



1. ศึกษาความเข้มข้นของสารอาหารสูตร H-N ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการตรึงก๊าซไนโตรเจนของແໜແຈງ

การเจริญเติบโตของແໜແຈງในสารอาหารสูตร H-N ที่มีความเข้มข้นปกติเป็นเวลา 45 วันนั้น ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 และกราฟที่ 2 พบว่าແໜແຈງมีน้ำหนักแห้งโดยเฉลี่ยประมาณ  $4.70 \text{ มก.} \pm 0.71$  เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของແໜແຈງในสารอาหารสูตร H-N ที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ดังแสดงในตารางที่ 2 และกราฟที่ 3 และไดทดสอบทางสถิติโดยวิธี t-test ปรากฏว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติระหว่างความเข้มข้นของสารอาหารปกติกับความเข้มข้นครึ่งปกติ และระหว่างความเข้มข้นปกติกับความเข้มข้น 2 เท่าของปกติ แสดงว่าແໜແຈງเจริญได้ดีที่สุดในสารอาหารที่มีความเข้มข้นปกติ

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของแทนแดงที่ระยะการเจริญต่าง ๆ แทนแดงเริ่มต้นมีน้ำหนักสด 32 มิลลิกรัม และน้ำหนักแห้ง 1.5 มก. เลี้ยงในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ความเข้มข้นปกติ ใต้น้ำแสง 3,500 ลักซ์ 12 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$

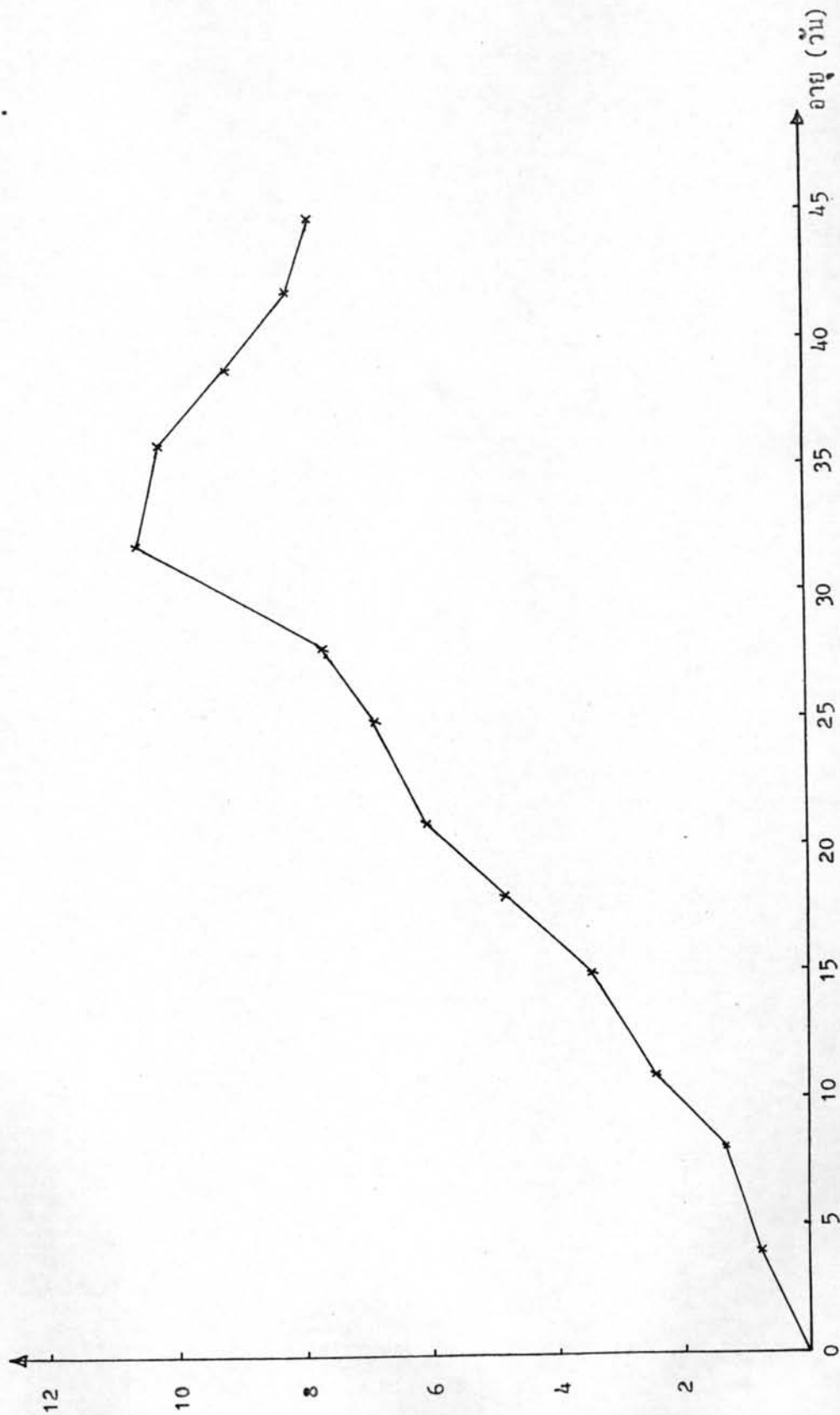
จำนวนวัน	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (มก.)		น้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อ น้ำหนักแห้งเริ่มต้น
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	
4	$12.50 \pm 0.28$	$0.75 \pm 0.07$	1.50
8	$20.70 \pm 1.70$	$1.30 \pm 0.28$	1.87
11	$46.10 \pm 7.21$	$2.40 \pm 0.14$	2.60
15	$82.25 \pm 9.83$	$3.40 \pm 0.57$	3.27
18	$113.45 \pm 19.87$	$4.75 \pm 1.06$	4.17
21	$133.65 \pm 22.27$	$6.0 \pm 0.71$	5.0
25	$168.70 \pm 13.01$	$6.80 \pm 0.71$	5.53
28	$178.70 \pm 14.42$	$7.60 \pm 0.85$	6.07
32	$230.70 \pm 2.69$	$10.50 \pm 0.28$	8.0
36	$225.70 \pm 6.36$	$10.15 \pm 0.07$	7.77
39	$212.75 \pm 6.22$	$9.10 \pm 0.42$	7.07
42	$175.60 \pm 22.06$	$8.15 \pm 1.48$	6.43
45	$170.40 \pm 16.83$	$7.80 \pm 1.41$	6.20

## ตารางที่ 2

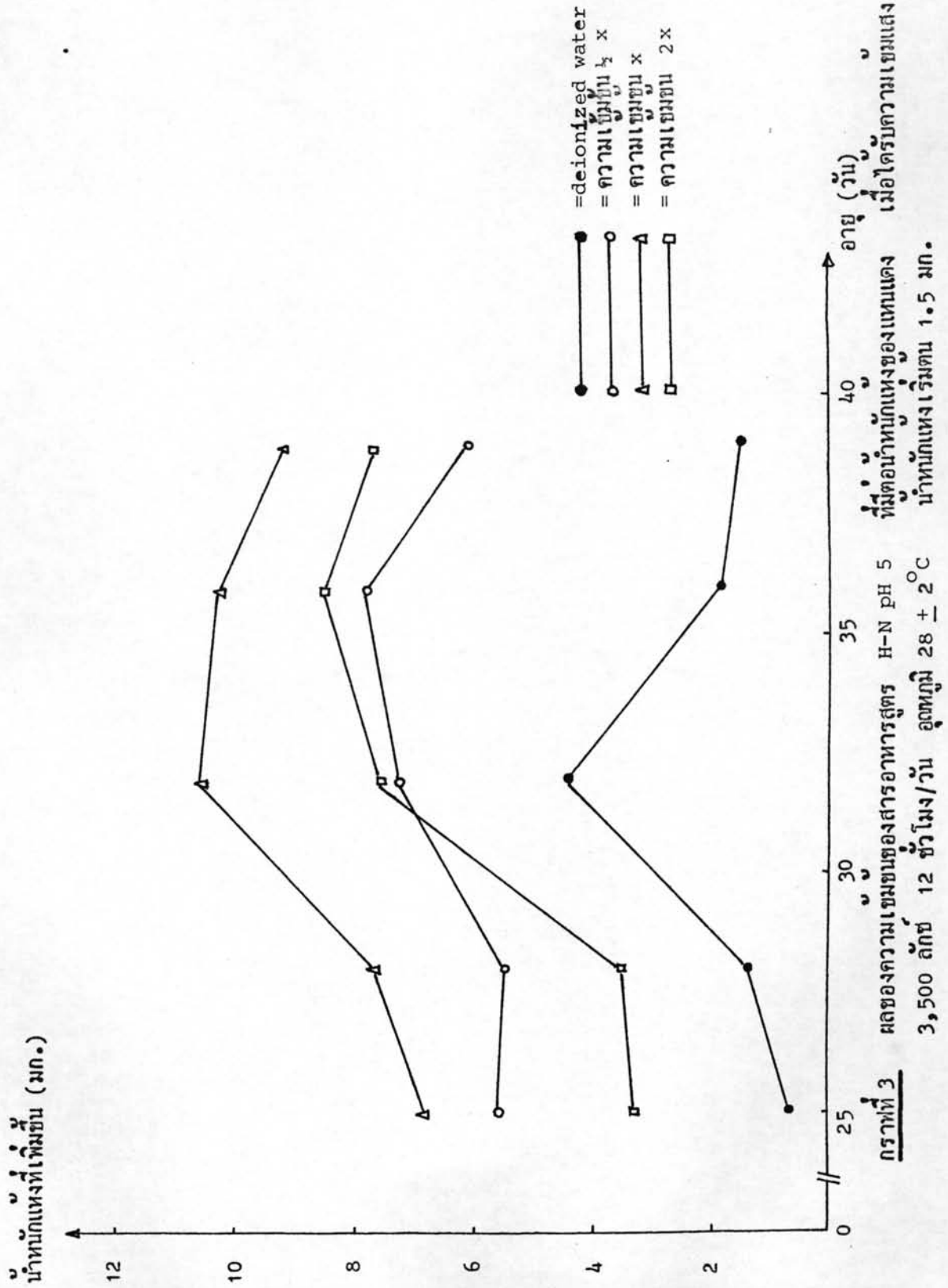
ผลของความเข้มข้นของสารอาหารที่มีต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของแพนแดง  
ที่ระยะการเจริญต่าง ๆ แพนแดงเริ่มต้นมีน้ำหนักสด 32 มิลลิกรัม และน้ำหนัก  
แห้ง 1.5 มก. เลี้ยง สารอาหารสูตร H-N pH 5 ได้รับแสง  
3,500 ลักซ์ 12 ชั่วโมงต่อวัน อุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$

จำนวนวัน	ความเข้มข้น ของสารอาหาร	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (มก.)		น้ำหนักทั้งหมดคือน้ำ หนักแห้ง เริ่มต้น
		น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	
25	0	$15.20 \pm 3.68$	$0.70 \pm 0.21$	1.47
	$\frac{1}{2}$ X	$129.10 \pm 12.02$	$5.60 \pm 0.71$	4.73
	X	$168.70 \pm 13.01$	$6.80 \pm 0.71$	5.53
	2 X	$76.95 \pm 27.22$	$3.30 \pm 0.85$	3.20
28	0	$29.40 \pm 0.57$	$1.40 \pm 0.07$	1.93
	$\frac{1}{2}$ X	$139.95 \pm 20.29$	$5.45 \pm 0.78$	4.63
	X	$178.70 \pm 14.42$	$7.60 \pm 0.85$	6.07
	2 X	$85.35 \pm 22.56$	$3.50 \pm 0.99$	3.33
32	0	$49.05 \pm 0.64$	$4.40 \pm 0.42$	3.93
	$\frac{1}{2}$ X	$144.15 \pm 7.71$	$7.20 \pm 0.42$	5.80
	X	$230.70 \pm 2.69$	$10.50 \pm 0.14$	8.0
	2 X	$168.60 \pm 27.58$	$7.50 \pm 1.41$	6.0
36	0	$37.25 \pm 6.29$	$1.80 \pm 0.57$	2.20
	$\frac{1}{2}$ X	$171.20 \pm 4.10$	$7.70 \pm 0.42$	6.13
	X	$225.70 \pm 6.36$	$10.50 \pm 0.07$	7.77
	2 X	$190.35 \pm 11.38$	$8.40 \pm 0.57$	6.60
39	0	$30.50 \pm 6.79$	$1.45 \pm 0.21$	1.97
	$\frac{1}{2}$ X	$135.60 \pm 22.91$	$6.0 \pm 0.28$	5.0
	X	$212.75 \pm 6.15$	$9.10 \pm 0.42$	7.07
	2 X	$172.50 \pm 6.08$	$7.55 \pm 0.49$	6.03

น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (มก.)



