



บทที่ 1

บทนำ

### 1.1 มูลเหตุจูงใจ

ในปัจจุบันความนิยมในการใช้สารกำจัดวัชพืชแทนการตากถางด้วยแรงงานนั้นเพิ่มมากขึ้นทุกที ทั้งนี้ส่วนหนึ่ง เป็นผลสืบเนื่องมาจากการขยายตัวของอุตสาหกรรมในประเทศไทยในช่วง 15-20 ปีที่ผ่านมา ซึ่งทำให้เกิดความต้องการแรงงานในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นอย่างมาก และมีผลให้หลาย ๆ ส่วนในภาค เกษตรกรรมประสบกับปัญหาการขาดแคลนแรงงาน ตลอดจนมีมูลค่าจ้างแรงงานที่สูงขึ้น ทั้งนี้ยังไม่รวมถึงการ เคลื่อนย้ายแรงงานออกสู่ต่างประเทศซึ่งอาจมีผลกระทบต่อแรงงานในไร่นาด้วยอีกส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ผลผลิตของพืชที่ปลูกก็ยังจัดอยู่ในเกณฑ์ต่ำ ดังนั้นการควบคุมต้นทุนการผลิตให้เหมาะสมจึงมีความสำคัญมาก ซึ่งค่าใช้จ่ายในการกำจัดวัชพืช เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนสำคัญต่อต้นทุนการผลิตที่จะต้องคำนึงถึง

ด้วย เหตุผลดังกล่าว สารกำจัดวัชพืชจึงมีความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในบรรดาสารกำจัดวัชพืชต่าง ๆ ที่ใช้อยู่ใน พาราควอท (paraquat) เป็นสารที่นิยมมากที่สุด ทั้งนี้ เนื่องจากพาราควอทมีสมบัติ เฉพาะตัวที่เหมาะสมต่อสภาพการกลีกรวม โดยเฉพาะใน เขตร้อน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่ายังไม่มีสารกำจัดวัชพืชกลุ่มอื่นที่จะให้ประโยชน์และได้ผลดีเท่า เทียบกับพาราควอท

พาราควอทจัด เป็นสารกำจัดวัชพืชอินทรีย์ที่สำคัญตัวหนึ่งสำหรับ เกษตรกรไทย และมีบทบาทในการช่วยลดต้นทุนการผลิตให้แก่เกษตรกรไทย เป็นอย่างมากในระยะ เวลาที่ยี่สิบปีที่ผ่านมา เนื่องจากมีสมบัติในการทำลายวัชพืช ทั้งใบกว้าง และใบแคบ ได้อย่างรวดเร็ว และยัง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการ เกษตรได้หลายลักษณะ (1) ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่าวิธีอื่น ๆ ทำให้เป็นผลดีต่อการ เกษตรของประเทศโดยรวม เพราะจะช่วยลดต้นทุนการผลิตทาง เกษตรกรรมของประเทศลดลง ทำให้ราคามลิตผลอยู่ในระดับที่สามารถแข่งขันในตลาดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการนำเอาพาราควอตมาใช้งานทั้งในคัน เกษตรกรรมและอุตสาหกรรมภายใน ประเทศกันอย่างแพร่หลาย จึงอาจก่อให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับสารตกค้างหรือหลงเหลืออยู่ในสิ่งแวดล้อม ซึ่งถ้าได้นำไปใช้ตามคำแนะนำอย่างถูกต้องก็จะไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายน่าห่วง หรือสภาพแวดล้อม แต่เมื่อใดที่ผู้ใช้ไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำแล้ว พาราควอตซึ่งถูกจัดอยู่ในประเภทสารพิษ ก็สามารถที่จะตกค้างอยู่ในผลิตภัณฑ์เกษตรกรรม, ในดิน และในที่สุดจะแพร่กระจายไปสู่ แหล่งน้ำใกล้เคียง ตลอดจนจนถึงลำคลองและแม่น้ำในที่สุดได้ ข้อมก่ให้เกิดผลกระทบต่อ สัตว์น้ำชนิดต่าง ๆ, ประชาชนผู้ใช้น้ำจากแหล่งน้ำนั้น, รวมทั้งสัตว์เลี้ยงและสัตว์เศรษฐกิจ ต่าง ๆ ด้วย

