้าลงถ้ามีความเข้มข้นมากเกินไป

Steward (Salisbury 1957) กล่าวว่าการเจริญที่ผิดปกติของพืชเกิดจากสมดุลย์ระหว่างตัวเร่งและตัวยับยั้ง เมื่อพืชโตเต็มที่พวกตัวยับยั้งจะถูกสะสมมากขึ้นทำให้การแบ่งเซลล์ลดลงและหยุดในที่สุด แต่ใน tumor ของพืช(อาจรวมของสัตว์ด้วย) อาจจะเป็นผลเนื่องจากการเสียสมดุลย์ของตัวเร่ง และตัวยับยั้งนี้

Growth regulator ที่ใช้ในการทดลองนี้ ได้มีผู้ทำการศึกษาแล้วดังนี้

Indoleacetic acid (IAA)

IAA เป็น plant hormone ที่มีสูตรดังนี้



Bentley (1961) ได้อธิบายว่า Kögl และผู้ร่วมงานได้แยก IAA จาก urine ของคนได้เป็นครั้งแรกและในขณะเดียวกันนั้น Thimann ก็สามารถแยก IAA ได้จากรา Rhizopus suinus และพบว่า IAA มีอยู่ในเนื้อเยื่อของพืชหลายชนิดในระยะของการเจริญขั้นต่าง ๆ กัน IAA จะถูกทำลายได้ในสารละลายที่มีสภาพเป็นกรด การสร้างสารพวก pectic จะสูงขึ้นเมื่อมี IAA อยู่ด้วย enzyme ที่เกี่ยวกับ metabolism ของสารประกอบ pectic คือ pectin methyl esterase จะเพิ่มขึ้นในเซลล์ parenchyma ใน pith ของต้นยาสูบ

ที่เลี้ยงเนื้อเยื่อใน medium ที่มี IAA ความเข้มข้นของ IAA ที่ยับยั้งการเจริญของรากจะเพิ่มการสร้าง ∝- cellulose ของรากซึ่งอาจจะเพิ่มความแข็งของ cell wall ซึ่งอาจจะเป็นภาวะของ cell wall ก็ได้ที่เป็นตัวห้ามการเจริญของเซลล์

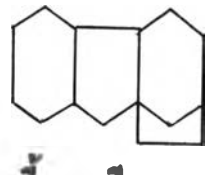
ในปี ค.ศ. 1961 Larsen ได้ทดลองให้ IAA แก่ส่วนต่าง ๆ ของพืชโดยวิธีต่าง ๆ กัน พบว่าIAA จะช่วยทำให้เซลล์ยืดตัวซึ่งจะเกิดมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของIAA ที่ใช้ Crafts (1964) พบว่าIAA ที่มีความเข้มข้นต่ำ ๆ จะช่วยกระตุ้นการเจริญ และถ้าเพิ่มมากขึ้นจะยับยั้งการเจริญ แต่ถ้าเพิ่มมากขึ้นอีกอาจทำให้ตายได้ Smith (1951) พบว่าIAA มีผลต่อการหายใจของพืช ในการทดลองใช้IAA ๑๐ppm กับ coleoptile ของ Avena in vivo จะมีผลต่อการหายใจ แต่ in vitroไม่มีผลแต่อย่างใด แต่ถ้าใช้IAA ที่มีความเข้มข้น ๑๐๐ppm และ ๑๐๐๐ppm จะห้ามการหายใจ และ Cleland (1961) ยังพบว่าIAA ที่มีความเข้มข้นมากจะห้ามการเจริญของพืชและความเข้มข้นที่ใกล้เคียงกันนี้ก็จะห้ามการหายใจด้วย ซึ่งจะทำให้การเจริญของพืชช้าลง

Indolebutyric acid (IBA)

IBA เป็น plant hormone ที่คล้ายกับ IAA Avery (1947) พบว่า IBA ช่วยทำให้กิ่งตัดงอกรากได้ดีขึ้น และ Brain (1964) กล่าวว่าIBA อาจใช้เป็นยาปราบวัชพืชได้.

Gibberellin (GA)

Phinney&West (1960) อธิบายว่าGA เป็น growth regulator ชนิดหนึ่ง มีผู้แยกได้เป็นครั้งแรกจากรา Fusarium moniliforme (Gibberella fujikuroi) ซึ่งราชนิดนี้ทำให้ต้นกล้าของข้าวยาวมากขึ้น และกล่าวว่า Yabuta ได้เป็นผู้ให้ชื่อสารนี้ว่า Gibberellin ในปี ค.ศ. 1935 Paleg (1965)พบว่า GA มีถึง ๑๓ ชนิด แต่ละชนิดมี Gibbane skeleton ดังนี้



สารที่มีอุดรโครงสร้างแบบนี้รวมเรียก Gibberellin และแยกออกเป็น GA_1

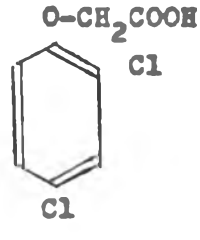
GA_2 GA_3 GA_4ต่อไปเรื่อย ๆ GA พบในพวก Angiosperm Gymnosperm เฟิร์น สาหร่าย สีน้ำตาลและสีเขียวในพวกรา และพวกแบคทีเรีย นอกจากนี้ยังพบว่า GA เร่งการแบ่งเซลล์ และการยืดตัวของเซลล์ GA จะทำให้เกิดการเจริญอย่างปกติเมื่อใช้กับพืชพวกแคระแกรน ที่เกิดจาก gene ตัวเดียวของข้าวโพด (Zea mays) Pisum satiuum, Hordeum satiuum และ Lelium perenne gene บางตัวไม่สามารถยอม GA ได้เป็นปกติ ทำให้ปริมาณของ GA น้อยลงหรือขาดไป เมื่อให้ GA แก่พวกนี้จะทำให้ระดับของ GA เพิ่มขึ้นซึ่งจะทำให้เกิดการเจริญที่เป็นปกติได้ และพบว่า GA จะกระตุ้นการทำงานของ cambium ของพืชบางชนิด และกระตุ้นการสร้าง auxin ในบางชั้น กระตุ้นการงอกของเมล็ด และสามารถทำลาย dormancy ของเมล็ด

Galston & Purves (1960) พบว่า GA เร่งการเจริญของพืชที่แคระแกรน โดยเฉพาะพวกพืชใบเลี้ยงเดี่ยว Paleg (1965) พบว่าถ้าให้ GA_3 (Gibberellic acid) แก่ ovary ของมะเขือเทศหรือยอดถั่วที่แคระ tryptophan จะเปลี่ยนเป็น ether-soluble auxin สูงกว่าปกติ ในปี ค.ศ. 1964 Mccomb ได้ทดลองใช้ C^{14}-GA กับใบแก่รองต้นอ่อน ของต้นถั่ว(pea) ที่แคระแกรน พบว่า GA เคลื่อนที่ไปยัง shoot ในเวลาอย่างน้อย ๓ ชั่วโมง และจะเคลื่อนที่ไปยังใบอ่อน

Audus (1952) พบว่า GA มีผลต่อการทำงานของ enzyme บางชนิด เช่น peroxidase, invertaseจะสูงขึ้นในพืชที่ให้ GA และอัตราการ fix CO_2จะสูงขึ้นในพืชที่ได้รับ GA นอกจากนี้ GA ยังช่วยให้พืช long day บางชนิดออกดอกได้ โดยไม่ต้องอาศัยวันสั้นยาว

2, 4 - dichlorophenoxyacetic acid (2, 4 - D)

2,4 - Dเป็น auxin ที่สังเคราะห์ขึ้น (Crafts 1964)มีสูตรดังนี้



Wort (1964) พบว่า 2, 4-D ที่มีความเข้มข้นต่ำ ๆ จะช่วยกระตุ้นการเจริญของพืช แต่ถ้าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจะห้ามการเจริญ และอาจจะทำให้พืชตายได้เมื่อมีความเข้มข้นสูงขึ้นมาก ๆ 2,4-D ทำให้เรสไปเร่งกว่าปกติ อัตราการระเหยของน้ำซึ่งอาจเนื่องจาก stoma ปิดก็เป็นได้ และพบว่าถ้าให้ 2,4-D แก่ยอดของถั่ว (bean) หรือให้กับดินที่ปลูกก็ตามจะทำให้ stoma บางส่วนปิดได้ และถ้าเพิ่มความเข้มข้นของ 2,4-D จาก ๑๐ ppm ถึง ๑๐๐๐ ppm จะทำให้ stoma ปิดมากขึ้น ซึ่งการปิดนี้อาจเป็นผลทางอ้อมเนื่องจาก 2,4-D ไปมีผลต่อขบวนการสังเคราะห์แสงก็เป็นได้ 2,4-D มีความสัมพันธ์กับแร่ธาตุในพืช พวก soy bean ที่มีไนโตรเจนสูงจะไวต่อ 2,4-D มากกว่าพวกที่มีไนโตรเจนต่ำ ๆ และถ้าให้ 2,4-D ๒๐๐ ppm แก่ต้นถั่ว (bean) ที่อายุน้อย ๆ ซึ่งปลูกอยู่ในดินพบว่าในระยะแรกการดูด Ca, Cl และ K ion จะเพิ่มขึ้น ส่วน S ion จะเพิ่มน้อยกว่า หลังจากนั้น ๒๔ ชั่วโมง จะพบว่าการดูด K, Cl และ S จะลดลง ส่วน Ca จะลดลงหลังจาก ๔๘ ชั่วโมง 2,4-D มีผลต่อวิตามินในพืช ถ้าฉีด 2,4-D ๑๐๐ ppm หรือ ๑๐๐๐ ppm กับต้น buckwheat อายุ ๑ เดือน ด้วยอัตราต่าง ๆ กัน พืชที่ได้รับ 2,4-D น้อยจะมีวิตามิน C เพิ่มขึ้นที่ใบ หลังจากการทดลอง ๔ วัน พืชที่ได้รับ 2,4-D มากในระยะแรกวิตามิน C จะสูงขึ้น แต่ภายหลังจะลดลงเรื่อย ๆ ส่วนในลำต้นวิตามิน C จะเพิ่มขึ้นทั้งหมด ปริมาณของ caretene จะลดลงทั้งในใบและลำต้นในพวกถั่ว (bean) หลังจากฉีดด้วย 2,4-D ๕๐๐ ppm เป็นเวลา ๑๑ วัน จะมีวิตามิน C ลดลงจากเดิม 2,4-D มีผลต่อปริมาณของ chlerophyll, carbohydrate และมีผลต่อการหายใจของพืช ซึ่งผลจะเป็นแบบใดขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ 2,4-D

Kiermayer (1964) พบว่าเนื้อเยื่อที่ไวต่อ 2,4-D ได้แก่ cambium, endodermis และ phloem parenchyma

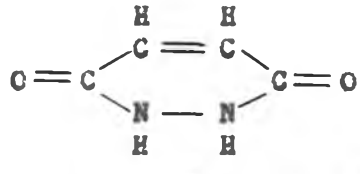
<u>2,4,5 - trichlorophenoxyacetic acid (2,4,5 - T)</u>

เป็น auxin ที่สังเคราะห์ขึ้นเช่นเดียวกับ 2,4-D ต่างกันที่จำนวนของ chlorine ที่ไปเกาะอยู่ ใช้เป็นยาปราบวัชพืช Brain (1964) Wort (1964)

ได้ทดลองใช้ 2,4,5-T กับ cotyledon ของ soy bean พบว่า oxygen และ phosphate uptake จะถูกห้ามด้วย 2,4,5-T ที่มีความเข้มข้นอย่างต่ำประมาณ 6×10^{-5} M Kiermayer (1964) พบว่า 2,4,5-T จะทำให้รากถั่ว (pea) เพิ่มขนาดขึ้นในบริเวณเหนือ meristem เล็กน้อยและจะทำให้เกิด polyploid กับของ apricot เมื่อใช้ความเข้มข้นต่ำ ๆ แต่ถ้าความเข้มข้นสูงขึ้นจะกระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์ และถ้าความเข้มข้นสูงยิ่งขึ้นอีกจะยับยั้งการยืดของเซลล์ 2,4,5-T 0.๓๕ % จะห้ามการเจริญของ terminal bud ในพืชใบเลี้ยงคู่หลายชนิด Wort (1964) พบว่าเมื่อให้ 2,4,5-T ๑๐๐ ppm กับใบหรือลำต้นของถั่ว (bean) ก่อนที่จะเก็บเกี่ยวจะทำให้ปริมาณของน้ำเพิ่มขึ้น และจะลดการคายน้ำจากใบได้ในระหว่าง ๑ $\frac{1}{2}$ ชั่วโมง หลังจากเก็บเกี่ยว

<u>Maleic hydrazide (MH)</u>

MH เป็น amide ที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า 1,2 dihydroxypyridazine-3, 6-dione มีสูตรดังนี้



Brain (1964) อธิบายว่า MH มีผลต่อ Mitosis จะห้ามเนื้อเยื่อที่กำลังเจริญในพืชหลายชนิด MH จะทำให้โครโมโซมของพืชที่มี heterochromatin ขาดได้ เมื่อทดลองให้ MH กับ <u>Vicia faba</u> ด้วยความเข้มข้นต่ำ ๆ จะไม่ยับยั้ง Mitosis แต่จะทำให้โครโมโซมขาดในระยะ Mitosis และพบว่าต้นยาสูบที่ให้ MH จะมี sucrose สะสมอยู่มาก ปริมาณของ amino acid โดยเฉพาะ leucine และ isoleucine จะเพิ่มขึ้น MH สามารถเคลื่อนที่ไปยังส่วนต่าง ๆ ได้ดีและอาจทำให้พืชที่ได้รับ MH เข้าสู่ภาพ dormancy ได้ Cathey (1964)อ้างว่า Girolami ได้พบว่า MH ทำให้ phloem เกิด necrosis และทำให้การทำงานของ vascular tissue ผิดไป นอกจากนี้ Cathey (1964) ยังพบว่าเมื่อให้ MH แก่พืชจะทำให้

internode สั้น ใบสีเขียวเข้ม leaf blade ไม่ขยาย ถ้าความเข้มข้นของ MH เพิ่มขึ้นจะไปยับยั้งการเจริญเติบโตทุกชนิด และ MH อาจจะมีปฏิกริยากับสารอื่น ๆ ในพืชได้อีก Crafts (1964) พบสารประกอบ ๓ ชนิด จากใบอ่อนของข้าวสาลีที่ให้ C^{14}MH สารหนึ่งคือ β -Glucoside ของ MH และกล่าวว่าสารนี้ทำให้เกิด detoxication ของ MH และพบว่า MH จะทำให้พืชออกดอกช้ากว่าปกติ Kiermayer ทดลองให้ MH กับต้น xanthium พบว่า MH จะห้ามการแบ่งเซลล์บริเวณ subapicalและ apical meristem

Colchicine

Avery, et-al. (1947)อธิบายว่า colchicine เป็นสารที่เป็นพิษต่อร่างกายมีอยู่ในธรรมชาติในต้น Colchicum autumnale colchicine ได้จากการสกัดเมล็ดและหัวของต้นไม้ชนิดนี้ colchicine๐.๔ % สามารถทำให้จำนวนโครโมโซม ของต้นลำโพง (Datura) เปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากสารนี้ทำให้จำนวนโครโมโซมของพืชผิดปกติจะทำให้ยสภาพแวดล้อมภายในเซลล์รวมทั้งยอาจทำลายหรือกรรมเปลี่ยนแปลงไปซึ่งทำให้เกิดยอโดยตรงต่อ metabolism ภายในเซลล์ ดังนั้นเซลล์ที่ได้รับสารนี้จึงมีการเจริญเติบโตผิดปกติ Blakeslee(1939)ได้ทดลองใช้ colchicine กับพืชพบว่าจะทำให้พืชบางชนิดเป็น polyploid ได้ เมื่อนำไปใช้กับพวกราและสาหร่ายจะทำให้เซลล์ของสาหร่ายบวมพองจนเป็นอันตราย ส่วนในพวกราถ้าผสมสารนี้ลงใน media ที่ใช้เลี้ยงราโดยให้ความเข้มข้น ๐.๔ - ๔.๐ % พบว่าทุกชนิดที่ได้รับสารนี้สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ

น้ำมะพร้าว (coconut water)

Shantz & Steward (1964) อธิบายว่าน้ำมะพร้าวเป็น liquid endosperm ของมะพร้าว (Cocos nucifera) Steward, et-al. (1964) ทดลองเติมน้ำมะพร้าวให้กับเนื้อเยื่อของแครอทที่ปลูกในหลอดทดลองพบว่าจะทำให้เซลล์เพิ่มจำนวนและเจริญเร็วขึ้น Salisbury (1957)ได้พยายามแยกสารในน้ำมะพร้าวได้ ๔ ชนิด ซึ่ง

มีคุณสมบัติในทางกระตุ้นการเจริญของพืช สารอย่างหนึ่งคือ diphenylurea สารที่ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการเจริญ ในน้ำมะพร้าวจะทำงานร่วมกับสารอื่น เช่น เมื่อเติม protein พวก casein ลงใน culture media ด้วยจะได้ผลดียิ่งขึ้น เนื้อเยื่อของมันฝรั่งจะเจริญได้ดีใน media ที่เติมน้ำมะพร้าวและ 2,4-D Steward et-al. (1964) ได้อธิบายว่าน้ำมะพร้าวเมื่อนำไป autoclave จะมี auxin activity บางอย่าง และจากการทดลองเลี้ยงเนื้อเยื่อของแครอทใน basal media พบว่าถ้าเติมGA ๐.๑ ppm fresh weight ของเนื้อเยื่อจะเพิ่มขึ้นจากปกติ ๕๐ % แต่ถ้าเติมน้ำมะพร้าว ๓๕๐ ppm ด้วยจะได้ fresh weight สูงมาก สูงกว่าปกติถึง ๑๐๐ % และจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้นมากกว่าปกติ ๓๐๐ %

Gruen (1959) กล่าวว่าในน้ำมะพร้าวมี kinin ซึ่งช่วยทำให้เกิดการแบ่งเซลล์ และ Bentley (1959) ยังพบว่ามี IAA อยู่ในน้ำมะพร้าวด้วย

น้ำมะเขือเทศ (tomato juice)

J. Meyer (Northen 1962) ใช้น้ำมะเขือเทศที่คั้นสด ๆ ผสมกับวุ้น และน้ำกลั่นเป็น media ในการเพาะเมล็ดกล้วยไม้ Krock, et-al. (1959)และ Bladley (1964) พบว่าน้ำมะเขือเทศประกอบด้วยกรดต่าง ๆ หลายชนิด เช่น citric acid มีมากที่สุด รองลงมาคือ malic acid ส่วน lactic acid มีในมะเขือเทศบางชนิด Hamdy (1962) พบว่าในน้ำมะเขือเทศ มีพวก amino acid อยู่อีกหลายชนิด เช่น aspartic, alanine, glycine, leucineในพวกที่มีกรดสูงจะมีโปตัสเซียมสูงกว่าพวกที่มีกรดต่ำ ๆ pH ของน้ำมะเขือเทศประมาณ ๔.๓ - ๔.๕ Krock, et-al.(1959) ได้อ้างว่ามีผู้ใช้น้ำมะเขือเทศในการเลี้ยงแบคทีเรียพวก Bacillus coagulans.