กราฟที่ 2 แสดงการเจริญเติบโตของเห็ดแดงโดยน้ำหนักแห้ง ในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ที่มีความเข้มข้นปกติ และได้รับความเข้มแสง 3,500 ลักซ์ 12 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  น้ำหนักแห้งเริ่มต้น 1.5 มก.



2. ศึกษาความเป็นกรดด่างของสารอาหารสูตร H-N ที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการตรึงก๊าซไนโตรเจนของແຫນແຂງ

ลักษณะอาการที่ปรากฏเมื่อค่อยๆ ทยอยเพิ่มค่า

ที่ pH 4 ในช่วงแรกແຫນແຂງเจริญเติบโตได้ดี มีการแตกกอเพิ่มจำนวน colony มากขึ้น แต่เมื่อเลี้ยงไปสัก 10 วัน แຫນແຂງเริ่มมีสีเหลืองและน้ำตาลในที่สุดແຫນແຂງก็จะตายไปทั้ง 3 ขวด ประมาณวันที่ 18 - 19 จากนั้นใบของมันจะมีสีเทา ซึ่งเน่าและมีเส้นใยราขึ้นอยู่ แต่ media ที่ใช้เลี้ยงยังคงใสสะอาดไม่มีสาหร่ายขึ้นอยู่เลย มีตะกอนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ที่ pH 4.5 แຫນແຂງมีการเจริญเติบโตดี มีสีน้ำตาลเฉพาะใบที่แก่ media ใสสะอาด มีตะกอนเล็กน้อย

ที่ pH 5, 5.5 และ 6 แຫນແຂງมีการเจริญเติบโตดีพอ ๆ กัน ใบส่วนมากมีสีเขียวเข้ม มีสีน้ำตาลบ้างเพียงเล็กน้อยในส่วนที่แก่ media ใสสะอาดที่ขอบด้านในขวดตรงระดับ media มีสาหร่าย (*Anabaena*) เกาะอยู่เล็กน้อย

ที่ pH 6.5 การเจริญเติบโตของແຫນແຂງไม่ค่อยดี ใบมีสีน้ำตาลมากขึ้น รากเริ่มหลุดลอยอยู่ใน media media มีตะกอนนอนก้นอยู่ ที่ขอบด้านในขวดมีคราบสาหร่ายสีเขียว (green algae) และสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว (blue-green algae) อยู่อย่างเห็นได้ชัด

ที่ pH 7, 7.5 และ 8 การเจริญเติบโตของແຫນແຂງลดลงตามลำดับ ที่ขอบด้านในขวดมีคราบสาหร่ายเห็นเป็นสีน้ำตาลดำ ๆ media ขุ่นมีตะกอน

ที่ pH 8.5 การเจริญเติบโตของແຫນແຂງลดต่ำลงไปอีก ที่ขอบขวดด้านในมีสาหร่ายขึ้นอยู่เห็นเป็นคราบสีดำคุดคุด media ขุ่นมีตะกอนก้นขวด

ที่ pH 9 แຫນແຂງมีการเจริญเติบโตน้อยมาก ขอบขวดด้านในมีสาหร่ายขึ้นอยู่เป็นคราบสีดำ media ขุ่นมีตะกอนนอนก้นและที่ผิว media เป็นฝ้า



แหนแดงที่เจริญเติบโตอยู่ในสารอาหารที่มี pH ต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 4 - 9 พบว่า  
 ที่ pH 5 - 6 แหนแดงเจริญเติบโตได้ดีมากพอ ๆ กัน ถ้า pH สูงหรือต่ำกว่านี้ แหนแดงจะ  
 เจริญเติบโตได้น้อยลง (ดังแสดงในตารางที่ 3 และกราฟที่ 4) และเมื่อทดสอบทางสถิติโดยวิธี  
 t-test ก็ได้ผลเช่นเดียวกันคือ น้ำหนักแห้งของแหนแดงที่ pH 5 5.5 และ 6 ไม่มี  
 ความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ น้ำหนักแห้งของแหนแดงที่ pH เหล่านี้จะแตกต่างกับที่ pH  
 อื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อวิเคราะห์เปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดในแหนแดงดังแสดงไว้  
 ในตารางที่ 4 แล้วนั้น พบว่าน้ำหนักแห้งของแหนแดงมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณไนโตรเจน  
 และเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดในแหนแดง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.88 และ  
 0.79 ตามลำดับ

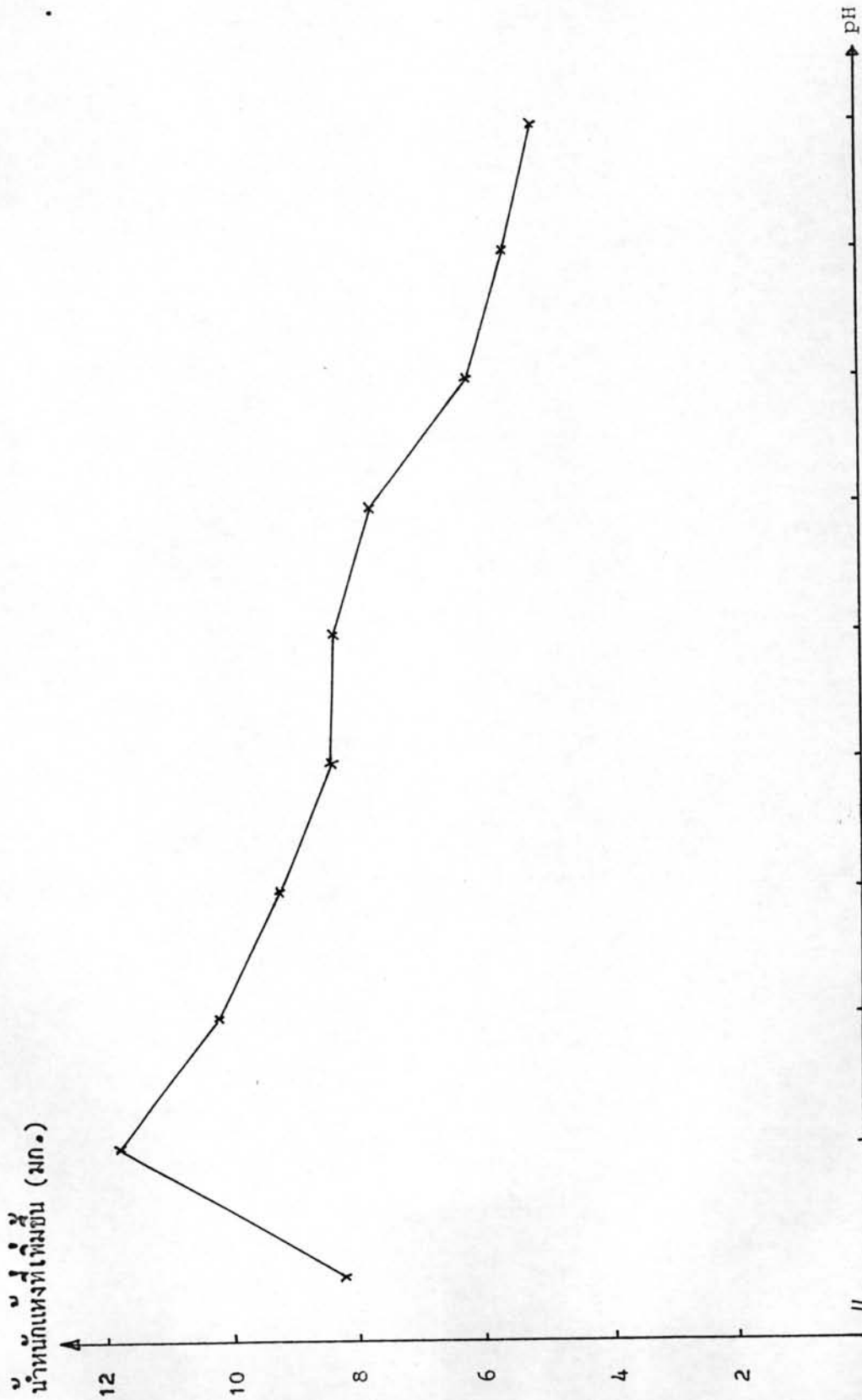
ตารางที่ 3 ผลของความเป็นกรด-ด่างของสารอาหารที่มีต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ  
แพนแดงอายุ 32 วัน แพนแดงเริ่มต้นมีน้ำหนักสด 40 มก. และน้ำหนักแห้ง  
1.7 มก.

pH	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (มก.)		น้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อ น้ำหนักแห้ง เริ่มต้น
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	
4.0	0 (ตาย)	0	0
4.5	193.20 ± 15.13	8.20 ± 0.72	5.82
5.0	272.87 ± 4.59	11.73 ± 0.25	7.90
5.5	258.83 ± 18.57	10.13 ± 2.29	6.96
6.0	208.57 ± 17.26	9.20 ± 1.97	6.41
6.5	180.87 ± 24.54	8.33 ± 1.04	5.90
7.0	187.40 ± 10.57	8.27 ± 1.56	5.86
7.5	175.80 ± 30.12	7.72 ± 1.31	5.54
8.0	132.03 ± 23.96	6.13 ± 3.0	4.61
8.5	104.90 ± 9.22	5.53 ± 2.16	4.25
9.0	97.23 ± 4.70	5.07 ± 1.10	3.98



ตารางที่ 4 ผลของความเป็นกรด-ด่างของสารอาหารที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของ  
แทนแดงที่มีอายุ 32 วัน

pH	% total N/dry wt.	µg. total N ในแทนแดง
4.0	0	0
4.5	4.02	329.64
5.0	4.04	473.89
5.5	4.14	419.38
6.0	4.09	376.03
6.5	3.97	330.70
7.0	4.09	338.24
7.5	4.02	310.34
8.0	3.88	237.84
8.5	3.82	211.25
9.0	3.91	198.24



กราฟที่ 4 แสดงผลของ pH ของสารอาหารสูตร H-N ความเข้มข้นปกติ ที่มีต่อ น้ำหมักแห้งของแท่งแดง เมื่อได้รับความเข้มข้น 3,500 กรัม/ลิตร 12 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 32 วัน น้ำหมักแห้งเริ่มต้น 1.7 มก.

