# โครงการย่อยที่ 3

# การใช้หยวกกล้วยนางพญาเพื่อลดความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำปูนซิเมนต์

# โครงการย่อยที่ 3

## การใช้หยวกกล้วยนางพญาเพื่อลดความเป็นกรด-ด่าง (pH) น้ำปูนซิเมนต์

## บทที่ 1

## บทนำ

ในการดำเนินการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การเตรียมน้ำหรือปรับปรุงคุณภาพน้ำให้เหมาะสม คือ ปัจจัยที่สำคัญ มีผลโดยตรงต่ออัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของสัตว์น้ำ ขั้นตอนดังกล่าวสามารถทำได้หลายวิธีทั้งวิธีทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมี โดยมีข้อควรตระหนักถึง คือ การกระทำนั้น ๆ ไม่ควรก่อให้เกิดปัญหาแก่สิ่งแวดล้อม และแหล่งน้ำ แนวทางหนึ่งที่ผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อปูนใช้ปรับปรุงบ่อก่อนการเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ การใช้หยวกกล้วยหั่นแช่น้ำทิ้งไว้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อลด pH ของน้ำเป็นสำคัญ อย่างไรก็ตามการกระทำดังกล่าวยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการในรายละเอียดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำ และปริมาณหยวกกล้วยที่เหมาะสมประกอบกับจังหวัดสงขลา และจังหวัดใกล้เคียง นิยมบริโภคกล้วยนางพญา จึงมีส่วนเหลือ พวกหยวกกล้วยจำนวนมาก เพื่อลดปัญหาขยะชีวภาพเหล่านี้และเป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ ทั้งนี้เพราะในทางการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำนิยมใช้บ่อซิเมนต์ทั้งในการเพาะฟัก อนุบาลและการเลี้ยงตลอดถึงกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น การพักน้ำก่อนนำมาใช้ การพักปลาก่อนจำหน่าย เป็นต้น ทุกกิจกรรมที่กล่าวมาแล้วหากนำบ่อปูนใหม่มาใช้โดยไม่มีการปรับปรุงคุณภาพจะทำให้น้ำมีค่า pH สูงมากซึ่งอาจก่ออันตรายแก่สัตว์น้ำถึงตายได้เนื่องจาก เมื่อเติมน้ำลงไปในบ่อซีเมนต์ใหม่ จะเกิดปฏิกิริยาระหว่างน้ำและสารประกอบบางตัวของปูนซิเมนต์ทำให้น้ำมีสภาพด่างค่อนข้างรุนแรงไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จึงจำเป็นจะต้องมีการปรับสภาพบ่อก่อนนำมาใช้ แนวทางหนึ่งที่ผู้เลี้ยงสัตว์น้ำในบ่อปูนใหม่ใช้ปรับปรุงบ่อก่อนการเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ การใช้หยวกกล้วยหั่นแช่น้ำทิ้งไว้ โดยมีจุดประสงค์เพื่อลดค่า pH ของน้ำเป็นสำคัญ เป็นการช่วยลดระยะเวลาการเตรียมบ่อของผู้เลี้ยง อย่างไรก็ตามการกระทำดังกล่าวยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการในรายละเอียดเกี่ยวกับเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำและปริมาณหยวกกล้วยที่เหมาะสม ประกอบกับประชาชนในจังหวัดสงขลาและจังหวัดใกล้เคียงนิยมบริโภคกล้วย จึงมีส่วนเหลือพวกหยวกกล้วยจำนวนมาก เพื่อลดปริมาณขยะชีวภาพดังกล่าวและเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้ จึงควรทำการศึกษาถึงผลของหยวกกล้วยในการลดค่า pH น้ำปูนซิเมนต์ เพื่อเป็นข้อมูลทางวิชาการที่สามารถนำมาพิจารณาใช้ประโยชน์อย่างเหมาะสมและช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

จึงควรทำ การศึกษาปริมาณหยวกกล้วยนางพญาที่เหมาะสม เพื่อการลดค่าพีเอชน้ำปูนซิเมนต์ เพื่อให้มีข้อมูลทางวิชาการที่สามารถนำมาพิจารณาใช้ประโยชน์อย่างถูกวิธีและช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

**วัตถุประสงค์ของการศึกษา**

1. เพื่อศึกษาระยะเวลาและปริมาณหยวกกล้วยนางพญาระดับที่เหมาะสมสำหรับการลดพีเอชน้ำปูนซิเมนต์
2. เพื่อศึกษาปริมาณแอมโมเนียที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการใช้หยวกกล้วยนางพญาลดพีเอชน้ำปูนซิเมนต์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

# บทที่ 2
# เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เพราะเป็นตัวกลางสำหรับสัตว์น้ำได้อาศัยหาอาหารในการดำรงชีวิตและสืบพันธุ์ ถ้าคุณสมบัติไม่เหมาะสมพืชและสัตว์น้ำก็ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ สัตว์น้ำอาจจะตายหรือส่งผลให้สัตว์น้ำเกิดโรคได้คุณภาพน้ำที่จำเป็นสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีทั้งคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และ ชีวภาพ ได้แก่ สีน้ำ อุณหภูมิ ความขุ่น ความโปร่งแสง ความเค็ม ความเป็นกรดเป็นด่าง(พีเอช = pH) รวมทั้งปริมาณของสารในน้ำ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ สารพิษต่างๆ แพลงก์ตอน แบคทีเรีย และเชื้อรา เป็นต้น ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเหล่านี้ต้องใช้อุปกรณ์เครื่องมือ ตลอดจนสารเคมีจำนวนมากและประการสำคัญคือต้องใช้เวลาพอสมควรในการปฏิบัติ จึงมักเลือกตรวจสอบคุณภาพน้ำเพียงบางตัวที่มีความจำเป็น และสำคัญเป็นเบื้องต้นของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเท่านั้น ในบรรดาคุณสมบัติของน้ำทั้งหมดนั้น ค่า pH จัดเป็นปัจจัยสำคัญ ส่งผลต่อค่าความเป็นพิษของคุณภาพน้ำบางชนิดด้วย จึงควรศึกษาค่า pH เป็นอย่างยิ่ง เพราะสามารถตรวจสอบได้ง่าย และปรับปรุงให้เหมาะสมได้ไม่ยากนัก และควรมีการศึกษาปริมาณค่าแอมโมเนียควบคู่กันไปด้วยเนื่องจากค่าความเป็นพิษของแอมโมเนียมขึ้นอยู่กับระดับ pH เป็นสำคัญ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ นอกจากศึกษาการลดค่าพีเอชของน้ำแล้ว จึงต้องศึกษาปริมาณแอมโมเนียที่เปลี่ยนแปลงไปประกอบการพิจารณาด้วยเพราะหยวกกล้วยเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ง่าย จึงควรทำความรู้จักกับปัจจัยสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาโดยสังเขปดังนี้

**พีเอช**

พีเอช (pH) หรือค่าความเป็นกรดเป็นด่าง คือ ค่าที่บอกความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน ($H^+$) ในสารละลาย มีค่าระหว่าง 0-14 ค่าพีเอชเท่ากับ 7 จัดว่าสารละลายเป็นกลาง น้อยกว่า 7 เป็นสารละลายกรดและมากกว่า 7 เป็นสารละลายด่าง ค่าพีเอชที่เหมาะสมสำหรับสัตว์น้ำควรมีค่าระหว่าง 6.5-8.5 (โชคชัย เหลืองธุวปราณีต, 2547 : หน้า 113) ถ้าน้ำมีค่า pH สูงกว่า 9 จะทำให้สัตว์น้ำบางชนิดตาย สำหรับชนิดที่ทนได้จะมีความอ่อนแอโตช้าหรือไม่มีการสืบพันธุ์ ถ้าค่าพีเอชมากกว่า 11 จะเป็นพิษต่อสัตว์น้ำทำให้ตาย นอกจากนี้ในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่มีระดับพีเอช 8.5 หรือมากกว่า ความเป็นพิษของแอมโมเนียต่อสัตว์น้ำจะยิ่งเพิ่มขึ้นอีกด้วย

สันต์ (2548) กล่าวว่าการเปลี่ยนแปลงค่า pH มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ช่วงระดับ pH ที่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคือ

- pH ต่ำกว่า 4.0 เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำมีผลให้ปลาตาย
- pH 4.0-6.5 ปลาบางชนิดอยู่ได้แต่ให้ผลผลิตต่ำ มีการเจริญเติบโตช้า การสืบพันธุ์หยุดชะงัก

- pH 6.5-9.0 เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
- pH 9.0-11.0ไม่เหมาะสมแก่การดำรงชีวิตหากสัตว์น้ำต้องอาศัยอยู่เวลานานจะให้ผลผลิตต่ำ
- pH สูงกว่า 11.0 เป็นพิษต่อสัตว์น้ำ

คำรณ (2528) กล่าวว่าน้ำที่มีคุณสมบัติเหมาะสำหรับการเลี้ยงปลาโดยทั่วไปควรมี pH อยู่ระหว่าง 6.5-9.0 อาจจะสูงหรือต่ำกว่าช่วงนี้ไม่มากหนัก น้ำที่เป็นกรดจะพบว่าอาหารธรรมชาติที่สำคัญจะไม่เกิดขึ้น อาหารธรรมชาติที่กล่าวนี้ ได้แก่ พืชสีเขียวและสัตว์ขนาดเล็กต่างๆที่อยู่ในบ่อหรือแหล่งน้ำ ถ้า pH ของน้ำที่วัดได้ประมาณ 4.0 ปลาจะตายหรือถ้าหากว่าน้ำที่ความเป็นด่างมากกว่า 9.5 จะพบว่าปลาในบ่อนั้นจะไม่มีการแพร่พันธุ์และให้ผลผลิตต่ำมาก ถ้าหาก pH สูงเกิน 11.0 จะพบว่าปลาจะตายหมดเช่นกัน มีข้อยกเว้นสำหรับปลาพื้นเมืองที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆมานานสามารถจะมีชีวิตอยู่ได้แต่มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำมาก ในน้ำที่มีฤทธิ์เป็นกรดปลาที่อาศัยอยู่จะกินอาหารได้น้อยทำให้ปลาอ่อนแอและเกิดโรคได้ง่าย

จารุวัฒน์และคณะ (2534) ได้ศึกษา pH ของน้ำ ในช่วง 4.0-9.5 ต่ออัตราการรอดตาย ในเวลา 24 ชั่วโมง ของลูกหมึกสองชนิด คือ หมึกหอม (*Sepioteuthis lessoniana*) และหมึกกระดองลายเสือ (*Sepia pharaonis*)พบว่าอัตราการรอดตายสูงสุดอยู่ในช่วง pH 7.0-8.5 สำหรับลูกหมึกกระดองลายเสือในภาวะกรดลูกหมึกหอมตายหมดที่ pH 4.5 ส่วนลูกหมึกกระดองที่ pH 4.0 ในภาวะด่างที่ pH 9.5 ลูกหมึกหอมตายหมดและ pH 9.0 ลูกหมึกกระดองลายเสือตายหมด ลูกหมึกหอมมีแนวโน้มที่จะทนทานต่อภาวะด่างได้ดีกว่า ส่วนลูกหมึกกระดองลายเสือทนทานต่อภาวะกรดได้ดีกว่า ช่วง pH ที่เหมาะสมที่อัตราการรอดตายสูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ของลูกหมึกหอม ประเมินได้ว่าอยู่ในช่วง pH 6.31-8.42 ส่วนลูกหมึกกระดองลายเสืออยู่ในช่วง pH 5.94-8.37

ฐานันดร์ (2539) ได้ศึกษาความเป็นพิษเฉียบพลันของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำจากพรุกับปลากะพงขาว 3 ขนาด คือ ขนาด 300, 400 และ 550 กรัม โดยวิธี Shot-term static bioassay เตรียมน้ำให้มีระดับ pH ต่างๆ ทำโดยการใช้น้ำจากพื้นที่พรุผสมกับน้ำจืด โดยใช้สารละลาย $H_2SO_4$ และสารละลาย NaOH ช่วยในการปรับ pH ของน้ำให้ได้ตามที่ต้องการ และใช้ช่วยรักษาระดับ pH ในระหว่างการทดลองผลการทดลอง พบว่า pH ของน้ำมีพิษต่อปลากะพงขาวขนาดเล็กมากกว่าปลากะพงขาวขนาดใหญ่ ค่ามัธยฐานความเป็นพิษของ pH จากน้ำพรุในเวลา 24 ชั่วโมงต่อปลาขนาด 300, 400 และ 550 กรัม มีค่าเท่ากับ 5.18 (5.10-5.28), 4.81(4.71-4.91) และ 4.32 (4.09-4.54) ตามลำดับ การศึกษาสภาพทางเนื้อเยื่อพบว่า น้ำที่มี pH ต่ำ มีผลในการทำลายเซลล์ที่บริเวณเหงือกปลามากกว่าเซลล์บริเวณอื่น

วารินทร์และคณะ (2549) ได้ศึกษาผลของความเป็นกรด - ด่างของน้ำต่ออัตรารอดตายและการเจริญเติบโตของลูกปูม้าที่อนุบาลในถังไฟเบอร์แบ่งออกเป็น 2 ช่วง ช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV และช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab โดยวางแผนการทดลองแต่ละช่วงแบบสุ่มตลอด วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยวิธี Analysis of Variance และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของอัตรารอดตายและขนาดของ

ลูกปูในแต่ละชุดการทดลองโดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% การทดลองกับลูกปูช่วงระยะ zoea I ถึง zoea IV พบว่า ลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำที่มี pH 8.5 มีอัตรารอดตายเฉลี่ย 71.66 ± 2.09% สูงกว่าที่ใช้น้ำที่มี pH 8.0 และ pH 9.0 มีอัตรารอดเฉลี่ย 59.92 ± 3.09% และ 49.04 ± 4.36% ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีขนาดเฉลี่ยใหญ่กว่าลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำที่มี pH ทั้ง 2 ระดับอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

การทดลองกับลูกปูช่วงระยะ zoea IV ถึง young crab ปรากฏว่า ลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำที่มี pH 8.5 มีอัตรารอดตายเฉลี่ย 25.13 ± 4.00% สูงกว่าที่ใช้น้ำที่มี pH 8.0 (23.64 ± 2.96%) อย่างไม่มีนัยสำคัญ ($P>0.05$) แต่สูงกว่าที่ใช้น้ำที่มี pH 9.0 (11.20 ± 1.43%) อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) นอกจากนี้ลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำที่มี pH 8.0 และ 8.5 มีน้ำหนักเฉลี่ยมากกว่าที่ใช้น้ำ pH 9.0 และลูกปูที่อนุบาลโดยใช้น้ำ pH 8.5 และ 9.0 มีความกว้างกระดองเฉลี่ยมากกว่าที่ใช้น้ำ pH 8.0 อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

**ปริมาณแอมโมเนีย**

แอมโมเนียส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นในน้ำ จะเกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น จากการย่อยสลายของซากพืช ซากสัตว์ สารอินทรีย์ไนโตรเจนและของเสียที่ถูกขับถ่ายออกมาจากสัตว์จะมีสารประกอบพวกโปรตีนที่ยังย่อยไม่หมด สารเหล่านี้จะถูกแบคทีเรียย่อยสลายให้เป็นแอมโมเนีย ดังสมการ

สารประกอบโปรตีน (สารอินทรีย์ไนโตรเจน) + แบคทีเรีย $\longrightarrow$ $NH_3$ (แอมโมเนีย)

แอมโมเนียปกติเป็นพิษต่อปลา เฉพาะในรูปของอันไอออไนซ์แอมโมเนีย หรือฟรีแอมโมเนีย ($NH_3$) ส่วนไอออไนซ์แอมโมเนีย ($NH_4^+$) ไม่มีผลต่อสัตว์น้ำ เว้นแต่จะมีอยู่ในปริมาณสูงมาก ๆ การแตกตัวของแอมโมเนียขึ้นอยู่กับค่า pH และอุณหภูมิ หาก pH ลดลงเปอร์เซ็นต์การแตกตัวก็จะมีมากขึ้น ทำให้ความเป็นพิษลดลง ความเข้มข้นของแอมโมเนียรวมที่ละลายในน้ำมากกว่า 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำได้หลายชนิดและแอมโมเนียที่จะไม่เป็นอันตรายต่อปลาไม่ควรเกิน 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของอันไอออไนซ์แอมโมเนีย (ชเนศ, 2531) จากตารางที่ 1 สามารถคำนวณความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูปอันไอออไนซ์ได้ดังนี้

แอมโมเนียในรูปอันไอออไนซ์ = (a) TAN

เมื่อ (a) = สัดส่วนโมลของแอมโมเนียในรูปไอออไนซ์

TAN = แอมโมเนียรวม (mg-N/L)

ถ้าทราบอุณหภูมิ pH และสัดส่วนโมลของแอมโมเนียในรูปไอออไนซ์ ความเข้มข้นของแอมโมเนียในรูปอันไอออไนซ์สามารถคำนวณได้ดังนี้

แอมโมเนียในรูปไอออไนซ์ = $1/10+10^{10.068 - 0.033T - pH}$

ตารางที่ 1 สัดส่วนโมล (Mole fraction) ของแอมโมเนียในรูปอันไอออไนซ์ในน้ำที่อุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่างต่าง ๆ

| อุณหภูมิ | ความเป็นกรด-ด่าง | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 6.0 | 6.5 | 7.0 | 7.5 | 8.0 | 8.5 | 9.0 | 9.5 | 10.0 |
| 20 | - | 0.001 | 0.004 | 0.012 | 0.038 | 0.112 | 0.284 | 0.557 | 0.799 |
| 21 | - | 0.001 | 0.004 | 0.013 | 0.041 | 0.119 | 0.299 | 0.575 | 0.810 |
| 22 | - | 0.001 | 0.005 | 0.014 | 0.044 | 0.127 | 0.315 | 0.592 | 0.821 |
| 23 | - | 0.002 | 0.005 | 0.015 | 0.047 | 0.135 | 0.330 | 0.609 | 0.832 |
| 24 | 0.001 | 0.002 | 0.006 | 0.016 | 0.050 | 0.144 | 0.346 | 0.626 | 0.841 |
| 25 | 0.001 | 0.002 | 0.006 | 0.018 | 0.054 | 0.153 | 0.363 | 0.643 | 0.851 |
| 26 | 0.001 | 0.002 | 0.006 | 0.019 | 0.057 | 0.162 | 0.379 | 0.659 | 0.859 |
| 27 | 0.001 | 0.002 | 0.007 | 0.020 | 0.061 | 0.172 | 0.396 | 0.674 | 0.868 |
| 28 | 0.001 | 0.002 | 0.007 | 0.022 | 0.066 | 0.182 | 0.412 | 0.689 | 0.875 |
| 29 | 0.001 | 0.002 | 0.007 | 0.023 | 0.070 | 0.192 | 0.429 | 0.704 | 0.883 |
| 30 | 0.001 | 0.003 | 0.008 | 0.025 | 0.075 | 0.203 | 0.446 | 0.718 | 0.890 |

ที่มา : นิคม และยงยุทธ (2546)

ธีรพงศ์และคณะ (2547) ทดลองหาระดับความเป็นพิษเฉียบพลันของแอมโมเนียต่อปลาดุกด้านใช้วิธีชีววิเคราะห์ในน้ำนิ่งโดยการเลี้ยงในตู้ทดลองเพื่อการศึกษาผลกระทบของแอมโมเนียที่มีต่อการเจริญเติบโตและเนื้อค่าความเป็นพิษที่ทำให้ปลาดุกด้านตาย 50 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 96 ชั่วโมง ในรูปของอันไอออไนซ์แอมโมเนียเท่ากับ 4.25

แอมโมเนียจะอยู่ในรูปใด ปริมาณมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณแอมโมเนียในน้ำทั้งหมด (Total ammonia) ซึ่งหมายถึงผลรวมของไอออไนซ์แอมโมเนียกับอันไอออไนซ์แอมโมเนียนอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่มีผลต่อสภาวะสมดุลอีกหลายประการได้แก่ ค่า pH และ อุณหภูมิ โดยปริมาณอันไอออไนซ์แอมโมเนียจะแปรผันเพิ่มขึ้นตามค่าพีเอช และอุณหภูมิแต่จะแปรผกผันกับค่า ionic strength และแอมโมเนียในรูปอันไออไนซ์แอมโมเนียมีพิษมากกว่าไอออไนซ์แอมโมเนียถึง 50 เท่า

**กล้วย**

กล้วยเป็นไม้ล้มลุกขนาดใหญ่ ลำต้นตั้งตรง เมื่อโตเต็มที่อาจจะมีความสูง 2-3 เมตร ต้นที่เราเห็นกันนั้นแท้จริงแล้วเป็นลำต้นเทียมประกอบด้วยกาบใบที่อัดกันแน่น (หยวกกล้วย) ส่วนลำต้นที่แท้จริงของกล้วยจะเกิดเป็น เหง้าใต้ดิน ใบมีสีเขียวขนาดใหญ่ ผิวใบด้านบนเรียบเป็นมัน ท้องใบสีนวล เส้นกลางของใบใหญ่และแข็ง ก้านใบยาว ดอกของกล้วยออกเป็นช่ออยู่ที่ปลายยอด ลักษณะห้อยหัวลง สีแดงคล้ำเรียกว่าปลี เมื่อได้เปิดกาบปลีก็จะเห็นดอกเดี่ยวเรียงกันตั้งแต่ข้อแรกจนถึงข้อที่ 5-15 ของช่อดอกเป็นดอกเป็นตัวเมีย ส่วนปลายช่อดอกเป็นดอกตัวผู้ ผลของกล้วยทั้งหมดบนก้านดอกเรียกว่า เครือ ส่วนผลกล้วยแต่ละกลุ่มแต่ละข้อเรียกว่า หวี แต่ละผลเรียกว่า ผลกล้วย กล้วยแต่ละชนิดอาจมีจำนวนหวีไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับชนิดนั้นๆ ขนาดของผลแต่ละผล เมื่อโตจะมีขนาดเฉลี่ยประมาณ 5-15 เซนติเมตร กว้าง 2.5-5 เซนติเมตร ผลสุกโดยทั่วไปจะมีผลสีเหลืองแต่บางชนิดมีสีเขียวหรือสีแดงแล้วแต่สายพันธุ์ (http:www.doae.go.th/library/html/detail/book/menu.htm, 2549)

**การใช้ประโยชน์จากกล้วย**

กล้วยเป็นพืชที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้แทบทุกส่วน ดังนี้ (วุฒิ, 2540)

1. ยาง มีรสฝาด ช่วยในการสมานแผล และห้ามเลือด

2. ผลดิบ มีรสฝาด ใช้ทั้งเปลือกหั่นตากแห้งบดเป็นผง ชงน้ำร้อนหรือปั้นเป็นเม็ดรับประทานจะช่วยรักษาแผลในกระเพาะอาหาร และแก้ท้องเสียเรื้อรังซึ่งทำให้อาหารไม่ย่อย ส่วนผงกล้วยดิบทั้งเปลือกนั้นจะช่วยในการโรยรักษาแผลเรื้อรัง แผลเน่าเปื่อยและแผลติดเชื้อต่างๆ

3. ผลสุก มีรสหวาน ช่วยในการระบายการขับถ่าย บำรุงร่างกายและกำลัง และช่วยในการรักษาแผลในกระเพาะอาหาร สามารถรับประทาน ในรูปผลสดหรือใช้ทำขนมหวาน

4. หัวปลี มีรสฝาด แก้โรคได้หลายอย่าง เช่น แก้โรคกระเพาะอาหาร ลำไส้ แก้โรคโลหิตจาง ช่วยลดน้ำตาลในเลือด และช่วยรักษาโรคเบาหวานหรือนำไปต้ม มารับประทานเป็นกับข้าวก็ได้

5. ใบ มีรสจืด ช่วยในการปิดแผลไฟไหม้ เม็ดผื่นคัน และนำใช้ไปห่อขนม

6. ราก มีรสฝาดเย็น ถ้านำรากไปต้มจะช่วยในการแก้ไข้ แก้ร้อนในกระหายน้ำ แก้ท้องเสีย แก้บิด และแก้ผื่นคัน

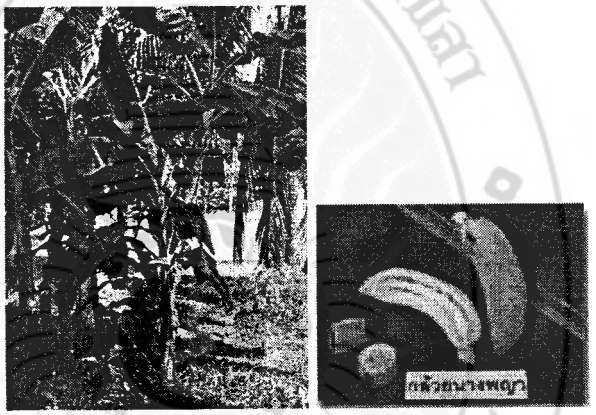
7. หยวก มีรสฝาดเย็น ถ้านำหยวกไปเผารับประทานจะช่วยในการขับพยาธิและสามารถนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์เลี้ยงพวก หมู เป็ด ไก่ ฯลฯ โดยนำหยวกไปสับให้ละเอียดผสมกับรำหรืออาหารอื่นๆ ตามความเหมาะสม

8. เหง้า มีรสฝาดเย็น สามารถนำไปปรุงเป็นยารักษาโรคริดสีดวงทวารชนิดมีเลือดออก

นอกเหนือจากนี้ยังมีการนำมาประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น การใช้หยวกกล้วยในการปรับลด pH ของน้ำในบ่อซิเมนต์ หรือการใช้ใบกล้วยแห้งแช่ในน้ำที่เลี้ยงปลากัด หรือปลาหางนกยูง เป็นต้น แต่ยังไม่มีข้อมูลยืนยันทางวิชาการที่ชัดเจน เป็นเพียงการใช้ภูมิปัญญาพื้นบ้านเท่านั้น

ในประเทศไทยมีกล้วยมากมายหลายสายพันธุ์ แต่ละสายพันธุ์ได้รับความนิยมนำไปบริโภคมากน้อยแตกต่างกันไป ในการศึกษาครั้งนี้ จะเลือกศึกษาเฉพาะกล้วยนางพญาซึ่งเป็นที่รู้จักและนิยมบริโภคกันในจังหวัดสงขลา และจังหวัดใกล้เคียงเท่านั้น กล้วยนางพญา มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Musa* (ABB group) "Kluai Nang Phaya" บางครั้งเรียกว่า กล้วยพญา ในภาษาชาวบ้านทั่วไปจะเรียกว่า กล้วยนางพญา พบได้มากในแถบจังหวัดสงขลาและจังหวัดใกล้เคียง กล้วยนางพญามีลำต้นสูง 2.5-3.5 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 15 เซนติเมตร กาบลำต้นด้านนอกสีชมพูอมแดงด้านในมีสีเขียวอมเหลือง ก้านใบสีเขียว ร่องใบเปิด ครีบสีชมพูเล็กน้อย ดอกปลีสีแดงรูปไข่ค่อนข้างแหลม เครือหนึ่งมีประมาณ 7 หวี หวีหนึ่ง มี 10-16 ผล ผลมีเหลี่ยมชัดเจน ผลดิบมีสีเขียวเข้ม ก้านผลยาวเมื่อสุกมีสีเหลืองสดใส และมีจุดประสีน้ำตาลเนื้อด้านในสีเหลืองอมส้มรสหวาน

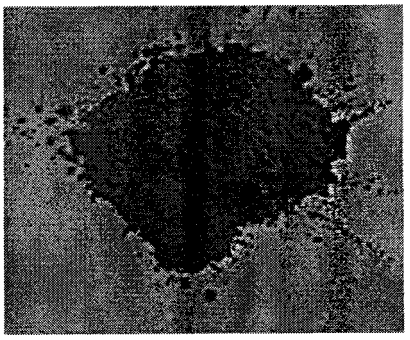
(http:www.doae.go.th/library/html/detail/book/menu.htm, 15/8/49)




ภาพที่ 1 ต้นกล้วยนางพญาและกล้วยนางพญา

**ปูนซิเมนต์**

ปูนซิเมนต์ เป็นวัสดุประสานที่ได้จากการบดปูนเม็ด ซึ่งเกิดจากการเผาส่วนผสมต่างๆ ได้แก่ หินปูน (Lime Stone) หรือดินปูนขาว (Marl) กับดินเหนียว (Clay) หรือหินดินดาน (Shale) ในสัดส่วนที่เหมาะสม เป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตโดยอาจมีการเติมแร่เหล็ก หรือยิปซัม ตามความจำเป็นเพื่อปรับปรุงให้มีคุณสมบัติตามความต้องการ ปูนซิเมนต์เมื่อผสมกับน้ำและวัสดุผสมอื่น ๆ จำพวกหินย่อยหรือทรายจะเกิดความแข็งและมีความทนทานคล้ายหิน จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากในงานก่อสร้างต่างๆ หรือเมื่อผสมกับน้ำและทรายจะสามารถใช้เป็นปูนก่อหรือปูนฉาบที่ใช้ในงานก่ออิฐและฉาบปูน ปูนซิเมนต์ที่ผลิตใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน ประกอบด้วยสารหลัก 4 ชนิด ได้แก่ ไตรแคลเซียมซิลิเกต ไดแคลเซียมซิลิเกต ไตรแคลเซียมอลูมิเนต และเททระแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรต์ (รายละเอียดของสารแต่ละตัวอยู่ในภาคผนวก ก)



ภาพที่ 2 ปูนซิเมนต์

**ที่มา** (www.learn.in.th/sample/flyash/012.html)

ในการสร้างบ่อซิเมนต์จะมีการผสมปูนกับน้ำทำให้เกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น (hydration) ได้สารเชื่อมประสานที่แข็งตัว เช่น Calcium Silicate Hydrate (CSH), Calcium Aluminate Hydrate (CAH) และปฏิกิริยาเหล่านี้จะทำให้เกิด $Ca(OH)_2$ ซึ่งทำให้ซิเมนต์มีความเป็นด่างสูง ประมาณ 12.5 ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้ (ชัชวาลย์, 2536 )

$$2(3CaO \cdot SiO_2) + 6H_2O \longrightarrow 3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O + 3Ca(OH)_2$$

หรือ $2C_3S + 6H_2O \longrightarrow C_3S_2H_3 + 3Ca(OH)_2$

$$2(2CaO \cdot SiO_2) + 4H_2O \longrightarrow 3CaO \cdot 2SiO_2 \cdot 3H_2O + Ca(OH)_2$$

หรือ $2C_2S + 4H_2O \longrightarrow C_3S_2H_3 + Ca(OH)_2$

$Ca(OH)_2$ ที่ได้จากปฏิกิริยาไฮเดรชั่น ทำให้ซิเมนต์เพสต์มีคุณสมบัติเป็นด่างอย่างมาก คือมี pH ประมาณ 12.5 ซึ่งช่วยป้องกันการกัดกร่อนของเหล็กเสริมได้อย่างดี แต่มีผลเสีย คือ หากมีการใส่น้ำลงไปจะทำให้น้ำมีสภาพเป็นด่างค่อนข้างรุนแรง เช่นเดียวกันเมื่อมีการนำบ่อซิเมนต์มาใช้เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ในระยะแรกๆ น้ำในบ่อจะมีค่า pH สูงมาก หากใส่สัตว์น้ำลงไปจะเป็นอันตรายได้ การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งในขบวนการเพาะฟัก อนุบาลและการเลี้ยง จึงจำเป็นต้องปรับสภาพบ่อ เพื่อลดระดับ pH ให้เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำก่อนนำมาใช้

# บทที่ 3
# วิธีดำเนินงานวิจัย

## อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง
2. เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)
3. โหลแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว จำนวน 36 ใบ
4. ปูนซิเมนต์
5. ถัง ขนาด 50 ลิตร 1 ใบ
6. หยวกกล้วยนางพญา
7. ขวดแก้วเก็บตัวอย่าง ขนาด 2 ออนซ์ 36 ใบ
8. น้ำปูนซิเมนต์ ระดับ pH 11.5
9. สารเคมีที่ใช้ในการตรวจวัดค่าแอมโมเนีย

## วิธีการทดลอง

### 1. การวางแผนการทดลอง

ทำการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Designs) ประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง (Treatment ; T) แต่ละสิ่งทดลองมี 3 ซ้ำ (Replication ; R) ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ชุดควบคุม ไม่ใส่หยวกกล้วย ( $T_1$)
สิ่งทดลองที่ 2 ใส่หยวกกล้วยนางพญา 40 กรัมต่อน้ำปูน 1 ลิตร ( $T_2$)
สิ่งทดลองที่ 3 ใส่หยวกกล้วยนางพญา 50 กรัมต่อน้ำปูน 1 ลิตร ( $T_3$)
สิ่งทดลองที่ 4 ใส่หยวกกล้วยนางพญา 60 กรัมต่อน้ำปูน 1 ลิตร ( $T_4$)
สิ่งทดลองที่ 5 ใส่หยวกกล้วยนางพญา 70 กรัมต่อน้ำปูน 1 ลิตร ( $T_5$)
สิ่งทดลองที่ 6 ใส่หยวกกล้วยนางพญา 80 กรัมต่อน้ำปูน 1 ลิตร ( $T_6$)

ตามผังการทดลองดังนี้

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $T_5R_1$ | $T_4R_1$ | $T_2R_2$ | $T_6R_2$ | $T_1R_2$ | $T_3R_2$ |
| $T_4R_2$ | $T_4R_3$ | $T_5R_2$ | $T_1R_3$ | $T_3R_1$ | $T_1R_1$ |
| $T_5R_3$ | $T_2R_3$ | $T_6R_3$ | $T_3R_3$ | $T_6R_1$ | $T_2R_1$ |

**2. วิธีการดำเนินการทดลอง**

2.1 การเตรียมน้ำปูนซิเมนต์ใส่โหลแก้ว

นำน้ำประปาที่พักไว้เป็นระยะเวลา 2-3 วัน ใส่ในถังขนาด 50 ลิตร ใส่น้ำ 40 ลิตร แล้วละลายปูนซิเมนต์หนัก 1 กิโลกรัม ทิ้งไว้ 1-2 วัน เพื่อให้ปูนซิเมนต์ตกตะกอน แล้วปรับน้ำเป็น pH 11.5 ใส่ในโหลแก้วทุกใบๆ ละ 5 ลิตร

2.2 การเตรียมหยวกกล้วย

หั่นหยวกกล้วย เป็นชิ้นๆ ความหนาประมาณ 1-2 เซนติเมตร ความกว้างประมาณ 1-2 เซนติเมตร จัดใส่โหลแก้วตามผังการทดลองข้างต้น

2.3 เตรียมเครื่องมือวัดค่า pH

2.4 เตรียมสารเคมีเพื่อวิเคราะห์แอมโมเนีย

2.5 ตรวจวัดค่า pH และวิเคราะห์แอมโมเนีย เวลา 11.00 นาฬิกา เป็นระยะเวลา 4 วันและบันทึกข้อมูล

2.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลของค่า pH และแอมโมเนียที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ในแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ ตรวจสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Least Significant Difference (LSD)

6. การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างของระดับความเข้มข้นของเถ้าจากใบกล้วยนางพญา วิเคราะห์โดยวิธีวาเรียนซ์ (analysis of variance) และการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของการตอบสนองโดยวิธี Duncan's new Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม SPSS version 11.5

# บทที่ 4
# ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

การศึกษาการใช้หยวกกล้วยนางพญาเพื่อลดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำปูนซีเมนต์ เป็นการทดสอบความสามารถในการลดค่า pH ของหยวกกล้วยนางพญาปริมาณ ต่างกัน 5 ระดับ โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง และ 1 ชุดควบคุม แต่ละชุดมี 3 ซ้ำ ดำเนินการศึกษาในโหลแก้วเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ใส่น้ำปูนซิเมนต์ 5 ลิตร pH เริ่มต้นที่ 11.5 ดำเนินการศึกษาเป็นเวลา 4 วัน รายละเอียดของผลการศึกษามีดังนี้คือ

1.หยวกกล้วยนางพญามีความสามารถในการลดค่า pH ของน้ำปูนซิเมนต์ได้จริง โดยพบว่าหลังการใส่หยวกกล้วยนางพญาในน้ำปูนซิเมนต์เพียง 1 วัน หยวกกล้วยปริมาณ 80 กรัมต่อลิตร ทำให้น้ำปูนซิเมนต์มีค่า pH เฉลี่ยลดลงอย่างรวดเร็วแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ค่า pH ยังคงอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคือมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.07 ± 1.32 ส่วนในวันที่ 2 ค่า pH ของน้ำปูนซิเมนต์ลดลงสู่ระดับที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ทุกชุดการทดลอง แตกต่างจากชุดควบคุม กล่าวคือค่า pH เฉลี่ยในชุดควบคุม ชุดใส่หยวกกล้วย 40, 50, 60, 70 และ 80 กรัมต่อลิตร มีค่าเท่ากับ 11.01 ± 0.14, 8.55 ± 0.58, 7.69 ± 0.51, 7.56 ± 0.08, 7.25 ± 0.09 และ 7.10 ± 0.09 ตามลำดับ เมื่อนำผลไปวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างชุดทดลอง แต่แตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P <0.05$) ดังตารางที่ 2 เมื่อพิจารณาในแต่ละชุดการทดลองพบว่า ปริมาณหยวกกล้วยนางพญา 40 กรัมต่อลิตรทำให้ค่า pH ลดลงค่อนข้างช้า ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม แต่ที่ระดับ 50-80 กรัมต่อลิตรให้ค่า pH ใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ เมื่อพิจารณาผลการใช้หยวกกล้วยในวันที่ 3 และ 4 พบว่า ปริมาณหยวกกล้วย 80 กรัมต่อลิตร ทำให้ค่า pH ของน้ำปูนซิเมนต์ลดลงแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญและเป็นระดับค่า pH ที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยง (pH ต่ำกว่า 6.5) ดังนั้น ในทางปฏิบัติจริง หากจะลด pH น้ำในบ่อซิเมนต์ที่ระดับ pH 11.5 ควรใช้หยวกกล้วยประมาณ 50กรัมต่อน้ำ 1 ลิตรขึ้นไป ในเวลา 2 วัน จะทำให้น้ำมีค่า pH 7.34-7.53 ซึ่งระดับ pH ดังกล่าว มีความเหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตามรายงานของ Boyd (1979), คำรน (2528) และ สุภาพร (2544) ปริมาณหยวกกล้วยที่เพิ่มขึ้นให้ผลในการลดค่า pH ได้รวดเร็วขึ้น หากใช้หยวกกล้วยตั้งแต่ปริมาณมากกว่า 80 กรัมต่อน้ำ 1 ลิตร ควรแช่น้ำไม่เกิน 2 วันให้รีบเก็บรวบรวมหยวกกล้วยทิ้ง เพื่อป้องกันไม่ให้ pH ของน้ำลดลงมากเกินไป

ตารางที่ 2 ระยะเวลาและระดับ pH เฉลี่ยที่ลดลงจากการใช้หยวกกล้วยนางพญาปริมาณแตกต่างกัน

| ปริมาณ หยวกกล้วย ต่อน้ำ 1 ลิตร | ค่า pH | | | |
|---|---|---|---|---|
| | วันที่ 1 | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 |
| 0 กรัม | $11.31^{b}$±0.03 | $11.01^{b}$ ±0.14 | $10.05^{b}$ ±0.32 | $9.69^{b}$ ±0.11 |
| 40 กรัม | $11.05^{b}$ ±0.17 | $8.55^{ab}$±0.58 | $7.43^{ab}$ ±0.08 | $7.30^{ab}$ ±0.11 |
| 50 กรัม | $10.78^{b}$ ±0.26 | $7.69^{a}$ ±0.51 | $7.44^{ab}$ ±0.14 | $7.22^{ab}$ ±0.36 |
| 60 กรัม | $10.67^{b}$ ±0.39 | $7.56^{a}$ ±0.08 | $7.32^{ab}$ ±0.06 | $6.99^{ab}$ ±0.22 |
| 70 กรัม | $10.40^{b}$ ±0.10 | $7.25^{a}$ ±0.09 | $7.26^{ab}$ ±0.06 | $6.63^{ab}$ ±0.12 |
| 80 กรัม | $9.07^{a}$±0.32 | $7.10^{a}$ ±0.09 | $6.47^{a}$ ±0.32 | $6.17^{a}$ ±0.15 |
| C.V.(%) | 5.44 | 4.06 | 2.67 | 2.73 |
| $LSD_{.05}$ | 1.02 | 0.59 | 0.36 | 0.36 |

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

2. ปริมาณแอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของหยวกกล้วยนางพญามีค่าต่ำมาก เนื่องจากหยวกกล้วยสามารถทำให้ค่า pH ลดลงสู่ระดับที่เหมาะสมได้ในระยะเวลาเพียง 2 วัน หรือหากต้องการยืดหยุ่นการใช้งานหยวกกล้วยถึง 4 วัน ก็พบว่าแอมโมเนียที่เกิดขึ้นในวันที่ 4 ก็ยังคงน้อยมาก แต่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณหยวกกล้วยและจำนวนวันที่เพิ่มขึ้นตามตารางที่ 3 โดยพบว่า ค่าแอมโมเนียรวมสูงสุด คือ 0.186 มิลลิกรัมต่อลิตร ในวันที่ 4 ของชุดทดลองที่ใส่หยวกกล้วยนางพญา 80 กรัมต่อลิตร เมื่อนำมาคำนวณแอมโมเนียในรูปอิสระที่มีพิษต่อสัตว์น้ำ โดยวิธีการอ้างอิง ตามตารางที่ 1 ที่ pH 6.17 อุณหภูมิที่ใช้ขณะทดลอง 28 องศาเซลเซียส พบแอมโมเนียรูปอิสระเพียง 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่านั้น ซึ่งมีค่าต่ำมาก ไม่มีพิษต่อสัตว์น้ำ เพราะส่วนใหญ่ สัตว์น้ำจะตายก็ต่อเมื่อสัมผัสกับแอมโมเนีย 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชเนศ, 2531)

ตารางที่ 3 ระยะเวลาและค่าแอมโมเนียที่เปลี่ยนแปลงจากการใช้หยวกกล้วยนางพญาปริมาณแตกต่างกัน

| ปริมาณ หยวกกล้วย ต่อ น้ำ 1 ลิตร | ค่าแอมโมเนีย | | | |
|---|---|---|---|---|
| | วันที่ 1 | วันที่ 2 | วันที่ 3 | วันที่ 4 |
| 0 กรัม | 0.003±0.001 | 0.007±0.002 | 0.004±0.002 | 0.008±0.003 |
| 40 กรัม | 0.010±0.002 | 0.053±0.003 | 0.073±0.004 | 0.113±0.008 |
| 50 กรัม | 0.012±0.006 | 0.063±0.004 | 0.085±0.005 | 0.132±0.013 |
| 60 กรัม | 0.015±0.005 | 0.078±0.006 | 0.124±0.011 | 0.157±0.024 |
| 70 กรัม | 0.048±0.010 | 0.092±0.004 | 0.135±0.021 | 0.173±0.012 |
| 80 กรัม | 0.076±0.032 | 0.120±0.007 | 0.146±0.025 | 0.186±0.031 |

การศึกษาในครั้งนี้มีข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในโอกาสต่อไปดังนี้คือ

1. ควรทำการทดสอบที่ระดับ pH สูงกว่า หรือต่ำกว่า 11.5 เพิ่มเติม เพื่อหาค่าปริมาณหยวกกล้วยและจำนวนวันที่เหมาะสม สำหรับลดค่า pH ที่ระดับต่างๆ

2. ควรมีการวิเคราะห์เพิ่มเติม เกี่ยวกับชนิดของสารในหยวกกล้วยที่มีผลต่อการลดค่า pH ของน้ำปูนซิเมนต์

3. ควรทำการทดสอบความแตกต่างของขนาดหยวกกล้วยในการใช้เพื่อลดค่า pH เพิ่มเติม หากสามารถใช้หยวกกล้วยขนาดที่ใหญ่ได้ จะสะดวกในการใช้และการเก็บรวบรวมไปทิ้ง

4. หากจะใช้หยวกกล้วยสับในการปฏิบัติการจริง ควรนำหยวกกล้วยใส่ในมุ้งอวน เพื่อความสะดวก ในการเก็บรวบรวมไปทิ้งหลังการใช้งานเรียบร้อยแล้ว

# บทที่ 5
# สรุปผลการวิจัย

การทดลองลดค่า pH ของน้ำปูนซิเมนต์โดยใช้หยวกกล้วยนางพญา พบว่า หยวกกล้วยในปริมาณตั้งแต่ 50-70 กรัมต่อลิตร สามารถทำให้ pH น้ำที่เป็นด่าง คือ มีค่า pH 11.5 ลดลงสู่ pH สภาพน้ำปกติของการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ pH ประมาณ 7.34-7.53 ในระยะเวลาประมาณ 2 วัน และปริมาณหยวกกล้วยที่มากขึ้นจะช่วยลดระยะเวลาในการลด pH ได้รวดเร็วขึ้นโดยมีปริมาณแอมโมเนียที่เกิดขึ้น เนื่องจากการใช้หยวกกล้วยลดค่า pH ของน้ำปูนซิเมนต์น้อยมาก อยู่ในช่วงที่สัตว์น้ำเจริญเติบโตได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

# บรรณานุกรม


กล้วยนางพญา. [Online-Aviable] http://www.doae.go.th/library/html/detail/book/menu.htm, 15/8/49

คำรณ โพธิพิทักษ์. (2528). **คำบรรยายเกี่ยวกับเรื่องน้ำและคุณสมบัติของน้ำ.** สงขลา : สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา.

จารุวัฒน์และคณะ. (2534). **ผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตรารอดตายของลูกปลาหมึก.** เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 17/2534. ระยอง : สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดระยอง.

ชเนศ คงการค้า. (2531). **การวิเคราะห์น้ำ.** เอกสารประกอบการสอน. นครสวรรค์: วิทยาลัยครูนครสวรรค์

ชัชวาลย์ เศรษฐบุตร. (2536). **คอนกรีตเทคโนโลยี.** พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: เดอะพริ้นท์ อินเตอร์เนชั่นแนล

ฐานันดร์ นภีตภัฏ. (2539). **พิษเฉียบพลันความเป็นกรด-ด่าง จากน้ำป่าพรุต่อปลากะพงขาว.** เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 31/2539. นราธิวาส : สถานีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดนราธิวาส.

ธีรพงศ์และคณะ. (2528). **การศึกษาพิษเฉียบพลันและผลกระทบของแอมโมเนียต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกด้าน.** รายงานประจำปี 2528. สำนักงานประมงจังหวัดแม่ฮ่องสอน. กรมประมง

นิคม ละอองศิริวงศ์ และยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร (2546). **วิธีวิเคราะห์น้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง.** พิมพ์ครั้งที่1. สงขลา: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง

ปริญญา จินดาประเสริฐ และชัย จาตุรพิทักษ์กุล. (2547). **ปูนซีเมนต์ ปอซโซลานและคอนกรีต.** พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: สมาคมคอนกรีตไทย

วารินทร์และคณะ. (2549). **ผลของความเป็นกรด-ด่างของน้ำต่ออัตรารอดตาย และการเจริญเติบโตของลูกปูม้า ที่อนุบาลในถังไฟเบอร์.** เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 38/2549.สมุทรสาคร : ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งสมุทรสาคร.

วินิต ช่อวิเชียร. (2539). **คอนกรีตเทคโนโลยี.** พิมพ์ครั้งที่ 8 . กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สันต์ นาตะสุวรรณ. (2548). **คู่มือปลาน้ำจืด.** พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เทพพิทักษ์.

สุภาพร สุกสีเหลือง. (2544). **การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ.** กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพฯ.

Boy, C. E. 1979. **Water Quality in Warmwater Fish Ponds**. Agricural Experimant Station, Deparment of fisheries and Allied Agricultures. Alabama : Auburn University.

# ภาคผนวก

**สารประกอบหลักของปูนซีเมนต์**

1. ไตรแคลเซียมซิลิเกต ($C_3S$)

$C_3S$ เป็นสารประกอบที่มีรูปร่างเป็นผลึก 6 เหลี่ยม มีสีเทาเข้ม คุณสมบัติของ $C_3S$ เหมือนกับคุณสมบัติของปอร์ตแลนด์ซิเมนต์ เมื่อผสมกับน้ำจะแข็งตัวภายใน 2-3 ชั่วโมง และจะมีกำลังอัดเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงสัปดาห์แรก การเกิดปฏิกิริยากับน้ำจะก่อให้เกิดความร้อน 500 จูลต่อกรัม กำลังอัดของ $C_3S$ ถูกกระทบโดยปริมาณยิบซั่ม ปริมาณ $C_3S$ ในปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์จะมีประมาณ 35-55 เปอร์เซ็นต์

2. ไดแคลเซียมซิลิเกต ($C_2S$)

$C_2S$ เป็นสารประกอบที่มีรูปร่างกลม โดย $C_2S$ มีอยู่หลายรูปแบบ มีเพียง $\beta$ $C_2S$ เท่านั้นที่อยู่ตัว ณ อุณหภูมิทั่วไป $\beta$ $C_2S$ มีคุณสมบัติยึดเกาะ เมื่อผสมกับน้ำจะเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชั่น โดยปล่อยความร้อน 250 จูลต่อกรัม เมื่อแข็งตัวจะพัฒนากำลังอัดอย่างช้า ๆ แต่ในระยะยาวจะได้กำลังอัดใกล้เคียงกับ $C_3S$ ปริมาณ $C_2S$ ในรูปปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์จะมีประมาณ 15-35%

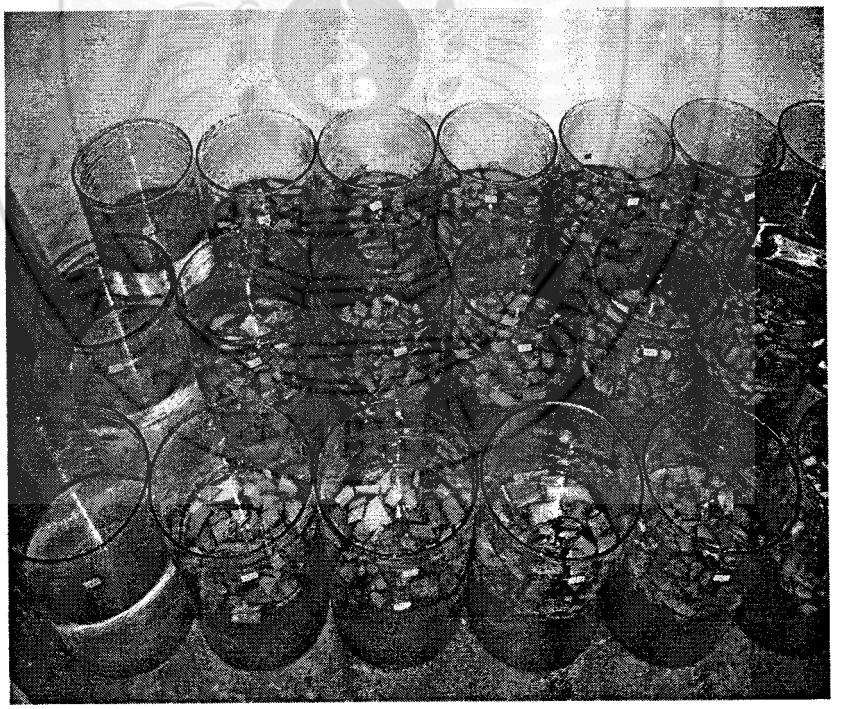
3. ไตรคัลเซียมอลูมิเนต ($C_3A$)

$C_3A$ เป็นสารประกอบที่มีรูปร่างเป็นเหลี่ยมมุม สีเทาอ่อน $C_3A$ จะทำปฏิกิริยากับน้ำทันทีก่อให้เกิด Flash Set และเกิดความร้อนจำนวนมาก ประมาณ 850 จูลต่อกรัม การป้องกัน Flash Set ทำได้โดยการเติมยิบซั่มลงระหว่างการบดซีเมนต์ กำลังอัดของ $C_3A$ จะพัฒนาขึ้นภายใน 1-2 วัน แต่กำลังอัดค่อนข้างต่ำ ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์จะมี $C_3A$ อยู่ในปริมาณ 7-15 เปอร์เซ็นต์

4. เตตราแคลเซียมอลูมิโนเฟอร์ไรท์ ($C_4AF$)

$C_4AF$ ทำปฏิกิริยากับน้ำรวดเร็วมาก และก่อตัวภายในไม่กี่นาที ความร้อนที่เกิดประมาณ 420 จูลต่อกรัม กำลังอัดของ $C_4AF$ ค่อนข้างต่ำ ปูนซิเมนต์ปอร์ตแลนด์จะมี $C_4AF$ อยู่ในปริมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์

ภาพผนวกที่ 1 ลักษณะหยวกกล้วยที่นำมาใช้ในการทดลอง



ภาพผนวกที่ 2 การวางแผนการทดลอง

**การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนีย** (Strickland and Parson, 1972)

ตามหลักการของวิธีนี้ แอมโมเนียในสารละลายที่เป็นด่าง จะทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮโปคลอไรท์ และฟีนอล โดยมีโซเดียมไนโตรปรัสไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาได้สารประกอบเชิงซ้อนที่มีสีน้ำเงิน (indophenol blue) ค่าแอมโมเนียที่วิเคราะห์ได้จะรวมทั้งในรูปที่มีประจุ (ไอออไนซ์) และไม่มีประจุ (อันไอออไนซ์) ($NH_4^+ + NH_3$)

**น้ำยาเคมี และวิธีเตรียม**

1. น้ำกลั่น ที่กลั่นใหม่ ๆ
2. สารละลายฟีนอล

   ละลายฟีนอล ($C_6H_5OH$) 5 กรัม ในเอธิลแอลกอฮอล์ 95% (V/V) 50 มิลลิลิตร
3. สารละลายโซเดียมไนโตรปรัสไซด์

   ละลายโซเดียมไนโตรปรัสไซด์ ($Na_2Fe(CN)_5NO.2H_2O$) 0.5 กรัม ในน้ำปราศจากไอออน 100 มิลลิลิตร เก็บรักษาสารละลายนี้ในขวดสีชา สารละลายนี้มีอายุ 1 เดือน
4. สารละลายอัลคาไลน์

   ละลายไตรโซเดียมซิเตรทไดไฮเดรต ($Na_3C_6H_5O_7.2H_2O$) (analytical reagent grade) 20 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) (analytical reagent grade) 1 กรัม ในน้ำปราศจากไอออน 100 มิลลิลิตร
5. สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์

   ใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่มีอยู่ในท้องตลาด (เช่น ไฮเตอร์) เพื่อให้ความเข้มข้นของคลอไรด์มากกว่า 1.5 นอร์มอล ควรซื้อที่ผลิตขึ้นมาใหม่ ๆ อย่างไรก็ตามจะต้องตรวจสอบความแรงของไฮเตอร์ก่อนใช้ ดังนี้

   1) ละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3.5H_2O$) 12.5 กรัมในน้ำปราศจากไอออน 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล

   2) ละลายโปแทสเซียมไอโอไดด์ (KI) 2 กรัม ในน้ำปราศจากไอออน 50 มิลลิลิตร ในขวดรูปชมพู่ แล้วเติมไฮเตอร์ลงไป 1 มิลลิลิตร

   3) เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (12 นอร์มอล) ลงในสารละลายในข้อ 2)

   4) ไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งสารละลายเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นไม่มีสี

   5) ไฮเตอร์จะเสื่อมสภาพและนำมาวิเคราะห์หาแอมโมเนียไม่ได้ถ้าการไตเตรทตามข้อ 4) ใช้สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตน้อยกว่า 12 มิลลิลิตร
6. สารละลาย oxidizing

   ผสมสารละลายอัลคาไลน์ และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ เข้าด้วยกันในอัตราส่วน 4 :1 (ตารางที่ 24) สารละลายนี้ควรเตรียมใหม่ทุกวัน

7. น้ำทะเลเทียม

ละลายโซเดียมคลอไรด์ (analytical reagent quality) เป็นกรัมตามความเค็มที่ต้องการในน้ำกลั่น 1 ลิตร

8. สารละลายมาตรฐานของแอมโมเนีย :

ละลายแอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$) (analytical reagent grade) ที่อบแห้ง 105-110 องศาเซลเซียส นาน 1-24 ชั่วโมง 0.165 กรัม ด้วยน้ำปราศจากไอออน แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ด้วยขวดวัดปริมาตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 35 mg-N/L และเรียกสารละลายนี้ว่า Stock Standard Solution เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชา สารละลายนี้มีอายุการใช้งาน 6 เดือน ถึง 1 ปี

ตารางผนวกที่ 1 สัดส่วนของสารละลายอัลคาไลน์ และสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ที่ใช้เตรียมสารละลายออกซิไดซิง (Oxidizing)

| สารละลาย alkaline (mL) | สารละลาย sodium hypochlorite (mL) | รวม (mL) |
|---|---|---|
| 4 | 1 | 5 |
| 8 | 2 | 10 |
| 12 | 3 | 15 |
| 16 | 4 | 20 |
| 20 | 5 | 25 |
| 24 | 6 | 30 |

**ขั้นตอนวิเคราะห์**

1. การเตรียมกราฟมาตรฐาน

1) ดูดสารละลายจาก Stock Standard Solution มา 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.35 mg-N/L

2) ดูดสารละลายจากข้อ 1) มา 5, 10, 20 และ 40 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น หรือน้ำทะเลเทียม สารละลายนี้มีความเข้มข้น 0.035, 0.070, 0.140 และ 0.280 mg-N/L

3) จากนั้นเติมสารละลายฟีนอล 2.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วเติมสารละลายโซเดียมไนโตรปรัสไซด์ และสารละลายออกซิไดซิง 2.5 และ 5 มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังจากเติมน้ำยาเคมีแต่ละชนิดเขย่าให้เข้ากัน (เพื่อประหยัดน้ำยาเคมีอาจดูดสารละลายจากข้อ 2) 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง (test tube) แล้วเติมน้ำยาเคมีในปริมาตรที่เป็นสัดส่วนกันก็ได้

4) ทิ้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความ

ยาวคลื่น 640 นาโนเมตร จดบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ หาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้กับความเข้มข้นด้วยวิธี Linear regression (ผู้วิเคราะห์อาจหาความสัมพันธ์จากเครื่องวัดการดูดกลืนแสงโดยตรงก็ได้)

2. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

1) ใช้ปิเปตดูดน้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีฝาปิดเป็นเกลียวเพื่อป้องกันการระเหยของแอมโมเนีย

2) เติมสารละลายฟีนอล 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมไนโตรปรัสไซด์ และสารละลายออกซิไดซิง 0.5 และ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ หลังจากเติมน้ำยาเคมีแต่ละชนิดเขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ประมาณ 1 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมง

3) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร

4) จดบันทึกค่าความเข้มข้นที่วัดได้ หรือนำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาความเข้มข้นของแอมโมเนียในตัวอย่างจากกราฟมาตรฐานที่ได้เตรียมไว้