

การจำลองและการสร้างภาพนามธรรมของรูปแบบการกระจายตัว  
ของเครือข่ายคอลเลโทริกัมบนโพเทโตนเดกซ์โทรสอาการ์



นายเอกวิทย์ สันทัด

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาการคณนา ภาควิชาคณิตศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-4590-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SIMULATION AND VISUALIZATION OF THE DISPERSIVE PATTERN  
OF COLLETOTRICHUM FUNGI ON POTATO DEXTROSE AGAR



Mr. Ekavit Santad

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science in Computational Science

Department of Mathematics

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2003

ISBN 974-17-4590-7



เอกวิทย์ สันทัด : การจำลองและการสร้างภาพนามธรรมของรูปแบบการกระจายตัวของเชื้อรา  
 คอลเลโททริคัมบนโพเทโตเดกซ์โทรสอาการ์. (SIMULATION AND VISUALIZATION OF  
 THE DISPERSIVE PATTERN OF COLLETOTRICHUM FUNGI ON POTATO  
 DEXTROSE AGAR) อ. ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ สุชาดา ศิริพันธุ์, อ.ที่ปรึกษาร่วม :  
 ศาสตราจารย์ ดร. ชิดชนก เหลือสินทรัพย์ จำนวนหน้า 59 หน้า. ISBN 974-17-4590-7.

อัตราการกระจายตัวของเชื้อรามีปัจจัยหลายๆ อย่างที่เกี่ยวข้อง ปัจจัยอย่างหนึ่งคืออุณหภูมิที่  
 แตกต่างกัน สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลต่ออัตราการกระจายตัวของเชื้อรา เมื่อมีอุณหภูมิที่ไม่  
 เท่ากันย่อมส่งผลให้อัตราการกระจายตัวไม่เท่ากันด้วย วิทยานิพนธ์นี้ได้เสนอแบบจำลองการกระจายตัว  
 ของเชื้อราที่รวมปัจจัยเรื่องอุณหภูมิมามีเกี่ยวข้องกับการกระจายตัวของเชื้อรา โดยใช้เชื้อราคอลเลโท  
 ทริคัมเป็นกรณีศึกษา แบบจำลองที่ได้สามารถนำไปจำลองพฤติกรรมการกระจายตัวของเชื้อราคอลเล  
 โททริคัมที่อุณหภูมิต่างๆ ได้ และยังสามารถนำไปใช้ควบคุมภาพนามธรรมของการกระจายตัวของเชื้อ  
 ราที่สร้างจากหลักการของ Cellular Automata ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา คณิตศาสตร์  
 สาขาวิชา วิทยาการคอมพิวเตอร์  
 ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิสิต..... *เอศวิทย์ สันทัด* .....  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... *สุชาดา ศิริพันธุ์* .....  
 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... *C. King* .....

## 4372505923 : MAJOR COMPUTATIONAL SCIENCE

KEYWORD: SIMULATION / VISUALIZATION / FUNGI / GROWTH /  
CELLULAR AUTOMATA

EKAVIT SANTAD : SIMUATION AND VISUALIZATION OF THE  
DISPERSIVE PATTERN OF COLLETOTRICHUM FUNGI ON POTATO  
DEXTROSE AGAR. THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. SUCHADA  
SIRIPANT, THESIS COADVISOR : PROF. CHIDCHANOK LURSINSAP,  
Ph.D., 59 pp. ISBN: 975-17-4590-7.

Spreading rate of fungi is influenced by a number of factors. One of such factors is temperature difference. Surroundings change affects fungi spreading rate which is further accentuated by temperature variation. This thesis proposes fungi's spreading behavior simulation of temperature factor. Colletotrichum fungi is selected for this study. The result can be used to simulate Colletotrichum fungi's spreading behavior at any temperature and control intangible frame of fungi's spreadings based on Cellular Automata.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Department     Mathematics  
Field of study     Computational Science  
Academic year     2003

Student's signature... *เอกวิทย์* .....  
Advisor's signature... *S. Siripant* .....  
Co-advisor's signature... *Chidchanok* .....



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีโดยได้รับความกรุณาช่วยเหลือจาก รองศาสตราจารย์ สุชาติ ศิริพันธุ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และศาสตราจารย์ ดร.ชิตชนก เหลือสินทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆ ตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์และให้การดูแลเป็นอย่างดี ข้าพเจ้าจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์พระพนธ์ โสฬสสถิตย์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.ไพศาล นาคมหาชลาสินธุ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาตรวจสอบและให้การแนะนำแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อย

ขอขอบคุณอาจารย์พงศ์ธาริน โล่ห์ตระกูล ที่ให้คำแนะนำและให้คำปรึกษาในการเพาะเลี้ยงเชื้อรา และข้อมูลของเชื้อราตลอดจนสถานที่ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อรา

ขอขอบคุณ คุณสราวุฒิ สายแดงคำ และ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติที่จัดเตรียมเชื้อรา *Colletotrichum musae* สำหรับใช้ในวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณสายชล ใจเย็นและคุณอภิชาติ สำหรับคำแนะนำในการใช้ MATLAB คุณอนุชิต สำหรับคำแนะนำในการใช้ Maple และหนังสือดีๆ คุณมนตรีสำหรับคำแนะนำและโปรแกรม Origin คุณเมธีสำหรับคำปรึกษาช่วยเหลือด้านโปรแกรมต่างๆ และ พี่ๆ น้องๆ ใน AVIC ที่คอยเป็นกำลังใจ และสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณอภิชาติ มีลอด ที่คอยให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเชื้อราและช่วยในการเลี้ยงเชื้อรา และ คุณเอกจิตที่ช่วยเหลือด้านต่างๆ

และสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ - คุณแม่ ผู้ให้กำเนิด ขอบพระคุณ คุณปู่ - คุณย่าที่ให้เงินทุนในการศึกษาสนับสนุนด้านการเงิน คุณชิตชนกและธนาวัฒน์น้องสาวและน้องชายและญาติพี่น้องที่คอยเป็นกำลังใจให้เสมอมา รวมทั้งครู-อาจารย์ทุกท่านที่ได้เคยสั่งสอนวิชาความรู้ และที่ขาดไม่ได้เลยคือขอบคุณพระเจ้าผู้ที่ทรงประทานสติปัญญาและโอกาสที่ดีให้ และทรงอยู่ด้วยตลอดระยะเวลาการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฅ
สารบัญภาพ .....	ญ
บทที่	
1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย .....	1
1.4 ข้อตกลงเบื้องต้น .....	2
1.5 ข้อจำกัดของการวิจัย .....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
1.7 วิธีดำเนินการวิจัย .....	2
1.8 ลำดับขั้นตอนในการเสนอผลการวิจัย .....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	4
2.1 แนวคิดและทฤษฎี .....	4
2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	5
3 ความรู้พื้นฐาน .....	7
3.1 แบบจำลองการเติบโต .....	7
3.2 Cellular Automata .....	12
3.3 การวิเคราะห์การถดถอย .....	15
3.4 แบบจำลองการกระจายตัวของเชื้อรา .....	20
4 การจำลองและการสร้างภาพนามธรรม .....	21
4.1 โครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลองการกระจายตัวของเชื้อรา .....	21
4.2 ข้อมูลจำเพาะของเชื้อรา .....	22

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.3 ลักษณะทางสัณฐานวิทยา .....	22
4.4 ระยะการกระจายตัวของเชื้อรา.....	23
4.5 ผลกระทบของสภาพแวดล้อมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา .....	24
4.6 ข้อมูลการเติบโตของเชื้อรา .....	25
4.7 การจำลองแบบ .....	26
4.8 การสร้างภาพนามธรรม .....	33
5 ผลการวิจัย .....	36
5.1 แบบจำลองการกระจายตัวของเชื้อราที่อุณหภูมิต่างๆ .....	36
5.2 ผลการจำลองแบบ .....	37
5.3 ผลการสร้างภาพนามธรรม .....	38
6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	45
6.1 สรุปผลการวิจัย .....	45
6.2 ข้อเสนอแนะ .....	45
รายการอ้างอิง .....	47
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	49

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 แสดงการเจริญเติบโตของเชื้อราในช่วงเวลาต่างๆ ที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยเก็บจากค่าเฉลี่ยของตัวอย่างเชื้อรา 6 ตัวอย่าง .....	26
ตารางที่ 4.2 แสดงค่า $L$ และ $\mu$ ที่คำนวณได้ที่อุณหภูมิต่างๆ .....	28
ตารางที่ 5.2 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ของแบบจำลองที่อุณหภูมิต่างๆ.....	38



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 3.1	แผนภาพแสดงการทำงานพื้นฐานในพืชและการรบกวนการทำงานจากโรคพืชบางชนิด..8
รูปที่ 3.2	แสดงลักษณะของเชื้อที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคในพืช .....10
รูปที่ 3.3	แสดงสามเหลี่ยมของการเกิดโรคพืช ..... 11
รูปที่ 3.4	แสดงการพิจารณาเซลล์รอบข้างแบบต่างๆ ของ Cellular Automata .....14
รูปที่ 3.5	แสดงค่าความคลาดเคลื่อนในแต่ละจุด $(x_i, y_i)$ .....16
รูปที่ 4.1	แสดงแผนผังของการจำลองและสร้างภาพนามธรรมของการกระจายตัวของเชื้อรา .....21
รูปที่ 4.2	แสดงลักษณะของเชื้อรา Colletotrichum musae .....23
รูปที่ 4.3	กราฟแสดงการเติบโตของเชื้อราในระยะต่างๆ .....24
รูปที่ 4.4	แสดงการเจริญของเชื้อรา Colletotrichum musae ที่อุณหภูมิต่างกัน 5 ระดับ ในระยะเวลา 5 วัน ในสภาพมีแสง 12 ชั่วโมง สลับมืด 12 ชั่วโมง .....25
รูปที่ 4.5	แสดงกราฟของความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ขนาดของโคโลนีในแต่ละ อุณหภูมิ .....27
รูปที่ 4.6	แสดงกราฟของค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองที่อุณหภูมิต่างๆ .....29
รูปที่ 4.7	แสดงกราฟของสมการจากค่าที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับข้อมูล L จากตารางที่ 4.2 ....30
รูปที่ 4.8	แสดงกราฟของสมการจากค่าที่คำนวณได้เปรียบเทียบกับข้อมูล $\mu$ จากตารางที่ 4.2 .....31
รูปที่ 4.9	แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลอง การกระจายตัวของเชื้อราที่อุณหภูมิต่างๆ .....32
รูปที่ 5.1	แสดงกราฟเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากการทดลองกับแบบจำลอง การกระจายตัวของเชื้อราที่อุณหภูมิต่างๆ .....37
รูปที่ 5.2	แสดงภาพนามธรรมการกระจายตัวของเชื้อราที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส .....39
รูปที่ 5.3	แสดงภาพนามธรรมการกระจายตัวของเชื้อราที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส .....40
รูปที่ 5.4	แสดงภาพนามธรรมการกระจายตัวของเชื้อราที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส .....41
รูปที่ 5.5	แสดงภาพนามธรรมการกระจายตัวของเชื้อราที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส .....42
รูปที่ 5.6	แสดงภาพนามธรรมการกระจายตัวของเชื้อราที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส .....43