

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาดิน 7 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน และชุดดินวัฒนา บริเวณพื้นที่นาข้าวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ที่เป็นตัวแทนของดินแต่ละการใช้ประโยชน์ที่ดิน ซึ่งแบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการวิเคราะห์ทางเคมีของดิน 3 ประเภท และการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของแคตไอออนและแอนไอออนในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีของดินถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟริก (H_2SO_4) ส่วนที่สองเป็นการเปรียบเทียบโปรแกรมแบบจำลองสมมูลเคมีของดินเพื่อประมาณความเข้มข้นของอะลูมิเนียมและแมงกานีสที่ละลายออกมาจากชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน และชุดดินวัฒนา บริเวณพื้นที่นาข้าวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งผลการศึกษาในแต่ละส่วนเป็นดังต่อไปนี้

ส่วนที่ 1 เป็นการวิเคราะห์ทางเคมีของดินแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การวิเคราะห์ตัวอย่างดิน และการวิเคราะห์สารละลายในตัวอย่างดิน เพื่อใช้เป็นแบบจำลองทำนายความเข้มข้นของอะลูมิเนียมและแมงกานีสที่ละลายออกมาจาก ชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน และชุดดินวัฒนา บริเวณพื้นที่นาข้าวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งแสดงดังนี้

ผลวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

ความเป็นกรด-เบส

จากการศึกษาความเป็นกรด-เบสในชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน และชุดดินวัฒนา บริเวณพื้นที่นาข้าวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปมาก ได้ดังนี้ ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน ชุดดินราชบุรี ชุดดินวัฒนา ชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ และชุดดินโคกกระเทียม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.75 5.09 5.41 5.93 6.21 6.45 และ 6.62 ตามลำดับ ซึ่งชุดดินบางปะอินจัดอยู่ในระดับกรดจัดมาก (very strongly acid) ชุดดินบางเลนกับชุดดินราชบุรีจัดอยู่ในระดับกรดจัด (strongly acid) ชุดดินวัฒนาจัดอยู่ในระดับเป็นกรดปานกลาง (moderately acid) ชุดดินอยุธยา ชุดดิน

ท่าเรือ และชุดดินโคกกระเทียมจัดอยู่ในระดับเป็นกรดเล็กน้อย (slightly acid) (คณาจารย์ ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2548)

อะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนได้

จากการศึกษาอะลูมินัมที่แลกเปลี่ยนไปในชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน และชุดดินวัฒนา บริเวณพื้นที่นาข้าวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปมากได้ดังนี้ ชุดดินราชบุรี ชุดดินวัฒนา ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินบางเลน และชุดดินบางปะอิน ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0 0.633 7.00 9.53 11.67 และ 24.33 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่า 1-2 พีพีเอ็ม อะลูมินัมในเนื้อเยื่อของรากพืชจะยับยั้งการแบ่งตัวของเซลล์ ทำให้รากไม่สามารถงอกยาวขึ้นได้นอกจากนั้นยังไปยับยั้งการเกิดเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างผนังเซลล์ ส่งผลให้ระบบรากของพืชไม่เจริญเติบโต และผลโดยตรงทำให้ผลผลิตของพืชที่ปลูกบนดินนั้นลดลง (วิโรจน์ อิมพิทักษ์, 2531)

แมงกานีส

จากการศึกษาแมงกานีสที่สกัดได้ในชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน และชุดดินวัฒนา บริเวณพื้นที่นาข้าวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สามารถเรียงลำดับจากน้อยไปมากได้ดังนี้ ชุดดินท่าเรือ ชุดดินวัฒนา ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน ชุดดินโคกกระเทียม และชุดดินอยุธยาซึ่งมีค่าเท่ากับ 306.17 580.00 963.30 1060.00 1318.00 1330.00 และ 1684.77 พีพีเอ็ม ตามลำดับ สำหรับอาการเป็นพิษเนื่องจากแมงกานีสนั้นจะสังเกตได้คือ ต้นข้าวจะมีการชะงักการแตกกอ ลำต้นแคระแกร็น บนบริเวณแผ่นใบและก้านใบจะเกิดจุดสีน้ำตาล มักจะเกิดกับใบล่างๆ ของต้นข้าว แต่ในสภาพทั่วๆ ไปแล้ว ความเป็นพิษของแมงกานีสต่อข้าวจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยมาก ทั้งนี้ อาจจะเป็นเพราะในดินทั่วๆ ไปแล้ว มักจะมีอยู่ไม่มากนักก่อให้เกิดอันตรายต่อพืชและยังเป็นจุลธาตุที่ข้าวมีความต้องการไม่มาก (เจริญ เจริญจรัสชีพ กำชัย กาญจนธนเศรษฐ และเมธิ์ ศิริวงศ์, 2540)

ผลวิเคราะห์สารละลายในตัวอย่างดิน

การวิเคราะห์สารละลายในตัวอย่างดิน เป็นการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแคตไอออนและแอนไอออนในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีของดินถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก โดยมีการถ่ายสารละลายออกไป 1 ลิตร เพื่อตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ที่ศึกษา โดยมีการเติมน้ำกลั่นเข้าไป 1 ลิตรพร้อมกับเติมกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1 โมลาร์ ในปริมาณที่ต่างกันของแต่ละระดับ เพื่อปรับความเป็นกรด-เบสของดินให้ลดลงตามที่ต้องการ ซึ่งจะได้ความเป็นกรด-เบสของดินที่ลดลง 5 ระดับในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 ดังนี้

ความเป็นกรด-เบส (pH)

จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-เบสในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีของดินถูกรบกวนจากการเติมสารละลายกรดซัลฟูริก พบว่า ชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน และชุดดินวัฒนา บริเวณพื้นที่นาข้าวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีการเติมกรดซัลฟูริก ความเข้มข้น 1 โมลาร์ ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 เป็นปริมาณ 0 3 12 27 และ 80 มิลลิลิตร ตามลำดับ ชุดดินอยุธยาตรวจวัดได้ค่าความเป็นกรด-เบสในสารละลายดินเท่ากับ 7.51 6.38 4.69 2.84 และ 2.19 ตามลำดับ ชุดดินท่าเรือมีการเติมกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 เป็นปริมาณ 0 3 12 27 และ 80 มิลลิลิตร ตามลำดับ ตรวจวัดได้ค่าความเป็นกรด-เบสในสารละลายดินเท่ากับ 7.33 6.41 4.82 3.15 และ 2.30 ตามลำดับ ชุดดินโคกกระเทียมมีการเติมกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 เป็นปริมาณ 0 3 12 27 และ 80 มิลลิลิตร ตามลำดับ ตรวจวัดได้ค่าความเป็นกรด-เบสในสารละลายดินเท่ากับ 7.82 6.45 4.91 3.21 และ 2.39 ตามลำดับ ชุดดินราชบุรีมีการเติมกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 เป็นปริมาณ 0 3 12 27 และ 80 มิลลิลิตร ตามลำดับ ตรวจวัดได้ค่าความเป็นกรด-เบสในสารละลายดินเท่ากับ 5.60 5.33 4.65 2.60 และ 2.11 ตามลำดับ ชุดดินบางปะอิน มีการเติมกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 เป็นปริมาณ 0 3 12 27 และ 80 มิลลิลิตร ตามลำดับ ตรวจวัดได้ค่าความเป็นกรด-เบสในสารละลายดินเท่ากับ 5.08 4.75 4.23 2.81 และ 2.09 ตามลำดับ ชุดดินบางเลนมีการเติมกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 เป็นปริมาณ 0 3 12 27 และ 80 มิลลิลิตร ตามลำดับ ตรวจวัดได้ค่าความเป็นกรด-เบสในสารละลายดินเท่ากับ 5.54 5.37 4.33 2.71 และ 2.15 ตามลำดับ ชุดดินวัฒนามีการเติมกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 เป็นปริมาณ 0 3 12 27 และ 80 มิลลิลิตร ตามลำดับ ตรวจวัดได้ค่าความเป็นกรด-เบสในสารละลายดินเท่ากับ 7.70 6.38 4.49 3.19 และ 2.07 ตามลำดับ

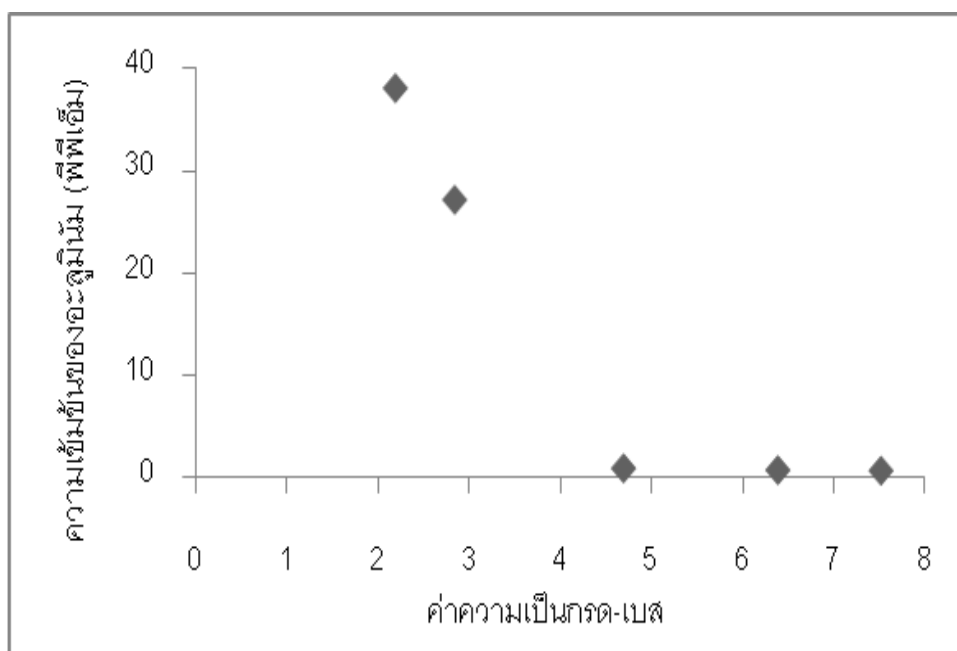
จากผลการทดลอง พบว่า การลดลงของค่าความเป็นกรด-เบส ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่าชุดดินอุรุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน และชุดดินวัฒนา บริเวณพื้นที่นาข้าวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีลักษณะแนวโน้มค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องมาจากการเป็นบัฟเฟอร์ของดิน ซึ่งมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน (ไพบูรณ์ วิวัฒนวงศ์วนา, 2546) โดยดินมีค่าความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวกอยู่ในระดับสูงมาก ทำให้ไฮโดรเจนไอออนที่เติมลงไปในสารละลายสามารถแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ผิวได้ ปริมาณไฮโดรเจนไอออนในสารละลายจึงค่อยๆ เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าความเป็นกรด-เบสในสารละลายจึงค่อยๆ ลดลงอย่างต่อเนื่อง

ความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวม

การศึกษาความเข้มข้นของอะลูมิเนียมในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีของดินถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชุดดินอุรุธยามีความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมเท่ากับ 0.6 7 0.73 0.91 27.14 และ 38.05 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลอง พบว่า ความเป็นกรด-เบส ส่งผลต่อการละลายของอะลูมิเนียม คือยิ่งดินมีความเป็นกรด-เบสต่ำมาก อะลูมิเนียมก็ยิ่งละลายออกมามากขึ้น ซึ่งจะละลายออกมาหลายเท่าตัวมาก เนื่องจากการรบกวนระบบโดยเติมกรดซัลฟูริก เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนให้แก่สารละลาย ทำให้อะลูมิเนียมในสารละลายเพิ่มมากขึ้น และมีการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ผิวดินอะลูมิเนียมจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง หลังจากมีอะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดินแล้ว อะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดิน สามารถเกิดไฮโดรไลซ์ กับน้ำ โดยไฮโดรเจนไอออนแตกตัวออกจากโมเลกุลน้ำ ทำให้เพิ่มความเป็นกรดให้กับสารละลายดิน คืออะลูมิเนียม (Al^{3+}) 1 โมล สามารถปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ได้ 3 โมล ออกมาในสารละลาย และเป็นการเพิ่มการละลายของอะลูมิเนียมจากแร่ในดินได้อย่างต่อเนื่องเรื่อยๆ (ไพบูรณ์ วิวัฒนวงศ์วนา, 2546) (ภาพที่ 4.1)