ดังนั้นจึง เป็นที่น่าสนใจว่าถ้า มีวิธีการที่จะสามารถตรวจสอบและวิเคราะห์ปริมาณ ของพาราควอตที่ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ หลังจากการใช้แล้วได้สะดวก, รวดเร็ว และ นำไปใช้ได้ทั่วไป แม้ผู้วิเคราะห์จะมีทักษะน้อยก็สามารถที่จะวิเคราะห์ได้ โดยจะต้องสามารถ แยกพาราควอตออกจากตัวอย่างได้อย่างดี แม้ว่าจะมีอยู่ในปริมาณน้อยก็ตามก็ยังสามารถทำการ วิเคราะห์ได้ หรือเป็นวิธีวิเคราะห์ที่มีเซนซิวิตี (sensitivity) สูง ๆ นั้นเอง

ในการวิเคราะห์พาราควอตนั้น ได้มีผู้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณพาราควอตในตัวอย่าง โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ กัน เช่น Dawano (2) ได้วิเคราะห์หาปริมาณพาราควอตในน้ำ โดยใช้เทคนิคทาง Liquid Chromatography และให้เซนซิวิตีในการวิเคราะห์ถึง 0.10 ppm และ Franke (3) ได้ใช้เทคนิคทาง Polarography วิเคราะห์หาปริมาณของพาราควอตในเลือดและปัสสาวะของคน ซึ่งเทคนิคนี้ให้เซนซิวิตีถึง 0.03-0.05 ppm Khan (4) ได้ใช้เทคนิคของ Gas Chromatography วิเคราะห์หาปริมาณของพาราควอตในตัวอย่างดิน โดยให้เซนซิวิตีเท่ากับ 0.01 ppm และในปีเดียวกัน Martens (5) ได้นำเอาวิธี pyrolysis มาใช้ร่วมกับเทคนิค Gas Chromatography วิเคราะห์หาปริมาณพาราควอตในปัสสาวะ และสามารถให้เซนซิวิตีเท่ากับ 0.01 ppm แต่อย่างไรก็ตาม เท่าที่ผ่านมาเทคนิคที่นิยมใช้กันคือ เทคนิคทางสเปกโทรโฟโตเมตรี ในการวิเคราะห์ปริมาณพาราควอต เช่น Calderbank (6-7) ได้หาปริมาณพาราควอตในพืชผักผลไม้ โดยการสกัดพาราควอตออกมาโดยการต้มกับ กรดซัลฟูริกเข้มข้น แล้วแยก และทำให้เข้มข้นด้วยเทคนิคของ Ion-Exchange Chromatography จากนั้นจึงหาปริมาณวิเคราะห์ด้วยเทคนิคทางสเปกโทรโฟโตเมตรี ซึ่งให้เซนซิวิตีถึง 0.01 ppm ต่อมาก็ได้มีการนำเอาวิธีนี้มาปรับปรุง และประยุกต์ใช้วิเคราะห์ตัวอย่างชนิดอื่น เช่น

Berry (8) วิเคราะห์พาราควอทในปัสสาวะ ซึ่งให้เซนซิวิตีเท่ากับ 0.01 ppm, Klisenko (9) ได้วิเคราะห์พาราควอทในน้ำ ให้เซนซิวิตีเท่ากับ 0.05 ppm, Pope (10) ได้วิเคราะห์พาราควอทในดินตัวอย่างและน้ำตัวอย่าง ให้เซนซิวิตีเท่ากับ 0.50 และ 0.10 ppm ตามลำดับ เป็นต้น ซึ่งการวิเคราะห์หาปริมาณพาราควอทโดยเทคนิคทางสเปกโตรโฟโตเมตรีเท่าที่ผ่านมา นั้น ได้อาศัยคุณสมบัติที่สำคัญของพาราควอทที่สามารถถูกรีดิวซ์แบบรีดิวซ์อิเล็กตรอนตัวเดียว (single electron reduction process) ให้เป็นแรดิคัลประจุบวก (free-radical cation) ซึ่งสามารถดูดกลืนแสงได้ที่ความยาวคลื่นในช่วง UV-Visible แต่ยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับความเสถียรของแรดิคัลอิสระประจุบวกที่เกิดขึ้น ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของตัวรีดิวซ์ และเทคนิคในการทำให้เกิดแรดิคัลอิสระประจุบวกนั้น นอกจากนี้ก็ยังขึ้นอยู่กับวิธีที่ใช้ในการแยกและทำให้พาราควอทอยู่ในสารละลายและบริสุทธิ์ การกำจัดสารรบกวน (interferences) ต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวอย่าง จึงจะทำให้การหาปริมาณวิเคราะห์ได้ผลที่ถูกต้อง

## 1.2 เทคนิคในการทำให้สารกำจัดวัชพืชบริสุทธิ์และเข้มข้นขึ้น (11)

ในการกำจัดสิ่งปลอมปนและสารรบกวน ออกจากสารกำจัดวัชพืชในตัวอย่างต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันมีอยู่ด้วยกัน 4 เทคนิค ซึ่งแต่ละเทคนิคก็มีข้อจำกัดและความเหมาะสมกับสารกำจัดวัชพืชต่าง ๆ กัน มีดังต่อไปนี้

### 1. Ion-Exchange Chromatography (12)

เป็นโครมาโตกราฟีชนิดหนึ่งซึ่งมีกลไก (mechanism) ของปฏิกิริยาเป็นขบวนการแลกเปลี่ยนไอออนชนิดเดียวกันระหว่างสารละลายที่ต้องการจะแยกกับสแตชันนารีเฟส (stationary phase) คือ ion-exchange resin ดังนั้นสารที่ต้องการจะแยกจึงต้องเป็นสารที่มีขั้ว หรือเปลี่ยนรูปเป็นไอออนได้และอยู่ในสภาพสารละลาย จึงจะสามารถแลกเปลี่ยนไอออนกับเรซินได้ และขั้นสุดท้ายจึงใช้สารชะล้าง (eluent) ทำการชะล้าง (elute) สารที่ต้องการแยกออกมา ซึ่งส่วนใหญ่สารชะล้างมักจะเป็นสารละลายในน้ำ (aqueous solutions) หรือเป็นสารละลายบัฟเฟอร์ที่มี pH ต่าง ๆ กัน แต่ที่สำคัญคือ สารชะล้างนั้นจะต้องมีไอออนที่มีประจุชนิดเดียวกับสารที่ต้องการแยก และมีค่าสัมประสิทธิ์การกระจายตัว  $K_D$  (distribution coefficient) มากกว่าสารที่ต้องการแยก

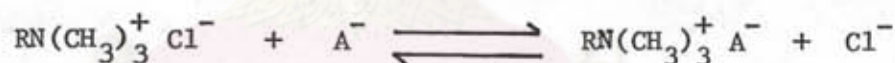
ส่วนสำคัญของเทคนิคนี้ก็คือ สาร ion-exchange resin หรือเรียกสั้น ๆ ว่า เรซิน มีอยู่ 2 ประเภทคือ เรซินประจุบวก (cation-exchange resin) และเรซินประจุลบ (anion exchange resin) เรซินเป็นโพลีเมอร์ชนิดหนึ่งประกอบด้วย เมทริกซ์ และหมู่ฟังก์ชันนัล (functional group) ซึ่งเป็นหมู่ที่มีขั้วบวก อาจจะเป็นกรดหรือเบสก็ได้ และมีหน้าที่ในการแลกเปลี่ยนไอออน เช่น ถ้าเป็นเรซินประจุบวกก็จะมีหมู่ฟังก์ชันนัลเป็นกรดอ่อน หรือกรดแก่ เช่น  $-COOH$  และ  $-SO_3H$  และไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ ) นี้เองจะเป็นตัวแลกเปลี่ยนกับแคตไอออนในสารละลายที่ต้องการแยก ดังตัวอย่างปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนแคตไอออนของ เรซินประจุบวกดังนี้



$M^+$  - แคตไอออนของสารที่สนใจในสารละลาย

R - เมทริกซ์ของเรซิน

และถ้า เป็น เรซินประจุลบ จะมีหมู่ฟังก์ชันนัลเป็น tertiary หรือ quaternary ammonium ion เช่น  $-NH(CH_3)_2^+$  และ  $-N(CH_3)_3^+$  ซึ่งมักจะอยู่ในรูปของเกลือคลอไรด์ และคลอไรด์ไอออนนี้เอง ที่ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนกับแอนไอออนในสารละลายที่ต้องการแยก ดังตัวอย่างปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนแอนไอออนของ เรซินประจุลบดังนี้



$A^-$  แอนไอออนของสารที่สนใจในสารละลาย

การเลือกใช้เรซินนั้นจะต้องคำนึงถึง % DVB และขนาดของเมชด้วย โดยค่า % DVB เป็น degree of cross linking ของ divinylbenzene ซึ่งจะเป็นค่าที่แสดงถึงความสามารถของเรซินในการพองตัว (swell), อัตราเร็วของการแลกเปลี่ยนไอออน (rate of exchange) และความเฉพาะในการแลกเปลี่ยนไอออน (exchange selectivity) ถ้า % DVB มีค่ามากก็จะมี exchange capacity มาก แต่ในขณะเดียวกันความสามารถในการพองตัวก็จะต่ำ เมื่อเป็นเช่นนี้จะทำให้อัตราเร็วของการแลกเปลี่ยนไอออนนั้น เป็นไปอย่างช้า ๆ และถ้า % DVB มีค่าต่ำ ๆ จะมีข้อบกพร่องน้อยกว่าเมื่อมี % DVB ค่ามาก แต่ที่สำคัญก็คือ ความเฉพาะในการแลกเปลี่ยนไอออนจะมีค่าต่ำ ที่นิยมใช้กันมากและใช้งานได้กว้างขวางคือ เรซินที่มี % DVB เท่ากับ 8 และ เรซินที่สังเคราะห์ขึ้นนั้นมักจะเป็นของแข็งที่มีลักษณะกลมมีขนาดตั้งแต่ 0.05-1.50 มิลลิเมตร (13) เทคนิคนี้ได้รับความนิยมใช้สำหรับแยกสารกำจัดวัชพืชพวกไดคอต

และพาราควอท ซึ่งเป็นสารมีขั้วและละลายในน้ำได้ดี

## 2. Gas-Liquid Chromatography (14)

เป็นเทคนิคที่ดีในการแยกของผสมของสารอินทรีย์ที่ระเหยง่าย และมีโครงสร้างใกล้เคียงกัน แต่สารที่ระเหยยากสามารถนำมาแยกโดยวิธีนี้ได้หลังจากเปลี่ยนให้เป็นสารที่ระเหยได้ง่ายขึ้นเสียก่อน โดยใช้ปฏิกิริยาเคมีที่เหมาะสมช่วย เช่น การเปลี่ยนให้เป็นอนุพันธ์ชนิดต่าง ๆ ที่สามารถระเหยได้ง่าย

ขั้นตอนโดยย่อของวิธีนี้ คือ ใช้วิธีฉีดสารตัวอย่างที่ต้องการจะแยกกลายเป็นไอโดยไม่มีการสลายตัว แล้ว carrier gas ซึ่งเป็นแก๊สเฉื่อยจะพาไอของสารตัวอย่าง เข้าสู่คอลัมน์ที่เหมาะสม ซึ่งภายในบรรจุด้วย solid supports ที่เคลือบด้วย stationary liquid phase องค์ประกอบในของผสมตัวอย่างจะกระจายตัวเอง (partition) เข้าไปอยู่ในสเฟซชั้นนารีเฟส ที่ใช้ และมีการให้ carrier gas บริสุทธิ์ ไหลเข้าสู่คอลัมน์ตลอดเวลา เพื่อที่จะทำหน้าที่ชะล้าง (elute) สารที่ต้องการแยกออกจากคอลัมน์ สารในของผสมแต่ละตัวจะเคลื่อนที่ออกจากคอลัมน์ได้ช้าเร็วไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับค่า  $K_p$  (partition ratio) และชนิดของสเฟซชั้นนารีเฟสที่ใช้ ตัวอย่างของสารกำจัดวัชพืชที่สามารถแยกโดยเทคนิคนี้ เช่น การแยก phenoxyalkyl acid ออกจากสิ่งปนเปื้อนและตัวรบกวนที่มีในต้นพืช (plant residue) ซึ่งได้จากการสกัดพืชน้ำด้วยสารละลายอินทรีย์ เป็นต้น

## 3. Steam distillation (15)

เป็นวิธีการแยกของผสมที่ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน อาจเป็นของผสมระหว่างน้ำกับสารอินทรีย์ หรือระหว่างสารอินทรีย์สองชนิดที่ไม่ผสมกัน โดยอาศัยสมบัติของการมีความดันไอที่ต่างกัน โดยสารอินทรีย์ตัวหนึ่งควรมีความดันไอที่ประมาณ  $100^{\circ}\text{C}$  อย่างน้อยเท่ากับ 5 มิลลิเมตรปรอท ส่วนอีกตัวหนึ่งมีค่าความดันไอนี้ต่ำกว่านี้ก็ได้ จะทำการแยกของผสมนี้โดยให้ออน้ำผ่านเข้าสู่ของผสมในระบบปิด แล้วจะทำให้ของผสมนี้ระเหยออกมาที่อุณหภูมิประมาณ เกือบ  $100^{\circ}\text{C}$  ส่วนที่กลั่นออกมาได้ (distillate) จะประกอบด้วยของผสมทั้งสอง แต่จะมีสัดส่วนแตกต่างกัน โดยถ้าเป็นน้ำกับสารอินทรีย์ที่มีความดันไอน้ำ ส่วนที่กลั่นออกมาได้จะมีปริมาณของสารอินทรีย์มากกว่าน้ำ ขึ้นอยู่กับความดันไอ และน้ำหนักโมเลกุลของสารในของผสมนั้น จากนั้นก็นำส่วนที่กลั่นได้มาสกัดและทำปริมาณวิเคราะห์หรือคุณภาพวิเคราะห์ต่อไปได้ ตัวอย่างสาร algicide ที่ต้องทำการแยกออกจากน้ำโดยเทคนิคนี้คือ Phygon เป็นต้น

#### 4. Partition Chromatography (16)

หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า liquid-liquid Chromatography เป็นเทคนิคที่ใช้แยกของผสมของสารที่มีโครงสร้างใกล้เคียงกัน แต่มีคุณสมบัติในการกระจายตัวใน stationary liquid phase และ mobile liquid phase แตกต่างกัน จากคุณสมบัติดังกล่าวจึงสามารถแยกของผสมได้ โดยกลไกของปฏิกิริยาก็เหมือนกันกับเทคนิคของ GLC แต่ต่างกันที่ชนิดของโมบายล์เฟสเท่านั้น ตัวอย่างของสารกำจัดวัชพืชที่ถูกแยกด้วยเทคนิคนี้เช่น การแยก 2,4-dichloro phenol (2,4-DCP) ออกจาก 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) ในตัวอย่างน้ำ เป็นต้น

จะเห็นได้ว่า แต่ละเทคนิคมีข้อจำกัดต่าง ๆ กัน แต่สำหรับพาราควอนั้น Ion-Exchange Chromatography เป็นเทคนิคที่เหมาะสมที่สุด โดย Calderbank ได้อาศัยสมบัติที่สำคัญดังนี้คือ

1. เป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับสารมีขั้ว หรือสารที่เปลี่ยนเป็นไอออนได้ ซึ่งพาราควอนและสารกำจัดแมลงหลาย ๆ ชนิดมีคุณสมบัติดังกล่าว
2. เทคนิคนี้เป็นเทคนิคที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้แม่นยำ (precision) และสามารถจะใช้วิเคราะห์สารตกค้าง (residue analysis)

ทั้งนี้ Ion-Exchange Chromatography ยังเป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการทำให้เข้มข้นเพิ่มขึ้น หรือทำให้สาร มีขั้วบริสุทธิ์ หรือสามารถ เปลี่ยน เป็นไอออนได้เมื่ออยู่ในสารละลาย โดยเฉพาะสารที่สนใจนั้นมีปริมาณน้อยมาก ในส่วนที่สกัดได้จากตัวอย่างต่าง ๆ ที่มีปริมาณมาก ดังนั้น เมื่อให้ส่วนที่สกัดได้ซึ่งมีสารที่สนใจผ่านคอลัมน์ซึ่งบรรจุ ion exchange resin ที่มีประจุชนิดเดียวกับสารที่สนใจก็จะเกิดขบวนการแลกเปลี่ยนไอออนระหว่างสารที่สนใจกับหมู่ฟังก์ชันนัลของเรซิน และสุดท้ายสารที่สนใจก็จะถูกชะล้างออกมาด้วยสารละลายของกรดหรือเกลือที่มีไอออนสัมพรรคภาพ (ion affinity) กับเรซินมากกว่าสารที่สนใจ จึงเกิดขบวนการแลกเปลี่ยนไอออนอีกครั้งหนึ่ง ระหว่างตัวชะล้างกับเรซิน และในขั้นตอนการชะล้างสารที่สนใจออกจากคอลัมน์นั้นจะสามารถทำให้สารที่สนใจเข้มข้นขึ้นได้ โดยการใช้ตัวชะล้างปริมาณน้อยที่สุดที่สามารถชะล้างสารที่สนใจออกมาได้มากที่สุด

### 1.3 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

1. เพื่อหาทางพัฒนา เทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณพาราควอทให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อให้สามารถวิเคราะห์พาราควอทที่มีปริมาณน้อย ๆ ทางสเปกโตรโฟโตเมตริคได้ขึ้น
2. เพื่อหาทางพัฒนา เทคนิคการแยกพาราควอทออกจากตัวอย่างให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. เพื่อทดสอบหา เทคนิคการแยกพาราควอทออกจากสารตัวอย่างปริมาณน้อยที่สามารถทำได้สะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง และประหยัด

### 1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัยโดยย่อ

ในการทำวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการทดลองตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาข้อมูลจากเอกสาร เกี่ยวกับสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของพาราควอท ปฏิกริยารีดักชันของพาราควอท และสมบัติของสารประกอบที่เกิดขึ้น เช่น ความเสถียร ความสามารถในการดูดกลืนแสง และสภาวะในการเกิดปฏิกริยารีดักชัน เป็นต้น รวมทั้งเทคนิคการแยกและการวิเคราะห์หาปริมาณของพาราควอทในตัวอย่างต่าง ๆ ด้วยเทคนิคทางสเปกโตรโฟโตเมตริค
  2. ศึกษาหาความเข้มข้นและปริมาณของตัวรีดิวซ์ที่เหมาะสมในการทำปฏิกริยากับพาราควอทที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน รวมทั้งประสิทธิภาพของตัวรีดิวซ์และขีดจำกัดของการใช้ว่ามีระยะเวลาการใช้งานได้นานเท่าไร
  3. ศึกษา เทคนิคในการรีดิวซ์พาราควอทให้ เกิดเป็นแรดิเคิลอิสระประจุบวกที่เสถียรนานพอที่จะสามารถวัดค่าแอมพอร์แมนซ์ได้ถูกต้องแน่นอน
  4. พัฒนา เทคนิคการแยกพาราควอทออกจากสิ่งปลอมปนในดินและน้ำตัวอย่างจากที่เตรียมขึ้น
- โดยจะศึกษาการใช้เรซินประจุบวกต่าง ๆ กัน หาปริมาณและอัตราเร็วของการชะล้างด้วยตัวชะล้างที่เหมาะสมที่จะสามารถชะล้างพาราควอทออกมาได้มากที่สุด แต่ใช้ปริมาณน้อยที่สุดจาก Elution pattern และนำข้อมูลที่ได้มาศึกษา กับดินและน้ำตัวอย่างที่เตรียมขึ้นให้มีพาราควอทเข้มข้นต่าง ๆ กัน เพื่อทดสอบเทคนิคที่พัฒนาขึ้น
5. นำเทคนิคการแยกและการหาปริมาณที่พัฒนาได้ ทดสอบกับตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำต่าง ๆ ในธรรมชาติ

6. ศึกษาเทคนิคการวิเคราะห์โดยใช้คอลัมน์ SPE (solid phase-extraction) ซึ่งเป็นคอลัมน์สำเร็จรูปที่มีขนาดเล็ก ใช้ในการแยกหรือทำให้สารบริสุทธิ์ทั่วไป จึงนำมาทดลองแยกหาราควทก่อนที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วยสเปกโตรโฟโตเมตริ และคาดว่าคอลัมน์ชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพในการใช้วิเคราะห์ได้รวดเร็ว และเหมาะสมกับตัวอย่างที่มีปริมาณน้อย ๆ

#### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากขั้นตอนการดำเนินงานทดลองข้างต้น จึงคาดว่าประโยชน์ที่จะได้รับจากงานวิจัยนี้จะเป็นดังนี้

1. ได้เทคนิคการวิเคราะห์หาราควททางสเปกโตรโฟโตเมตริ ที่ให้เซนซิวิตีสูง และถูกต้องแม่นยำขึ้น
2. ได้แนวทางที่จะทำให้หาราควทที่ถูกรังสีอยู่ตัวนานพอที่จะวัดความสามารถในการดูดกลืนแสงได้ถูกต้องยิ่งขึ้น
3. ได้เทคนิคการวิเคราะห์หาราควทที่สามารถนำไปใช้ได้ทั่วไป แม้ผู้วิเคราะห์จะมีทักษะน้อย
4. ได้เทคนิคที่วิเคราะห์ได้สะดวก รวดเร็ว ถูกต้อง และแม่นยำ

#### 1.6 การจำแนกสารกำจัดวัชพืชตามองค์ประกอบทางเคมี (17)

สารกำจัดวัชพืช (herbicides) ตามความหมายกว้าง ๆ หมายถึงสารประกอบทางเคมีที่ใช้ในการป้องกันพืชที่สนใจจากการถูกรบกวนด้วยวัชพืช โดยการทำลายและยับยั้งการเจริญเติบโตของวัชพืชเหล่านั้น

สารกำจัดวัชพืชสามารถแบ่งได้เป็นหลายประเภทตามสมบัติต่าง ๆ เช่น แบ่งตามชนิดของปฏิกิริยาการทำลาย หรือระยะเวลาของการใช้ หรือแบ่งตามข้อจำกัดของการใช้ แต่ก็ยังไม่สามารถที่จะใช้หลักเกณฑ์ที่แน่ชัดมาแบ่งประเภทของสารกำจัดวัชพืชได้ เมื่อพิจารณาถึงองค์ประกอบทางเคมีของสารกำจัดวัชพืชก็สามารถที่จะแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

ประเภทที่ 1 สารกำจัดวัชพืชอนินทรีย์ (Inorganic herbicides) โดยมากจะเป็นสารเคมีประเภทกรด และเกลือซึ่งมีการใช้กันมานานแล้ว เช่นสารกำจัดวัชพืชอนินทรีย์ดังต่อไปนี้



