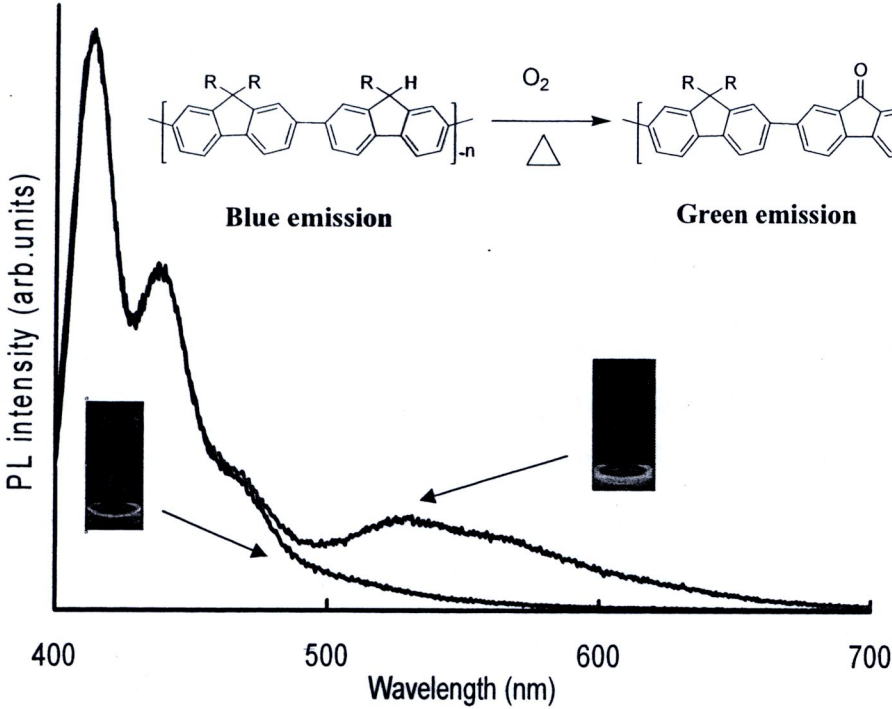


บทที่ 3

ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 การศึกษาผลของปริมาณออกซิเจนและอุณหภูมิของการอบ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาสมบัติทางแสงของอนุพันธ์พอลิฟลูออรีนที่มีการเปลี่ยนแปลงจากการเปล่งแสงสีน้ำเงินเข้มในสภาวะปกติเป็นการเปล่งแสงสีเขียวเมื่ออนุพันธ์พอลิฟลูออรีนเกิดการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างทางเคมีของสายโซ่หลักพอลิเมอร์จากกระบวนการออกซิเดชันด้วยความร้อนจากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าสารพอลิฟลูออรีนมีการเปล่งแสงสีน้ำเงินเข้มโดยเกิดสเปกตรากายแสงในช่วงความยาวคลื่น 400-520 nm ซึ่งพบค่าการคายแสงของพีคหลักที่ความยาวคลื่น 426 nm และพีคไหล่ที่ตำแหน่ง 445 nm และ 480 nm แต่เมื่อเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยความร้อนส่งผลให้เกิดหมู่ฟลูออรีโนนในสายโซ่ของพอลิฟลูออรีนจะพบว่ามีพีคที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสเปกตรากายแสงของพอลิฟลูออรีนที่ไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ความยาวคลื่นตำแหน่งเดียวกัน ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองในส่วนนี้บ่งบอกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของพอลิฟลูออรีนจะมีผลต่อพฤติกรรมของการเปล่งแสงของพอลิฟลูออรีน โดยการที่มีออกซิเจนในระบบขณะให้ความร้อนทำให้พีคไหลของการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เพิ่มขึ้นจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเจดสีของแสงที่เปล่งออกมา ดังแสดงสเปกตรากายแสงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเกิดเป็นหมู่ฟลูออรีโนนในสายโซ่หลักของพอลิฟลูออรีน

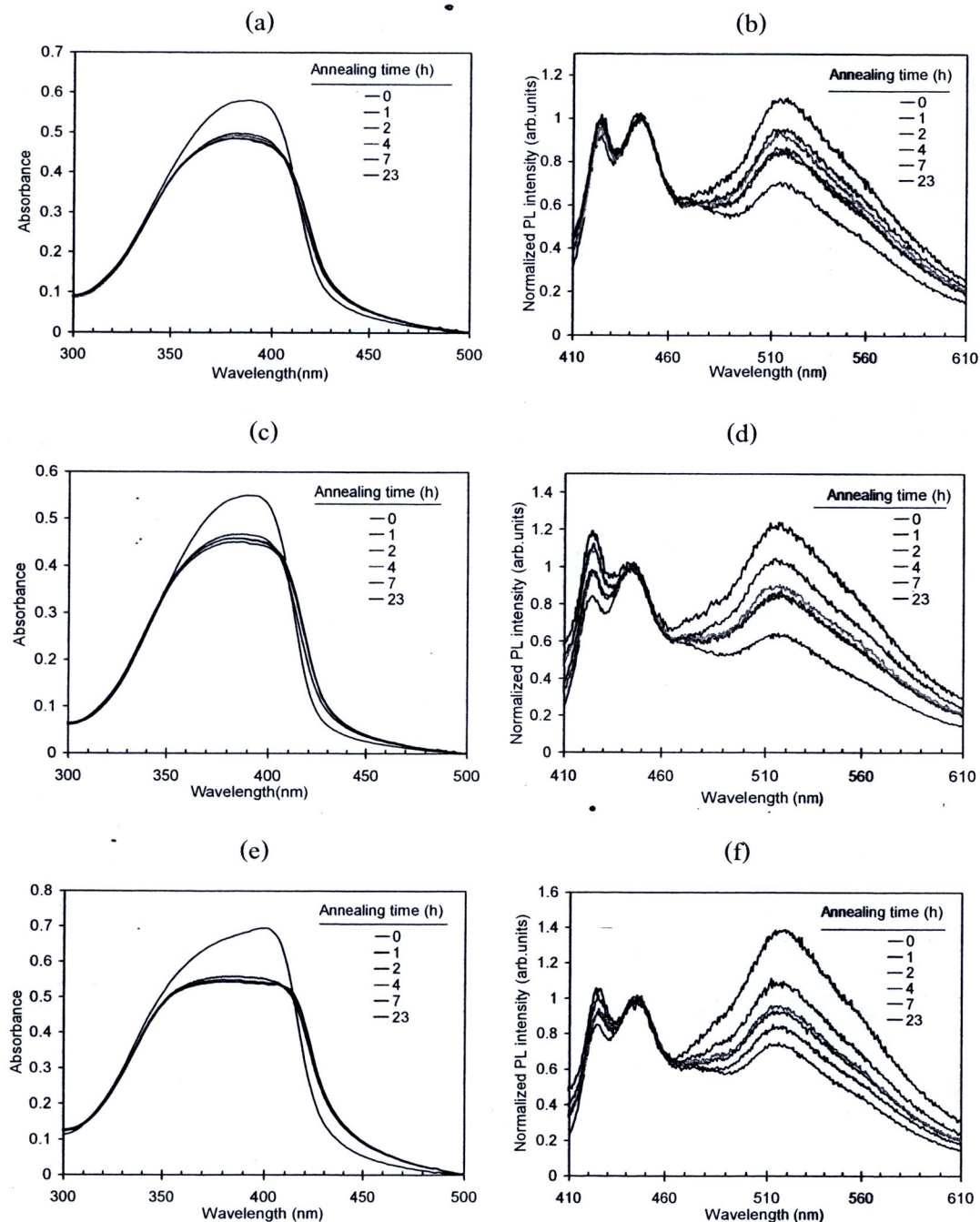
เนื่องจากการเกิดออกซิเดชันด้วยความร้อนมีผลให้สมบัติการเปล่งแสงของพอลิฟลูออรีนเปลี่ยนแปลงไป จึงได้ทำการศึกษาผลของปริมาณออกซิเจนต่อสมบัติการเปล่งแสง โดยเตรียม PF 2/6 เป็นฟิล์มบางด้วยวิธี dropcast แล้วนำไปอบด้วยความร้อนที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจนดังนี้ 110 Pa , 8510 Pa และ 21100 Pa จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงและการคายแสง ในการทดลองได้ทำการเตรียมฟิล์มเป็นสองชุด คือ ฟิล์ม A และ ฟิล์ม B สำหรับผลการทดลองที่ได้จาก ฟิล์ม A และ ฟิล์ม B ของ PF 2/6 แสดงในรูปที่ 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ จะเห็นว่า เมื่อวัดการดูดกลืนแสงก่อนทำการอบฟิล์ม พบสเปกตรากการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 300-500 nm ซึ่งมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 380 nm ส่วนสเปกตรากการคายแสงมีพีคหลักของการคายแสงเกิดขึ้นที่ตำแหน่งความยาวคลื่นประมาณ 426 และ 445 nm และมีพีคไหล่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งความยาวคลื่นประมาณ 520 nm ในทุกระบบ

เมื่อทำการอบ PF 2/6 ฟิล์ม A ที่อุณหภูมิ 120 °C ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa พบว่าเวลาในการอบ 1 ชั่วโมง สเปกตรากการดูดกลืนแสงที่เกิดขึ้นยังอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 300-500 nm และค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก็ยังอยู่ที่ตำแหน่งความยาวคลื่นประมาณ 380 nm แสดงดังรูปที่ 3.2 (a) แต่สิ่งที่สังเกตได้อย่างชัดเจนคือความสูงของพีคลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนอบ ในขณะที่เดียวกันค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงก็มีค่ามากขึ้น เมื่อเพิ่มเวลาของการอบต่อไปเป็นเวลา 23 ชั่วโมง ก็พบการเปลี่ยนแปลงเพียงแค่น้อยเท่านั้น สำหรับสเปกตรากการคายแสงพบว่าการอบฟิล์มเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้ช่วงความยาวคลื่นของการคายแสงยังคงเดิมแต่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงของพีคไหล่ที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับก่อนการอบ ดังรูปที่ 3.2 (b) และเมื่อเพิ่มเวลาของการอบมากขึ้น ก็พบว่าความสูงของพีคไหล่ก็เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามเวลาการอบ จนกระทั่งครบ 23 ชั่วโมงพีคไหล่จะมีความสูงมากที่สุด แต่สำหรับพีคหลักตลอดระยะเวลาในการอบนั้นลักษณะสเปกตราไม่มีการเปลี่ยนแปลง

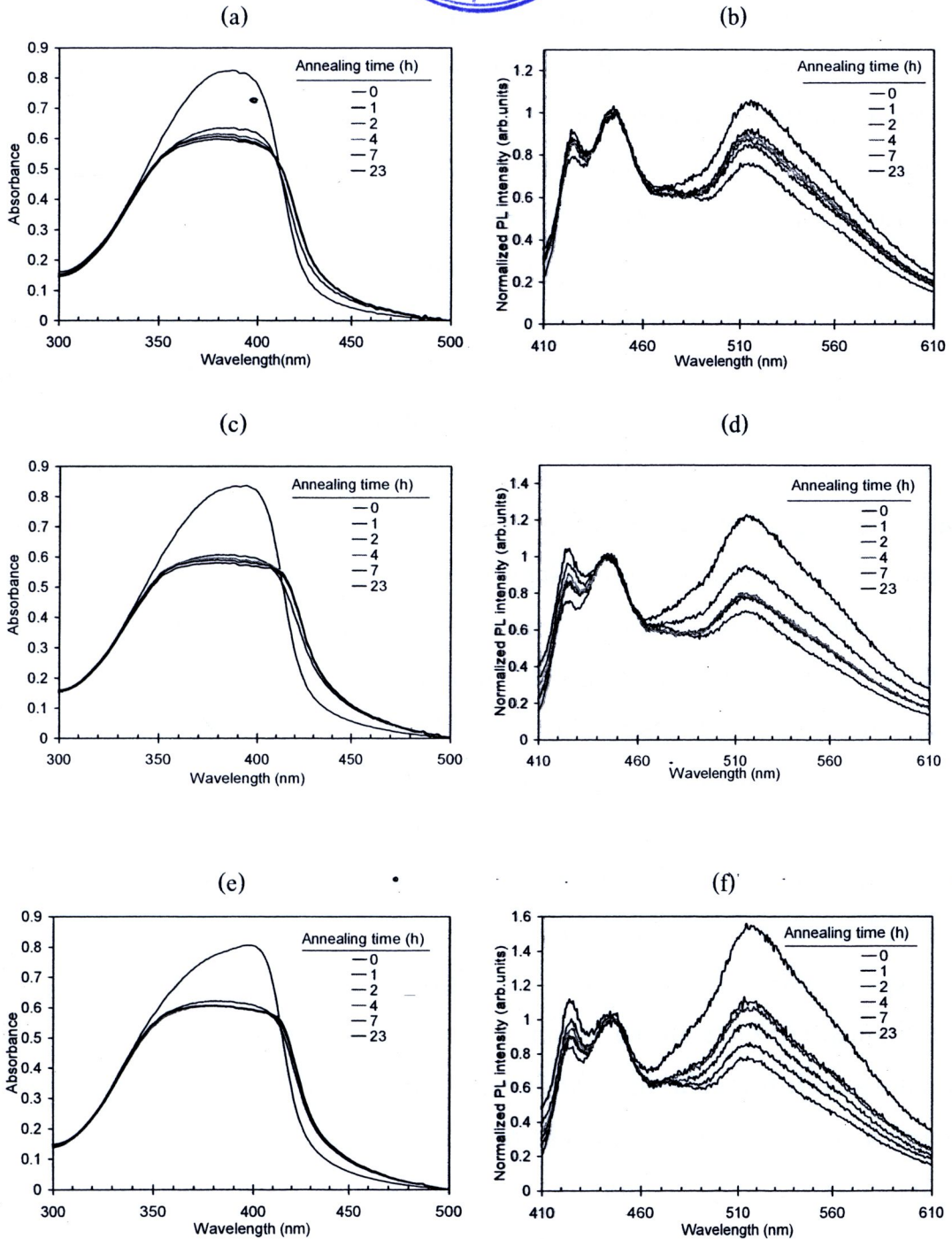
จากนั้นทำการศึกษาต่อในสภาวะการอบที่มีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นเป็น 8510 Pa ที่อุณหภูมิเดียวกัน พบว่าผลที่ได้จากการวัดการดูดกลืนแสงและการคายแสงนั้น สเปกตรากการดูดกลืนแสงและการคายแสงมีการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะเดียวกันกับการอบที่มีปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa แสดงดังรูปที่ 3.2 (c, d) เพียงแต่การเพิ่มสูงขึ้นของพีคการคายแสงที่ 520 nm เกิดขึ้นในอัตราที่สูงกว่า นอกจากนี้ยังพบว่าพีคการคายแสงที่ 426 nm มีความสูงเพิ่มขึ้นตามเวลาในการอบด้วย จากนั้นได้ศึกษาต่อในสภาวะการอบที่มีปริมาณออกซิเจนมากที่สุดเท่ากับ 21100 Pa แล้วทำการวัดการดูดกลืนแสงและการคายแสงซึ่งแสดงสเปกตรากการดูดกลืนแสงและการคายแสง ดังรูปที่ 3.2 (e, f) โดยการเปลี่ยนแปลงของสเปกตราที่เกิดขึ้นก็มีลักษณะเช่นเดียวกับสภาวะการอบที่มีปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa และ 8510 Pa แต่การเปลี่ยนแปลงในระบบนี้มีความชัดเจนอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากสเปกตรากการคายแสง



เมื่อพิจารณาความสูงของพีคใหญ่ที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm ที่เวลาการอบเป็น 23 ชั่วโมง จะมีความสูงของพีคมากที่สุดเมื่อเทียบกับสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่า



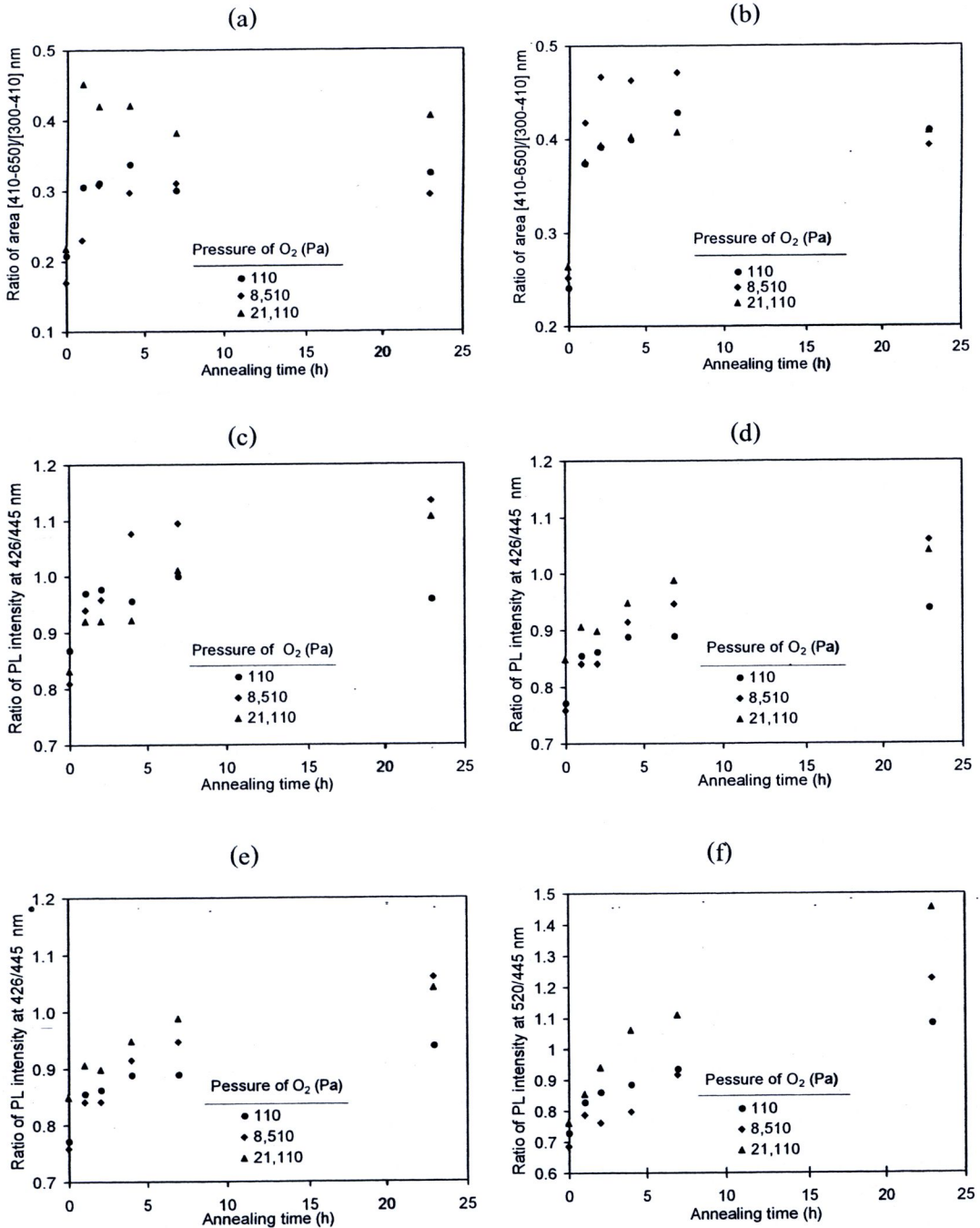
รูปที่ 3.2 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของ PF2/6 (ฟิล์ม A) ฟิล์มทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลาต่างๆ โดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c,d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e,f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21,110 Pa สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



รูปที่ 3.3 (ซ้าย) สเปกตรการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรการคายแสงของ PF2/6 (ฟิล์ม B) ฟิล์มทั้งหมดที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลาต่างๆ โดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c,d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm

จากผลการทดลองที่ได้ จะพบว่าการเพิ่มปริมาณของออกซิเจนมีผลค่อนข้างน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงสเปกตรารการดูดกลืนแสง ซึ่งการเพิ่มสูงขึ้นของค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นสูงนั้นบ่งบอกถึงการเกิดการจับเรียงตัวของสายโซ่พอลิเมอร์เกิดเป็น aggregates ได้มากขึ้น ดังนั้นผลการทดลองที่ได้จึงบ่งชี้ว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนในขณะที่ทำการอบฟิล์มนั้น มีผลน้อยมากต่อการเกิด aggregates ในฟิล์ม สำหรับการเปลี่ยนแปลงสเปกตรารการคายแสงนั้นพบว่าการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในขณะอบฟิล์ม มีผลทำให้พีการคายแสงที่ตำแหน่ง 520 nm และ 426 nm เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งความเข้มของพีการคายแสงที่ตำแหน่ง 520 nm แปรผันกับปริมาณของหมู่ฟลูออรีโนนที่เกิดขึ้นในระบบดังนั้นผลการทดลองที่ได้จึงบ่งชี้ว่าการเกิดออกซิเดชันด้วยการให้ความร้อนเกิดขึ้นได้ดีขึ้นเมื่อทำการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในระบบ

เพื่อเป็นการสรุปผลการทดลองที่ได้ และให้เห็นผลการทดลองที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นเกี่ยวกับผลของการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในระบบการเกิดออกซิเดชันด้วยการให้ความร้อน จึงได้ทำการพลอตระหว่างสัดส่วนของพื้นที่การดูดกลืนแสงที่พลังงานต่ำคือพีการเกิด aggregates ช่วงความยาวคลื่น 410-650 nm กับพื้นที่การดูดกลืนแสงที่พลังงานสูงคือช่วงความยาวคลื่น 300-410 nm เทียบกับเวลาในการอบที่อุณหภูมิ 120 °C และสัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 426 nm ซึ่งเป็นช่วงพลังงานสูงเทียบกับที่ตำแหน่ง 445 nm และที่ตำแหน่ง 520 nm ซึ่งเป็นช่วงพลังงานต่ำ โดยผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.4 พบว่าสำหรับสัดส่วนของพื้นที่การดูดกลืนแสงที่พลังงานต่ำเทียบกับพลังงานสูงในฟิล์ม A และฟิล์ม B ดังรูปที่ 3.4 a และ 3.4 b เมื่อมีปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa ก่อนการอบจะมีค่าสัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงต่ำที่สุด แต่เมื่อทำการอบ 1 ชั่วโมง สัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงมีค่าเพิ่มขึ้นและยังคงมีอัตราเพิ่มขึ้นอีกเมื่อเวลาอบเพิ่มขึ้น จนกระทั่งเวลาในการอบเป็น 23 ชั่วโมงค่าสัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย สำหรับระบบที่มีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นเป็น 8510 Pa ก็มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับในระบบที่มีปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa แต่ในฟิล์ม B จะมีอัตราการเพิ่มสูงกว่าฟิล์ม A และเมื่อระบบมีปริมาณออกซิเจนมากที่สุดเท่ากับ 21110 Pa สำหรับฟิล์ม A เวลาในการอบเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าสัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงมีอัตราที่ลดลง แต่ที่เวลาในการอบ 23 ชั่วโมงค่าสัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงจะค่อนข้างคงที่ สำหรับในฟิล์ม B จะมีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางตรงกันข้ามคือ สัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงจะค่อยๆมีอัตราเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มเวลาในการอบและจะมีค่าสัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงที่คงที่เมื่ออบเป็นเวลา 23 ชั่วโมง ซึ่งการที่ค่าสัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงมีอัตราเพิ่มขึ้นเป็นการแสดงให้เห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นสูง (มีพลังงานต่ำ) มีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากการเกิด aggregates ของสายโซ่พอลิเมอร์