3. ศึกษาความเข้มของแสงและช่วงเวลาการให้แสงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการตรึงก๊าซไนโตรเจนของແຫຼ່ງແດງ

3.1 พบว่าเมื่อความเข้มของแสงมากขึ้น การเจริญเติบโตของແຫຼ່ງແດງจะยิ่งมากขึ้นด้วย ที่ความเข้มแสง 6,000 และ 8,000 ลักซ์ แຫຼ່ງແດງเจริญเติบโตได้ดีที่สุด โดยมีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งสูงสุด ดังในตารางที่ 5 และกราฟที่ 5 ซึ่งน้ำหนักแห้งของແຫຼ່ງແດງที่ความเข้มแสงทั้งสองนี้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่จะแตกต่างกับชุดอื่นที่มีความเข้มแสงต่ำกว่านี้อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อทดสอบโดยวิธี t-test

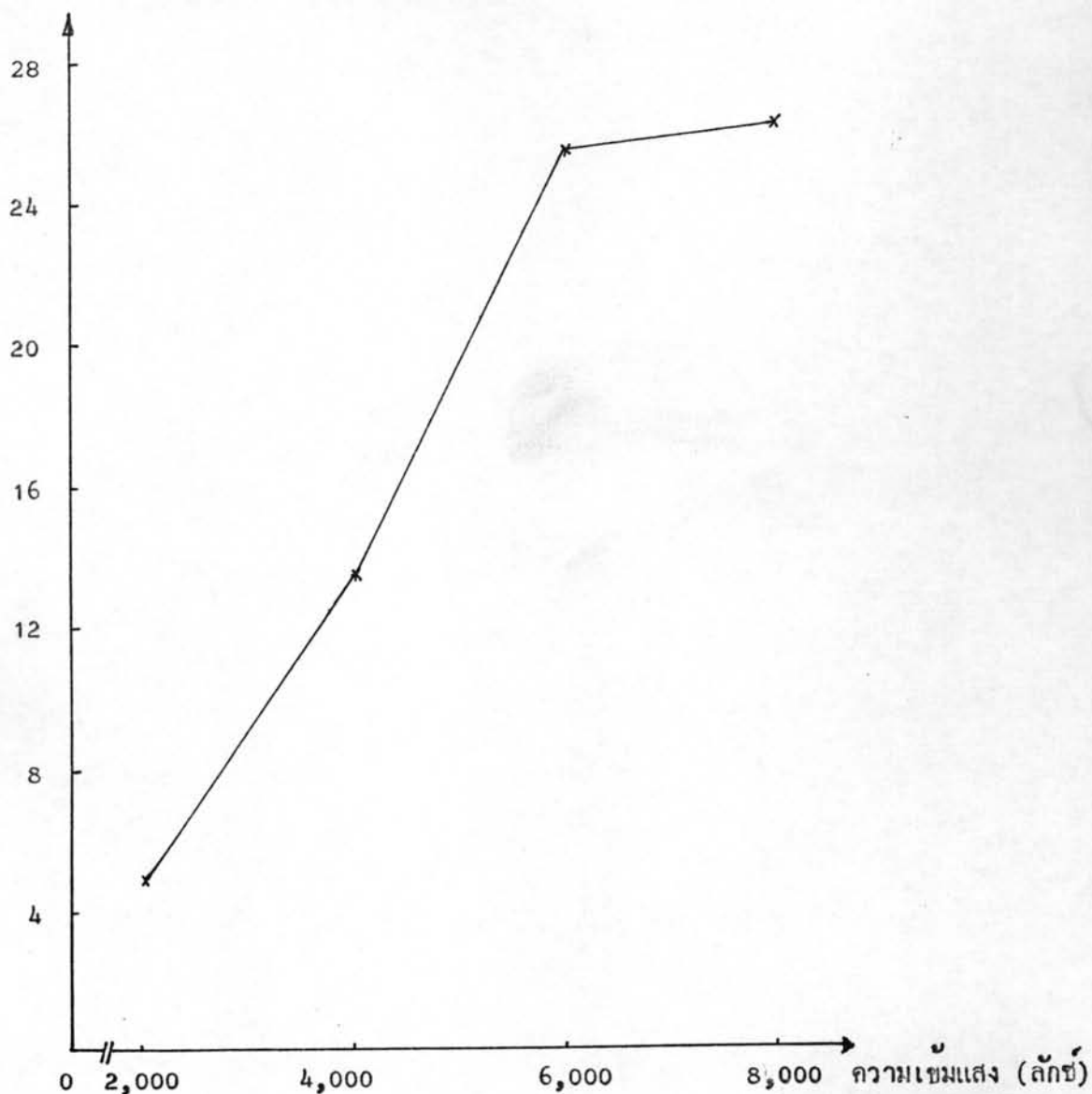
3.2 แຫຼ່ງແດງเจริญเติบโต และตรึงก๊าซไนโตรเจนได้ดีที่สุดเมื่อได้รับความเข้มแสง 8,000 และ 10,000 ลักซ์ตลอดทั้งวัน ดังปรากฏในตารางที่ 6 7 และกราฟที่ 6 ซึ่งยืนยันได้จากการทดสอบทางสถิติโดยวิธี t-test และพบว่าสัมพันธ์สัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดของແຫຼ່ງແດງมีค่า  $0.47$

3.3 เนื่องจากอุณหภูมิในตู้อบขึ้นสูงถึง  $200^{\circ}\text{C}$  ทำให้น้ำหนักแห้งของແຫຼ່ງແດງต่ำผิดปกติ จึงเปรียบเทียบผลการทดลองโดยใช้น้ำหนักสด พบว่าແຫຼ່ງແດງเจริญเติบโตได้ดีที่สุดเมื่อได้รับแสงตลอดทั้งวัน จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีความเข้มแสง 8,000 ลักซ์ และจากหลอดซูปเปอร์-โกรที่มีความเข้มแสง 6,000 และ 8,000 ลักซ์ ดังแสดงในตารางที่ 8 และกราฟที่ 7 8 ซึ่งยืนยันด้วยการทดสอบทางสถิติโดยวิธี t-test จากการสังเกตจะเห็นว่าใบของແຫຼ່ງແດງที่ได้รับแสงจากหลอดซูปเปอร์-โกรจะมีสีแดงเรื่อ ๆ และจะมากขึ้นเป็นลำดับเมื่อได้รับความเข้มของแสง และช่วงเวลาการให้แสงเพิ่มขึ้น ส่วนใบของແຫຼ່ງແດງที่ได้รับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ก็ยังคงมีสีเขียว เข้มตามปกติโดยไม่มีสีแดงเลย

ตารางที่ 5 ผลของความเข้มของแสงที่มีต่อน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของแทนแดงอายุ 25 วัน แทนแดงเริ่มต้นมีน้ำหนักสด 70.6 มิลลิกรัม น้ำหนักแห้ง 3.53 มก. และได้รับแสง 12 ชั่วโมง/วัน เท่ากัน

ความเข้มแสง (ลักซ์)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (มก.)		น้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อ น้ำหนักแห้งเริ่มต้น
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	
2,000	130.20 ± 20.11	4.87 ± 0.60	2.38
4,000	331.66 ± 27.01	13.39 ± 0.93	4.79
6,000	592.62 ± 39.90	25.45 ± 2.52	8.21
8,000	610.12 ± 53.19	26.11 ± 1.63	8.40

น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (มก.)



กราฟที่ 5

แสดงผลของความเข้มแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของ  
 แหนแดง เมื่อแหนแดงเจริญในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ที่มีความเข้ม  
 ชนปกติภายใต้อุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  และได้รับแสง 12 ชั่วโมง/วัน เป็น  
 เวลา 25 วัน น้ำหนักแห้งเริ่มต้น 3.53 (มก.)

ตารางที่ 6 ผลของความเข้มแสงและช่วงเวลาการให้แสงที่มีต่อน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งของແຫນແຂງอายุ 21 วัน ແຫນແຂງเริ่มต้นมีน้ำหนักสด 70.23 มก. และน้ำหนักแห้ง 3.51 มก.

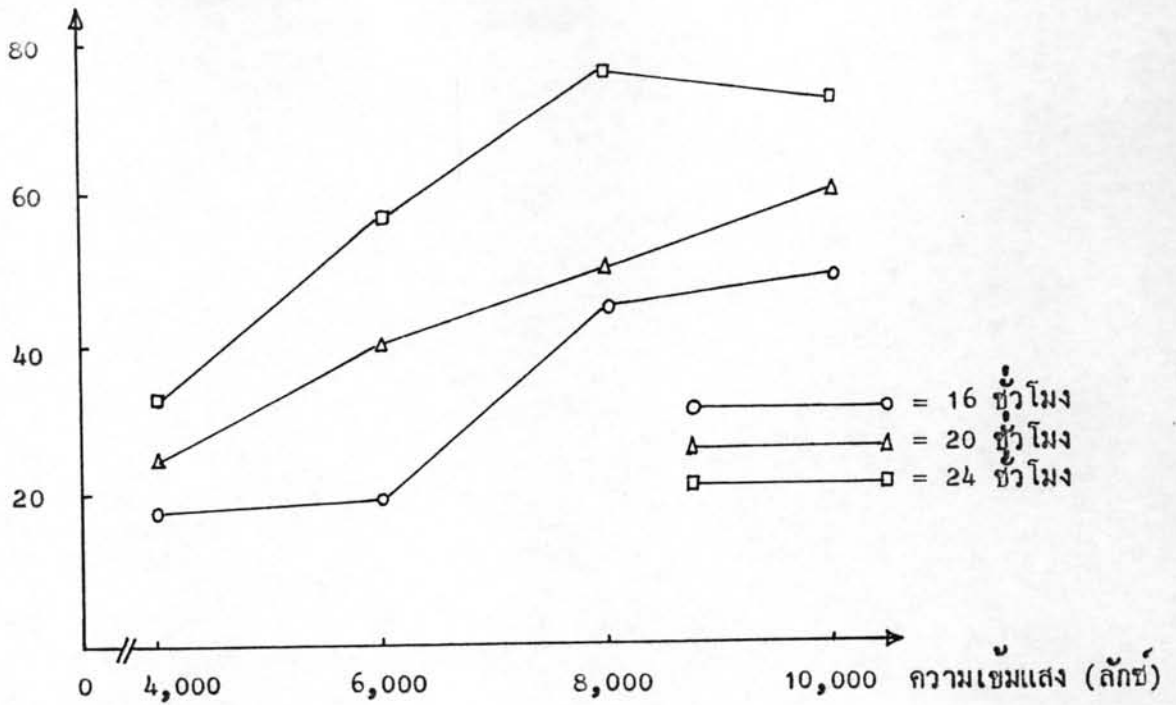
ความเข้มแสง (ลักซ์)	จำนวนชั่วโมงที่ได้รับแสง/วัน	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (มก.)		น้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อน้ำหนักแห้งเริ่มต้น
		น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	
4,000	16	415.60 ± 35.06	17.97 ± 1.37	6.12
	20	567.11 ± 90.42	24.87 ± 2.28	8.09
	24	783.77 ± 79.33	32.22 ± 3.18	10.18
6,000	16	424.91 ± 58.43	19.19 ± 1.69	6.47
	20	866.87 ± 46.91	39.49 ± 3.74	12.25
	24	1345.59 ± 161.88	56.19 ± 7.03	17.01
8,000	16	1016.77 ± 100.71	44.49 ± 3.56	13.68
	20	1169.59 ± 97.0	49.95 ± 5.53	15.23
	24	1832.93 ± 194.65	75.93 ± 7.18	22.63
10,000	16	1090.57 ± 68.31	48.79 ± 4.60	14.90
	20	1415.17 ± 136.90	59.79 ± 2.22	18.03
	24	1541.95 ± 96.95	71.82 ± 7.28	21.46