ภาพที่ 4.1

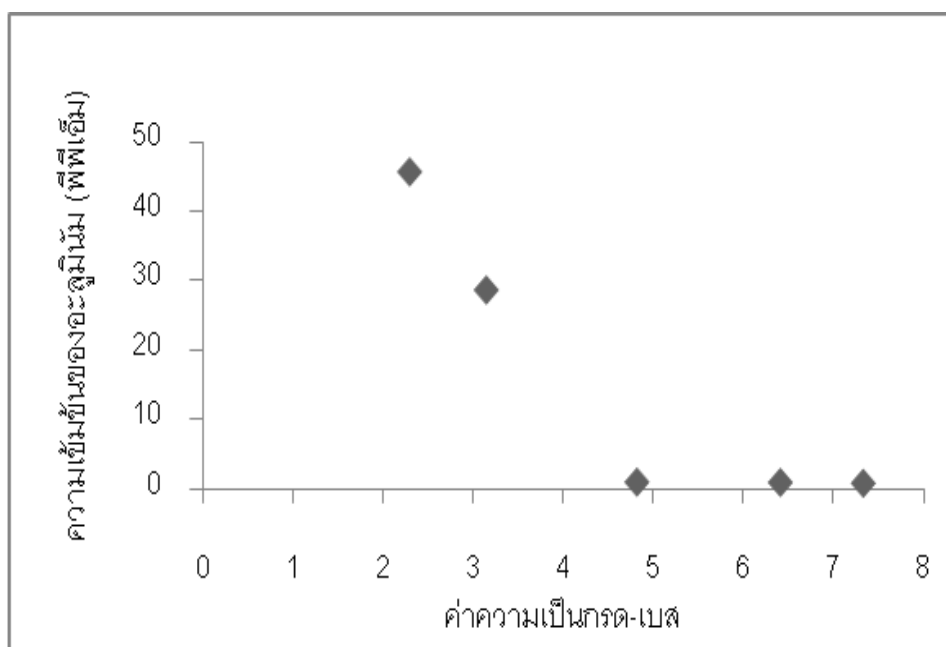
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
อะลูมิเนียมในสารละลายดิน ของดินชุดดินอยุธยา (พ.ศ. 2552)



การศึกษาความเข้มข้นของอะลูมิเนียมในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีของดินถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่าชุดดินท่าเรือมีความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมเท่ากับ 0.73 0.85 0.90 28.64 และ 45.71 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า ความเป็นกรด-เบส ส่งผลต่อการละลายของอะลูมิเนียม คือยิ่งดินมีความเป็นกรด-เบสต่ำมาก อะลูมิเนียมก็ยิ่งละลายออกมามากขึ้น ซึ่งจะละลายออกมาหลายเท่าตัวมาก เนื่องจากระบบโดยการเติมกรดซัลฟูริก เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนให้แก่สารละลาย ทำให้อะลูมิเนียมในสารละลายเพิ่มมากขึ้น และมีการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ผิวดินอะลูมิเนียมจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง หลังจากมีอะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดินแล้ว อะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดิน สามารถเกิดไฮโดรไลซ์ กับน้ำ โดยไฮโดรเจนไอออนแตกตัวออกจากโมเลกุลน้ำ ทำให้เพิ่มความเป็นกรดให้กับสารละลายดิน คืออะลูมิเนียม (Al^{3+}) 1 โมล สามารถปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ได้ 3 โมล ออกมาในสารละลาย และเป็นการเพิ่มการละลายของอะลูมิเนียมจากแร่ในดินได้อย่างต่อเนื่องเรื่อยๆ (ไพบุรณ์ วิวัฒน์วงศ์วนา, 2546) (ภาพที่ 4.2)

ภาพที่ 4.2

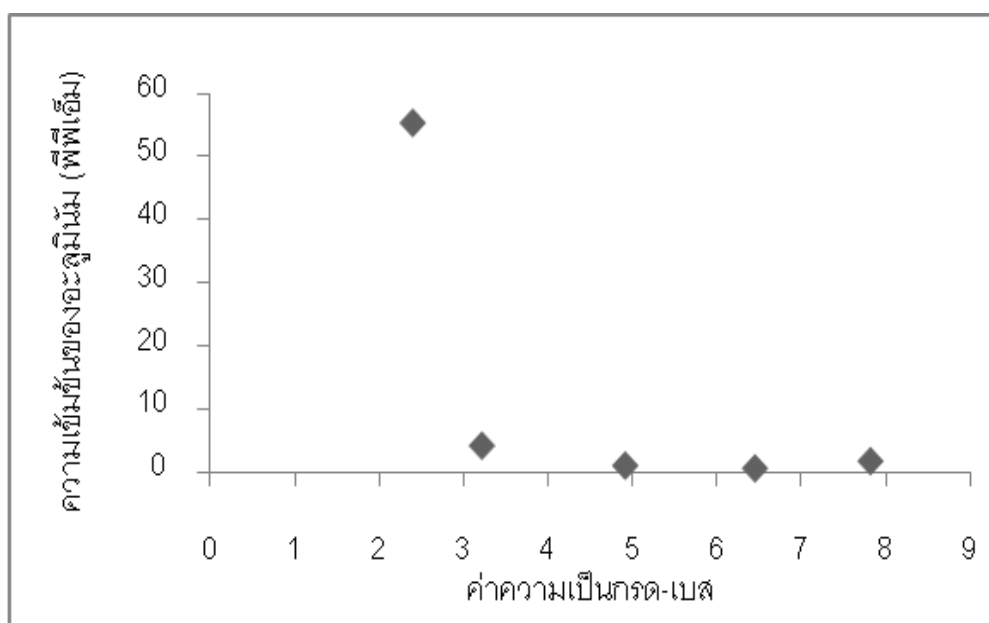
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
อะลูมิเนียมในสารละลายดิน ของดินชุดดินท่าเรือ (พ.ศ. 2552)



การศึกษาความเข้มข้นของอะลูมิเนียมในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีของดินถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่าชุดดินโคกกระเทียมมีความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมเท่ากับ 1.84 0.69 1.14 4.28 และ 55.24 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลอง พบว่า ความเป็นกรด-เบส ส่งผลต่อการละลายของอะลูมิเนียม คือยิ่งดินมีความเป็นกรด-เบสต่ำมาก อะลูมิเนียมก็ยิ่งละลายออกมามากขึ้น ซึ่งจะละลายออกมาหลายเท่าตัวมาก เนื่องจากเมื่อรบกวนระบบโดยการเติมกรดซัลฟูริก เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนให้แก่สารละลาย ทำให้อะลูมิเนียมในสารละลายเพิ่มมากขึ้น และมีการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ผิวดิน อะลูมิเนียมจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง หลังจากมีอะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดินแล้ว อะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดิน สามารถเกิดไฮโดรไลซ์ กับน้ำ โดยไฮโดรเจนไอออนแตกตัวออกจากโมเลกุลน้ำ ทำให้เพิ่มความเป็นกรดให้กับสารละลายดิน คืออะลูมิเนียม (Al^{3+}) 1 โมล สามารถปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ได้ 3 โมล ออกมาในสารละลาย และเป็นการเพิ่มการละลายของอะลูมิเนียมจากแร่ในดินได้อย่างต่อเนื่องเรื่อยๆ (ไพบุรณ์ วิวัฒน์วงษ์นา, 2546) (ภาพที่ 4.3)

ภาพที่ 4.3

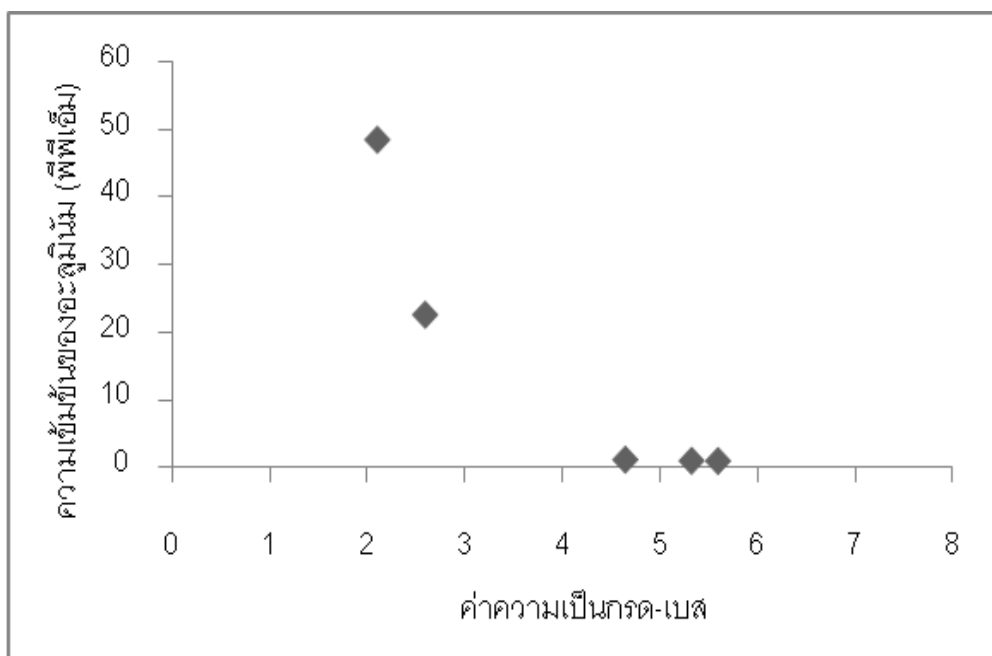
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
อะลูมิเนียมในสารละลายดิน ของชุดดินโคกกระเทียม (พ.ศ. 2552)



การศึกษาความเข้มข้นของอะลูมิเนียมในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีของดินถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชุดดินราชบุรีมีความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมเท่ากับ 0.91 0.95 1.11 22.54 และ 48.52 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลอง พบว่า ความเป็นกรด-เบส ส่งผลต่อการละลายของอะลูมิเนียม คือยิ่งดินมีความเป็นกรด-เบสต่ำมาก อะลูมิเนียมก็ยิ่งละลายออกมามากขึ้น ซึ่งจะละลายออกมาหลายเท่าตัวมาก เนื่องจากเมื่อรบกวนระบบโดยการเติมกรดซัลฟูริก เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนให้แก่สารละลาย ทำให้อะลูมิเนียมในสารละลายเพิ่มมากขึ้น และมีการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ผิวดิน อะลูมิเนียมจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง หลังจากมีอะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดินแล้ว อะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดิน สามารถเกิดไฮโดรไลซ์ กับน้ำ โดยไฮโดรเจนไอออนแตกตัวออกจากโมเลกุลน้ำ ทำให้เพิ่มความเป็นกรดให้กับสารละลายดิน คืออะลูมิเนียม (Al^{3+}) 1 โมล สามารถปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ได้ 3 โมล ออกมาในสารละลาย และเป็นการเพิ่มการละลายของอะลูมิเนียมจากแร่ในดินได้อย่างต่อเนื่องเรื่อยๆ (ไพบุรณ์ วิวัฒน์วงศ์วนา, 2546) (ภาพที่ 4.4)

ภาพที่ 4.4

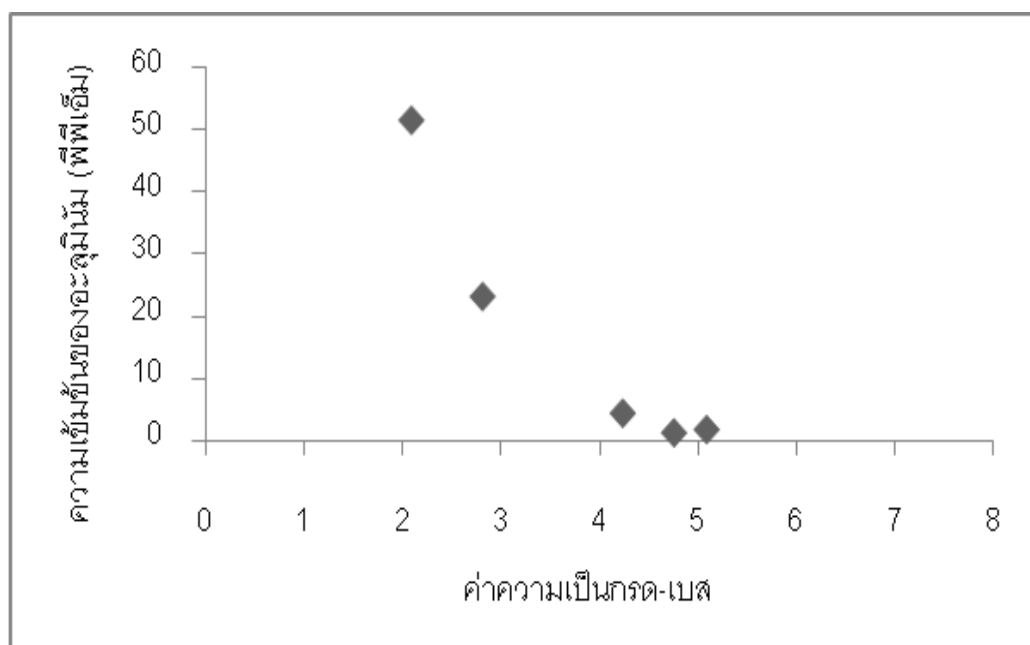
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
อะลูมิเนียมในสารละลายดิน ของชุดดินราชบุรี (พ.ศ. 2552)



การศึกษาความเข้มข้นของอะลูมิเนียมในสารละลายดิน เมื่อสมดุลเคมีของดินถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชุดดินบางปะอินมีความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมเท่ากับ 1.69 1.16 4.32 23.11 และ 51.49 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า ความเป็นกรด-เบส ส่งผลต่อการละลายของอะลูมิเนียม คือยิ่งดินมีความเป็นกรด-เบสต่ำมาก อะลูมิเนียมก็ยิ่งละลายออกมามากขึ้น ซึ่งจะละลายออกมาหลายเท่าตัวมาก เนื่องจากเมื่อรบกวนระบบโดยการเติมกรดซัลฟูริก เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนให้แก่สารละลาย ทำให้อะลูมิเนียมในสารละลายเพิ่มมากขึ้น และมีการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ผิวดินอะลูมิเนียมจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง หลังจากมีอะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดินแล้ว อะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดิน สามารถเกิดไฮโดรไลซ์ กับน้ำ โดยไฮโดรเจนไอออนแตกตัวออกจากโมเลกุลน้ำ ทำให้เพิ่มความเป็นกรดให้กับสารละลายดิน คืออะลูมิเนียม (Al^{3+}) 1 โมล สามารถปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ได้ 3 โมล ออกมาในสารละลาย และเป็นการเพิ่มการละลายของอะลูมิเนียมจากแร่ในดินได้อย่างต่อเนื่องเรื่อยๆ (ไพบุรณ์ วิวัฒน์วงศ์วนา, 2546) (ภาพที่ 4.5)

ภาพที่ 4.5

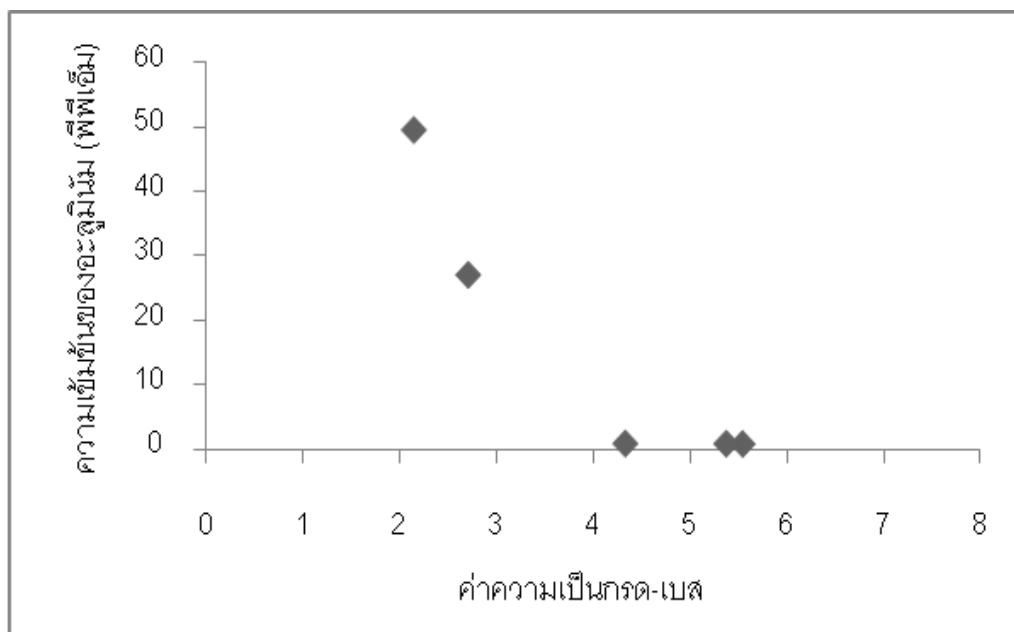
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
อะลูมิเนียมในสารละลายดิน ของชุดดินบางปะอิน (พ.ศ. 2552)



การศึกษาความเข้มข้นของอะลูมิเนียมในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีของดินถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชุดดินบางเลนมีความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมเท่ากับ 0.93 0.95 0.99 27.11 และ 49.54 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลอง พบว่า ความเป็นกรด-เบส ส่งผลต่อการละลายของอะลูมิเนียม คือยิ่งดินมีความเป็นกรด-เบสต่ำมาก อะลูมิเนียมก็ยิ่งละลายออกมามากขึ้น ซึ่งจะละลายออกมาหลายเท่าตัวมาก เนื่องจากเมื่อรบกวนระบบโดยการเติมกรดซัลฟูริก เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนให้แก่สารละลาย ทำให้อะลูมิเนียมในสารละลายเพิ่มมากขึ้น และมีการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ผิวดิน อะลูมิเนียมจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง หลังจากมีอะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดินแล้ว อะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดิน สามารถเกิดไฮโดรไลซ์ กับน้ำ โดยไฮโดรเจนไอออนแตกตัวออกจากโมเลกุลน้ำ ทำให้เพิ่มความเป็นกรดให้กับสารละลายดิน คืออะลูมิเนียม (Al^{3+}) 1 โมล สามารถปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ได้ 3 โมล ออกมาในสารละลาย และเป็นการเพิ่มการละลายของอะลูมิเนียมจากแร่ในดินได้อย่างต่อเนื่องเรื่อยๆ (ไพบุรณ วิวัฒน์วงศ์วนา, 2546) (ภาพที่ 4.6)

ภาพที่ 4.6

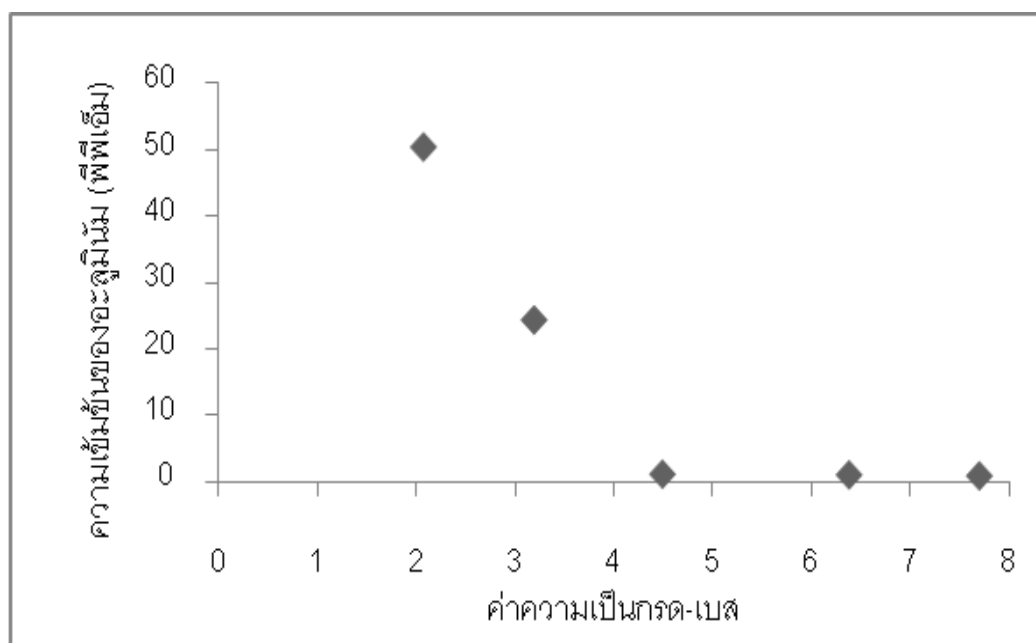
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
อะลูมิเนียมในสารละลายดิน ของชุดดินบางเลน (พ.ศ. 2552)



การศึกษาความเข้มข้นของอะลูมิเนียมในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีของดินถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชุดดินพัฒนาที่มีความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมเท่ากับ 0.99 1.14 1.25 24.37 และ 50.32 พีพีเอ็ม จากผลการทดลอง พบว่าความเป็นกรด-เบส ส่งผลต่อการละลายของอะลูมิเนียม คือยิ่งดินมีความเป็นกรด-เบสต่ำมาก อะลูมิเนียมก็ยิ่งละลายออกมามากขึ้น ซึ่งจะละลายออกมาหลายเท่าตัวมาก เนื่องจากเมื่อระบบระบบโดยการเติมกรดซัลฟูริก เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนให้แก่สารละลาย ทำให้อะลูมิเนียมในสารละลายเพิ่มมากขึ้น และมีการแลกเปลี่ยนประจุบวกที่ผิวดินอะลูมิเนียมจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง หลังจากมีอะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดินแล้ว อะลูมิเนียมไอออนในสารละลายดิน สามารถเกิดไฮโดรไลซ์ กับน้ำ โดยไฮโดรเจนไอออนแตกตัวออกจากโมเลกุลน้ำ ทำให้เพิ่มความเป็นกรดให้กับสารละลายดิน คืออะลูมิเนียม (Al^{3+}) 1 โมล สามารถปลดปล่อยไฮโดรเจนไอออน (H^+) ได้ 3 โมล ออกมาในสารละลาย และเป็นการเพิ่มการละลายของอะลูมิเนียมจากแร่ในดินได้อย่างต่อเนื่องเรื่อยๆ (ไพบุรณ์ วิวัฒน์วงศ์วนา, 2546) (ภาพที่ 4.7)

ภาพที่ 4.7

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
อะลูมิเนียมในสารละลายดิน ของชุดดินวัฒนา (พ.ศ. 2552)

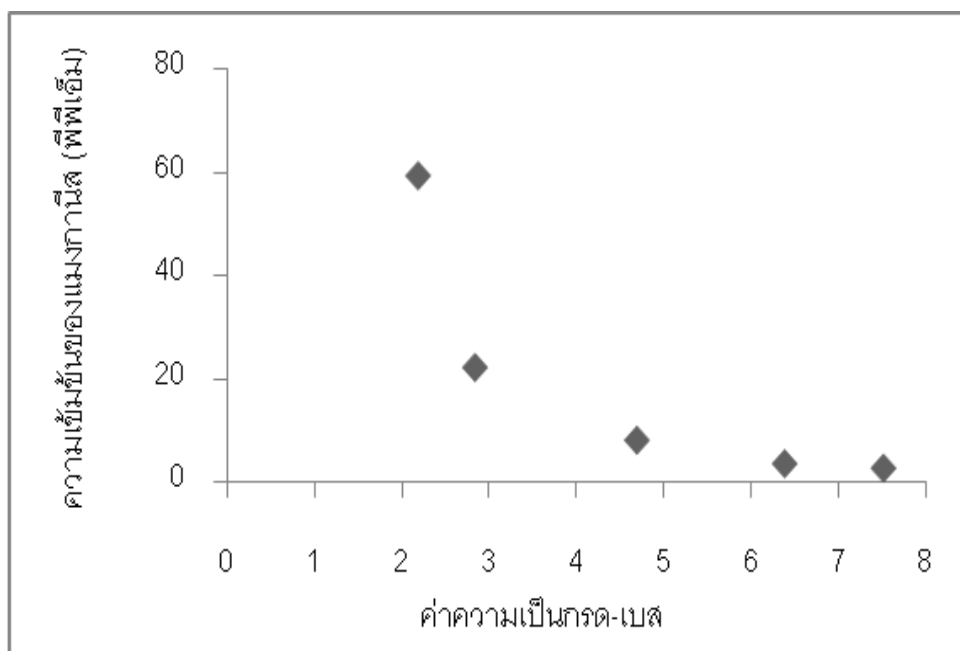


ความเข้มข้นของแมงกานีส

จากการศึกษาความเข้มข้นของแมงกานีสในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชุดดินอยุธยา มีความเข้มข้นของแมงกานีสเท่ากับ 2.91 3.78 8.32 22.35 และ 59.38 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อการลดลงของค่าความเป็นกรด-เบส ส่งผลให้แมงกานีสละลายออกมาในสารละลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากแมงกานีสเป็นโลหะหนักที่สามารถละลายออกมาจากดินที่ค่าความเป็นกรด-เบสต่ำ และเมื่อมีการรบกวนระบบโดยการเติมสารละลายกรดซัลฟูริกแคตไอออนอื่นจะเข้าได้กับแมงกานีสที่ผิวดิน แมงกานีสจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง (อนนท์ สุขสวัสดิ์, 2547) (ภาพที่ 4.8)