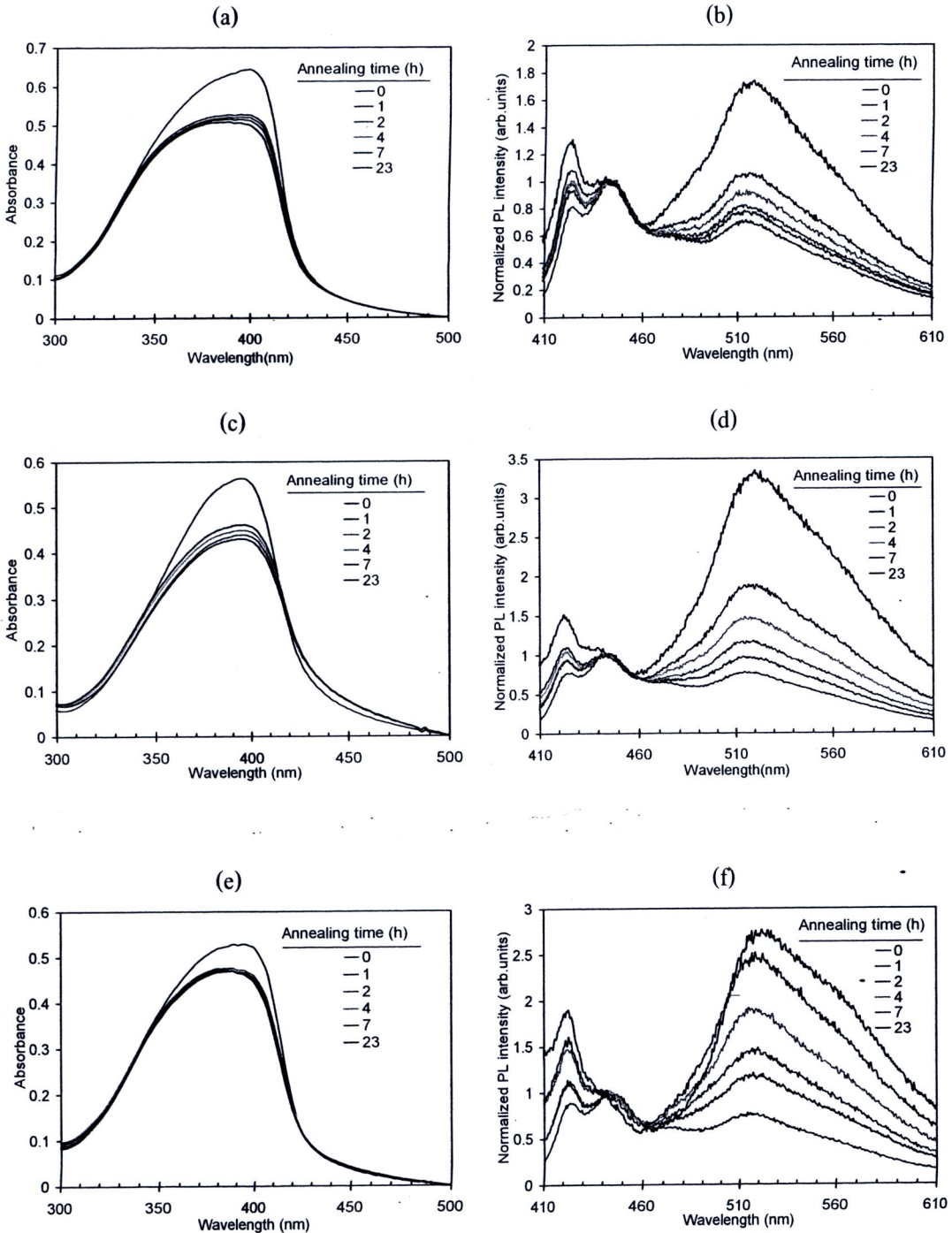
รูปที่ 3.4 (a, b) สัดส่วนของพื้นที่ของสเปกตรากการดูดกลืนแสงที่บริเวณ [410-650]/[300-410] nm (c, d) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 426/445 nm (e, f) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 520/445 nm ข้อมูลใน (a, c และ e) ได้จากฟิล์ม A ข้อมูลใน (b, d และ f) ได้จากฟิล์ม B ฟิล์มทั้งหมด อบที่อุณหภูมิ 120 °C เป็นเวลาต่างๆ

สำหรับการพลอตสัดส่วนของความเข้มของการคายแสง ในส่วนแรกจะเป็นการพิจารณาที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 426 nm เทียบกับที่ตำแหน่ง 445 nm ของฟิล์ม A และฟิล์ม B แสดงดังรูปที่ 3.4 (c, d) พบว่าฟิล์มทั้ง 2 ชนิดมีการเปลี่ยนแปลงที่เหมือนกันคือในระบบที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำที่สุดเท่ากับ 110 Pa เมื่อเวลาการอบเพิ่มขึ้นสัดส่วนของความเข้มของการคายแสงมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเมื่อในระบบมีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นเป็น 8510 Pa สัดส่วนความเข้มของการคายแสงก็มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเช่นกันและการเปลี่ยนแปลงในลักษณะนี้ ก็ยังเกิดขึ้นในระบบที่มีปริมาณออกซิเจนมากที่สุดที่เท่ากับ 21110 Pa ในส่วนต่อมาก็จะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เทียบกับที่ตำแหน่ง 445 nm แสดงดังรูปที่ 3.4 (e, f) ซึ่งพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันคือ ในระบบที่มีปริมาณออกซิเจนค่าหนึ่งเมื่อเวลาอบเพิ่มขึ้น มีผลให้สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงมีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องและถ้าทำการเพิ่มปริมาณออกซิเจนก็ส่งผลให้สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงมีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นการบ่งชี้อย่างชัดเจนได้ว่าการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันด้วยการให้ความร้อนนั้น เป็นผลทำให้เกิดหมู่ฟลูออรีโนนในระบบเพิ่มขึ้น

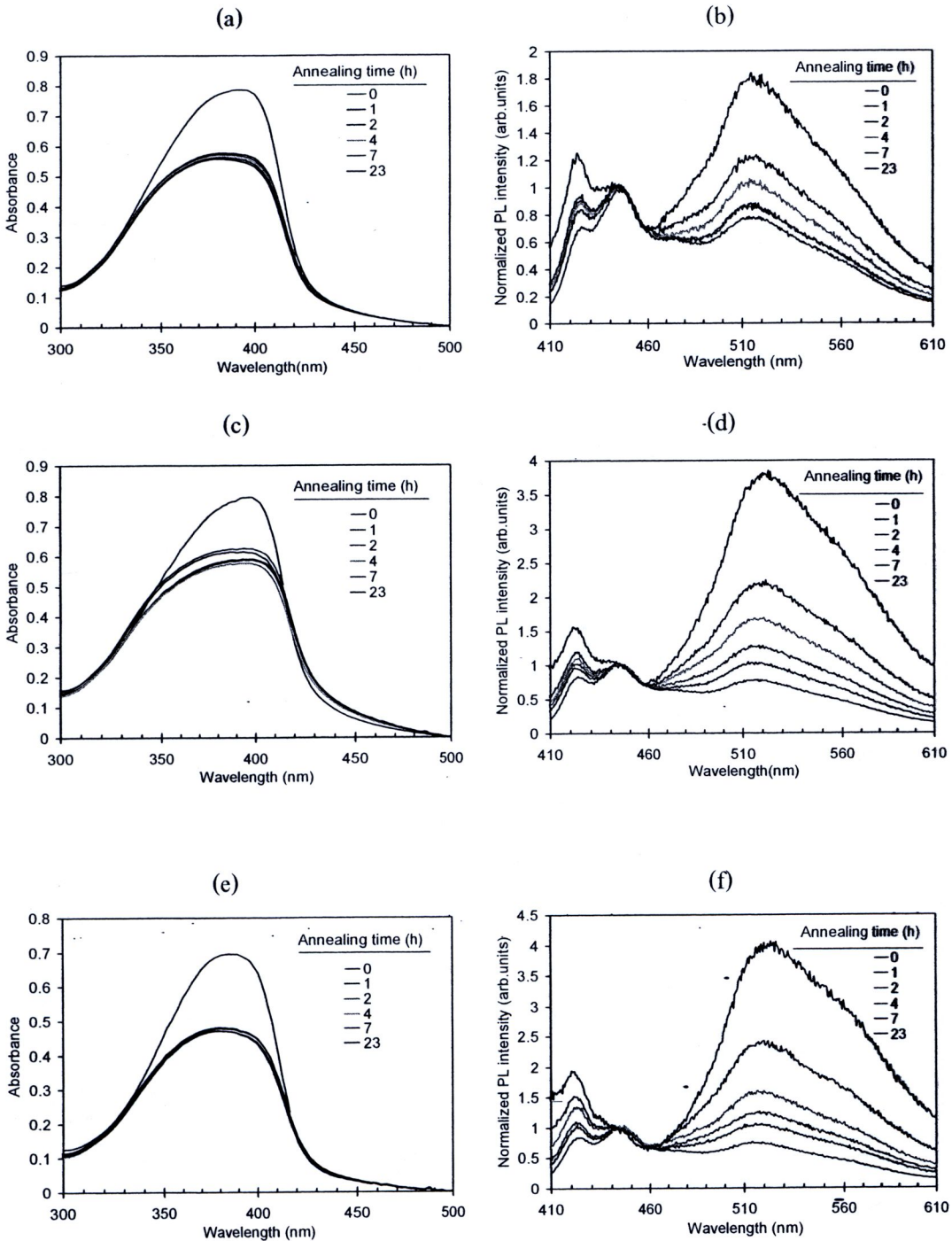
จากนั้นทำการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชัน โดยทำการศึกษาที่อุณหภูมิ 150 °C และ 180 °C เนื่องจากปริมาณความร้อนที่สูงขึ้นจะส่งผลต่ออัตราการเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชัน ผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.5-3.10 ซึ่งพบว่าเมื่อวัดการดูดกลืนแสงก่อนทำการอบฟิล์ม พบสเปกตรากการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 300-500 nm ซึ่งมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 380 nm ส่วนสเปกตรากการคายแสงมีพิคหลักของการคายแสงเกิดขึ้นที่ตำแหน่งความยาวคลื่นประมาณ 426 และ 445 nm และมีพิคไหล่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งความยาวคลื่นประมาณ 520 nm ในทุกระบบ เมื่อทำการอบฟิล์มของ PF2/6 ที่อุณหภูมิ 150 °C และ 180 °C ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนแตกต่างกัน ผลการทดลองที่ได้มีลักษณะคล้ายกับการอบที่อุณหภูมิ 120 °C คือ ในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa พบว่าเวลาในการอบ 1 ชั่วโมง สเปกตรากการดูดกลืนแสงที่เกิดขึ้นยังอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 300-500 nm และค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก็ยังอยู่ที่ตำแหน่งความยาวคลื่นประมาณ 380 nm แสดงดังรูปที่ 3.5, 3.6, 3.8 และ 3.9 (ซ้าย) แต่สิ่งที่สังเกตได้อย่างชัดเจนคือความสูงของพิคลดลงอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนอบ ในขณะที่เดียวกันค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงก็มีค่ามากขึ้นเมื่อเพิ่มเวลาของการอบต่อไปเป็นเวลา 23 ชั่วโมง ก็พบการเปลี่ยนแปลงเพียงแค่น้อยเท่านั้น สำหรับสเปกตรากการคายแสงพบว่าการอบฟิล์มเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทำให้ช่วงความยาวคลื่นของการคายแสงยังคงเดิมแต่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงของพิคไหล่ที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับก่อนการอบ ดังรูปที่ 3.5, 3.6, 3.8 และ 3.9 (ขวา) และเมื่อเพิ่มเวลาของการอบมากขึ้น ก็พบว่าความสูงของพิคไหล่ก็เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามเวลาการอบ จนกระทั่งครบ 23 ชั่วโมง พิคไหล่จะมี



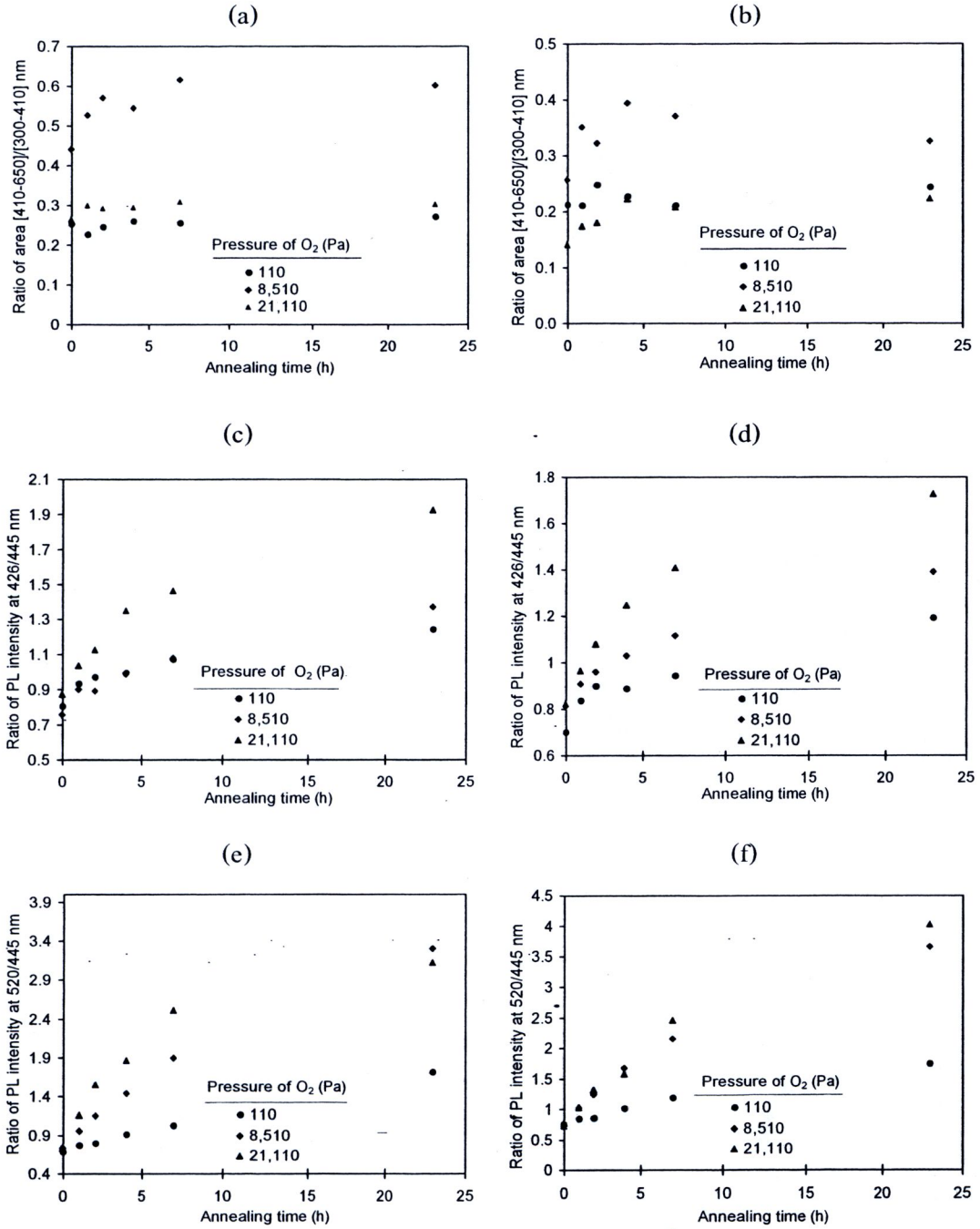
ความสูงมากที่สุด แต่สำหรับพีคหลักตลอดระยะเวลาในการอบนั้นลักษณะสเปกตราไม่มีการเปลี่ยนแปลง



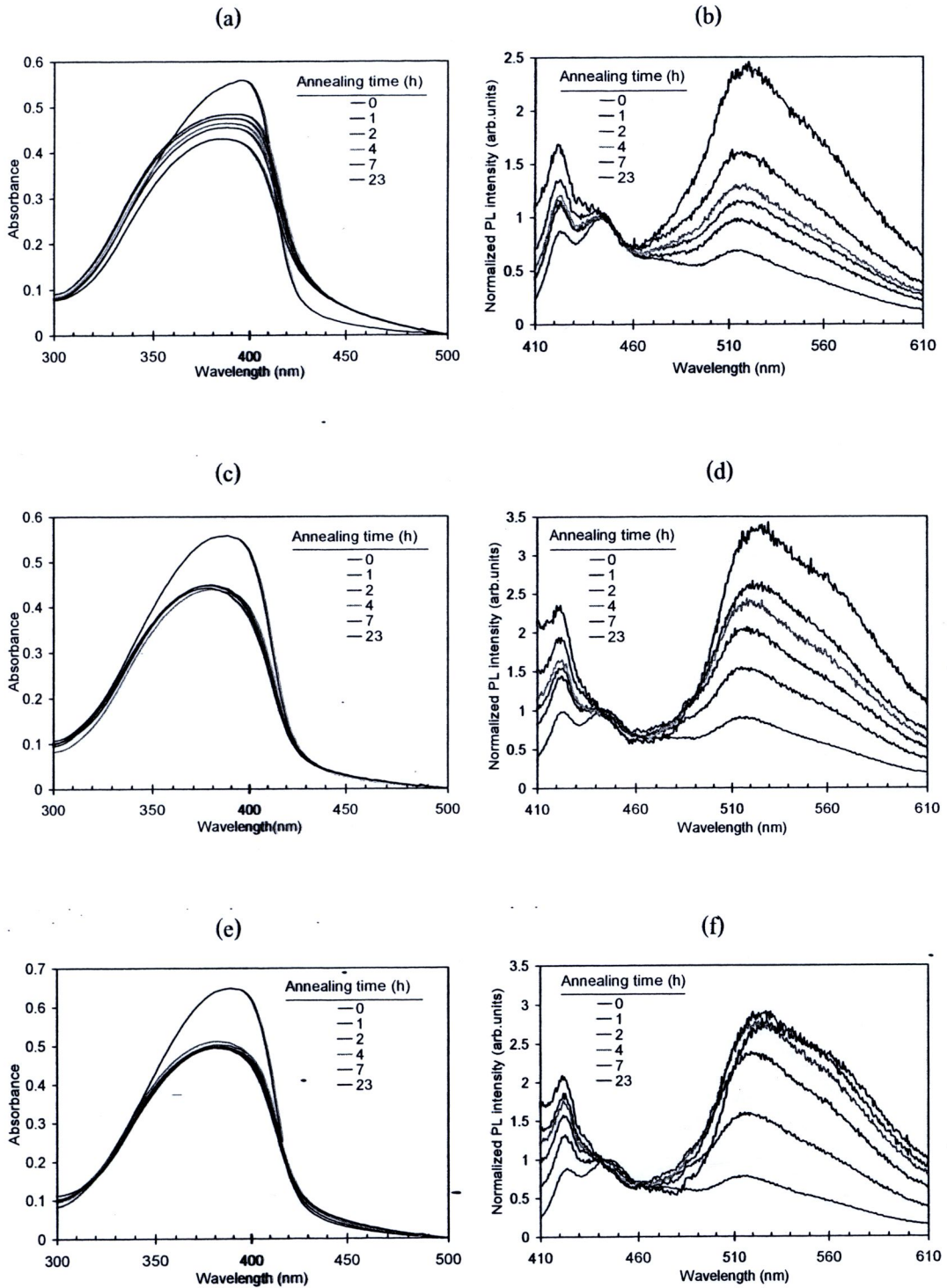
รูปที่ 3.5 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของ PF2/6 (ฟิล์ม A) ฟิล์มทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลาต่างๆ โดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



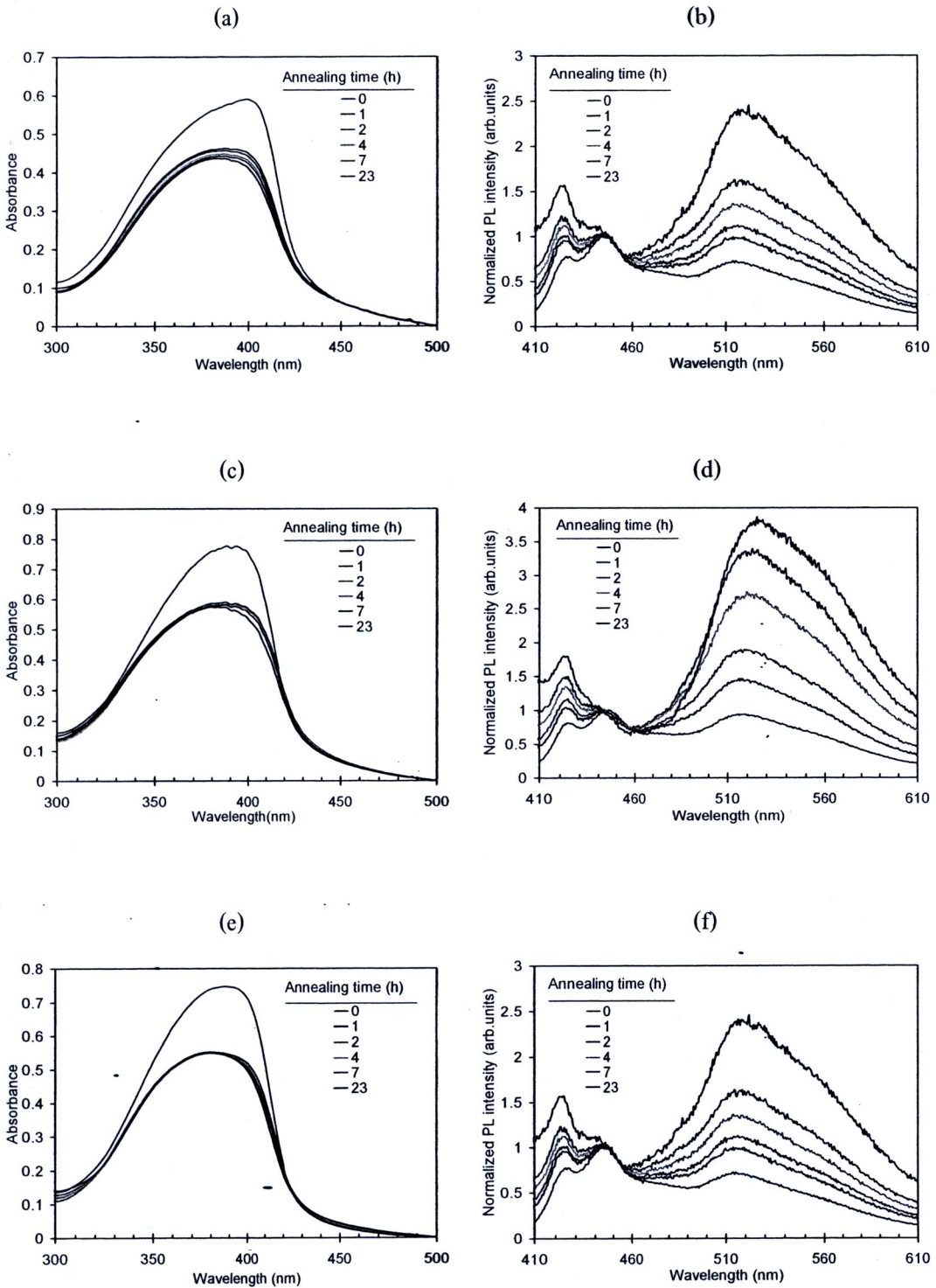
รูปที่ 3.6 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของ PF2/6 (ฟิล์ม B) ฟิล์มทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลาต่างๆ โดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



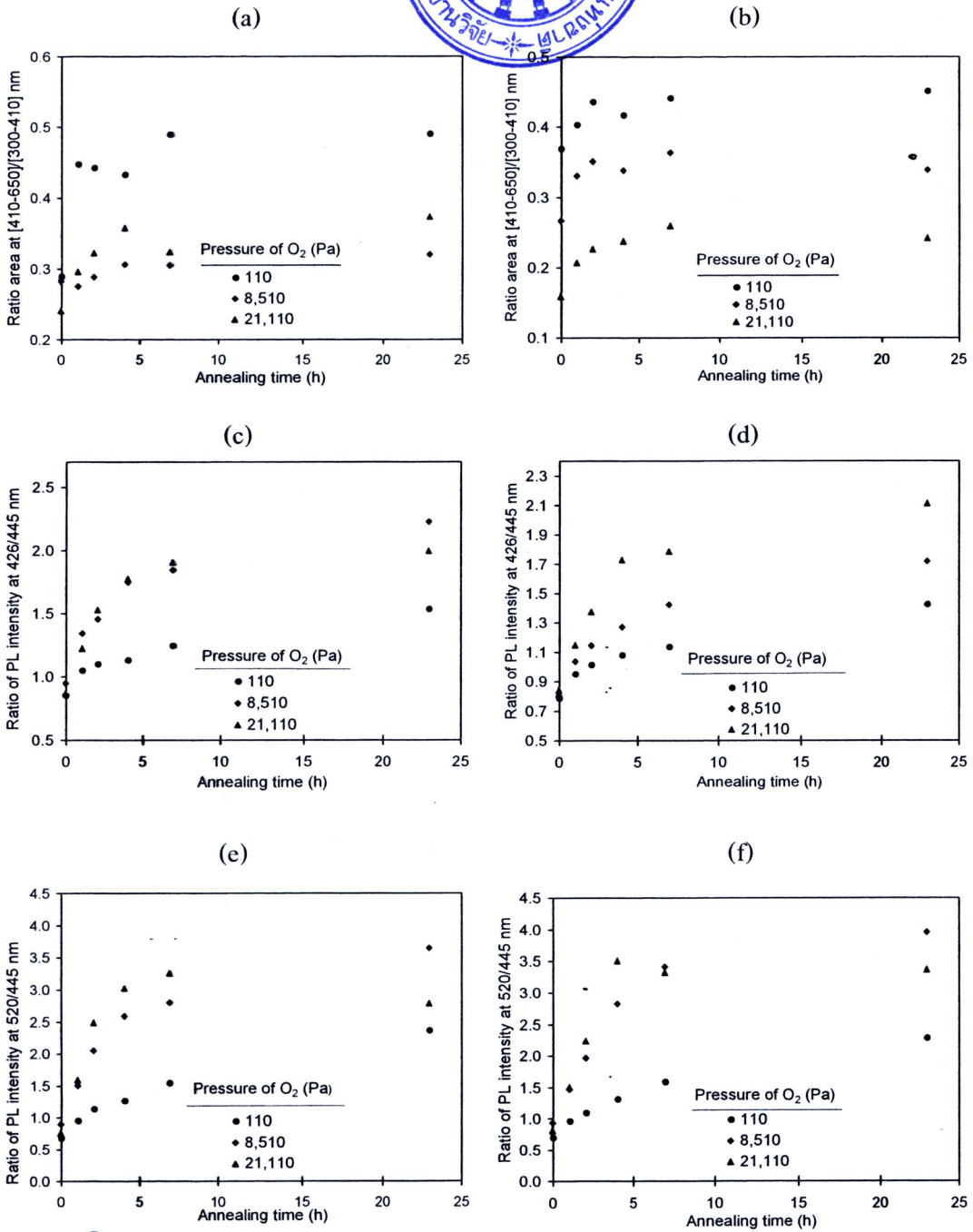
รูปที่ 3.7 (a, b) สัดส่วนของพื้นที่ของสเปกตรารการดูดกลืนแสงที่บริเวณ [410-650]/[300-410] nm (c, d) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 426/445 nm (e, f) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 520/445 nm ข้อมูลใน (a, c และ e) ได้จากฟิล์ม A ข้อมูลใน (b, d และ f) ได้จากฟิล์ม B ฟิล์มทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 150 °C เป็นเวลาต่างๆ



รูปที่ 3.8 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของ PF2/6 (ฟิล์ม A) ฟิล์มทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลาต่างๆ โดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



รูปที่ 3.9 (ซ้าย) สเปกตรารการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรารการคายแสงของ PF2/6 (ฟิล์ม B) ฟิล์มทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลาต่างๆ โดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรารการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm

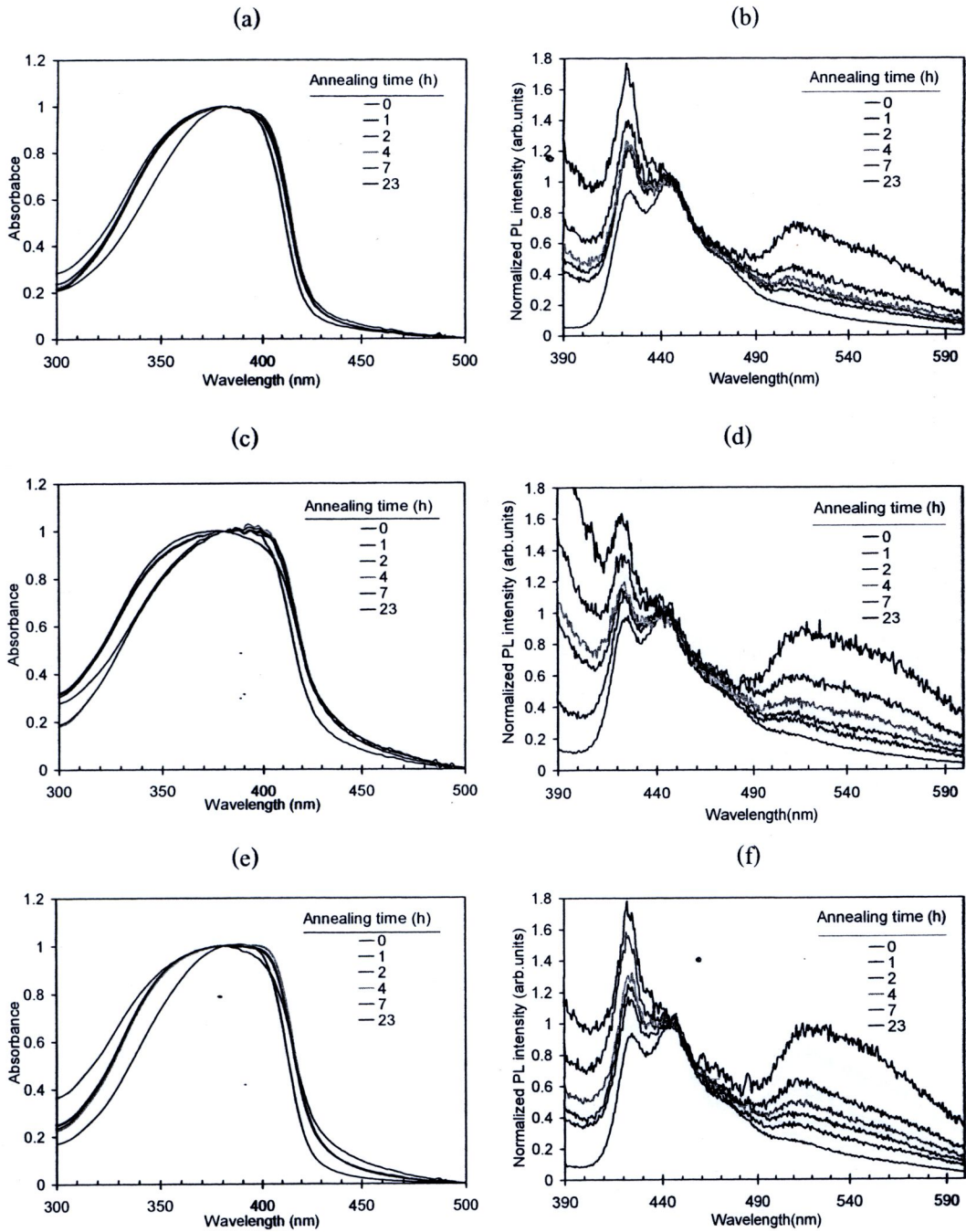


รูปที่ 3.10 (a, b) สัดส่วนของพื้นที่ของสเปกตรากการดูดกลืนแสงที่บริเวณ [410-650]/[300-410] nm (c, d) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 426/445 nm (e, f) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 520/445 nm ข้อมูลใน (a, c และ e) ได้จากฟิล์ม A ส่วนข้อมูลใน (b, d และ f) ได้จากฟิล์ม B ฟิล์มทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลาต่างๆ

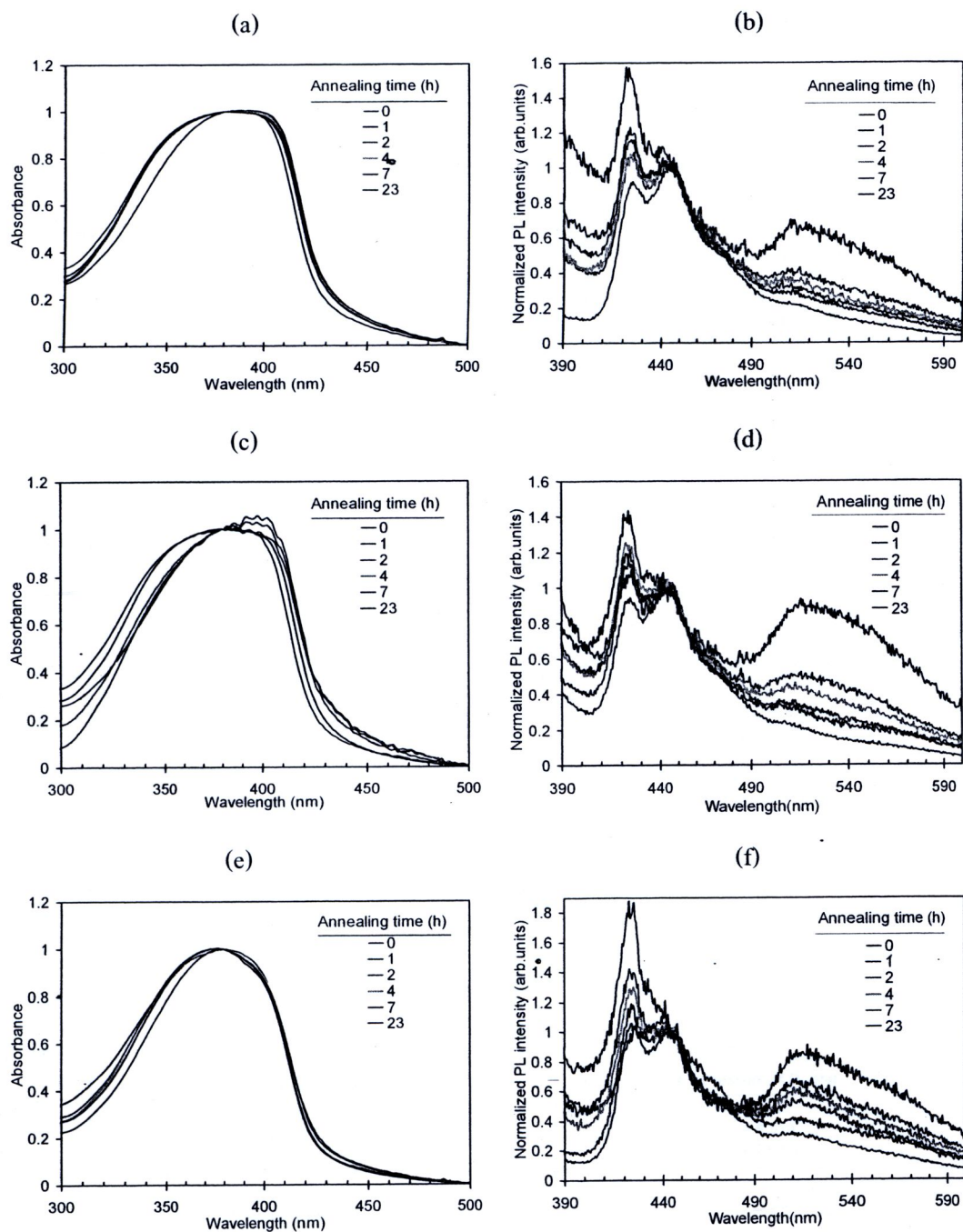
จากผลการทดลองที่ได้จะพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิในการอบเป็น 150°C และ 180°C มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสเปกตรารการดูดกลืนแสงที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa ซึ่ง สเปกตรารการดูดกลืนแสงที่ได้จากการทดลองที่ตำแหน่ง 380 nm และมีอัตราการลดลงอย่างต่อเนื่องแต่มีผลค่อนข้างน้อย ในระบบที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจน 8510 Pa และ 21110 Pa ในการเพิ่มสูงขึ้นของค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่นสูงนั้นบ่งบอกถึงการเกิดการจับเรียงตัวของสายโซ่พอลิเมอร์เกิดเป็น aggregates ได้มากขึ้น ดังนั้นผลการทดลองที่ได้จึงบ่งชี้ว่าการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในขณะที่ทำการอบฟิล์มนั้นมีผลน้อยมากต่อการเกิด aggregates ในฟิล์ม สำหรับการเปลี่ยนแปลงสเปกตรารการคายแสงนั้นพบว่า การเพิ่มอุณหภูมิในขณะที่อบฟิล์มมีผลทำให้พีการคายแสงที่ตำแหน่ง 520 nm และ 426 nm เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ซึ่งความเข้มของพีการคายแสงที่ตำแหน่ง 520 nm แปรผันกับอุณหภูมิที่มีผลต่อการเกิดหมู่ฟลูออรีโนนในระบบ ดังนั้นผลการทดลองที่ได้จึงบ่งชี้ว่า การเกิดออกซิเดชันด้วยการให้ความร้อนเกิดขึ้นได้ดีเมื่อทำการเพิ่มอุณหภูมิในระบบ

ดังนั้นจากการศึกษาการอบ PF2/6 ในรูปของฟิล์ม A และ ฟิล์ม B ที่อุณหภูมิ 120°C , 150°C และ 180°C พบว่าอุณหภูมิที่มีผลต่อการเกิดออกซิเดชันคืออุณหภูมิที่ 180°C เกิดการเปลี่ยนแปลงหมู่ฟลูออรีโนนอย่างเห็นได้ชัด เพราะฉะนั้นจึงทำการใช้อุณหภูมิที่ 180°C ในการศึกษาการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของโพลิเมอร์

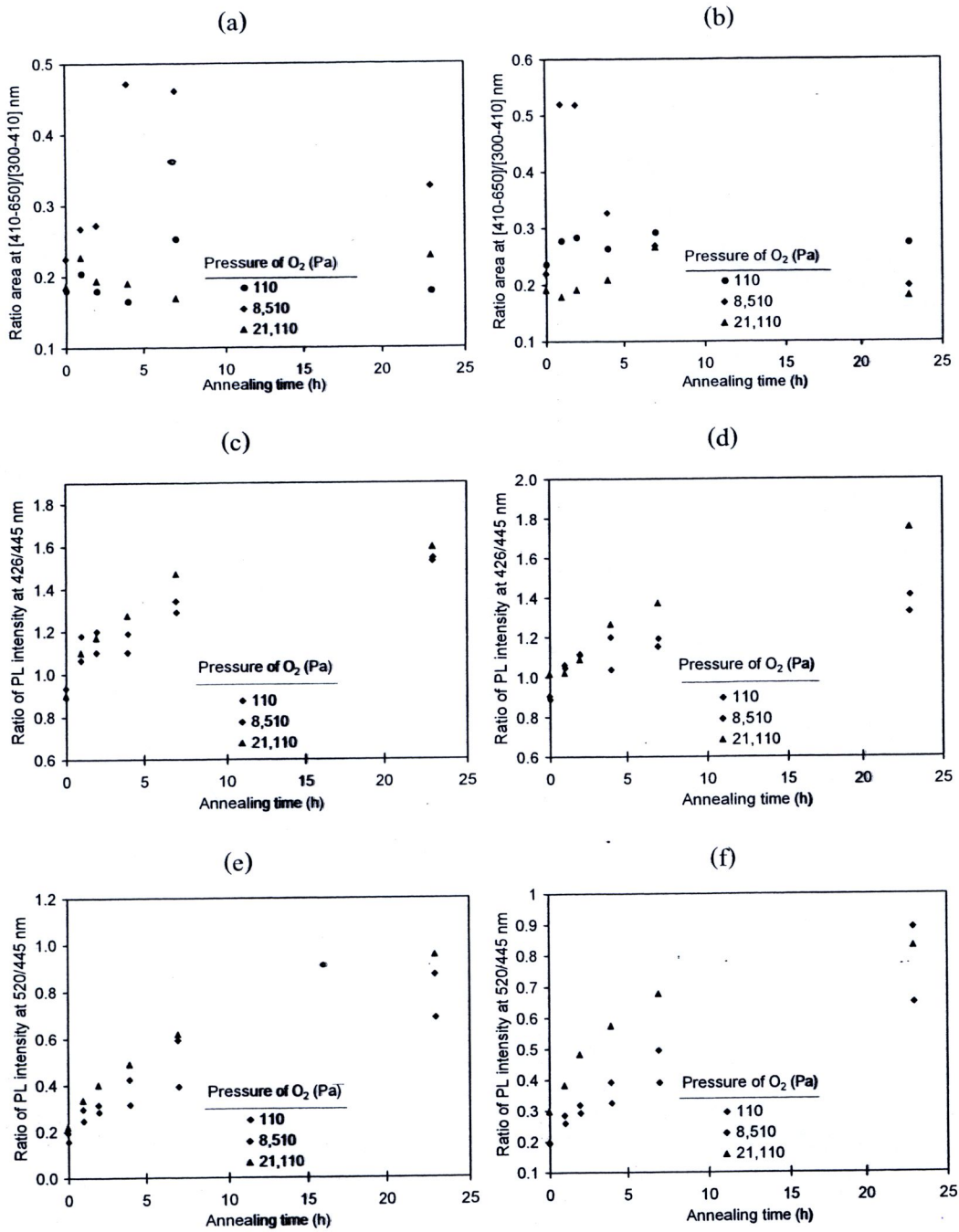
ผลการทดลองจาก PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20 % แสดงในรูปที่ 3.11-3.13 และ 3.14-3.16 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่า เมื่อทำการอบ ฟิล์ม A และ ฟิล์ม B ที่อุณหภูมิ 180°C จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรารการดูดกลืนแสงคล้ายกับในระบบของ PF2/6 คือมีผลทำให้พีที่ตำแหน่งความยาวคลื่นสูงมีค่าสูงมากขึ้น แต่ไม่พบความแตกต่างที่ชัดเจน อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสเปกตรารการคายแสงนั้นพบลักษณะที่แตกต่างไปจากระบบของ PF2/6 อย่างชัดเจน ซึ่งจะเห็นได้ว่าในระบบของ PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20 % นั้น พีการคายแสงที่ 426 nm และ 520 nm เพิ่มขึ้นตามเวลาของการอบ แต่อัตราการเพิ่มขึ้นนั้นน้อยกว่าระบบของ PF2/6 มาก เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างระบบของ PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% จะเห็นได้ว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของพีที่ 426 nm และ 520 nm ตามเวลาของการอบนั้น ในระบบของ PF-co-Ant20 % จะมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้บ่งชี้ว่าการเพิ่มหมู่แอนทราซีนเข้าไปในสายโซ่หลักของพอลิฟลูออรีนมีผลทำให้สามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งก็ช่วยลดการเกิดหมู่ฟลูออรีโนนนั่นเอง ซึ่งวิธีการนี้สามารถที่จะทำให้สีของพอลิเมอร์มีความเสถียรมากยิ่งขึ้นได้



