การหาอัตราการใช้น้ำของพืชที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิค

นายเฉลิมศักดิ์ นามเชียงใต้

004103

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. ๒๕๒๔

I 15453856

EVAPOTRANSPIRATION RATE OF HYDROPONIC PLANTS

Mr. Chalermsak Namchiengtai

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1981

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหาอัตราการใช้น้ำของพืชที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิค
โดย	นายเฉลิมศักดิ์ นามเชียงใต้
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ธำรง เปรมปรีดิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ จักรี จัตุทะศรี)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. นิวัตต์ คารานันท์)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วรุณ คุณวาสี)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ธำรง เปรมปรีดิ์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหาอัตราการใช้น้ำของพืชที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิค
ชื่อนิสิต	นายเฉลิมศักดิ์ นามเชียงใต้
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ธำรง เปรมปรีดิ์
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา	๒๕๒๔

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาถึงปริมาณการใช้น้ำรวมการระเหยของพริก ที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิค เปรียบเทียบกับการใช้น้ำของพริกรวมการระเหยที่ปลูกโดยวิธีอื่น ๆ และเพื่อศึกษาถึงวิธีการปลูก วิธีการวัดปริมาณน้ำที่พริกต้องการใช้ตลอดอายุ นอกจากนั้นยังได้ศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการใช้น้ำของพริกที่ได้จากการคำนวณข้อมูลทางภูมิอากาศ

ในการดำเนินการวิจัย ได้ศึกษาการปลูกพริกให้สามารถเจริญเติบโตได้ในสารละลายธาตุอาหารต่าง ๆ กัน และวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ การศึกษาการปลูกพริกโดยวิธีไฮโดรโพนิกได้ดำเนินการปลูกที่บริเวณสนามหญ้าด้านทิศใต้ของพระเกี้ยว จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในระหว่างวันที่ ๔ พ.ย. ๒๕๒๓ – ๒๗ ก.พ. ๒๕๒๔ อุปกรณ์การปลูกประกอบด้วยกระป๋องมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ๑๐ ซม. สูง ๑๕ ซม. เคลือบสี เจาะรูไว้กนกระป๋องสำหรับต่อท่อไปยังท่อระบายสารละลาย วัสดุปลูกที่ใส่ในกระป๋อง คืออิฐหักขนาดโต ๑/๔–๕/๘" นำไปล้างให้สะอาดแล้วตากให้แห้ง นำไปแช่สารละลายธาตุอาหารให้อิ่มตัว นำต้นพริกที่กล้าไว้ ประมาณ ๒๕ วัน ปลูกลงในกระป๋องนี้สารละลายจะผ่านเครื่องปลูกจากต้นแรกไปยังต้นอื่นโดยปล่อยให้ท่วมรากพริกไม่เกิน ๒/๓ ของความยาวราก มีการเปลี่ยนสารละลายนี้ ๑๐ วันต่อครั้ง ระบบท่อระบายสารละลายใช้ท่อ PVC เพื่อกันการเปลี่ยนแปลงของผนังท่อ เนื่องจากถูกสารเคมีในสารละลายธาตุอาหารทำลาย

จากการศึกษาพบว่า อัตราการใช้น้ำของพริกที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิค ตั้งแต่เริ่มปลูกจนกระทั่งเมล็ดพริกแห้งคาต้นใช้เวลา ๘๔ วัน จะใช้น้ำจำนวน ๔๕๕๖ ลบ.ซม.

ต่อต้น คิดเป็นค่าประสิทธิภาพการคายน้ำเท่ากับ ๑.๗๒ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำของพริกที่ปลูกโดยวิธีน้ำหยด ซึ่งใช้น้ำ ๑๗,๔๓๙ ลบ.ซม. ต่อต้น และประสิทธิภาพการคายน้ำเท่ากับ ๑.๖๙ นอกจากนี้ยังพบว่า การปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค สามารถจะประหยัดแรงงานในการเตรียมพื้นที่เพาะปลูก สามารถปลูกได้ทุกฤดูกาล ปริมาณการใช้น้ำรวมการระเหยก็น้อยกว่าการปลูกโดยวิธีอื่น

Thesis Title The Evapotranspiration Rate of Hydroponic Plants.

Name Mr. Chalermsak Namchiengtai

Thesis Advisor Associate Professor Thamrong Prempridi

Department Civil Engineering

Academic Year 1981

ABSTRACT

The purpose of this research is to study the rate of evapotranspiration of chilli plants which were grown by a hydroponic method as compared to those grown under other convention methods and to compare the evapotranspiration rate of chilli plants with that calculated from meteological data, and to study how to grow them by hydroponic method.

Chilli plants were grown in different kinds of nutrient solutions and growing materials. The growth of chilli planted by hydroponic methods was studied in details in a small plot at the south site of Sala Pra Kcaw, Chulalongkorn University campus from November 4, 1980 to February 27, 1981.

Planting equipments consisted of cans which were 10 centimeters in diameter and 15 centimeters in height, enameled with paint and fashioned with holes at the bottom. These holes were connected to the nutrient solution tubes by a PVC pipe to avoid the chemical in the nutrient solution attacking the pipe. The planting materials were broken bricks, ranging in size from 1/4" - 5/8". These bricks were cleaned, dried and then soaked in nutrient solution until they were saturated.

The 25 days old chilli plants were replanted in these cans The nutrient solution passed from the first plant through the growing medium to the other plants The elevation of the nutrient solution was kept at 3/4 of the root zone. The nutrient solutions were changed every ten days.

According to this study, it was found that the evapotranspiration rate of the chilli plants which had been grown by a hydroponic method for 84 days from the beginning until the chilli was dry, required an average of 4556 C.C (cubic centimeters) of water per plant with a transpiration ratio of 1.72, as compared to chilli plants watered by drip irrigation which needed 17,439 C.C of water per plant with a transpiration ratio of 1.69.

Other advantages of growing plants by hydroponics were labor costs saving ; needing less space and that it can be planted at any time of the year. The evapotranspiration rate was less than that grown by other methods.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี เพราะได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ชำรง เปรมปรีดิ์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ทำวิทยานิพนธ์รู้สึกสำนึกในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้ทำวิทยานิพนธ์ ขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร.นิวัตต์ คารานันท์ รองศาสตราจารย์ จักรี จัตุทะศรี รองศาสตราจารย์ วรุณ คุณวาสี ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยพันธ์ รักวิจัย ที่กรุณาให้คำปรึกษาตลอดจนแนะนำแนวทางในการศึกษาทดลอง วิเคราะห์ผลอันเป็นประโยชน์ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้มอบทุนสำหรับทำวิทยานิพนธ์นี้

ท้ายที่สุดนี้ ความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายอันพึงได้รับจากวิทยานิพนธ์ ขอมอบให้แก่บิดา มารดา และครู – อาจารย์ ที่ได้ให้การศึกษาอบรมแก่ผู้วิจัย

เฉลิมศักดิ์ นามเชียงใต้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
รายการตารางประกอบ ..... ฌ
รายการรูปประกอบ ..... ฐ

บทที่

๑. บทนำ ๑
๑.๑ ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ๑
๑.๒ รายงานเอกสารการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค ๓
๑.๓ รายงานเอกสารการให้น้ำแบบหยดน้ำ ๑๒
๑.๔ วัตถุประสงค์และขอบข่ายการวิจัย ๑๕
๑.๕ ประโยชน์ที่ได้จากการวิจัย ๑๖
๑.๖ วิธีดำเนินการวิจัย ๑๖
๒. ทฤษฎีที่นำมาใช้เพื่อการศึกษา ๑๘
๒.๑ การดูดน้ำของพืช ๑๘
๒.๒ การใช้น้ำของพืช ๒๐
๒.๓ การหาปริมาณการใช้น้ำของพืช ๒๒
๓. การศึกษาจากแปลงทดลอง ๓๑
๓.๑ ลักษณะของเครื่องมือทดลอง ๓๑
๓.๒ พันธุ์พริกที่นำมาปลูก ๓๑
๓.๓ การเพาะกล้า ๓๒

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

๓.๔ การเตรียมแปลง ๓๒

๔. ผลที่ได้จากการศึกษา ๓๗

๔.๑ ผลจากการทดลองจากแปลงเพาะปลูก ๓๗

๔.๒ การคำนวนปริมาณการใช้น้ำของพืช จากข้อมูลทางภูมิอากาศ ๓๗

๔.๓ อัตราส่วนการคายน้ำ ๓๘

๔.๔ การใช้น้ำของพืช – กับการระเหยจากถาดวัดการระเหย ๓๘

๕. วิจารณ์ผลการวิจัย ๔๔

๖. สรุปและข้อเสนอแนะ ๔๖

๖.๑ สรุปผลการศึกษา ๔๖

๖.๒ ข้อเสนอแนะทั่วไป ๔๖

บรรณานุกรม ๔๘

ภาคผนวก ๕๓

ประวัติการศึกษาของผู้วิจัย ๑๑๒

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

ก.๑ สถิติของการใช้น้ำของพริกที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิค ๓๐ ต้น ๕๔
(๕ ธค. ๒๓ – ๒๗ กพ. ๒๔)

ก.๒ ปริมาณน้ำที่ใช้รวมการระเหยของพริกที่ปลูกโดยวิธีน้ำหยด ๕๕
(๖ ธค. ๒๓ – ๒๗ กพ. ๒๔)

ก.๓ การวัด pH ของสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการปลูกพริกโดยวิธี ๖๔
ไฮโดรโพนิค

ก.๔ การเจริญเติบโตของต้นพริก ๖๕

ก.๕ แสดงการเปรียบเทียบค่าใช้น้ำของพืชได้จากการคำนวณ ๖๖

ก.๖ ผลการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธี C.W. Thornthwaite. (๑๙๔๘) ๖๗

ก.๗ ผลการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธี Blaney Cridle, (๑๙๖๔) ๖๘

ก.๘ ผลการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธี Penman. (๑๙๔๘) ๖๙

ก.๙ ผลการคำนวณปริมาณการใช้น้ำของพืชโดยวิธี Makkink. (๑๙๕๗) ๗๑

ก.๑๐ การวัดน้ำระเหย ด้วยเครื่องแบบถาด US Weather Bureau ๗๒
Class A. บริเวณแปลงเพาะปลูก

ก.๑๑ อัตราส่วนการคายน้ำและประสิทธิภาพการคายน้ำของต้นพริก ๗๔

ก.๑๒ ปริมาณน้ำที่ใช้ และน้ำหนักแห้งของต้นพริก ๗๕

ข.๑ การวัดการระเหยจากสถานีตรวจวัดที่กรุงเทพฯ ๗๗

ข.๒ รายงานแสงเงินแสงทองที่ ๑๓° ๑๔ 'N จากกรมอุตุนิยมวิทยา ๗๙

ข.๓ Mean Monthly Temperature. (°C) ๘๑

ข.๔ Monthly Mean Relative Humidity. ๘๑

ข.๕ ปริมาณเมฆวัดแบบอ็อคต้า ๘๑

ข.๖ Wind Velocity. ๑๙๕๑ – ๑๙๗๖ ๘๒

ข.๗ Total Duration of Sunshine. ๘๒

ตารางที่		หน้า
ข.๘	Total Radiation Sun+ Sky T (cal/cm^4)	๘๒
ข.๙	Mean Possible Duration of Sunlight in the Northern Hemisphere	๘๓
ข.๑๐	Monthly percentage of daytime of the year for Lat.0-55^{o}N	๘๖
ค.๑	ตัวอย่างผสมสารละลายธาตุอาหาร	๙๐
ค.๒	จำนวนที่เฉลี่ยที่พืชคายน้ำออกตอตน	๙๒
ค.๓	อัตราส่วนการคายน้ำ	๙๓
ค.๔	แสดงอัตราส่วนการคายน้ำและประสิทธิภาพการคายน้ำ	๙๔
ค.๕	ค่า pH ที่เหมาะสมต่อพืชบางชนิด	๙๕
ค.๖	ค่า $\frac{\Delta}{\Delta + \gamma}$ และค่า $\frac{\gamma}{\Delta + \gamma}$	๙๖
ค.๘	Saturation Vapor Pressure (C_a)	๙๙
ค.๙	ค่า C_A = Solar Radiation at Top of Atmesphere	๑๐๒
ค.๑๐	Value of i = $(\frac{I}{S})^{1.514}$	๑๐๓

รายการภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
๑.๑	อุปกรณ์ทดลองการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิคโดย **Sachs** และ **Knop**	๕
๑.๒	อุปกรณ์ทดลองไฮโดรโพนิคครั้งแรกของ **Dr. Gerich**	๕
๑.๓	การปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิคที่ทำเป็นอุตสาหกรรม	๘
๑.๔	ภาชนะต่างๆที่ใช้สำหรับปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิค	๙
๑.๕	ลักษณะของหัวปล่อยน้ำแบบต่าง ๆ ที่สามารถปรับอัตราการไหลได้ง่าย ๆ	๑๔
๒.๑	เซลของใบแสดงรูของปากใบ	๑๙
๒.๒	เซลที่ผิวของรากแสดงรากขน	๑๙
๓.๑	แปลงปลูกพริกโดยวิธีไฮโดรโพนิค	๓๓
๓.๒	แปลงปลูกพริกโดยวิธีหยดน้ำ	๓๓
๓.๓	ถังบรรจุน้ำและสารละลายธาตุอาหาร	๓๔
๓.๔	กระป๋องบรรจุเครื่องปลูก	๓๔
๔.๑	อัตราการใช้น้ำของพืชคำนวณจาก ๔ วิธี	๓๙
๔.๒	แปลงทดลองปลูกพริกโดยวิธีไฮโดรโพนิคอายุ ๓๐ วัน	๔๐
๔.๓	พริกที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิคอายุ ๕๐ วัน	๔๐
๔.๔	การเตรียมแปลงปลูกพริก โดยวิธีไฮโดรโพนิคและวิธีน้ำหยด	๔๑
๔.๕	เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นพริกที่ปลูกทั้งสองวิธี	๔๑
๔.๖	พริกที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโพนิคเจริญเต็มที่	๔๒
๔.๗	พริกที่ปลูกโดยวิธีน้ำหยดเจริญเต็มที่	๔๒
๔.๘	การใช้เครื่องปลูกแบบต่าง ๆ โดยวิธีไฮโดรโพนิค	๔๓
ง.๑	การปลูกกุหลาบโดยใช้ **Compress air** ที่สถานีทดลองเกษตร มหาวิทยาลัย **Ohio**	๑๐๖
ง.๒	แสดงการเจริญเติบโตของ **Cucumbers**	๑๐๖
ง.๓	แสดงอุปกรณ์ปลูกไฮโดรโพนิคแบบ **Modulerpoic Farming System**	๑๐๗

รูปที่		หน้า
ง.๔	แสดงอุปกรณ์ปลูกไฮโดรโพนิคแบบ Aggregate culture	๑๐๗
ง.๕	ไฮโดรโพนิคระบบ Bengal System	๑๐๘
ง.๖	แสดงอุปกรณ์การปลูกและส่งน้ำโดยใช้แรงดึงดูดของโลกที่สถานีทดลองของ Geo.J.Ball, Inc.USA	๑๐๘
ง.๗	Experimental hydroponic unit from New Jersey Agricultural Experiment Station	๑๐๙
ง.๘	แสดงการเตรียมแปลงเพาะปลูกและการหมุนเวียนสารละลายธาตุอาหาร	๑๑๐
ง.๙	เตรียมแปลงปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิคแบบ Lago unit	๑๑๑
ง.๑๐	แสดงอุปกรณ์การปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโพนิคที่สถานีทดลองเกษตร Purdue University	๑๑๑
จ.๑	เครื่องวัดการระเหยแบบ Sunken Pan	๑๑๓
จ.๒	เครื่องวัดการระเหยแบบ US Weather Bureau Class A.	๑๑๓
จ.๓	ขอวัดระดับน้ำ Micrometer hook gauge	๑๑๔
จ.๔	เครื่องวัดน้ำฝนแบบแก้วตวง	๑๑๔