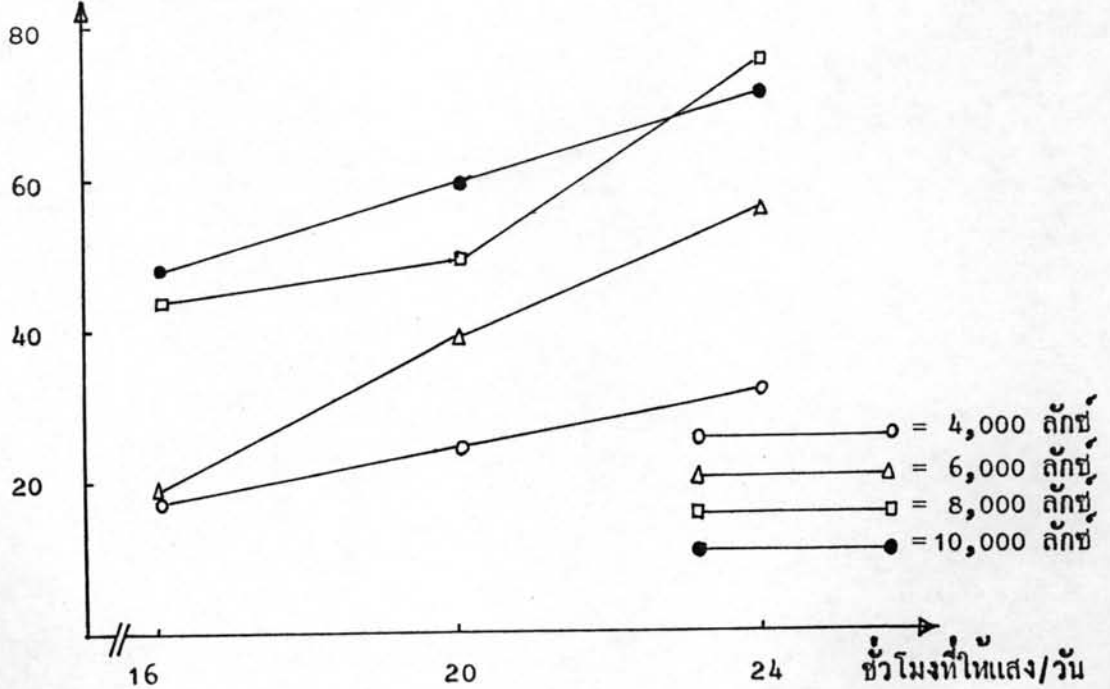
ตารางที่ 7 ผลของความเข้มแสงและช่วงเวลาการให้แสงที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด  
ของแทนแดงที่มีอายุ 21 วัน

ความเข้มแสง (ลักซ์)	จำนวนชั่วโมง ที่ได้รับแสง/ วัน	% total N/ น้ำหนักแห้ง	µg. total N ในแทนแดง
4,000	16	3.94	708.02
	20	4.15	1032.11
	24	4.09	1317.80
6,000	16	4.04	775.28
	20	4.14	1634.89
	24	4.02	2258.84
8,000	16	4.27	1899.72
	20	4.22	2107.89
	24	4.12	3128.32
10,000	16	4.16	2029.66
	20	4.26	2696.58
	24	4.18	3002.08

น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (มก.)



น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (มก.)



**กราฟที่ 6** แสดงผลของความเข้มข้นและช่วงเวลาการให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่มีต่อน้ำหนักแห้งของแทนแดง ที่เจริญในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ที่มีความเข้มข้นปกติ อุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 21 วัน น้ำหนักแห้งเริ่มต้น 3.51 มก.

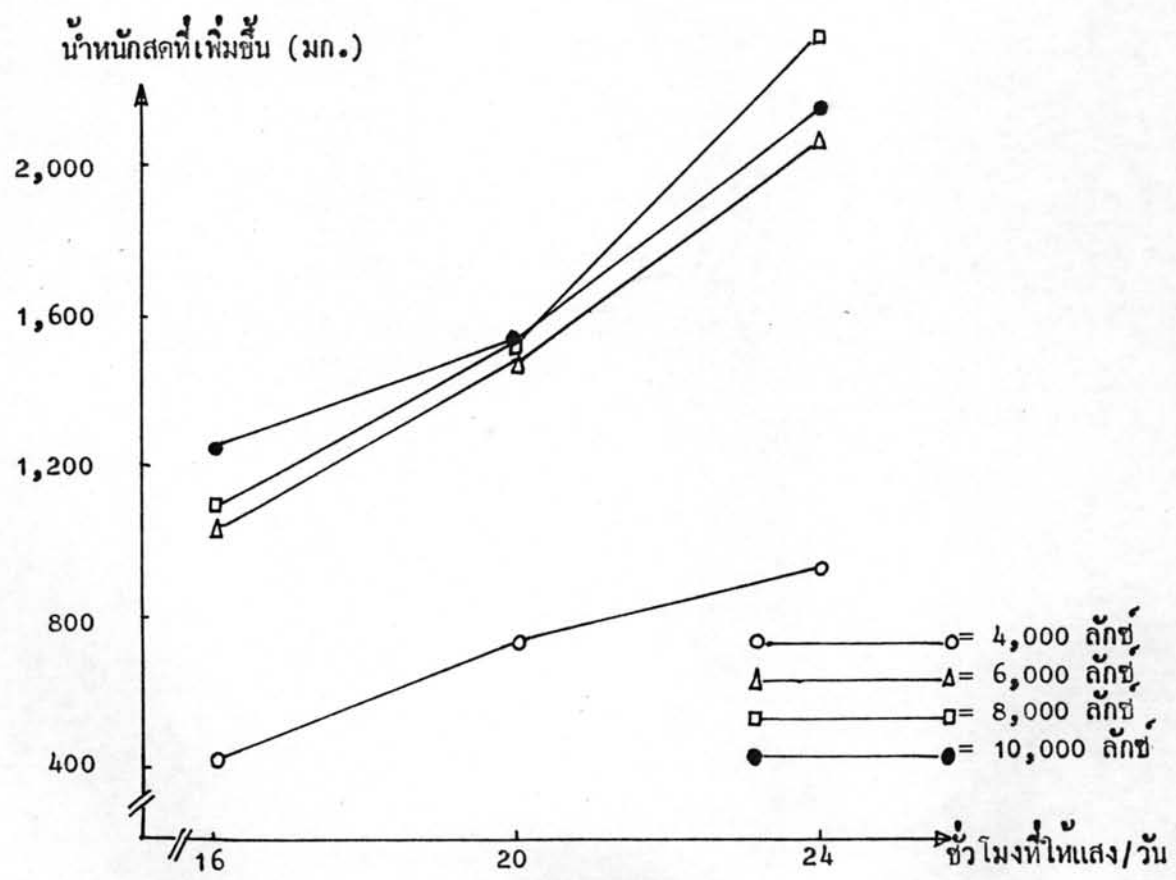
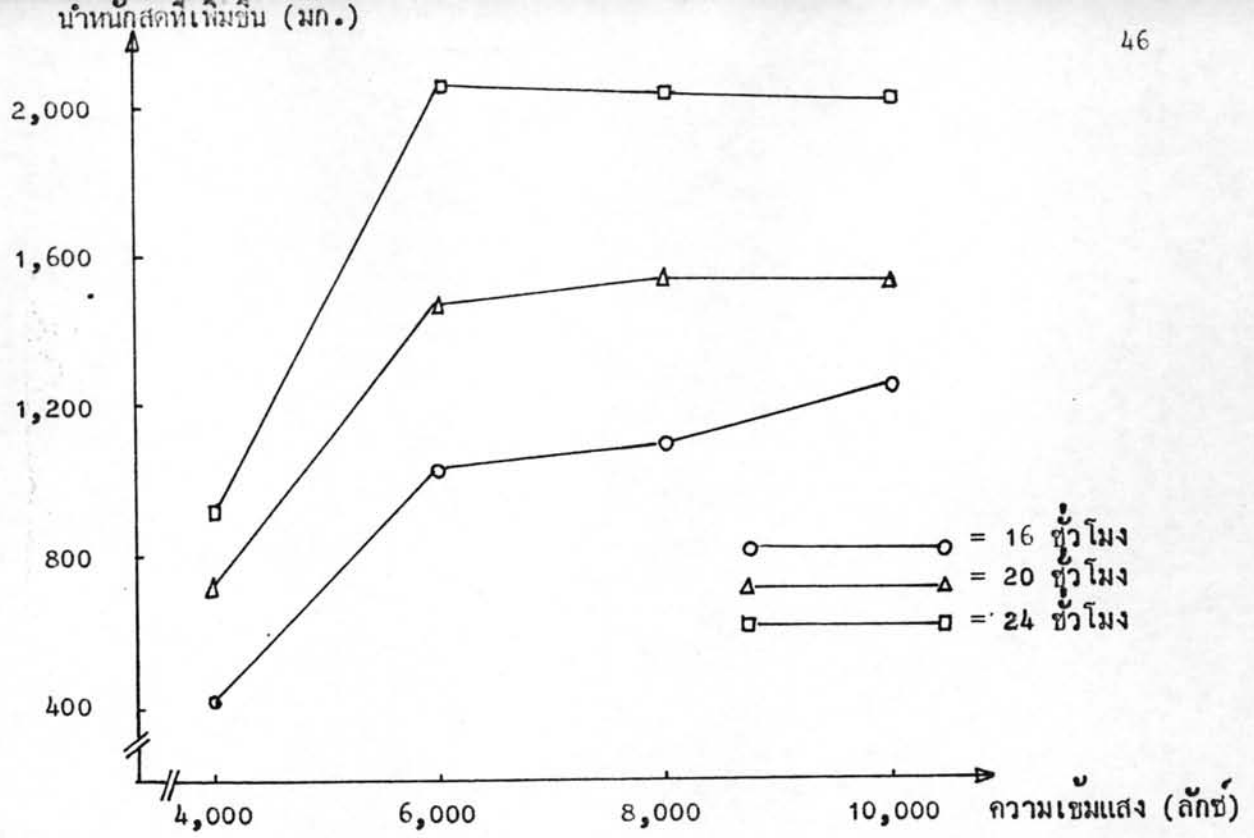
**ตารางที่ 8** ผลของความเข้มแสงและช่วงเวลาการให้แสงที่มีต่อน้ำหนักสดของแทนแดงอายุ 21 วัน เมื่อใช้หลอดลูออเรสเซนซ์  
เปรียบเทียบกันหลอดซูเปอร์-โกร แทนแดง เริ่มต้นมีน้ำหนักสด 70 มก.

ความเข้มแสง (ลักซ์)	จำนวนชั่วโมง ที่ได้รับแสง/วัน	น้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้น (มก.)		น้ำหนักสดทั้งหมด/น้ำหนักสดเริ่มต้น	
		หลอดลูออเรสเซนซ์	หลอดซูเปอร์-โกร	หลอดลูออเรสเซนซ์	หลอดซูเปอร์-โกร
4,000	16	417.46 ± 41.45	877.94 ± 35.97	6.96	13.94
	20	721.44 ± 32.44	1203.22 ± 58.84	11.31	18.19
	24	915.18 ± 74.32	1649.56 ± 77.72	14.07	24.57
6,000	16	1036.36 ± 86.83	1295.96 ± 112.98	15.81	19.51
	20	1466.0 ± 108.33	1725.44 ± 43.54	21.94	25.65
	24	2059.62 ± 171.73	2533.76 ± 203.75	30.42	37.20
8,000	16	1090.98 ± 20.62	1169.22 ± 40.67	16.59	17.70
	20	1531.24 ± 118.81	1562.30 ± 108.52	22.87	23.32
	24	2312.72 ± 161.78	2330.83 ± 59.86	34.04	34.30
10,000	16	1256.86 ± 104.52	1066.86 ± 49.76	18.96	16.24
	20	1524.40 ± 154.87	1385.32 ± 99.85	22.82	20.79
	24	2146.84 ± 228.27	2225.42 ± 128.45	31.67	32.79

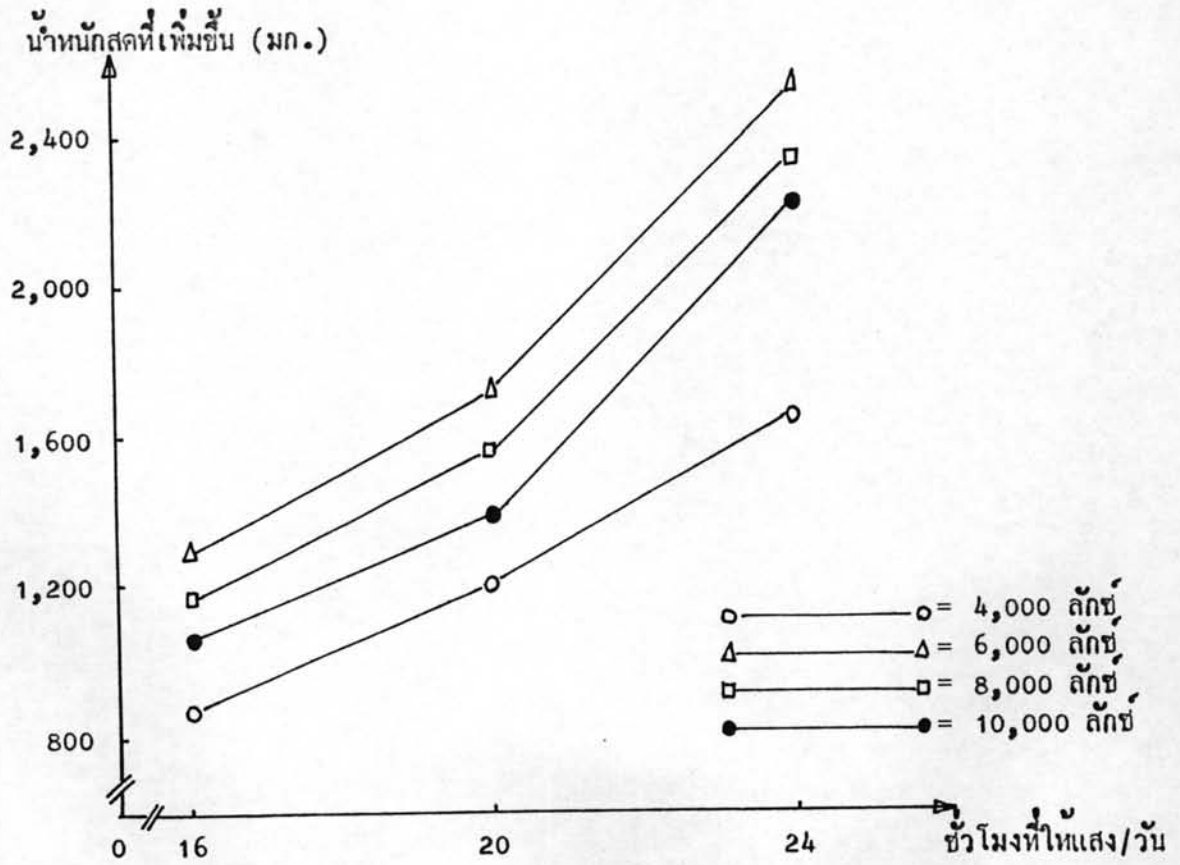
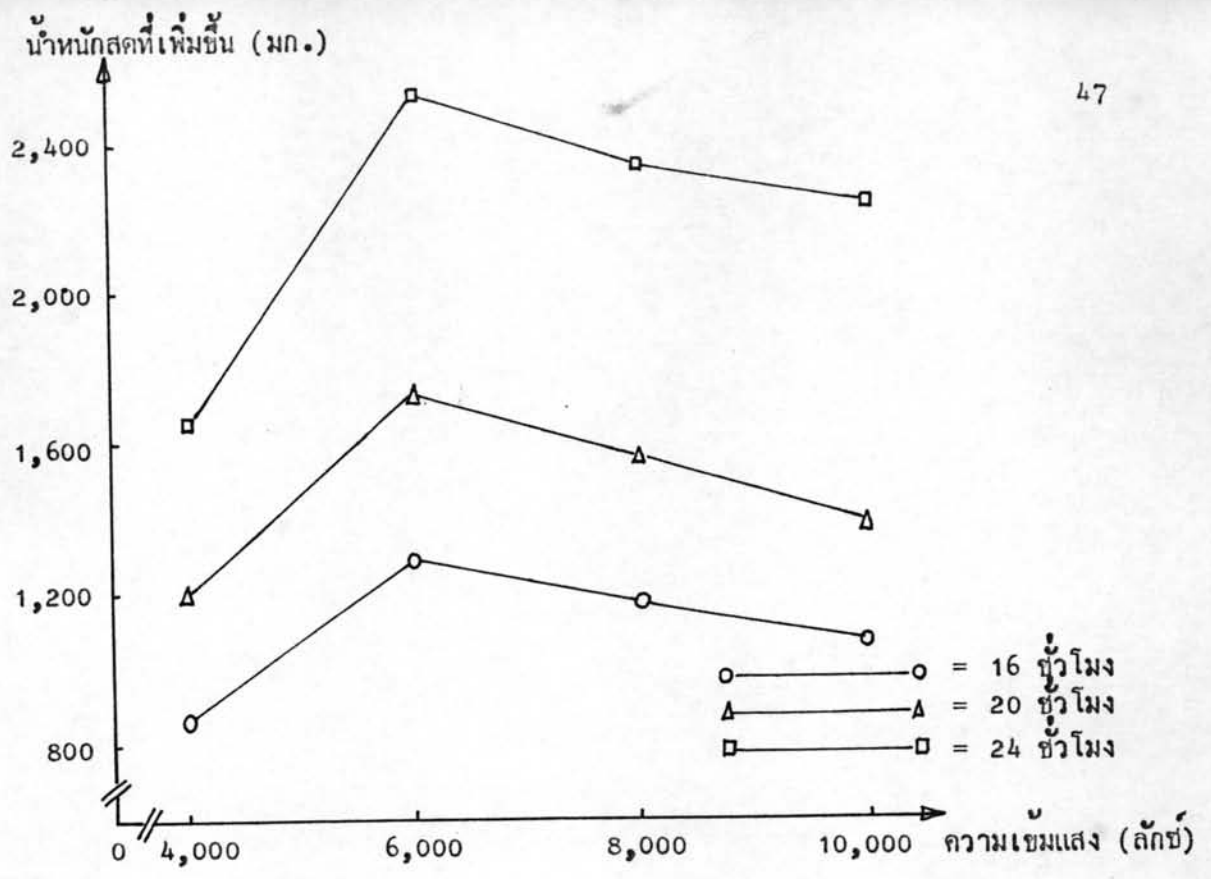
ตารางที่ 9 ผลของความเข้มแสงและช่วงเวลาการให้แสงที่มีต่อน้ำหนักแห้งของแทนแดงอายุ 21 วัน เมื่อใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์เปรียบเทียบกับหลอดซูปเปอร์-โกร แทนแดง เริ่มต้นมีน้ำหนักแห้ง 3.49 มก.

หมายเหตุ เนื่องจากอุณหภูมิในตูบขึ้นสูงถึง 200°C ทำให้น้ำหนักแห้งของแทนแดงที่ได้มีค่าผิดปกติ

ความเข้มแสง (ลักซ์)	จำนวนชั่วโมงที่ ได้รับแสง/วัน	น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (มิลลิกรัม)	
		หลอดฟลูออเรสเซนต์	หลอดซูปเปอร์-โกร
4,000	16	15.23 ± 1.25	24.75 ± 1.58
	20	26.01 ± 1.02	38.95 ± 2.54
	24	35.55 ± 1.84	57.05 ± 3.03
6,000	16	33.59 ± 4.72	44.41 ± 3.80
	20	53.15 ± 5.43	56.25 ± 4.17
	24	73.39 ± 5.08	81.05 ± 2.83
8,000	16	41.31 ± 1.10	41.89 ± 1.10
	20	57.81 ± 4.12	48.26 ± 6.15
	24	89.19 ± 4.47	79.31 ± 4.04
10,000	16	41.75 ± 3.45	39.69 ± 0.82
	20	56.29 ± 8.61	41.91 ± 6.12
	24	81.45 ± 9.36	81.31 ± 4.60



**กราฟที่ 7** แสดงผลของความเข้มข้นและช่วงเวลาการให้แสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่มีต่อน้ำหนักสลดของแอมแดงอายุ 21 วัน ที่เจริญในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ที่มีความเข้มข้นปกติ และอุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  แอมแดงเริ่มต้นมีน้ำหนักสลด 70 มก.



**กราฟที่ 8**

แสดงผลของความเข้มข้นและช่วงเวลาการให้แสงจากหลอดรูปเปอร์-โกร ที่มีต่อน้ำหนักสดของแทนแดง อายุ 21 วัน ที่เจริญในอาหารสูตร H-N pH 5 ที่มีความเข้มข้นปกติ และอุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  แทนแดงเริ่มต้นมีน้ำหนักสด 70 มก.



4. ศึกษาอุณหภูมิห้องที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการตรึงก๊าซไนโตรเจนของແໜແຂງ

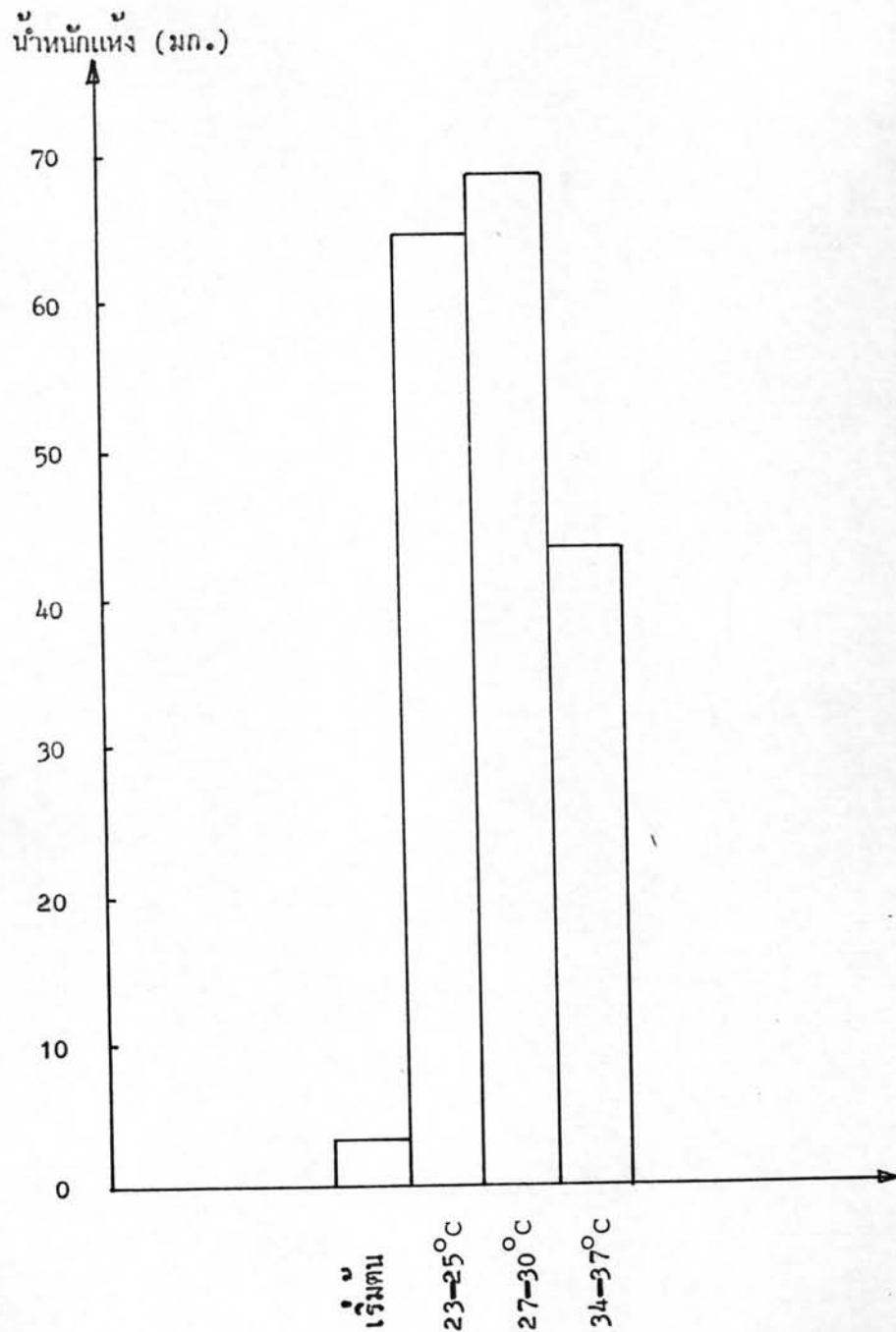
ปรากฏว่าการเจริญเติบโต และการตรึงก๊าซไนโตรเจนของແໜແຂງสูงสุดเมื่ออยู่ในห้องที่มีอุณหภูมิช่วง 23-25 และ 27-30 องศาเซลเซียส ซึ่งสูงกว่าที่อุณหภูมิช่วง 34 - 37 องศาเซลเซียสอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง (ตารางที่ 10 11 และกราฟที่ 9) โดยที่อุณหภูมิช่วง 34 - 37 องศาเซลเซียส ใบແໜແຂງ มีสีเหลืองและน้ำตาล ต้นแคระแกรน และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดของແໜແຂງมีค่าเท่ากับ 0.99

ตารางที่ 10 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของແໜແຂງที่มีอายุ 21 วัน  
ແໜແຂງเริ่มต้นมีน้ำหนักสด 70 มก. และน้ำหนักแห้ง 3.34 มก.

อุณหภูมิ	น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (มก.)		น้ำหนักแห้งทั้งหมด ต่อน้ำหนักแห้งเริ่มต้น
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	
23 - 25	1168.61 ± 108.01	60.61 ± 3.25	19.15
27 - 30	1377.64 ± 150.73	65.12 ± 5.01	20.38
34 - 37	401.43 ± 42.65	39.89 ± 3.30	12.82

ตารางที่ 11 ผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของแทนแดงที่มีอายุ 21 วัน

อุณหภูมิ (°C)	% total N/ น้ำหนักแห้ง	µg. total N ในแทนแดง
23 - 25	3.92	2375.91
27 - 30	4.10	2653.52
34 - 37	1.51	596.30



กราฟที่ 9 แสดงผลของอุณหภูมิที่มีต่อน้ำหนักแห้งของแทนแดง อายุ 21 วัน ที่เจริญในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ที่มีความเข้มข้นปกติ และ ได้รับความเข้มแสง 8,000 ลักซ์ ตลอดทั้งวัน จากหลอดฟลูออเรสเซนต์

5. ศึกษาปริมาณของธาตุโคบอลต์ และธาตุโมลิบดีนัมที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และการตรึงก๊าซไนโตรเจนของແຫນແຂງ

จากการทดสอบในขั้นแรกพบว่าทั้ง Mo และ Co ในรูปของสารละลาย  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  และ  $\text{CoCl}_2$  ตามลำดับ เป็นธาตุที่มีความสำคัญในการเจริญเติบโตและการตรึงก๊าซไนโตรเจนของແຫນແຂງ เนื่องจากน้ำหนักแห้งของແຫນແຂງที่เพิ่มขึ้นระหว่าง treatment P+A4+Mo+Co กับ treatment P+A4+Co และระหว่าง treatment P+A4+Mo+Co กับ treatment P+A4+Mo มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งในทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 12, 13 และกราฟที่ 10 และสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดของແຫນແຂງ มีค่าเท่ากับ 0.71

การทดลองในขั้นต่อไป เมื่อให้ Mo และ Co ที่มีความเข้มข้น 0 - 10,000 ไมโครกรัม/ลิตร ปรากฏว่าແຫນແຂງเจริญเติบโตและตรึงก๊าซไนโตรเจนได้ดี เมื่อได้รับทั้ง Mo และ Co อย่างละ 1 - 100 ไมโครกรัม/ลิตร และดีที่สุดเมื่อได้รับ Mo 10 ไมโครกรัม/ลิตร + Co 10 ไมโครกรัม/ลิตร และ Mo 100 ไมโครกรัม/ลิตร + Co 1 ไมโครกรัม/ลิตร ดังแสดงในตารางที่ 14 15 และกราฟที่ 11 ส่วนเปอร์เซ็นต์และปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของແຫນແຂງและใน media ได้แสดงไว้ในตารางที่ 16 ส่วนกราฟที่ 12 ได้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นกับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดของແຫນແຂງ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันในทางบวก และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.91 นอกจากนี้ยังได้แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตสูงสุดของແຫນແຂງระหว่างการทดลองในแต่ละขั้นตอนไว้ในตารางที่ 17 คว

ตารางที่ 12 ผลของธาตุ Mo และ Co อย่างละ 10 ไมโครกรัม/ลิตร ที่มีต่อน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของแทนแดงอายุ 23 วัน แทนแดงเริ่มต้นมีน้ำหนักสด 70 มก. และน้ำหนักแห้ง 3.66 มก.

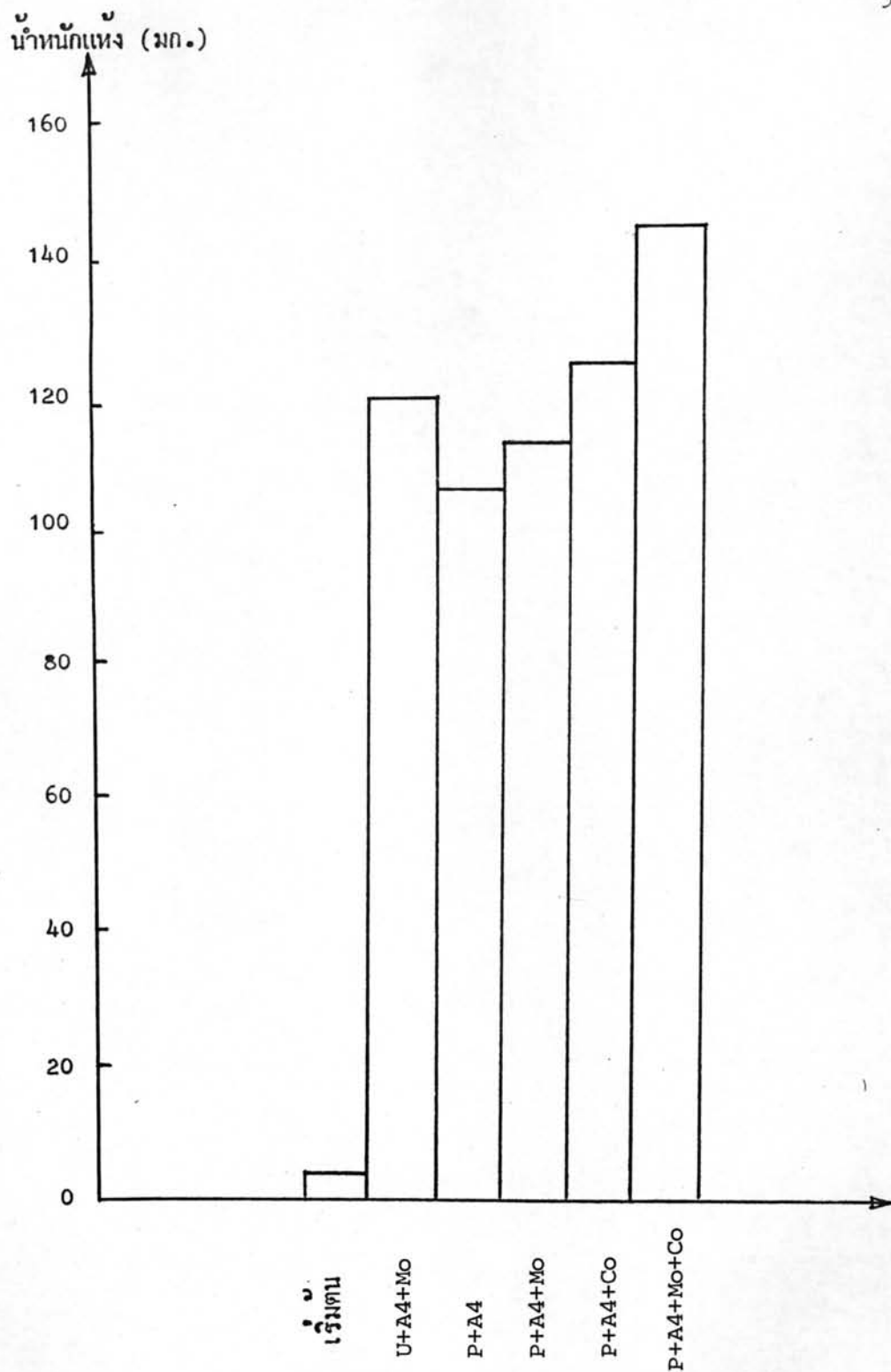
Treatment	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (มก.)		น้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อน้ำหนักแห้งเริ่มต้น
	น้ำหนักสด	น้ำหนักแห้ง	
U+A4+Mo	2036.54 ± 182.86	116.92 ± 7.31	32.95
P+A4	1965.38 ± 266.73	103.36 ± 12.16	29.24
P+A4+Mo	2435.88 ± 160.49	110.34 ± 12.56	31.15
P+A4+Co	2326.94 ± 227.72	121.70 ± 11.04	34.25
P+A4+Mo+Co	2834.10 ± 233.39	146.14 ± 4.70	40.93

หมายเหตุ U หมายถึง เกลือที่ไม่ได้ทำให้บริสุทธิ์ (Unpurified salt)  
 P หมายถึง เกลือที่ทำให้บริสุทธิ์แล้ว (Purified salt)  
 A4 หมายถึง Micronutrient A4 ซึ่งประกอบด้วย B Mn Zn และ Cu

ตารางที่ 13 ผลของธาตุ Mo และ Co ที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของแทนแดง  
ที่มีอายุ 23 วัน

Treatment	% total N /น้ำหนักแห้ง	µg. total N ในแทนแดง
U+A4+Mo	3.96	4630.03
P+A4	2.63	3245.50
P+A4+Mo	3.76	4148.78
P+A4+Co	3.80	4624.60
P+A4+Mo+Co	4.22	6167.11





กราฟที่ 10 แสดงผลของธาตุ Mo และ Co อย่างละ 10 ไมโครกรัม/ลิตร ที่มีต่อน้ำหนักของแทนแดงอายุ 23 วัน ที่เจริญในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ที่มีความเข้มข้นปกติ และได้รับความเข้มแสง 8,000 ลักซ์ ตลอดทั้งวัน จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ อุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$

ตารางที่ 14 ผลของธาตุ Mo และ Co ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีผลต่อน้ำหนักสด  
ที่เพิ่มขึ้น (มก.) ของเหنแดงอายุ 18 วัน เหนแดงเริ่มต้นมีน้ำหนักสด  
70 มก.

ppb. Mo ppb. Co	0	1	10	100	1,000	10,000
0	1309.98 ± 159.22	1460.64 ± 103.61	1445.96 ± 218.29	1605.30 ± 113.26	1369.96 ± 106.30	1282.10 ± 98.42
1	1151.72 ± 205.21	1331.64 ± 126.27	1469.48 ± 140.09	1634.04 ± 126.68	1375.66 ± 93.76	1296.12 ± 100.27
10	1230.72 ± 152.63	1391.52 ± 122.57	1677.98 ± 83.08	1612.92 ± 199.20	1378.56 ± 66.22	1371.54 ± 86.47
100	1314.96 ± 107.01	1444.20 ± 80.11	1558.12 ± 159.49	1551.5 ± 54.98	1349.38 ± 100.42	1288.56 ± 88.86
1,000	1432.60 ± 103.57	1529.64 ± 61.04	1089.50 ± 57.94	401.46 ± 23.79	414.52 ± 16.70	394.62 ± 31.31
10,000	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 15 ผลของธาตุ Mo และ Co ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่มีต่อน้ำหนักแห้ง (มก.)  
 ที่เพิ่มขึ้นของแทนแดง และน้ำหนักแห้งทั้งหมด/น้ำหนักแห้งเริ่มต้น เมื่อแทนแดง  
 อายุ 18 วัน และมีน้ำหนักแห้งเริ่มต้น 3.24 มก. (ดูภาคผนวก ก.)

ppb. Mo ppb. Co	ppb. Co					
	0	1	10	100	1,000	10,000
0	54.08 ± 2.54 17.69	63.54 ± 6.98 20.61	65.18 ± 6.76 21.12	72.66 ± 4.83 23.43	66.30 ± 4.92 21.46	63.32 ± 5.87 20.54
1	54.68 ± 7.67 17.88	62.80 ± 5.15 20.38	70.62 ± 6.37 22.80	81.56 ± 6.69 26.17	68.90 ± 6.77 22.27	66.44 ± 4.20 21.51
10	60.90 ± 7.37 19.80	70.0 ± 4.65 22.60	81.78 ± 2.50 26.24	75.90 ± 5.57 24.43	70.26 ± 4.56 22.69	66.78 ± 2.0 21.61
100	69.04 ± 5.57 22.31	72.98 ± 3.34 23.52	75.28 ± 4.84 24.23	72.86 ± 4.74 23.49	67.78 ± 5.82 21.93	66.38 ± 5.71 21.49
1,000	71.94 ± 5.16 23.20	75.16 ± 1.97 23.20	50.86 ± 3.96 16.70	39.10 ± 2.91 13.07	40.42 ± 3.34 13.48	38.44 ± 4.36 12.86
10,000	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 16 ผลของความเข้มข้นของธาตุ Mo และ Co ที่มีต่อปริมาณไนโตรเจนในแทนแดง และในสารอาหาร  
เมื่อแทนแดงมีอายุ 18 วัน

ppb. Mo; Co	% total N ของน้ำที่หนักแห้ง	µg total N			
		ในแทนแดง	ใน solution	รวมทั้งหมด	ที่เพิ่มขึ้น
เริ่มต้น	4.12	133.49	-	133.49	-
0;0	2.71	1553.37	287.02	1840.39	1706.90
0;1	3.86	2235.71	515.42	2751.13	2617.64
0;10	3.95	2533.52	617.34	3150.87	3017.38
0;100	4.29	3100.81	545.43	3646.24	3512.75
0;1000	4.29	3225.22	651.26	3876.48	3742.75
0;10000	0	0	0	0	0
1;0	3.88	2591.06	385.28	2976.34	2842.85
1;1	4.37	2885.95	503.38	3339.33	3255.84
1;10	4.37	3200.59	662.90	3863.49	3730.0
1;100	4.60	3506.12	590.21	4096.33	3962.84
1;1000	4.39	3441.76	656.35	4098.11	3964.62
1;10000	0	0	1503.33	1503.33	1369.84

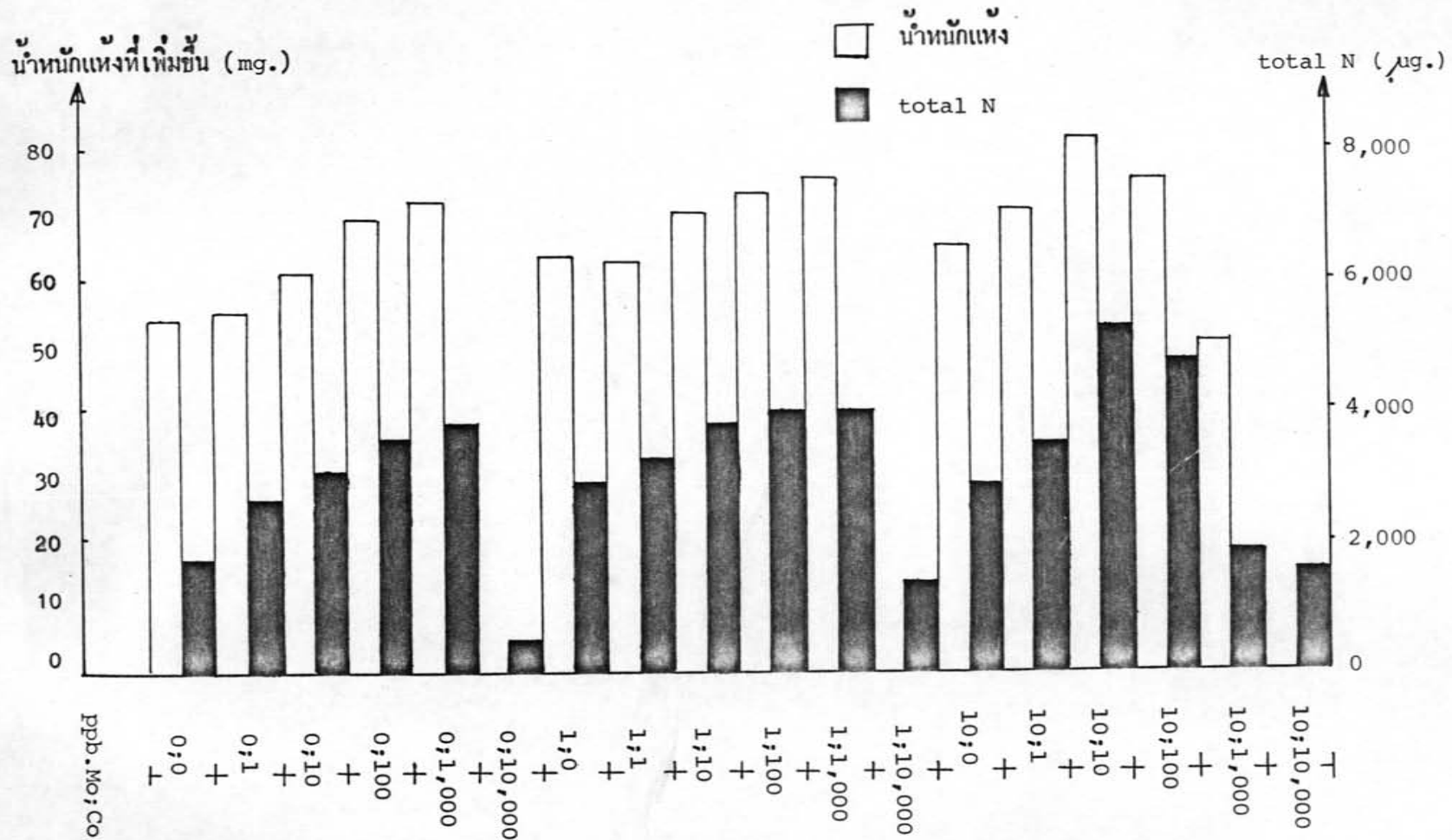
ตารางที่ 16 (ต่อ)

ppb. Mo;Co	% total N ของน้ำที่สกัด	µg total N			
		ในแทนแดง	ใน solution	รวมทั้งหมด	ที่เพิ่มขึ้น
10;0	3.74	2558.91	434.18	2993.09	2859.60
10;1	4.54	3353.24	259.15	3612.39	3478.90
10;10	5.51	4684.60	689.25	5373.85	5240.36
10;100	5.43	4363.64	651.26	4914.90	4781.41
10;1000	2.64	1428.24	652.96	2081.20	1884.71
10;10000	0	0	1696.0	1696.0	1562.51
100;0	3.74	2838.66	622.15	3460.81	3327.32
100;1	5.60	4748.80	656.35	5405.15	5271.66
100; 0	5.09	4028.23	649.86	4678.09	4544.60
100;100	5.31	4040.91	560.10	4601.01	4467.52
100;1000	2.29	969.59	105.83	1075.42	941.93
100;10000	0	0	1074.29	1074.29	940.80
1000;0	3.93	2732.92	430.11	3163.03	3029.54
1000;1	4.49	3239.09	580.16	3819.25	3685.76
1000;10	4.31	3167.85	631.72	3799.57	3666.08

ตารางที่ 16 (ต่อ)

ppb. Mo;Co	% total N ของน้ำหนักแห้ง	µg total N			
		ในแทนแดง	ใน solution	รวมทั้งหมด	ที่เพิ่มขึ้น
1000;100	5.05	3586.51	526.29	4112.80	3979.31
1000;1000	2.41	1052.21	98.67	1150.88	1017.39
1000;10000	0	0	1046.75	1046.75	913.26
10000;0	3.88	2582.53	603.78	3186.31	3052.82
10000;1	4.48	3121.66	291.04	3412.70	3279.21
10000;10	4.66	3425.10	374.41	3799.53	3666.04
10000;100	4.31	3000.62	568.76	3569.38	3435.89
10000;1000	2.27	946.14	86.50	1032.64	899.15
10000;10000	0	0	926.66	926.66	793.17

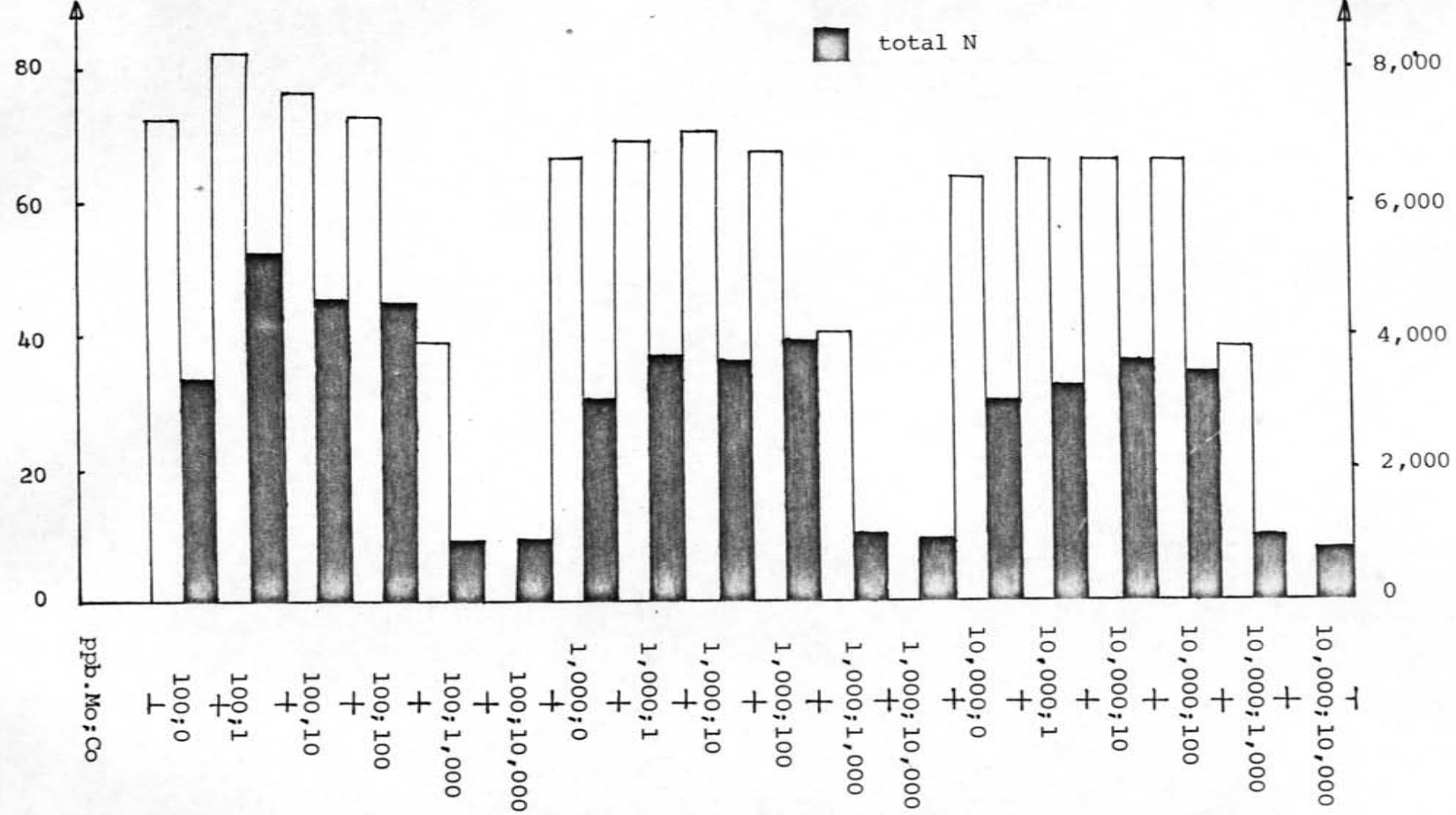




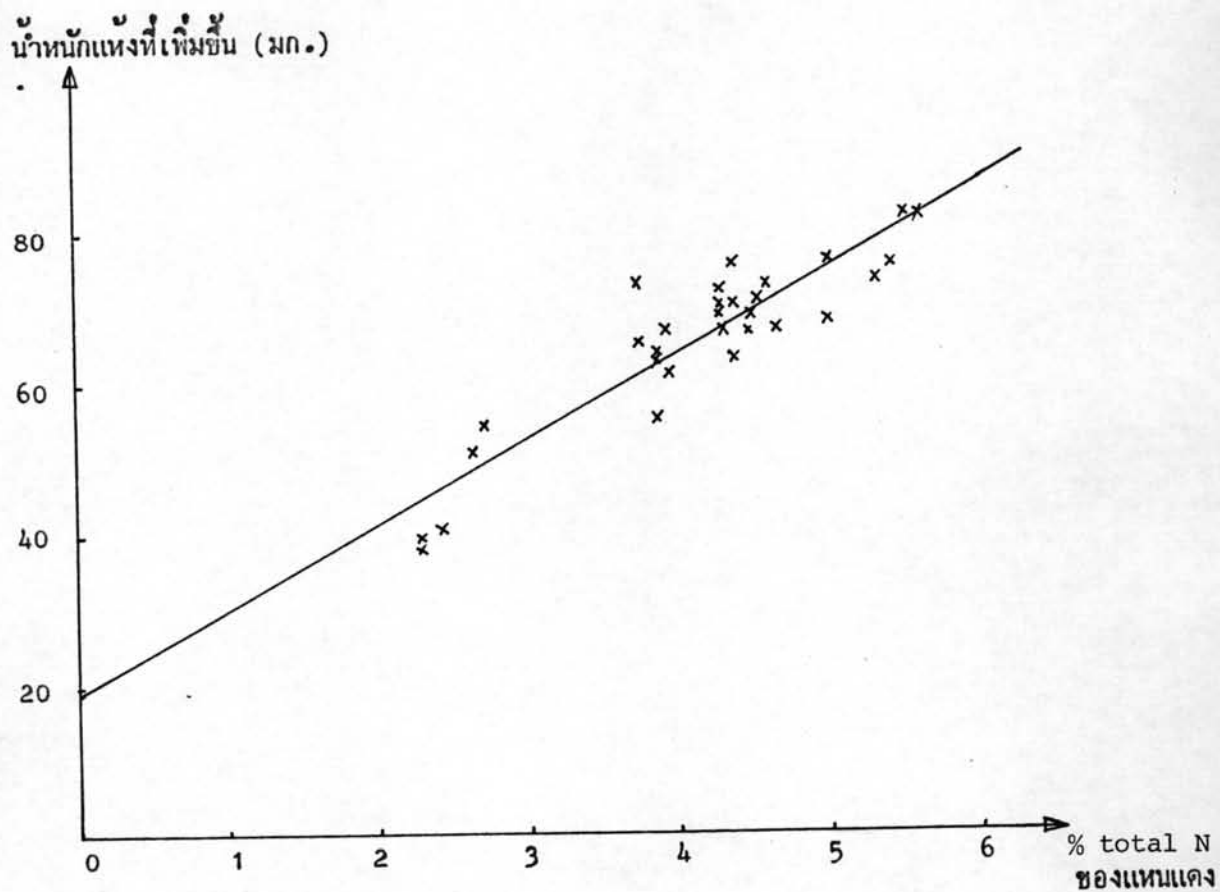
กราฟที่ 11

แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักรวมที่เพิ่มขึ้นกับปริมาณไนโตรเจนของแทนแดงที่มีอายุ 18 วัน ที่เจริญในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ที่มีความเข้มข้นปกติ และมี Mo Co ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ได้รับความเข้มแสง 8,000 ลักซ์ตลอดทั้งวัน จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ อุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  น้ำหนักรวมเริ่มต้น 3.24 มก.

น้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้น (mg.)



กราฟที่ 11 (ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นกับปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดของแทนแดงที่มีอายุ 18 วัน ที่เจริญในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ความเข้มข้นปกติ และมี Mo Co ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ได้รับความเข้มแสง 8,000 ลักซ์ ตลอดทั้งวันจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ อุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  น้ำหนักแห้งเริ่มต้น 3.24 มก.



กราฟที่ 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนทั้งหมดกับน้ำหนักแห้งที่เพิ่มขึ้นของแทนแดงอายุ 18 วัน ที่เจริญในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ที่มีความเข้มข้นปกติ และได้รับความเข้มแสง 8,000 ลักซ์ตลอดทั้งวัน อุณหภูมิ  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$  น้ำหนักแห้งเริ่มต้น 3.24 มก.

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตสูงสุดของแอมเนจระหว่างการศึกษาทดลองในแต่ละขั้นตอน เมื่อแอมเนจเจริญในสารอาหารสูตร H-N pH 5 ที่มีความเข้มข้นปกติ

ขั้นที่	ปัจจัยต่าง ๆ ที่แอมเนจได้รับ	น้ำหนักแห้งทั้งหมดต่อน้ำหนักแห้งเริ่มต้น				
		18 วัน	21 วัน	23 วัน	25 วัน	32 วัน
1	ความเข้มข้นแสง 3,500 ลักซ์ 12 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$	4.17	5.0	-	5.53	8.0
2	ความเข้มข้นแสง 3,500 ลักซ์ 12 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$					7.9
3.1	ความเข้มข้นแสง 6,000 ลักซ์ 12 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$				8.21	
	ความเข้มข้นแสง 8,000 ลักซ์ 12 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$				8.40	
3.2	ความเข้มข้นแสง 8,000 ลักซ์ ตลอดทั้งวัน อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$		22.63			
4	ความเข้มข้นแสง 8,000 ลักซ์ ตลอดทั้งวัน อุณหภูมิ $23 - 25^{\circ}\text{C}$		19.15			
	ความเข้มข้นแสง 8,000 ลักซ์ ตลอดทั้งวัน อุณหภูมิ $27 - 30^{\circ}\text{C}$		20.38			
5.1	ความเข้มข้นแสง 8,000 ลักซ์ ตลอดทั้งวัน อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ และได้รับ Mo 10 ppb.+ Co 10 ppb.			40.93		
5.2	ความเข้มข้นแสง 8,000 ลักซ์ ตลอดทั้งวัน อุณหภูมิ $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เมื่อได้รับ Mo 10 ppb.+ Co 10 ppb.					26.24
	และเมื่อได้รับ Mo 100 ppb.+ Co 1 ppb.					26.17

หมายเหตุ \* ภาชนะที่ใช้แอมเนจต่างจากขั้นตอนอื่น ๆ คือเป็น dish ทรงสูง ซึ่งมีพื้นที่ผิวและการระบายอากาศดีกว่า