

ระบบการให้น้ำแก่พืชที่ปลูก โดยวิธีไฮโดรพอนิก ควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์



นายพรเทพ ภูริพัฒน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

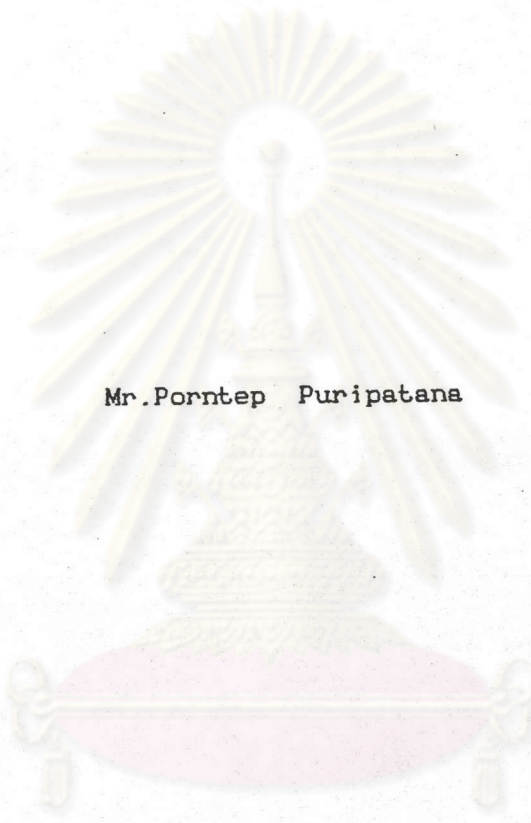
ISBN 974-577-292-5

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016451

I10308246

COMPUTER CONTROLLED WATERING SYSTEM OF HYDROPONIC PLANT



Mr.Porntep Puripatana

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-577-292-5

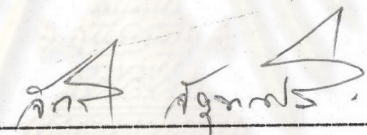
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ระบบการให้น้ำแก๊ซที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรพอนิกควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
โดย นายพรเทพ ภูริพัฒน์
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ชำรง เปรมปรีดิ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์

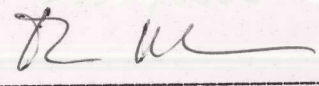


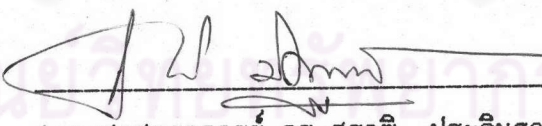
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

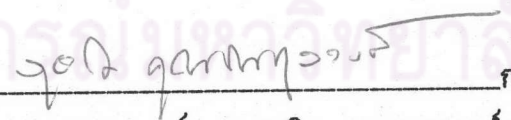

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.กาวี วัชรากย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ จักริ จิตตะชิตี)


อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ชำรง เปรมปรีดิ์)


อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุรวุฒิ ประดิษฐานนท์)


กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุจริต คุณธนกุลวงศ์)



พระเทพ ภูริพัฒน์ : ระบบการให้น้ำแก่พืชที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรพอนิกควบคุมด้วยไมโคร-

คอมพิวเตอร์ (COMPUTER CONTROLLED WATERING SYSTEM OF HYDROPONIC PLANT)

อ.ที่ปรึกษา ศ.ธำรง เปรมปรีดี อ.ที่ปรึกษาร่วม ดร.ดร.สุรวดี ประดิษฐานนท์, 82 หน้า.

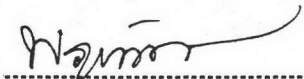
ISBN 974-577-295-5

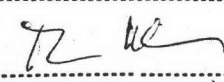
การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มุ่งศึกษาการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยควบคุมการให้น้ำแก่พืชที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรพอนิก (hydroponic) โดยมีการหมุนเวียนและปรับสารละลายธาตุอาหารที่พืชใช้แล้วนำกลับมาใช้ได้อีก นอกจากนี้ยังได้ศึกษาหาปริมาณการใช้น้ำของพืชเปรียบเทียบกับค่าคำนวณจากข้อมูลทางภูมิอากาศ และหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช


การดำเนินการศึกษาได้ออกแบบระบบควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ ในการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พืช และได้ทำการปลูกผักกาดหอม ระหว่างวันที่ 9 พฤศจิกายน ถึง 20 ธันวาคม 2532 เป็นพืชทดลอง

จากการศึกษาพบว่า ปริมาณการใช้น้ำของผักกาดหอม แปลงที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรพอนิก ควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์เท่ากับ 41,810 ลบ.ซม. ซึ่งเทียบได้กับอัตราการให้น้ำเฉลี่ย 2๒๐ มม./วัน และให้ผลผลิตเฉลี่ย 36 กรัมต่อต้น โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 สูงกว่าค่าที่เสนอให้ใช้กับพืชประเภทเดียวกัน ซึ่งหมายความว่า ค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืชตามตารางที่เสนอนั้น เป็นค่าที่แสดงการใช้น้ำค่าสูงสุดของพืชที่ต้องการ

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิติกร 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม 



PORNTEP PURIPATANA : COMPUTER CONTROLLED WATERING SYSTEM OF HYDROPONIC PLANT. THESIS ADVISOR : PROF. THAMRONG PREMPRIDI. THESIS CO-ADVISOR : ASSO. PROF. SURAVUTH PRATISHTHANANDA, Ph.D. 82 pp.

The objectives of this study is to experiment with computer controlled hydroponic cultivation. Water was to circulated with nutritious contents adjusted so that it could be reused again. The process of water circulation and nutritious adjustment were to be controlled by a microcomputer. Consumptive use of plants was to be measured and compared with calculation using conventional methods base on climatological data, and then crop coefficient was to be computed and compared.

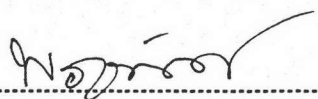
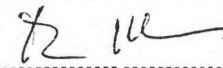
The procedure of the study was as follow. The computer control system was first designed to control water circulation and adjustment of nutritious contents. Salad lettuce was used and planted between 9 November to 20 December 1989 for the experiment.

Results shown that water used by salad lettuce in a computer controlled hydroponic cultivation was 41,810 cc. which is equivalent to an average rate of consumptive use of 2.0 mm./day and yielded an average weight of 36 grams per stem production.

The average crop coefficient of salad lettuce in this experiment was 0.6 which is higher than the proposed value which implied that the tabulated values were essentially minimum sustainable water not the productive water requirement.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิติ 
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ศาสตราจารย์ดำรง เปรมปรีดี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สรุวุฒิ ประดิษฐานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา ผู้วิจัยรู้สึกสำนึกในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ทั้งสองเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้ด้วย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณศาสตราจารย์จักรี จิตฺตะศรี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุจริต คุณชนกุลวงศ์ ที่กรุณาเป็นคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำเพิ่มเติม เพื่อความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ และขอขอบคุณ คุณวิจิตร หันหาบุญ คุณละเอียด กมลแมน คุณวิฑูรย์ ศักดิ์สุภาพ และคุณทิวา ตันสภิตย์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาและช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบคุณ คุณวารุณี โนฮีเรือง ที่กรุณานิมนต์วิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายอันพึงได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ บิดา-มารดา และครู-อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้การศึกษาและอบรมแก่ผู้วิจัยตลอดเวลา

พรเทพ ภูริพัฒน์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ช

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา	2
1.3 ขอบข่ายของการศึกษา	3
1.4 ผลการศึกษาที่ผ่านมา	3
1.5 วิธีการดำเนินงานศึกษา	5
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการศึกษาครั้งนี้	5
2. ทฤษฎีที่นำมาใช้เพื่อการศึกษา	6
2.1 การควบน้ำของพืช	6
2.2 การใช้ น้ำของพืช	8
2.3 การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช	11
2.4 ระบบคอมพิวเตอร์	16
3. การออกแบบระบบที่ใช้ในการศึกษา	18
3.1 การเตรียมแปลงทดลอง	18
3.2 กรรณวิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	18
3.3 น้ำยารักษาอาหารของพืช	23
3.4 ระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุม	25
3.5 การประกอบอุปกรณ์ควบคุมการทดลอง	26
4. ผลที่ได้จากการศึกษา	31
4.1 ผลการทดลองจากแปลงเพาะปลูก	31
4.2 การคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชจากข้อมูลทางภูมิอากาศ	33
4.3 การคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช	34

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. วิจัยรณผลการศึษา	43
5.1 ปริมาณการใช้น้ำของผักกาดหอม	43
5.2 การวัดปริมาณการให้น้ำแกผัก	43
5.3 การหมนเวียนสารละลายธาตุอาหาร	44
5.4 อุปกรณ์ที่ใช้เป็นแปลงเพาะปลูก	44
5.5 ระบบควบคุมการปลูกพืชด้วยคอมพิวเตอร์	45
5.6 การวัดค่า pH ของสารละลายธาตุอาหาร	45
5.7 ผลผลิตที่ได้	45
6. สรุปและขอเสนอแนะ	46
6.1 สรุปผลการทดลอง	46
6.2 ข้อเสนอแนะทั่วไป	47
6.3 ข้อเสนอแนะในการศึษาครั้งต่อไป	47
เอกสารอ้างอิง	48
ภาคผนวก	50
ก. ผลการทดลอง และผลการคำนวณ	51
ข. อุปกรณ์เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าเป็นข้อมูลคอมพิวเตอร์	64
ค. อุปกรณ์วัดระดับน้ำ	71
ง. โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ	72
จ. ข้อมูลประกอบการคำนวณ	74
ระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์	81
ประวัติผู้เขียน	82

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 สัมประสิทธิ์สำหรับใช้คูณการระเหยที่วัดจากภาคแบบชั้น A เพื่อให้ได้การใช้ น้ำของพืช	15
3.1 แสดงระยะเวลาการนำต้นกล้าออกจบบแสงแดด 9 วัน	21
4.1 แสดงการใช้ น้ำของผักกาดหอมที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรพอนิกส์	32
4.2 แสดงผลผลิตทั้ง 3 แปลง	33
4.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การใช้ น้ำของผักกาดหอม (K_u) ตามเปอร์เซ็นต์อายุการเจริญเติบโต	35
ก.1 แสดงปริมาณการให้น้ำแก่พืช และผลการเจริญเติบโตของพืช	51
ก.2 การตรวจวัดน้ำระเหย ด้วยเครื่องแบบภาค (US Weather Bureau Class A) บริเวณแปลงเพาะปลูก	53
ก.3 แสดงผลผลิตที่สิ้นสุดการทดลองทั้ง 3 แปลง โดยชั่งน้ำหนัก	55
ก.4 ผลการคำนวณปริมาณการใช้ น้ำของพืช (ET_p) โดยวิธี PENMAN ...	56
ก.5 ผลการคำนวณปริมาณการใช้ น้ำของพืช (ET_p) โดยวิธี MAKKINK	60
ก.6 แสดงการเปรียบเทียบค่า ET_p และ K_u	62
จ.1 ค่าของ $\frac{\Delta}{\Delta + \gamma}$ สำหรับอุณหภูมิเป็น °C	74
จ.2 ค่าของการแผ่รังสีจากวัตถุที่มีผิวดำสนิท σT^4 เทียบเป็น อัตราการระเหยของน้ำ เป็น มม./วัน	76
จ.3 ความดันไอน้ำอิ่มตัวเหนือผิวน้ำเป็นมิลลิบาร์ (e_s)	77
จ.4 รังสีอาทิตย์ที่จะได้รับบนผิวโลกเมื่อไม่มีบรรยากาศปกคลุม อยู่สำหรับซีกโลกเหนือเทียบเป็นอัตราการระเหยของน้ำที่ 20 °C เป็น มม./วัน	79
จ.5 อายุเก็บเกี่ยวของผักต่าง ๆ	80

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงอัตราการผลิตแรงแม่เหล็ก 7	7
2.2 แสดงเซลล์ผิวของรอก 8	8
2.3 ภาพที่ใช้วัดการระเหยแบบขั้น A 14	14
2.4 แผนผังแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 16	16
3.1 การเตรียมฟองน้ำเพื่อใช้เพาะเมล็ด 19	19
3.2 ต้นกล้าที่มีความสูง ประมาณ 2-3 ซม. 20	20
3.3 กะบะโฟมขนาด 50 x 100 x 10 ซม. 22	22
3.4 แสดงการเจาะรูแผ่นโฟมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว 23	23
3.5 แสดงระบบการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ 25	25
3.6 แสดงรายละเอียดระบบควบคุมการปลูกพืช 29	29
3.7 ระบบควบคุมการปลูกพืชด้วยคอมพิวเตอร์ 30	30
4.1 แสดงการใช้น้ำของผักกาดหอมที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรพอนิก 35	35
4.2 แสดงการเปรียบเทียบค่า (K_c) ที่ได้จากการทดลองกับ การคำนวณจากข้อมูลภูมิอากาศ 37	37
4.3 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของผักกาดหอม, K_c .. 38	38
4.4 แปลงทดลองปลูกผักกาดหอมโดยวิธีไฮโดรพอนิกควบคุม ด้วยคอมพิวเตอร์ 39	39
4.5 แปลงทดลองปลูกผักกาดหอมโดยวิธีไฮโดรพอนิก 40	40
4.6 แปลงทดลองปลูกผักกาดหอมโดยวิธีไฮโดรพอนิก ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์และวิธีไฮโดรพอนิก แบบทั่วไป 41	41
4.7 แปลงทดลองปลูกผักกาดหอมโดยใช้ดิน 42	42
ข.1 แผนผังภายในของ ADC 0809 65	65
ข.2 แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ 66	66
ข.3 อุปกรณ์เชื่อมโยง ADC เข้ากับคอมพิวเตอร์ 67	67
ข.4 อุปกรณ์ทำหน้าที่ ถอดรหัส 68	68
ข.5 อุปกรณ์ควบคุม สวิตช์ ปิด-เปิด 69	69
ข.6 อุปกรณ์จ่ายกระแสแก่สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ภายนอก 70	70
ค.1 แสดงการต่อวงจรของอุปกรณ์วัดระดับน้ำ 71	71