ชื่อทางเคมี

กรดซิลฟูริก	เหล็ก (II) ซัลเฟต
แอมโมเนียมซัลเฟต	โพแทสเซียม โซดาเนด
โซเดียมคลอไรด์	โซเดียมบอแรก
ไดโซเดียมออกทาบอแรก	โซเดียมเมตาบอแรก
โซเดียมอาร์เซไนต์	โพแทสเซียม เฮกซาฟลูออโรอาร์เซเนต

ประเภทที่ 2 สารกำจัดวัชพืชอินทรีย์ (Organic herbicides) สามารถแบ่งเป็น  
กลุ่ม ๆ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่พวกไฮโดรคาร์บอน, แอลกอฮอล์, อัลดีไฮด์, คีโตน และควิโนน  
(hydrocarbons, alcohols, aldehydes, ketones and quinones)

กลุ่มที่ 2 ได้แก่พวกฟีนอล (phenols)

กลุ่มที่ 3 ได้แก่พวกอนุพันธ์ของกรดคาร์บอนิก, กรดคาร์บอนไดออกไซด์ และกรดคาร์บอนได-  
ไธโออิก (derivatives of carbonic, carbonothioic and carbonodithioic  
acids)

กลุ่มที่ 4 ได้แก่พวกกรดคาร์บอกซิลิก และอนุพันธ์ของมัน (carboxylic acids and  
derivatives)

กลุ่มที่ 5 ได้แก่พวก 2,6-ไดไนโตรอะนิลีน (2,6-dinitroanilines)

กลุ่มที่ 6 ได้แก่พวก 5 เมมเบอร์ เฮเทอโรไซคลิก (five-membered-hetero-  
cyclics)

กลุ่มที่ 7 ได้แก่พวกไพริดีนและเกลือไพริดีเนียม (pyridines and pyridinium  
salts)

กลุ่มที่ 8 ได้แก่พวก 1,3,5-ไตรเอซีน (1,3,5-triazines)

กลุ่มที่ 9 ได้แก่พวก 1,2,4-ไตรเอซีน (1,2,4-triazines)

กลุ่มที่ 10 ได้แก่พวก โซดาฟอสฟอรัส และสารประกอบออร์กาโนอาร์เซนิก  
(cyanophosphorus and organoarsenic compounds)

### 1.7 ลักษณะการใช้พาราควอทในการ เกษตร

สำหรับพาราควอทถูกจัด เป็นสาร กำจัดวัชพืชอินทรีย์ในกลุ่มของ ไพริดิน และ เกลือไพริดี นิยม ซึ่งได้ถูกนำมา ใช้ประโยชน์ทางการ เกษตรได้ในหลายลักษณะด้วยกันดังนี้

1. ใช้กำจัดวัชพืชก่อน เติบโตขึ้น เพื่อความสะดวกรวดเร็วและประหยัดแรงงานในการ เติบโตขึ้น
2. ใช้กำจัดวัชพืชก่อนปลูกหรือขณะปลูกหรือภายหลัง การปลูกในระยะ ก่อนพืชหลักงอก
3. ใช้กำจัดวัชพืชระหว่าง แถวปลูกหรือรอบโคนต้นพืชหลัก
4. ใช้กำจัดวัชพืชในพื้นที่ลาดชัน ซึ่งไม่สะดวกต่อการไถพรวน
5. ใช้กำจัดวัชพืชพวกลอยน้ำ จมน้ำ และไหลพันน้ำได้ เช่น ผักคบบชวา เป็นต้น
6. ใช้กำจัดวัชพืชในลักษณะอื่น ๆ เช่น การกำจัดวัชพืชทั่วไปตามคันนา รวมทั้งใช้กำจัด วัชพืชที่ขึ้นรกรุงรังในที่ที่ไม่มีการทำ เกษตรกรรม เช่น พื้นที่ร้างหรือในเขตอุตสาหกรรม เป็นต้น

โดยทั่วไปเกษตรกรจะใช้พาราควอทในขนาด 0.5% หรือ 5 กรัม/ลิตร หรือเจือจางลง 40 เท่าของผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายในท้องตลาด

ศูนย์วิทยพัทยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย