

NGHIÊN CỨU CHẾ ĐỘ TƯỚI NHỎ GIỌT THÍCH HỢP CHO CÂY CÀ CHUA

RESEARCH ON SUITABLE DRIP IRRIGATION SCHEDULE FOR TOMATO

ThS. Trần Thái Hùng

TÓM TẮT

Tưới nhỏ giọt là một dạng cơ bản của tưới tiết kiệm nước. Các nghiên cứu về chế độ tưới nhỏ giọt trước đây đã không chú ý nhiều tới việc nghiên cứu và tính toán chi tiết về chế độ tưới thích hợp như chu kỳ tưới và lượng nước tưới hợp lý theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây.

Thực nghiệm nghiên cứu chế độ tưới nhỏ thích hợp cho cà chua được thực hiện tại khu tưới tiết kiệm nước, Đại học Hồ Hải, Thành phố Nam Kinh, Trung Quốc từ tháng 2 đến tháng 7 - 2007 đã góp phần đánh giá hiệu quả của kỹ thuật tưới nhỏ giọt đối với việc sử dụng nước, sự phát triển và tăng năng suất cây trồng, đặc biệt là để thiết lập chế độ nhỏ giọt thích hợp cho cây cà chua theo các giai đoạn sinh trưởng.

ABSTRACT

Drip Irrigation Technique is a basic form of Water Saving Irrigation. Previous researches of drip irrigation technique were not paid more attentions in detailed calculating and researching on suitable schedule as appropriate drip irrigation frequency and water amount by each growing stage.

The experimental research on suitable drip irrigation schedule for tomato was carried out in the Water Saving Park of Ho Hai University, Nanjing City, China from February to July, 2007 to contribute in assessing effect of drip irrigation technique for water utilization issue, crop development and productivity, especially to find suitable drip irrigation schedule for tomato by growing stages.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Kỹ thuật tưới tiết kiệm nước là kỹ thuật cung cấp nước hiệu quả, góp phần nâng cao năng suất và chất lượng cây trồng một cách đáng kể. Kỹ thuật tưới nhỏ giọt là một dạng cơ bản của tưới tiết kiệm nước mà khu vực rễ cây trồng được cung cấp nước trực tiếp và liên tục dưới dạng các giọt nước từ thiết bị tạo giọt đặt trên mặt đất. Việc thực hiện tưới nhỏ giọt phụ thuộc rất ít vào các yếu tố tự nhiên

như địa hình dốc và chia cắt, thành phần và cấu trúc đất, nhiệt độ và đặc biệt là không bị tác động bởi gió như tưới phun mưa. Hiện nay, yêu cầu phát triển công nghệ tưới tiết kiệm nước là rất cần thiết, nó mang lại hiệu quả kinh tế cao và mở ra triển vọng rất lớn đối với việc phát triển cây công nghiệp, cây ăn quả, rau màu và các loại cây có giá trị kinh tế cao.

Các nghiên cứu trước đây về kỹ thuật tưới nhỏ giọt đã không chú ý nhiều tới việc nghiên cứu và tính toán chi tiết về chế độ tưới thích hợp như chu kỳ tưới và lượng nước tưới hợp lý theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây. Vì thế nghiên cứu này được thực hiện nhằm thỏa mãn những vấn đề còn tồn tại trên, với việc tính toán lượng nước tưới dựa trên cơ sở kết hợp giữa bốc thoát hơi nước cây trồng (được tính toán từ kết quả đo đạc bốc thoát hơi nước hàng ngày) và hình thái bên ngoài theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây cà chua.

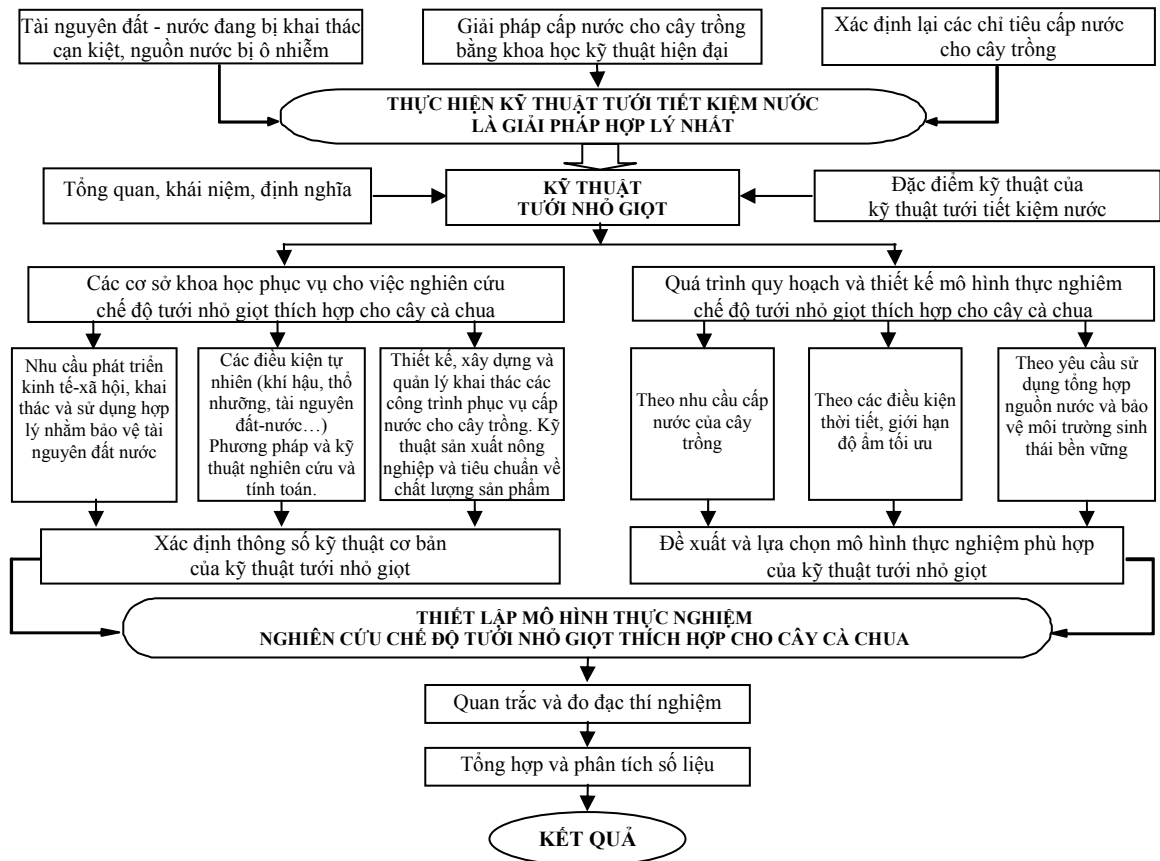
II. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

II.1. Mục tiêu nghiên cứu

- (1) Phân tích và đánh giá ảnh hưởng tích cực của kỹ thuật tưới nhỏ giọt đối với sự phát triển, năng suất và chất lượng của cây cà chua. Xác định năng suất và sự phát triển tốt nhất cũng như hiệu quả sử dụng nước.
- (2) Phân tích và xác định chế độ tưới nhỏ giọt thích hợp cho cây cà chua bao gồm: chu kỳ tưới và lượng nước tưới theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây.
- (3) Phân tích và đánh giá những tiền bộ của kỹ thuật tưới nhỏ giọt cũng như sự hạn chế cần được khắc phục đối với phát triển sản xuất nông nghiệp.

II.2. Phương pháp nghiên cứu

Tiếp cận thực tiễn một cách hệ thống, toàn diện và tổng hợp, kết hợp với việc kế thừa khoa học kỹ thuật hiện đại, các phương pháp quản lý tài nguyên nước và đa mục tiêu các mô hình khai thác sử dụng hiệu quả nguồn nước để phát triển kinh tế xã hội và bảo vệ môi trường bền vững. Kỹ thuật nghiên cứu sử dụng máy móc, thiết bị thiết lập mô hình thực nghiệm, đo đạc, lưu giữ và phân tích dữ liệu ngoài hiện trường và trong phòng thí nghiệm, tính toán nhu cầu nước tưới cho cây trồng.



Hình 1: Sơ đồ logic cách tiếp cận phương pháp và kỹ thuật nghiên cứu

II.3. Mô tả hiện trường thực nghiệm

Mô hình thực nghiệm được thực hiện tại khu tưới tiết kiệm nước, Đại học Hồ Hải, thành phố Nam Kinh, Trung Quốc từ tháng 2 đến tháng 7 năm 2007. Khu vực này thuộc phía bắc vùng khí hậu cận nhiệt đới gió mùa, có 4 mùa rõ ràng. Nhiệt độ trung bình năm là 16°C; thời gian nắng từ 6h30 tới 17h30; số ngày mưa hàng năm khoảng 117 ngày, tổng lượng mưa năm trung bình là 1.106mm; độ ẩm không khí trung bình lớn nhất 81%.

Đất có cấu trúc thuộc loại đất chặt và nặng, màu hơi vàng và sáng. Khi đất khô, trên bề mặt đất xuất hiện nhiều vết nứt.

Bảng 1: Đặc tính của tầng đất từ 0 – 0,3m

Hạng mục	Đặc tính	Hạng mục	Đặc tính
Loại đất	Đất thịt pha sét	Độ ẩm tối đa đồng ruộng (%)	25,8
Dung trọng lớn nhất (g/cm ³)	1,35	pH	6,4

II.4. Thiết kế và xây dựng mô hình thực nghiệm

Trên cơ sở đặc điểm thời tiết, loại đất, loại cây trồng, thiết bị và phương pháp tưới, mô hình thực nghiệm được thiết kế và thiết lập với 3 chu kỳ và 3 mức tưới khác nhau, do vậy có 9 lô thực nghiệm và 1 lô dùng để so sánh đối chứng. Đối với lô đối chứng, lượng nước tưới được tính toán và tưới theo phương pháp tưới cổ truyền với chu kỳ 4 ngày.

Bảng 2: Thiết kế thực nghiệm của chế độ tưới nhỏ giọt cho cây cà chua

Chu kỳ tưới Mức nước tưới	A (2 ngày)	B (3 ngày)	C (4 ngày)	Tưới cổ truyền (4 ngày)
a (Nhiều nước: 1,2Dirr)	Lô 1 - Aa	Lô 4 - Ba	Lô 7 - Ca	Lô 10 - CT
b (Trung bình: 1,0Dirr)	Lô 2 - Ab	Lô 5 - Bb	Lô 8 - Cb	
c (Ít nước: 0,8Dirr)	Lô 3 - Ac	Lô 6 - Bc	Lô 9 - Cc	

Lô thí nghiệm có kích thước: chiều dài 6,0m, chiều rộng 1,0m; kích thước lối đi giữa 2 luống có chiều rộng 0,3m và độ sâu 0,2m tính từ mặt luống. Bề mặt luống được thiết lập với cùng một cao độ. Đường kính ống chính 25mm, ống nhánh 15mm. Mỗi ống nhánh có 16 vòi nhỏ giọt được đặt sát với gốc cây, khoảng cách giữa các vòi là 0,4m.

Sử dụng giống cà chua Beidousan-F1 cho mô hình thực nghiệm. Thời gian gieo: 25-2-2007, trồng vào lô: 27-3-2007. Trong mỗi lô có 2 hàng cà chua với 16 cây/hàng và được chia thành 3 phần; mỗi phần chọn 3 cây để quan trắc và đo đạc.

II.5. Tính toán nhu cầu nước tưới cho cây cà chua

Nhu cầu nước tưới cho cây trồng được tính toán theo phương pháp Penman từ kết quả đo đạc bốc thoát hơi nước hàng ngày. Thiết lập hệ số nhu cầu nước (Tg) được theo từng giai đoạn sinh trưởng và hình thái bên ngoài của cây trồng.

Bốc thoát hơi nước mặt ruộng được tính toán như sau:

$$ET = ET_{pan} * K_{pan} \quad (mm) \quad (2.1)$$

Bốc thoát hơi nước mặt lá được tính toán vào thời điểm cực đại:

$$ET_o = (0,1 + \frac{S}{100}) * ET \quad (mm) \quad (2.2)$$

Nhu cầu nước tính toán cho cây cà chua theo kỹ thuật tưới nhỏ giọt:

$$Dirr = T_g * ET_o \quad (mm) \quad (2.3)$$

Lượng nước để không chế tưới cho từng lô thực nghiệm:

$$W(i) = m(i) * Dirr \quad (\text{mm}) \quad (2.4)$$

Trong đó:

ETpan: Bốc thoát hơi nước hàng ngày tại thiết bị đo đạc (mm).

Kpan: Hệ số Penman.

S: Tỷ lệ hình chiếu thẳng đứng của tán lá cây trên mặt đất trên mặt đất tại thời điểm cực đại (%).

Tg: Hệ số nhu cầu nước theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây.

m(i) : Hệ số thiết lập mức nước tưới.

m₁ = 1,2 (nhiều nước); m₂ = 1,0 (trung bình); m₃ = 0,8 (ít nước).

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

III.1. Lượng nước tưới cho cây trồng trong mùa vụ

Tổng lượng nước tưới cho cây trồng toàn mùa vụ thể hiện trong bảng 3 và hình 3. Từ kết quả thực nghiệm dễ dàng nhận thấy tổng lượng nước tưới của kỹ thuật tưới nhỏ giọt của từng lô (từ lô 1 đến lô 9) đều thấp hơn tổng lượng nước tưới của phương pháp tưới cổ truyền (lô 10). Cụ thể như sau:

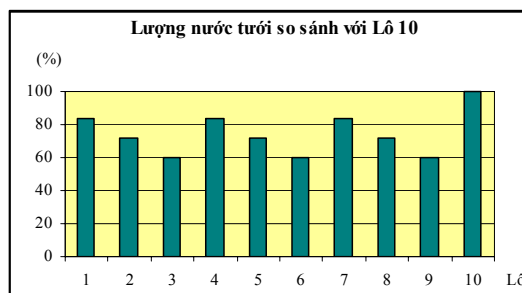
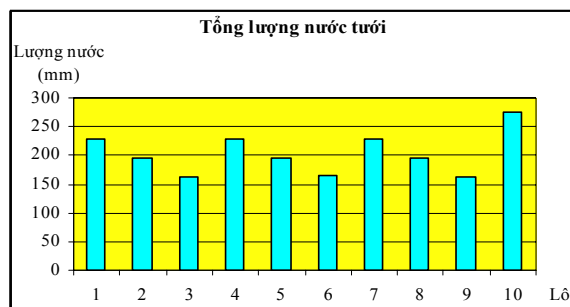
- **Mức tưới nhiều nước:** Lượng nước tưới so sánh với Lô 10 (100%) của lô 1 bằng 83,37% (tiết kiệm 45,616mm), lô 4 bằng 83,55% (tiết kiệm 45,136mm) và lô 7 bằng 83,42% (tiết kiệm 45,472mm).

- **Mức tưới trung bình:** Lượng nước tưới so sánh với Lô 10 (100%) của lô 2 bằng 71,50% (tiết kiệm 78,180mm), Lô 5 bằng 71,65% (tiết kiệm 77,780mm) và lô 8 bằng 71,55% (tiết kiệm 78,060mm).

- **Mức tưới ít nước:** Lượng nước tưới so sánh với Lô 10 (100%) của lô 3 bằng 59,63% (tiết kiệm 110,744mm), Lô 6 bằng 59,75% (tiết kiệm 110,424mm) và lô 9 bằng 59,67% (tiết kiệm 110,684mm).

Bảng 3: Tổng lượng nước tưới trong toàn mùa vụ

Chu kỳ tưới	2 ngày			3 ngày			4 ngày			Lô 10 (4 ngày)
	Lô 1	Lô 2	Lô 3	Lô 4	Lô 5	Lô 6	Lô 7	Lô 8	Lô 9	
Tổng lượng nước tưới (mm)	228,717	196,153	163,589	229,197	196,553	163,909	228,861	196,273	163,685	274,333
So sánh với lô 10 (%)	83,37	71,50	59,63	83,55	71,65	59,75	83,42	71,55	59,67	100



Hình 3: Tổng lượng nước tưới toàn mùa vụ của từng lô và tỷ lệ so sánh với Lô 10

III.2. Hiệu quả của kỹ thuật tưới nhỏ giọt đối với sự phát triển và năng suất cà chua

III.2.1. Các chỉ số cây trồng

Từ kết quả quan trắc, đo đạc các chỉ số cây trồng cho thấy: sự khác biệt giữa các lô thực nghiệm bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt (từ lô 1 đến lô 9) là không nhiều nhưng rất rõ ràng khi so sánh với lô 10. Quá trình phát triển của chiều cao, kích thước tán lá, độ dày của lá cây, đường kính thân cây, sự ra hoa và đậu quả... của 9 lô thực nghiệm diễn ra nhanh, đều và tập trung hơn lô 10. Thứ tự sắp xếp về sự phát triển của cây cà chua giữa các lô như sau:

$$\text{Lô 2, 3 và 5} > \text{Lô 1, 4 và 6} > \text{Lô 7, 8 và 9} > \text{Lô 10}$$

III.2.2. Năng suất cây trồng

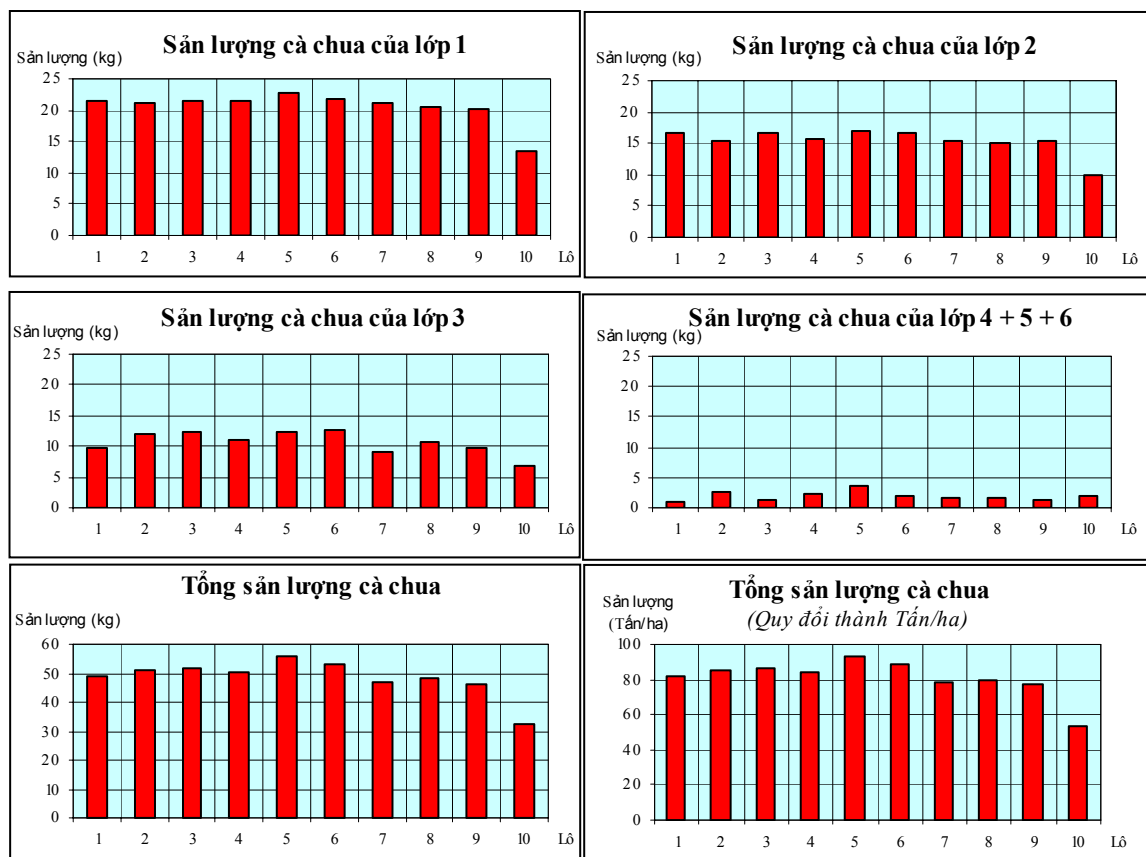
Kết quả thực nghiệm cho thấy ở 3 lớp quả thứ nhất, trọng lượng quả từ 100g đến 300g của lô 2, 3, 4, 5 và 6 đều và nhiều hơn các lô khác. Trọng lượng quả trên 300g chủ yếu ở lô 3, 5, 6 và 8. Tại 9 lô thực nghiệm bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt, không có quả cà chua nào có trọng lượng dưới 50g, nhưng ở lô 10 có 14% quả nặng dưới 50g.

Sản lượng của từng lớp quả cũng khá khác nhau. Tổng sản lượng của lớp 1 đạt cao nhất, tiếp theo là lớp 2 và lớp 3. Tổng sản lượng của cả 3 lớp 4+5+6 là thấp nhất.

Lô 5 có sản lượng cao nhất, thứ hai là lô 6, tiếp theo là lô 3 và thấp nhất là lô 10.

Bảng 4: Tổng sản lượng cà chua toàn vụ mùa

Lớp quả	Lô 1	Lô 2	Lô 3	Lô 4	Lô 5	Lô 6	Lô 7	Lô 8	Lô 9	Lô 10
Lớp 1 (kg)	21.607	21.022	21.595	21.333	22.839	21.716	21.149	20.434	20.044	13.309
Lớp 2 (kg)	16.726	15.278	16.612	15.576	17.064	16.716	15.239	15.208	15.229	9.950
Lớp 3 (kg)	9.820	12.060	12.371	11.093	12.222	12.511	9.115	10.788	9.859	6.810
Lớp 4 + 5 + 6 (kg)	1.129	2.526	1.459	2.149	3.478	1.950	1.689	1.588	1.322	2.137
Tổng sản lượng trong mô hình (kg)	49.282	50.886	52.037	50.151	55.603	52.893	47.192	48.018	46.454	32.206
Tổng sản lượng quy đổi thành tấn/ha	82.137	84.810	86.728	83.585	92.672	88.155	78.653	80.030	77.423	53.677



Hình 4: Tổng sản lượng cà chua toàn vụ mùa

So sánh giữa tổng sản lượng và lượng nước tưới giữa các lô, kết quả chỉ ra rằng:

* *Cùng chu kỳ tưới*: Với chu kỳ 2 ngày, mức nước tưới thấp hơn sẽ cho sản lượng cao hơn. Với chu kỳ 3 ngày, sản lượng của lô 5 (mức nước tưới trung bình) là cao nhất, tiếp theo là lô 6 (mức nước tưới thấp) và cuối cùng là lô 4 (mức nước tưới nhiều). Với chu kỳ 4 ngày, sản lượng của lô 8 (mức nước tưới trung bình) là cao nhất, kế đến là lô 7 (mức nước tưới cao) và sản lượng thấp nhất là lô 9 (mức nước tưới thấp). Sản lượng của lô 9 được hiểu rằng với mức nước tưới thấp và chu kỳ tưới dài sẽ làm cho cây trồng thiếu nước để phát triển và đạt năng suất thấp.

* *Cùng mức nước tưới*: Lượng nước tưới của các lô trong từng nhóm riêng khá đều nhau nhưng tổng sản lượng của từng lô lại rất khác nhau. Sản lượng của chu kỳ 3 ngày là lớn nhất (lô 4, 5 và 6), thứ 2 là chu kỳ 2 ngày (lô 1, 2 và 3) và thấp nhất là chu kỳ 4 ngày (lô 7, 8 và 9).

Vì vậy, với mức nước tưới trung bình kết hợp với chu kỳ tưới trung bình và ngắn ngày thì hiệu quả của sự tiết kiệm nước và tăng sản lượng cây trồng là rất rõ ràng. Thứ tự sắp xếp tổng sản lượng giữa các lô như sau:

Lô 5 > Lô 6 > Lô 3 > Lô 2 > Lô 4 > Lô 1 > Lô 8 > Lô 7 > Lô 9 > Lô 10



Hình 5: Mô hình thực nghiệm giai đoạn quả bắt đầu chín

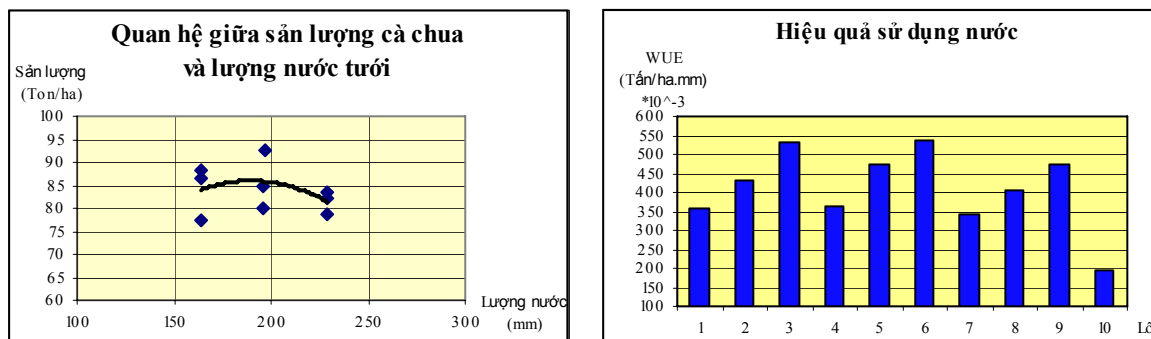
III.3. Các hàm số liên quan đến sản phẩm cây trồng

III.3.1. Hàm số quan hệ giữa lượng nước tưới và sản lượng cà chua

Mối quan hệ giữa lượng nước tưới và sản lượng cà chua được trình bày với 9 lô thực nghiệm được tưới bởi kỹ thuật tưới nhỏ giọt. Đây là đường Parabolic:

$$Y = -0,0029X^2 + 1,0894X - 17,174 \quad (3.1)$$

Đồ thị của phương trình (3.1) có bề lồi quay lên trên, với hệ số hồi quy $R^2 = 0,151$. Đồ thị chỉ ra rằng sản lượng cà chua tăng lên từ mức nước tưới thấp tới mức tưới trung bình và đạt cực đại tại $X = 187,828$. Sau đó giảm xuống phía mức nước cao, điều này có thể do tác động của sự dư thừa nước. Điểm cực đại của đồ thị nằm trong đoạn có mức nước tưới từ thấp tới trung bình.



Hình 6: Các hàm sản phẩm cây trồng

III.3.2. Hiệu quả sử dụng nước (Water Use Efficiency WUE)

Hiệu quả sử dụng nước rất hữu ích và quan trọng để góp phần xác định chế độ tưới thích hợp nhất cho cây trồng, so sánh các phương pháp tưới và việc

tiết kiệm nước của toàn hệ thống tưới. Hiệu quả sử dụng nước được tính toán cho tất cả các lô như sau:

$$WUE = Y_i/I_i \quad (3.2)$$

Trong đó: WUE : Hiệu quả sử dụng nước (tấn/ha.mm).

Y_i : Sản lượng của Lô thứ i (tấn/ha).

I_i : Lượng nước tưới cho lô thứ i (mm).

Kết quả trong bảng 5 và hình 6 cho thấy mức nước tưới thấp hơn thì hiệu quả sử dụng nước cao hơn (lô 3, 6 và 9) và ngược lại, mức nước tưới cao hơn thì hiệu quả sử dụng nước thấp, mức nước tưới trung bình thì hiệu quả sử dụng nước trung bình (lô 2, 5 và 8). Lô 10 có sản lượng cây trồng và hiệu quả sử dụng nước thấp nhất. Đây chính là ưu điểm của kỹ thuật tưới nhỏ giọt trong việc so với phương pháp tưới cổ truyền.

Bảng 5: Hiệu quả sử dụng nước

Hạng mục	Lô 1	Lô 2	Lô 3	Lô 4	Lô 5	Lô 6	Lô 7	Lô 8	Lô 9	Lô 10
Lượng nước tưới (mm)	228,717	196,153	163,589	229,197	196,553	163,909	228,861	196,273	163,685	274,333
Tổng sản lượng (Tấn/ha)	82,137	84,810	86,728	83,585	92,672	88,155	78,653	80,030	77,423	53,677
WUE (Tấn/ha.mm)*10 ³	359	432	530	365	471	538	344	408	473	196

III.4. Chế độ tưới nhỏ giọt cho cây cà chua

Những phân tích về hiệu quả của kỹ thuật tưới nhỏ giọt, lượng nước tưới đối với sự phát triển và năng suất cây trồng, kết hợp với sự phân tích về các hàm liên quan đến sản phẩm thu hoạch và nhu cầu nước tưới theo các giai đoạn sinh trưởng của cây cà chua đã chỉ ra rằng cây cà chua trong lô 5 (mức nước tưới trung bình với chu kỳ tưới 3 ngày) phát triển tốt nhất và đạt năng suất cao nhất, mặc dù hiệu quả sử dụng nước ở mức thứ 4. Một lý do khác nữa, đó là với chu kỳ tưới 3 ngày, rễ cây có thể hấp thụ nhiều ô xy hơn từ không khí, điều này rất quan trọng đối với sự phát triển và tăng năng suất cây trồng.

Vì thế, kết quả thiết kế và phân tích thực nghiệm tưới của lô 5 được lựa chọn để thiết lập chế độ tưới cho cây cà chua bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt. Cụ thể như sau:

(1) Tổng thời gian sinh trưởng của cà chua khoảng 5 tháng.

(2) Mức nước tưới nhỏ giọt cho cây trồng là mức trung bình (1,0Dirr).

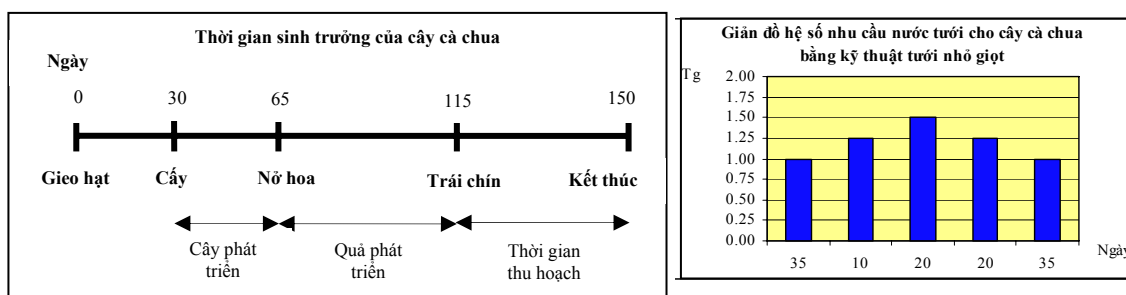
(3) Lượng nước tưới nhỏ giọt (Dirr) được tính toán từ kết quả bốc thoát

hơi nước mặt lá cây hàng ngày (ET_o) và hệ số nhu cầu nước tưới theo từng giai đoạn sinh trưởng của cây cà chua (T_g).

(4) Chu kỳ tưới là 3 ngày.

Bảng 6: Hệ số nhu cầu nước tưới của cây cà chua theo từng giai đoạn sinh trưởng

Giai đoạn sinh trưởng	Gieo hạt và chăm sóc cây giống	Cây cà chua phát triển	Hoa và quả phát triển			Thu hoạch
			10	20	20	
Số ngày	30	35	10	20	20	35
Hệ số nhu cầu nước tưới (T _g)	-	1,00	1,25	1,50	1,25	1,00



Hình 7: Các giai đoạn sinh trưởng và giản đồ hệ số nhu cầu nước tưới cho cây cà chua bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Quá trình phát triển của cây cà chua và thời gian thu hoạch sản phẩm ở 9 lô thực nghiệm tưới bằng kỹ thuật tưới nhỏ giọt nhanh và tập trung hơn so với lô đối chứng được tưới bằng kỹ thuật tưới cổ truyền.

Sản lượng cà chua trong các lô có mức nước tưới thấp và trung bình đạt cao hơn các lô có mức nước tưới cao. Sản lượng tại các lô có chu kỳ tưới trung bình và ngắn ngày kết hợp với mức nước tưới thấp đạt cao hơn các lô có chu kỳ tưới dài ngày. Các lô có mức nước tưới thấp hơn sẽ cho hiệu quả sử dụng nước cao hơn và ngược lại. Mức nước tưới trung bình và thấp kết hợp với chu kỳ tưới ngắn ngày mang lại sản lượng cây trồng và hiệu quả sử dụng nước cao. Mặc dù mức nước tưới thấp kết hợp với chu kỳ tưới dài ngày có hiệu quả sử dụng nước cao nhưng sản lượng cây trồng thấp và cây cà chua luôn bị thiếu nước trong quá trình phát triển. Cà chua ở lô 5 với mức nước tưới trung bình và chu kỳ tưới 3 ngày phát triển tốt và đạt sản lượng cao nhất. Cà chua ở lô 10 dùng kỹ thuật tưới cổ truyền có sản lượng và hiệu quả sử dụng nước thấp nhất.

Kỹ thuật tưới nhỏ giọt tiết kiệm rất nhiều nước tưới so với kỹ thuật tưới cổ truyền, đồng thời đảm bảo sự phân bố độ ẩm trong lớp đất canh tác đều nhau

(trong khu vực hoạt động của bộ rễ), tạo điều kiện tốt về không khí, nhiệt độ, độ ẩm giúp cây trồng tăng khả năng trao đổi chất và quang hợp. Không làm xói mòn hoặc đóng váng trên bề mặt đất, không nén chặt hoặc phá vỡ cấu trúc đất. Đây thật sự là ưu điểm của kỹ thuật tưới nhỏ giọt so với kỹ thuật tưới cổ truyền.

Chế độ tưới nhỏ giọt cho cây cà chua được thiết lập trên cơ sở kết quả phân tích thực nghiệm và thiết kế tưới đối với mức nước tưới trung bình và chu kỳ tưới 3 ngày. Kết quả này rất thích hợp cho cây cà chua phát triển và đạt năng suất cao, hơn nữa nó sẽ được sử dụng để phát triển sản xuất nông nghiệp một cách hiệu quả.

Nghiên cứu chuyên sâu cần thực hiện với dự báo ngắn ngày về các điều kiện tự nhiên như nắng, mưa, gió, nhiệt độ, độ ẩm không khí... để tính toán lượng nước tưới và tìm ra tác động của các yếu tố khí hậu thực tế đến sự phát triển của cây cà chua.

Cần nghiên cứu chế độ tưới theo các điều kiện khác nhau về các lớp đất không đồng nhất theo độ sâu, địa hình không bằng phẳng, mực nước ngầm thay đổi và có ảnh hưởng tới cây trồng để ứng dụng trong thực tiễn sản xuất một cách hiệu quả.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **FAO.** *Local Economic Irrigation Report.* 1995.
2. **Dan Goldberg, Baruch Gornat, Daniel Rimon.** *Drip Irrigation Principles, design and agricultural practices.* Isreael, 1976.
3. **NETAFIM.** *Irrigation System and Low Volume Irrigation Systems.* Israel, 1994.
4. **Richard H.Cuerca.** *Irrigation System Design An Engineering Approach.* 1989. New Jersey 07632.
5. **Chinese Hydraulics Ministry.** *Water saving irrigation.* Agricultural Press, 1998.
6. **Lê Sâm.** *Kỹ thuật tưới tiết kiệm nước.* Nhà xuất bản Nông nghiệp, 2002.
7. **Bùi Hiếu.** *Công nghệ tưới hiện đại tiết kiệm nước cho cây trồng vùng đồi núi.* “Báo cáo khoa học tại hội nghị thủy lợi các tỉnh miền núi phía Bắc, Quảng Ninh”, 1996.
8. **American Society of Agricultural Engineers.** *Irrigation Scheduling for water & energy conservation in the 80's.* The Palmer House Chicago, Illinois, 1981.
9. British tomato growers' association technical committee. *Research and development priorities for British tomato growers.* 2003.
10. **Phạm Hồng Cúc.** *Kỹ thuật trồng cà chua.* Nhà xuất bản Nông nghiệp, 1999.
11. **Hà Học Ngô.** *Chế độ tưới nước cho cây trồng.* Nhà xuất bản Nông nghiệp.
12. **Trần Công Tấu, Nguyễn Thị Dần.** *Độ ẩm với cây trồng.* Nhà xuất bản Nông nghiệp, 1996.

Người phản biện: GS.TS. Lê Sâm