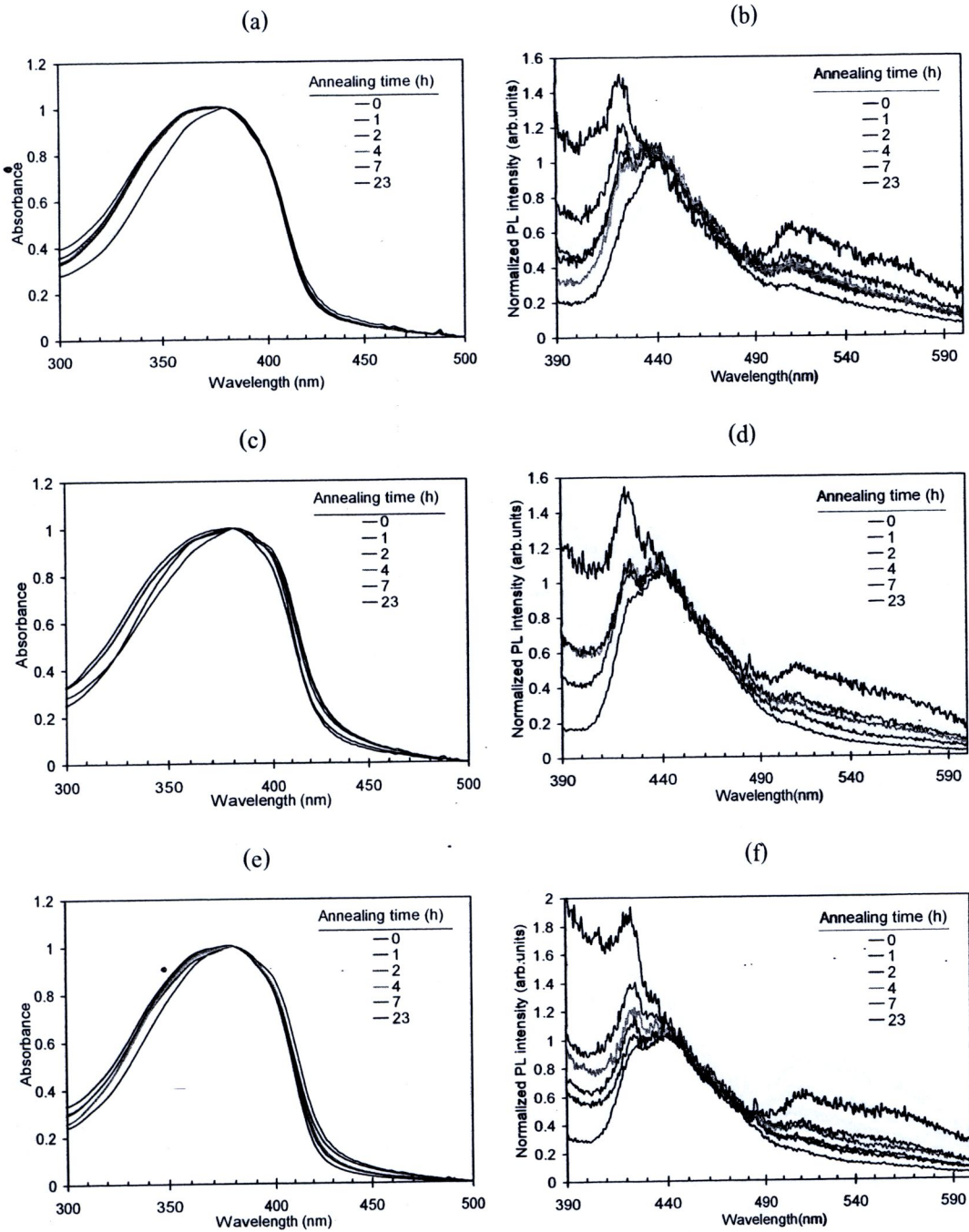
รูปที่ 3.11 (ซ้าย) สเปกตรการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรการคายแสงของ PF-co-Ant5% (ฟิล์ม A) ฟิล์มทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลาต่างๆ โดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



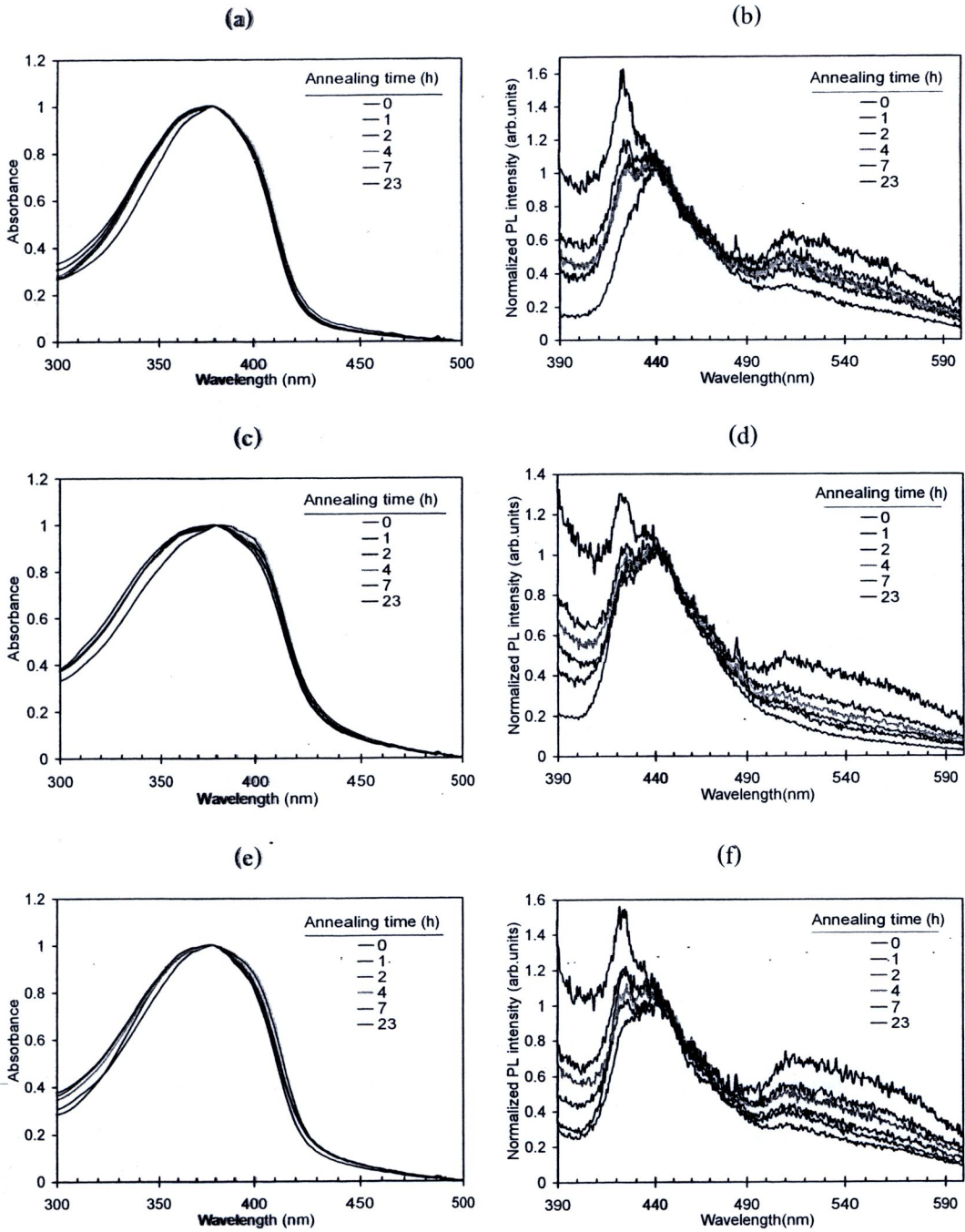
รูปที่ 3.12 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของ PF-co-Ant5% (ฟิล์ม B) ฟิล์มทั้งหมดคอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลาต่างๆโดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



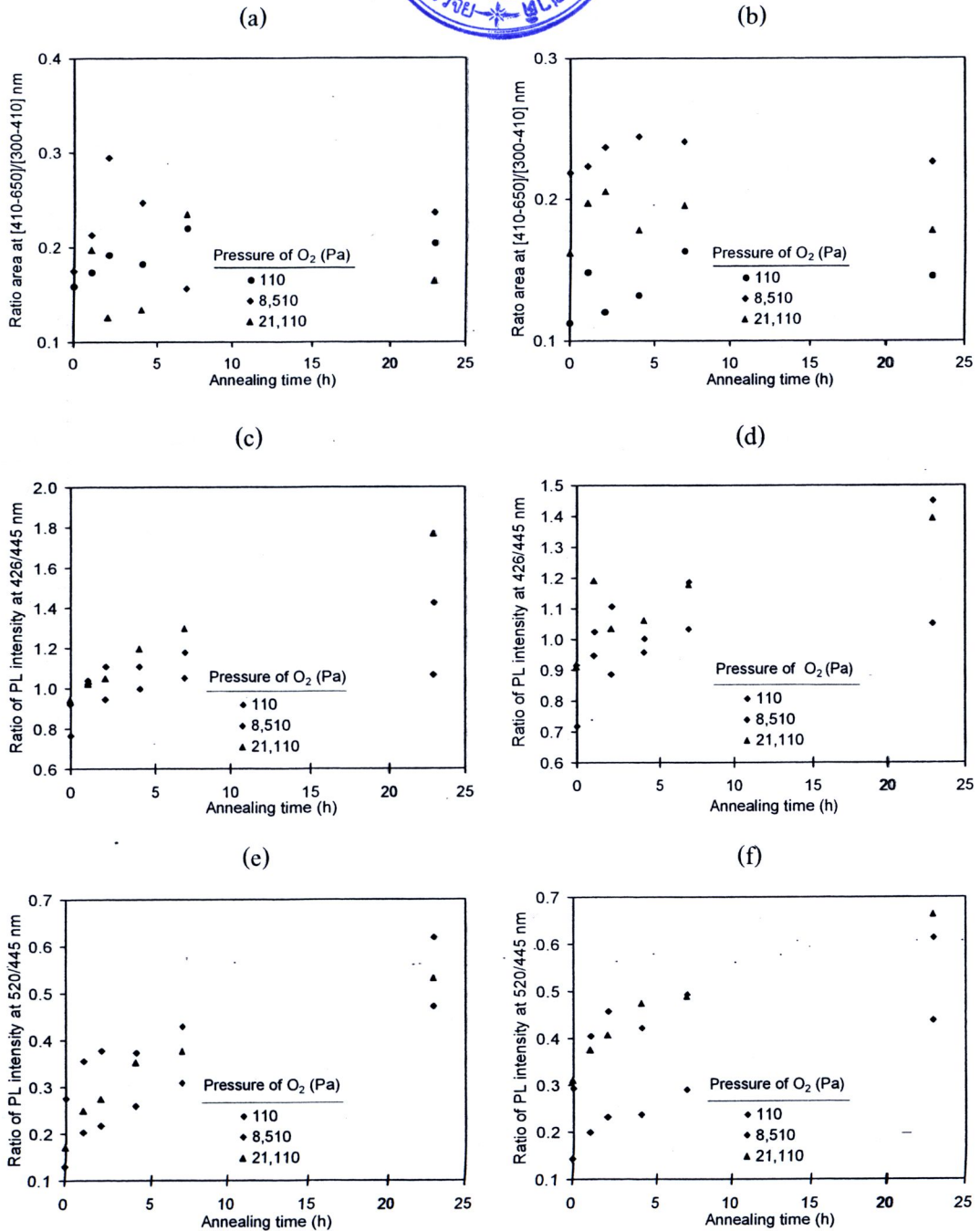
รูปที่ 3.13 (a, b) สัดส่วนของพื้นที่ของสเปกตรากการดูดกลืนแสงที่บริเวณ [410-650]/[300-410] nm (c, d) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 426/445 nm (e, f) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 520/445 nm ข้อมูลใน (a, c และ e) ได้จากฟิล์ม A ข้อมูลใน (b, d และ f) ได้จากฟิล์ม B ฟิล์มทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลาต่างๆ



รูปที่ 3.14 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของ PF-co-Ant20% (ฟิล์ม A) ฟิล์มทั้งหมดคอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลาต่างๆโดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm

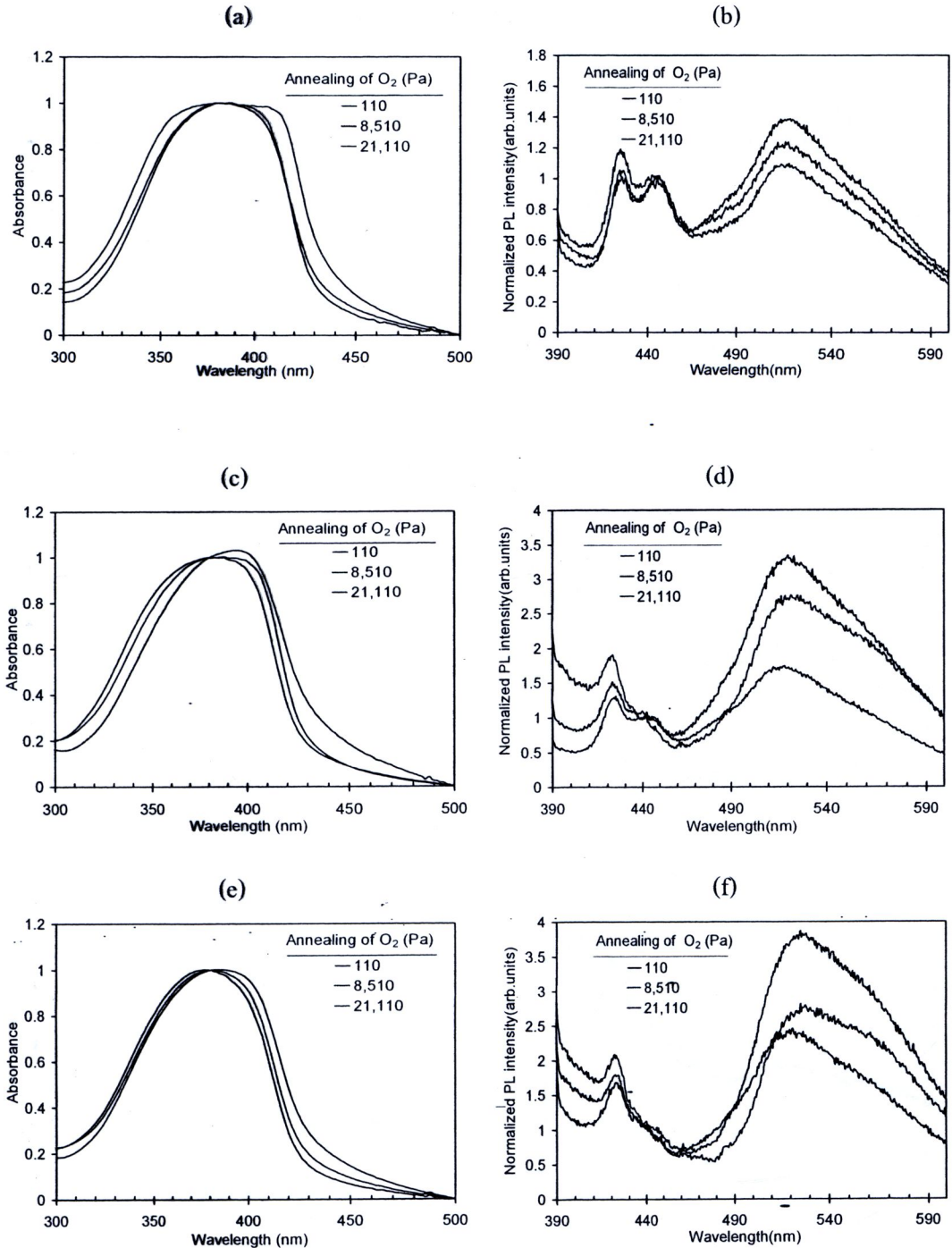


รูปที่ 3.15 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของ PF-co-Ant20% (ฟิล์ม B) ฟิล์มทั้งหมดคอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลาต่างๆโดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm

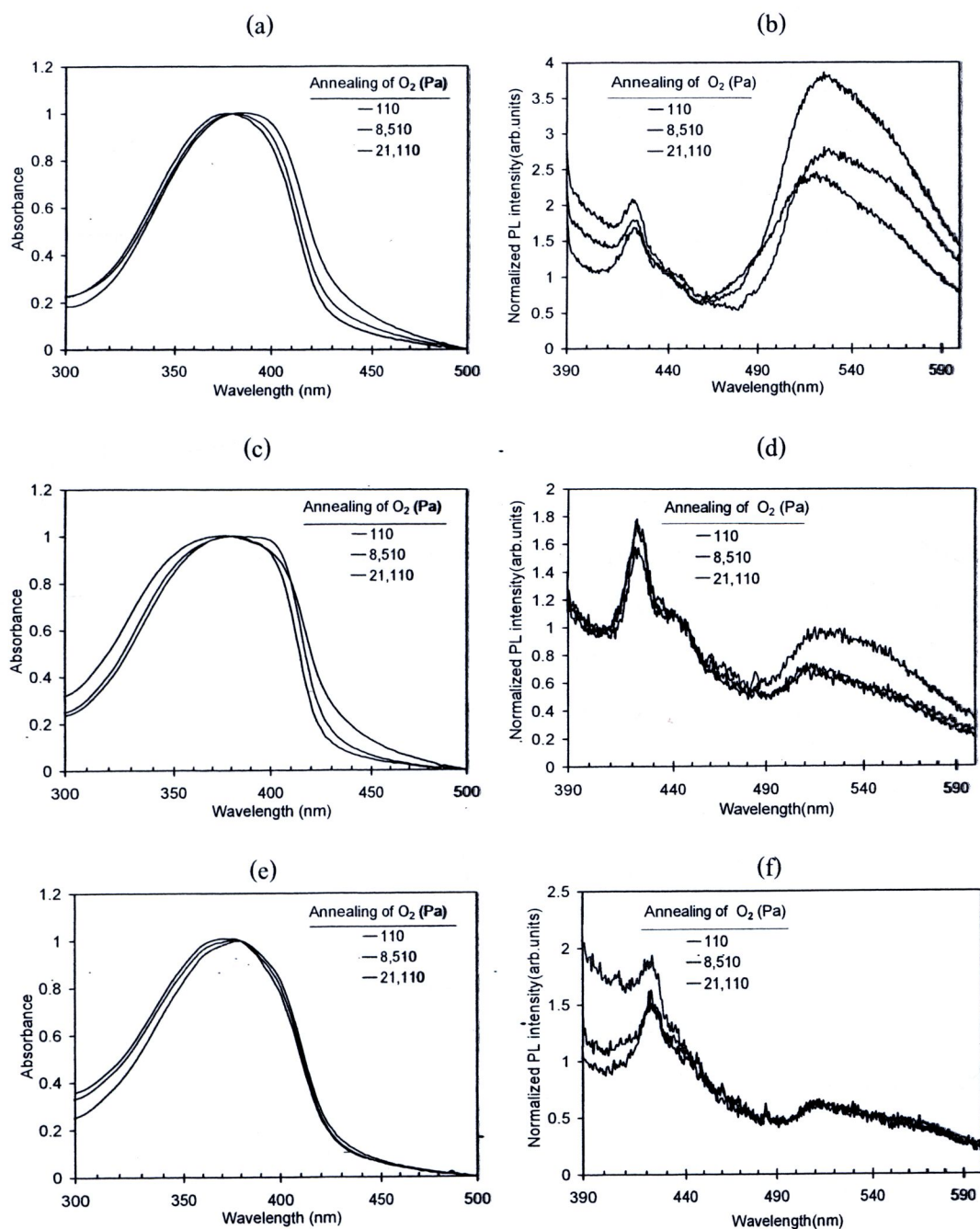


รูปที่ 3.16 (a, b) สัดส่วนของพื้นที่ของสเปกตรากการดูดกลืนแสงที่บริเวณ [410-650]/[300-410] nm (c, d) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 426/445 nm (e, f) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 520/445 nm ข้อมูลใน (a, c และ e) ได้จากฟิล์ม A ข้อมูลใน (b, d และ f) ได้จากฟิล์ม B ฟิล์มทั้งหมดอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลาต่างๆ

ในรูปที่ 3.17 และ 3.18 จะเป็นการเปรียบเทียบผลของอุณหภูมิในการใช้ออบฟิล์มบางของ PF2/6 ซึ่งจะใช้อุณหภูมิในการอบที่ 120°C , 150°C และ 180°C เป็นเวลา 23 ชั่วโมง จากสเปกตรารการคายแสงจะเห็นได้อย่างชัดเจนว่าการอบที่อุณหภูมิ 180°C มีผลทำให้เกิดการออกซิเดชันเกิดเป็นหมู่ฟลูออรีโนนได้เร็วกว่าและมากกว่า ดังจะเห็นได้จากความเข้มของสเปกตรารการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm ส่วนรูปที่ 3.18 จะเป็นการเปรียบเทียบผลของการเติมหมู่แอนทราซีนเข้าไปในโครงสร้างของพอลิฟลูออรีน โดยฟิล์มทั้งหมดทำการอบที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 23 ชั่วโมง ซึ่งจะเห็นว่าสเปกตรารการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm มีค่าลดลงอย่างเป็นระบบ เมื่อมีการเพิ่มปริมาณหมู่แอนทราซีนในโครงสร้างของพอลิเมอร์มากขึ้น จากการพลอตกราฟเพื่อทำการสรุปจึงบ่งชี้ได้ว่าการอบในระบบที่อุณหภูมิสูงขึ้น จะทำให้เกิดหมู่ฟลูออรีโนนได้มากขึ้นเกิดการเปล่งแสงสีเขียวเพิ่มขึ้น และในระบบที่มีการเติมหมู่แอนทราซีนเข้าไปในโครงสร้างของพอลิฟลูออรีนสามารถช่วยลดการเปล่งแสงสีเขียวของฟลูออรีโนนลงได้



รูปที่ 3.17 (ซ้าย) สเปกตรการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรการคายแสงของ PF2/6 (ฟิล์ม A) ฟิล์มทั้งหมดคอบเป็นเวลา 23 ชั่วโมงโดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) อบที่อุณหภูมิ 120 °C (c, d) อบที่อุณหภูมิ 150 °C และ (e, f) อบที่อุณหภูมิ 180 °C สเปกตรการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



รูปที่ 3.18 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ(ขวา) สเปกตรากการคายแสงของ (a, b) PF2/6 (c, d) PF-co-Ant5% และ (e, f) PF-co-Ant20% ฟิล์ม A ฟิล์มทั้งหมดคอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 23 ชั่วโมง โดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm

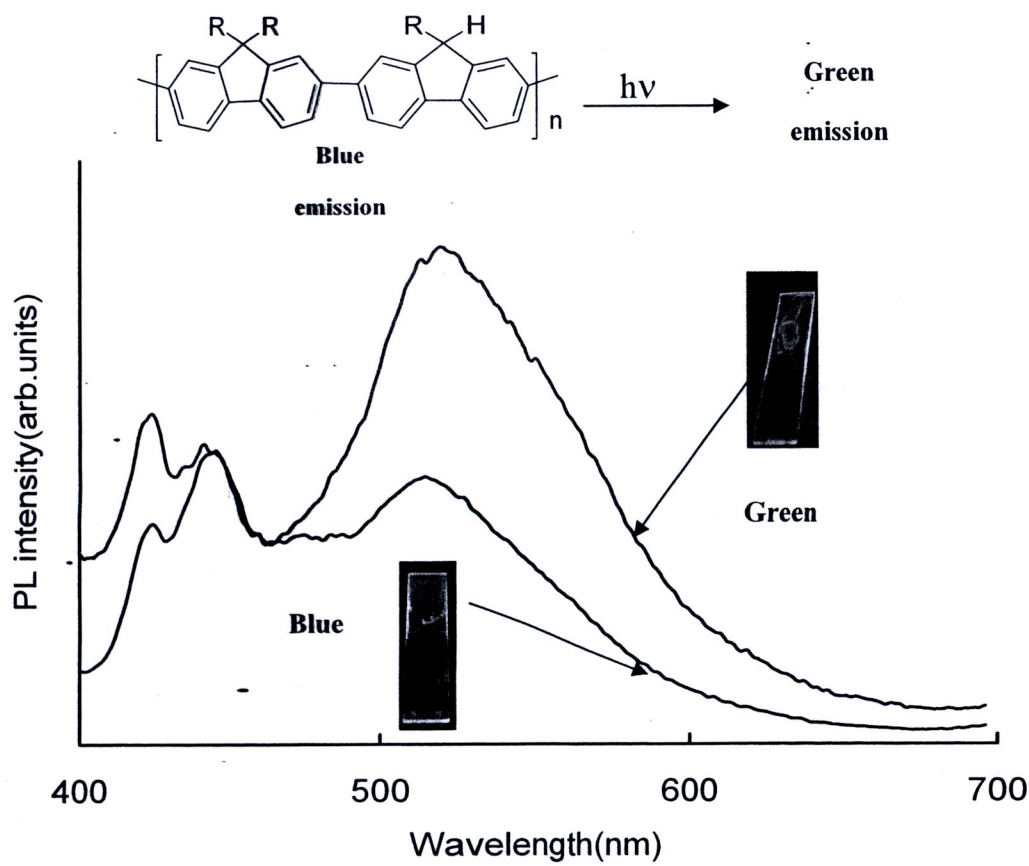


3.2 การศึกษาผลของการฉายแสงยูวีต่อการเกิดออกซิเดชัน

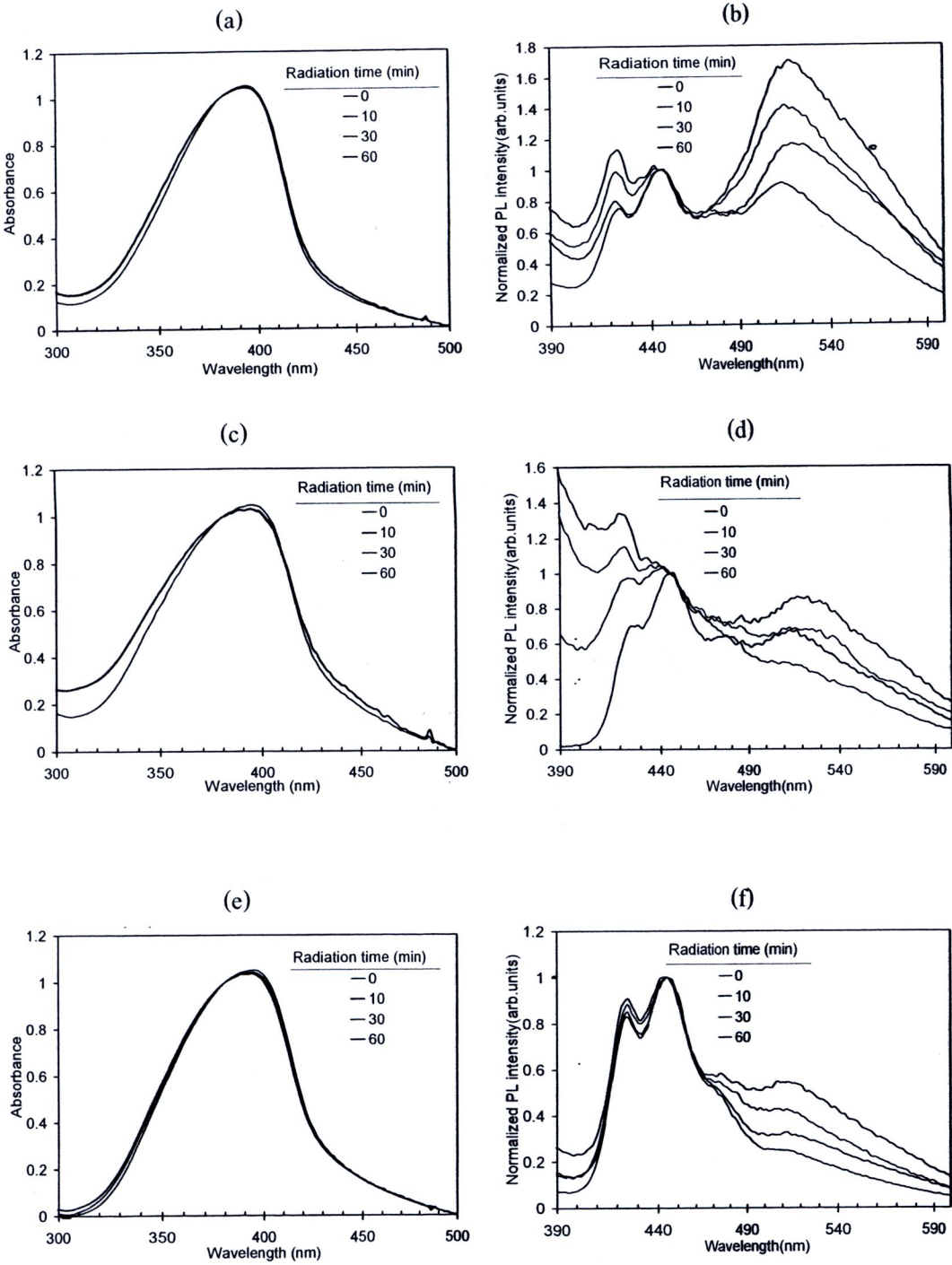
สำหรับการศึกษานี้เป็นการศึกษาการเกิดออกซิเดชันด้วยการฉายแสงยูวีว่ามีผลทำให้สมบัติการเปล่งแสงของอนุพันธ์พอลิฟลูออรีนเปลี่ยนแปลงได้หรือไม่ โดยทำการศึกษาจากสเปกตรารการดูดกลืนแสงและการคายแสงของ PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ก่อนทำการฉายแสงยูวีและหลังทำการฉายแสงยูวี ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 3.19 นั่นคือที่สภาวะปกติอนุพันธ์ของพอลิฟลูออรีนยังไม่ถูกฉายแสงจะแสดงสเปกตรารการคายแสงช่วงความยาวคลื่น 400-600 nm ซึ่งมีพีคหลักที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 426 กับ 445 nm และมีพีคไหล่ที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm ซึ่งการคายแสงในลักษณะนี้เป็นการเปล่งแสงสีน้ำเงิน แต่เมื่อทำการฉายแสงยูวีที่มีความยาวคลื่น 385 nm สเปกตรารการคายแสงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนโดยพีคหลักที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 426 nm มีความสูงเพิ่มขึ้นและพีคไหล่ที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm มีความสูงของพีคเพิ่มขึ้นมากซึ่งเป็นผลให้แสงที่เปล่งออกมามีสีเขียว ดังนั้นการฉายแสงยูวีจึงมีผลทำให้สมบัติการเปล่งแสงของอนุพันธ์ พอลิฟลูออรีนมีการเปลี่ยนแปลง และนอกจากนี้ระยะเวลาการฉายแสงนั้นน่าจะมีผลต่ออัตราการเกิดออกซิเดชันด้วย จึงได้ทำการศึกษาผลของการฉายแสงที่ระยะเวลาต่าง ๆ กันแล้วติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยเตรียม PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% เป็นฟิล์มบางด้วยวิธี drop cast แล้วนำไปฉายแสงยูวีซึ่งมีความยาวคลื่น 200-400 nm ที่มีกำลังไฟฟ้า 6 วัตต์ ที่ระยะความสูง 12 cm จากแหล่งแสงภายใต้ความดันบรรยากาศปกติที่อุณหภูมิห้องที่มีปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21,110 Pa เป็นระยะเวลา 10, 30 และ 60 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงและการคายแสง สำหรับผลการทดลองที่ได้จากฟิล์ม A และ ฟิล์ม B ของ PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% แสดงในรูปที่ 3.20 และ 3.21 ตามลำดับ จะเห็นว่าเมื่อวัดการดูดกลืนแสงก่อนทำการฉายแสงยูวีพบ สเปกตรารการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 300-500 nm ซึ่งมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ 380 nm ส่วนสเปกตรารการคายแสงมีพีคหลักของการคายแสงเกิดขึ้นที่ตำแหน่งความยาวคลื่นประมาณ 426 nm และ 445 nm และมีพีคไหล่เกิดขึ้นที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm ในทุกระบบ

เมื่อทำการฉายแสงยูวีบนฟิล์มบาง PF2/6 พบว่าเวลาในการฉายแสงยูวี 10 นาที สเปกตรารการดูดกลืนแสงที่เกิดขึ้นยังอยู่ในช่วงความยาวคลื่น 300-500 nm และค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดก็ยังอยู่ที่ตำแหน่งความยาวคลื่นประมาณ 380 nm แสดงดังรูปที่ 3.20 (a) นอกจากนี้ความสูงของพีคมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนการฉายแสงยูวี ในขณะที่เดียวกันค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นต่ำก็มีค่ามากขึ้น เมื่อเพิ่มเวลาในการฉายแสงยูวีต่อไปจนเป็นเวลา 60 นาทีก็พบการเปลี่ยนแปลงเพียงแค่น้อยเท่านั้น สำหรับสเปกตรารการคายแสงพบว่าการฉายแสงยูวีเป็นเวลา 10 นาที ทำให้ช่วงความยาวคลื่นของการคายแสงยังคงเดิม แต่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงของพีคไหล่ที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนเมื่อเทียบกับก่อนการฉายแสงยูวี ดังรูปที่ 3.20 (b) และเมื่อเพิ่มเวลาของการฉายแสงยูวีมากขึ้นก็พบว่าความสูงของพีคไหล่ก็เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามเวลา

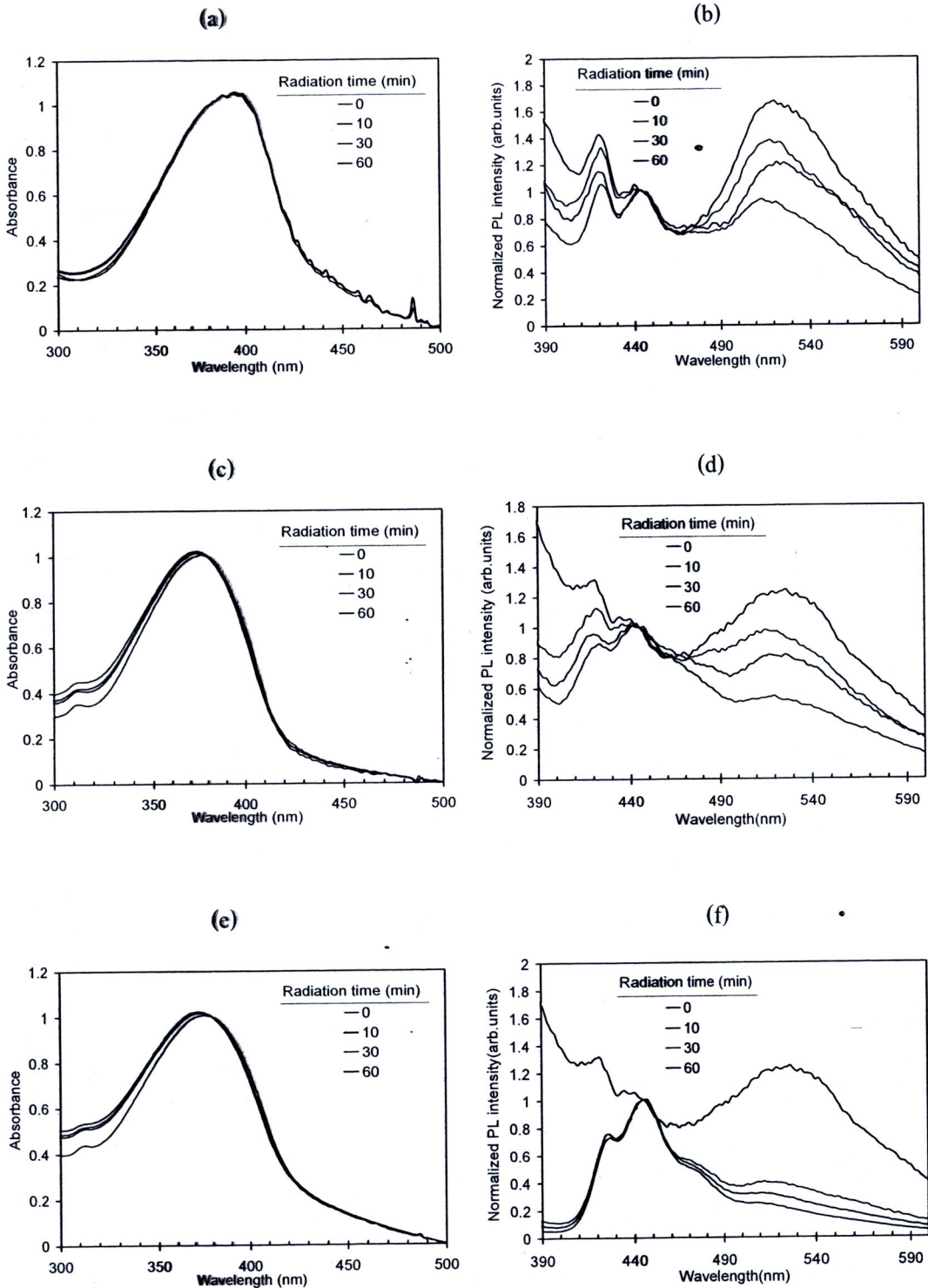
ของการฉายแสงยูวีจนกระทั่งครบ 60 นาที พิกัดโพลีเมอร์จะมีความสูงมากที่สุด แต่สำหรับพิกัดหลักตลอดระยะเวลาในการฉายแสงยูวีนั้นที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 426 nm ลักษณะความสูงของ สเปกตราก็จะมีอัตราการเพิ่มอย่างต่อเนื่องแต่ที่พิกัดหลักที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 445 nm ความสูงของพิกัดไม่มีการเปลี่ยนแปลงและสำหรับสเปกตรากการคายแสงในระบบของ PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20 % นั้น พิกัดการคายแสงที่ 426 nm และ 520 nm เพิ่มขึ้นตามเวลาของการฉายแสงยูวี แต่อัตราการเพิ่มขึ้นนั้น น้อยกว่าระบบของ PF2/6 มาก และเมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างระบบของ PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% จะเห็นได้ว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของพิกัดที่ 426 nm และ 520 nm ตามเวลาของการฉายแสงยูวีนั้น ในระบบของ PF-co-Ant20% จะมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งผลการทดลองที่ได้นี้บ่งชี้ว่าการเพิ่มหมู่แอนทราซีนเข้าไปในสายโซ่หลักของพอลิฟลูออรีน มีผลทำให้สามารถลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ซึ่งก็ช่วยลดการเกิดหมู่ฟลูออรีนในตัวเอง ซึ่งวิธีการนี้สามารถที่จะทำให้สีของพอลิเมอร์มีความเสถียรมากยิ่งขึ้นได้



รูปที่ 3.19 การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันจากการฉายแสงเกิดเป็นหมู่ฟลูออรีนในสายโซ่หลักของพอลิฟลูออรีน



รูปที่ 3.20 (ซ้าย) สเปกตรการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรการคายแสงของฟิล์ม A ที่มีการฉายแสง
 ยาวเป็นเวลา 60 นาที (a, b) PF2/6 (c, d) PF-co-Ant5% และ (e, f) PF-co-Ant20%



รูปที่ 3.21 (ซ้าย) สเปกตรการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรการคายแสงของฟิล์ม B ที่มีการฉายแสง
ยูวีเป็นเวลา 60 นาที (a, b) PF2/6 (c, d) PF-co-Ant5% และ (e, f) PF-co-Ant20%

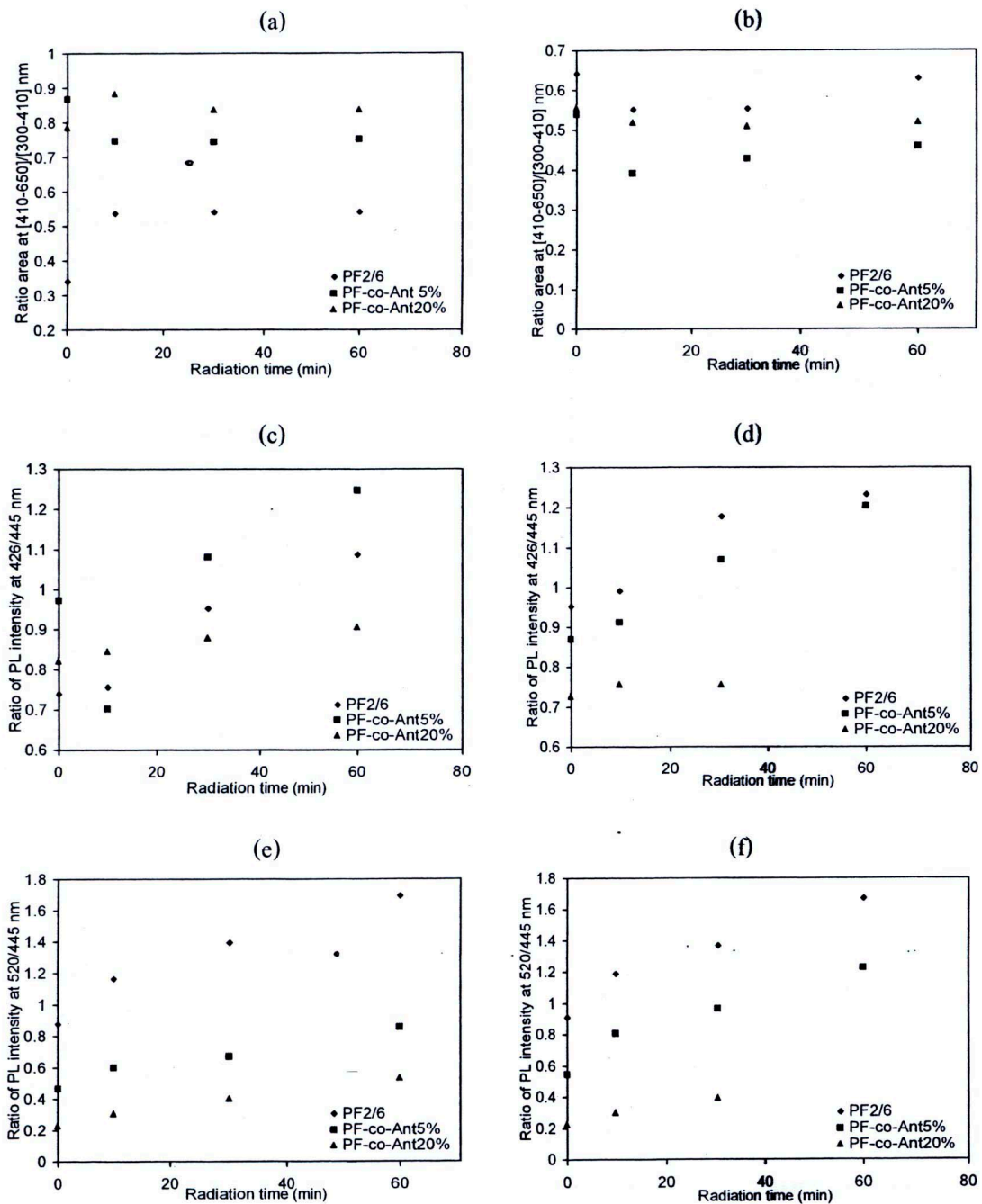
เพื่อเป็นการสรุปผลการทดลองที่ได้ และให้เห็นผลการทดลองที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้นเกี่ยวกับผลของการฉายแสงยูวีในระบบที่มีปริมาณออกซิเจน 21110 Pa (ในสภาวะปกติ) จึงได้ทำการพลอตระหว่างสัดส่วนของพื้นที่การดูดกลืนแสงที่พลังงานต่ำคือฟิสิกการเกิด aggregates ช่วงความยาวคลื่น 410-650 nm กับพื้นที่การดูดกลืนแสงที่พลังงานสูงคือช่วงความยาวคลื่น 300-410 nm เทียบกับเวลาในการฉายแสงยูวี และสัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 426 nm ซึ่งเป็นช่วงพลังงานสูงเทียบกับที่ตำแหน่ง 445 nm และที่ตำแหน่ง 520 nm ซึ่งเป็นช่วงพลังงานต่ำเทียบกับตำแหน่ง 445 nm โดยผลการทดลองที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.22 พบว่าสำหรับสัดส่วนของพื้นที่การดูดกลืนแสงที่พลังงานต่ำเทียบกับพลังงานสูงดังรูปที่ 3.22 (a) ก่อนการฉายแสง PF2/6 จะมีสัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงต่ำที่สุด แต่เมื่อทำการฉายแสงยูวีที่เวลา 10 นาที สัดส่วนของพื้นที่การดูดกลืนแสงมีค่าเพิ่มขึ้นและจะคงที่เมื่อเวลาในการฉายแสงยูวีเพิ่มขึ้นจนกระทั่งเวลาในการฉายแสงยูวีเป็น 60 นาที ค่าสัดส่วนของพื้นที่การดูดกลืนแสงมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย สำหรับ PF-co-Ant5% พบว่าก่อนการฉายแสงยูวีจะมีสัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงสูงสุด เมื่อทำการฉายแสงยูวีที่เวลา 10 นาที สัดส่วนของพื้นที่การดูดกลืนแสงมีค่าลดลงและจะคงที่เมื่อเพิ่มเวลาในการฉายแสงยูวี จนกระทั่งเวลาในการฉายแสงยูวีเป็น 60 นาที สำหรับการฉายแสง PF-co-Ant20% พบว่า ก่อนการฉายแสงยูวีจะมีสัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงต่ำที่สุด แต่เมื่อทำการฉายแสงยูวีที่เวลา 10 นาที สัดส่วนของพื้นที่การดูดกลืนแสงมีค่าเพิ่มขึ้นและจะคงที่เมื่อเวลาในการฉายแสงยูวีเพิ่มขึ้น จนกระทั่งเวลาในการฉายแสงยูวีเป็น 60 นาที ค่าสัดส่วนของพื้นที่การดูดกลืนแสงมีค่าลดลงเพียงเล็กน้อย จะสังเกตเห็นว่าสัดส่วนของพื้นที่การดูดกลืนแสงในระบบที่ทำการฉายแสง PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% มีอัตราค่อยๆลดลงเมื่อเพิ่มเวลาในการฉายแสงยูวี และจะมีค่าสัดส่วนพื้นที่การดูดกลืนแสงคงที่เมื่อฉายแสงยูวีเป็นเวลา 60 นาที อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของค่าการดูดกลืนแสงในช่วงพลังงานต่ำนั้นเกิดขึ้นค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับการอบฟิล์ม ซึ่งบ่งชี้ว่าการทดลองโดยการฉายแสงยูวี ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการจัดเรียงตัวของสายโซ่พอลิเมอร์ให้เกิดเป็น aggregates นั่นเอง

สำหรับการพลอตสัดส่วนของความเข้มของการคายแสง ในส่วนแรกจะเป็นการพิจารณาที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 426 nm เทียบกับตำแหน่ง 445 nm แสดงดังรูป 3.22 (c, d) พบว่าเมื่อทำการฉายแสง PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% เมื่อเวลาการฉายแสงยูวีเพิ่มขึ้นสัดส่วนของความเข้มของการคายแสงอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งเวลาในการฉายแสงยูวี 60 นาที ในส่วนต่อมาก็จะพิจารณาการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของความเข้มของการคายแสง ที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เทียบกับตำแหน่ง 445 nm แสดงดังรูป 3.22 (e, f) ซึ่งพบว่าในการฉายแสง PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงมีลักษณะเดียวกันกับการพลอตสัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 426 nm เทียบกับตำแหน่ง 445 nm คือในการฉายแสง PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงอัตราเพิ่มขึ้น

อย่างต่อเนื่องเมื่อเพิ่มเวลาในการฉายแสงยูวี แต่เมื่อเปรียบเทียบกับกันจะเห็นว่าสัดส่วนของฟลูออโรฟลูออรีนที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เทียบกับตำแหน่ง 445 nm ของ PF2/6 มีค่าน้อยกว่าของ PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ซึ่งเป็นการบ่งชี้อย่างชัดเจนว่าการเติมหมู่แอนทราซีนเข้าไปในโครงสร้างพอลิฟลูออรีน เป็นผลทำให้เกิดหมู่ฟลูออรีโนนในระบบน้อยลง

3.3 การศึกษาผลของหมู่ฟลูออรีโนนต่อสมบัติทางแสงของพอลิฟลูออรีนในสารละลายเจือจาง

ในส่วนนี้เป็นการศึกษาผลของหมู่ฟลูออรีโนนต่อสมบัติทางแสงของพอลิฟลูออรีนที่เป็น โมเลกุลเดี่ยวในสถานะของสารละลายเจือจาง และยังได้ศึกษาผลของค่าประสิทธิภาพการเปล่งแสงที่เกิดขึ้นด้วย โดยใช้โทลูอีนซึ่งเป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับฟิล์มบางของ PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ที่อุณหภูมิ 180 °C ในสถานะที่ควบคุมปริมาณออกซิเจนต่างๆเป็นเวลา 23 ชั่วโมง แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงและการคายแสง นอกจากนี้ยังได้ศึกษาในระบบของสารละลายเจือจางของพอลิฟลูออรีนที่ไม่ได้ทำการอบเลยเพื่อเปรียบเทียบให้เห็นการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งผลที่ได้แสดงดังรูปที่ 3.23 และ 3.24 พบว่าสเปกตรากการดูดกลืนแสงในแต่ละระบบของพอลิฟลูออรีนที่เปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนมีลักษณะคล้ายเดิมเมื่อเทียบกับสารละลายเริ่มต้นที่ไม่ได้ทำการอบแสดงดังรูป 3.23 (a, c และ e) ขณะเดียวกันการเติมหมู่แอนทราซีนเมื่ออบที่ปริมาณออกซิเจนต่างๆ สเปกตรากการดูดกลืนแสงที่ได้ก็ยังมีลักษณะคล้ายเดิม แต่สำหรับ PF-co-Ant20% มีค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นในช่วงความยาวคลื่นต่ำแสดงดังรูปที่ 3.24 (a, c และ e) ส่วนสเปกตรากการคายแสงพบว่ามีเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm ซึ่งเป็นตำแหน่งของการเกิดหมู่ฟลูออรีโนน ในระบบ PF2/6 ความสูงของพีคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามปริมาณออกซิเจนที่เพิ่มเมื่อเทียบกับก่อนอบ แสดงดังรูปที่ 3.23 (b) สำหรับในระบบที่เป็นของ PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ความสูงของพีคที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย แต่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงของพีคที่ตำแหน่ง 426 nm เมื่อปริมาณออกซิเจนเปลี่ยนแปลง แสดงดังรูป 3.23 (d, f) ส่วนการมีหมู่แอนทราซีนพบว่าในทุกๆระบบ สเปกตรากการคายแสงมีการเปลี่ยนในลักษณะเดียวกันคือ ที่ตำแหน่ง 426 และ 520 nm ความสูงของพีคจะลดลงเมื่อมีหมู่แอนทราซีนเพิ่มขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.24 (b, d และ f) ซึ่งแสดงว่าการเพิ่มปริมาณออกซิเจนในการอบทำให้เกิดหมู่ฟลูออรีโนนมากขึ้นส่งผลต่อการเปล่งแสงสีเขียวเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มหมู่แอนทราซีนเข้าไปจะทำให้เกิดหมู่ฟลูออรีโนนได้น้อยจึงลดการเปล่งแสงสีเขียว



รูปที่ 3.22 (ซ้าย) สัดส่วนของพื้นที่ของสเปกตราราดูกคลื่นแสงและสัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ได้จากฟิล์ม A (ขวา) สัดส่วนของพื้นที่ของสเปกตราราดูกคลื่นแสงและสัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ได้จากฟิล์ม B (a, b) สัดส่วนของพื้นที่ของสเปกตราราดูกคลื่นแสงที่บริเวณ [410-650]/[300-410] nm (c, d) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 426/445 nm และ (e,f) สัดส่วนของความเข้มของการคายแสงที่ 520/445 nm

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบค่าประสิทธิภาพการคายแสงของพอลิฟลูออรีนก่อนอบและหลังอบที่ปริมาณออกซิเจนต่างๆ โดยทำการคำนวณหาค่า quantum yield ซึ่งจากการคำนวณหาค่า quantum yield ของ PF 2/6 ก่อนอบพบว่าค่า quantum yield มีค่าเท่ากับ 1.14 แต่เมื่อทำการอบในสภาวะที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจน เท่ากับ 110 Pa, 8510 Pa และ 21110 Pa ค่า quantum yield ลดลงเป็น 0.76, 0.62 และ 0.48 ตามลำดับ ซึ่งการลดลงของ ค่า quantum yield หลังจากการอบ สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของหมู่ฟลูออรีโนน สำหรับในระบบของ PF-co-Ant5% มีค่า quantum yield ก่อนอบเท่ากับ 1.03 แต่เมื่อทำการอบในระบบที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจนในสภาวะต่างๆ พบว่าค่า quantum yield ลดลงเมื่อมีการอบในระบบที่มีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น แต่อัตราการลดลงของค่า quantum yield ในระบบของ PF-co-Ant5% น้อยกว่าในระบบของ PF2/6 ส่วนในระบบของ PF-co-Ant20% ค่า quantum yield ก่อนอบเท่ากับ 0.94 และเมื่อทำการอบในสภาวะที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจนต่างๆ พบว่าอัตราการลดลงของค่า quantum yield น้อยกว่าในระบบของ PF2/6 และ PF-co-Ant5% จากอัตราการลดลงของค่า quantum yield ในระบบของ PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% บ่งบอกถึงการเกิดหมู่ฟลูออรีโนนในระบบซึ่งจะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีการอบในสภาวะที่มีออกซิเจนมากขึ้นและบ่งบอกว่าค่าประสิทธิภาพการคายแสงมีค่าลดลงเมื่อมีหมู่ฟลูออรีโนนเพิ่มขึ้น สำหรับโคพอลิเมอร์นั้นมีผลต่อประสิทธิภาพการเปล่งแสงลดลงน้อยกว่าของ PF2/6 เนื่องจากในระบบที่มีการเติมหมู่แอนทราซีนจะช่วยลดการเกิดของหมู่ฟลูออรีโนน ซึ่งค่า quantum yield ของสารพอลิเมอร์ทั้งหมดที่ทำการศึกษาแสดงดังตารางที่ 3.1

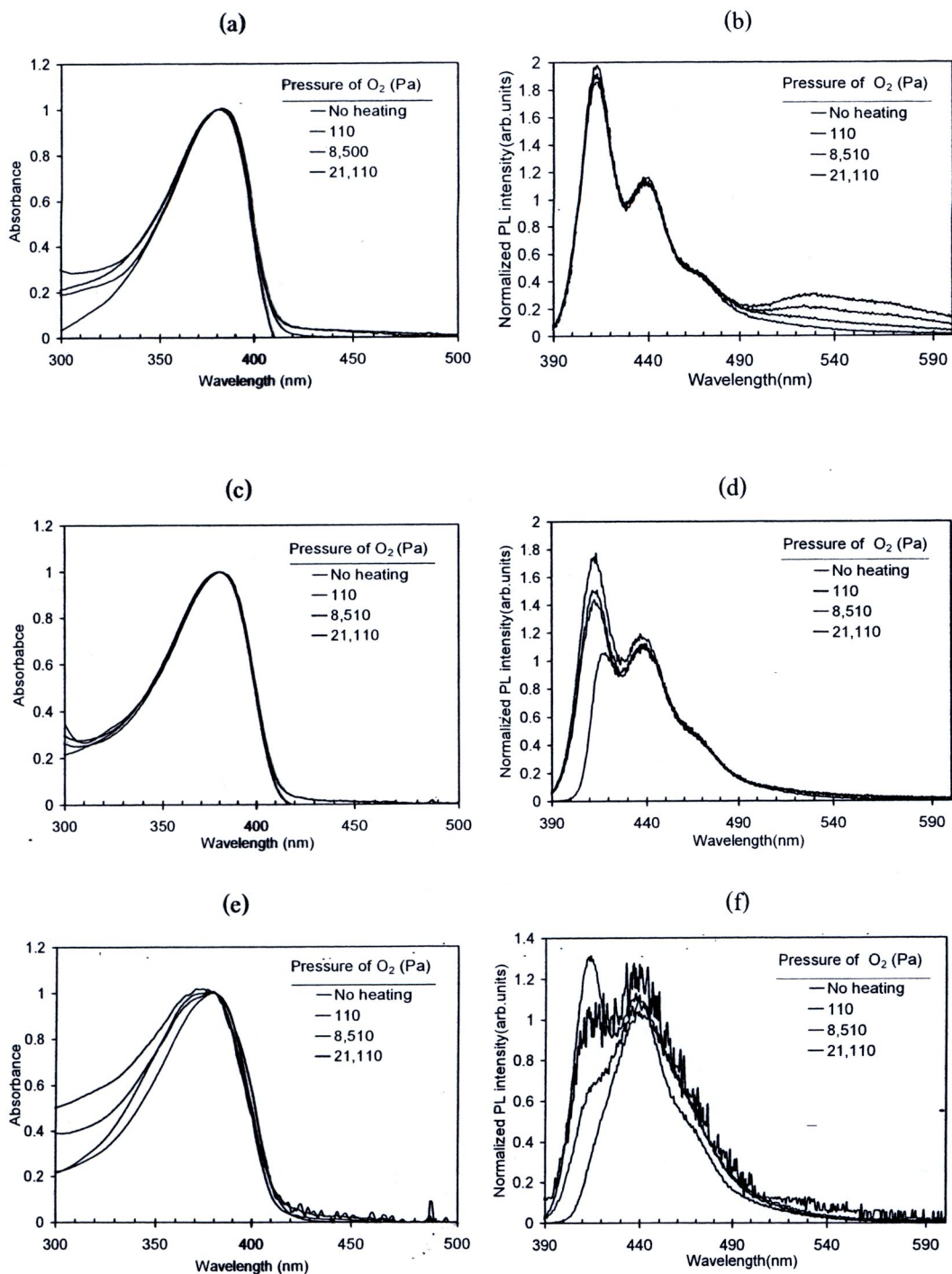
ตารางที่ 3.1-ประสิทธิภาพการเปล่งแสงของพอลิฟลูออรีนและพอลิฟลูออรีนโคแอนทราซีนในตัวอย่างโพลีอิน วัดเทียบกับสารละลาย 9, 10-diphenylanthracene ในไซโคลเฮกเซนโดยใช้ความยาวคลื่นแสงสำหรับการกระตุ้นเท่ากับ 375 nm

Polymer	Quantum Yields			
	ก่อนอบ	อบในสภาวะที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจน (Pa) ที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 23 ชั่วโมง		
		P(O ₂)=110 Pa	P(O ₂)=8510 Pa	P(O ₂)=21110 Pa
PF2/6	1.14	0.76	0.62	0.48
PF-co-Ant5%	1.03	0.86	0.91	0.69
PF-co-Ant20%	0.94	0.83	0.89	0.90

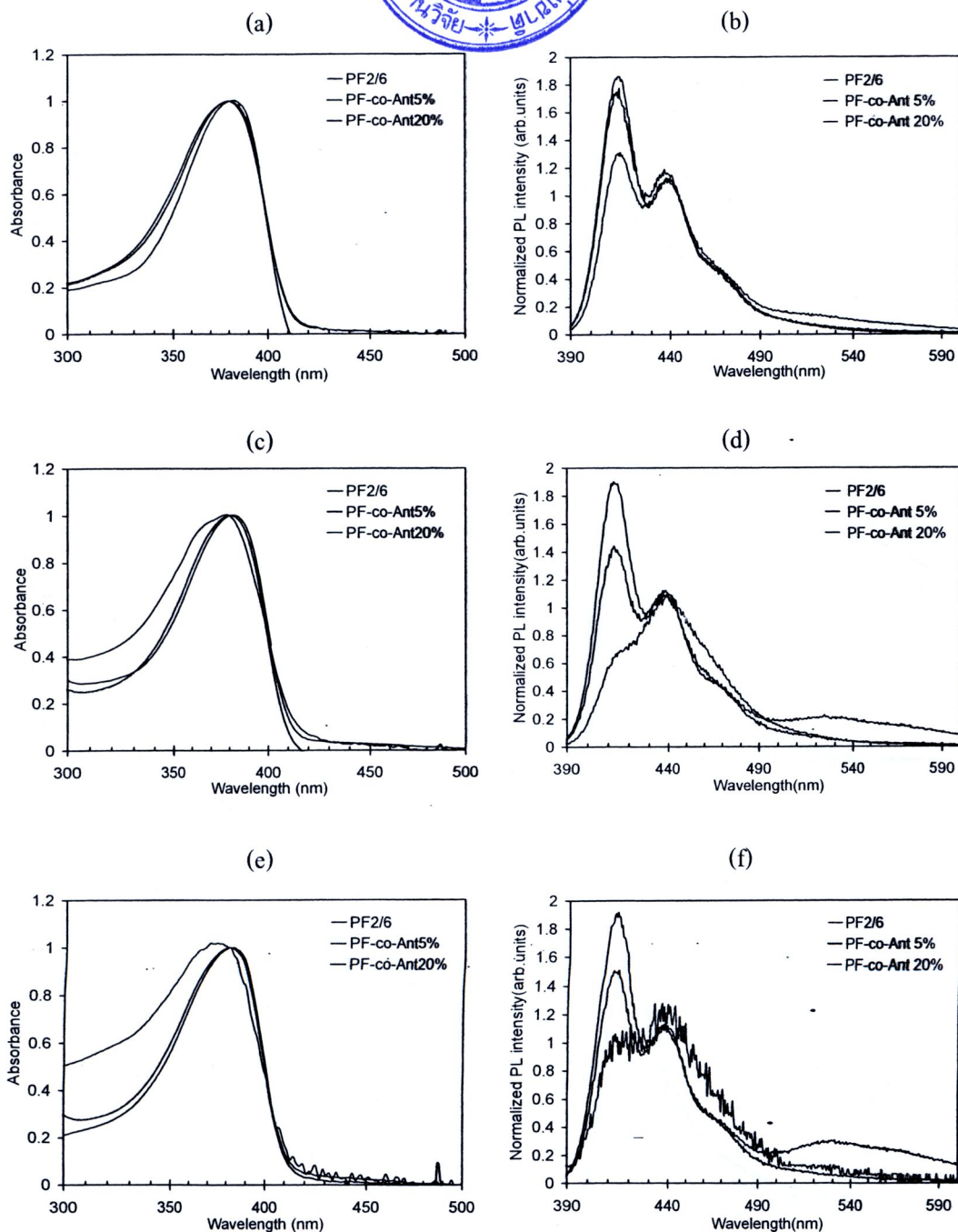
3.4 การศึกษาผลของตัวทำละลายต่อพฤติกรรมการเข้ามาจับกัน

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาพฤติกรรมการเข้ามาจับกันของพอลิฟลูออรีนว่าส่งผลต่อสเปกตรารการดูดกลืนแสงและการคายแสง อย่างไร โดยเลือกใช้ตัวทำละลายที่ละลายพอลิเมอร์ได้ไม่ดี (poor solvent) คือ เมทานอล และตัวทำละลายที่ดี (good solvent) คือ โทลูอิน ซึ่งพบว่าพอลิเมอร์จะสามารถละลายได้ดีและมีการกระจายของสายโซ่โมเลกุลเดี่ยวในตัวทำละลายโทลูอิน และเมื่อเติมเมทานอลเติมลงไปในระบบ จะทำให้โมเลกุลของพอลิเมอร์พยายามที่จะหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับเมทานอลเนื่องจากพอลิฟลูออรีนละลายได้น้อยในเมทานอล จึงทำให้โมเลกุลของพอลิเมอร์มีความใกล้ชิดกันมาก ทำให้เกิดการเข้ามาจับตัวกันเกิดเป็นอนุภาคนขนาดใหญ่หรือที่เรียกว่า การเกิด aggregates ของพอลิเมอร์

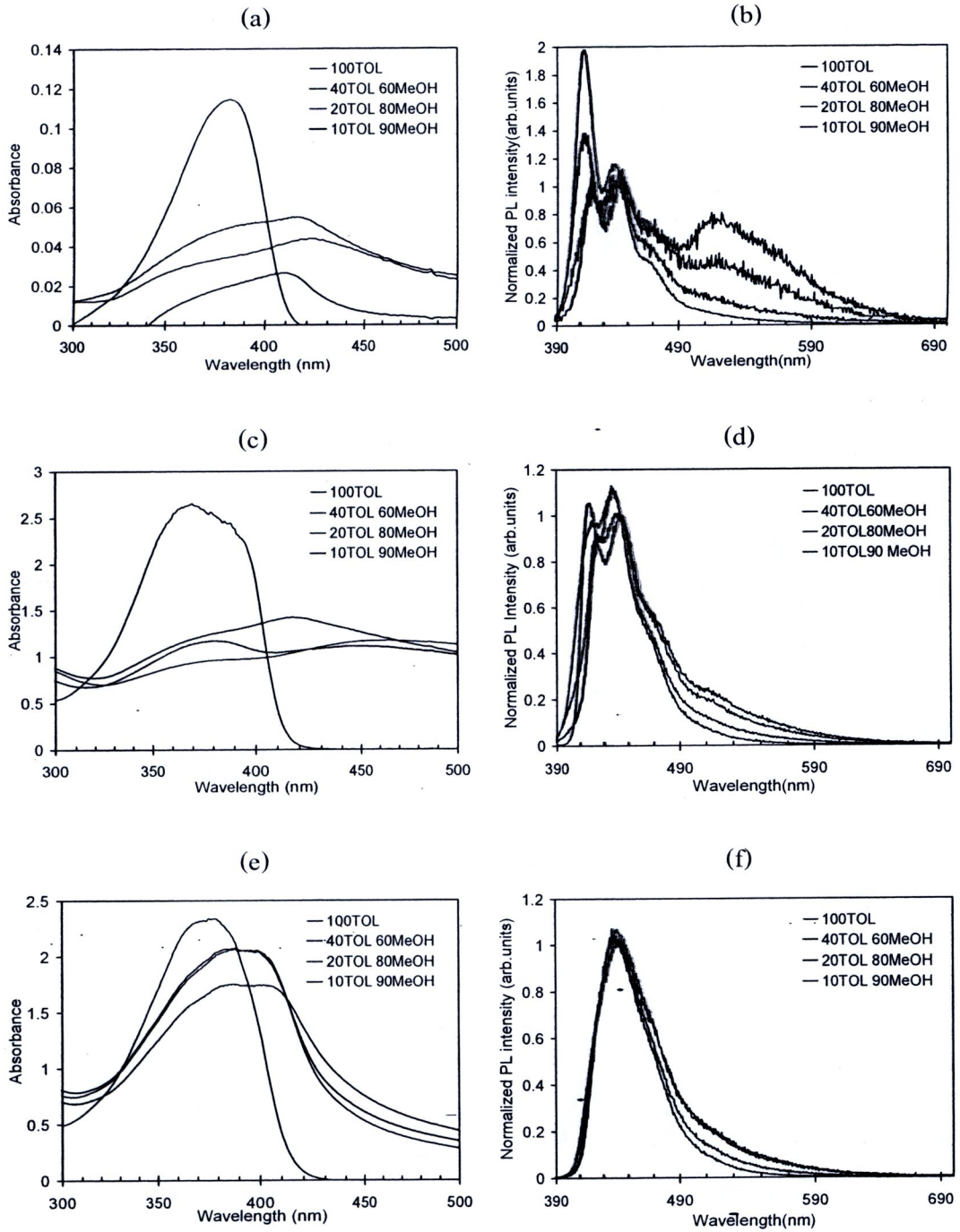
สำหรับการศึกษานี้ได้ทำการนำ PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ที่ได้จากการอบฟิล์มบางที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 23 ชั่วโมงโดยมีการควบคุมปริมาณออกซิเจนที่สถานะต่างๆมาทำการศึกษาและนอกจากนี้ยังได้นำ PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ที่ยังไม่ได้ทำการอบมาศึกษาด้วย จากนั้นเติมเมทานอลเข้าไปในระบบตัวทำละลายผสมโทลูอินต่อเมทานอล โดยเปอร์เซ็นต์ในการเติมเมทานอลเป็น 60 , 80 และ 90% แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงและการคายแสง ซึ่งแสดงดังรูปที่ 3.25-3.28 จากการศึกษาสเปกตรารการดูดกลืนแสงของพอลิฟลูออรีนและโคพอลิเมอร์ที่ยังไม่ได้ทำการอบจะพบว่าเมื่อมีการเติมเมทานอลลงไปพีคจะมีความกว้างมากขึ้นและ λ_{max} จะเลื่อนไปยังตำแหน่งที่มีความยาวคลื่นสูงมากขึ้น (พลังงานต่ำลง หรือที่เรียกว่า red shift peak) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงนี้เกิดทั้งในระบบที่เป็นพอลิฟลูออรีนและโคพอลิเมอร์แสดงดังรูปที่ 3.25 (a, c, และ e) เนื่องจากพอลิฟลูออรีนไม่ละลายในเมทานอล จึงทำให้เกิดการเข้าจับกันของพอลิเมอร์เกิดเป็น aggregates ขึ้นในสเปกตรารการดูดกลืนแสง หลังจากนั้นทำการศึกษาสเปกตรารการดูดกลืนแสงของพอลิฟลูออรีนและโคพอลิเมอร์ที่ทำการอบโดยมีการควบคุมปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa , 85510 Pa และ 21110 Pa ที่นำมาทำให้อยู่ในรูปสารละลายผสมแสดงดังรูปที่ 3.26 (a, c และ e), 3.27 (a, c และ e) และ 3.28 (a, c และ e) พบว่า สเปกตรารการดูดกลืนแสงของพอลิฟลูออรีนและโคพอลิเมอร์มีลักษณะไม่แตกต่างกันมาก ซึ่งบ่งชี้ว่าปริมาณของหมู่ฟลูออรีนมีผลต่อการเกิด aggregates ไม่มากเท่าไรนัก



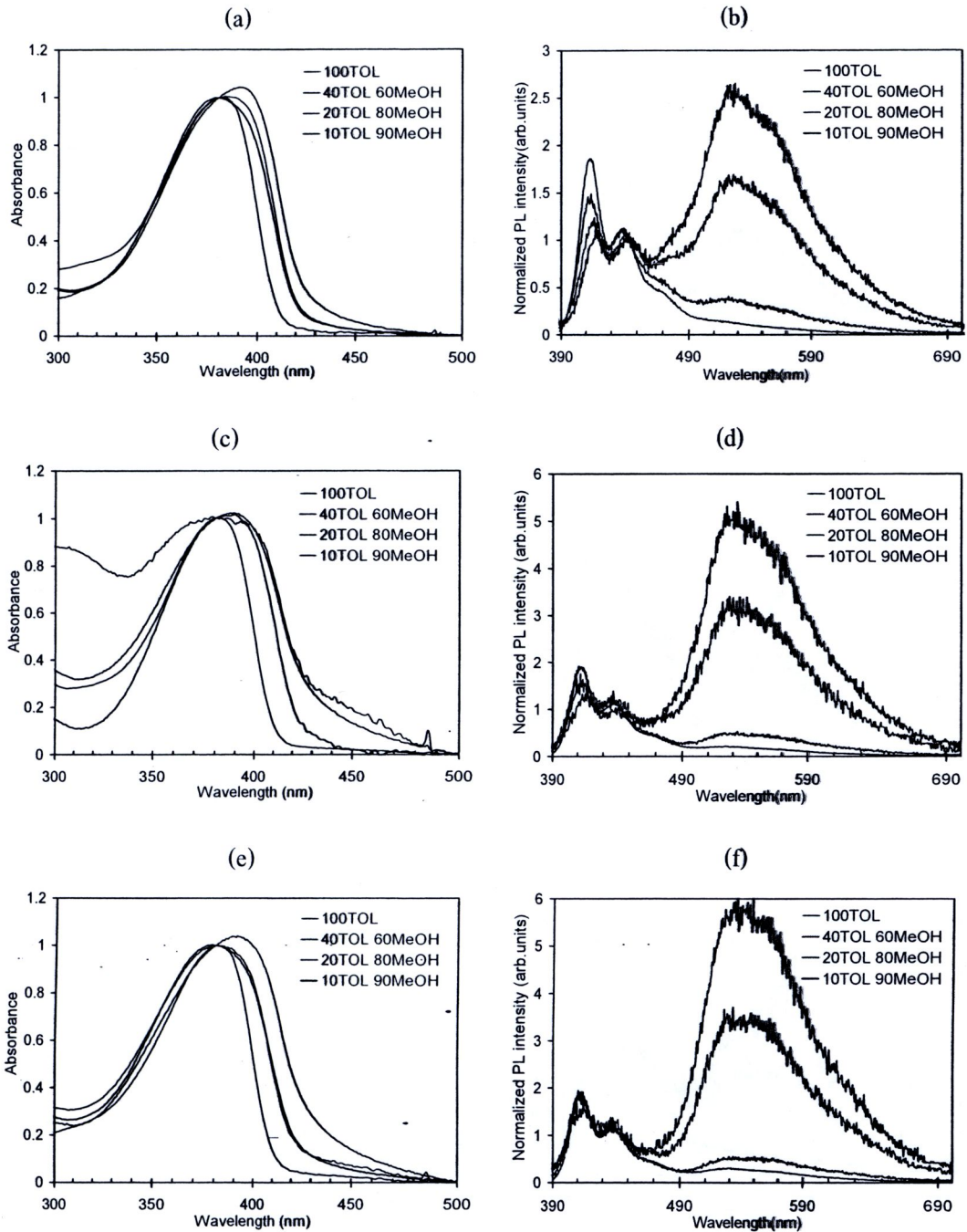
รูปที่ 3.23 (ซ้าย) สเปกตรการดูดกลืนแสง และ(ขวา) สเปกตรการคายแสงของ (a, b) PF2/6 (c, d) PF-co-Ant5% และ (e, f) PF co-Ant-20% ในรูปของสารละลายเจือจางที่ละลายจากฟิล์ม A ซึ่งได้ทำการอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 23 ชั่วโมงโดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกันในตัวทำละลายโทลูอิน 100% สเปกตรการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



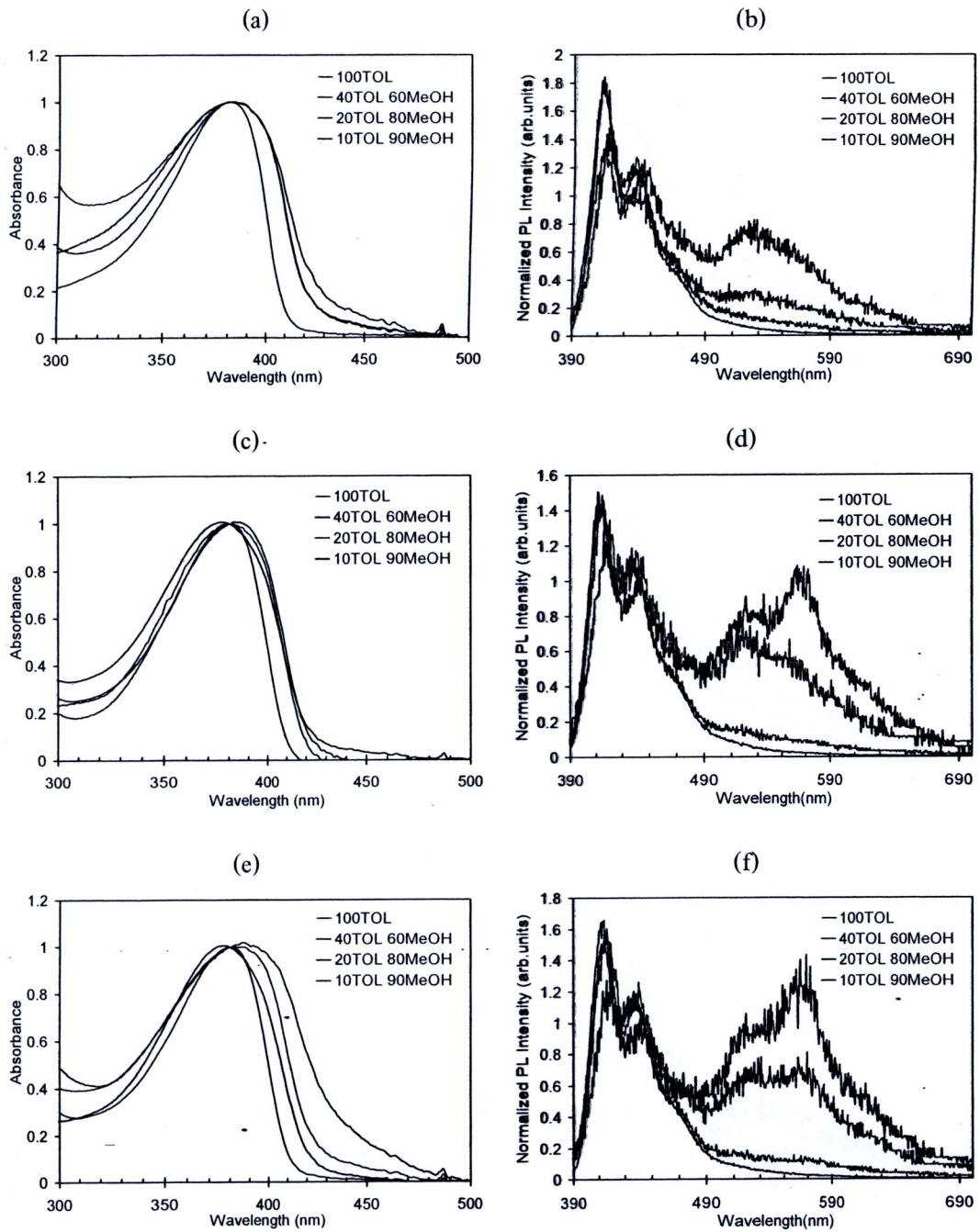
รูปที่ 3.24 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของ PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% (ฟิล์ม A) ฟิล์มทั้งหมดคอบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 23 ชั่วโมง โดยควบคุมให้ปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa ในตัวทำละลายโทลูอีน 100% สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



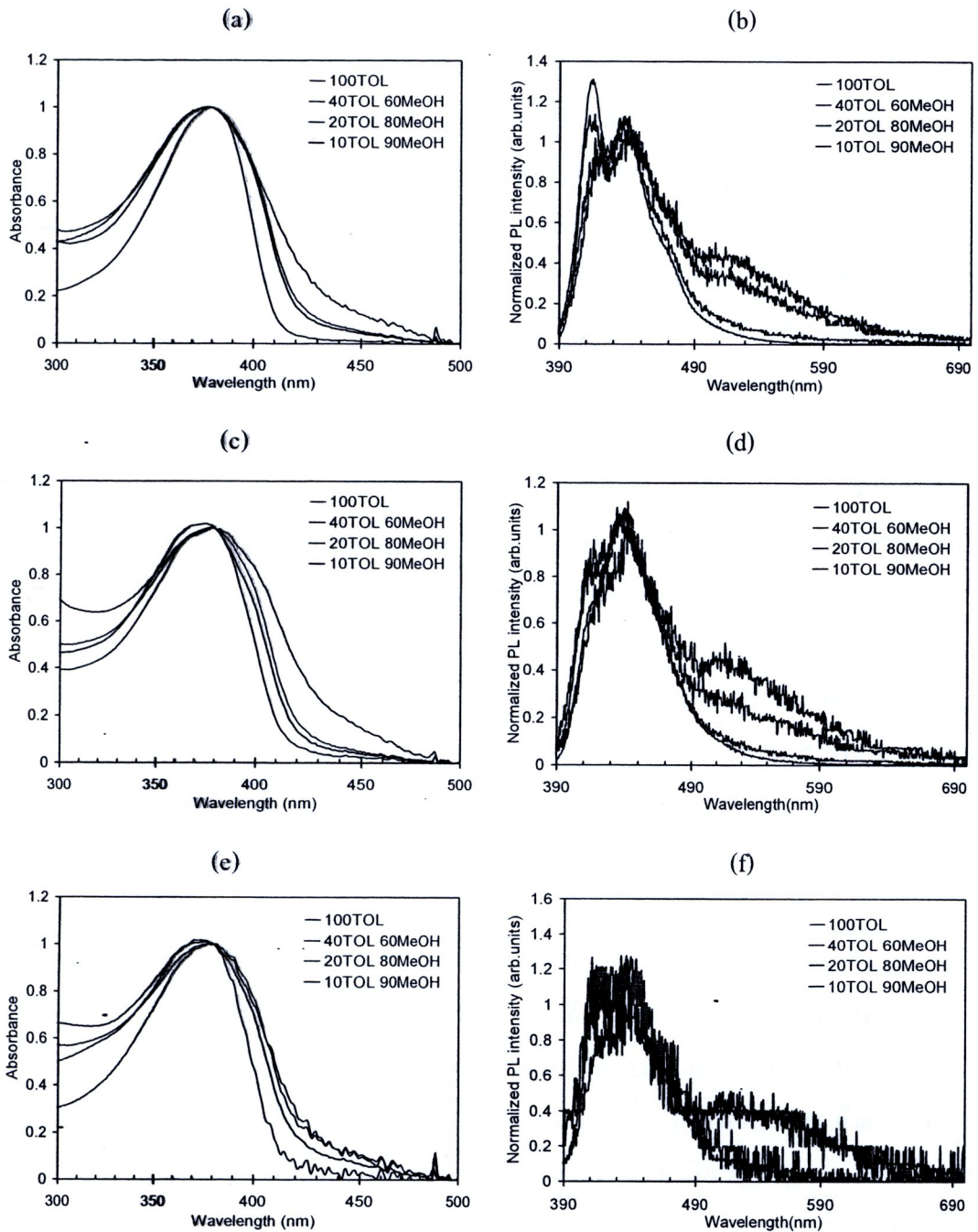
รูปที่ 3. 25 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของสารละลาย (a, b) PF 2/6 (c, d) PF-co-Ant5% และ (e, f) PF-co-Ant20% สเปกตราทั้งหมดเป็นของสารละลายที่ยังไม่ได้ทำการอบ สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



รูปที่ 3.26 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสง (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของสารละลาย PF2/6 ที่ละลายมาจากฟิล์ม A อบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 23 ชั่วโมง (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (b, c) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa และ (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



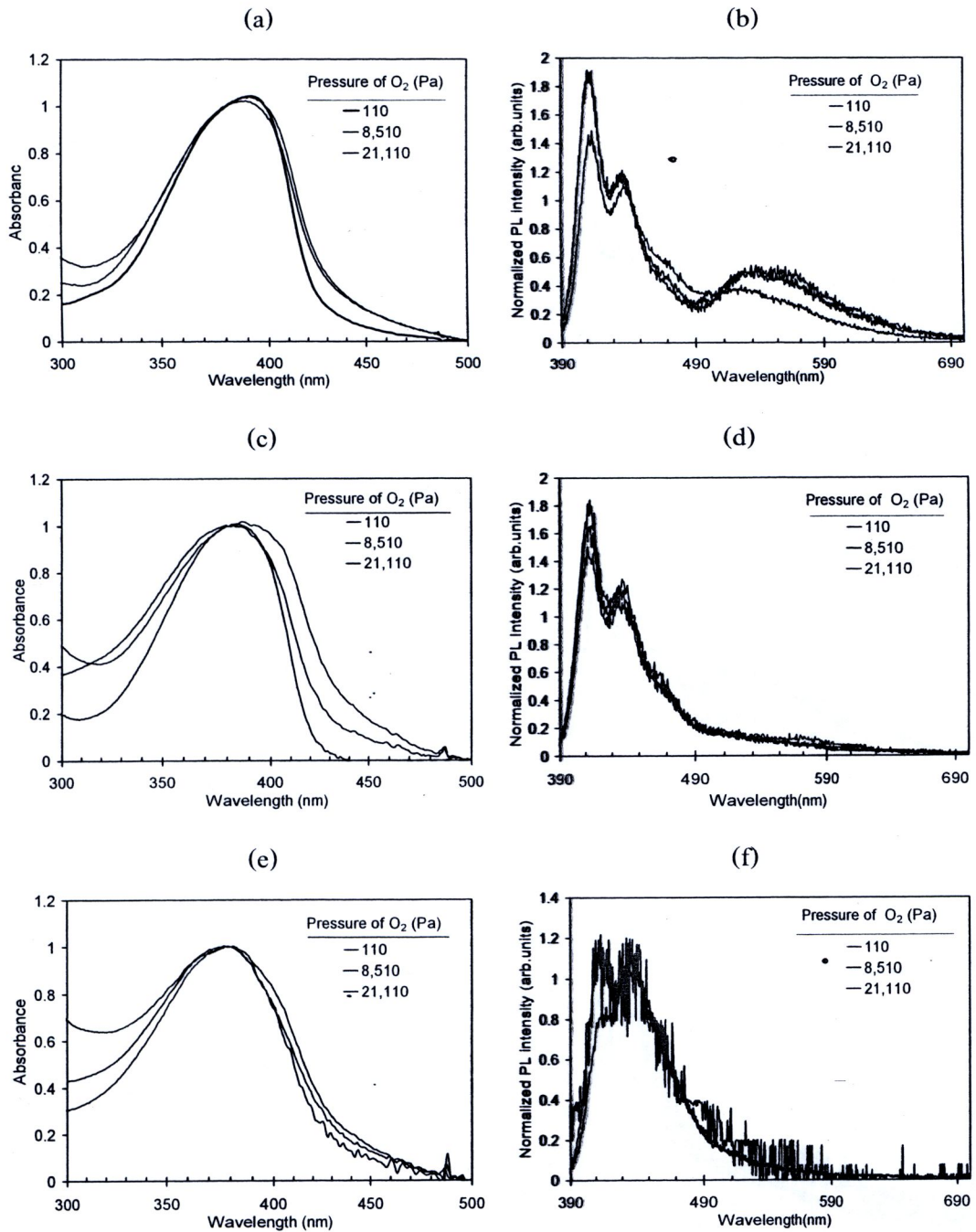
รูปที่ 3.27 (ซ้าย) สเปกตรการดูดกลืนแสง (ขวา) สเปกตรการคายแสงของสารละลาย PF-co-Ant5% ที่ละลายมาจากฟิล์ม A อบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 23 ชั่วโมง (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (b, c) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa และ (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



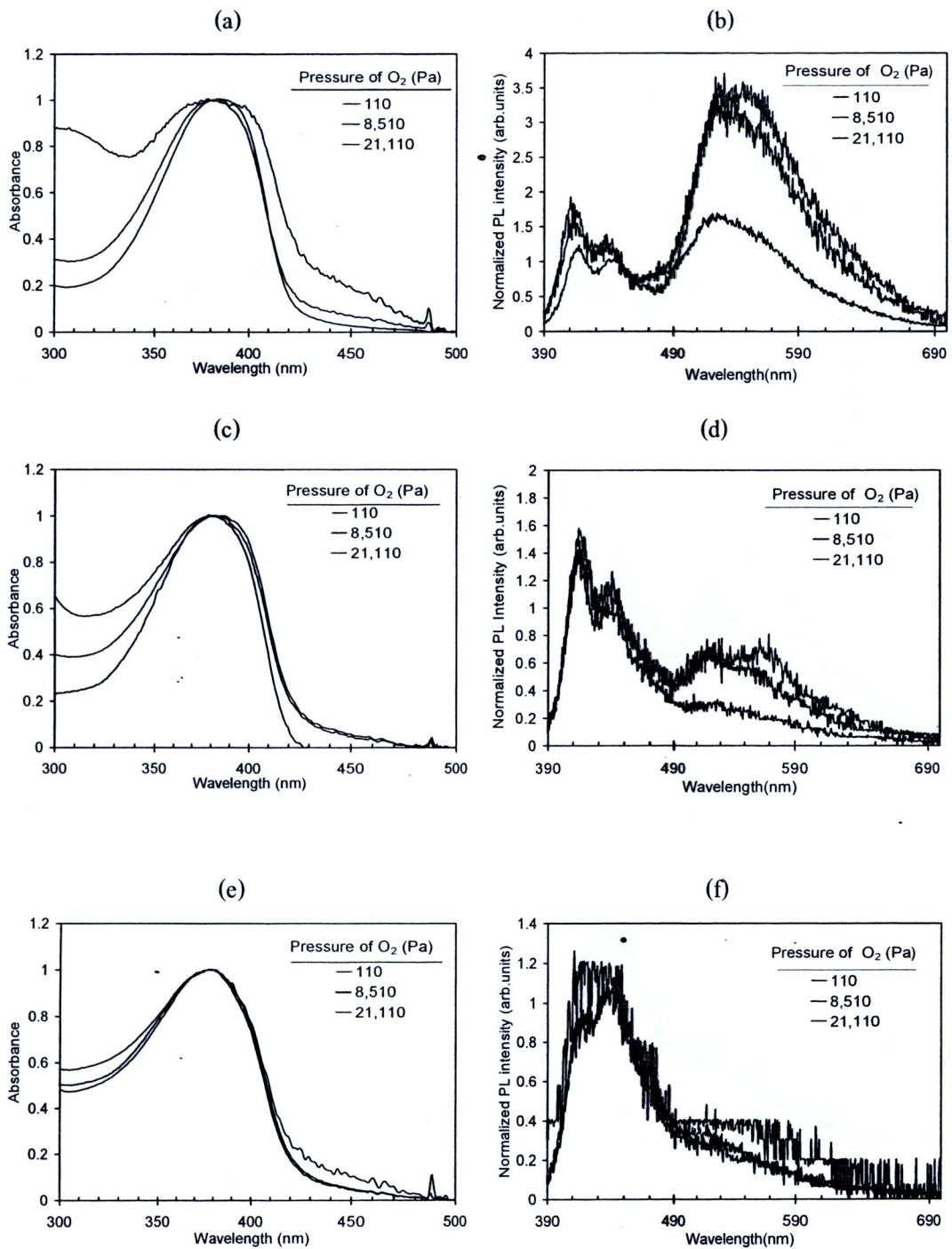
รูปที่ 3.28 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสง (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของสารละลาย PF-co-Ant20% ที่ละลายมาจากฟิล์ม A อบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 23 ชั่วโมง (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (b, c) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa และ (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm

เมื่อทำการพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรารายการคายแสงของ PF2/6 มีฟลักการคายแสงสีน้ำเงินที่ตำแหน่ง 426 nm ซึ่งเป็นช่วงการคายแสงของพอลิฟลูออรีนลดลง และเกิดฟลักการคายแสงสีเขียวของ excimer ที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เพิ่มขึ้นเมื่อมีการเติมเมทธานอลเพิ่มขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.25 (b) เนื่องจากการคายแสงสีเขียวของหมู่ฟลูออรีโนนที่เกิดขึ้นอาจจะเกิดจากการซ้อนทับกันของพอลิเมอร์ แต่สเปกตรารายการคายแสงในระบบของ PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ต่างจาก PF2/6 คือ ความเข้มที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm ลดลงเมื่อเทียบกับ PF2/6 แสดงว่า PF2/6 เกิด excimer มากที่สุด ส่วน PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% เกิด excimer น้อยที่สุดตามลำดับแสดงดังรูปที่ 3.25 (d, f) ซึ่งเกิดจากการที่หมู่แอนทราซีนเกิดการขัดขวางการเข้าซ้อนทับกันเพื่อเกิดเป็น excimer ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรารายการคายแสงนี้ยังเกิดในระบบที่ทำการการอบเช่นกัน คือ การเกิด excimer เกิดขึ้นได้น้อยในระบบของ PF-co-Ant5% , PF-co-Ant20% เมื่อเทียบกับ PF2/6 การที่ฟลักที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm ลดลง จะสอดคล้องกับการลดลงของหมู่ฟลูออรีโนนในระบบแสดงดังรูปที่ 3.26 (b, d และ e), 3.27 (b, d และ e) และ 3.28 (b, d และ e) และการเติมหมู่แอนทราซีนยังช่วยลดการเกิด excimer ให้น้อยลง

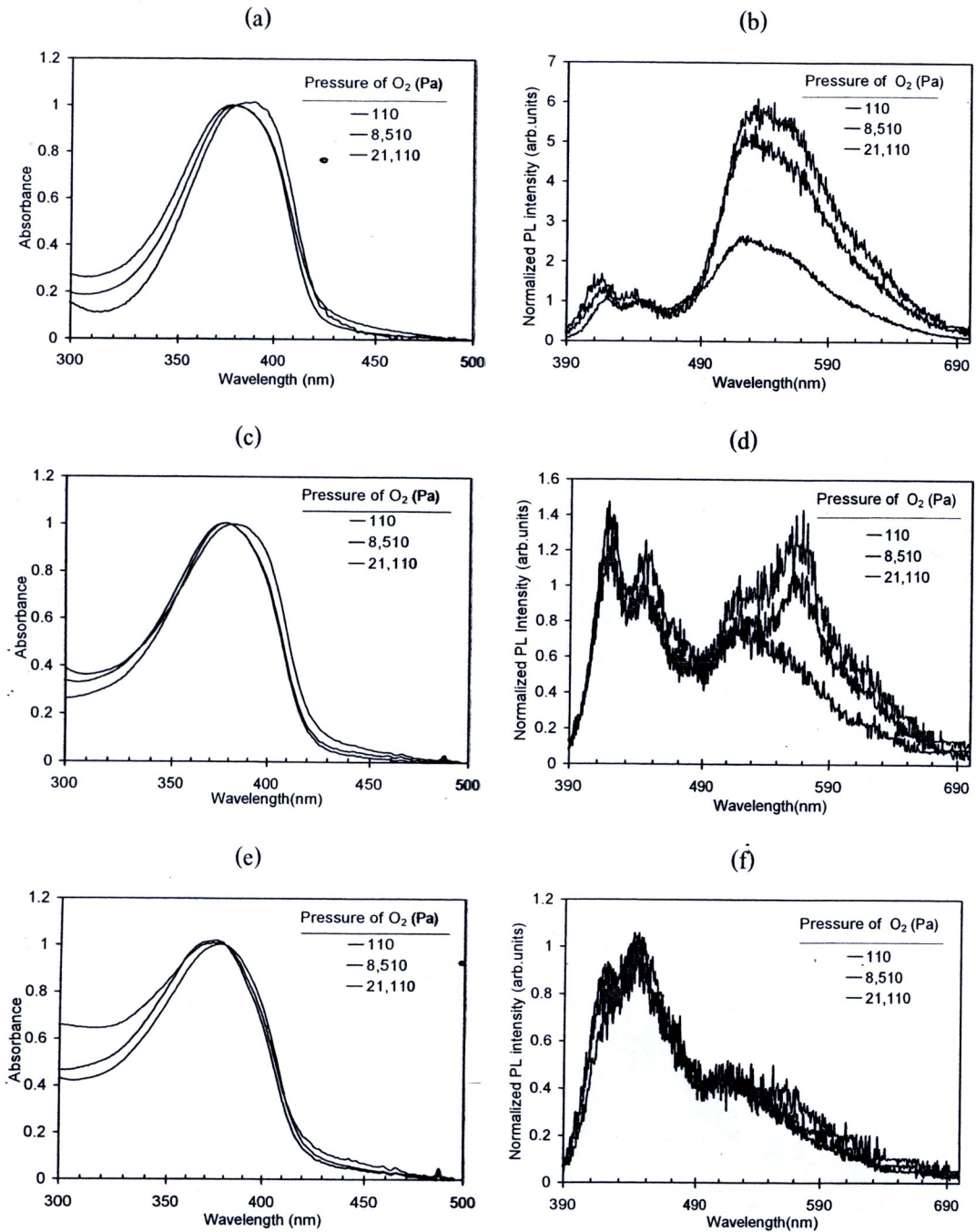
จากนั้นได้ทำการพลอตสเปกตรารายการดูดกลืนแสงและสเปกตรารายการคายแสงของ PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ที่ได้ทำการอบที่อุณหภูมิ 180 °C โดยมีการควบคุมปริมาณออกซิเจนที่สถานะต่าง ๆ คือ 110 Pa, 8510 Pa และ 21110 Pa เปรียบเทียบกันในแต่ละอัตราส่วนที่มีการเติมเมทธานอลเข้าไปในระบบ คือ 60, 80 และ 90% แสดงดังรูปที่ 3.29-3.31 เพื่อต้องการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของสเปกตรารายการดูดกลืนแสงและการคายแสง ในระบบของ PF2/6, PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ให้เห็นชัดเจนมากยิ่งขึ้น ซึ่งพบว่าสเปกตรารายการดูดกลืนแสงของ PF2/6 ในระบบที่มีการเติมเมทธานอล 60% พบว่า λ_{max} เกิดการเลื่อนไปตำแหน่งที่ความยาวคลื่นสูงมากขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.29 (a) ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นยังเกิดในระบบที่มีการเติมเมทธานอล 80% และ 90% ด้วยเช่นกัน และนอกจากนี้ยังเกิดในระบบที่เป็นของ PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ด้วย ลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบ่งบอกถึงการเข้าจับกันของพอลิเมอร์เกิดเป็น aggregates ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกันก็พบว่าปริมาณของ aggregates ที่เกิดขึ้นนั้นไม่ขึ้นกับปริมาณของหมู่ฟลูออรีโนนในสายโซ่พอลิเมอร์



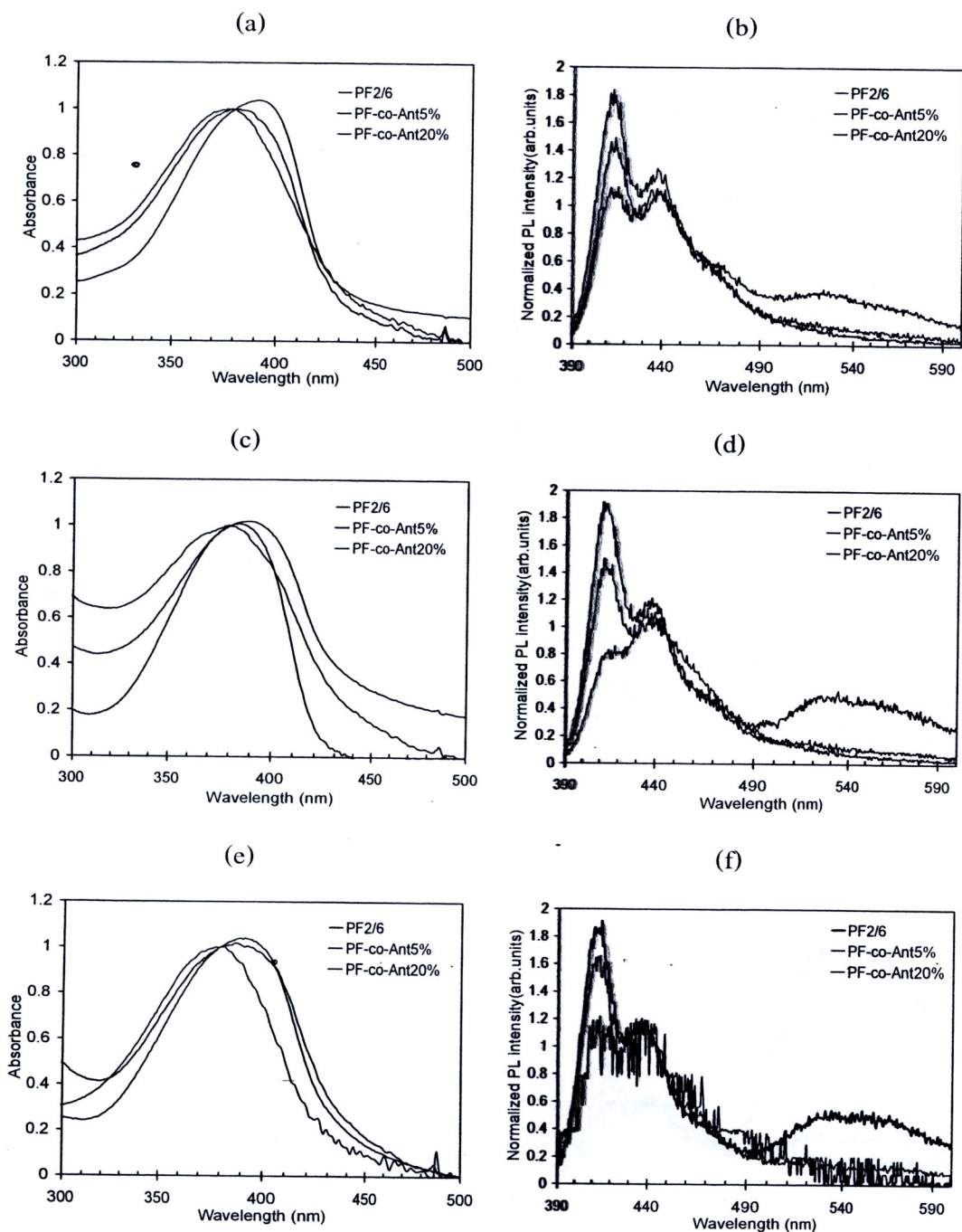
รูปที่ 3.29 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของสารละลายจากฟิล์ม A อบที่อุณหภูมิ 180 °C โดยควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างกันในตัวทำละลายผสมระหว่าง โทลูอีนกับเมทานอลในอัตราส่วน 40:60 (a, b) PF2/6 (c, d) PF-co-Ant5% และ (e, f) PF-co-Ant20% สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



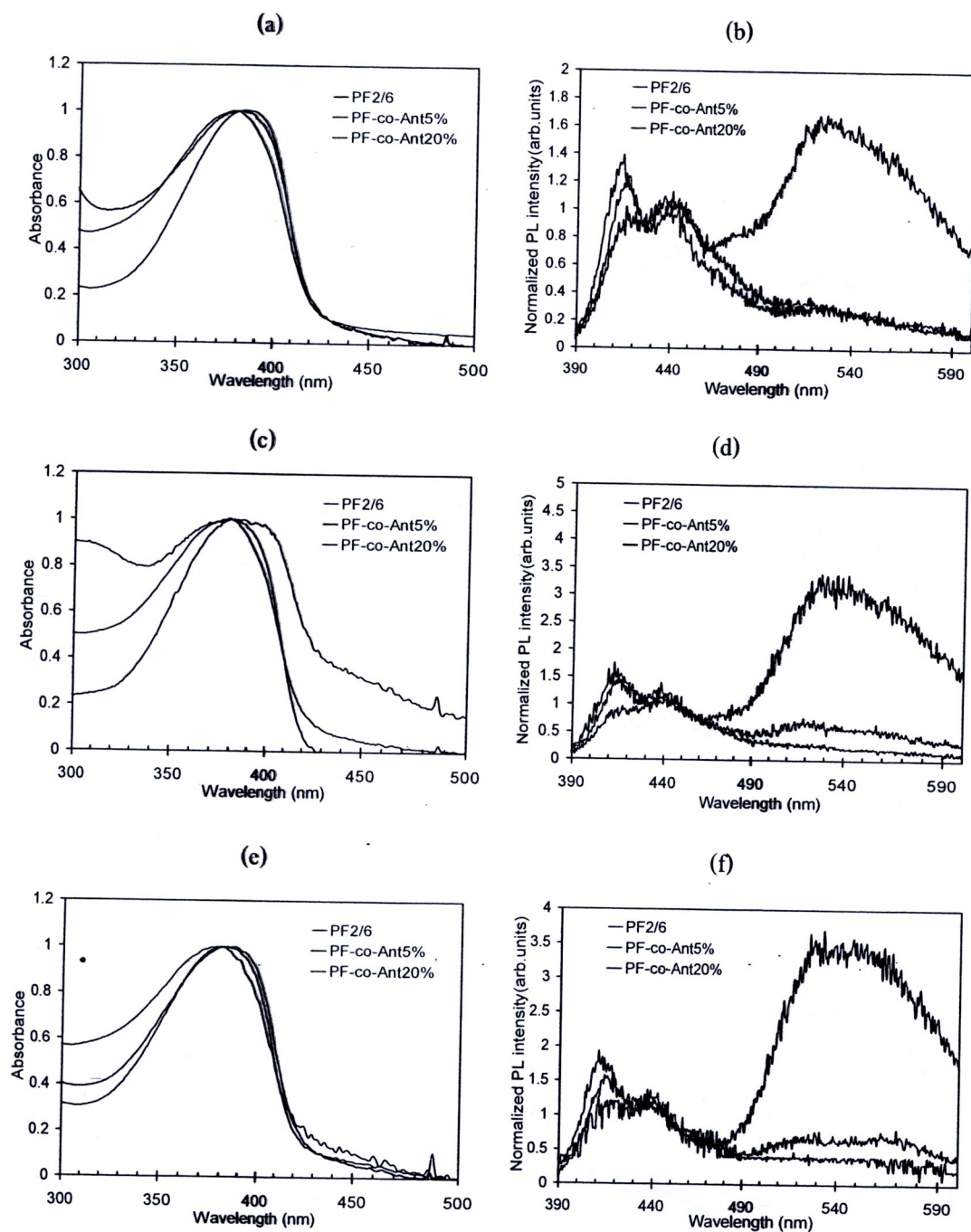
รูปที่ 3.30 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของสารละลายจากฟิล์ม A อบที่อุณหภูมิ 180 °C โดยควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างๆกันในตัวทำละลายผสมระหว่างโทลูอีนกับเมทานอลในอัตราส่วน 20:80 (a, b) PF2/6 (c, d) PF-co-Ant5% และ (e, f) PF-co-Ant20% สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



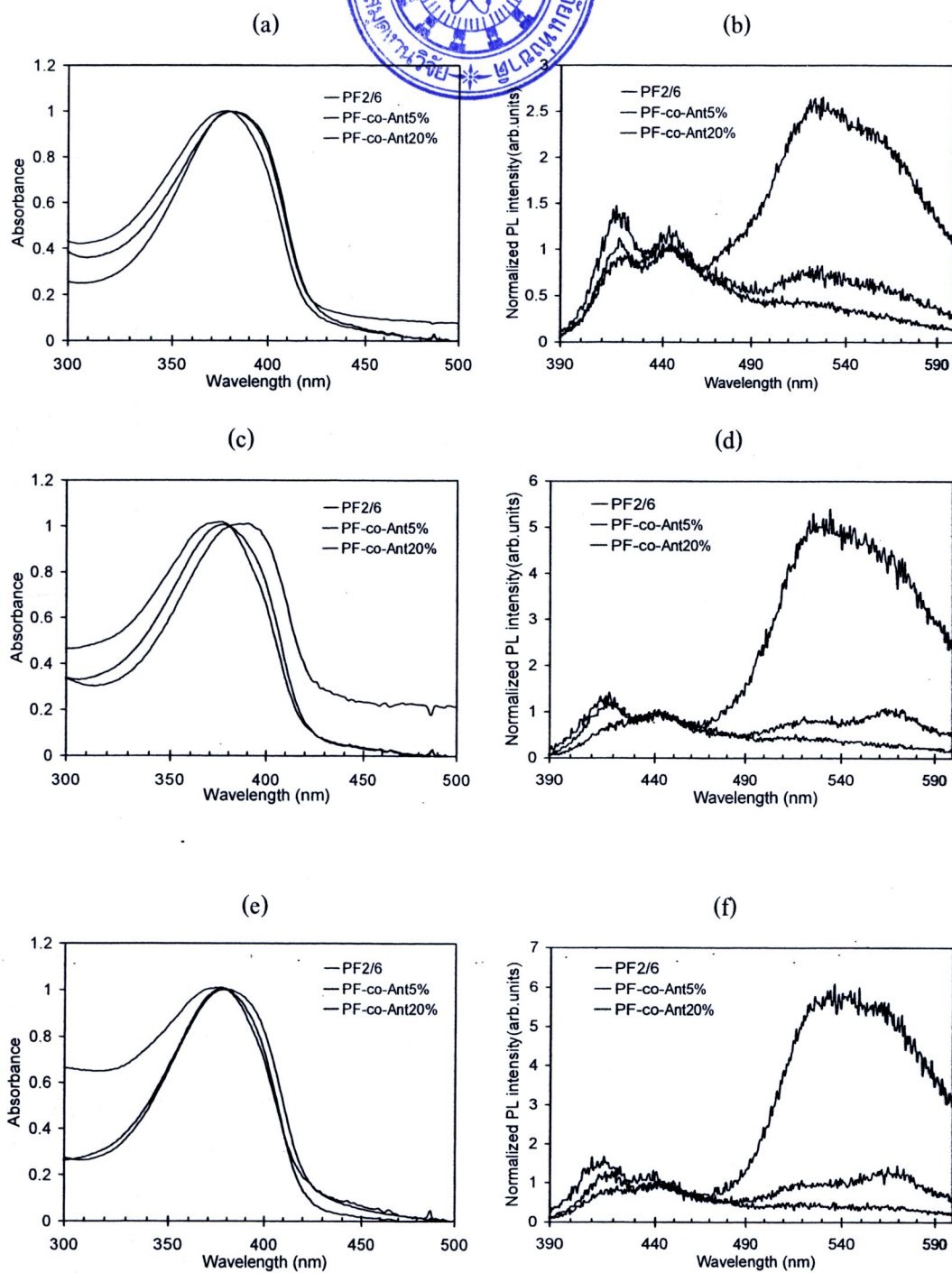
รูปที่ 3.31 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของสารละลายจากฟิล์ม A อบที่อุณหภูมิ 180 °C โดยควบคุมให้มีปริมาณออกซิเจนมีค่าต่างๆกันในตัวทำละลายผสมระหว่างโทลูอินกับเมทานอลในอัตราส่วน 10:90 (a, b) PF2/6 (c, d) PF-co-Ant5% และ (e, f) PF-co-Ant20% สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



รูปที่ 3.32 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของสารละลายจากฟิล์ม A อบที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 23 ชั่วโมงโดยควบคุมปริมาณออกซิเจนให้มืค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa และ (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa ในตัวทำละลายผสมระหว่างโทลูอีนกับเมทานอลในอัตราส่วน 40:60 สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



รูปที่ 3.33 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของสารละลายจากฟิล์ม A อบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 23 ชั่วโมงโดยควบคุมปริมาณออกซิเจนให้มีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa และ (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa ในตัวทำละลายผสมระหว่างโทลูอีนกับเมทานอลในอัตราส่วน 20:80 สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm



รูปที่ 3.34 (ซ้าย) สเปกตรากการดูดกลืนแสงและ (ขวา) สเปกตรากการคายแสงของสารละลายจากฟิล์ม A อบที่อุณหภูมิ 180 °C เป็นเวลา 23 ชั่วโมงโดยควบคุมปริมาณออกซิเจนให้มีค่าต่างกัน (a, b) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 110 Pa (c, d) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 8510 Pa และ (e, f) ปริมาณออกซิเจนเท่ากับ 21110 Pa ในตัวทำละลายผสมระหว่างโทลูอีนกับเมทานอลในอัตราส่วน 10:90 สเปกตรากการคายแสงทำการวัดโดยใช้แสงกระตุ้นที่ 375 nm

สำหรับสเปกตรการคายแสงของ PF2/6 พบว่าที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นและเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วนที่มีการเติมเมทธานอลลงไป คือ เมื่อเติมเมทธานอล 60% จะสังเกตเห็นการเพิ่มขึ้นของสเปกตรการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm เพิ่มขึ้นแสดงดังรูปที่ 3.29 (b) และจะเพิ่มขึ้นในระบบที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจน 21110 Pa ซึ่งความสูงของพีคที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm สูงที่สุด การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบ่งบอกว่าการเพิ่มขึ้นของหมู่ฟลูออรีโนนทำให้เกิด excimer ได้มากขึ้นตามไปด้วย นอกจากนี้ สเปกตรการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm จะลดลงเมื่อมีการเติมหมู่แอนทราซีนเข้าไป 5% และ 20% แสดงดังรูปที่ 3.29 (d, e) ส่วนของสเปกตรการคายแสงของ PF2/6 ที่มีการเติม เมทธานอลลงไป 80% พบว่าสเปกตรการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm จะเพิ่มสูงขึ้นอีกเมื่อเทียบกับการเติมเมทธานอล 60% แสดงดังรูปที่ 3.30 (b) และในระบบที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจน 21110 Pa จะมีความสูงของพีคที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm สูงกว่าในระบบที่มีการเติมเมทธานอล 60% ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงเช่นนี้บ่งบอกถึงการ excimer ได้มากขึ้น และเมื่อพิจารณาสเปกตรการคายแสงของ PF2/6 ที่มีการเติมเมทธานอลลงไป 90% พบว่าสเปกตรการคายแสงที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm จะเพิ่มสูงขึ้นอีกเมื่อเทียบกับการเติมเมทธานอล 80% แสดงดังรูปที่ 3.31(b) และในระบบที่มีการควบคุมปริมาณออกซิเจน 21110 Pa จะมีความสูงของพีคที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm สูงกว่าในระบบที่มีการเติมเมทธานอล 80% ซึ่งลักษณะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้ บ่งบอกว่าการเข้าจับกันของพอลิเมอร์เกิดขึ้นได้ดีที่สุดในระบบที่มีการเติมเมทธานอล 90% ซึ่งเป็นผลจากการ excimer มากขึ้นและเกิดหมู่ฟลูออรีโนนเนื่องจากเกิดการออกซิเดชันมากขึ้นในระบบที่มีออกซิเจนเพิ่มขึ้น การที่สเปกตรการคายแสงของ PF-co-Ant5% และ PF-co-Ant20% ที่ตำแหน่งความยาวคลื่น 520 nm ลดลงในทุกระบบ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงใน PF-co-Ant20% จะพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของพีคที่ตำแหน่ง excimer เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก บ่งชี้ว่าผลจากการเติมหมู่แอนทราซีนเข้าไปในสายโซ่ของพอลิฟลูออรีนจะช่วยลดการ excimer ของหมู่ฟลูออรีโนน