บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ถั่วเหลืองฝักสด

เป็นพืชตระกูลถั่วจัดอยู่ใน Family Leguminosae และ Subfamily Papiliniodeae มีชื่อสามัญว่า ถั่วแระญี่ปุ่น ถั่วแระ ถั่วเหลืองฝักสด ญี่ปุ่นเรียก Eda Mame ไต้หวันเรียก Monto มีถิ่นกำเนิดอยู่ในแถบประเทศเอเชียตะวันออกได้แก่ จีน แมนจูเรีย ญี่ปุ่นและเกาหลี ถั่วเหลืองฝักสดคือถั่วเหลืองที่เก็บเกี่ยวในระยะฝักเต่งและฝักยังมีสีเขียวอยู่ (R6) ต่างจากถั่วเหลืองทั่วไปที่เก็บเกี่ยวในระยะ R8 (Field maturity) ถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการทางอาหารสูง มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบประมาณ 12 – 13 เปอร์เซนต์ (กรุงและสิริกุล, 2537) และมีกรดอะมิโนที่จำเป็นบางชนิด เช่น Lysine และTryptophan มีหน้าที่สำคัญในการเติบโตของมนุษย์คือ กระตุ้นการหลั่ง Growth hormone (ฮอร์โมนที่ใช้ในการเจริญเติบโตของมนุษย์) ซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ทำให้กล้ามเนื้อเอ็น กระชับและแข็งแรงขึ้น ลดไขมันที่สะสมในร่างกาย ปรับสมดุลของไนโตรเจนเพื่อเพิ่มพละกำลังให้ดีขึ้น ช่วยสร้างความต้านทานโรค (Anti – body) เป็นส่วนประกอบสำคัญของเซลล์เนื้อเยื่อและสร้างสารต่างๆ ที่เป็นของเหลวในร่างกาย รวมทั้งฮอร์โมนและเป็นแหล่งพลังงานเมื่อร่างกายขาดคาร์โบไฮเดรทและไขมัน ดังนั้นถั่วเหลืองฝักสดจึงเป็นแหล่ง โปรตีนที่มีราคาถูกที่สุด เมื่อเทียบกับเนื้อสัตว์ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญให้วิตามินเอ บี ซี และเกลือแร่ที่ร่างกายต้องการเป็นจำนวนมาก ถั่วเหลืองฝักสดสามารถบริโภคเป็นอาหารว่างนำมาประกอบอาหารตลอดจนแปรรูปได้ ในปัจจุบันถั่วเหลืองฝักสดเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจเกษตรกรสามารถปลูกขายส่งทั้งตลาดสดและโรงงาน (สถาบันวิจัยพืชไร่, 2537) (ตารางที่ 2)

ประเทศไทยผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกในรูปแช่เยือกแข็งเป็นส่วนใหญ่ มีทั้งในรูปแบบลวกหรือต้มแช่เยือกแข็งทั้งฝัก ตลาดส่งออกที่สำคัญ คือ ประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีความต้องการบริโภคถั่วเหลืองฝักสดปีละประมาณ 140,000 ตัน เป็นอันดับ 1 ของโลก ประเทศไทยมีการส่งออกผลิตภัณฑ์ถั่วเหลืองฝักสดไปยังประเทศญี่ปุ่นเป็นอันดับ 3 รองจากประเทศจีนและไต้หวัน ปริมาณการส่งออกของไทยในปี พ.ศ. 2546 คิดเป็นมูลค่ากว่า 1,200 ล้านบาทต่อปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2552) พันธุ์ ถั่วเหลืองรับประทานฝักสดนำเข้ามาจากไต้หวัน ประเทศไทยยังไม่มีพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่เป็นพันธุ์สำหรับส่งออก พันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกที่เกษตรกรปลูกในปัจจุบัน เป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พันธุ์ที่ยังไม่ผ่านการรับรองพันธุ์โดยกรมวิชาการเกษตร ปัจจุบันเกิดปัญหาด้านสิทธิบัตรเมล็ดพันธุ์ตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2549 เป็นต้นมา ไต้หวันได้ออกกฎหมายเข้มงวดห้ามส่งออกเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสด ซึ่งส่งผลกระทบต่อธุรกิจการส่งออกของไทยที่ต้องเสียค่าสทิธิบัตรเมล็ดพันธุ์ให้กับไต้หวันในราคาที่แพง นอกจากนี้งานวิจัยถั่เหลืองฝักสดในประเทศไทยยังขาดข้อมูลในด้านการจัดการที่เหมาะสม รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับการเพิ่มผลผลิตและคุณภาพยังมีน้อยมาก (สุรัตน์และคณะ, 2553)

พันธุ์ที่ใช้ส่งออกส่วนใหญ่คือ AGS 259 และพันธุ์ Number 75 แหล่งผลิตส่วนใหญ่อยู่ภาคเหนือ ได้แก่ จังหวัดกำแพงเพชรเพชร เชียงราย เชียงใหม่ พิษณุโลก สุโขทัย ลำปาง อุตรดิตถ์ น่าน พะเยา ลำพูน เพชรบูรณ์ อุทัยธานี (บุปผา, 2554) การปลูกถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งไปจำหน่ายยังต่างประเทศนั้นได้รับการส่งเสริมจากบริษัทเอกชนที่เข้ามาดูแลจัดการระบบในเรื่องการปลูก และการบำรุงรักษาให้กับเกษตรกรเพื่อให้เกษตรกรสามารถผลิตถั่วเหลืองฝักสดให้ได้มาตรฐานตรงตามความต้องการของประเทศคู่ค้า โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ประเทศญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา การผลิตถั่วเหลืองฝักสดเพื่อการส่งออกต้องใช้สายพันธุ์เฉพาะตรงตามที่ตลาดกำหนด ได้แก่ พันธุ์ AGS 292 และ Number 75 (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงสรุปรายละเอียดเกี่ยวกับพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่นิยมปลูก (กรมวิชาการเกษตร, 2545)

พันธุ์	สีดอก	สีขน	อายุถึงวันออกดอก (วัน)	อายุเก็บเกี่ยวฝักสด(วัน)	อายุเก็บเกี่ยวเมล็ดพันธุ์	ผลผลิตเฉลี่ย(กก./ไร่)		ความต้านทานต่อโรคราน้ำค้าง	แหล่งปลูก
						ต้น+ฝักสด	ฝักสด		
เพื่อการส่งออก									
AGS 292	ม่วง	ขาว	26-30	62-65	75-90	1,200	800	ต้านทาน	ภาคเหนือและภาคกลาง
Number 75	ขาว	ขาว	28-32	65-68	85-90	1,200	750	ต้านทาน	ภาคเหนือและภาคกลาง
เพื่อการบริโภคในประเทศ									
เชียงใหม่ 1	ม่วง	ขาว	30-40	75-78	86-100	1,500	950	ไม่ต้านทาน	ทุกภาค

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบองค์ประกอบทางโภชนาการทางอาหารของถั่วเหลืองฝักสดและถั่วเหลืองไร่ (Masuda, 1991)

	Vegetable soybean		Grain soybean	
Nutrient Composition	Raw	Cooked	Raw	Cooked
Energy (kcl)	147	141	446	173
Moisture (g)	67.5	68.8	8.54	62.55
Protein (g)	12.95	12.35	36.49	16.64
Fat (g)	6.8	6.4	19.94	8.97
Total carbohydrate (g)	11.05	11.05	30.16	9.93
Crude fibre (g)	4.2	4.2	9.3	6
Ash (g)	1.7	1.6	4.87	1.91
Phosphorus (mg)	194	158	704	245
Calcium (mg)	197	145	277	102
Iron (mg)	3.55	2.5	15.7	5.14
Vitamin A (µg RAE)	9	8	1	0
Vitamin B1 (mg)	0.435	0.26	0.874	0.155
Vitamin B2 (mg)	0.175	0.155	0.87	0.285
Vitamin C (mg)	29	17	6	1.7
Vitamin E (mg)	(1476)[a]	-	0.85	0.35
Folate (µg)	165	111	375	54
Isoflavones (mg)	20.42	13.79	128.35	54.66

RAE, Retinol activity equivalent เป็นค่าเทียบเท่า retinol

ข้อมูลค่า Isoflavones และฐานข้อมูลสำหรับค่ามาตรฐานจากกระทรวงเกษตร สหรัฐอเมริกา (USDA, 1999 and 2007)

ค่า [a] Values ในวงเล็บเป็นค่า Tocopherol ทั้งหมด (µg g^{-1} lipid) ที่ 40 วันหลังจากออกดอก (Masuda, 1991)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ลักษณะของพันธุ์และพันธุ์ถั่วเหลืองฝักสดที่ได้มาตรฐาน (Shamugasunsaram *et al*., 1991)

ลักษณะของถั่วเหลืองฝักสดที่ได้ผลผลิตตรงตามมาตรฐานต้องมีลักษณะดังนี้

1. ฝักยาวไม่น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร และกว้างไม่น้อยกว่า 1.4 เซนติเมตร
2. ฝักมีสีเขียวสดในขณะเก็บเกี่ยว (ระยะ R6)
3. สีขนของฝักมีสีขาว เทา หรือสีน้ำตาลอ่อน
4. เปลือกไม่บางหรือหนาเกินไป
5. สีตาของเมล็ด (hilum) มีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอ่อน
6. เมล็ดมีขนาดใหญ่ น้ำหนักเมล็ดสดไม่ต่ำกว่า 0.7 กรัมต่อเมล็ด และน้ำหนักแห้งไม่ต่ำกว่า 0.3 กรัมต่อเมล็ด
7. มีเปอร์เซ็นต์ของฝักที่มี 2 -3 เมล็ดต่อฝักสูง
8. มีจำนวนฝักต่อกิโลกรัมไม่เกินหว่า 400 ฝัก (ฝักเกรด A)
9. ใช้เวลาในการต้มน้อย
10. มีรสชาติหวานเล็กน้อย

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิตถั่วเหลืองฝักสด

ไนโตรเจน

คำแนะนำโดยทั่วไปการผลิตถั่วเหลืองแนะนำให้ใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 3 กิโลกรัม ไนโตรเจนต่อไร่ (วิโรจน์ 2534) แต่การผลิตถั่วเหลืองฝักสดมีการแนะนำให้ใช้มากขึ้น เพื่อใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลผลิต (จรูญ, 2534) การใช้ปุ๋ยปริมาณมากกับถั่วเหลืองฝักสด เพื่อกระตุ้นการเจริญในระยะแรกๆ และอัตราปุ๋ย N-P-K ที่แนะนำคือ 40-100, 80-100, และ 80-120 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ Kokobum (1991) จากการศึกษาผลของ N-P-K ที่มีต่อการเจริญและการสร้างผลผลิตถั่วเหลือง พบว่าการใส่ปุ๋ย P และ K จะมีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ และเมล็ดเล็กน้อย ในขณะที่การเพิ่มอัตราของปุ๋ยไนโตรเจน จาก 0 เป็น 224 และ 672 กิโลกรัมไนโตรเจนต่อเฮกตาร์ ทำให้ถั่วเหลืองมีผลผลิตเพิ่มขึ้น 850, 2024 และ 2350 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ (Hanway and Weber, 1971) Hung (1991) พบว่าอัตราของปุ๋ยไนโตรเจนที่เหมาะสมสำหรับถั่วเหลืองฝักสดและให้ผลผลิตที่ได้ฝักมาตรฐานจะลดลงอาจเป็นผลเนื่องมาจากมีปริมาณไนโตรเจนมากเกินไปจะทำให้ขนาดเมล็ดเล็กลง (Egli *et al* ., 1987; วิโรจน์ 2534) Hung (1991) ทำการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบ่งปุ๋ยไนโตรเจน 2 ช่วง คือ แบ่งใส่รองพื้นครึ่งหนึ่งและที่เหลือใส่เมื่อต้นถั่วเจริญอยู่ในระยะ R1 ผลผลิตที่ได้มาตรฐานที่ได้จะสูงสุด Hung (1991) ทำการทดลองแบ่งปุ๋ยไนโตรเจนเช่นเดียวกันแต่แบ่งใส่ 3 ช่วงคือ รองพื้นก่อนปลูก 15 วันหลังปลูกและระยะเริ่มสร้างฝัก 50, 30, และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทำให้ได้ผลผลิตที่ได้มีมาตรฐานสูงสุด 5.9 ตันต่อเฮกตาร์ ในขณะที่การใส่รองพื้นทั้งหมดเพียงครั้งเดียวให้ผลผลิตต่ำสุด 5.3 ตันต่อเฮกตาร์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่ในแง่ของการผลิตเพื่อเป็นการค้านั้น การแบ่งใส่ปุ๋ยสามารถเพิ่มผลผลิตที่ได้มาตรฐานถึง 11 เปอร์เซ็นต์

อุณหภูมิ

ระยะการเจริญของถั่วเหลืองที่ถูกกระทบโดยอุณหภูมิ คือ ช่วงหลังจากการปลูกจนถึงระยะออกดอก (Wilkerson *et al* ., 1989) โดยมีผลกระทบในระยะต่างๆ ดังนี้

1. ระยะปลูก-งอก: ที่อุณหภูมิต่ำจะใช้เวลาในการงอกนานกว่าที่อุณหภูมิสูง (Albel, 1970)

2. ระยะการเจริญทางลำต้น: ถั่วเหลืองเจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 37.7 องศาเซลเซียส ถั่วเหลืองจะไม่ออกดอก (Hinson and Hartwig, 1982)

นอกจากนี้ Seddigh (1989) ยังรายงานว่าอุณหภูมิในเวลากลางคืนมีผลต่อการเจริญ และการพัฒนาของถั่วในระยะ anthesis จนถึงระยะสุกแก่ จากการทดลองปลูกถั่วเหลืองฝักสดในภาคกลางที่จังหวัดนครปฐมของสิริกุล (2533) พบว่าเมื่อในฤดูปลูกในฤดูหนาวจะให้ผลผลิตที่ได้ฝักมาตรฐานมากกว่าปลูกในฤดูร้อน เพราะเป็นช่วงที่อากาศเย็นทำให้ฝักมีขนาดใหญ่กว่า

ความต้องการน้ำในการเจริญเติบโต

ความต้องการน้ำในระยะกำลังเจริญเติบโตและให้ผลผลิต ควรรักษาความชื้นในดินระดับรากพืช การขาดความชื้นในระยะแรกที่ถั่วเหลืองกำลังเริ่มออกดอกประมาณ 2-3 สัปดาห์ทำให้ต้นถั่วเหลืองชะงักการเจริญเติบโตและเร่งออกดอกหลังจากนั้นดอกจะร่วงหล่นหรือการให้น้ำไม่ถูกต้องตามระยะเวลาที่ถั่วเหลืองต้องการ เช่น ปล่อยให้ดินขาดความชื้นมากเกินไปแล้วจึงให้น้ำจะทำให้ดอกหรือฝักอ่อนร่วงหล่นได้เช่นกัน แต่ถ้าในดินมีความชื้นมากเกินไปหรือดินแฉะจะทำการเจริญเติบโตของต้นถั่วเหลืองชะงัก หรือเน่าตายไปในที่สุดเพราะในดินขาดอากาศหรือมีอากาศไม่เพียงพอ ต่อการหมุนเวียนของความชื้นหรือออกซิเจนระหว่างดินกับบรรยากาศภายนอก ทำให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จุลินทรีย์ในดินที่ทำหน้าที่ตรึงไนโตรเจนอากาศไม่สามารถทำงานได้เต็มที่ และถ้าปล่อยให้ดินแฉะนานเกินไประบายน้ำไม่ได้ จำนวนจุลินทรีย์จะลดลงสามารถสังเกตเห็นใบ และก้านใบเริ่มมีสีม่วงแล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและร่วงหล่นไปในที่สุด ความต้องการของน้ำหรือความชื้นในช่วงระยะติดฝักเป็นระยะที่สำคัญมากจะต้องเอาใจใส่ต่อการให้น้ำเป็นพิเศษเพราะถ้าดินมีความชื้นไม่พอต่อความต้องการของถั่วเหลืองแล้ว ดอกที่เริ่มติดฝัก หรือฝักอ่อนก็จะร่วงหล่นทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ถ้าดินขาดความชื้นในช่วงฝักเริ่มติดเมล็ดจะทำให้ฝักลีบ หรือเมล็ดมีขนาดเล็ก ปริมาณน้ำมันต่ำ การขาดน้ำในระยะนี้จะมีผลต่อผลิตมากที่สุด ดังนั้น ถั่วเหลืองจะต้องการน้ำตั้งแต่ปลูกเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และต้องการมากในช่วงระยะการมีดอกและติดฝักจนกระทั่งถึงระยะเมล็ดเริ่มเจริญจนแก่ เฉลี่ยควรให้น้ำประมาณ 7 - 10 วันต่อครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและคุณสมบัติของดิน จะเห็นได้ว่าการให้น้ำแก่ถั่วเหลืองนั้นจำเป็นจะต้องเอาใจใส่และควบคุมปริมาณตั้งแต่ระยะเริ่มปลูกจนถึงระยะสุกแก่ เพราะน้ำเป็นตัวสำคัญในการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง เริ่มตั้งแต่การสังเคราะห์แป้งและน้ำตาลของใบและต้น จนกระทั่งการละลาย และดูดธาตุอาหารในดินขึ้นไปสู่ลำต้นและใบจนถึงการติดดอกและฝัก รวมทั้งคุณค่าทางอาหารของเมล็ด เช่น ถ้าขาดน้ำทำให้ปริมาณความเข้มข้นของน้ำตาลในใบและลำต้นเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณแป้งจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีน้ำมากเกินไป การขาดน้ำในระยะมีดอกและติดฝักทำให้ดอกร่วงหล่น ฝักลีบ เมล็ดเล็ก และเปอร์เซ็นต์น้ำมันต่ำ เป็นต้น (อัจฉราและคณะ, 2547)

อิทธิพลของช่วงแสงและความยาววันต่อการออกดอก

Major and Johnson (1975) ได้อธิบายถึงอิทธิพลของช่วงแสงต่อการออกดอกในถั่วเหลืองไว้ว่า การออกดอกของถั่วเหลืองขึ้นอยู่กับช่วงแสงวิกฤต (critical day length) ซึ่งได้แก่ความต้องการของช่วงแสงช่วงหนึ่งในถั่วเหลืองแต่ละพันธุ์ หากช่วงแสงของบริเวณที่ถั่วเหลืองปลูกอยู่สูงกว่า critical day length แล้ว ถั่วเหลืองจะออกดอกล่าช้าออกไป ในทางตรงกันข้าม หากช่วงแสงในพื้นที่ที่ปลูกถั่วเหลืองน้อยกว่าช่วงแสงวิกฤติ ถั่วเหลืองก็จะออกดอกในเวลาคงที่คือ 30 วัน ดังนั้นถั่วเหลืองมีการตอบสนองต่อช่วงแสงในลักษณะที่ให้ผลกับการออกดอก ในแบบของ facultative response คือไม่เด่นชัด และถั่วเหลืองแต่ล่ะพันธุ์ย่อมตอบสนองต่อช่วงแสงแตกต่างกันออกไปเนื่องจากมีช่วงแสงวิกฤติ แตกต่างกัน

เมื่อช่วงแสงมีอิทธิพลต่อการออกดอก สามารถทำให้ถั่วเหลืองออกดอกเร็วหรือช้าได้ ดังนั้นการเจริญเติบโตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะก่อนออกดอก ย่อมได้รับอิทธิพลของช่วงแสงได้เช่นกัน เมื่อมีการออกดอกล่าช้าไปพืชย่อมจะมีเวลานานสำหรับการสร้างน้ำหนักแห้ง จึงทำให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ความสูง พื้นที่ใบ ตลอดจนมีกิ่งก้านสาขาเพิ่มขึ้น ถั่วเหลืองพันธุ์ที่ใช้ปลูกในสหรัฐอเมริกา เมื่อนำมาปลูกในประเทศไทยหรือฟิลิปปินส์จะมีขนาดเล็กกว่า เตี้ยกว่า จำนวนดอกและฝักที่เกิดขึ้นและผลผลิตต่อต้นน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์เดียวกันแต่ปลูกในสหรัฐอเมริกา อิทธิพลของช่วงแสงไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตในระยะออกดอกหรือการออกดอกและมีอิทธิพลต่อระยะเวลาสุกแก่ ถ้าช่วงแสงหลังออกดอกสั้นกว่าปกติ ถั่วเหลืองจะสุกแก่เร็วเป็นผลให้ระยะเวลาการสะสมน้ำหนักแห้งในเมล็ดสั้นผิดปกติ และทำให้ผลผลิตต่ำลงได้ (อภิพรรณ, 2546)

