Allelopathy : อีกหนึ่งทางเลือกในการควบคุมวัชพืช
(Allelopathy : an alternative in weed control)

สุชาดา สานุสันต์

1. บทนำ

การจัดการวัชพืชโดยใช้สารเคมีนับเป็นวิธีที่นิยมปฏิบัติกันมากในปัจจุบันเนื่องจากมีความรวดเร็วมีประสิทธิภาพสามารถเลือกทำลายวัชพืชได้อีกทั้งยังใช้ได้ดีกับพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีรายงานว่า ในแต่ละปีมีการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชสูงถึง 3 ล้านตันในระบบการเกษตร (Stephenson, 2000) แต่หากการใช้สารเคมีควบคุมวัชพืชติดต่อกันนานๆนั้น นอกจากจะเป็นอันตรายโดยตรงต่อผู้ใช้ยังมีผลทำให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อม ในปัจจุบันการพยายามใช้สารที่ได้จากพืชหรือวัชพืชมาควบคุมการเจริญเติบโตของพืชข้างเคียงเป็นวิธีการที่น่าสนใจ

ปัจจุบันมีรายงานค่อนข้างมากที่ยืนยันว่าพืชและวัชพืชหลายชนิดมีสารอยู่ในตัวเองและสามารถขับหรือปลดปล่อยสารนั้นออกมาแล้วไปมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชข้างเคียงหรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ได้ เรียกกระบวนการนี้ว่า allelopathy และเรียกสารที่มีในต้นพืชนั้นว่าสาร allelopathic ซึ่งถูกค้นพบโดย Molisch ในปี 1937 ซึ่งคุณสมบัตินี้มีผลได้ทั้งทางบวกหรือทางลบคืออาจจะกระตุ้นหรือยับยั้งการเจริญเติบโตของอีกพืชหนึ่ง

ดังนั้นการนำความรู้ความเข้าใจด้านนี้มาใช้ประโยชน์ในการควบคุมและวางแผนการจัดการวัชพืชให้อยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อผลผลิตของพืชปลูกในระดับเศรษฐกิจ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจและสามารถนำมาใช้ในการจัดการและควบคุมวัชพืชได้เพื่อเป็นการลดการใช้สารเคมีในการกำจัดวัชพืช อีกทั้งยังเป็นการลดปริมาณสารเคมีตกค้างในสิ่งแวดล้อมและในสินค้าเกษตรได้อีกทางหนึ่งด้วย

2. Allelopathy คืออะไร

2.1 ความหมายของ allelopathy

International Allelopathy Society (IAS) (1996) ได้ให้ความหมายของ allelopathy ไว้ว่าทุกกระบวนการที่มีการปลดปล่อยสารทุติยภูมิ (secondary metabolites produced) ไม่ว่าจะเป็นพืชจุลินทรีย์ ไวรัส และเชื้อราที่สารนั้นมีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของสิ่งมีชีวิตในระบบการเกษตร และระบบชีววิทยารวมถึงสัตว์ด้วย ซึ่งอาจจะมีผลต่อทั้งทางบวกและทางลบ

จากคำจำกัดความของ allelopathy ที่กล่าวมานั้น allelopathy เป็นปรากฏการณ์ทางชีวเคมีระหว่างพืชรวมทั้งจุลินทรีย์และสัตว์ ที่มีการปลดปล่อยสารทุติยภูมิออกมาสู่สภาพแวดล้อมในสภาพที่พืชอยู่ในสภาวะเครียดจะมีการปลดปล่อยสารทุติยภูมิออกมา ซึ่งสารเหล่านี้มีผลต่อสิ่งมีชีวิตข้างเคียงทั้งยับยั้งหรือกระตุ้นการเจริญเติบโตและปฏิกิริยาทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิตในสภาพแวดล้อมนั้นๆ สารที่ปลดปล่อยออกมาจะได้จากพืชที่มีชีวิตอยู่โดยการระเหย การชะล้างออกมาจากส่วนต่างๆ ของพืชไม่ว่าจะเป็น ราก ใบ ดอก ผล การสกัดได้จากพืช รวมถึงการย่อยสลายของซากด้วย

2.2 ประเภทของสาร allelopathic

สารทุติยภูมิที่ถูกสร้างขึ้นในต้นพืชนั้นไม่ได้มีผลเกี่ยวข้องโดยตรงกับกระบวนการพื้นฐานต่างๆในต้นพืช เช่น กระบวนการหายใจ การสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งสารทุติยภูมินี้มีบทบาทไม่เด่นชัด อาจเรียกว่าเป็น allelopathy จะทำให้พืชเกิดความต้านทานโรค ป้องกันและต้านทานแมลงและควบคุมการเจริญเติบโตเนื่องจากพืชมีชีวิตอยู่รอดนั้นเป็นผลจากการสร้างสารทุติยภูมิเหล่านี้

2.2.1 สาร allelopathic ที่ผลิตขึ้นโดยพืช

สาร allelopathic ที่พบโดยทั่วไปของพืชเป็นพวกผลิตภัณฑ์ (secondary products) บางชนิดมีประโยชน์ทางเศรษฐกิจ เช่น Alkaloid และ Terpene เป็นต้น บางชนิดช่วยป้องกันการทำลายของโรคและแมลง ส่วนมากที่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชได้แก่ phenolic acids ที่อยู่ในกลุ่มของ benzonic acids และ cinnamic acids

Putnam (1985) กล่าวว่ากลุ่มสารที่ผลิตขึ้นในพืชและสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชอื่น มักจะมีอยู่ 5 กลุ่มใหญ่ๆ คือ พวก Alkaloids, Steroids, Terpenoids, Acetogenins และ Phenylpropanes ซึ่งสารทุติยภูมิหลายชนิดที่พืชผลิตได้เป็นสาร aromatic ซึ่งรวมถึง flavonoids, tannins, alkaloids, coumarins และกรด aromatic อื่นๆ อีกหลายชนิด สารเหล่านี้เกิดขึ้นจาก shilimate pathway และเก็บรักษาไว้ใน vacuole โดยทั่วไปพืชจะสังเคราะห์สารพวก phenolic เป็นจำนวนมากเป็นอันดับสองรองจากคาร์โบไฮเดรต อย่างไรก็ตามในการสร้างสารเคมีที่มีในพืชนั้นต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพดิน ฤดูกาล อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระยะเวลาที่ได้รับสาร หรือการเปลี่ยนแปลงสารตามอายุ

2.2.2 สาร allelopathic ที่ผลิตขึ้นโดยจุลินทรีย์

สารหลายชนิดที่ถูกผลิตขึ้นโดยจุลินทรีย์ ได้ถูกนำมาศึกษาลักษณะทางเคมีพบว่าสารเหล่านี้มีการเลือกทำลายสูงแต่สาร allelopathic จากจุลินทรีย์ที่มีการเลือกทำลายพืชปลูกนั้นพบว่ามีช่วงของการเลือกทำลายที่แคบมาก เช่น จุลินทรีย์ *Helminthosporium carbonum* race I ผลิตสาร HC ที่เป็นพิษต่อข้าวโพด และสาร viridiol ที่ผลิตได้จาก mycelium ของเชื้อราที่เป็นพิษต่อผักโขม (Duke,1986) Heisey et al.,(1985) พบว่า cycloheximide เป็นสารที่สร้างขึ้นโดยจุลินทรีย์หลายชนิดที่แยกได้จากดิน เพราะว่า เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตพวก eukaryotic มากกว่าในการทำลายพืช

ตารางที่ 1 ตัวอย่างสารทุติยภูมิที่ผลิตขึ้นจากจุลินทรีย์

สารทุติยภูมิ	ชนิดของจุลินทรีย์	ที่มา
Anisomysin	*Strepthmyces*	Duke (1986)
Patulin	*Penicillium fungus on wheat straw*	Putnam(1985)
Bialaphos	*Streptomyces hygroscopic*	Putnam(1985)
Secalonic acid F (SAF)	*Aspergillus japonicus*	Zeng et al.,(2001)
Tentoxin(Cyclic tetrapeptide)	*Alternaria alternat*	Duke(1986)
Rhizobitoxine	*Rhizobium japonicum*	Duke(1986)

2.2.3 สาร allelopathic ที่ผลิตขึ้นโดยสัตว์

สัตว์โดยเฉพาะแมลงผลิตสารเคมีที่มีคุณสมบัติเป็นสารทุติยภูมิ ตัวอย่างของสารดังกล่าวที่ผลิตจากสัตว์นั้น คือ cantharidin เป็นสาร velicant จาก Spanish *fly,Lytta vesicatoria* L. และมีผู้พบว่าสาร cantharidin เข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ยับยั้งการเจริญเติบโตของ coleoptite ของข้าวสาลีและที่ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของต้นข้าวโพดถึง 35 เปอร์เซ็นต์ (รังสิต, 2533) แม้ว่าจะมีความเป็นไปได้น้อยมากที่จะผลิตสารกำจัดวัชพืชจากสัตว์อย่างไรก็ตาม สารเคมีจากสัตว์อาจจะใช้เป็นแนวทางที่ชี้ให้เห็นสารกำจัดวัชพืชกลุ่มใหม่ได้

2.3 การเข้าสู่สภาพแวดล้อมของสาร allelopathy Rice (1984) ได้แบ่งออกเป็นวิธีการต่างๆ ดังนี้

2.3.1 การระเหย (volatilization) allelopathic ที่มีการระเหยได้ง่ายในสภาพธรรมชาติทั่วไป เมื่อสารดังกล่าวมีการระเหยขึ้นมาแล้วจะอยู่ในบรรยากาศรอบข้างและถูกชะล้างจากใบลงสู่พื้นดินแล้วสามารถถูกดูดยึดได้โดยอนุภาคของดินแล้วมีผลต่อพืชปลูกต่อไป

2.3.2 การปลดปล่อยออกทางราก (root exudation) สาร allelopathic จะอยู่ในสารละลายดินโดยตรง

2.3.3 การชะล้างโดยฝน)leaching by rain) ฝนที่ตกลงมาอาจจะมีการชะล้างสารประกอบที่เป็นสาร allelopathic บริเวณใบและลำต้นและส่วนอื่นๆ ออกมาด้วย

2.3.4 การย่อยสลายของซาก (decomposition of residue) สาร allelopathic ที่อยู่ในส่วนต่างๆ ของพืชเมื่อเกิดการย่อยสลายโดยจุลิทรย์ที่จะถูกปลดปล่อยออกมาสู่ดิน

สารประกอบ allelopathic ที่มีการปลดปล่อยและลงไปสู่ดินได้ตลอดเวลา สามารถเคลื่อนย้ายได้ หรือถูก immobilized โดยจุลินทรีย์หรือถูกดูดยึดไว้โดยอนุภาคของดิน และถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ดิน (Cheng,1995) เป็นการยากที่จะประเมินอัตราการปลดปล่อยสาร allelopathic ในพืชที่มีชีวิตอยู่ ซึ่งสารประกอบ allelopathic ที่ปลดปล่อยออกมาจากส่วนต่างๆ ของพืชสามารถปลดปล่อยออกมาได้อย่างต่อเนื่องโดยถูกกระตุ้นจากปัจจัยภายในของพืชเอง หรือถูกกระตุ้นจากปัจจัยภายนอก เช่น ฝน (Zackrisson and Nilsson,1992) ตัวอย่างเช่น ต้นอ่อนของบาร์เลย์จะปลดปล่อย allelopathic ออกมาจากรากและใบเมื่อได้รับน้ำอย่างต่อเนื่อง (Lui and Lovell,1993)

ส่วนความเข้มข้นของสาร allelopathic ที่ปลดปล่อยออกมาจากพืชนั้นพอจะอ้างอิงได้จากระยะเวลาความยาวนานในอัตราการปลดปล่อยสาร allelopathic จากพืชนั้น ซึ่งในความเป็นจริงนั้นในสภาพแวดล้อม ความเข้มข้นของสาร allelopathic จะมีอยู่ต่ำมาก (Blum,1996 and Weidenhamer,1996) Weidenhamer(1996) ชี้ให้เห็นว่าระดับความเป็นพิษของสาร allelopathic นั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยรวมถึง ปริมาณของสารและระยะเวลาที่สารนั้นคงอยู่ในสภาพเวดล้อมนั้นๆ

2.4 ผลของสาร allelopathic ต่อการเจริญเติบโตของพืช

สาร allelopathic ที่ปลดปล่อยจากพืชหรือจากการย่อยสลายซากอาจจะไปมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชปลูกโดยไปรบกวนกระบวนการต่างๆ ทั้งกระบวนการทางสรีระวิทยาและชีวเคมีของพืช ผลกระทบขั้นปฐมภูมิ (primary effect) ของ allelopathy ที่มีต่อพืชปลูกจะเป็นผลมาจากเศษซากพืช (plant litter) ที่มีอยู่ในดิน หรือสารสกัดที่ได้จากพืชเนื่องจากพบว่ามีสารเคมีหลายๆ ชนิดในพืช ดังนั้นเมื่อมีเศษเหลือ (residue) ที่ตกค้าง หลังจากการเก็บเกี่ยวที่ถูกทิ้งไว้บนดิน หรือถูกไถกลบคลุกเคล้าไปกับดิน ต่อมาสารเคมีเหล่านี้ถูกปลดปล่อยออกมาเนื่องจากได้รับฝนหรือการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดิน Rice (1984) ได้อธิบายถึงการเกิดสารพิษ (phytotoxic substance) ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสลายเศษของซากพืชที่ตกค้างอยู่บนดิน ในกรณีซากพืช แม้ว่าบางครั้งมีผลกระทบทำให้พืชถึงตายหรือเพียงไปยับยั้งการเจริญเติบโตไม่ได้มีความสัมพันธ์โดยตรงกับการที่พืชอีกชนิดหนึ่งปลดปล่อยสารพิษอินทรีย์ แต่จะไปมีผลทางอ้อมต่อสิ่งแวดล้อมได้แก่ ทำให้ระดับ pH ในดินเปลี่ยนแปลง หรือลักษณะอื่นๆ ที่เป็นผลจากการย่อยสลายเศษของซากพืชในดิน ล้วนเป็นผลจากสารพิษทั้งสิ้น นอกจากนี้ยังรวมถึงผลผลิตที่จุลินทรีย์สร้างระหว่างการย่อยสลายซากพืช (phtotoxic microbial product) ที่ไปมีผลต่อพืชข้างเคียงด้วย

ผลกระทบขั้นทุติยภูมิ (secondary products) ที่เกิดขึ้นอันเนื่องมาจากสาร allelopathic ที่พืชสร้างและปลดปล่อยสารพิษออกมา ซึ่งมีผลไปยับยั้งการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชข้างเคียงอย่างไรก็ตาม allelopathy ในระดับนี้ยังไม่ส่งผลกระทบรุนแรงต่อผลผลิตมากเท่ากับสารที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากการย่อยสลายซากพืช แต่ก็มีข้อยกเว้นสำหรับพืชบางชนิด ได้แก่ สารjuglone ซึ่งเป็นสารที่ถูกปลดปล่อยมาจากต้น black walnut *(Juglans nigra)* และสารเคมีบางชนิดที่ถูกปลดปล่อยจากต้นเบญจมาศ *(Chrysanthemum morifolium)* ซึ่งหลักฐานที่รากพืชปลดปล่อยสารที่มีผลไปยับยั้งการเจริญเติบโตต่อพืชข้างเคียง นั้นยังไม่ชัดเจนพอและมีข้อจำกัดมากมาย อย่างไรก็ตาม เราสามารถพบปรากฏการณ์ที่เมื่อให้สารกำจัดวัชพืชอินทรีย์กับพืชหนึ่งแต่กลับไปมีผลกระทบหรือไปยับยั้งการเจริญเติบโตของอีกพืชชนิดหนึ่งที่ไม่ได้รับสารพิษนี้โดยตรงและพืชนี้ก็ไม่มีระบบรากที่สัมผัสกับรากพืชที่ได้รับสารเลย ซึ่งปรากฏการณ์ดังกล่าวอาจจะเป็นผลจาก allelopathy ได้เช่นกัน

2.4.1 ผลของสาร allelopathic ต่อการแบ่งเซลล์ (cell division) และการขยายตัวของเซลล์ (cell elongation)

สาร allelopathic มีบทบาทสำคัญในการเจริญเติบโตของเซลล์ ไม่ว่าจะเป็นการขยายตัวของเซลล์ และการแบ่งเซลล์ (Ortega et al .,1988) Wink และ Latz (1995) รายงานว่าทั้ง salts,amino acids,sugars,phenolic compounds,organic acids,terpenoids และ alkaloids มีอิทธิพลต่อการยืดยาวของ hypocotyls และการเจริญเติบโตของรากของ Garden cress *(Lepidium sativum)* ส่วน Aliotta และคณะ (1993) พบว่าสาร phenylpropanoids และ coumarins สามารถขัดขวางการยืดขยายตัวของเซลล์ราก radish และพบว่ายอดปลายขนรากจะมีลักษณะเป็นกลุ่มหยิกฟูซึ่งแตกต่างจากกลุ่มที่ไม่ได้รับสารเหล่านี้ ส่วน Li และคณะ (1993) พบว่า

juglone ที่ความเข้มข้น 10^{-4} และ 10^{-3} โมล่าห์ จะขัดขวางการยืดขยายตัวของเซลล์ epicotyl ของต้นกล้าถั่ว Etiolated *(P.sativum)* อีกทั้งวัชพืชจำพวก Cenchrus arvensis,Chenopodoum album และ Crisum arvense จะมีสาร allelopathic compound ที่สามารถขัดขวางกระบวนการแบ่งเซลล์แบบ mitosis ในรากของข้าวสาลี

สาร allelopathic ที่ปลดปล่อยออกจากใบของวัชพืชจำพวก Salvia leucophylla จะสามารถยับยั้งการแบ่งเซลล์ ในรากของต้นกล้าพืชตระกูลกะหล่ำ เช่นเดียวกับสาร coumarin สามารถยับยั้งการบ่างเซลล์แบบ mitosis ในรากของหัวหอม (Allium cepa L.) ได้อย่างสมบูรณ์ภายใน 2-3 ชั่วโมงหลักจากที่รากได้รับสารดังกล่าว (Putnam,1985) และวัชพืช Juglans nigra จะมีสารพิษที่สามารถทำลายหรือมีพิษต่อมะเขือเทศ (Rice,1984)

นอกจากนี้จากการศึกษาของ Chon และคณะ (2002) ถึงผลของสารสกัดจากใบ alfalfa ซึ่งสารสกัดที่ได้จะเป็นสารประกอบ phenolic ส่วนใหญ่เป็นสาร coumarin ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของราก alfalfa ซึ่งพบว่า coumarin จะขัดขวางการยืดตัวและการแบ่งเซลล์ของรากชี้ให้เห็นว่าบริเวณ seminal root จะมีลักษณะพองฟูผิดปกติ

2.4.2 ผลของสาร allelopathic ที่มีต่อการงอกของเมล็ดพืช

จากการศึกษาของ Martin (1990) ถึงอิทธิพลของสารสกัดจากข้าวโพด ถั่วเหลือง ข้าวโอ๊ต และหญ้าที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของข้าวโพดพบวาสารสกัดจากถั่วเหลืองและข้าวโอ๊ต มีผลในการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย ในขณะที่สารสกัดของข้าวโพดและหญ้ามีผลในการยับยั้งการงอกของเมล็ดและการเจริญเติบโตของข้าวโพดอย่างรุนแรง และพบว่าระดับความรุนแรงมีความสัมพันธ์กับอายุและความเข้มข้นของไนโตรเจนจากซากพืช จากสารสกัดจากใบสดและแห้งของแคฝรั่ง(Gliricidia maculate H.B.K.) ด้วยน้ำ พบว่าสารละลายนี้สามารถยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพริกหยวก (Capsicum annum L.) (Chandrasena et al.,1989) สารสกัดจากรากคื่นฉ่ายแห้ง (Apium gravelens L.) สามารถยับยั้งการงอกของผักกาดหัว (Raphanus sativus L.) ผักกาดหอม แครอท และคื่นฉ่าย จากมากไปน้อย ตามลำดับ (Bewick et al .,1994)

2.4.3 ผลของสาร allelopathic ที่มีต่อการดูดยึดธาตุอาหารของพืช

สารประกอบพวก phenolic ที่เพิ่มขึ้นจะทำให้ K ในรากพืชไหลออกสู่ภายนอกมากขึ้นทั้งนี้เพราะสารดังกล่าวอาจทำให้การทำงานของ membrane บริเวณดังกล่าวเปลี่ยนแปลง อีกทั้ง กรด salicylic และกรด phenolic จะขัดขวางการดูดซึมธาตุ K ในพืช (Putnam,1985) ส่วน Yu และ Matsui (1997) ได้ศึกษาอิทธิพลของสาร cinnamic acid ซึ่งเป็นสาร allelopathic ที่พบเป็นส่วนใหญ่ที่ปล่อยออกจากรากของ Cucumber ที่มีต่อการขัดขวางการดูดธาตุอาหารจำพวก NO^{-}_{3},$H_2PO^{-}_{4}$,SO_4^{2-},K^{+},Ca^{2+},Mg^{2+} และ Fe^{2+} ของต้นกล้าแตงกวาพบว่าสาร cinnamic acid จะขัดขวางการดูดธาตุอาหารทั้งหมดที่กล่าวมายกเว้น $H_2PO_4^{-}$ แต่ก็ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารและ pH ของดินด้วย เมื่อ pH ลดลงการขัดขวางการดูดธาตุอาหารจะเพิ่มขึ้นด้วย เช่นเดียวกับ Booker และคณะ (1992) ได้พบว่าอิทธิพลของ ferulic acid มีผลต่อการขัดขวาง การดูดธาตุอาหารจำพวก

phosphate,nitrate และ sulfate Lyu และคณะ (1990) รายงานว่า ferulic,P-coumaric และ vanilic acids ขัดขวางการดูดธาตุฟอสฟอรัสของต้นกล้า Cucumber นอกจากนั้น Baziramakenga และคณะ (1997) พบว่า benzoic,vanillic,cinnamic และ fuferulis acids จะขัดขวางการดูด ^{32}P ของต้นกล้าถั่วเหลืองอย่างไรก็ตาม P-hydroxybenzoic และ P-coumaric acids ที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยจะทำให้มีการดูดซับ ^{32}P ของต้นกล้าถั่วเหลืองเกิดขึ้น ส่วนวัชพืชพวก Amaranthus retroflexus และ Setaria invidis จะมีสาร allelopathic compound ที่ขัดขวางกระบวนการดูดซึมธาตุอาหารฟอสฟอรัสของพืชตระกูลถั่ว Agropyron repens เมื่อขึ้นแก่งแย่งแข่งขันกับข้าวโพดจะปลดปล่อยที่ทำให้ข้าวโพดมีการดูดซึมธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสลดลง

2.4.4 ผลของสาร allelopathic ที่มีต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของโปรตีน นิวคลีอิกแอซิค และผลของสาร allelopathic ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ในพืช

สารประกอบ allelopathic จำนวนมากที่มีรายงานว่ามีผลต่อการสังเคราะห์ protein และกระบวนการ metabolism ของ RNA และ DNA (Einhelling,1995) อีกทั้งยังมีผลต่อ metabolism ของเอนไซม์และกรดอะมิโน ซึ่งสาร ferolic และ coumarin มีผลยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์โปรตีน (protein synthesis) ในเมล็ดและใน embryo ของพืช (Puntnam,1985) และมีรายงานว่าสาร chlorogenic acid,caffeic acid และ catchol จะสามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ phosporylase ในมันฝรั่งๆได้ (Putnam,1985) และจากการศึกษา Zeng และคณะ (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลของสาร Secalonic acids F (SAF) ซึ่งเป็นสาร allelopathic ที่ได้มาจาก *Aspergillus japonicas* ที่มีต่อกระบวนการชีวเคมีและสรีรวิทยาของพืชพบว่ามีอิทธิพลต่อกิจกรรมของเอนไซม์โดยเฉพาะ superoxide dismutase (SOD) และ peroxidase (POD) ซึ่งพบว่ากิจกรรมของ superoxide dismutase (SOD) และ peroxidase (POD)ของข้าวฟ่าง ข้าว และ Rape ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อได้รับ ความเข้มข้น 0.3 mM ซึ่งการลดลงของเอนไซม์ทั้งสองนี้ ซึ่งอาจจะเป็นสาเหตุที่เกิดการสะสมออกซิเจนอิสระในใบของพืช ทำให้ membrane lipid เกิด peroxidation ส่งผลให้ระบบเนื้อเยื่อพืชได้รับความเสียหาย ส่วนปริมาณของ soluble protein ใน Rape จะมีปริมาณลดลงเมื่อได้รับสาร Sacalonic acids F (SAF)

ตารางที่ 2 ตัวอย่างความเป็นพิษและผลของสาร allelopathic ที่มีต่อกระบวนการสรีรวิทยาของพืช

allelopathic	ผลการยับยั้ง	ที่มา
Phenolic acids	เพิ่มกิจกรรมของ polyamine oxidase ในต้นกล้าของ cucumber	Politycka (1999)
Ferulic,p-coumaric acids	มีผลต่อ lipid และองค์ประกอบของ fatty acid ในระหว่างการงอกของ *Brassica napus*	Baleroni et al.,(2000)
Alkaloid 12-epi-hapalindole E, จาก Cyanobacterium fischerlla	ยับยั้งการสร้าง RNA , protein ,DNA replication	Doan et al.,(2000)

Phenols	ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ oxidative pentose phosphate ใน ระหว่างการงอก *Pinus laricio* มีผลต่อ DNA polymerase I,protein synthesis	Muscolo et al.,(2001)
Alkaloids(aconitine,beeberine, caffeine,cinachonine)	,membrane stability	Wink and Latz-B running (1995)

2.4.5 ผลของสาร allelopathic ที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชในด้านอื่นๆ

นอกจากสาร allelopathic จะมีผลในด้านอื่นๆที่กล่าวมายังมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชในด้านอื่น ๆอีกไม่ว่าจะเป็น ผลของสาร allelopathic ต่อกระบวนการหายใจ กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช ผลต่อฮอร์โมนพืช โครงสร้างของเซลล์ และยังมีผลต่อ membrane permeability กล่าวคือ สาร scopoletin ซึ่งเป็นสารประกอบพวก coumarin จะทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชพวก ทานตะวัน ยาสูบและผักขมลดลง และสารประกอบพวก กรด phenolic บางชนิดสามารถทำให้ถั่วเหลืองมีปริมาณคลอโรฟิลล์และอัตราการสังเคราะห์แสงต่ำลง (Putnum,1985) นอกจากนี้ Zeng และคณะ (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลของสาร Secalonic acids F (SAF) ซึ่งเป็นสาร allelopathic ที่ได้มาจาก *Aspergillus japonicas* มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยไปมีผลต่อปริมาณ chlorophyll ของพืช โดยพบว่าที่ความเข้มข้นของ Secalonic acids F 0.038 mM ทำให้ปริมาณ chlorophyll เพิ่มขึ้นแต่เมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเป็น 0.075 mM ทำให้ปริมาณ chlorophyll ลดลงอย่างมีนัยสำคัญและพบว่าที่ความเข้มข้น 0.15 mM ปริมาณ chlorophyll a และ chlorophyll b เท่ากับ 49.6 และ 36.8 เปอร์เซ็นต์ ของ ชุดควบคุมและที่ความเข้มข้นนี้ทำให้ใบข้าวฟ่างมีสีเหลือง และพืชทดสอบที่ประกอบด้วย ข้าว ข้าวฟ่าง cucumber และ rape มีอัตราการสังเคราะห์แสงลดลงเมื่อความเข้มข้นของ Secalonic acids F เพิ่มขึ้นและพบว่าที่ความเข้มข้น 0.038 mM อัตราการสังเคราะห์แสงของพืชใบเลี้ยงคู่ลดลงมากกว่าพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

สาร allelopathic หลายชนิด เช่น juglone,phenolic acid ,aldehydes,flavonoid ,cuomarin มีผลต่อกระบวนการ oxidative phophorylation ทำให้การสร้าง ATP ในพืชลดลง (Putnam,1985) สาร allelopathic สามารถขัดขวางกระบวนการหายใจที่แตกต่างกันเช่น O_2 uptake,oxidative ของ NADH การผลิต ATP,electron transport และ dark CO_2 production นอกจากนี้จากงานทดลองของ Zeng และคณะ (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลของสาร Secalonic acids F (SAF) ซึ่งเป็นสาร allelopathic ที่ได้มาจาก *Aspergillus japonicas* มีผลต่อกระบวนการหายใจของพืชโดยทำให้อัตราการหายใจของ ข้าว ข้าวฟ่าง cucumber และ rape เพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ Secalonic acids F (SAF) เพิ่มขึ้นและพบว่าอัตราการหายใจของพืชใบเลี้ยงคู่เพิ่มขึ้นมากกว่าในเลี้ยงเดี่ยว

สาร monohydroxybenzoic acid จะกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ IAA oxidase มากขึ้น จะส่งผลทำให้ปริมาณฮอร์โมน IAA มีกิจกรรมลดลง และ Zeng และคณะ (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลของสาร Secalonic acids F (SAF) ซึ่งเป็นสาร allelopathic ที่ได้มาจาก *Aspergillus japonicas* ที่มีต่อปริมาณของabscisic acid (ABA) ที่มีความสำคัญต่อการเปิด ปิดปากใบ จากการที่ต้นกล้าข้าวได้รับสาร Secalonic acids F (SAF) เป็นเวลา 5 วันแล้ววิเคราะห์ปริมาณ abscisic acid (ABA) โดยใช้เทคนิค enzyme-linked immunsorbent assay (ELISA) พบว่าปริมาณ abscisic acid (ABA) เพิ่มขึ้น 158 เปอร์เซนต์เมื่อพืชได้รับ Secalonic acids F (SAF) เป็นเวลา 10 วัน ปริมาณ abscisic acid (ABA)เพิ่มขึ้น 230.5 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าปริมาณ abscisic acid (ABA)จะเพิ่มขึ้นเมื่อพืชได้รับ Secalonic acids F (SAF) เป็นเวลานาน การที่ปริมาณ abscisic acid (ABA)เพิ่มขึ้นนี้จะส่งผลต่อการเปิด ปิดปากใบโดยทำให้ปากใบปิดทำให้พืชขาดน้ำ

สารประกอบพวก phenolic ที่เพิ่มขึ้นทำให้ K- ในรากพืชไหลออกสู่ภายนอกมากขึ้นทั้งนี้เพราะสารดังกล่าวอาจทำให้การทำงานของ membrane บริเวณดังกล่าวเปลี่ยนแปลงไป และจากการศึกษาของ Zeng และคณะ (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลของสาร Secalonic acids F (SAF) ซึ่งเป็นสาร allelopathic ที่ได้มาจาก *Aspergillus japonicas* ส่งผลทำให้ chloroplast พองตัวและมีการกระจายตัวไม่เป็นระเบียบนอกจากนี้ยังทำให้เนื้อเยื่อของ chloroplast สูญเสียโครงสร้างมองเห็นได้ไม่ชัดเจนอีกทั้งยังมีอิทธิพลต่อ membrane permeability ซึ่งพบว่าค่า EC ของข้าวและ rape ทั้งก่อนและหลังต้มเพิ่มขึ้น โดยค่า EC ของ rape จะเพิ่มขึ้น 59.6 เปอร์เซ็นต์ หลังจากต้มเมื่อเปรียบเทียบกับ control และค่า EC ของแตงกวาและข้าวฟ่างก่อนต้มเพิ่มขึ้น 169.2 และ 80.9 เปอร์เซ็นต์ แต่การเปลี่ยนแปลงหลังต้มมีเพียงเล็กน้อย EC ของพืชทดสอบที่เพิ่มขึ้นมากกว่า control แสดงให้เห็นว่ามีสารที่รั่วไหลออกมาจากเซลล์ของพืชทดสอบ เนื่องจากเนื้อเยื่อของพืชเกิดการเสียหายจากสาร Secalonic acids F (SAF) ที่ได้รับ

นอกจากนั้นสาร allelopathic ยังมีผลต่อความสูง น้ำหนักสด ตลอดจนผลผลิตของพืชได้ซึ่งการที่สาร allelopathic มีผลต่อผลผลิตพืชได้นั้นอาจเกิดจากสารบางประเภทที่พืชบางชนิดขับออกมาจากรากสารเหล่านี้จะสะสมอยู่ในดิน จากซากที่อยู่ในดิน หรือจากการย่อยสลายของจุลินทรีย์และเป็นสารพิษต่อพืชที่ปลูกตามหลังได้ ดังเช่น Iron และ Burnside (1982) รายงานว่าสารที่ปลดปล่อยออกมาจากรากของทานตะวันทำให้น้ำหนักสดของข้าวฟ่าง ถั่วเหลืองและทานตะวันลดลงได้ นอกจากสาร allelopathic จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชแล้ว พบว่าสาร allelopathic ที่ความเข้มข้นต่ำๆ สามารถส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้

อย่างไรก็ตามไม่มีการศึกษาในห้องปฏิบัติการที่สามารถทำนายความเป็นไปได้ของการเกิดปรากฏการณ์ allelopathy จากสาร allelopathic ในสภาพธรรมชาติได้ เพราะอาจจะเกิดจากกลไกการแทรกแซงจากปัจจัยธรรมชาติอื่นๆ เช่น เกิดจากการแข่งขัน การเกิด immobilization ของธาตุอาหาร ไมคอไรซา และจุลินทรีย์ดิน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้เช่นกัน

2.5 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของสาร allelopathic

2.5.1 ปัจจัยทางพืช

-ชนิดพันธุ์พืชและปริมาณของซาก จากการศึกษาของ Ebana และคณะ (2001) การแสดงออกของสาร allelopathic ของข้าว 10 สายพันธุ์พบว่าสามารถจำแนกสาร allelopathic จากข้าวที่จำเพาะกับพืชที่ได้รับคือ ducksalad และพันธุ์ข้าวที่ไม่มีการแสดงออกของสาร allelopathic ต่อ ducksalad ซึ่งพันธุ์ข้าวที่มีสาร allelopathic ที่จำเพาะกับ ducksalad คือ พันธุ์ PI312777,TN1 และ Masrai ส่วนพันธุ์ที่ไม่แสดงออกคือ Rexmont,Taichung 65,Koshihikari,Dura,Muha และ North Rose จะเห็นได้ว่าแม้จะเป็นพืชชนิดเดียวกันแต่ต่างพันธุ์กันอาจจะแสดงออกถึงความเป็นพิษของสาร allelopathic ได้แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า หากพืชได้รับสาร allelopathic ในระดับต่ำอาจจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชแต่ถ้าหากได้รับในระดับที่สูงอาจจะยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชที่ได้รับ Chistine และคณะ (1990) รายงานว่าหากเพิ่มปริมาณตอซังทานตะวันพันธุ์ Dekalb 600 และพันธุ์ Hysun 31 เป็นสามเท่า มีผลทำให้เพิ่มความเป็นพิษของสาร allelopathic เป็น 118 และ 82 เปอร์เซ็นต์

-อายุพืชและส่วนต่างๆของพืช แต่ละส่วนของพืชไม่ว่าจะเป็นใบ ลำต้น ราก หรือช่วงอายุที่นำมาสกัดหาสารพิษนั้นจะมีความแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณของสาร allelopathic ที่พบ จากการใช้น้ำเป็นน้ำยาสกัดข้าวในระยะการเจริญต่างกัน คือระยะต้นกล้า และระยะเจริญเติบโต และสกัดจากเนื้อเยื่อต่างกันคือ ใบ ต้น และราก ที่มีต่อพืชทดสอบ คือ ducksalad และ lettuce พบว่าสารสกัดจากใบข้าวในระยะ 6 ใบ ยับยั้งการเจริญเติบโตของรากมากกว่าสารสกัดจากเนื้อเยื่อส่วนอื่นๆ และพบว่าสารสกัดข้าวในระยะเติมเมล็ดมีอิทธิพลต่อพืชทดสอบน้อยมาก

2.5.2 ปัจจัยทางชนิดดินและคุณสมบัติของดิน

สาร allelopathic เมื่อเข้าสู่ดินแล้วอาจจะถูก toxify หรือ detoxify โดยจุลินทรีย์หรืออาจจะถูกดูดยึดอยู่กับอนุภาคของอินทรียวัตถุซึ่งจะทำให้ความเป็นพิษต่อพืชอื่นลดลง (Inderjit,2001) Christine และคณะ (1990) ทำการศึกษาอิทธิพลของดินที่มีต่อการแสดงออกของสาร allelopathic ต่อการงอกของข้าวสาลี โดยการปลูกข้าวสาลีในดินต่างกันพบว่าดินต่างชนิดกันมีผลต่อการงอกของข้าวสาลีแตกต่างกัน นอกจากนี้ยับพบว่าดินที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงจะทำให้สาร allelopathic ไม่ทำงาน เนื่องจากเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดยึดสารและทำให้กิจกรรมจุลินทรีย์เป็นไปได้ดี Inderjit (2001) รายงานว่าปริมาณของ phenolic ที่สกัดได้จากใบของ P.lanceolata โดยทำการสกัดที่ปลูกในเนื้อดินที่แตกต่างกัน คือ clay,sandy loam,sand และ silty loam พบว่าดินทรายจะมีการปลดปล่อยของสาร phenolic มากที่สุดรองลงมาได้แก่ sandy loam,clay และ silty loam ตามลำดับ

2.5.3 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม

แสง อุณหภูมิ ธาตุอาหาร ความชื้น สภาวะความเครียดของพืชล้วนเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปลดปล่อยสาร allelopathic จากพืช นอกจากนี้กิจกรรมของจุลินทรีย์ก็มีผลต่อความเป็นพิษของสาร allelopathic เช่นกัน

ตารางที่ 3 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการปลดปล่อยสาร allelopathic G,germination;RE,root elongation;SG,seeding growth.

Stress	Bioassay	Species	Allelopathic	Reference
High temperature	SG	Soybean;grain sorghum	Ferulic acid	Einhelling and Eckrich (1984)
High temperature	Plantlets	barley	Gramine	Hanson et al.,(1983)
Low nutrients	RE	barley	Phenolic acids	Glass (1976)
Low N or P	RE	barley	p-coumaric acid;vanilic acid	Stowe and Osborn(1980)
Low N or K	SG	Schizachyrium	hydrocinnamic acid	Williamson et al.,(1992)
Moisture stress	G,SG	scoparium Grain sorghum	ferulic acid	Einhellig (1989)

3.แนวทางการใช้ประโยชน์ของ allelopathy ในการควบคุมวัชพืช

3.1 การใช้ซากพืชและพืชคลุมดิน (crop residues and cover crops)

การวิจัยในสหรัฐอเมริกาได้ศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำพืชคลุมดินหรือซากพืช มาใช้ควบคุมวัชพืชในการปลูกพืชโดยไม่ไถพรวนดิน พืชเหล่านั้นได้แก่ rye, subterranean clover,crimson clover และ hairy vetch (Yenish et al.,1996) พืชคลุมดินที่ใช้ปลูกในการควบคุมวัชพืช เช่น จำพวกธัญพืช ข้าวฟ่างชนิดต่างๆ ข้าวไรน์ เป็นต้น พืชวงศ์ถั่ว ได้แก่ ถั่วพุ่ม โสน อัลฟาฟา เป็นต้น พืชวงศ์หญ้า ได้แก่ หญ้าในสกุลข้าวสาลี หญ้าซูดาน และพืชวงศ์อื่นๆ ได้แก่ ทานตะวัน แต่ต้องระวังไม่ให้พืชคลุมดินเหล่านี้กลายเป็นวัชพืชต่อไปในอนาคต โดยการกำจัดพืชเหล่านี้ก่อนที่จะผลิตเมล็ด

จากการศึกษาซากรากคื่นฉ่ายที่คลุกกับดินปลูกที่มีต่อพืชปลูกและวัชพืชชนิดต่างๆ ที่ปลูกทดสอบในเรือนทดลอง พบว่าระดับความเข้มข้นที่ใช้คิดจากเปอร์เซนต์ส่วนรากของคื่นฉ่าย ทำให้การเจริญเติบโตของผักโขมหนามลดลง 50% (Thomas et al.,1994) Przepiorkowski และGorski (1994) ได้ประเมินอิทธิพลของซากของราก Rye ที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของวัชพืช 3 ชนิด คือ Barnyardgrass, Willowherb (*Epilobium cilatum* Rafin) และ Horseweed (*Conyza canadensis* (L.) Cronq.) ซึ่งจากการศึกษาพบว่า เมื่อนำซากราก rye โดยทำการคลุกเคล้าไปในดิน พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของวัชพืชลดลงโดยเฉพาะวัชพืชจำพวก Barnyardgrass มีอัตราการเจริญเติบโตลดลงมากที่สุด ส่วน Barnes และ Putnam (1983) รายงานไว้ว่า การใช้ซากของ rye คลุมดิน สามารถลดน้ำหนักแห้งของวัชพืชได้ 63 % ซึ่งเค้าพบว่าสาร allelopathic ในซาก rye ที่หายไปมีความสัมพันธ์กับวัชพืชมากกว่าการหายไปของซาก นอกจากนั้น Einhellig และ Leather (1988) แนะนำว่า ซาก sorghum สามารถควบคุมวัชพืชใบกว้างได้ดีแต่ไม่ค่อยมีผลกับวัชพืชใบแคบ

Fujii และคณะ (1992) พบว่าเมื่อนำซากของพืช Velvet bean (Mucuna pruiens var.utilis) มาคลุมดินจะช่วยทำให้ผลผลิตของ graminaceous crops เพิ่มขึ้นอีกทั้งยังสามารถควบคุมวัชพืชจำพวก purple mutsedge และ cogon grass ได้อีกด้วย ซึ่งเค้าพบว่า Velvet bean จะมีสารจำพวก L-DopA(L-3,4-dihydroxyphenylalanine) ซึ่งเป็นสาร allelopathic อีกทั้ง Worsham and Blum (1992) รายงานว่า เมื่อใช้ rye และ subter ranean clover เป็นพืชคลุมดินทำให้การเจริญเติบโตของวัชพืชลดลงโดยเฉพาะวัชพืช จำพวก amaranth (*A.retroflexus,A. spinosus,* และ *A. hybridus*) และ common lamb'squarter Einhellig (1999) ศึกษา Buckwheat และข้าวโอ๊ต เป็นพืชคลุมดินทำให้น้ำหนักแห้งและพื้นที่ใบของวัชพืช lambsquarters (*Chenopodium album* L.) ลดลง ซึ่ง Weston (1996) กล่าวว่าการใช้พืชหรือซากพืชคลุมดินจะสามารถควบคุมวัชพืชได้บางชนิดเท่านั้นขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุและพืชคลุมดินนั้นๆ เช่นเดียวกับ Inderjit และ Keating (1999) กล่าวว่า การใช้พืชหรือซากพืชคลุมดินไม่สามารถที่จะควบคุมวัชพืชได้อย่าง 100 เปอร์เซ็นต์ เพียงแต่การใช้พืชหรือซากพืชที่ปลดปล่อยสาร allelopathic นั้นเป็นการบรรเทาหรือช่วยลดจำนวนของวัชพืชที่ขึ้นมาซึ่งจะเป็นผลดีต่อพืชปลูกตามมา วิธีการใช้ allelopathy ของพืชคลุมดินหรือการใช้เศษซากพืชคลุมดินอาจจะช่วยลดการใช้สารเคมีควบคุมวัชพืชและมีประโยชน์มากในการลดวัชพืชในแปลงปลูกได้วิธีหนึ่ง ซึ่งประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชนั้นต้องพิจารณาช่วงระยะเวลาของการเก็บซากพืชไว้ในดินด้วย

3.2 การปลูกพืชหมุนเวียน (crop rotations)

การปลูกพืชหมุนเวียนสามารถลดปัญหาวัชพืชได้วิธีการหนึ่ง ทั้งนี้ก็เนื่องจากอาศัยหลักการที่ว่าพืชปลูกแต่ละชนิดที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน ซึ่งเกษตรกรจำเป็นต้องมีการปลูกและบำรุงรักษาที่ไม่เหมือนกัน การปลูกพืชหมุนเวียนทำให้สภาพแวดล้อมแตกต่างกันออกไป ดังนั้นจึงทำให้ลดปัญหาการขึ้นแข่งขันของวัชพืชชนิดใดชนิดหนึ่งลงได้อิทธิพลของพืชที่ปลูกก่อนต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่ปลูกตามหลังนั้น นักวิทยาศาสตร์ได้ตั้งสมมุติฐานว่า อาจเกิดจากสารบางประเภทที่พืชบางชนิดขับออกมาจากรากสารเหล่านี้อาจจะสะสมอยู่ในดินและเป็นสารที่เป็นพิษต่อพืชที่ปลูกตามหลังได้

Tongma และคณะ (1998) พบว่าเมื่อนำดินที่เคยปลูก *Tithonia diversifolia* มาก่อนสามารถลดอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้า radish, rice ,sorghum และวัชพืชจำพวก southerm crabgrass,rice flatsedge และ slender amaranth ซึ่งจากการตรวจสอบพบว่าใน *Tithonia diversifolia* จะมีสาร allelopathic จำพวก lactones, tagitinin A, tagitinin C และ flavonoid ในปริมาณมาก และอาจจะทำให้ลดอัตราการงอกและการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกตามได้ บางชนิด แต่ก็พบว่ายังสามารถควบคุมวัชพืชบางชนิดที่กล่าวไปแล้วได้อีกด้วย Inderjit and Dakshini (1996)การศึกษาสาร allelopathic ของ *Pluchea lanceolata* ที่มีในสภาพแปลงเพาะปลูกพบว่าในดินชั้นบนจะมีสาร phenolic อยู่มาก เมื่อนำดินที่เคยปลูก *P. lanceolata* มาปลูกพืชทดสอบพบว่าการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ คือ ผักกาดหัว แครอท ข้าวโพด mustard

มะเขือเทศ turnip chick pea และข้าวสาลีถูกยับยั้งเมื่อปลูกในดินที่เก็บมาจากแปลงที่เคยปลูก *P. lanceolata* เป็นเวลา 2 ปี และดินที่เก็บมาจากแปลงที่เคยปลูก *P. lanceolata* เป็นเวลา 1 ปี ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของสาร phenolic ทั้งหมดที่มีในดินส่วนบนที่ *P. lanceolata* ที่เก็บมาจากทั้ง 2 สภาพแปลงปลูก ส่งผลต่อการตอบสนองการเจริญเติบโตของพืชที่ทดสอบ เมื่อเราทราบถึงผลกระทบดังกล่าวจึงควรหาแนวทางในการหลีกเลี่ยงปลูกพืชที่ได้รับผลกระทบต่อไปเพื่อลดความเสียหายอันอาจจะเกิดจากสาร allelopathic

พืชปลูกหลายชนิดเป็นพืชที่มีสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชอื่นๆ ได้เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ทานตะวัน และงา เป็นต้น (Rasmussen et al.,1992)และการปลูกพืชในพื้นที่ที่มีการปลูกพืชที่มีสารยับยั้งการเจริญเติบโตมาก่อนบางครั้งการเจริญเติบโตของพืชปลูกตามนั้นจะได้รับผลกระทบจากผลตกค้างของพืชที่ปลูกก่อนได้ (Hedge and Miller,1990)และการปลูกพืชที่มีสารยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของวัชพืชได้

ดังนั้นการปลูกพืชตามในระบบการปลูกพืชนั้น เพื่อให้พืชที่ปลูกก่อนในระบบการปลูกพืชปลอดภัยต่อพืชที่ปลูกตามหรือปลูกร่วม และอาจจะช่วยควบคุมวัชพืชได้อีกด้วยจึงควรทราบว่าพืชแรกมีผลกระทบต่อพืชและวัชพืชอย่างไร และมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชและวัชพืชอะไรได้บ้าง เพื่อจะได้นำข้อมูลในการนำสารที่มีในพืชแรกหรือทำการวางแผนการปลูกพืชตาม มาพัฒนาในการควบคุมวัชพืช ต่อไป

3.3 การใช้สารสกัดจากพืช (crop water extracts)

Putnam (1984) ได้กล่าวไว้ว่า สาร allelochemicals เป็นสารธรรมชาติที่สามารถเป็นสารกำจัดวัชพืชได้อีกทั้งสารที่ได้จากธรรมชาติจะไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม (Duke et al.,2002) สารที่ผลิตจากธรรมชาติบางชนิดสามารถเป็นสารกำจัดวัชพืชทางการค้าได้อีกด้วย เช่น trietone, cinmethylin, bialaphos, glufosinate และ dicamba สารที่สกัดจากผักปอดนา มีอิทธิพลยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชที่นำมาทดสอบโดยทำให้ความยาวของรากวัชพืชลดลง ที่ระดับความเข้มข้นอัตรา 0.1 กรัมของน้ำหนักสด และความยาวรากของวัชพืชถูกยับยั้งมากขึ้นเมื่ออัตราของสารสกัดผักปอดนาเพิ่มขึ้น

ดังนั้นจึงความมีการศึกษาวิเคราะห์ต่อไปอีกว่าสารดังกล่าวเป็นสารชนิดใดเพื่อจะได้เป็นข้อมูลในการที่จะนำสารจากผักปอดนานี้มาใช้ประโยชน์ในการควบคุมวัชพืชต่อไปได้ Macias (1995) ได้สรุปไว้ว่าสาร allelopathic ที่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารกำจัดวัชพืชได้นั้น ส่วนใหญ่จะเป็นพวก terpenoids, monoterpenes, sesquiterpenes, sesquiterpene lactones , triterpenenes โดยเฉพาะสาร allelopathic จำพวก terpenoids และ fatty acids ซึ่งได้มีการพัฒนาเพื่อเป็นสารกำจัดวัชพืชในอนาคต

3.4 เทคนิคการคัดเลือกพันธุ์พืชที่มีสาร allelopathic (germplasm selection)

การพัฒนาพันธุ์พืช เพื่อให้มีสารออกฤทธิ์เพิ่มขึ้นโดยใช้เทคนิคทางพันธุวิศวกรรมเนื่องจากปริมารสารออกฤทธิ์ในพืชหลายชนิดขึ้นกับสภาพแวดล้อมและลักษณะทางพันธุกรรม

งานทดลองของ จรรยาและรังสิต (2543) ได้คัดเลือกสายพันธุ์ข้าวไร่ จำนวน 569 สายพันธุ์ จากธนาคารเชื้อพันธุ์ข้าว กรมวิชาการเกษตร เพื่อทดสอบศักยภาพในการลดการเจริญเติบโตของวัชพืช เมื่อปลูกร่วมกันนำสายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการลดการเจริญเติบโตของวัชพืชในระดับต่างกัน มาทดสอบกับวัชพืช *Echinochloa colona, Echinchloa crusgalli, Euphorbia geniculata, Mimosa podica, Mimosa invisa* และ *Lactuca sativa*และพบว่าสายพันธุ์ข้าวไร่ 23 สายพันธุ์ มีศักยภาพในการลดการเจริญเติบโตของพืชทดสอบได้ และสายพันธุ์ที่คัดเลือก และสายพันธุ์ที่คัดเลือกไว้ 2 สายพันธุ์ (BWSD 16 และ BWSD 19) สามารถลดการเจริญเติบโตของวัชพืชใบแคบและใบกว้างได้ในสภาพเรือนทดลอง ขั้นต่อไป จะนำสายพันธุ์ข้าวไร่ที่มีศักยภาพในการลดการเจริญเติบโตของวัชพืชไปทดสอบในสภาพไร่ ซึ่งมีความหลากหลายของชนิดวัชพืช และมีสภาพแวดล้อมต่างจากสภาพเรือนทดลองหากพบว่าสายพันธุ์ดังกล่าวยังคงมีศักยภาพในการลดการแข่งขันของวัชพืชในสภาพไร่ได้ จะได้นำสายพันธุ์นั้นไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ข้าวไร่ เพื่อนำไปสู่เป้าหมายลดการใช้สารกำจัดวัชพืชในการปลูกข้าวไร่ต่อไปในอนาคต

Hassan และคณะ (1998) ในประเทศอียิปต์ ได้คัดเลือกสายพันธุ์ข้าว 1000 สายพันธุ์ที่มีสาร allelopathic ที่มีผลต่อ Barnyardgrass และ Cyberus difformis L. และพบว่ามากกว่า 30 สายพันธุ์ข้าว เช่น RP 2269-424, LD 183-3 สามารถควบคุม Brnyargrass ได้มากถึง 90 % ในสภาพไร่ และ 10 สายพันธุ์ที่สามารถควบคุม Cyberus difformis L.ได้ 50-75 %

Kim และคณะ (2000)ในประเทศเกาหลี ได้พบว่า 7 สายพันธุ์ของข้าวพันธุ์ AC 1423,TangGan,Kouketsumuchi,Musashikogane,Takanenishiki,PSDRC-10 และ Dandura ที่สามารถควบคุมวัชพืชจำพวก Barnyardgrass และจะนำสายพันธุ์ข้าวที่ได้ไปพัฒนาต่อไป

Marambe (2000) ในประเทศศรีลังกา ได้รวบรวมพันธุ์ข้าว 4 สาย พันธุ์ คือ BG1165-2,Bg34-11,Ld 183-3 และ LD 183-7 ที่สามารถควบคุมวัชพืชจำพวก Echinochloa crus –galli (L.) Beauv Dilday และคณะ (1998) ได้คัดเลือกสายพันธุ์ข้าว 12,000 สายพันธุ์ที่สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของ ducksalad และ 5000 สายพันธุ์ที่ควบคุม redstem พบว่า 412 สายพันธุ์ข้าวที่มีสาร allelopathic ต่อ ducksalad และ145 สายพันธุ์ข้าวที่มีสาร allelopathic ต่อ redstem และสามารถปรับปรุงพันธุ์ได้สายพันธุ์ใหม่คือ 94L42-130 เมื่อนำมาปลูกในสภาพไร่พบว่าการเจริญเติบโตของ ducksalad มีจำนวนน้อยลง

การปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้สายพันธุ์พืชปลูกมีสาร allolopathic ที่สูงนั้น ถือเป็นวิธีการหนึ่งในการควบคุมวัชพืชในพื้นที่ปลูกโดยชีววิธี (allelopathy) สามารถกระทำได้โดยใช้สายพันธุ์ที่มีศักยภาพในการลดการเจริญเติบโตของวัชพืช แต่จำเป็นต้องมีการศึกษาต่อไปในสภาพไร่ต่อไป ซึ่งมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย Baghestani และคณะ (1999) ได้ประเมินอิทธิพลของสาร allelopathic ที่ ปลดปล่อยออกมาจากรากระหว่างสายพันธุ์ highly competitive (HC) และ less

competitive (LC) ของสายพันธุ์ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต และข้าวบาร์เลย์ที่มีผลต่อการงอก และต้นกล้าของ wild mustard ผลที่ได้พบว่าสายพันธุ์highly competitive (HC) จะปลดปล่อยสาร allelopathic ออกมาได้มากกว่าสายพันธุ์ LC สารที่ปลดปล่อยออกจากรากนี้จะเป็นพวก vanillic ,o-coumaric acids, scopoletin ซึ่งจะได้นำมาพิจารณาในการพัฒนาสายพันธุ์ สำหรับเป็นพืช allelopathic crop cultivars

4.ผลกระทบของ allelopathy ต่อมนุษย์ สัตว์ และสิ่งแวดล้อม

สารเคมีที่มีอยู่ในพืชอาจมีผลดีและผลเสียต่อพืชและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งมนุษย์ด้วยซึ่งสารจากพืชบางชนิดอาจมีผลต่อการสืบพันธุ์ของสัตว์ เช่น พืชอวบน้ำและไม่ล้มลุกหลายชนิด จะมีสารที่มีผลกระตุ้นหรือระงับการตกไข่ การตั้งท้องและการหลั่งน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น ในพืชจำพวกถั่ว *(Trifolium subterraneum)* ที่มีสารที่ทำให้แกะเปลี่ยนเพศได้ เป็นต้น (สันติ,2541) อย่างไรก็ตามในการสร้างสารเคมีที่มีในพืชนั้น ต้องขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพดิน ฤดูกาล อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ระยะเวลาที่ได้รับแสงหรือการเปลี่ยนแปลงปริมารของสารตามอายุพืชและช่วงเวลาที่ทำการเก็บพืชที่นำมาใช้

จากการศึกษาพบว่าสารเคมีที่พืชปลดปล่อยลงสู่บรรยากาศหรือดินอาจกำจัดพืชอื่นที่อยู่ใกล้เคียงได้ โดยที่จุลินทรีย์ในดินจะทำการเมตาโบไลต์สารเคมีที่พืชปล่อยออกมา สารเคมีเหล่านี้อาจเป็นสารระเหย ละลายในน้ำ อาจลงสู่ดินโดยตรง หรืออาจจะสะสมในส่วนต่างๆ ของพืชที่ร่วงหล่นลงมา เมื่อพืชอื่นรับเอาสารเหล่านี้เข้าไปจะไปยับยั้งหรือกระตุ้นการเจริญเติบโตและยังทำลายจุลินทรีย์ต่างๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน สารเหล่านี้อาจสกัดออกมาใช้เป็นสารกำจัดวัชพืช หรืออาจมีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสภาพแวดล้อมนั้น ได้

สาร allelopathic จะเป็นพิษต่อมนุษย์ต่อเมื่อถูกต้องทางผิวหนังหรือว่าการรับประทานเข้าไปเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งสารพิษในธรรมชาติมีมากมายหลายชนิด ยกตัวอย่างเช่น สาร ประกอบพวก alkaloid เช่น glycoalkaloids มีฤทธิ์ยับยั้ง acetylcholine esterase มีผลต่อระบบประสาทและต่อระบบทางเดินอาหาร อีกทั้งมีผลต่อความผิดปกติของทารกในครรภ์ หากมีการรับประทานเข้าไป และสารประกอบพวก rains เป็นสารประกอบของพืช บางชนิดมีพิษทำให้เกิดการระคายเคือง และผื่นแดงต่อผิวหนัง เช่น rasin จากต้นสองระดู พญาไร้ใบ และสลัดได เป็นต้น สารที่พบในพืชอาจอยู่ที่ส่วนของใบ ลำต้น ราก ดอก หรือผล มีฤทธิ์กระตุ้นหรือยับยั้งอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์โดยตรง (gonadotropic effect) เยื่อบุมดลูก และต่อมน้ำนม

ต้นไม้จำพวกถั่วและหญ้าอัลฟาฟ่า มีสารที่ชื่อว่าcoumestrol พบตั้งแต่ต้นกล้าเริ่มงอกเมื่อแกะกินเข้าไปอย่างต่อเนื่อง มีผลกระตุ้นอย่างช้าๆทำให้เยื่อบุมดลูกหนาตัว และเมื่อแกะกินต่อไปเรื่อยๆเป็นเวลา 3 ปี ทำให้แกะมีอัตราการตกไข่สูงกว่าปกติ และสารนี้ชักนำให้มีการผลิตและหลั่งน้ำนมในแกะเพศเมียหรือแกะเพศผู้ที่ตัดอวัยวะเพศออกได้ส่วนสารสกัดจากพืชที่มีผลยับยั้งระบบสืบพันธุ์ พบในพืชหลายชนิดในจำพวก Lithospernum เช่น เมื่อฉีดสารสกัดที่ละลายน้ำได้จากรากของต้น Lithospernum ruderal ซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นพวก polyphenol acid salt ให้กับ

ลูกไก่เพศผู้ที่เพิ่งฟักออกจากไข่ได้ 1 วัน สามารถยับยั้งการหลั่งฮอร์โมนที่กระตุ้นอวัยวะสืบพันธุ์และฮอร์โมนที่กระตุ้นต่อมไทรอยด์ จากต่อมใต้สมองส่วนหน้าได้ (Sanders et al.1982)

5. ปัญหาและอุปสรรคในการใช้ประโยชน์ของ allelopathy ในการควบคุมวัชพืช

ขาดบุคลากรผู้เชี่ยวชาญด้าน allelopathy ความเข้าใจและการนำวิธีการด้าน allelopathy นี้ไปใช้ประโยชน์ในด้านการควบคุมวัชพืชยังไม่เป็นที่เข้าใจและยอมรับของเกษตรกรวิธีการควบคุมวัชพืชโดยวิธีนี้ช้ากว่าการใช้สารเคมีทำให้เกษตรกรไม่นิยม

-ซึ่งการที่จะสกัดสารจากพืชเพื่อใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับสารเคมีนั้นนั้นจะมีต้นทุนในการผลิตสูง (Duke et al. 2000)

-สารที่ผลิตได้จากธรรมชาติโดยทั่วไป จะสลายตัวเร็ว

-ต้องใช้สาร allelopathic ในอัตราสูงเพื่อควบคุมวัชพืชให้ได้ผล (Duke and Lydon, 1987)

-สาร allelopathic ที่ผลิตได้จากพืชนั้นไม่ค่อยจะเลือกทำลายวัชพืชและอาจจะเป็นพิษต่อพืชที่ผลิตสารนั้น สาร alpha-terthienyl ที่สกัดได้จากรากของ common marigold (*Tagetes erecta* L.) ซึ่งได้จดสิทธิบัตรเป็นสารกำจัดวัชพืชแล้ว (Inderjit and Bhowmik,2002) แต่สาร alpha-terthienyl นี้จะเป็นสารที่ไม่เลือกทำลายวัชพืชซึ่งทำให้เป็นข้อจำกัดที่สำคัญในการใช้สาร allelopathic เป็นสารกำจัดวัชพืช

-หากต้องการใช้สาร allelopathic ที่ผลิตได้จากพืชต้องทราบตำแหน่งในการผลิตสาร allelopathic ของพืชนั้นว่ามีการผลิตที่อวัยวะส่วนใดของพืชมากที่สุด ปริมาณและชนิดของ allelopathic ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช environmental stresses มีผลกระทบ (ในทางเพิ่ม)ต่อปริมาณการสร้าง allelopathic แต่โดยทั่วไปสารประกอบพวก phenolic acids (เช่นp-hydroxybenzoic,trans-p-coumaric,cis-p-coumaric,syringic,vanillic,trans- and cis-ferulic acids and 2,4-dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one) ซึ่งเป็นสารที่คัดแยกได้จากต้นกล้าข้าวสาลี (Wu et al.2000) และมีรายงานว่าสารประกอบเหล่านี้เป็นสารธรรมชาติที่มีความสามารถที่จะเป็นสารควบคุมวัชพืชได้ (Wu etal.1998)

6. แนวโน้มการใช้ประโยชน์จาก allelopathy ในอนาคต

เพราะมีพืชบางชนิดที่ก็จะมีการพัฒนาสามารถสร้างสารในการป้องกันตัวเองจากการรบกวนหรือทำลายจากแมลงได้ ดังนั้นจึงทำให้มนุษย์เล็งเห็นถึงการที่จะนำสารจากพืชเหล่านี้มาสกัดเพื่อประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการกำจัดแมลงในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งใช้ประโยชน์อื่นทั้งทางด้านการเกษตรและการแพทย์ สารในพืชบางชนิดมีแนวโน้มที่นำมาใช้ในการสกัดแมลงศัตรูพืชได้ซึ่งในปัจจุบันได้มีการนำสารจากพืชเหล่านี้มาใช้เป็นจำนวนมาก ทิศทางการวิจัยที่จะแก้ปัญหาวัชพืชได้ในอนาคตนั้นควรจะเน้นการพัฒนาการจัดการวัชพืชในระยะยาว โดยยึดหลักการผสมผสานความเข้าใจเกี่ยวกับระบบการปลูกพืชมากกว่าการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าระยะสั้นที่มักจะขึ้นอยู่กับการใช้สารกำจัดวัชพืชเท่านั้น การที่จะช่วยให้การวิจัยมีประสิทธิภาพสูงสุดควรจะมีการร่วมมือกันตั้งแต่ผู้วิจัยในมหาวิทยาลัย หน่วยการของรัฐบาลและเอกชน รวมทั้งเกษตรกรผู้จัดการฟาร์มด้วย

ในการทำการเกษตรนั้นต้องการสารกำจัดวัชพืชที่มีประสิทธิภาพและมีราคาถูก การลดต้นทุนการผลิตทุกๆทางรวมทั้งการปลูกพืชโดยไม่ต้องไถดิน ซึ่งจะต้องใช้สารเคมีควบคุมวัชพืชมากยิ่งขึ้น การพัฒนาของวัชพืชให้ต้านทานสารกำจัดวัชพืชทำให้มีความต้องการสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ที่มีตำแหน่งใหม่สำหรับการเกิดปฏิกิริยาการทำลายในต้นพืช การเพิ่มจำนวนชนิดของวัชพืชที่มีลักษณะใกล้เคียงกับพืชปลูกเนื่องจากมีการใช้สารกำจัดวัชพืชประเภทเลือกทำลายเป็นจำนวนมากนั้น จึงมีความต้องการสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ๆ ที่มีการเลือกทำลายสูงเพื่อควบคุมวัชพืช

เมื่อความต้องการสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่เพิ่มขึ้น วิธีค้นหาสารชนิดใหม่ที่ใช้ดั้งเดิมทำให้สารที่ได้มีราคาแพง ดังนั้นวิธีการแสวงหาสารเคมีชนิดใหม่ที่ใช้กันมาก แต่เดิมนั้นไม่สามารถใช้ได้อีกต่อไป ดังนั้นการค้นพบสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ๆ จึงเป็นสิ่งที่ต้องการและสารที่ผลิตจากสิ่งที่มีชีวิตหรือสารที่ผลิตได้โดยธรรมชาติอาจจะนำมาใช้เป็นสารกำจัดวัชพืชได้ ปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตสารกำจัดวัชพืชหันมาสนใจสารที่ผลิตขึ้นโดยธรรมชาติมากยิ่งขึ้น ซึ่งเชื่อว่าจะต้องมีการค้นพบสารกำจัดวัชพืชที่ผลิตโดยธรรมชาติอย่างแน่นอน ประมาณกันว่า 5 ถึง15% ของจำนวนพืชชั้นสูงได้ถูกนำมาศึกษาเพื่อแสวงหาสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ จุลินทรีย์หลายชนิดได้ถูกนำมาศึกษาเพื่อแสวงหาสารที่เป็นพิษต่อพืช การศึกษาสารที่ผลิตโดยธรรมชาตินี้อาจนำไปสู่การพัฒนาสารกำจัดวัชพืชชนิดใหม่ มีสารที่ผลิตโดยธรรมชาติเพียง 2-3 ชนิดสามารถใช้เป็นสารกำจัดวัชพืช การใช้สารที่ผลิตในธรรมชาติมาเป็นสารกำจัดวัชพืชได้นั้นต้องประกอบด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

-ต้องทราบตำแหน่งที่สิ่งมีชีวิตนั้นผลิตสารได้และนำสารนั้นมาคัดเลือก

-ราคาของการผลิตสารบางครั้งมีราคาแพงและเป็นสารที่มีโครงสร้างซับซ้อน

-การเลือกทำลายและประสิทธิภาพในการทำลายวัชพืชในสภาพไร่มีมากน้อยเพียงใด

-ความสำเร็จในการจดทะเบียนสิทธิบัตรมีมากน้อยเพียงใด เพราะสารที่ผลิตโดยธรรมชาติหลายชนิดได้มีการศึกษาพฤติกรรมและรายงานผลไว้แล้ว

-เนื่องจากที่กล่าวมานี้เป็นการวิจัยในแนวทางที่ใหม่ การผลิตสารเหล่านี้ จะต้องมีการพิจารณาอย่างรอบคอบ เช่น สารไบอลาฟอสที่ผลิตโดยธรรมชาติได้นั้นจะถูกทำให้สลายตัวในต้นพืชกลายเป็น กลูฟอสิเนท ซึ่งเป็นสารเคมีที่สังเคราะห์ขึ้นและมีราคาไม่แพงมาก ปัจจุบันความก้าวหน้าทางไบโอเทคโนโลยีมีการผลิตสารโดยจุลินทรีย์และเซลล์ของพืช อาจจะผลิตโดยตรงหรือโดยการถ่ายทอดยีน ซึ่งการวิจัยเกี่ยวกับสารที่ผลิตโดยธรรมชาติเป็นสิ่งที่น่าจะทำได้

-การพัฒนาการเลี้ยงเซลล์พืช ความรู้ด้าน molecular วิธีการทาง biotechnological (Olofsdotter,2001)และเทคนิคทางพันธุกรรม การปรับปรุงพันธุ์พืชเพื่อให้สร้างสาร allelopathic ที่สามารถควบคุมวัชพืชได้ด้วยตัวเอง เช่น การปรับปรุงพันธุ์ข้าวให้มีสาร allelopathic ซึ่งวิธีการเหล่านี้เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการพัฒนาวิธีการควบคุมวัชพืชของ allelopathy (Fischer et al.1997) อาจทำให้การผลิตสารเคมีที่เกิดตามธรรมชาตินั้นมีราคาถูกลง และนำไปใช้ในทางปฏิบัติได้ อีกทั้งยังเป็นการลดการใช้สารเคมีต่อไปได้ในอนาคต (Duke et al,2000)

แนวโน้มในการที่จะผลิตสาร allelopathic ที่ผลิตจากจุลินทรีย์อาจจะเป็นทางเลือกใหม่ในการนำมาพิจารณาคัดเลือกเพื่อผลิตเป็นสารกำจัดวัชพืชในอนาคต เพราะว่ามีอายุการเก็บไว้ได้ยาวนานและไม่ต้องใช้พื้นที่มากเพื่อเก็บรักษา การผลิตและการใช้ไม่ยุ่งยาก ไม่มีอันตรายที่จะเกิดจากการแพร่กระจายของเชื้อโรค ผลการควบคุมวัชพืชไม่ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม อัตราที่ใช้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นสามารถกำหนดได้ และอาจมีราคาถูก

7.สรุป

ก่อนที่จะทำการศึกษา allelopathy นั้นควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆ เหล่านี้ (Einhellinng,1985)

-Concentration dependence คือ allelochemical ใดๆ ที่ความเข้มข้นสูงจะเป็น inhibitor แต่ถ้าความเข้มข้นต่ำอาจเป็น stimulator

-allelopathic อาจปรากฏอยู่ในสภาพแวดล้อมในระยะสั้นๆ

-allelopathic response ของพืชอาจเป็นผลมาจากการทำงานของ allelopathic มากกว่า 1 ชนิด

-พืชทุกชนิดมี allelopathic potential

-ปริมาณและชนิดของ allelopathic ขึ้นอยู่กับระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช

-environmental stresses มีผลกระทบ (ในทางเพิ่ม)ต่อปริมาณการสร้าง allelopathic

-allelopathic อาจเป็นสารที่สร้างโดยจุลินทรีย์

หากมีการใช้ความรู้ในเรื่อง allelopathy มาใช้ประโยชน์ในการควบคุมวัชพืช ไม่ว่าจะเป็นวิธีการใช้ซากพืช และพืชคลุมดิน การปลูกพืชหมุนเวียน การใช้สารสกัดจากพืช ตลอดจนการคัดเลือกพันธุ์พืชที่มีสาร allelopathic ล้วนเป็นวิธีการที่สามารถควบคุมวัชพืชได้มีรายงานวิจัยหลายงานที่ทำการวิจัยรองรับ หากแต่ผู้ที่จะนำวิธีการดังกล่าวไปใช้จะต้องมีความรู้และความเข้าใจ ซึ่งผู้วิจัยต้องให้ความรู้และส่งเสริมต่อไป และการใช้ alellopathy ถือว่าเป็นทางเลือกหนึ่งในการควบคุมวัชพืชในอนาคตต่อไป

เอกสารอ้างอิง

รังสิต สุวรรณเขตนิคม.2533.สารกำจัดวัชพืชกับผลทางสรีรวิทยาของพืช .ภาควิชาพืชไร่นา บางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

Atiotta,G.,Cafeiro G.,Fiorentino A and S.Strumia.1993.Inhibition of radish dgermination and root growth by coumarin and phenylpropanoids.J.Chem.Ecol.19:175-183.

Baghestani.A.,Lemieux,C.,Lerour,G.D.,Baziramakenga,R. and R.R.Simard.1999.Determination of allelochemical in spring cereal cultivars of different competitveness.Weed Sci.47,498-504.

Baleroni. C.R.S, Ferrarese M.L.L, Souza N.E, Ferrarese-Filho.O. 2000. Lipid accumulation during canola seed germination in response to cinnamic acid derivatives., Biol Plant. 43: 313-316.

Barnes,J.P., A.R. Putnum.1983.Rye residues contribute to weed suppresstion in no – tillage system .J.Chem.Ecol.9,1045-1057.