ภาพที่ 4.8

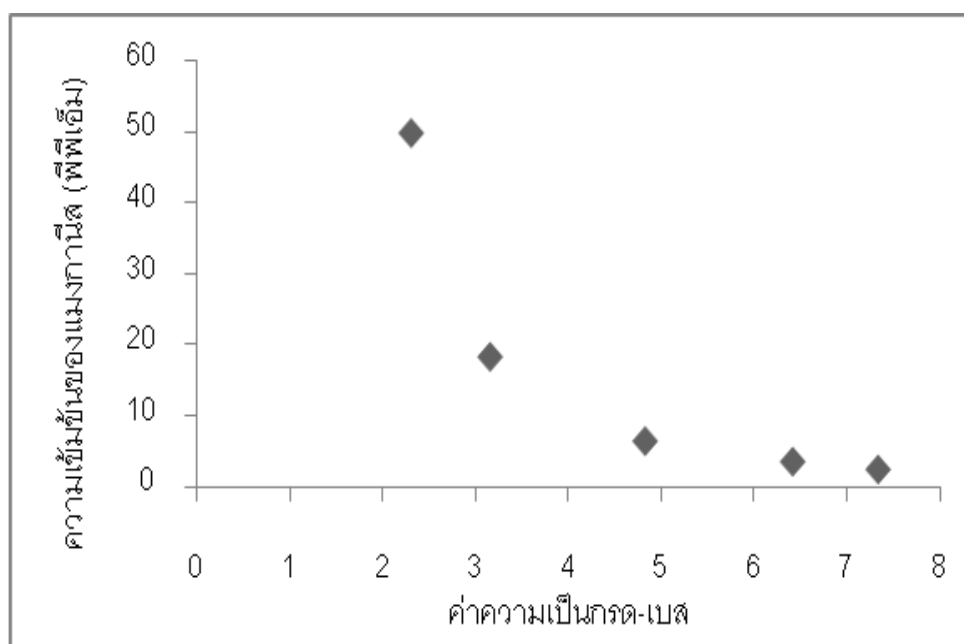
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
แมงกานีสในสารละลายดิน ของชุดดินอยุธยา (พ.ศ. 2552)



จากการศึกษาความเข้มข้นของแมงกานีสในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่าชุดดินท่าเรือมีความเข้มข้นของแมงกานีสเท่ากับ 2.45 3.56 6.45 18.34 และ 49.91 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าเมื่อการลดลงของค่าความเป็นกรด-เบส ส่งผลให้แมงกานีสละลายออกมาในสารละลายเพิ่มขึ้นเนื่องจากแมงกานีสเป็นโลหะหนักที่สามารถละลายออกมาจากดินที่ค่าความเป็นกรด-เบสต่ำและเมื่อมีการรบกวนระบบโดยการเติมสารละลายกรดซัลฟูริกแคตไอออนอื่นจะเข้าไปที่แมงกานีสที่ผิวดิน แมงกานีสจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง (อนนท์ สุขสวัสดิ์, 2547) (ภาพที่ 4.9)

ภาพที่ 4.9

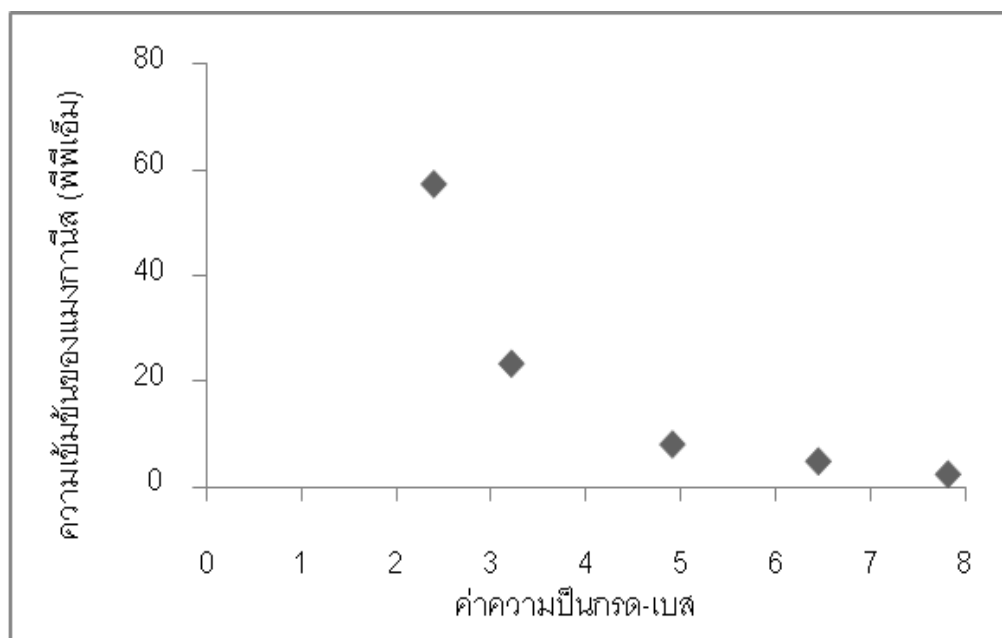
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
แมงกานีสในสารละลายดิน ของชุดดินท่าเรือ (พ.ศ. 2552)



จากการศึกษาความเข้มข้นของแมงกานีสในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชุดดินโคกกระเทียมมีความเข้มข้นของแมงกานีสเท่ากับ 2.48 4.94 8.15 23.41 และ 57.38 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อการลดลงของค่าความเป็นกรด-เบส ส่งผลให้แมงกานีสละลายออกมาในสารละลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากแมงกานีสเป็นโลหะหนักที่สามารถละลายออกมาจากดินที่ค่าความเป็นกรด-เบสต่ำ และเมื่อมีการรบกวนระบบโดยการเติมสารละลายกรดซัลฟูริกแคตไอออนอื่นจะเข้าไปที่แมงกานีสที่ผิวดิน แมงกานีสจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง (อนนท์ สุขสวัสดิ์, 2547) (ภาพที่ 4.10)

ภาพที่ 4.10

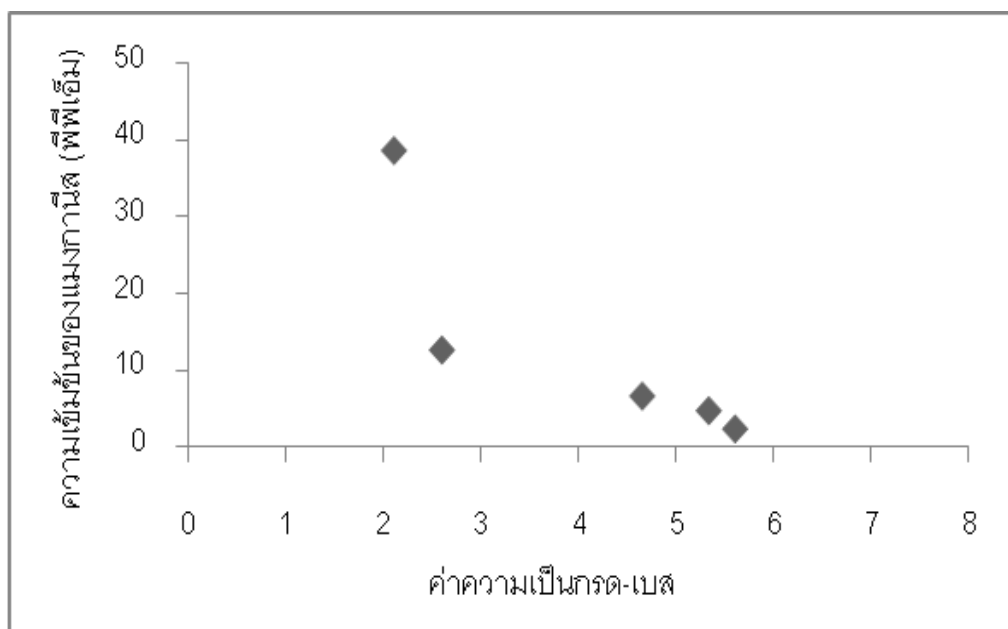
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
แมงกานีสในสารละลายดิน ของโคกกระเทียม (พ.ศ. 2552)



จากการศึกษาความเข้มข้นของแมงกานีสในสารละลายดิน เมื่อสมุดเคมีถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชุดดินราชบุรีมีความเข้มข้นของแมงกานีสเท่ากับ 2.33 4.70 6.60 12.60 และ 38.54 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อการลดลงของค่าความเป็นกรด-เบส ส่งผลให้แมงกานีสละลายออกมาในสารละลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากแมงกานีสเป็นโลหะหนักที่สามารถละลายออกมาจากดินที่ค่าความเป็นกรด-เบสต่ำ และเมื่อมีการรบกวนระบบโดยการเติมสารละลายกรดซัลฟูริกแคตไอออนอื่นจะเข้าไปที่แมงกานีสที่ผิวดิน แมงกานีสจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง (อนนท์ สุขสวัสดิ์, 2547) (ภาพที่ 4.11)

ภาพที่ 4.11

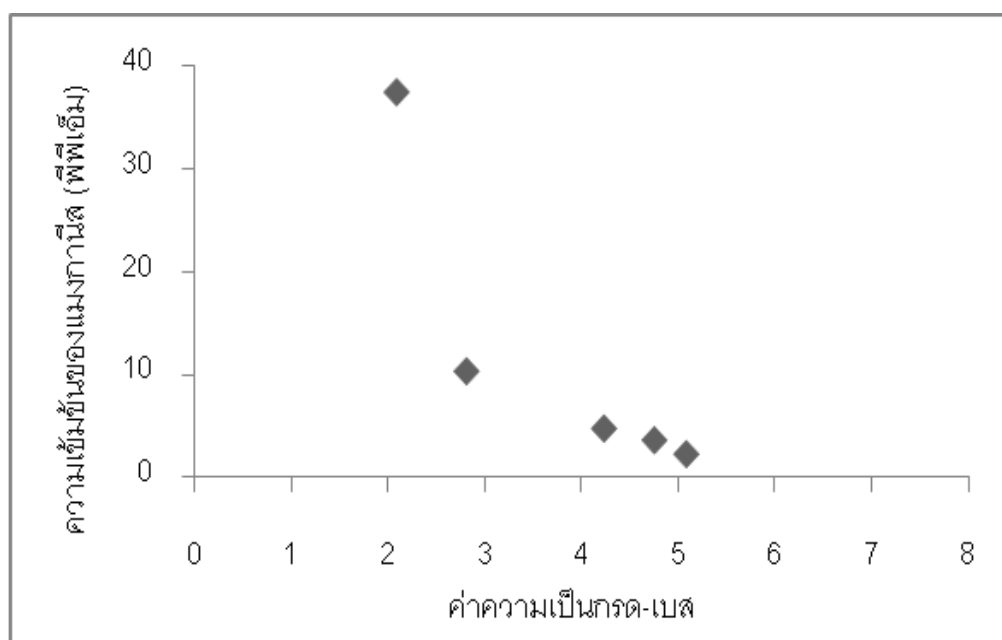
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
แอมโมเนียในสารละลายดิน ของราชบุรี (พ.ศ. 2552)



จากการศึกษาความเข้มข้นของแอมโมเนียในสารละลายดิน เมื่อสมดุเคมีถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชูดินบางปะอินมีความเข้มข้นของแอมโมเนียเท่ากับ 2.35 3.71 4.83 10.38 และ 37.41 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อการลดลงของค่าความเป็นกรด-เบส ส่งผลให้แอมโมเนียละลายออกมาในสารละลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากแอมโมเนียเป็นไอออนิกที่สามารถละลายออกมาจากดินที่ค่าความเป็นกรด-เบสต่ำ และเมื่อมีการรบกวนระบบโดยการเติมสารละลายกรดซัลฟูริกแคตไอออนอื่นจะเข้าไปที่แอมโมเนียที่ผิวดิน แอมโมเนียจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง (อนนท์ สุขสวัสดิ์, 2547) (ภาพที่ 4.12)

ภาพที่ 4.12

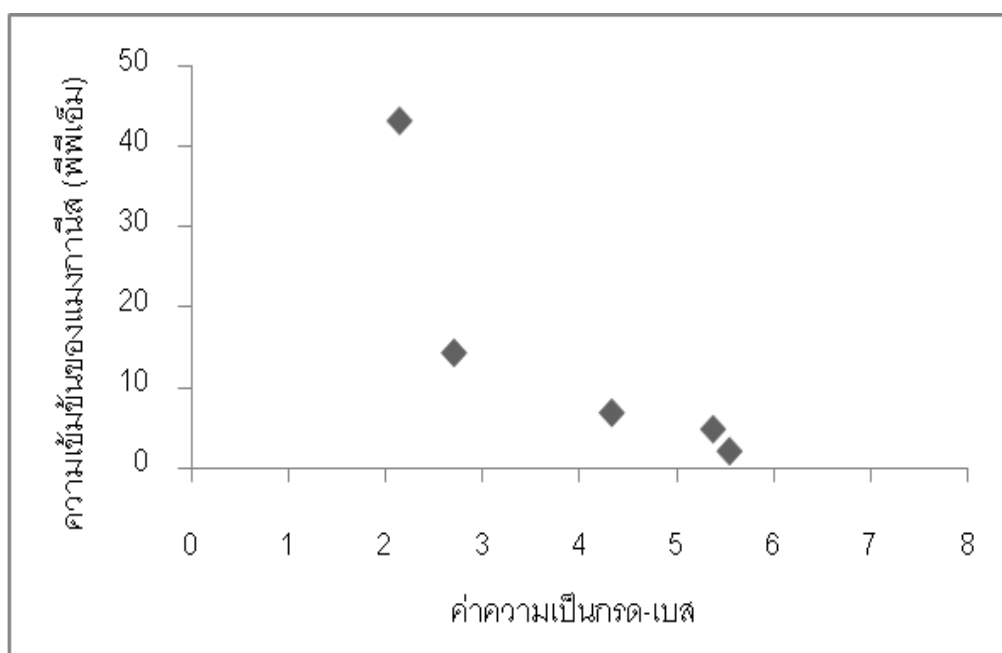
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
แมงกานีสในสารละลายดิน ของชุดดินบางปะอิน (พ.ศ. 2552)



จากการศึกษาความเข้มข้นของแมงกานีสในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟูริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชุดดินบางเลนมีความเข้มข้นของแมงกานีสเท่ากับ 2.15 4.89 6.93 14.38 และ 43.21 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อการลดลงของค่าความเป็นกรด-เบส ส่งผลให้แมงกานีสละลายออกมาในสารละลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากแมงกานีสเป็นโลหะหนักที่สามารถละลายออกมาจากดินที่ค่าความเป็นกรด-เบสต่ำ และเมื่อมีการรบกวนระบบโดยการเติมสารละลายกรดซัลฟูริกแคตไอออนอื่นจะเข้าไปที่แมงกานีสที่ผิวดิน แมงกานีสจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง (อนนท์ สุขสวัสดิ์, 2547) (ภาพที่ 4.13)

ภาพที่ 4.13

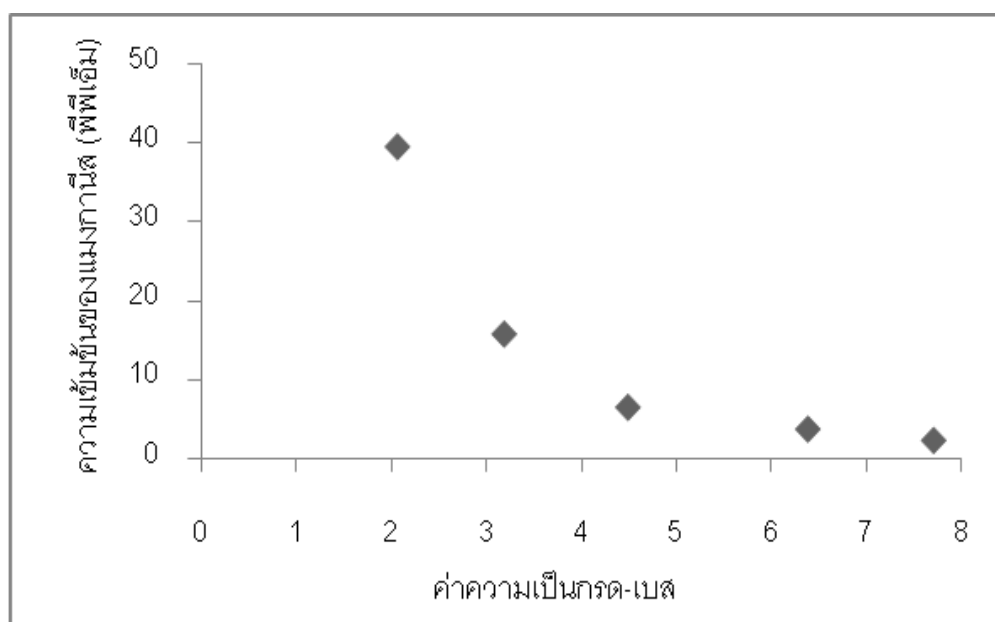
ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
แมงกานีสในสารละลายดิน ของชุดดินบางเลน (พ.ศ. 2552)



จากการศึกษาความเข้มข้นของแมงกานีสในสารละลายดิน เมื่อสมมูลเคมีถูกรบกวนจากสารละลายกรดซัลฟิวริก ในขั้นตอนการทดลองที่ 1-5 พบว่า ชุดดินพัฒนามีความเข้มข้นของแมงกานีสเท่ากับ 2.20 3.64 6.41 15.71 และ 39.51 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า เมื่อการลดลงของค่าความเป็นกรด-เบส ส่งผลให้แมงกานีสละลายออกมาในสารละลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากแมงกานีสเป็นโลหะหนักที่สามารถละลายออกมาจากดินที่ค่าความเป็นกรด-เบสต่ำ และเมื่อมีการรบกวนระบบโดยการเติมสารละลายกรดซัลฟิวริกแคตไอออนอื่นจะเข้าไปที่แมงกานีสที่ผิวดิน แมงกานีสจะถูกแทนที่ออกมาอย่างต่อเนื่อง (อนนท์ สุขสวัสดิ์, 2547) (ภาพที่ 4.14)

ภาพที่ 4.14

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-เบส กับค่าความเข้มข้นของ
แมงกานีสในสารละลายดิน ของชุดดินวัฒนา (พ.ศ. 2552)



ส่วนที่ 2 เป็นการเปรียบเทียบแบบจำลองสมดุลเคมีของดินเพื่อประมาณความเข้มข้นของอะลูมิเนียมและแมงกานีสที่ละลายออกมาจากชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน และชุดดินวัฒนา บริเวณพื้นที่นาข้าวจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งแสดงผลการศึกษาดังต่อไปนี้

การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแคตไอออนต่างๆ ในสารละลายดินระหว่างค่าที่ได้จากแบบจำลองกับค่าจากการทดลอง

การเปรียบเทียบค่าที่ได้จากแบบจำลองกับค่าจากการทดลองของแคตไอออนต่าง ๆ ในสารละลายดินของดินนาข้าวทั้ง 7 ชุดดิน ได้แก่ ชุดดินอยุธยา ชุดดินท่าเรือ ชุดดินโคกกระเทียม ชุดดินราชบุรี ชุดดินบางปะอิน ชุดดินบางเลน และชุดดินวัฒนา โดยใช้สถิติวิเคราะห์คือ pair t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยโปรแกรม SPSS เพื่อทดสอบความถูกต้องของผลการทำนายจากแบบจำลอง โดยแคตไอออนในสารละลายดินแต่ละชนิดที่ต้องการทดสอบ ได้แก่ อะลูมิเนียม แมงกานีส ดังนี้

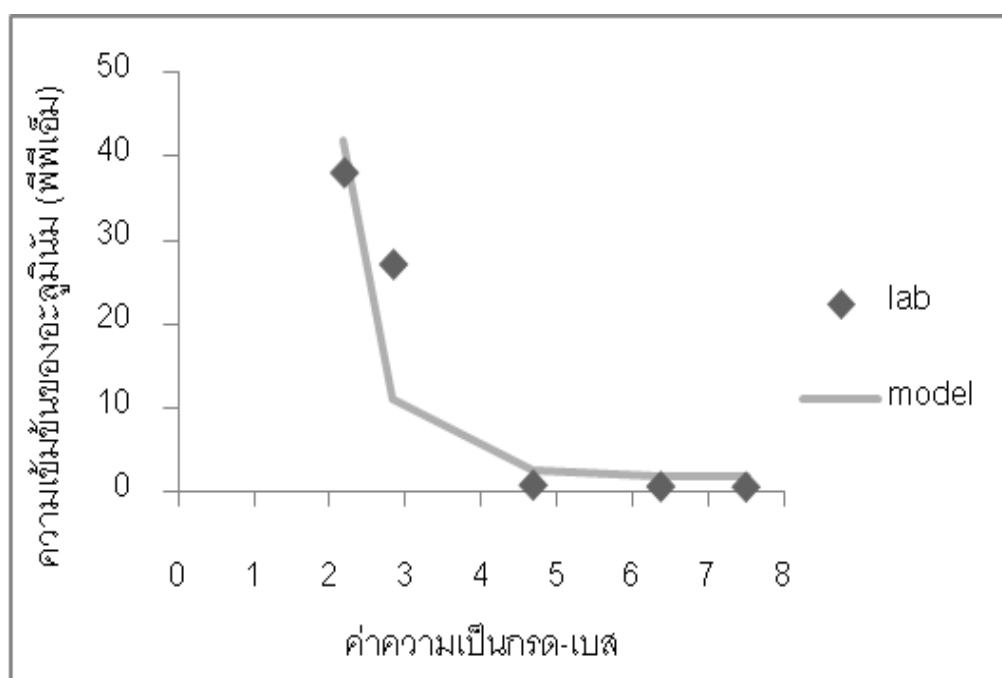
ความเข้มข้นอะลูมิเนียมในสารละลายดิน

ผลการคำนวณหาค่าความเข้มข้นอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลอง และค่าที่ได้จากการทดลอง คือ

ชุดดินอยุธยา พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 1.72 1.86 2.66 11.09 และ 41.90 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 0.67 0.73 0.91 27.14 และ 38.05 พีพีเอ็ม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของบัณฑิตอนุรักษ์ (2544) โดยทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแคดไมอ์จากการตรวจวัดจริงกับค่าคำนวณจากแบบจำลอง ซึ่งพบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณค่าความเข้มข้นของแคดเมียม แมกนีเซียม และอะลูมิเนียมได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 4.15)

ภาพที่ 4.15

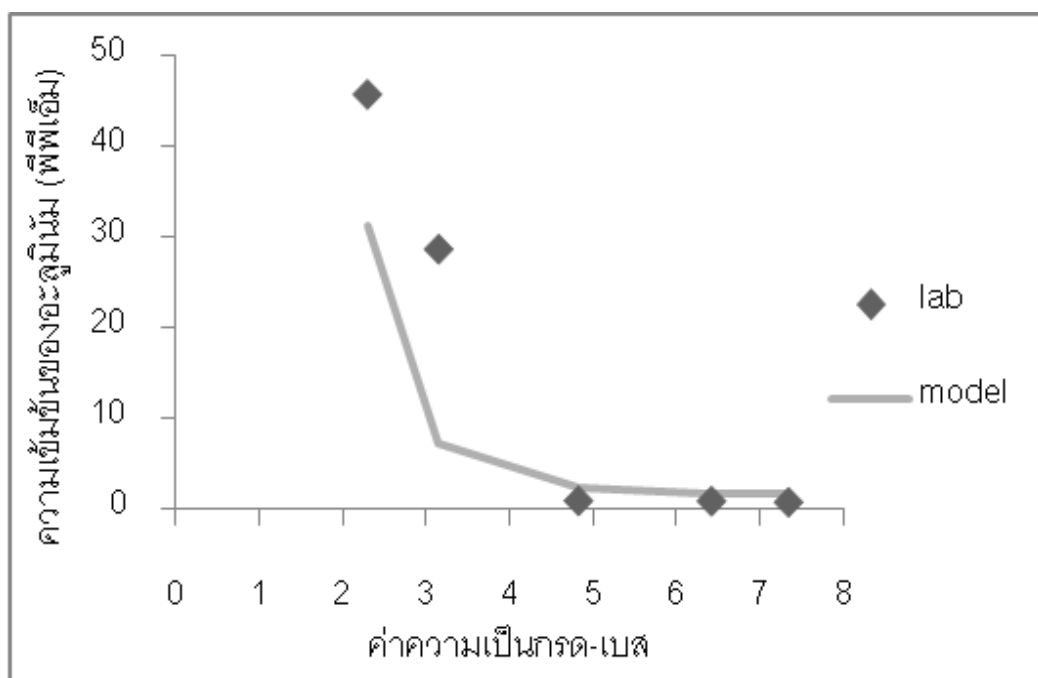
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมที่ได้จากแบบจำลอง กับค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินอยุธยา (พ.ศ. 2552)



ชุดดินท่าเรือ พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 1.74 1.85 2.54 7.41 และ 31.38 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 0.73 0.85 0.90 28.64 และ 45.71 พีพีเอ็ม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของบัณฑิตอนุรักษ์ (2544) โดยทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแคดไมอ์จากการตรวจวัดจริงกับค่าคำนวณจากแบบจำลอง ซึ่งพบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณค่าความเข้มข้นของแคดเมียม แมกนีเซียม และอะลูมิเนียมได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 4.16)

ภาพที่ 4.16

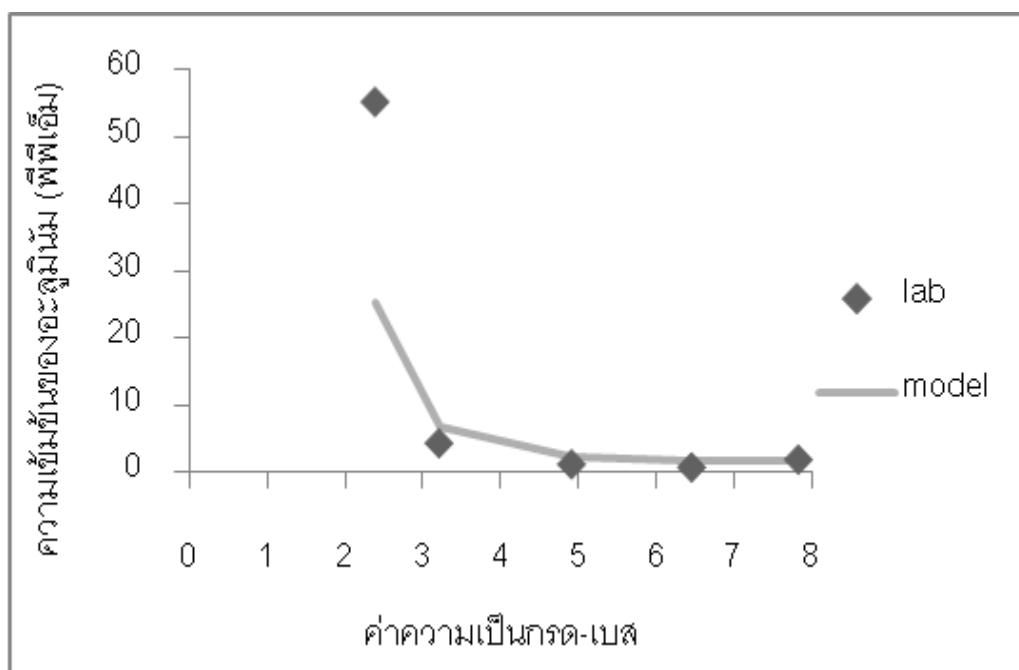
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมได้จากแบบจำลอง
กับค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินท่าเรือ (พ.ศ. 2552)



ชุดดินโคกกระเทียม พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 1.71 1.84 2.47 6.94 และ 25.36 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 1.84 0.69 1.14 4.28 และ 55.24 พีพีเอ็ม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของบัณฑิตอนุรักษ์ (2544) โดยทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแคดไมอ์จากการตรวจวัดจริงกับค่าคำนวณจากแบบจำลอง ซึ่งพบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณค่าความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียม และอะลูมิเนียมได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 4.17)

ภาพที่ 4.17

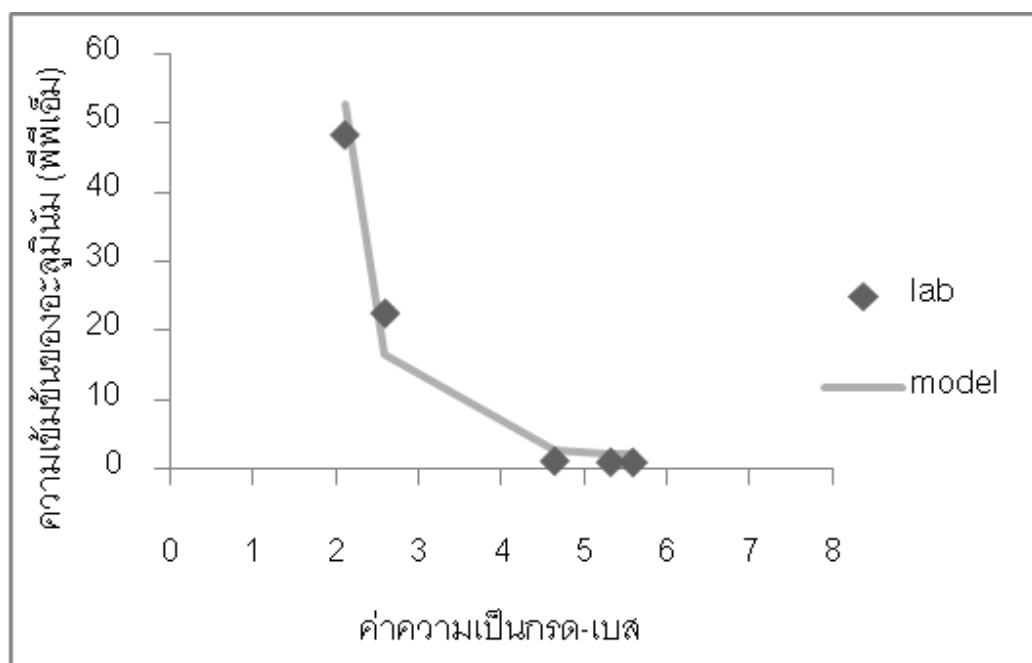
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมที่ได้จากแบบจำลองกับ
ค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินโคกกระเทียม (พ.ศ. 2552)



ชุดดินราชบุรี พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 2.08 2.20 2.70 16.51 และ 52.88 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 0.91 0.95 1.11 22.54 และ 48.52 พีพีเอ็ม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของบัณฑิตอนุรักษ์ (2544) โดยทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแคดไมอ์จากการตรวจวัดจริงกับค่าคำนวณจากแบบจำลอง ซึ่งพบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณค่าความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียม และอะลูมิเนียมได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 4.18)

ภาพที่ 4.18

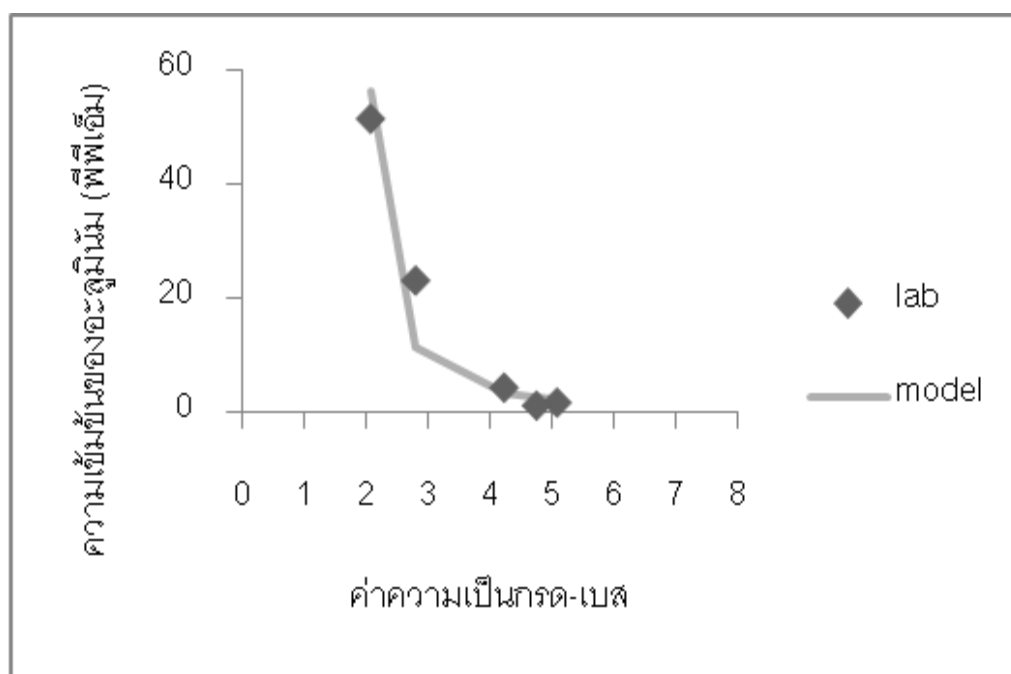
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมที่ได้จากแบบจำลองกับ
ค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินราชบุรี (พ.ศ. 2552)



ชุดดินบางปะอิน พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 2.35 2.60 3.23 11.61 และ 56.24 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 1.69 1.16 4.32 23.11 และ 51.49 พีพีเอ็ม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บัณฑิต อนุรักษ์ (2544) โดยทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแคดไมอ์จากการตรวจวัดจริงกับค่าคำนวณจากแบบจำลอง ซึ่งพบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณค่าความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียม และอะลูมิเนียมได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 4.19)

ภาพที่ 4.19

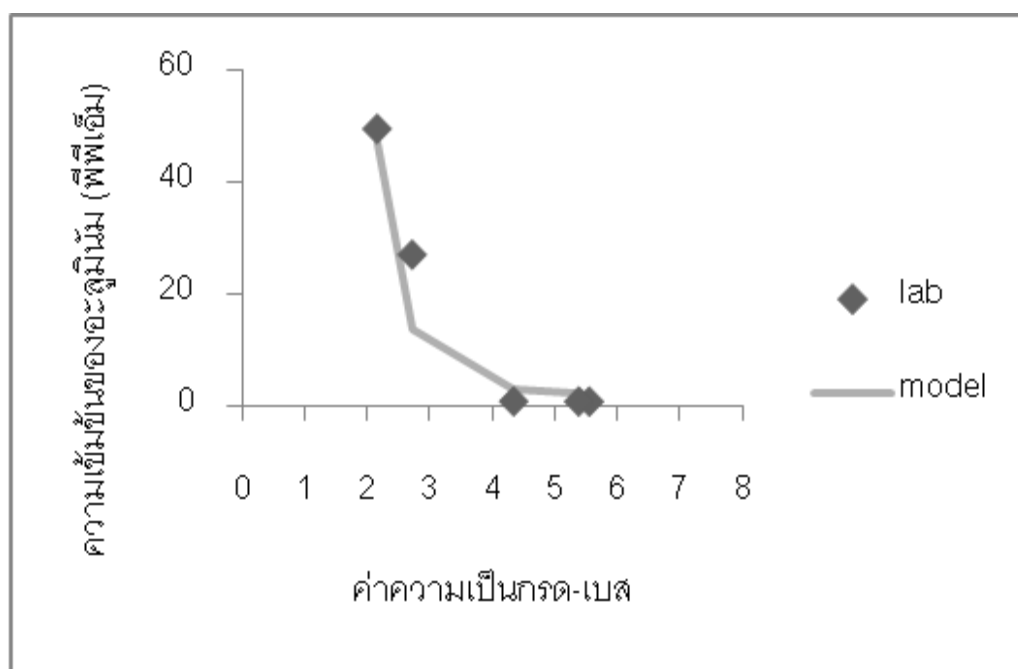
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมที่ได้จากแบบจำลองกับ
ค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินบางปะอิน (พ.ศ. 2552)



ชุดดินบางเลน พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 2.11 2.18 3.08 13.61 และ 46.96 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 0.93 0.95 0.99 27.11 และ 49.54 พีพีเอ็ม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ บัณฑิต อนุรักษ์ (2544) โดยทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแคดไมอ์จากการตรวจวัดจริงกับค่าคำนวณจากแบบจำลอง ซึ่งพบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณค่าความเข้มข้นของแคลเซียม แมกนีเซียม และอะลูมิเนียมได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 4.20)

ภาพที่ 4.20

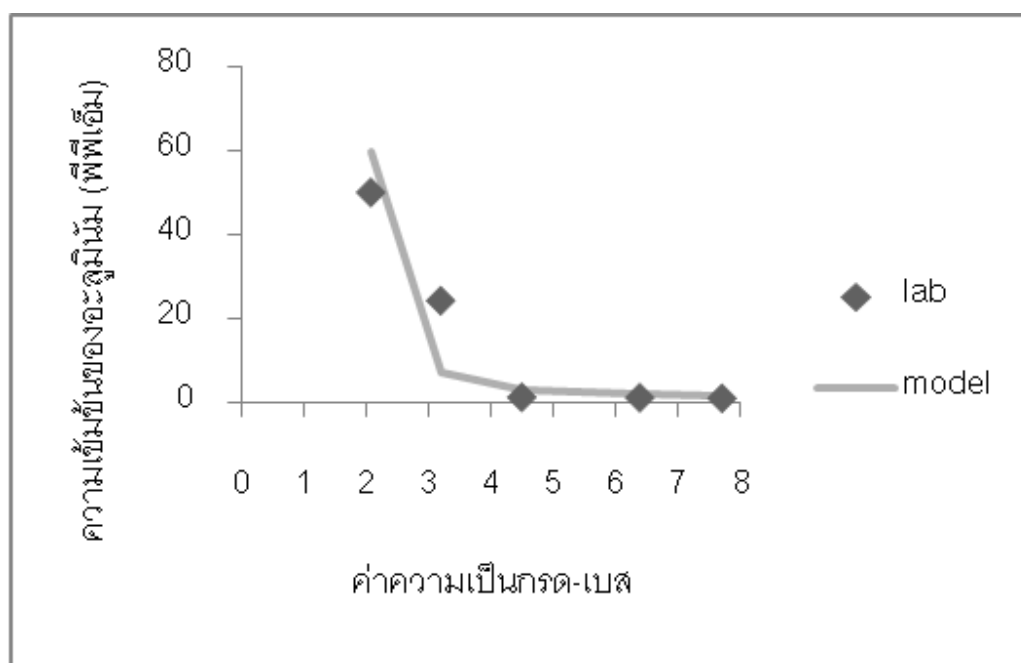
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมที่ได้จากแบบจำลอง
กับค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินบางเลน (พ.ศ. 2552)



ชุดดินวัฒนา พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 1.71 1.86 2.87 7.09 และ 59.88 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 0.99 1.14 1.25 24.37 และ 50.32 พีพีเอ็ม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของบัณฑิตอนุรักษ์ (2544) โดยทำการเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแคดไมอ์จากการตรวจวัดจริงกับค่าคำนวณจากแบบจำลอง ซึ่งพบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณค่าความเข้มข้นของแคดไมอ์ แมกนีเซียม และอะลูมิเนียมได้ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ (ภาพที่ 4.21)

ภาพที่ 4.21

การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของอะลูมิเนียมที่ได้จากแบบจำลอง
กับค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินวัฒนา (พ.ศ. 2552)



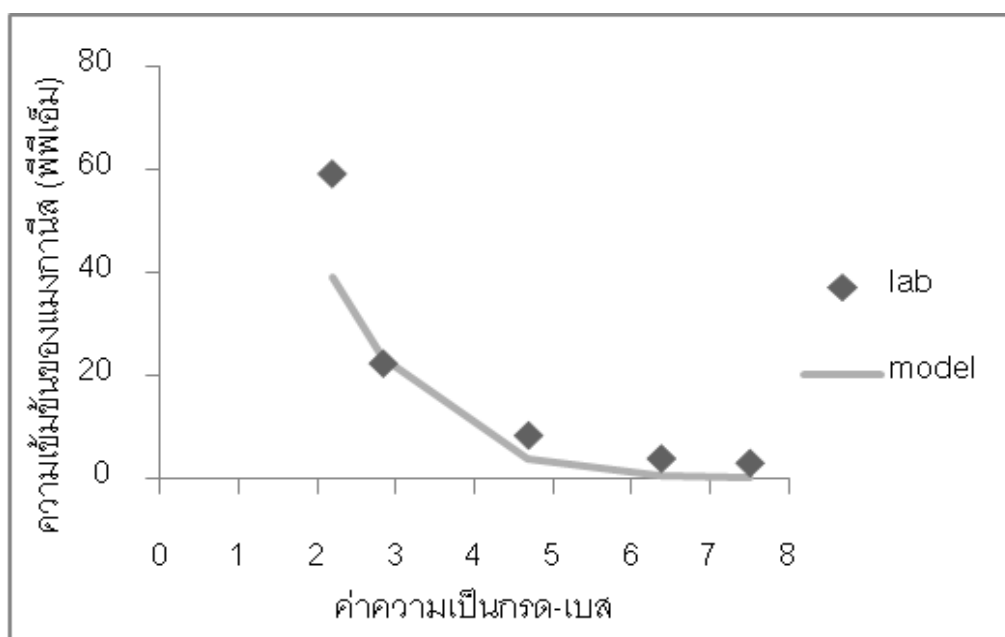
ความเข้มข้นแอมโมเนียในสารละลายดิน

ผลการคำนวณหาค่าความเข้มข้นแอมโมเนียในสารละลายดินจากแบบจำลอง และค่าที่ได้จากการทดลอง คือ

ชุดดินอุรุธยา พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 0.14 0.55 3.76 23.53 และ 39.20 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในขั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 2.91 3.78 8.32 22.35 และ 59.38 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น่าจะเกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ในสารละลายดิน (Lindsay,1979) ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นของสารละลายดินที่ละลายออกมา เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพที่ 4.22)

ภาพที่ 4.22

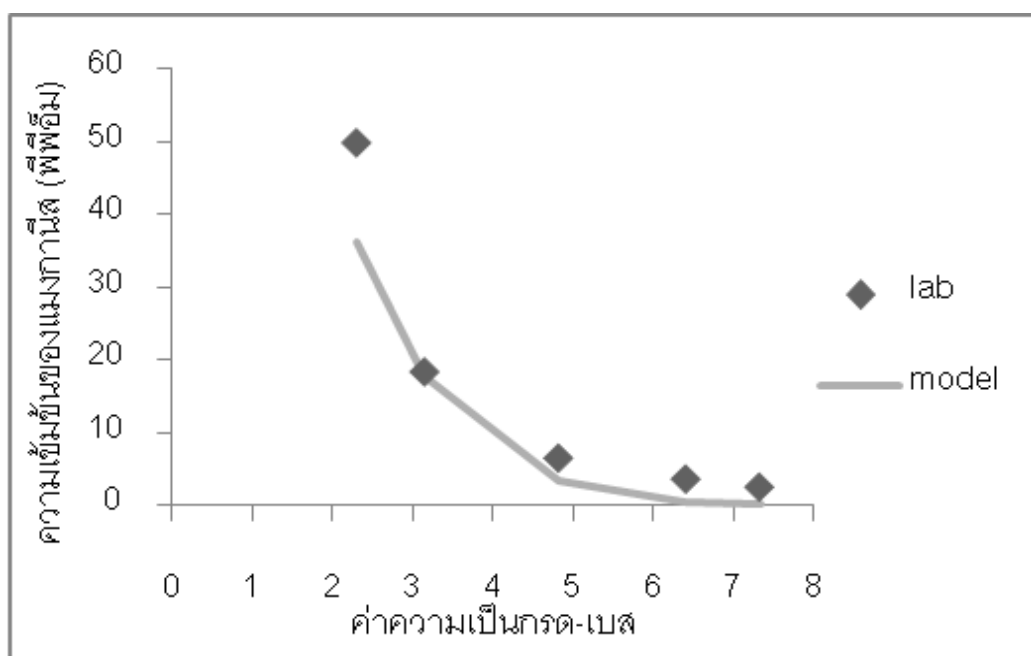
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียที่ได้จากแบบจำลองกับค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินอุรุธยา (พ.ศ. 2552)



ชุดดินท่าเรือ พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 0.18 0.54 3.27 17.85 และ 36.24 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 2.45 3.56 6.45 18.34 และ 49.91 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น่าจะเกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ในสารละลายดิน (Lindsay,1979) ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นของสารละลายดินที่ละลายออกมา เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพที่ 4.23)

ภาพที่ 4.23

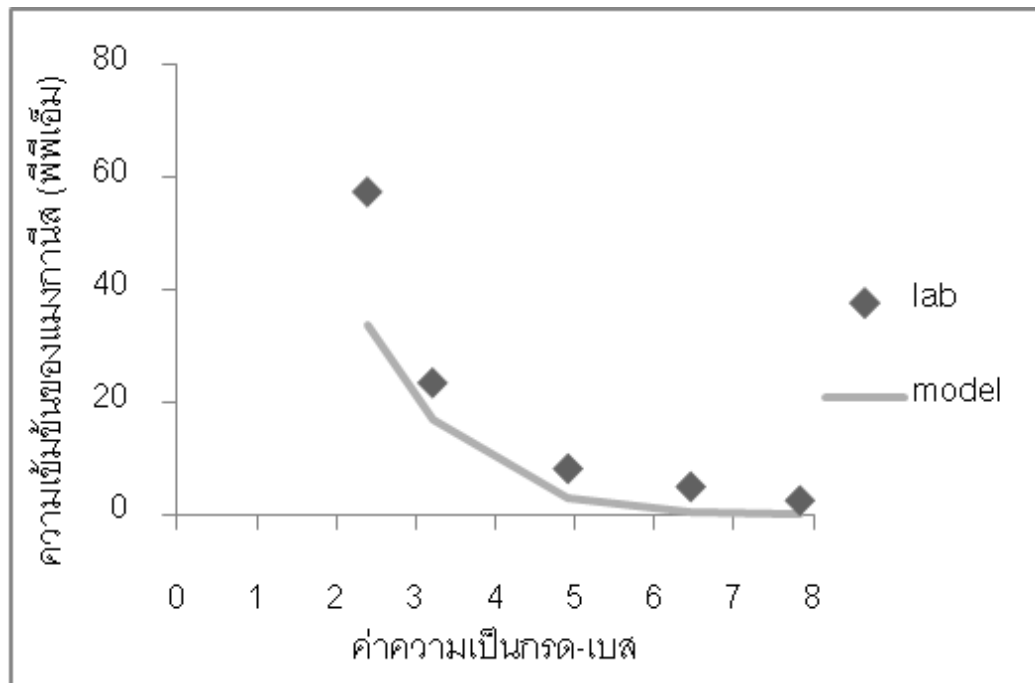
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสที่ได้จากแบบจำลองกับ
ค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินท่าเรือ (พ.ศ. 2552)



ชุดดินโคกกระเทียม พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 0.10 0.51 2.96 16.89 และ 33.90 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 2.48 4.94 8.15 23.14 และ 57.38 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น่าจะเกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ในสารละลายดิน (Lindsay, 1979) ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นของสารละลายดินที่ละลายออกมา เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพที่ 4.24)

ภาพที่ 4.24

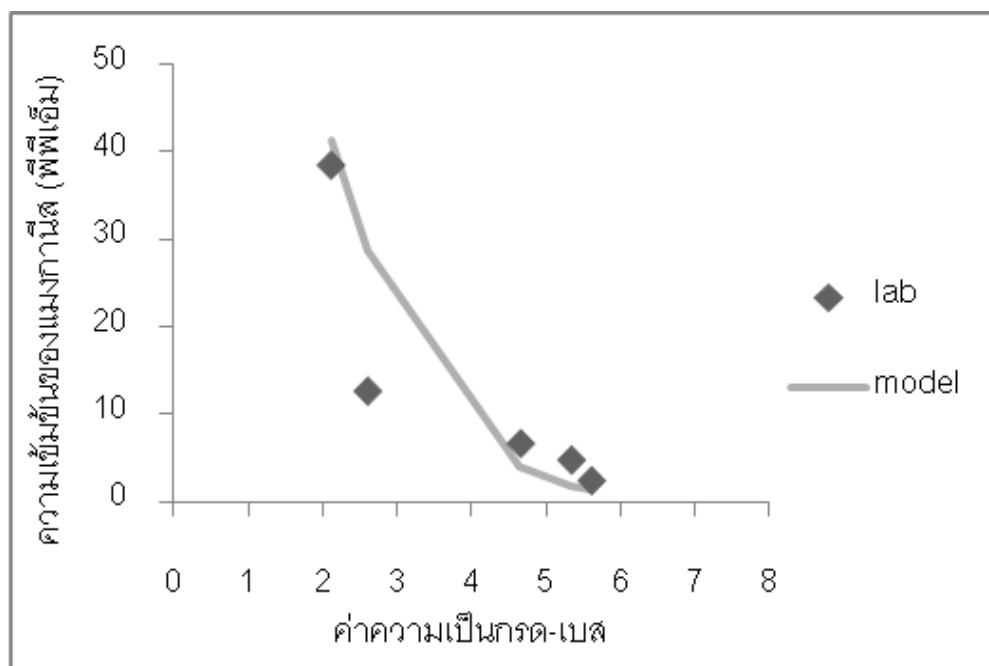
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสที่ได้จากแบบจำลองกับ
ค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินโคกกระเทียม (พ.ศ. 2552)



ชุดดินราชบุรี พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 1.37 1.86 3.93 28.76 และ 41.39 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 2.33 4.70 6.60 19.60 และ 8.54 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น่าจะเกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ในสารละลายดิน (Lindsay, 1979) ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นของสารละลายดินที่ละลายออกมาเมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพที่ 4.25)

ภาพที่ 4.25

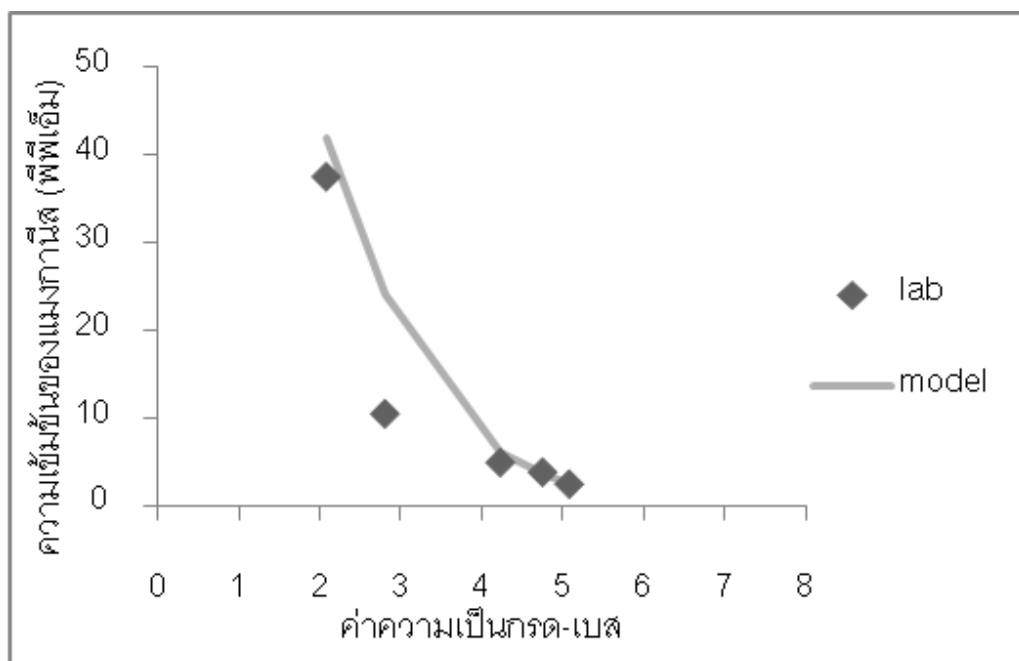
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสที่ได้จากแบบจำลองกับ
ค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินราชบุรี (พ.ศ. 2552)



ชุดดินบางปะอิน พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 2.45 3.52 6.14 24.14 และ 41.94 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 2.35 3.71 4.83 10.38 และ 37.41 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น่าจะเกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ในสารละลายดิน (Lindsay, 1979) ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นของสารละลายดินที่ละลายออกมาเมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพที่ 4.26)

ภาพที่ 4.26

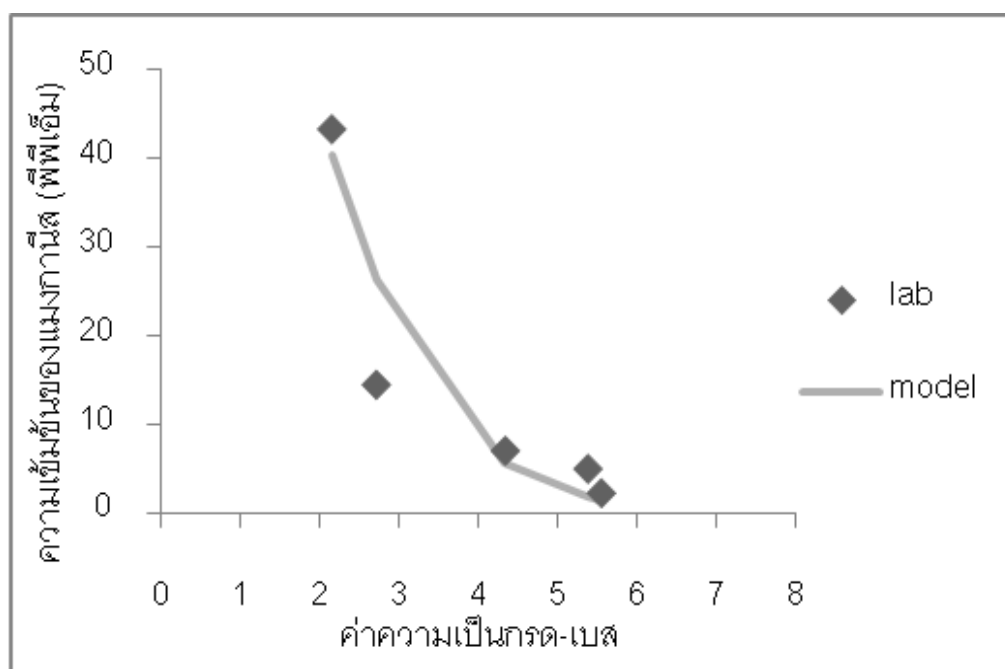
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสที่ได้จากแบบจำลองกับ
ค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินบางปะอิน (พ.ศ. 2552)



ชุดดินบางเลน พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 1.46 1.77 5.53 26.27 และ 40.29 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 2.15 4.89 6.93 14.38 และ 43.21 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น่าจะเกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ในสารละลายดิน (Lindsay, 1979) ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นของสารละลายดินที่ละลายออกมาเมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพที่ 4.27)

ภาพที่ 4.27

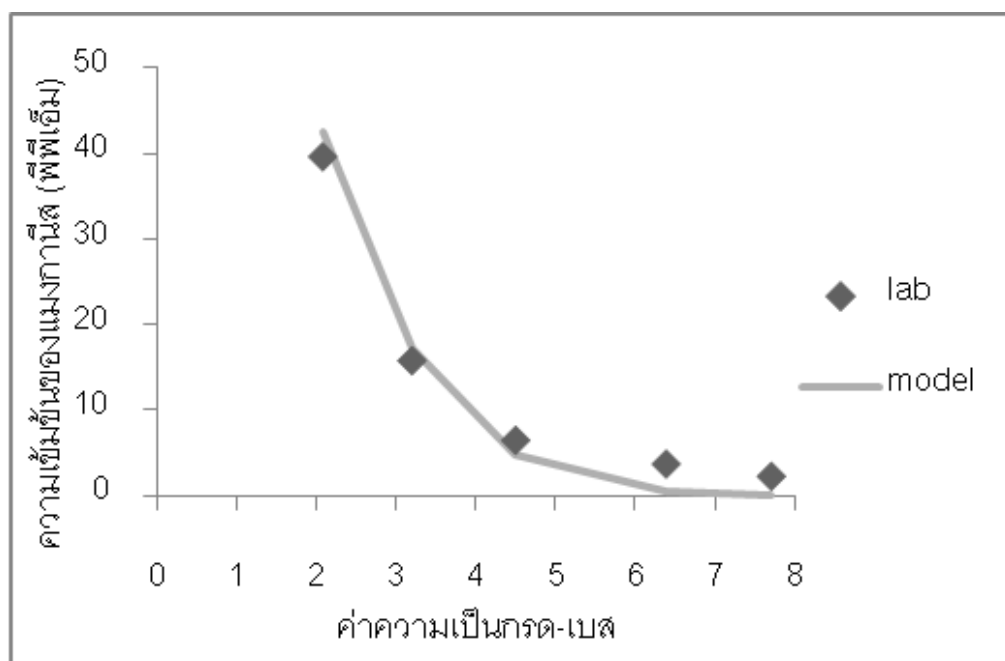
การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสที่ได้จากแบบจำลองกับ
ค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินบางเลน (พ.ศ. 2552)



ชุดดินวัฒนา พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 0.11 0.55 4.67 17.21 และ 42.50 พีพีเอ็ม ตามลำดับ ในขณะที่ค่าที่ได้จากการทดลองในชั้นตอนที่ 1-5 เท่ากับ 2.20 3.64 6.41 15.71 และ 39.51 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น่าจะเกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ในสารละลายดิน (Lindsay, 1979) ซึ่งส่งผลกระทบต่อค่าความเข้มข้นของสารละลายดินที่ละลายออกมา เมื่อเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่วัดได้จริง พบว่า ค่าความเข้มข้นของแมงกานีสรวมในสารละลายดินจากแบบจำลองและค่าที่ได้จากการทดลองจริงมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาพที่ 4.28)

ภาพที่ 4.28

การเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นของแมงกานีสที่ได้จากแบบจำลองกับ
ค่าที่ได้จากการทดลองจริงของชุดดินวัฒนา (พ.ศ. 2552)



การสร้างแบบจำลองสมดุลเคมีของดิน

การสร้างแบบจำลองสมดุลเคมีของดิน โดยใช้ชุดสมการทางคณิตศาสตร์แทนค่าสมการทางเคมี โดยใช้ความเป็นกรด-เบส (pH) เป็นตัวทำนายความเข้มข้นของไอออนที่ละลายออกมาจากดินนาข้าว ดินนาทุ่งร้าง และดินจากป่าพุ่มเสื่อมโทรม ในพื้นที่โครงการพัฒนาลุ่มน้ำปากพนัง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ (ภาพที่ 4.29) ซึ่งแบบจำลองสมดุลเคมีของดินนี้ สามารถนำไปใช้ เพื่อทำนาย เตือนภัย และเฝ้าระวัง การละลายของค่าความเป็นกรด-เบส อะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และโซเดียม ในสารละลายดิน หน่วยพีพีเอ็ม และมีเกณฑ์ในการประเมินว่าอยู่ในระดับเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน พร้อมทั้งมีกราฟแสดงประกอบ โดยดินนาข้าว ดินนาทุ่งร้าง และดินจากป่าพุ่มเสื่อมโทรมสามารถใช้ทำนายค่าความเป็นกรด-เบส ในช่วง 2.00 – 8.00 2.00 – 8.00 และ 2.00 – 4.00 ตามลำดับ

ภาพที่ 4.29

หน้าจอแบบจำลองสมดุลเคมีของดิน

แบบจำลองสมดุลเคมีอะลูมิเนียมของดิน ขบวนการพื้นที่โครงการพัฒนาลุ่มน้ำปากพนัง

โปรดระบุค่าปฏิกิริยาเคมีและเลือกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

pH

☐ เริ่มใหม่ ☐ ปิด

☐ ดินนาข้าว ☐ ดินนาทุ่งร้าง ☐ ดินป่า

การแสดงผลลัพธ์

ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ธาตุในสารละลาย	ค่าที่คำนวณได้	ระดับการประเมิน	ธาตุในสารละลาย	ค่าที่คำนวณได้	ระดับการประเมิน
ค่าความเป็นกรด-เบส	Unit		แคลเซียม (Ca)	ppm	
อะลูมิเนียม (Al)	ppm		แมกนีเซียม (Mg)	ppm	
เหล็ก (Fe)	ppm		โพแทสเซียม (K)	ppm	
แมงกานีส (Mn)	ppm		โซเดียม (Na)	ppm	

กราฟเปรียบเทียบผลการคำนวณกับค่ามาตรฐาน

Total Al Fe Mn เป็นพิษต่อพืช ไม่เป็นพิษ

สูงมาก Ca Mg K Na

ต่ำมาก

ที่มา: ชุตินา ชูทอง (2550)