ความยาววันจะมีผลกระทบต่อการเจริญของถั่วเหลืองในระยะ vegetative ช่วงสุดท้ายจนถึงระยะออกดอก (Wilkerson *et al*., 1989) ถั่วเหลืองเป็นพืชวันสั้นถ้าได้รับความยาววันมากกว่าจุดวิกฤติจะทำให้ออกดอกล่าช้า Board and Settimi (1988) รายงานว่าถ้าถั่วเหลืองได้รับความยาววัน 13.5 ชั่วโมง ก่อนและหลังออกดอกจะมีผลต่อการสร้างดอกและถั่วเหลืองจะมีประสิทธิภาพในการสร้างผลผลิตสูงสุด หากมีความยาววันมากกว่า 13.5 ชั่วโมง จะทำให้ผลผลิตลดลง ส่วนความยาววันที่สั้นจะมีผลทำให้ถั่วเหลืองออกดอกเร็ว (Lin and Nelson, 1988) และมีระยะเวลาสุกแก่เร็วขึ้นเป็นผลทำให้ระยะเวลาในการสะสมน้ำหนักแห้งน้อยลงทำให้ผลผลิตลดลง (วิลาสลักษณ์ 2531) โดยทั่วไปในประเทศไทยความยาววันจะไม่ค่อยมีอิทธิพลต่อการผลิตถั่วเหลืองทั่วไป แต่การผลิตถั่วเหลืองฝักสดความยาววันจะมีอิทธิพลต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิต ทั้งนี้เพราะพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นพันธุ์นำเข้าจากประเทศในเขตหนาวจนถึงกึ่งร้อน ซึ่งบางพันธุ์ตอบสนองต่อช่วงแสง บางพันธุ์ไม่ตอบสนองเมื่อนำมาปลูกในเขตร้อน ซึ่งมีความยาววันแตกต่างกัน ทำให้ถั่วเหลืองฝักสดหลายพันธุ์ให้ผลผลิตค่อนข้างต่ำ และลักษณะต่างๆ แตกต่างไปจากที่เคยเป็น (กรุง และเฉลิมพล 2535)

ไซโตไคนิน (Cytokinins)

ไซโตไคนินเป็นกลุ่มฮอร์โมนพืชที่ปรากฏในธรรมชาติ ที่ผลิตที่ปลายราก และส่งขึ้นมายังลำต้นผ่านทางไซเลม แหล่งที่สกัดฮอร์โมนนี้ได้ในพืช คือ ผลอ่อนหรือต้นกล้าที่กำลังงอก

สารกลุ่มไซโตไคนิน มีทั้งเกิดขึ้นในธรรมชาติ เช่น ซีอะติน (Zeatin) พบในเอนโดสเปิร์มของข้าวโพด (*Zea mays*) ซีอะตินเป็นสารมีอัตราการเกิดปฏิกริยาสูงที่สุดของสารกลุ่มไซโตไคนินที่พบในธรรมชาติ ไซโตไคนินพบได้ในพืชทุกชนิด นอกจากนี้ยังพบในแบคทีเรีย ยีสต์ และรา พืชที่มีท่อลำเลียงมักจะพบขณะที่พืชอายุยังน้อยจึงทำให้เนื้อเยื่อมีการแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็ว โดยปกติการสังเคราะห์ไซโตไคนินจะพบบริเวณเอนโดสเปิร์ม ต้นอ่อน ผลที่กำลังเติบโต ต้นกล้า ใบ บริเวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดและปลายราก นอกจากนี้ยังพบในพืชไม่มีเมล็ดที่มีท่อลำเลียงพวกสนหางม้า (*Equisetum aruense*) และเฟิร์น (*Dryopteris crassirhizoma*)

ไซโตไคนินเป็นสาร PGRC กลุ่มหนึ่งซึ่งใช้ประโยชน์ทางการเกษตรค่อนข้างน้อยกว่ากลุ่มอื่นๆ สารที่พืชสร้างไซโตไคนินเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตคือ สารซีอะติน ส่วนสารที่ได้จากการสังเคราะห์กลุ่มไซโตไคนิน ได้แก่ ไคเนติน เบนซิลอะดินีน เททระไฮโดรไพรานิลเบนซิลอะดินีน สารกลุ่มนี้มีผลต่อการแบ่งของเซลล์เล็กน้อย และกระตุ้นการเจริญทางด้านลำต้นของพืช กระตุ้นการเจริญของตาข้างและยังมีผลต่อการพัฒนาของผล ส่วนใหญ่ใช้กันมากในงานเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการกระตุ้นการเจริญของก้อนแคลลัส (Callus) ให้เจริญเติบโตขึ้นมาเป็นต้น สารในกลุ่มนี้มีราคาสูงมาก การใช้ประโยชน์ค่อนข้างจำกัด (พีรเดช, 2537)

ผลของไซโตไคนินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช

สมบุญ (2544) และวันเพ็ญ (2548) ได้ประเมินผลของไซโตไคนินที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

1. ส่งเสริมการแบ่งเซลล์ไซโตไคนินเร่งการแบ่งตัวของเซลล์ในส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ลำต้น และราก จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีไซโตไคนินพบว่า เนื้อเยื่อนั้นถูกชักนำให้เกิดการแบ่งเซลล์และสร้างแคลลัสขึ้นมาอย่างรวดเร็ว สำหรับในรากพบว่า พืชต้องการสารอื่นนอกเหนือจากไซโตไคนินเข้าร่วมกระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์ในรากสารนั้นคือ ออกซิน นอกจากนี้พบว่า ในน้ำมะพร้าวมีฮอร์โมนพวกไซโตไคนินและฮอร์โมนอื่นๆ ซึ่งร่วมกันทำหน้าที่ควบคุมการเจริญของเอมบริโอของมะพร้าวในระหว่างที่เมล็ดกำลังงอกและเมื่อเลี้ยงเนื้อเยื่อของรากแครอทในอาหารที่มีน้ำมะพร้าวเป็นส่วนผสมพบว่า เซลล์ของรากแครอทเพิ่มเป็น 80 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับอาหารที่ไม่มีน้ำมะพร้าวและเมื่อเติมออกซินเพิ่มลงไปปริมาณเพียงเล็กน้อยในอาหารที่มีน้ำมะพร้าวพบว่าไซโตไคนินจะทำงานร่วมกับออกซินสามารถเร่งการแบ่งตัวของเซลล์ทำให้รากแครอทเจริญเติบโตมากขึ้น ไซโตไคนินเป็นสารเริ่มต้นที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อให้มีการแบ่งเซลล์ ส่วนออกซินและจิบเบอเรลลินเป็นสารสนับสนุนให้มีการแบ่งเซลล์ อย่างไรก็ตามสารทั้งสองไม่สามารถใช้แทนไซโตไคนินได้

2. เร่งการขยายตัวของเซลล์ จากการศึกษาการเลี้ยงเนื้อเยื่อของไส้ (pith) ยาสูบ พบว่าไซโตไคนิน สามารถขยายขนาดของแวคิวโอลในเซลล์ ทำให้เซลล์ขยายใหญ่ขึ้นได้และพบว่าในเซลล์ที่เจริญเต็มที่ของแผ่นใบและใบเลี้ยงซึ่งปกติจะไม่มีการขยายตัว ไซโตไคนินสามารถส่งเสริมการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ขยายตัวของเซลล์ในส่วนที่ตัดจากแผ่นใบและใบเลี้ยงได้ในรากปริมาณไซโตไคนินที่มากเกินไปมีผลยับยั้งการยืดยาวของเซลล์ได้

3. ส่งเสริมการสร้างและการเจริญของตา ไซโตไคนินสามารถกระตุ้นตาข้าง ให้เจริญออกมาเป็นกิ่งได้ด้วยวิธีติดตาที่เจริญออกมาเป็นกิ่งใหม่ได้เร็วขึ้น โดยการทาสารที่ตาซึ่งติดสนิทดีแล้วจะทำให้ตานั้นเจริญออกมาในระยะ 1-2 สัปดาห์ (นิยมใช้ BAP ผสมกับลาโนลินอยู่ในรูปครีมซึ่งสะดวกแก่การใช้) และเป็นประโยชน์ในการควบคุมทรงพุ่ม ส่วนใหญ่ใช้กับไม้กระถางประดับ นอกจากนี้ใช้กระตุ้นตาที่นำไปขยายพันธุ์ด้วยวิธีติดตา ให้เจริญออกมาเป็นกิ่งใหม่ได้เร็วขึ้น การที่อิทธิพลของตายอดยับยั้งตาข้าง เกิดจากการข้มของส่วนยอด (Apical dominance) จะถูกทำลายเมื่อไซโตไคนินเข้าไปที่ตาข้าง ทั้งนี้เพราะไซโตไคนินจะลบล้างผลของออกซิน โดยที่ไซโตไคนินส่งเสริมให้ผลิตท่อลำเลียงเชื่อมระหว่างตากับลำต้น ซึ่งตามปกติกระบวนการนี้จะถูกยับยั้งโดยปลายยอด ซึ่งพืชมีการสังเคราะห์ไซโตไคนินที่ปลายรากและลำเลียงขึ้นสู่ลำต้นทางไซเลม ไซโตไคนินจะมีการสะสมตรงบริเวณโคนต้นมีความเข้มข้นมาก การลำเลี้ยงของออกซินและไซโตไคนินสวนทางกันและไซโตไคนินทำให้แต่ละส่วนของพืชมีอัตราส่วนฮอร์โมนทั้ง 2 ชนิดมีความสมดุลเฉพาะตามชนิดของพืชต่อปริมาณของฮอร์โมน

4. ช่วยในการงอกของเมล็ด ไซโตไคนินเป็นสารช่วยเร่งการแบ่งเซลล์ จึงมีผลทำให้เมล็ดสามารถงอกได้เร็วขึ้น ในเมล็ดที่กำลังงอกจะพบไซโตไคนินในปริมาณสูง ไซโตไคนินยังสามารถกระตุ้นเมล็ดและตาข้างที่พักตัวให้เกิดการงอกได้

5. ส่งเสริมการสร้างโปรตีน ไซโตไคนินสามารถดึงสารและกรดอะมิโนชนิดต่างๆ สามารถสร้าง RNA และ DNA ทั้งกรดอะมิโน RNA และ DNA เป็นสารที่จำเป็นในการสังเคราะห์โปรตีน และมีการทดลองแสดงถึงการที่ไซโตไคนินมีการรวมเข้สด้วยกันเป็น tRNA (Transfer RNA) ซึ่งเป็นการแสดงถึงอิทธิพลในการสังเคราห์ tRNA ที่เฉพาะอย่างในการเพิ่มประสิทธิภาพของไรโบโซมในกระบวนการแปลรหัส (Tranlation) นอกจากนี้ไซโตไคนินอาจเพิ่มปริมาณ mRNA (Messenger RNA) ในกระบวนการลอกรหัส (Transcription) จาก DNA

6. ชะลอการแก่ของใบ (Delay senescence) ไซโตไคนินโดยเฉพาะ BA (Benzyl Adenine) สามารถชะลอการแก่ของพืช โดยไซโตไคนินมีผลช่วยชะลอการเสื่อมสลายของคลอโรฟิลล์ ทำให้ใบมีอายุยาวขึ้น เช่น การทดลองในผักกาดหอมห่อ หอมต้น หน่อไม้ฝรั่ง บรอคโคลี คื่นฉ่ายฝรั่ง โดยการพ่น BA ความเข้มข้นต่ำบนใบพืชหลังเก็บเกี่ยว หรือจุ่มลงในสารละลาย BA โดยตรง จะทำให้ใบมีสีเขียวอยู่ได้นาน มีการชะลอความแก่ของดอกไม้โดยพ่นไซโตไคนินทำให้ช่วยรักษาความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สดของดอกไม้ ดอกไม้ที่ตัดมาอยู่ได้นานเช่นเดียวกัน เป็นการยืดอายุการเก็บเกี่ยว การที่พืชเหล่านี้ยังคงเขียวสดอยู่ได้นานกว่าปกติ เพราะไซโตไคนินทำให้มีการสังเคราะห์โปรตีนและกรดนิวคลีอิค จากผลการทดลองยังพบว่าไซโตไคนินช่วยป้องกัน DNA ซึ่งทำให้มีการสังเคราะห์เอนไซม์และทำให้มีการผลิตคลอโรฟิวล์และสารประกอบอื่นๆ มีการทดลองนำใบกระชับ (Xanthium) ลอยในน้ำ ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองในระยะเวลาประมาณ 10 วัน แต่ถ้าเติมไคเนตินลงในน้ำ 10มิลลิกรัมต่อลิตร ใบกระชับยังคงเขียวนานถึง 20 วัน ซึ่งการตอบสนองของใบต่อไคเนตินนี้เรียกว่า ผลกระทบริชมอนด์แลงก์ (Richmond-Lang effect) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าในธรรมชาติไซโตไคนินช่วยให้พืชมีอายุอยู่ได้ พบว่ากรดอะมิโนกัมมันตภาพรังสีจะเข้าไปสะสมในใบกระชับที่ลอยน้ำที่มีไคเนตินแสดงว่าไคเนตินช่วยชลอการสลายตัวของโปรตีน และเป็นการชะลอความแก่โดยสามารถระงับการสร้างเอนไซม์โปรตีเอส (Protiase) เป็นการรักษาระดับการสังเคราะห์ RNA และโปรตีนให้คงอยู่นานขึ้น เป็นการยืดอายุการเก็บเกี่ยวรักษาพืชได้แต่สารนี้มีราคาสูงไม่นิยมใช้ในทางพาณิชย์

7. ช่วยในการเคลื่อนย้ายอาหาร การสะสมและสงวนสารเมแทบอไลต์ในเนื้อเยื่อและอวัยวะของพืช ส่วนของพืชที่มีไซโตไคนินจะสามารถดึงเอาอาหารมาจากส่วนอื่นๆได้และสามารถควบคุมการไหลของสารอาหาร (Nutrient) ระหว่างส่วนต่างๆ ของพืชได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ใบที่เปลี่ยนเป็นสีเหลืองสามารถสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ได้อีก ทำให้ใบพืชมีสีเขียวเพิ่มขึ้น ผลของไซโตไคนินไม่ได้ขึ้นอยู่กับการแบ่งเซลล์แต่เป็นการตอบสนองทางสรีรวิทยาของไซโตไคนินที่ชัดเจนมาก ซึ่งความสัมพันธ์ของการไม่แก่ของพืชเรียกการตอบสนองนี้ว่าสภาพการเคลื่อนที่ได้ (Mobilization) ของไซโตไคนินจากรากสู่ลำต้น ช่วยรักษาสมดุลของการเติบโตของต้นและรากโดยมีใบช่วยรักษาสมดุลระหว่างลำต้นกับรากโดยการผลิตคาร์โบไฮเดรตและวิตามิน (โดยเฉพาะวิตามินบีรวม) จำเป็นต้องใช้เป็นตัวประกอบร่วม (Co-factors) ในกระบวนการหายใจ ซึ่งรากไม่สามารถสร้างเองได้ ความสำคัญของไซโตไคนินในการประสานงานระหว่างรากและลำต้น โดยในฤดูใบไม้ผลิ รากมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วจึงมีการผลิตไซโตไคนินจำนวนมากเพื่อการลำเลียงผ่านทางท่อน้ำไปยังลำต้น ซึ่งช่วยให้ตาที่พักตัวเริ่มมีการเติบโตอย่างรวดเร็วเพื่อการเจริญของใบและกิ่งก้าน

8. ควบคุมการปิดเปิดของปากใบในพืชทั่วไปปากใบจะเปิดในที่มีแสงและปิดในที่มืดไซโตไคนินมีผลทำให้ปากใบเปิดในที่มืดได้

9. ไซโตไคนินชักนำให้ออกดอกของพืชวันยาว หรือพืชที่ต้องการอุณหภูมิต่ำและทำให้เกิดผลพาร์ทิโนคาร์พิก (Parthenocarpic fruit)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การตอบสนองต่อความเข้มข้น

พืชมีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อความเข้มข้นในการให้ไซโตไคนินจากภายนอก (ภาพที่ 1) (Carey, 2008)

กราฟเส้นโค้งแสดงการตอบสนองต่อความเข้มข้นของไซโตไคนิน (Carey, 2008) ดังรายงานของ Karanov et al., (1992) เช่น Benzyladenine, 4-PU-30, Kinetin และ PSPPU (ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ) ซึ่งรูปแบบการตอบสนองนี้คล้ายกับการตอบสนองของไซโตไคนินในพืช (Ferriera and Kieber, 2005) และฮอร์โมนพืชอื่นๆ ด้วย (Davies, 1994)

ความชันของกราฟและผลที่เกิดขึ้นในระยะต่างๆ

1. ระยะที่ 1 มีการตอบสนองต่ำ เป็นช่วงที่พืชไม่ตอบสนองต่อระดับความเข้มข้นของไซโตไคนิน เนื่องจากพืชได้รับความเข้มข้นเพียงเล็กน้อยและพืชไม่มีการตอบสนองต่อระดับความเข้มข้น

2. ระยะที่ 2 มีการตอบสนองปานกลาง เป็นช่วงที่มีการตอบสนองต่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นแบบสมการเชิงเส้นหรือสมการกำลังสอง เช่น การแตกแขนงของกิ่ง การออกดอก เป็นต้น ในช่วงนี้นักวิจัยมีการใช้ไซโตไคนินในการทดลองกันอย่างแพร่หลาย

3. ระยะที่ 3 มีการตอบสนองสูงสุด และเป็นช่วงที่ไซโตไคนินไม่ได้ดึงการตอบสนองใดๆ เพิ่มเติมจากพืช แม้ว่าจะเพิ่มความเข้มข้นก็ตาม

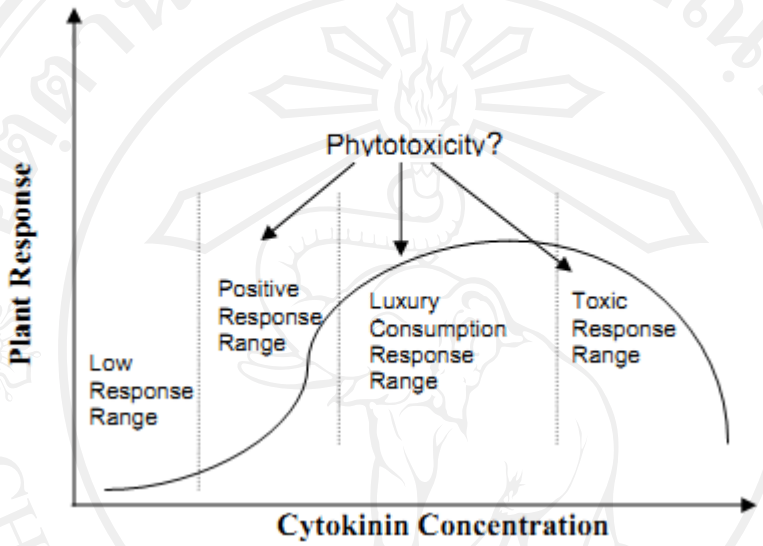
4. ระยะที่ 4 มีการตอบสนองลดลง เป็นช่วงที่ไซโตไคนินเกิดความเป็นพิษต่อพืช เมื่อเพิ่มความเข้มข้นมากเกินไปจะทำให้เกิดการยับยั้งการเจริญของพืช

ในการตอบสนองแบบนี้อาจมีอยู่ในการวัดแบบลอการิทึม ดังนั้นนักวิจัยอาจต้องการใช้เพื่อสังเกตการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และในการศึกษาในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพบว่ามีการตอบสนองเพียง 2 ถึง 3 ใน 10 ส่วน ของระยะที่มีการตอบสนองต่ำ (ระยะที่ 1) เนื่องจากมีการใช้ไซโตไคนินในเชิงพาณิชย์ค่อนข้างจำกัด ระดับช่วงความเข้มข้นที่ใช้อาจจะแคบกว่า

ระดับความเป็นพิษต่อพืช (Phytotoxicity) เช่น ทำให้ใบพืชผลิตคลอโรฟิลล์ไม่เพียงพอ (Leaf chlorosis) เซลล์พืชตายก่อนวัย (Necrosis) พืชเกิดรอยย่น (Puckering) หรือรากถูกยับยั้งการเจริญบางครั้งระดับความเข้มข้นที่เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อพืชอาจจะเป็นระดับความเข้มข้นที่มีประโยชน์ต่อส่วนอื่นของพืชได้ พืชบางชนิดจะแสดงความเป็นพิษที่ใบก่อนที่จะแสดงการตอบสนองเชิงบวกในตาดอกหรือดอกของพืช

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

ไซโตไคนินมีผลต่อการตอบสนองของรากมากกว่า ไซโตไคนินมีผลต่อการส่งเสริมการเจริญของรากที่ระดับความเข้มข้นที่ต่ำมากและมีการยับยั้งที่ระดับความเข้มข้นสูง ในขณะที่ไซโตไคนินที่ระดับความเข้มข้นสูงจะมีผลต่อการกระตุ้นการเจริญของยอด



ภาพที่ 1 แสดงกราฟเส้นโค้งสมมติกับการตอบสนองไซโตไคนินจากภายนอก

บทบาทของไซโตไคนินกับถั่วเหลืองฝักสด

คุณสมบัติสำคัญประการหนึ่งของโซไคนินคือ สามารถชลอการชราภาพของพืช มีการค้นพบว่าปริมาณไซโตไคนินในกลีบดอกคอร์เนชั่นและกุหลาบจะลดน้อยลงเมื่อดอกมีอายุมากขึ้น ซึ่งเป็นผลให้ดอกหมดอายุเร็วขึ้น นอกจากนี้ไซโตไคนินยังมีผลยับยั้งการสร้างและการทำงานของเอธิลีนได้ด้วย ดังนั้นการเพิ่มสารไซโตไคนินลงไปในสารละลายปักแจกันจะทำให้อายุการปักแจกันเพิ่มมากขึ้น BA เป็นไซโตไคนินที่รู้จักกันดีโดยทั่วไปเนื่องจากเป็นสารที่มีประสิทธิภาพสูง สามารถยืดอายุการปักแจกันไม้ดอกได้หลายชนิดเช่น คาร์เนชั่น เบญจมาศ และกุหลาบ เป็นต้น โดยมีผลลดอัตราการหายใจทั้งยังช่วยป้องกันการเหลืองของใบและกลีบเลี้ยงได้อีกด้วย Cook *et al*., (1985) การใช้BA 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมลงในสารละลายปักแจกันซึ่งประกอบด้วยน้ำตาลซูโครส 5 เปอร์เซ็นต์ และ HQC (8-hydroxyquinoline citrate) 300 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยทดลองกับดอกคาร์เนชั่นพบว่า BA จะยับยั้งการสร้างเอธิลีนในดอกคาร์เนชั่น ทำให้อายุการปักแจกันเพิ่มขึ้นจาก 6 วัน เป็น 17 วัน สายชลและคณะ (2528) ทำการทดลองโดยใช้ BA 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมลงในสารละลายน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์และเงินไทโอซัลเฟต แล้วแช่ก้านดอกในสารผสมดังกล่าว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ก่อนนำไปปักแจกันในน้ำเปล่า พบว่าอายุการปักแจกันเพิ่มขึ้นจาก 3 วันเป็น 6 วัน สาเหตุเหตุที่อายุการปักแจกันในกรณีนี้สั้นกว่าที่ทำการทดลองของต่างประเทศอาจเป็นเพราะว่าวิธีการที่ใช้และชนิดของสารที่ผสมแตกต่างกัน รวมทั้งสภาพอากาศของประเทศไทยร้อนกว่าต่างประเทศซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ดอกไม้เสื่อมสภาพได้ง่าย มีข้อสังเกตุว่าการใช้ BAP เป็นสารยืดอายุการปักแจกันเพียงอย่างเดียวมักจะไม่ได้ผลดี แต่ถ้าใช้ร่วมกับน้ำตาลจะทำให้อายุการปักแจกันเพิ่มขึ้น นั่นคือสารทั้งสองชนิดมีผลในทางการสนับสนุนซึ่งกันและกัน และถ้าปรับระดับความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารละลายได้เท่ากับ 3.5 จะมีผลในทางสนันสนุนกันมากขึ้น ในปี พ.ศ. 2526 ได้มีการทดลองใช้สาร BAP ความเข้มข้น 2,000 ถึง 8,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งผสมในรูปครีมลาโนลีน ทาที่ตามะม่วงน้ำดอกไม้ทะวาย # 4 ซึ่งติดสนิทดีแล้วบนต้นตอมะม่วงแก้ว ปรากฏว่าวิธีดังกล่าวสามารถเร่งการแตกตาและเพิ่มเปอร์เซ็นต์การแตกตาได้เร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้สารความเข้มข้น 8,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งให้เปอร์เซ็นต์การแตกตาในสัปดาห์แรกเท่ากับ 37.1 และในสัปดาห์ที่ 5 จะเพิ่มขึ้นเป็น 91.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ตาซึ่งไม่ได้ให้สารเจริญในสัปดาห์แรกมีเปอร์เซ็นต์การแตกตาเพียง 8.5 เปอร์เซ็นต์ และสูงสุดในสัปดาห์ที่ 5 เพียง 60.0 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (วรวัฒน์และคณะ, 2527)

ฮอร์โมนไซโตไคนินมีส่วนเกี่ยวข้องกับการพัฒนา และการหลุดร่วงของผลอย่างมาก จากรายงานการวิจัยของ Chen (1983) พบว่า ปริมาณไซโตไคนินในผลมะม่วงพันธุ์ Irwin จะเพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดสูงสุดภายใน 5-10 วันหลังดอกบาน โดยส่วนใหญ่จะพบในเนื้อผลและหลังจากนั้นจะลดปริมาณลงอย่างมากตั้งแต่เมื่อผลมีอายุ 20 วันขึ้นไป ในขณะเดียวกันปริมาณไซโตไคนินในเมล็ดจะค่อยๆ เพิ่มมากขึ้นจนถึงจุดสูงสุดเมื่อผลมีอายุ 25-30 วัน และจะค่อยๆ ลดลงเป็นลำดับจนกระทั่งผลแก่ปริมาณไซโตไคนินที่พบนั้นจะมีในเมล็ดมากกว่าในเนื้อผล แต่ผลที่เติบโตขึ้นมาโดยไม่มีการผสมเกสร และไม่มีการพัฒนาของเมล็ดนั้นในช่วงต้นของการติดผลก็มีไซโตไคนินอยู่บ้างเล็กน้อย แต่เมื่อผลนั้นอายุ 30 วัน (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5-2.0 ซม.) พบว่าปริมาณไซโตไคนินในเนื้อผลเท่ากับศูนย์ และในช่วงนี้เองที่ผลเหล่านี้จะร่วงหมด (100%) จากการค้นพบครั้งนี้จึงสามารถอธิบายสาเหตุของการหลุดร่วงได้เป็นอย่างดี นั่นคือเมล็ดมะม่วงเป็นแหล่งสร้างสารกระตุ้นการเจริญเติบโตต่างๆ รวมทั้งไซโตไคนิน ซึ่งสารเหล่านี้มีผลต่อการแบ่งเซลล์ การขยายขนาด และการหลุดร่วงของผล เมื่อผลมะม่วงเติบโตขึ้นมาโดยไม่มีเมล็ด ก็อาจอยู่ได้เพียงระยะหนึ่งเท่านั้นก่อนที่จะหลุดร่วงไป Chen (1985) ทำการทดลองต่อโดยใช้สารจิบเบอเรลลิน และไซโตไคนินพ่นช่อดอกมะม่วง โดยครั้งแรกพ่นสาร BAP ความเข้มข้นประมาณ 350 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะดอกบาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

และพ่นสารครั้งที่ 2 ภายหลังจากครั้งแรก 20 วัน โดยใช้สารผสมของ BAP 350 มิลลิกรัมต่อลิตร ผสมกับ GA_3 250 มิลลิกรัมต่อลิตรและ NAAm 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลปรากฏว่าการปฏิบัติดังกล่าวสามารถช่วยเพิ่มการติดผลได้

เสริมชัย (2525) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเร่งการแตกตาในกุหลาบ (*Rosa* spp.) โดยใช้สาร BAP ความเข้มข้น 4,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยผสมสารในรูปครีมลาโนลีนทาที่ตากุหลาบพันธุ์ดีที่ติดบนต้นตอกุหลาบทำให้การแตกตาเพิ่มขึ้นจาก 3 เปอร์เซ็นต์เป็น 66 เปอร์เซ็นต์ ประโยชน์จากการใช้สารนี้คือ เป็นการเร่งให้ตาเจริญออกมาเป็นกิ่งได้เร็วขึ้น ซึ่งจะส่งผลให้กิ่งนั้นพร้อมที่จะออกดอกได้ก่อน นอกจากนี้ยังอาจดัดแปลงใช้กับตากุหลาบในตำแหน่งที่ต้องการให้มีการเจริญเป็นกิ่งเพื่อประโยชน์ในการควบคุมทรงพุ่ม และการบังคับการออกดอกได้อีกด้วย Panday and Guar (1980) ศึกษาเกี่ยวกับการเร่งการออกหัวของแกลดิโอลัส (*Gladiolus hybrida*) โดยการแช่หัวย่อย (cormel) ในสารละลาย BAP ความเข้มข้น 50 ถึง 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำไปปลูก จะช่วยเร่งการงอกของหัวได้เร็วขึ้นได้ โดยความเข้มข้นตั้งแต่ 50 ถึง 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตรให้ผลไม่แตกต่างกัน ในประเทศไทยเคยทดลองใช้ BAP ความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตรแช่หัว (corm) แกลดิโอลัสนาน 24 ชั่วโมง ก่อนนำไปปลูกจะทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้น และถ้าใช้ BAP เพียงอย่างเดียวจะได้ผลดียิ่งขึ้น (สุนีย์, 2528) มีข้อสังเกตุว่าหัวขนาดเล็กจะตอบสนองต่อสารได้ดีกว่าหัวขนาดใหญ่ โดยหัวขนาดเล็กจะมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงขึ้นจนเห็นได้ชัดเมื่อมีการให้สารBAP Stern and Flaishman (2003) รายงานว่ามีการใช้ BAP ในลูกแพร์พันธุ์ Spadona และ Corsia ทำให้ขนาดของผลเพิ่มขึ้นและผิวของเปลือกบางลง เนื่องจากไปกระตุ้นการแบ่งเซลล์ของผล

Ray and Choudhuri (1980) ทดลองใช้ไคเนตินกับการเติมเต็มของเมล็ดข้าว (*Oryza sativa* L.) โดยการศึกษาในช่วงระยะเวลา 7 วัน ระหว่างช่วงระยะเวลาสร้างเมล็ดโดยพ่นสารละลายฮอร์โมน 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ระยะ 100 วัน เมื่อต้นพืชเข้าสู่ระยะสร้างเมล็ดโดยไคเนตินช่วยให้มีการเติมเต็มเมล็ดข้าวได้ดีขึ้น อีกทั้งยังช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ Khalil et al., (2006) ได้ใช้ไคเนตินกับพืชประเภทถั่วแดงโดยพ่นเมื่อปลูกได้ 70 และ 80 วัน พบว่าทำให้ความสูงของลำต้นลดลง แต่ทำให้จำนวนใบ จำนวนกิ่ง น้ำหนักรากแห้ง จำนวนดอกต่อต้น และน้ำหนักฝักเพิ่มขึ้น และยังลดการร่วงหล่นของดอกอีกด้วย

Dyer *et al.,* (1987) ทอลองใช้ ไซโตไคนินสังเคราะห์หลายชนิดในถั่วเหลืองสายพันธุ์ IX93 - 100 โดยพบว่าไซโตไคนินทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ดและขนาดของเมล็ดลดลง จำนวนฝัก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

น้ำหนักฝักและผลผลิตต่อต้นเพิ่มขึ้น Nagel *et al.,* (2001) ทดลองใช้ เบนซิลอาดีนินในถั่วเหลือง สายพันธุ์ SD - 87001 โดยทำการทดลองทั้งในโรงเรือนและในแปลงปลูก พบว่าในการทดลองในโรงเรือน เบนซิลอาดีนินมีผลทำให้การติดฝัก การติดเมล็ดและผลผลิตโดยรวมเพิ่มขึ้น (มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) แต่ในการทดลองในแปลงปลูก พบว่าเบนซิลอาดีนินไม่มีผลต่อถั่วเหลือง โดยพบว่าจำนวนเมล็ดและผลผลิต เพิ่มขึ้นเพียง 3 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved