

การนำบัณฑิตมาเสียดจากกัตตาการด้วยระบบอาร์บีซี



นางสาวพงษ์ระพีณี ยิวพันธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตรสภาวะแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


พ.ศ. 2535

ISBN 974-582-046-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018722 117209298

Treatment of Restaurant Wastewater by RBC System



Miss Pongrapin Yuwapun

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Environmental Science

Inter-Department of Environmental Science

Graduate School

Chulalongkorn University

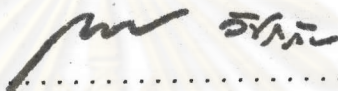
1992

ISBN 974-582-046-6

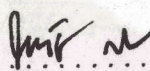



หัวข้อวิทยานิพนธ์      การบำบัดน้ำเสียจากก๊าดตาการด้วยระบบอาร์บิซี  
โดย                              นางสาวพงษ์ระพีพรท์ ยิวพันธ์  
สหสาขาวิชา                วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม  
อาจารย์ที่ปรึกษา            ศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์

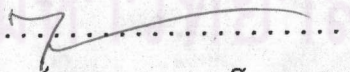
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ  
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

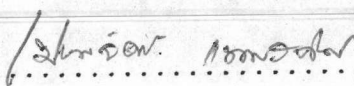
  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ ดร. กวาร์ วัชรากัญ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ)

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(ศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชรรณงู โรจนะบุรานนท์)

  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสกิจิตย์)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

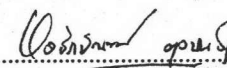
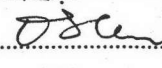
พงษ์ระพีพร ยูพันธ์ : การบำบัดน้ำเสียจากภัตตาคารด้วยระบบอาร์บีซี (TREATMENT OF RESTAURANT WASTEWATER BY RBC SYSTEM) อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์, 117 หน้า. ISBN 974-582-046-6

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือระบบอาร์บีซีขนาดเครื่องต้นแบบ มีจำนวนตอนของแผ่นตัวกลางทั้งหมด 4 ตอน เส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 0.5 เมตร พื้นที่ผิวของแผ่นตัวกลางเท่ากับ 22.5 ตารางเมตร แผ่นตัวกลางจมอยู่ในน้ำเสีย 35 % ปริมาตรของถังปฏิกรณ์เท่ากับ 0.2 ลูกบาศก์เมตร น้ำเสียก่อนเข้าระบบอาร์บีซีเป็นน้ำเสียจากโรงอาหารของมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งขนาด 700 ตารางเมตร ที่ผ่านบ่อดักไขมันแล้ว 3 บ่อ

ค่าบีโอดี และซีโอดีเฉลี่ยของน้ำเสียก่อนเข้าระบบเท่ากับ 490 และ 606 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ภาระบีโอดีที่เข้าระบบเท่ากับ 9.36, 15.68, 21.95, 28.22 และ 40.72 กรัม/ตารางเมตร.วัน ระยะเวลาการกักเก็บเท่ากับ 1.57, 0.94, 0.67, 0.52 และ 0.36 ชั่วโมง ตามลำดับ ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีมีค่าสูงกว่า 80 % ยกเว้นที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 40.72 กรัม/ตารางเมตร.วัน ซึ่งประสิทธิภาพการบำบัดมีเพียง 40.26 % ดังนั้นภาระบีโอดีที่เหมาะสมกับน้ำเสียจากภัตตาคาร/ร้านอาหารควรมีค่าระหว่าง 9.36-28.22 กรัม/ตารางเมตร.วัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... สหสาขา .....  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์สาขาวิศวกรรม .....  
ปีการศึกษา ..... 2535 .....

ลายมือชื่อนิติ .....  .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

## C125940 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE  
KEY WORD : RBC/ROTATING BIOLOGICAL CONTACTOR/RESTAURANT/WASTEWATER  
PONGRAPIN YUWAPUN : TREATMENT OF RESTAURANT WASTEWATER BY RBC SYSTEM.  
THESIS ADVISOR : PROF. THONGCHAI PUNSAWAD, Ph.D., 117 pp.  
ISBN 974-582-046-6

The treatment test unit used in this study was a prototype<sup>2</sup> 4-stage RBC plant with the media diameter of 0.5 m., media surface 22.5 m.<sup>2</sup>, media submergence 35 percent and reactor volume of 0.2 m.<sup>3</sup> The feed wastewater was taken from the final tank of 3-tanks-in-series grease trap of a 700 m.<sup>2</sup> messhall of a local university.

The average BOD and COD concentration of feed water to the RBC process were 490 and 606 mg/l, respectively. With the BOD loading of 9.36 to 28.22 g/m<sup>2</sup>.d or the equivalence of only 1.57 to 0.52 hours in the RBC unit, the BOD removal efficiency was found to be more than 80 percent, However, at the BOD loading 40.72 g/m<sup>2</sup>.d the BOD removal efficiency was only 40.26 %. As a result, optimum BOD loading for RBC treatment of wastewaters from restaurants should range between 9.36-28.22 g/m<sup>2</sup>.d

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... สหสาขา  
สาขาวิชา ..... วิทยาศาสตร์สาขาวิศวกรรม  
ปีการศึกษา ..... 2535

ลายมือชื่อนิติ ..... ปวงกร พวง  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... Thongchai Punsawat  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของ ศาสตราจารย์ ดร. ธงชัย พรรณสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ ตลอดจนแนะนำ แหล่งทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ไพรัช สายเชื้อ รองศาสตราจารย์ ดร. ชรรমনัญ โรจนะบุรานนท์ และรองศาสตราจารย์ เปรมจิตต์ แทนสถิตย์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยชี้แนะแก้ไข เพื่อให้วิทยานิพนธ์สมบูรณ์มากขึ้น

ขอแสดงความขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และบริษัท ชัลคอนไทย จำกัด ที่ให้ทุนอุดหนุนในการทำวิจัยส่วนหนึ่ง ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมที่ให้ยืมอุปกรณ์วิจัยอัน ได้รับการบริจาคจากบริษัท เฟดเดอรัล เอนจิเนียริง (ประเทศไทย) จำกัด

สุดท้ายขอขอบคุณ นางสาวระนิพร ยวพันธ์ เรือโท ลันติ ลยางกูร ที่ให้ความช่วยเหลือการทำวิทยานิพนธ์ในทุก ๆ ด้าน และขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุน การศึกษา และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
คำอธิบายศัพท์ และคำย่อ.....	ฐ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 จุดประสงค์การวิจัย.....	3
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	4
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบอาร์บีซี.....	6
2.1 วัฒนาการของระบบอาร์บีซี.....	6
2.2 กระบวนการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอาร์บีซี.....	7
2.3 กระบวนการทางชีวเคมี.....	9
2.4 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างจุลชีพ.....	10
2.5 ลักษณะสมบัติ และชนิดของจุลชีพในเมือกจุลชีพของระบบอาร์บีซี.....	12
2.6 องค์ประกอบที่มีผลต่อการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอาร์บีซี.....	17
2.7 ข้อดี และเสียของระบบอาร์บีซี.....	21
3. การตรวจสอบเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	23
4. การดำเนินการวิจัย.....	43
4.1 แผนการวิจัย.....	43
4.2 น้ำเสียที่ใช้ในการวิจัย.....	46
4.3 เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	48
5. ผลการทดลอง และวิจารณ์.....	51
5.1 การบำบัดน้ำเสียจากโรงอาหารชั้นต้นด้วยปอดักไขมัน.....	51

บทที่	หน้า
5.2 การเพาะเลี้ยงเมือกจุลชีพของระบบอาร์บิซี.....	51
5.3 ผลของภาวะบีโอดีต่อประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสีย.....	53
5.3.1 ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดี.....	53
5.3.2 ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี.....	55
5.3.3 ประสิทธิภาพการกำจัดเอสเอส.....	60
5.3.4 ประสิทธิภาพการกำจัดแอมโมเนีย.....	60
5.3.5 ประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็น.....	62
5.3.6 ผลกระทบต่อแอมโมเนียไนโตรเจน.....	65
5.3.7 ผลกระทบต่อไนไตรท์ และไนเตรทไนโตรเจน.....	65
5.3.8 ผลกระทบต่อพีเอส.....	67
5.3.9 ผลกระทบต่อออกซิเจน.....	72
5.4 ลักษณะสิ่งมีชีวิตที่เกิดบนผิวตัวกลาง.....	72
5.4.1 ลักษณะทางกายภาพ.....	72
5.4.2 ชนิดของสิ่งมีชีวิตบนผิวตัวกลาง.....	76
5.5 คุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคาร.....	76
6. สรุปผลการทดลอง และข้อเสนอแนะ.....	85
6.1 สรุปผลการทดลอง.....	85
6.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต.....	86
รายการอ้างอิง.....	87
ภาคผนวก.....	91
ประวัติผู้เขียน.....	117



สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 ลักษณะสมบัติ และประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียจากกัตตาคารส่วนครัว.....	3
ตารางที่ 2.1 ความหนาแน่นจุลชีพในเมือกจุลชีพในถังปฏิกริยา และความหนาต่าง ๆ.....	15
ตารางที่ 2.2 คำแนะนำในการกำหนดจำนวนตอนของอาร์บิชีโดยผู้ผลิตในอเมริกา.....	20
ตารางที่ 3.1 กลศาสตร์สำหรับการย่อยสลายแบบแอโรบิก และแอนน็อกซิก(Anoxic) ของ องค์ประกอบอินทรีย์ และไนตริไฟเคชั่นในระบบอาร์บิชี .....	40
ตารางที่ 3.2 กลศาสตร์ และ Stoichiometric constant ที่ใช้ในระบบอาร์บิชี.....	42
ตารางที่ 3.3 สัมประสิทธิ์การแพร่(diffusion coefficient) ที่ใช้ในกฎการแพร่ กระจายของ Fick.....	42
ตารางที่ 4.1 รายละเอียดตัวแปรต่าง ๆ ในการทดลอง.....	45
ตารางที่ 4.2 ภาวะบีโอดี และภาวะชลศาสตร์ที่บีโอดีต่าง ๆ.....	45
ตารางที่ 4.3 ความถี่การเก็บตัวอย่าง และวิธีการวิเคราะห์.....	47
ตารางที่ 4.4 รายละเอียดของแบบจำลองอาร์บิชีที่ใช้ในการทดลอง.....	49
ตารางที่ 5.1 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียก่อนเข้าระบบ ที่ความน่าจะเป็น 50 %.....	52
ตารางที่ 5.2 ภาวะบีโอดีของน้ำเสียชนิดต่าง ๆ ที่มีลักษณะสมบัติใกล้เคียงกับน้ำเสียจาก กัตตาคาร/โรงอาหาร.....	56
ตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดกับมาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคาร.....	84

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1	กิจกรรมหรือธุรกิจที่มีส่วนก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำในเขตกรุงเทพฯ และ ปริมณฑล.....	2
รูปที่ 1.2	รายละเอียดแบบจำลองอาร์บีซี.....	5
รูปที่ 2.1	เปรียบเทียบการเกาะของจุลชีพในระบบอาร์บีซี และระบบไปรยกรอง.....	7
รูปที่ 2.2	ระบบบำบัดน้ำเสียด้วยระบบอาร์บีซี.....	9
รูปที่ 2.2	ความหนาแน่นจุลชีพในเมือกจุลชีพที่ขึ้นความหนาต่าง ๆ.....	16
รูปที่ 2.4	ชั้นกระบวนการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำเสียโดยจุลชีพในระบบอาร์บีซี.....	17
รูปที่ 3.1	ชนิดของจุลชีพ และปฏิกิริยาในเมือกจุลชีพที่ภาระ(load) ต่าง ๆ.....	39
รูปที่ 4.1	การติดตั้งเครื่องมือ.....	44
รูปที่ 4.2	รายละเอียดปอดักไขมัน.....	48
รูปที่ 4.3	รายละเอียดถังตกตะกอน.....	50
รูปที่ 5.1	การเปลี่ยนแปลงบีโอดีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	54
รูปที่ 5.2	ประสิทธิภาพการกำจัดบีโอดีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	55
รูปที่ 5.3	การเปลี่ยนแปลงซีโอดีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	57
รูปที่ 5.4	ประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	58
รูปที่ 5.5	การเปลี่ยนแปลงซีโอดีในแต่ละตอนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	59
รูปที่ 5.6	การเปลี่ยนแปลงเอสเอสที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	61
รูปที่ 5.7	ประสิทธิภาพการกำจัดเอสเอสที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	62
รูปที่ 5.8	การเปลี่ยนแปลงเอสเอสในแต่ละตอนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	63
รูปที่ 5.9	การเปลี่ยนแปลงเอฟโอดีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	64
รูปที่ 5.10	ประสิทธิภาพการกำจัดเอฟโอดีที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	65
รูปที่ 5.11	การเปลี่ยนแปลงทีเคเอ็นที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	66
รูปที่ 5.12	ประสิทธิภาพการกำจัดทีเคเอ็นที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	67
รูปที่ 5.13	ประสิทธิภาพการบำบัดน้ำเสียที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	67
รูปที่ 5.14	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	68
รูปที่ 5.15	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรทไนโตรเจนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	69
รูปที่ 5.16	การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนเตรทไนโตรเจนที่ภาระบีโอดีต่าง ๆ.....	70



	หน้า
รูปที่ 5.17 การเปลี่ยนแปลงพีเอชที่ภาวะบีโอดีต่าง ๆ.....	71
รูปที่ 5.18 การเปลี่ยนแปลงพีเอชในแต่ละตอนที่ภาวะบีโอดีต่าง ๆ.....	73
รูปที่ 5.19 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ภาวะบีโอดีต่าง ๆ.....	74
รูปที่ 5.20 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในแต่ละตอนที่ภาวะบีโอดีต่าง ๆ.....	75
รูปที่ 5.21 คุณภาพของน้ำที่ผ่านการบำบัดที่ภาวะบีโอดีต่าง ๆ .....	83



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 1.1 แบบจำลองอาร์บีซี.....	4
ภาพที่ 2.1 เส้นใย Glycocalyx เกาะพันระหว่างเซลล์แบคทีเรียในเมือกุลินทรีย์.....	14
ภาพที่ 4.1 กิ่งตกตะกอน.....	50
ภาพที่ 5.1 ลักษณะทางกายภาพของเมือกจุลชีพที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 9.36 กรัม/ ตารางเมตร.วัน.....	77
ภาพที่ 5.2 ลักษณะทางกายภาพของเมือกจุลชีพที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 15.68 กรัม/ ตารางเมตร.วัน.....	78
ภาพที่ 5.3 ลักษณะทางกายภาพของเมือกจุลชีพที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 21.95 กรัม/ ตารางเมตร.วัน.....	79
ภาพที่ 5.4 ลักษณะทางกายภาพของเมือกจุลชีพที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 28.22 กรัม/ ตารางเมตร.วัน.....	80
ภาพที่ 5.5 ลักษณะทางกายภาพของเมือกจุลชีพที่ภาระบีโอดีเท่ากับ 40.72 กรัม/ ตารางเมตร.วัน.....	81

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



คำอธิบายศัพท์และคำย่อ

ถังเกรอะ	= septic tank
ถังกรองไร้อากาศ	= anaerobic filter
ระบบอาร์บีซี	= RBC (Rotating Biological Contactors)
ภาระอินทรีย์	= Organic loading หมายถึงอัตราการจ่ายสับสเตรท (substrate) เข้าสู่ระบบต่อพื้นที่ผิวของแผ่นตัวกลางทั้งหมด (ภาระพื้นผิว = Surface loading, กรัม/ตารางเมตร.วัน) หรือต่อปริมาตรของน้ำเสียในถังปฏิกรณ์ (ภาระปริมาตร = Volumetric loading, กรัม/ลูกบาศก์เมตร.วัน)
ภาระบีโอดี	= BOD loading หมายถึงอัตราการจ่ายสับสเตรท (substrate) เข้าสู่ระบบต่อพื้นที่ผิวของแผ่นตัวกลางทั้งหมด ซึ่งวัดกันในรูปของบีโอดี
ภาระซีโอดี	= COD loading หมายถึงอัตราการจ่ายสับสเตรท (substrate) เข้าสู่ระบบต่อพื้นที่ผิวของแผ่นตัวกลางทั้งหมด ซึ่งวัดกันในรูปของซีโอดี
ภาระชลศาสตร์	= Hydraulic loading หมายถึงอัตราการไหลของน้ำเสียต่อพื้นที่ผิวแผ่นตัวกลางทั้งหมด, ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร.วัน
แผ่นตัวกลาง	= media
ตอน	= stage ใช้สัญลักษณ์ st. เป็นอักษรย่อ
เอฟโอจี	= FOG ( Fat Oil Greases )
บีโอดี	= BOD (Biochemical Oxygen Demand), มิลลิกรัม/ลิตร
ซีโอดี	= COD (Chemical Oxygen Demand), มิลลิกรัม/ลิตร
ทีเคเอ็น	= TKN (Total Kjeldahl Nitrogen), มิลลิกรัม/ลิตร
เอสเอส	= SS (Suspended Solids), มิลลิกรัม/ลิตร
พีเอช	= pH
เมือกจุลชีพ	= Biofilm
จุลชีพ	= Microscopic Organism

ระบบโปรยกรอง	= Trickling filter
สลัดจ์	= Sludge
แอกทีเวตเต็ดสลัดจ์	= Activated Sludge
จลนศาสตร์	= kinetic
HDPE	= High Density Polyethylene



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย