โครงการวิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาขั้ววัด pH ที่เตรียมจากพอลิพีโรล (PPy) นำไฟฟ้า ฟิล์มพอลิพีโรลถูกสังเคราะห์ด้วยเทคนิคพอลิเมอไรเซชันทางเคมีไฟฟ้าของมอนอเมอร์พีโรลแบบขั้นตอนเดียว บนขั้วเหล็กกล้าไร้สนิม โดยมีไฮโดรควิโนน มอนอซัลโฟเนต (HQS) เป็นสารโด๊ป ผลการตอบสนองของขั้ว PPy-HQS ต่อ pH ของสารละลายมีความสัมพันธ์เชิงเส้น ซึ่งมีความชัน -50.54 $\pm$ 1.67 mV/pH ณ อุณหภูมิ 28°C ในช่วง pH 2-12 และใช้เวลาในการตอบสนองน้อยกว่า 1 นาที ขั้ว PPy-HQS สามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้งภายในระยะเวลาประมาณ 1 เดือน นอกจากนั้น ขั้ว PPy-HQS ยังมีความสามารถในการวัดซ้ำ และผลิตซ้ำได้ ผลการวิเคราะห์การตอบสนองต่อ H^+ เมื่อมีไอออนอื่นรบกวน แสดงให้เห็นว่าขั้ว PPy-HQS มีความเจาะจงต่อ H^+ สูง การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Cyclic voltammetry, UV-Visible spectroscopy, XPS และ ToF-SIMS สามารถอธิบายกลไกของฟิล์ม PPy-HQS ในการตอบสนองต่อ pH ว่าประกอบด้วยกระบวนการ Protonation-Deprotonation ในสายโซ่พอลิพีโรลเอง และกระบวนการรีดอกซ์ของหมู่ HQS ที่ติดกับสายโซ่พอลิพีโรล โดยกระบวนการทั้งสองเป็นกระบวนการผันกลับได้

การพัฒนาผลการตอบสนองต่อ pH ของฟิล์มพอลิพีโรลทำโดยใช้สารโด๊ปร่วมชนิด Oxalic acid การเติมสารโด๊ปร่วมลงในปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันทำให้เกิดชั้นของ Iron oxalate dihydrate ในช่วงเริ่มต้นปฏิกิริยา ทำให้การยึดติดระหว่างฟิล์มพอลิเมอร์และขั้วเหล็กกล้าไร้สนิมดีขึ้น ส่งผลให้ความชันของกราฟเทียบปรับของฟิล์มพอลิพีโรลที่มีสารโด๊ปร่วมดีขึ้นเป็น -54.67 $\pm$ 0.70 mV/pH และยังช่วยให้ฟิล์มดังกล่าวมีอายุการใช้งานนานกว่า 50 วัน โครงการวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการเตรียมอุปกรณ์วัด pH ชนิดฟิล์มพอลิพีโรล เนื่องจากมีกระบวนการเตรียมที่ง่ายบนขั้วเหล็กกล้าไร้สนิมซึ่งมีราคาถูก และในอนาคตยังอาจพัฒนาการประกอบฟิล์มพอลิพีโรลให้มีลักษณะเป็นขั้วไฟฟ้าสำเร็จ ดังเช่นขั้วไฟฟ้าเยื่อแก้ว เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

This research project aims to develop a pH sensor based on conducting polypyrrole (PPy). Polypyrrole film was prepared by a simple one-step electropolymerization of an aqueous solution containing pyrrole and hydroquinone monosulfonate (HQS) as a dopant. Potentiometric pH responses of the PPy-HQS electrodes showed a response slope of -50.54 $\pm$ 1.67 mV/pH (28 $^{\circ}$C), a linear working range of pH 2 to 12 and a response time less than 1 minute. The electrode stability was maintained over the period of a month. The PPy-HQS electrode exhibited good repeatability and reproducibility. Interference studies with several ions showed minimal effects on the potentiometric response of the PPy-HQS electrode. A combination of cyclic voltammetry, UV-Visible spectroscopy, XPS and ToF-SIMS revealed that the mechanism of pH sensitivity of the PPy-HQS film involved the protonation and deprotonation of polypyrrole itself and the redox reaction of the incorporated HQS. Both processes were reversible.

Potentiometric response of the polypyrrole film was improved by using oxalic acid as a co-dopant. By adding oxalic acid, the adhesion between the polypyrrole film and the supported stainless steel electrode was improved via the formation of iron oxalate dihydrate at the initial stage of polymerization, leading to better potentiometric responses. The co-doped PPy electrodes exhibited the greater slope response of -54.67 $\pm$ 0.70 mV/pH (28 $^{\circ}$C) and were stable over 50 days after the first use. The research project revealed excellent potential of polypyrrole film as a novel pH sensor with simple preparation on cheap stainless steel electrode. Further development can be made on fabrication of a combined electrode, like a commercial pH glass electrode, for convenient use.