Bewick, T.A., Shilling, D.G., Dusky, J.A. and Williams, D. 1994. Effects of celery (Apium graveolens L.) root residue on growth of various crops and weed. Weed Tech. 8: 625-629.

Baziramakenga, R., Leroux, G.D., Simard, R.R. and Nadeau, P. 1997. Allelopathic effects of phenolic acids on nucleic acid and protein levels in soybean seedlings. Can. J. Bot. 75: 445-450.

Blum.U.1996.Allelopathic interactions involving phenolic acidc.Journal of nematology 28:259-267.

Booker, F.L., Blum, U., and Fiscus, E.L. 1992. Short-term effects of ferulic acid on ion uptake and water relations in cucumber seedlings. J. Exp. Bot. 43: 649-655.

Chandrasena, P.P.N.R., Hemalal, K.D.P. and Tillkeratne, L.M.V. 1989. Allelopathic effects of Gliricidia maculata H.B.K. on Asian Pacific Weed Science Society Conference, Soul, Korea. P.221.

Cheng M.i and D.A. miller.1995. Effect of Alfalfa plant and soil extracts on germination and growth of alfal.Agron.J.87:762-767.

Cheng.I.M., Kim.K.H.,Ahn J.K., Lee and S.J. Hahn.2003.Comparison of allelopathic Potential of rice leaves, straw, and hull extracts on Barnyard grass. Agron.J.95:1063-1070.

Chistine, E.P., and G.P.D. Jones. 1990. Differential Response of Wheat to retained crop. Stubbles.II. other factors Influencing Allelopathic Potential; In transpacific Variation Soil Type and Stubble Quantity. Aust. J. Agric. Res. 41: 243-251.

Doan. N.T, Rickards. R.W, Rothschild J.M, Geoffrey S.D. 2000. Allelopathic actions of the allealoid 12-epi-hapalindole E isonitrile and calothriixin A from

cyanobacteria of the genera Fischerella and Calothrix. J. Appl Phycol, 12: 409-416.

Duke,S.O.1986.Microbially produced toxins as herbicide-A perspective, In the science of allelopathy.Edited by A.R.Putnum and C.S.Tang.Jhon Wiley and Sons,New York.pp 287-304.

Duke,S.O., Lydon,J.,1987.Herbicides from natural compounds.Weed Technol.1,122-128.

Duke,S.O., Dayan,F.E.,Ramagni,J.G and A.M.Rimaado.2000.Nutural products as sources of herbicites:current status and future trends.Weed Res.40,90-111.

Ebana, K,W. Yan, R.H. Dilday, H. Namai and K. Okuno. 2001. Variation in Allelopathic Effect of Rice with Water Soluble Extract. Agron. J. 93: 12-16.

Einhellin, F.A. and P.C. Eckrich. 1984. Interactions of temperature and ferulic acid stress on grain sorghum and soybeans. J. Chem. Ecol. 10: 161-170.

Einhellig,F.A.1985. Allelopathy-A natural protection,allelochemicals,In N.B.Mandava (ed).Hand Book of Natural Pesticides:Methods.Voll.CRC Press,Inc.,Boca Raton.FL.pp.162-200.

Einhellig,F.A. and G.R. Leather.1988.Potentials for exploiting allelopathy to enhance crop production.J.Chem.Ecol.14,1829-1844.

Einhellig, F.A. and J.A. Rasmussen. 1989. Prior cropping with grain sorghum inhibits weeds. J. Chem. Ecol. 15: 951-960.

Einhelling, F.A. 1995. Mechanism of action of allelochemicals in alleopathy. In “Allelopathy: Organisms, Processes, and Applications” (Inderjit, K.M.M. Dakshini, and F.A. Einhellig, Eds.). ACS Symposium Series No.582, pp.96-116. American Chemical Society, Washington. DC.

Einhellig,F.A.1995.An integrated view of allelochemicals amid multiple stresses.In:Inderjit,Dakshini,K.M.M.,Foy,C.L.(Eds.),Principles and practices in plant ecology:allelochemical interactions.CRC Press,Boca Raton,FL,pp.479-494.

Fischer,A.,Ramirez,H.V., and J.Lozano.1997.Suppression of junglerice by irrigated rice cultivars in central America.Agron.J.89,516-521.

Fujii,Y.,Shibuya,T.and T.Yasuda.1992.Allelopathy of velvetbean:its discrimination and identification of L-DOPA as a candidate of allelopathic substances.Jpn.Agric.Res.Q.25,238-247.

Glass, A.D.M. 1976. The allelopathic potential of phenolic acids associated with the rhizosphere of *Pteridium aquilinum*.Can. J. Bot. 54:2440-2444.

Hassan, S.M., Aidy, I.R., Bastawisi, A.O., Draz, A.E., 1998. Weed management using allelopathic rice varieties in Egypt. In: Olofsdotter, M. (Ed.), Allelopathy in Rice. IRRI Press, Manila, pp. 27-37.

Hanson,. A.D., K.M. Ditz, G.W. Singletary and T.J. Leland. 1983. Gramine accumulation in leaves of barley grown under high temperature stress. Plant Physiol. 71: 896-904.

Heisay R.M.,Frank J.D.and A.R. Putnum.1985. a survey of soil microorganisms for herbicidal activity.ACC Symp.Ser.268:337-349.

Inderjit, Bhowmik, P.C., 2002. The importance of allelochemicals in weed invasiveness and the natural suppression. In: Inderjit, Mallik, A.U.(Eds.), chemical Ecology of Plant: Allelopathy of Aquatic and Terrestraial Ecosystems. Birkhauser Verlag AG, Basal, pp. 187-192.

Inderjit, Keating, K.I., 1999. Allelopathy: principles, procedures, processes, and promises for biological control. Adv. Agron. 67: 141-231.

Inderjit. 2001. Soil: Environmental Effects on Allelochemical Activity. Agron. J. 93: 79-84.

Iron, S.M. and O.C. Burnside. 1982. Competitive and allelopathic effect of sunflower (*Helianthus Lannuus.*). Weed Sci. 30: 372-377.

Lui,D.L.and J.V.Lovett.1993.Biologically active secondary metabolites of barley.ll.Phytotoxicity of barley allelochemicals.Journal of chemical Ecology 19:2231-2244.

Lyu, S.W., Blum,u., Gerig, T.M. and O' Brien, T.E. 1990. Effects of mixtures of phenolic acid on phosphorus uptake by cucumber seedlings. J. Chem. Ecol. 16: 2559-2567.

Micias, F.A., 1995. Allelopathy in search for natural herbicide models. In: Inderjit, Dakshini, K.M.M., Einhellig, F.A.(Eds.), Allelopathy: Organisms, Processes, and Applications. American Chemical Society, Washington, DC, pp. 310-329.

Molish,H.1937.Dereinfuluss einer pflanze auf die andere allelopathic cited by E.L.Rice .Allelopathy.2n ed.,Academic Press,Imc.,Orlando.422p.

Muscolo. A, Panuccio. M.R, Sidari M. 2001. The effect of phenols on respiratory enzymes in seed germination respiratory enzyme activities during germination of Pinus laricio seed treated with phenols extracted from different forest soils. Plant Growth Regul, 35: 31-35.

Ortega,R.C.,Anaya A.L. and L.Ramos.1988.Efeect of allelopathic compounds of corn pollen on respiration and cell division of watermelon.J,Chem Ecol.14:71-86.

Parish, S., 1990. A review of non-chemical control technologies. Biol. Agric. Hortic. 7: 117-137.

Prezepiorkowski, T., Gorski, S.F., 1994. Influence of rye (*Secale cereale*) plant residues on germination and growth of three triazine-resistant and susceptible weeds. Weed Technol. 8: 744-747.

Politycka B. 1999. Free and glucosylated phenolics, phenol-beta-glucosyltransferase activity and membrane permeability in cucumber roots affected by derivatives of cinnamic and benzoic acids. Phytochemistry, 52: 805-813.

Putnam,A.R.1985.weed allelopathy,pp.131-155.In S.O.Duke(ed.).Weed physiology volume I:Reproduction and ecophysiology. CRC Prress,Inc.,Florida.

Rice,E.L.1984.allelopathy.2d ed.,Academic Press.Inc., Orlando.422p.

Stephenson,G.R.2000.Herbicide use and world food production: risks and benefits.p.240.*In* abstracts of Int. Weed Sci.Congr,3rd,F02 Do Iguassu,Brazil.6-11 June 2000.

Stowe, L.G. and A. Osborn. 1980. The influence of nitrogen and phosphorus levels on the phytotoxicity of phenolic compounds. Can. J. Bot. 58: 1149-1153.

Tang, C. and C. Young. 1982. Collection and identification of allelopathic compounds from the undisturbed root systems of bigalta limpograss (*Hermarthria altissima*). Plant Physiol. 69: 155-160.

Vogler,B.; Klaiber, I.; Roos, G., Walter, C.U.; Hiller, W.; SAndor, P.: Kraus, W. 1998. Combination of LC-MS and LC-NMR As a tool for the Structure Determination of Natural Products. Journal of Natural Products. 61: 175-178.

Weidenhamer,J.D.1996.Distinguishing resource competition and chemical interference-overcoming the methodological impasse.Agronomy Journal 88:866-875.

Weston,L.A.1996.Utilization of allelopathy for weed management in Agroecosystems.Agronomy Journal 88;860-866.

Weston, L.A.., 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agroecosystems. Agron. J. 88: 779-785.

Williamson, G.B., E.M. Obee and J.D. Weidenhamer. 1992. Inhibition of Scbizachyrium scoparium (Poaceae) by the allelochemical hydrocinnamic acid. J. Chem. Ecol. 18: 2095-2105.

Wink,M., and B.L. Bruning.1995.Allelopathic properties of alkaloids and other natural products:Possible modes of action.In “Allelopathy:Organisms,Processes and applications”(Inderjit,K.M.M.Dakshini and F.A. Einhellig,Eds.),pp.117-126.American chemical society.Washington,DC.

Worsham, A.D., 1991. Allelopathic cover cover crops to reduce herbicide input. Proc. South West Sci. Soc. 44: 58-69.

Wu, H., Haig, T., Pratly, J., Lemerle, D., An, M., 2000. Distribution and exudation of alleochemicals in wheat *Triticum aestivum*. J. Chem. Ecol. 26: 2141-2154.

Yu, J.Q., and Matsui, Y. 1997. Effects of root exudates of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelo chemicals on ion uptake of cucumber seedlings. J. Chem. Ecol. 23: 817-827.

Zeng,R.S.,Luo S.M.,.Shi Y H., Shi M.B. and C. Y. Tu.2001.Physiological and biochemical mechanism of allelopathy of secalonic acid F on higher plants .Agron.J.93:72-79.