บทที่ 4
ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การศึกษาการเจริญเติบโตและอาการขาดธาตุอาหาร

1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของหงส์เหิน *Globba rosea* Gagnep.

หงส์เหินพันธุ์ช่อทับทิม (*Globba rosea* Gagnep.) มีลำต้นเหนือดินมีความสูงประมาณ 45 เซนติเมตร มีกาบใบโอบอยู่รอบปล้อง หุ้มส่วนลำต้นไว้ข้างใน ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงตัวแบบเวียน แผ่นใบมีลักษณะบางเป็นรูปหอก แผ่นใบยาว ประมาณ 12 เซนติเมตร มีเส้นใบแบบขนานเส้นกลางใบเห็นเด่นชัด ใบด้านบนสีเขียวเข้ม ด้านล่างสีเขียว หัวที่อยู่ใต้ดินเป็นแบบ rhizome มีรากสะสมอาหารติดอยู่ รากมีลักษณะเรียวยาวและแตกแขนง รากมีสีน้ำตาลอ่อน (ภาพที่ 1)

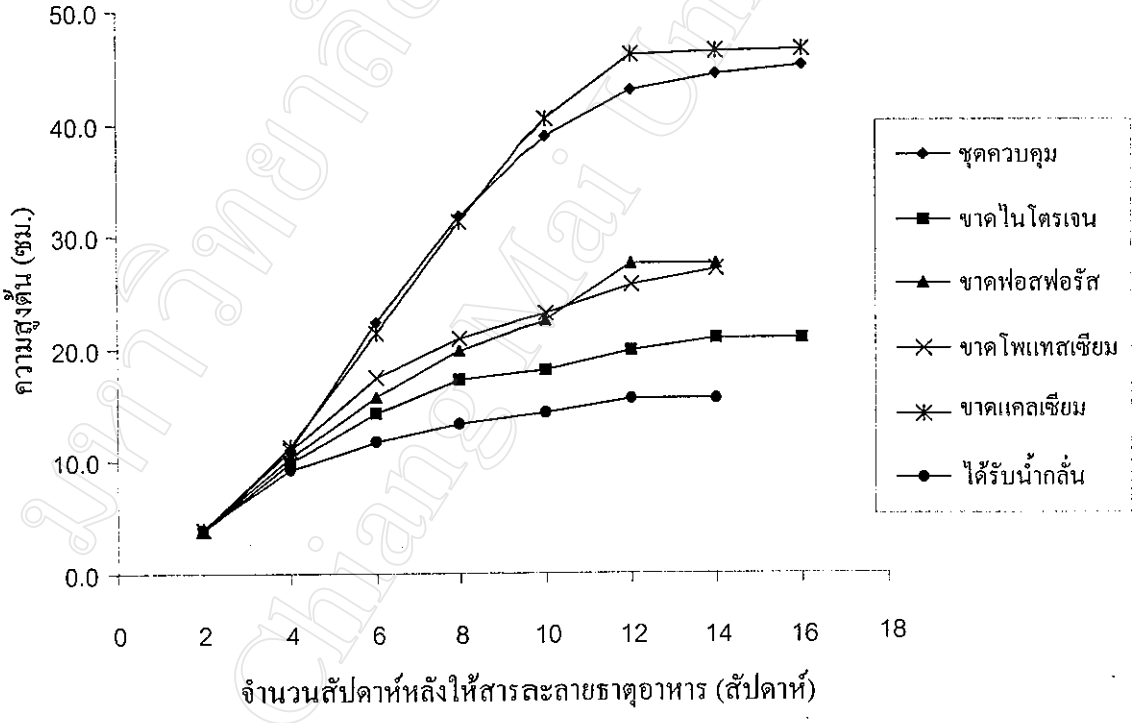
ช่อดอกเกิดที่ปลายยอด ช่อดอกเป็นแบบช่อกระจะ (raceme) ใบประดับสีชมพูอมม่วง ใบประดับเกิดบนก้านช่อดอกในลักษณะเวียน ใบประดับเป็นรูปมนรีถึงรูปไข่ ปลายแหลม ช่อดอกยาว 3-4 เซนติเมตร ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ มีสีเหลืองอมส้ม ดอกมีลักษณะคล้ายหงส์ (ภาพที่ 2) ส่วนที่บริเวณซอกใบประดับเกิดหัวย่อย ลักษณะมนรีปลายมน สีเหลืองหม่น

ภาพที่ 1 ลักษณะต้นหงส์เหิน *Globba rosea* Gagnep. อายุ 5 สัปดาห์หลังปลูก

ภาพที่ 2 ลักษณะช่อดอก

1.2 ความสูงของต้น

การวัดความสูงของหงส์เหินวัดจากโคนต้นถึงปลายใบที่สูงที่สุดเมื่อรวบใบขึ้น โดยเริ่มวัดตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 หลังการให้สารละลายธาตุอาหารกรรมวิธีต่าง ๆ จนกระทั่งมีการเจริญเติบโตสูงสุดก่อนเข้าสู่ระยะพักตัว พบว่าความสูงเฉลี่ยของต้นหงส์เหินในกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีความสูงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องในช่วงสัปดาห์ที่ 2-12 และเริ่มคงที่หลังจากสัปดาห์ที่ 12 ในขณะที่กรรมวิธีอื่น ๆ มีความสูงของต้นเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตลอดการทดลองโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่น พบว่ามีความสูงของต้นเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดตลอดการทดลอง (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ความสูงเฉลี่ยของต้นหงส์เหินที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยเกี่ยวกับความสูง พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 ความสูงเฉลี่ยของต้นหงส์เหินไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α = 0.05) หลังจากนั้นความสูงของต้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α = 0.05) ตลอดการทดลอง โดยกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีความสูงของต้นมากที่สุดและไม่แตกต่างกัน ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นมีความสูงของต้นต่ำที่สุดตลอดการทดลองจนกระทั่งก่อนเข้าสู่ระยะพักตัว (สัปดาห์ที่ 14) ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 พบว่ากรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีความสูงของต้นต่ำที่สุด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ผลของธาตุอาหารต่อความสูงของต้นหงส์เหิน

กรรมวิธี	ความสูงของต้นหงส์เหิน (ซม.) [1/]							
	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 6	สัปดาห์ 8	สัปดาห์ 10	สัปดาห์ 12	สัปดาห์ 14	สัปดาห์ 16
ชุดควบคุม	3.98	10.95ab	22.35a	31.78a	38.90a	42.90a	44.39a	45.19a
ขาดไนโตรเจน	3.78	9.93bc	14.31cd	17.24c	18.11bc	19.76c	20.85c	20.91b
ขาดฟอสฟอรัส	3.98	10.35abc	15.69bc	19.84bc	22.53b	27.59b	27.59b	[2/]
ขาดโพแทสเซียม	3.90	10.94ab	17.38b	20.90b	23.16b	25.68b	27.04b	[2/]
ขาดแคลเซียม	3.93	11.35a	21.38a	31.35a	40.41a	46.06a	46.43a	46.55a
น้ำกลั่น	3.88	9.23c	11.73d	13.38d	14.26c	15.49d	15.49d	[2/]
$LSD_{0.05}$	NS	0.4113	0.9349	0.9909	1.9751	1.2890	1.2973	1.0654
C.V. (%)	10.45	11.12	15.43	12.50	21.82	1233	12.14	8.02

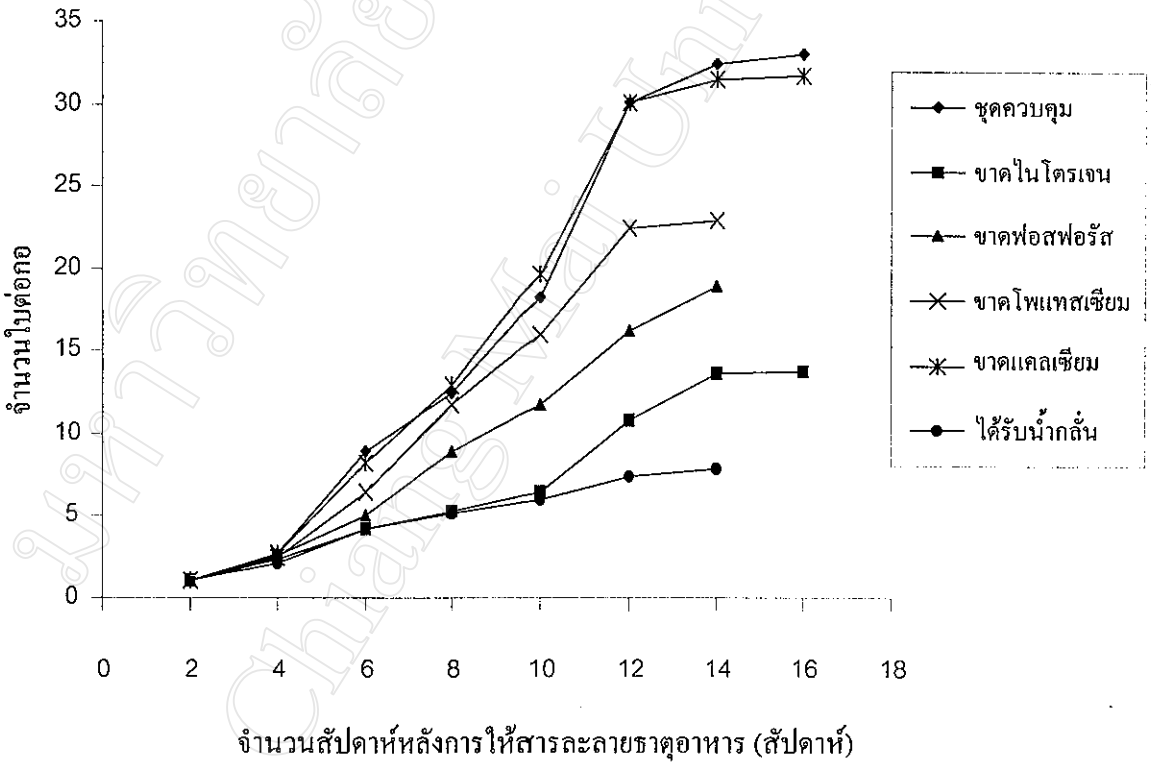
[1/]ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

NS = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[2/] = พืชเข้าสู่ระยะพักตัว

1.3 จำนวนใบต่อกอ

จากการนับจำนวนใบของหงส์เหินในช่วงสัปดาห์ที่ 2 หลังการให้สารละลายธาตุอาหารกรรมวิธีต่าง ๆ จนกระทั่งมีการเจริญเติบโตสูงสุดก่อนเข้าสู่ระยะพักตัว พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ทุกกรรมวิธีการทดลองมีการเพิ่มของจำนวนใบใกล้เคียงกัน แต่หลังจากนั้นพบว่ากรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีจำนวนใบเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสัปดาห์ที่ 10-12 ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นมีจำนวนใบเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดตลอดการทดลอง (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 จำนวนใบของหงส์เหินที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยจำนวนใบ พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 หงส์เหิน มีจำนวนใบเท่ากันในทุกกรรมวิธีการทดลอง คือ 1 ใบ แต่หลังจากนั้นจำนวนใบของหงส์เหิน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α = 0.05) ตลอดการทดลอง โดยกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีจำนวนใบมากที่สุด ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นมีจำนวนใบน้อยที่สุดตลอดการทดลองจนกระทั่งก่อนเข้าสู่ระยะพักตัว (สัปดาห์ที่ 14) ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 พบว่ากรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีจำนวนใบน้อยที่สุดตลอดการทดลอง และไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่น ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 14 และ 16 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของธาตุอาหารต่อจำนวนใบของหงส์เหิน

กรรมวิธี	จำนวนใบของหงส์เหิน (ใบ/กอ) [1/]							
	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 6	สัปดาห์ 8	สัปดาห์ 10	สัปดาห์ 12	สัปดาห์ 14	สัปดาห์ 16
ชุดควบคุม	1.00	2.75a	8.88a	12.50a	18.25a	30.13a	32.38a	33.00a
ขาดไนโตรเจน	1.00	2.38ab	4.25c	5.25c	6.50d	10.75d	13.63d	13.75b
ขาดฟอสฟอรัส	1.00	2.63a	5.00b	8.88b	11.75c	16.25c	18.25c	[2/]
ขาดโพแทสเซียม	1.00	2.50ab	6.50b	11.75a	16.00b	22.38b	22.88b	[2/]
ขาดแคลเซียม	1.00	2.75a	8.25a	12.88a	19.63a	30.13a	31.50a	31.75a
น้ำกลั่น	1.00	2.13b	4.25c	5.13c	6.00d	7.38d	7.75e	[2/]
$LSD_{0.05}$	NS	0.1693	0.3245	0.3995	0.7173	1.0415	1.1228	1.5717
C.V. (%)	0	18.99	14.83	12.03	15.58	15.11	15.08	16.99

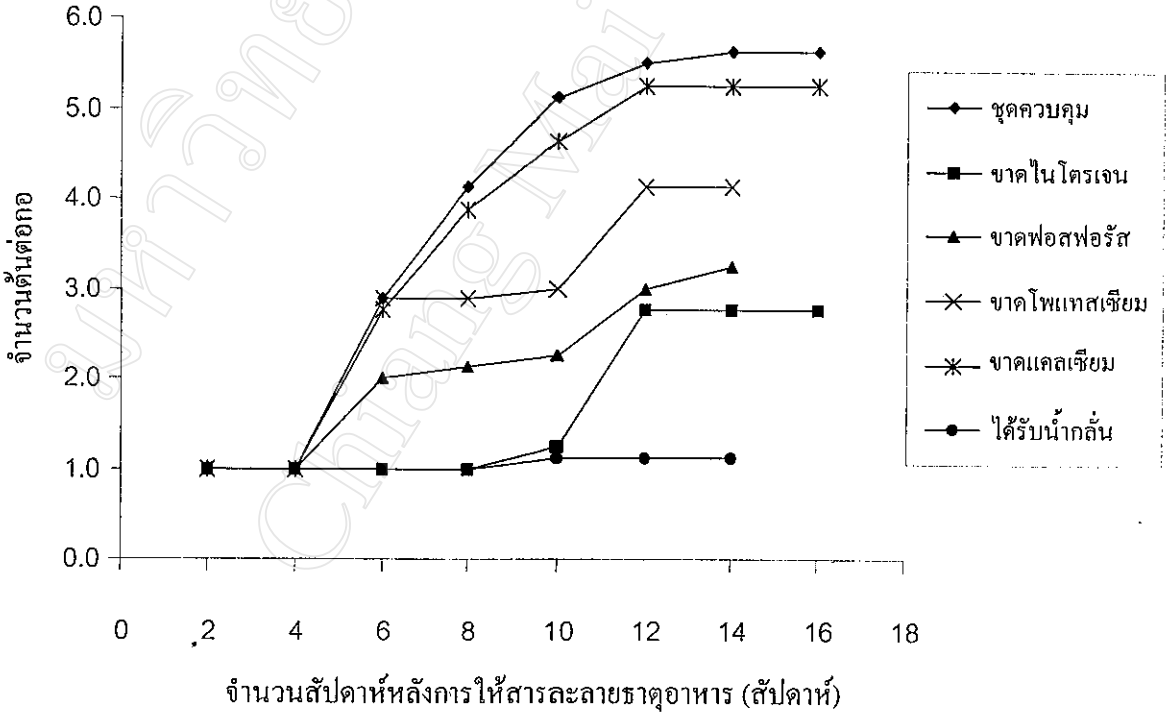
[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

NS = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[2/] = พืชเข้าสู่ระยะพักตัว

1.4 จำนวนต้นต่อกอ

จากการนับจำนวนต้นของหงส์เหินในช่วงสัปดาห์ที่ 2 หลังการให้สารละลายธาตุอาหารกรรมวิธีต่าง ๆ จนกระทั่งมีการเจริญเติบโตสูงสุดก่อนเข้าสู่ระยะพักตัว พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 2-4 ทุกกรรมวิธีการทดลองยังไม่มีการเพิ่มของจำนวนต้นต่อกอ แต่หลังจากนั้นพบว่ากรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงสัปดาห์ที่ 4-12 กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 12 และจากนั้นคงที่จนกระทั่งเข้าสู่ระยะพักตัว ส่วนกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมนั้นต้นเริ่มแตกกอในสัปดาห์ที่ 6 และจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยคงที่จนกระทั่งสัปดาห์ที่ 10 จึงเพิ่มขึ้นอีกครั้ง และคงที่จนกระทั่งพักตัว ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดตลอดการทดลอง (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 จำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยของหงส์เหินที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของจำนวนต้นต่อกอ พบว่าในสัปดาห์ที่ 2 และ 4 หงส์เหินมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยเท่ากันในทุกกรรมวิธีการทดลอง คือ 1 ต้น แต่หลังจากนั้นจำนวนต้นต่อกอมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (α = 0.05) ตลอดการทดลอง โดยกรรมวิธีควบคุมมีจำนวนต้นต่อกอมากที่สุดตลอดการทดลอง และมีจำนวนสูงสุดเฉลี่ย 5.63 ต้นต่อกอในสัปดาห์สุดท้ายก่อนเข้าสู่ระยะพักตัว ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นมีจำนวนต้นต่อกอเฉลี่ยน้อยที่สุดตลอดการทดลอง (สัปดาห์ที่ 6-14) ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 พบว่ากรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีจำนวนต้นต่อกอน้อยที่สุด (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลของธาตุอาหารต่อจำนวนต้นของหงส์เหิน

กรรมวิธี	จำนวนต้นของหงส์เหิน (ต้น/กอ) [1/]							
	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 6	สัปดาห์ 8	สัปดาห์ 10	สัปดาห์ 12	สัปดาห์ 14	สัปดาห์ 16
ชุดควบคุม	1.00	1.00	2.88a	4.13a	5.13a	5.50a	5.63a	5.63a
ขาดไนโตรเจน	1.00	1.00	1.00c	1.00d	1.25d	2.75c	2.75c	2.75b
ขาดฟอสฟอรัส	1.00	1.00	2.00b	2.13c	2.25c	3.00c	3.25c	[2/]
ขาดโพแทสเซียม	1.00	1.00	2.88a	2.88b	3.00b	4.13b	4.00b	[2/]
ขาดแคลเซียม	1.00	1.00	2.75a	3.88a	4.63a	5.25a	5.25a	5.25a
น้ำกลั่น	1.00	1.00	1.00c	1.00d	1.13d	1.13d	1.13d	[2/]
$LSD_{0.05}$	NS	NS	0.0983	0.1681	0.1938	0.2306	0.2515	0.2544
C.V. (%)	0	0	13.35	19.02	18.93	18.10	19.40	15.85

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

NS = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[2/] = พืชเข้าสู่ระยะพักตัว

1.5 จำนวนวันตั้งแต่ให้สารละลายถึงออกดอก

ผลการทดลองพบว่าการขาดธาตุอาหารทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการออกดอกมีความแตกต่างกัน โดยพบว่ากรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมออกดอกเร็วที่สุด คือ ใช้เวลาเฉลี่ย 42.25 วัน และไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมซึ่งใช้เวลาเฉลี่ย 48.0 วัน กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัสใช้เวลาเฉลี่ย 46.63 วัน และกรรมวิธีขาดโพแทสเซียมใช้เวลาเฉลี่ย 47.38 วัน ในขณะที่กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนออกดอกช้าที่สุด ใช้เวลาเฉลี่ย 57 วัน และการให้น้ำเพียงอย่างเดียวใช้เวลาเฉลี่ย 56 วัน หลังการให้สารละลายธาตุอาหาร (ตารางที่ 5)

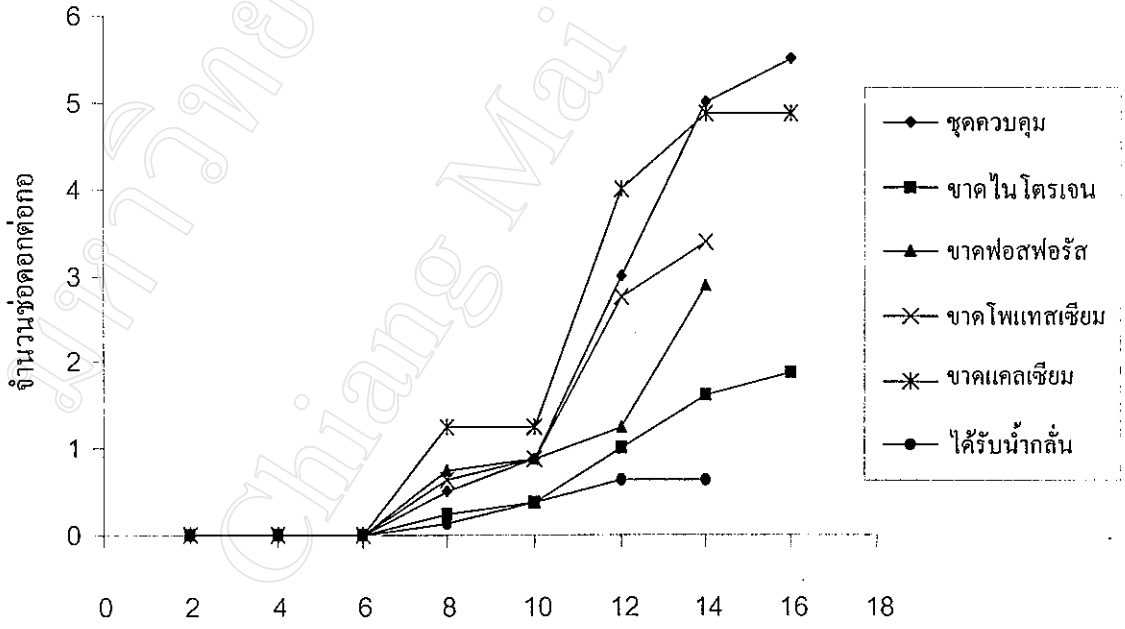
ตารางที่ 5 ผลของธาตุอาหารต่อจำนวนวันที่ใช้ในการออกดอกของหงส์เหิน

กรรมวิธี	จำนวนวันที่ใช้ในการออกดอก (วัน) [1/]
ชุดควบคุม	48.00abc
ขาดไนโตรเจน	57.00c
ขาดฟอสฟอรัส	46.63ab
ขาดโพแทสเซียม	47.38ab
ขาดแคลเซียม	42.25a
น้ำกลั่น	56.00bc
$LSD_{0.05}$	3.3205
C.V. (%)	18.233

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.6 จำนวนช่อดอกต่อกอ

พบว่าในช่วงสัปดาห์ที่ 2-6 หงส์เหินในทุกกรรมวิธีการทดลองยังไม่ออกดอก จนกระทั่งในสัปดาห์ที่ 8 ทุกกรรมวิธีเริ่มออกดอก กรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีจำนวนช่อดอกต่อกอเพิ่มขึ้นมากกว่ากรรมวิธีอื่น จากสัปดาห์ที่ 12 ทุกกรรมวิธีมีจำนวนช่อดอกต่อกอมากขึ้นโดยเฉพาะกรรมวิธีควบคุมจำนวนดอกต่อกอยังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงสัปดาห์ที่ 16 ส่วนการขาดแคลเซียมจำนวนช่อดอกต่อกอจะเริ่มคงที่ในสัปดาห์ที่ 14 การขาดฟอสฟอรัสจะมีจำนวนช่อดอกต่อกอสูงสุดในสัปดาห์ที่ 14 ก่อนเข้าสู่ระยะพักตัว ส่วนการขาดโพแทสเซียม จำนวนช่อดอกต่อกอจะมีมากขึ้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 12 และสูงสุดในสัปดาห์ที่ 14 ก่อนพักตัว การขาดไนโตรเจนมีจำนวนช่อดอกต่อกอเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนกระทั่งเข้าสู่ระยะพักตัว การให้น้ำเพียงอย่างเดียวพืชสามารถออกดอกได้แต่มีจำนวนช่อดอกน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 จำนวนช่อดอกของหงส์เหินที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอกต่อกอมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการทดลอง โดยกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีจำนวนดอกช่อต่อกอมากที่สุด คือ 1.25, 1.25, 4.0 และ 4.88 ช่อดอก ในสัปดาห์ที่ 8, 10, 12 และ 14 ตามลำดับ ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 พบว่ากรรมวิธีควบคุมมีจำนวนช่อดอกต่อกอเฉลี่ยมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย 5.5 ช่อดอก ในขณะที่กรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นมีจำนวนช่อดอกต่อกอน้อยที่สุดตลอดการทดลองคือ 0.12, 0.38, 0.62 และ 0.62 ช่อดอก ตามลำดับ (สัปดาห์ที่ 8-14) ส่วนในสัปดาห์ที่ 16 พบว่ากรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีจำนวนช่อดอกต่อกอเฉลี่ยน้อยที่สุด การขาดฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมมีจำนวนช่อดอกต่อกอเฉลี่ยไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุมในสัปดาห์ที่ 8 และ 10 ต่อมาในสัปดาห์ที่ 12 และ 14 เริ่มมีจำนวนช่อดอกต่อกอเฉลี่ยน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ผลของธาตุอาหารต่อจำนวนช่อดอกของหงส์เหิน

กรรมวิธี	จำนวนดอกของหงส์เหิน (ดอก/กอ) [1/]							
	สัปดาห์ 2	สัปดาห์ 4	สัปดาห์ 6	สัปดาห์ 8	สัปดาห์ 10	สัปดาห์ 12	สัปดาห์ 14	สัปดาห์ 16
ชุดควบคุม	0.00	0.00	0.00	0.50bc	0.88a	3.00b	5.00a	5.50a
ขาดไนโตรเจน	0.00	0.00	0.00	0.25cd	0.38b	1.00cd	1.62c	1.88b
ขาดฟอสฟอรัส	0.00	0.00	0.00	0.75b	0.88a	1.25c	2.88b	[2/]
ขาดโพแทสเซียม	0.00	0.00	0.00	0.62bc	0.88a	2.75b	3.38b	[2/]
ขาดแคลเซียม	0.00	0.00	0.00	1.25a	1.25a	4.00a	4.88a	4.88a
น้ำกลั่น	0.00	0.00	0.00	0.12d	0.38b	0.62d	0.62d	[2/]
$LSD_{0.05}$	NS	NS	NS	0.1659	0.1531	0.1799	0.2638	0.3062
C.V. (%)	0	0	0	51.27	36.18	24.18	19.36	21.21

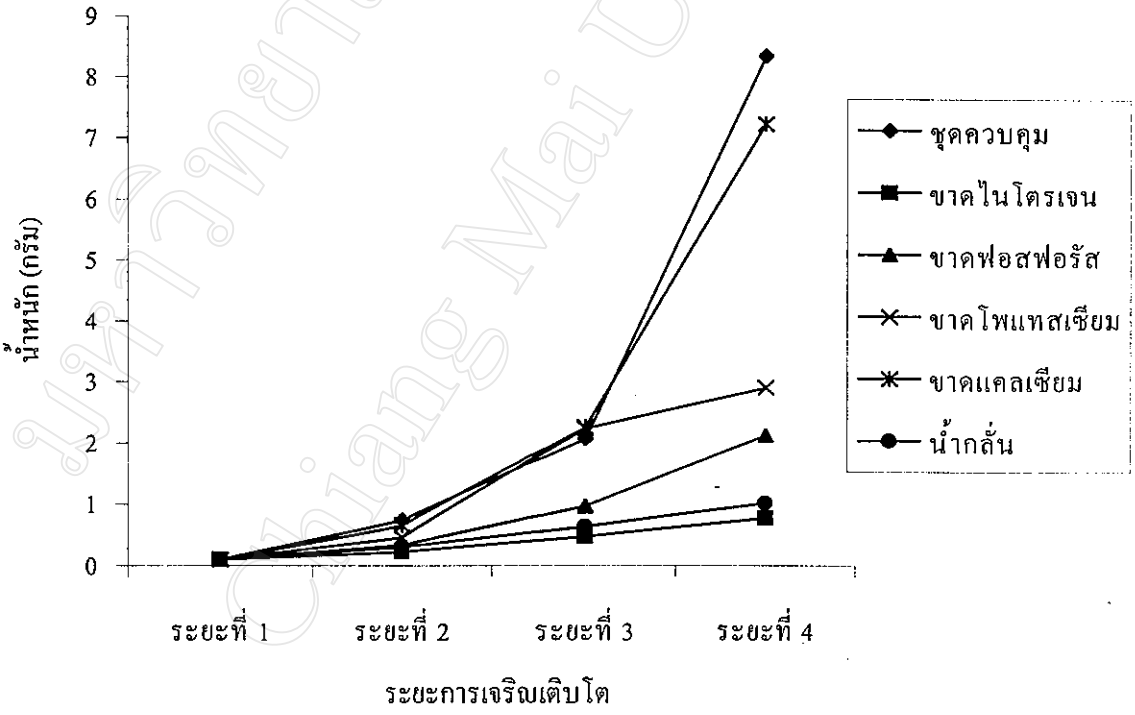
[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

NS = ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

[2/] = พืชเข้าสู่ระยะพักตัว

1.7 น้ำหนักแห้งรวมต่อต้น

จากการทดลองพบว่า น้ำหนักแห้งรวมต่อต้นของหงส์เหินในกรรมวิธีควบคุมและกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหลังจากเริ่มปลูก และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังจากระยะออกดอกจนถึงระยะพักตัว ในขณะที่กรรมวิธีขาดฟอสฟอรัสน้ำหนักแห้งเฉลี่ยค่อย ๆ เพิ่มขึ้นหลังจากเริ่มปลูกจนถึงระยะออกดอก หลังจากระยะออกดอกน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม ส่วนกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมการเพิ่มของน้ำหนักแห้งในช่วงระยะเริ่มงอกจนถึงระยะออกดอกมากกว่าช่วงหลังจากระยะออกดอกจนถึงระยะพักตัว ในขณะที่กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ตลอดการทดลอง ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นพบว่ามีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นน้อยที่สุดตลอดการทดลอง (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 น้ำหนักแห้งรวมต่อต้นเฉลี่ยของหงส์เหินที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ

จากการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินซึ่งประกอบด้วยส่วนของใบ ลำต้นเทียม ดอก และก้านดอก มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดการทดลอง โดยในระยะที่ 2 กรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของส่วนเหนือดินมากที่สุดคือ 0.52 กรัม ในขณะที่กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยของส่วนเหนือดินน้อยที่สุดคือ 0.10 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่น (0.11 กรัม) ในระยะที่ 3 กรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมและแคลเซียมมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ในระยะที่ 4 พบว่ากรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักแห้งส่วนเหนือดินเฉลี่ยมากที่สุดคือ 2.90 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม (เฉลี่ย 2.75 กรัม) ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นมีน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 0.22 กรัม และไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน (เฉลี่ย 0.37 กรัม) น้ำหนักแห้งเฉลี่ยของส่วนใต้ดินประกอบด้วยส่วนรากฝอย และรากสะสม พบว่าในระยะที่ 2 กรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักแห้งของส่วนใต้ดินเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.23 กรัม ไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส แคลเซียม และน้ำกลั่น ในระยะที่ 3 กรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม และแคลเซียมมีน้ำหนักแห้งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม ในระยะที่ 4 พบว่ากรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักแห้งส่วนใต้ดินเฉลี่ยมากที่สุดคือ 5.44 กรัม (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ผลของธาตุอาหารต่อน้ำหนักแห้งของส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของต้นในช่วงการเจริญเติบโตระยะต่าง ๆ

ส่วนของพืช	กรรมวิธี	น้ำหนักแห้ง (กรัม) [1/]			
		ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4
ส่วนเหนือดิน	ชุดควบคุม	-	0.52a	1.64a	2.90a
	ขาดไนโตรเจน	-	0.10d	0.24c	0.37c
	ขาดฟอสฟอรัส	-	0.18cd	0.67b	0.61c
	ขาดโพแทสเซียม	-	0.33bc	1.74a	1.16b
	ขาดแคลเซียม	-	0.47ab	1.75a	2.75a
	น้ำกลั่น	-	0.11d	0.21c	0.22c
	$LSD_{0.05}$		0.06	0.07	0.17
	C.V.(%)		44.51	13.01	24.92
ส่วนใต้ดิน	ชุดควบคุม	0.10	0.23a	0.42ab	5.44a
	ขาดไนโตรเจน	-	0.12b	0.24c	0.48d
	ขาดฟอสฟอรัส	-	0.16ab	0.29bc	1.52c
	ขาดโพแทสเซียม	-	0.14b	0.49a	1.75c
	ขาดแคลเซียม	-	0.19ab	0.50a	4.48b
	น้ำกลั่น	-	0.20ab	0.42ab	0.80d
	$LSD_{0.05}$		0.03	0.06	0.22
	C.V.(%)		33.27	28.16	18.65

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

1.8 อาการผิดปกติเมื่อเกิดการขาดธาตุอาหาร

จากการสังเกตุอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นหลังจากให้สารละลายธาตุอาหารกรรมวิธีต่าง ๆ แก่ต้นหงส์เหิน พบว่าต้นหงส์เหินที่ขาดธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ แสดงอาการดังนี้

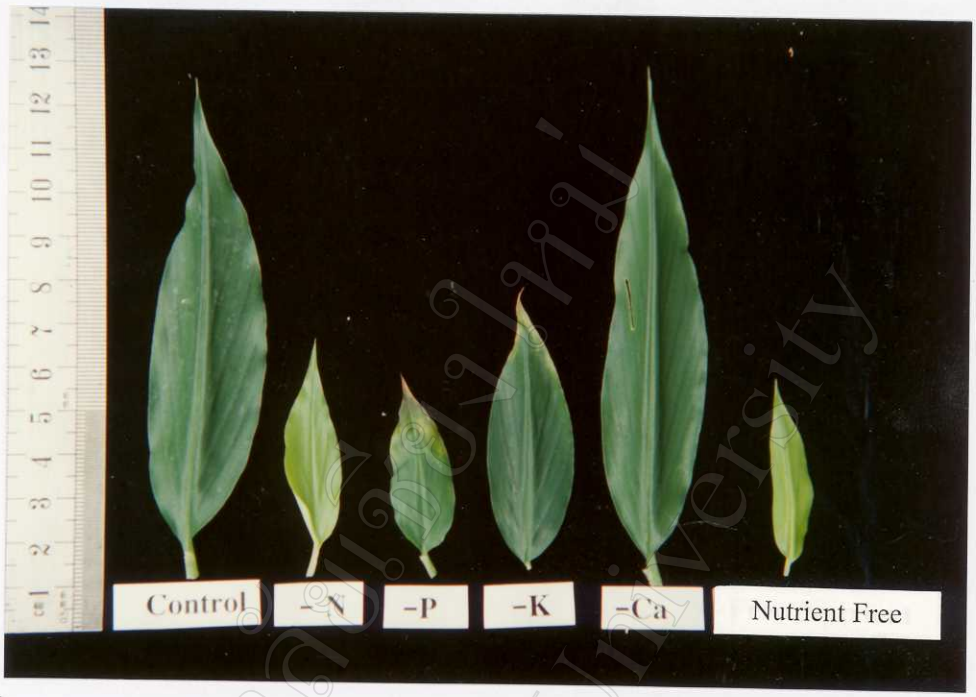
1.8.1 อาการขาดธาตุไนโตรเจน - ส่วนเหนือดินแคระแกร็น และมีขนาดเล็กมาก เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ได้รับธาตุอาหารครบ การเจริญเติบโตเป็นไปอย่างช้า ๆ ใบมีสีเหลืองซีด ขนาดเล็ก (ภาพที่ 8) โดยเริ่มแสดงอาการจากใบแก่บริเวณด้านล่างของต้นก่อน (ภาพที่ 9ก) ช่อดอกมีขนาดเล็ก และใบประดับมีสีชมพู มีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม และไม่มีการสร้างดอกจริง (ภาพที่ 10) นอกจากนี้ยังพบว่า รากมีการแตกแขนงน้อย (ภาพที่ 11)

1.8.2 อาการขาดธาตุฟอสฟอรัส – ใบมีขนาดเล็ก (ภาพที่ 8) ใบแก่ด้านล่างมีสีเขียวเข้ม ลำต้นเหนือดินแคระแกร็น แตกกอน้อย มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ได้รับธาตุอาหารครบ (ภาพที่ 9ข) และพบว่าพืชเข้าสู่ระยะพักตัวเร็วกว่ากรรมวิธีควบคุม ใบประดับมีสีชมพู มีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 10) ลักษณะรากไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 11)

1.8.3 อาการขาดธาตุโพแทสเซียม – ใบมีขนาดเล็ก (ภาพที่ 8) ต้นเหนือดินแคระแกร็น ปล้องสั้นเมื่อเทียบกับต้นที่ได้รับธาตุอาหารครบ (ภาพที่ 9ค) นอกจากนี้ยังพบว่าใบแก่ด้านล่างมีสีเขียวเข้มสลับจางทำให้มองเห็นเป็นลักษณะแถบ ๆ ปลายใบ และขอบแห้งตายก่อน ใบประดับมีสีชมพูมีจำนวนน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 10) ลักษณะรากไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 11)

1.8.4 อาการขาดธาตุแคลเซียม – ใบมีขนาดไม่แตกต่างจากกรรมวิธีควบคุม (ภาพที่ 8) พบอาการปลายรากมีสีน้ำตาล แต่ในส่วนอื่น ๆ ไม่พบอาการผิดปกติใด ๆ เมื่อเทียบกับต้นที่ได้รับธาตุอาหารครบ (ภาพที่ 9ง)

1.8.5 ได้รับน้ำเพียงอย่างเดียว – ใบมีสีเหลืองซีดตลอดใบ และมีขนาดเล็ก (ภาพที่ 8) ต้นแคระแกร็นมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ได้รับธาตุอาหารครบ แตกกอน้อย การเจริญเติบโตหยุดชะงัก (ภาพที่ 9จ) นอกจากนี้ยังพบว่าดอกมีขนาดเล็ก และมีสีจางเมื่อเทียบกับต้นที่ได้รับธาตุอาหารครบ (ภาพที่ 10) อาการทั่วไปคล้ายต้นที่ขาดธาตุไนโตรเจน



ภาพที่ 8 ลักษณะใบในกรรมวิธีควบคุม (control), กรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน (-N), กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส (-P), กรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม (-K), กรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม (-Ca) และกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่น (nutrient free)

(ก) (ข)

ภาพที่ 9 อาการขาดธาตุของหงส์เหิน เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน (ก) ขาดฟอสฟอรัส (ข) ขาดโพแทสเซียม (ค) ขาดแคลเซียม (ง) น้ำกลั่น (จ)

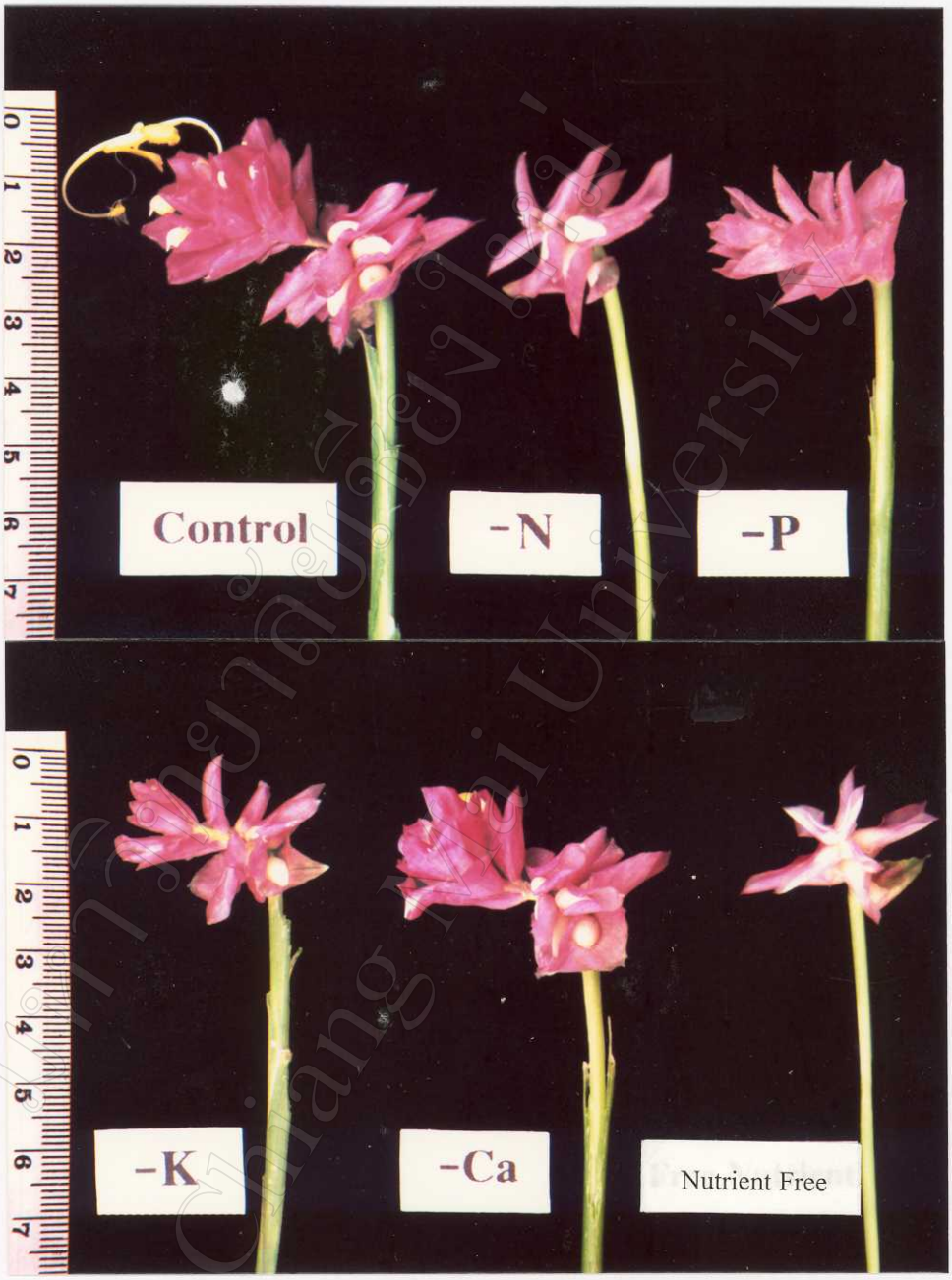
(ค)

(ง)

(จ)

ภาพที่ 9 (ต่อ) อาการขาดธาตุของหงส์เหิน เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม และกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน (ก) ขาดฟอสฟอรัส (ข) ขาดโพแทสเซียม (ค) ขาดแคลเซียม (ง) น้ำกลั่น (จ)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University



ภาพที่ 10 ลักษณะช่อดอกในกรรมวิธีที่ขาดธาตุอาหารเมื่อเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

ภาพที่ 11 ลักษณะรากในกรรมวิธีที่ขาดธาตุอาหารเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

การทดลองที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารสะสมในหงส์เหิน

การวิเคราะห์ปริมาณธาตุไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ในส่วนเหนือดิน 3 ระยะ คือ ระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 1), ระยะออกดอก (ระยะที่ 2) และระยะพักตัว (ระยะที่ 3) และในส่วนสะสมอาหารใต้ดินของพืช 4 ระยะ คือ หัวก่อนปลูก (ระยะที่ 1), ระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2), ระยะออกดอก (ระยะที่ 3) และระยะพักตัว (ระยะที่ 4) และใน bulbil ในระยะพักตัว ให้ผลการทดลองดังนี้

2.1 ปริมาณธาตุอาหารสะสมในหัวที่ใช้ปลูก และหัวใหม่เมื่อพักตัว

จากตารางที่ 8 พบว่าธาตุอาหารที่สะสมในหัวพันธุ์ของหงส์เหินที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ประกอบด้วยไนโตรเจน 5.83 มิลลิกรัม (มก.) ฟอสฟอรัส 4.47 มก. แคลเซียม 0.18 มก. และแมกนีเซียม 0.26 มก. หลังจากพืชมีการเจริญเติบโต ออกดอก และเข้าสู่ระยะพักตัวแล้ว พบว่า หงส์เหินในกรรมวิธีควบคุมมีการสะสมธาตุอาหารเพิ่มขึ้นในปริมาณมาก ได้แก่ ไนโตรเจน 198.35 มก. ฟอสฟอรัส 99.17 มก. โพแทสเซียม 27.58 มก. แคลเซียม 13.59 มก. และแมกนีเซียม 2.44 มก.

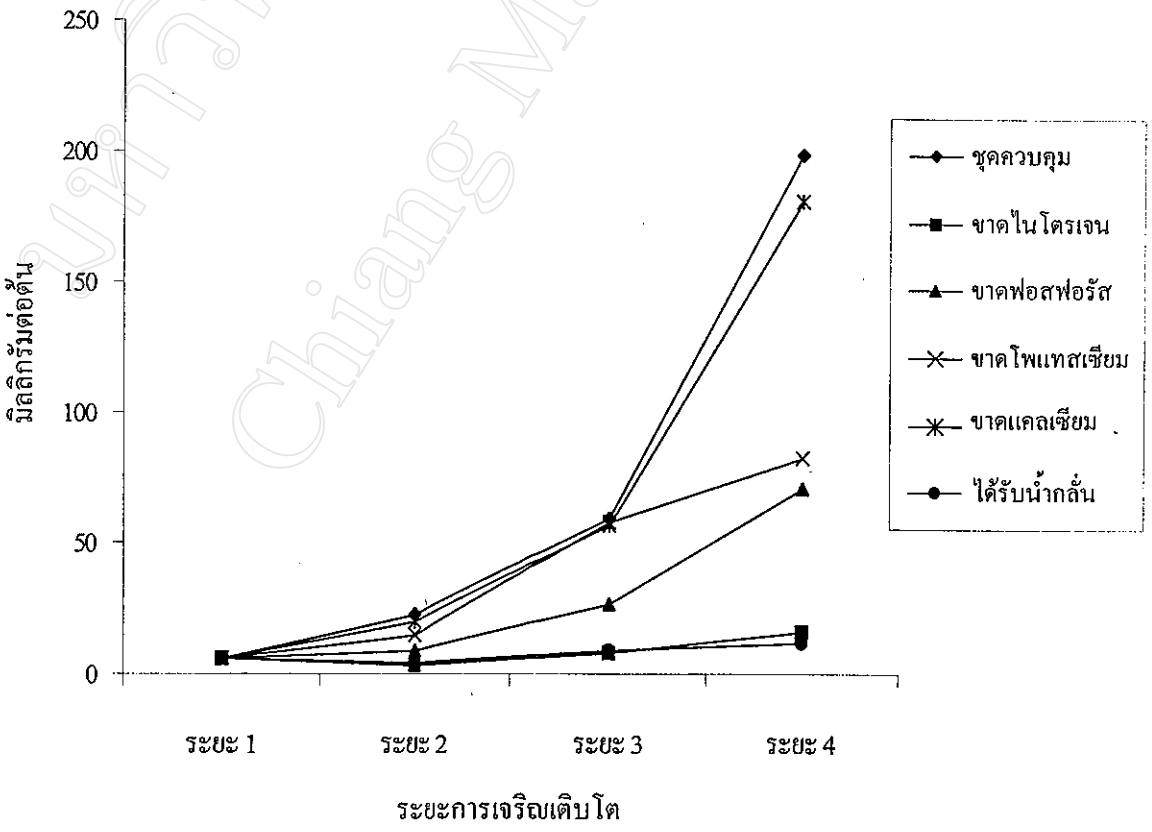
ตารางที่ 8 ปริมาณธาตุอาหารสะสมเฉลี่ยในหัวที่ใช้ปลูก และหัวใหม่เมื่อพักตัว

ธาตุอาหาร	ปริมาณธาตุอาหาร (มก. ต่อหัว)	
	หัวเริ่มปลูก	หัวใหม่
ไนโตรเจน	5.83	198.35
ฟอสฟอรัส	4.47	99.17
โพแทสเซียม	1.64	27.58
แคลเซียม	0.18	13.59
แมกนีเซียม	0.26	2.44

2.2 ปริมาณธาตุอาหารในระยะการเจริญเติบโตต่างกัน

2.2.1 ปริมาณธาตุไนโตรเจน

จากภาพที่ 12 แสดงปริมาณไนโตรเจนที่สะสมในหงส์เหินทั้งต้น โดยรวมปริมาณไนโตรเจนที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดิน และส่วนใต้ดินเข้าด้วยกัน พบว่าในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ กันหงส์เหินที่ปลูกเลี้ยงในกรรมวิธีควบคุมมีการสะสมไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่ระยะออกดอก (ระยะที่ 3) ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งพักตัว ปริมาณไนโตรเจนในหงส์เหินที่ปลูกในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม และขาดฟอสฟอรัสเพิ่มในระยะออกดอกถึงระยะพักตัวเช่นเดียวกับกรรมวิธีควบคุม ส่วนในกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมพบว่าปริมาณไนโตรเจนที่เพิ่มขึ้นมากในช่วงแรกตั้งแต่ระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) ถึงระยะออกดอก (ระยะที่ 3) มากกว่าการเพิ่มในช่วงถัดไป คือตั้งแต่หลังออกดอก (ระยะที่ 3) จนกระทั่งพักตัว (ระยะที่ 4) การขาดไนโตรเจนและการที่พืชได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว พบว่าปริมาณไนโตรเจนต่อต้นมีการเพิ่มขึ้นน้อยมาก (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุไนโตรเจนในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

จากตารางที่ 9 พบว่าปริมาณไนโตรเจนในส่วนเหนือดินตั้งแต่เริ่มงอกจนกระทั่งออกดอก (ระยะที่ 2 และระยะที่3) ในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณ 17.59 และ 42.21 กรัมตามลำดับ สูงกว่ากรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน (1.97 และ 5.14 กรัมตามลำดับ) ฟอสฟอรัส (5.69 และ 20.37 กรัมตามลำดับ) และกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว (1.95 และ 2.79 กรัมตามลำดับ) เมื่อเข้าสู่ระยะพักตัว พบว่าปริมาณไนโตรเจนในกรรมวิธีควบคุมมีค่าเฉลี่ย 55.56 มก.ต่อส่วนเหนือดิน และยังคงมากกว่ากรรมวิธีอื่น ยกเว้นกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม (53.2 กรัม) ในกรรมวิธีที่ขาดไนโตเจนพบว่า มีปริมาณไนโตรเจนไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียวตลอดการทดลอง

ในส่วนของส่วนใต้ดิน หัวเริ่มต้นที่ใช้ปลูกมีปริมาณไนโตรเจนสะสม 5.83 มก. เมื่อได้รับกรรมวิธีทดลองต่าง ๆ กันแล้วพบว่า ตั้งแต่ระยะเริ่มงอกจนกระทั่งพักตัวของหงส์เหินที่ปลูกในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ คือ 4.90, 12.82 และ 142.79 มก. ต่อส่วนใต้ดิน ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ยกเว้นกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนพบว่า มีปริมาณไนโตรเจนไม่แตกต่างจากกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียวตลอดการทดลอง

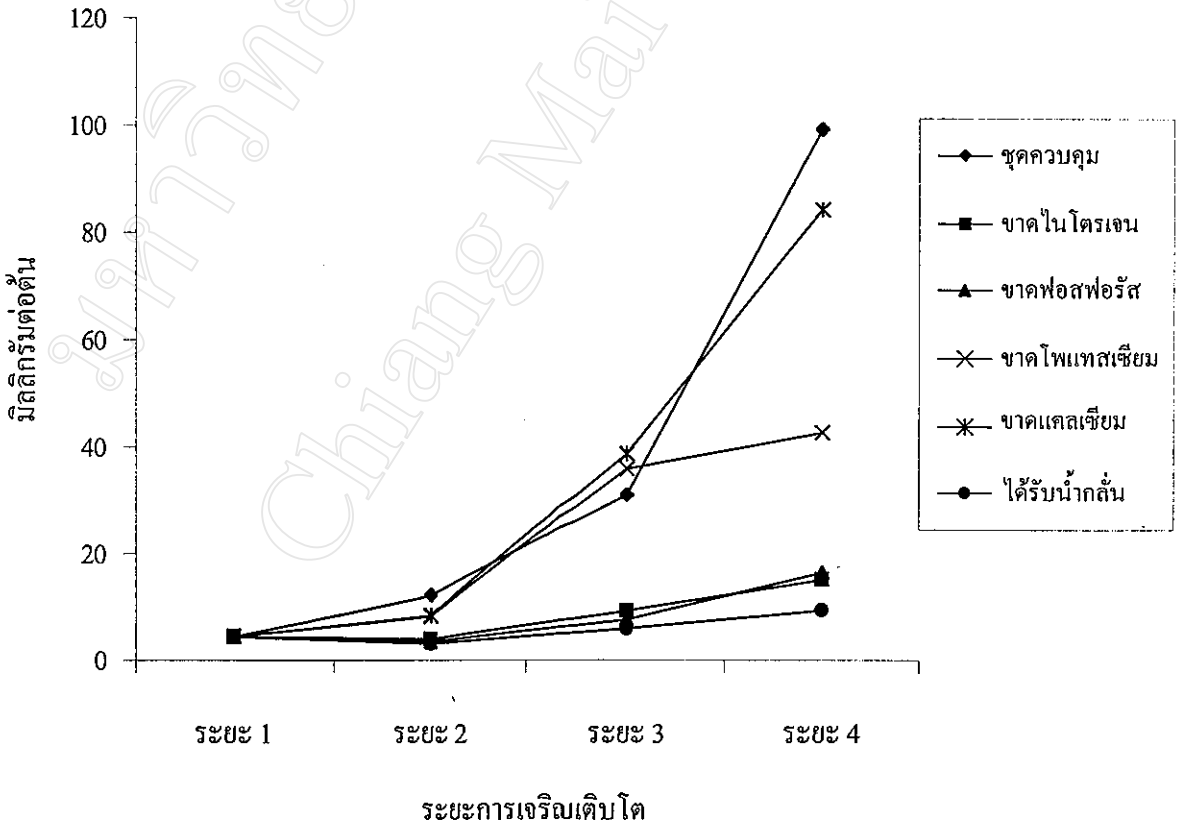
ตารางที่ 9 ผลของธาตุอาหารต่อปริมาณธาตุไนโตรเจนในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของหงส์เหิน

ส่วนของพืช	กรรมวิธี	ปริมาณไนโตรเจน มก. ต่อส่วนของพืช [1/]			
		ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4
ส่วนเหนือดิน	ชุดควบคุม	-	17.59a	46.21a	55.56a
	ขาดไนโตรเจน	-	1.97b	5.14c	5.96cd
	ขาดฟอสฟอรัส	-	5.69b	20.37b	14.48c
	ขาดโพแทสเซียม	-	11.97a	45.85a	25.98b
	ขาดแคลเซียม	-	15.41a	42.69a	53.20a
	น้ำกลั่น	-	1.95b	2.79c	1.76d
	$LSD_{0.05}$		1.95	2.027	3.01
	C.V.(%)		42.80	14.90	23.05
ส่วนใต้ดิน	ชุดควบคุม	5.83	4.90a	12.82a	142.79a
	ขาดไนโตรเจน	-	1.13d	2.77b	9.91c
	ขาดฟอสฟอรัส	-	3.11bc	6.11b	56.04b
	ขาดโพแทสเซียม	-	2.63cd	11.76a	56.42b
	ขาดแคลเซียม	-	4.35ab	13.79a	127.43a
	น้ำกลั่น	-	2.28cd	5.97b	10.01c
	$LSD_{0.05}$		0.56	1.504	6.36
	C.V.(%)		36.60	33.90	18.95

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.2.2 ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส

จากภาพที่ 13 แสดงปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมในหงส์เหินทั้งต้น โดยรวมปริมาณฟอสฟอรัสที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดิน และส่วนใต้ดินเข้าด้วยกัน พบว่าในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ กัน หงส์เหินที่ปลูกเลี้ยงในกรรมวิธีควบคุมมีการสะสมฟอสฟอรัส เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) ถึงจนกระทั่งพักตัว (ระยะที่ 4) ปริมาณฟอสฟอรัสเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว การเพิ่มปริมาณฟอสฟอรัสในหงส์เหินที่ปลูกในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมคล้ายกับพืชที่ปลูกในกรรมวิธีควบคุม ส่วนในกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมพบว่าปริมาณฟอสฟอรัสมีการเพิ่มขึ้นในช่วงแรกตั้งแต่ระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) ถึงระยะออกดอก (ระยะที่ 3) มากกว่าการเพิ่มในช่วงที่สองคือตั้งแต่หลังออกดอก (ระยะที่ 3) จนกระทั่งพักตัว (ระยะที่ 4) การขาดไนโตรเจน, การขาดฟอสฟอรัส และการที่พืชได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสต่อต้นมีการเพิ่มขึ้นน้อยมาก



ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

จากตารางที่ 10 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินในระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) ในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณเฉลี่ย 8.43 มก. สูงกว่ากรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน, ฟอสฟอรัส และกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม (เฉลี่ย 6.00 มก.) และขาดแคลเซียม (เฉลี่ย 5.68 มก.) ส่วนในระยะที่ 3 กรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีปริมาณฟอสฟอรัสมากที่สุดคือ เฉลี่ย 31.12 มก. แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม (เฉลี่ย 28.77 มก.) เมื่อเข้าสู่ระยะพักตัว (ระยะที่ 4) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในกรรมวิธีควบคุมมีมากที่สุด มีค่าเฉลี่ย 31.46 มก.ต่อส่วนเหนือดิน และมากกว่ากรรมวิธีอื่น

ปริมาณฟอสฟอรัสในหัวเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ย 4.47 มก. เมื่อปลูก และให้สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีต่าง ๆ แล้วพบว่า ในส่วนของพืชที่อยู่ใต้ดินตั้งแต่ระยะเริ่มงอกจนกระทั่งออกดอกของหงส์เหินที่ปลูกในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณเฉลี่ย 31.46 มก. ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ยกเว้นกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม (เฉลี่ย 27.24 มก.) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ในระยะที่พืชเข้าสู่ระยะพักตัวพบว่าส่วนใต้ดินของกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณฟอสฟอรัสสะสมเฉลี่ย 67.71 มก. ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นมีปริมาณฟอสฟอรัสน้อยที่สุดเฉลี่ย 7.53 มก. ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน (เฉลี่ย 7.59 มก.) และขาดฟอสฟอรัส (เฉลี่ย 12.30 มก.)

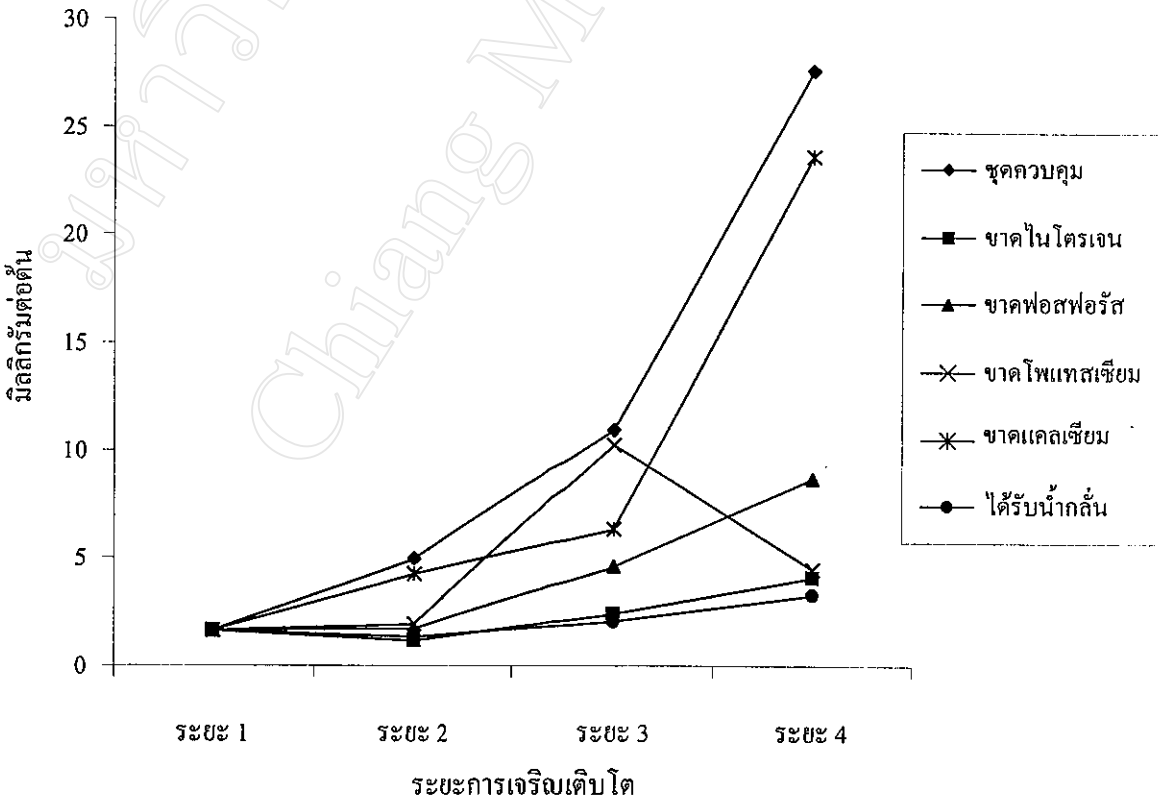
ตารางที่ 10 ผลของธาตุอาหารต่อปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของหงส์เหิน

ส่วนของพืช	กรรมวิธี	ปริมาณฟอสฟอรัส (มก. ต่อส่วนของพืช) [1/]			
		ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4
ส่วนเหนือดิน	ชุดควบคุม	-	8.43a	24.91b	31.46a
	ขาดไนโตรเจน	-	1.75b	4.81c	7.46d
	ขาดฟอสฟอรัส	-	1.35b	5.05c	4.19e
	ขาดโพแทสเซียม	-	6.00a	28.77a	19.53c
	ขาดแคลเซียม	-	5.68a	31.12a	27.24b
	น้ำกลั่น	-	0.85b	1.74d	1.98e
$LSD_{0.05}$			1.08	1.02	1.09
C.V.(%)			43.92	12.64	14.23
ส่วนใต้ดิน	ชุดควบคุม	4.47	3.65a	5.94ab	67.71a
	ขาดไนโตรเจน	-	2.17b	4.42bc	7.59d
	ขาดฟอสฟอรัส	-	2.08b	2.50c	12.30d
	ขาดโพแทสเซียม	-	2.16b	6.99a	23.09c
	ขาดแคลเซียม	-	2.64a	7.50a	57.01b
	น้ำกลั่น	-	2.26b	4.08bc	7.33d
$LSD_{0.05}$			0.42	0.69	2.64
C.V.(%)			33.47	26.35	18.12

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.2.3 ปริมาณธาตุโพแทสเซียม

จากภาพที่ 14 แสดงปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมในหงส์เหินทั้งต้น โดยรวมปริมาณโพแทสเซียมที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินเข้าด้วยกัน พบว่าในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ กัน หงส์เหินที่ปลูกเลี้ยงในกรรมวิธีควบคุมมีการสะสมโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่ระยะออกดอก (ระยะที่ 3) ปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก จนกระทั่งพักตัว กราฟของปริมาณโพแทสเซียมในหงส์เหินที่ปลูกในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม การเพิ่มปริมาณโพแทสเซียมคล้ายกับพืชที่ปลูกในกรรมวิธีควบคุม ในกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส พบว่าปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ จนกระทั่งพักตัว ส่วนในกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม พบว่าปริมาณโพแทสเซียมที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกคือระยะที่ 1 จนถึงระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ช่วงที่ 2 ในระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) ถึงระยะออกดอก (ระยะที่ 3) ปริมาณโพแทสเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมาก แต่ในช่วงที่ 3 คือตั้งแต่หลังออกดอก (ระยะที่ 3) จนกระทั่งพักตัว (ระยะที่ 4) ปริมาณโพแทสเซียมกลับลดลงอย่างรวดเร็ว การขาดไนโตรเจนและการที่พืชได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียวพบว่าปริมาณโพแทสเซียมต่อต้นมีการเพิ่มขึ้นน้อยมาก



ภาพที่ 14 การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุโพแทสเซียมในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

จากตารางที่ 11 พบว่าปริมาณโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินตั้งแต่เริ่มงอกจนกระทั่งออกดอก (ระยะที่ 2 และระยะที่ 3) ในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณโพแทสเซียมเฉลี่ย 3.74 และ 8.83 มก. ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน (0.51 และ 1.18 มก. โดยเฉลี่ยตามลำดับ) ฟอสฟอรัส (1.00 และ 3.25 มก. โดยเฉลี่ยตามลำดับ) และกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว (0.47 และ 0.66 มก.ตามลำดับ) ในระยะพักตัวพบว่าปริมาณโพแทสเซียมในกรรมวิธีควบคุมมีค่าเฉลี่ย 13.69 มก. และมากกว่ากรรมวิธีอื่น ยกเว้นกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม (เฉลี่ย 13.20 มก.) ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ปริมาณโพแทสเซียมในหัวเริ่มต้นมีค่าเฉลี่ย 1.64 มก. เมื่อปลูก และให้สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีต่าง ๆ แล้วพบว่า ในระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) ปริมาณโพแทสเซียมในส่วนใต้ดินลดลงต่ำกว่าหัวเริ่มต้น หลังจากนั้นจึงเพิ่มขึ้นตามลำดับและเพิ่มขึ้นสูงสุดเมื่อเข้าสู่ระยะพักตัว ซึ่งพบว่าปริมาณโพแทสเซียมในกรรมวิธีควบคุมมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 13.89 มก. ส่วนกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีค่าเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 1.98 มก. ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม (เฉลี่ย 3.27 มก.) และกรรมวิธีได้รับน้ำกลั่นตลอดการทดลอง (เฉลี่ย 2.51 มก.)

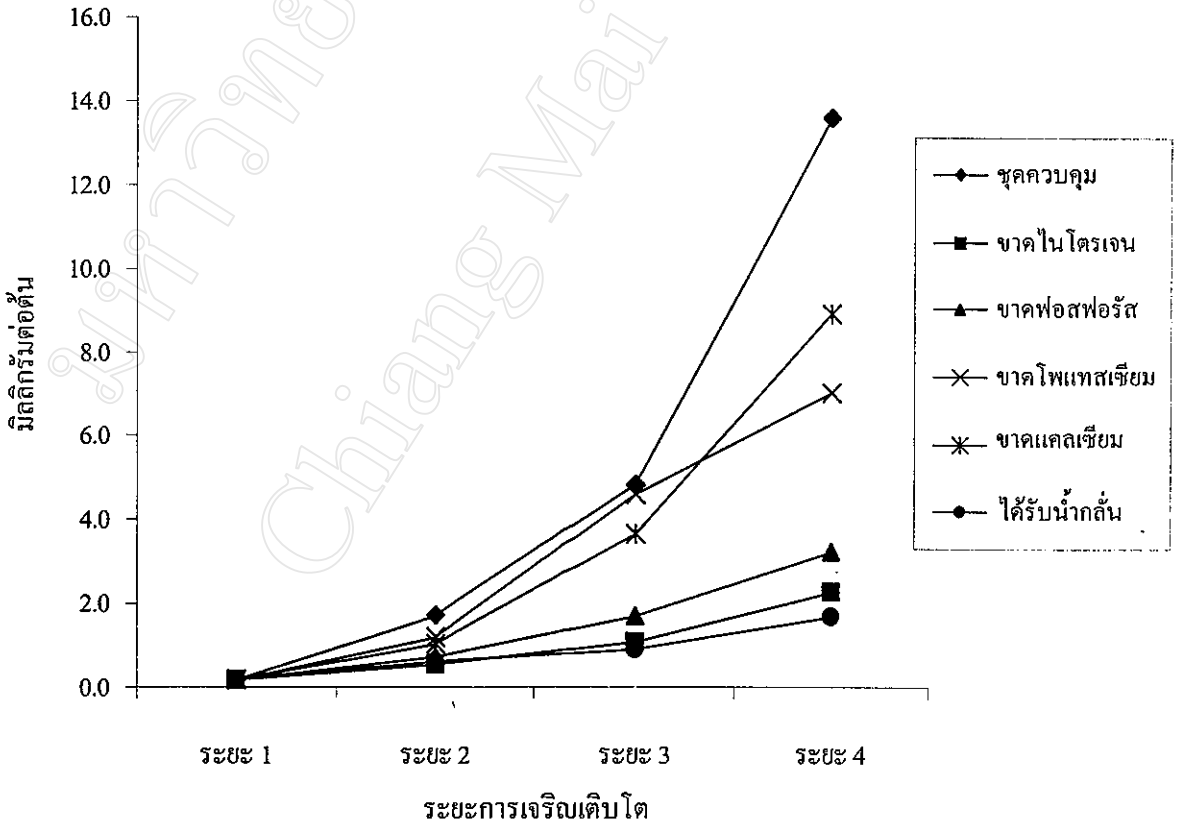
ตารางที่ 11 ผลของธาตุอาหารต่อปริมาณธาตุโพแทสเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของหงส์เหิน

ส่วนของพืช	กรรมวิธี	ปริมาณโพแทสเซียม (มก. ต่อส่วนของพืช) [1/]			
		ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4
ส่วนเหนือดิน	ชุดควบคุม	-	3.74a	8.83a	13.69a
	ขาดไนโตรเจน	-	0.51b	1.18d	2.08bc
	ขาดฟอสฟอรัส	-	1.00b	3.25c	3.00b
	ขาดโพแทสเซียม	-	1.40b	7.62a	1.19bc
	ขาดแคลเซียม	-	3.30a	5.44b	13.20a
	น้ำกลั่น	-	0.47b	0.66d	0.73c
$LSD_{0.05}$			0.40	0.44	0.68
C.V.(%)			35.75	19.31	24.21
ส่วนใต้ดิน	ชุดควบคุม	1.64	1.19a	2.09ab	13.89a
	ขาดไนโตรเจน	-	0.65bc	1.20c	1.98d
	ขาดฟอสฟอรัส	-	0.71bc	1.32bc	5.67c
	ขาดโพแทสเซียม	-	0.52c	2.35a	3.27d
	ขาดแคลเซียม	-	0.95ab	0.87c	10.40b
	น้ำกลั่น	-	0.87abc	1.37bc	2.51d
$LSD_{0.05}$			0.14	0.26	0.59
C.V.(%)			34.46	34.11	18.71

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.2.4 ปริมาณธาตุแคลเซียม

จากภาพที่ 15 แสดงปริมาณแคลเซียมที่สะสมในหงส์เหินทั้งต้น โดยรวมปริมาณแคลเซียมที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินเข้าด้วยกัน พบว่าในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ กัน หงส์เหินที่ปลูกเลี้ยงในกรรมวิธีควบคุมมีการสะสมแคลเซียมเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะออกดอก (ระยะที่ 3) ปริมาณแคลเซียมเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งระยะพักตัว ปริมาณแคลเซียมในหงส์เหินที่ปลูกในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีการเพิ่มในระยะออกดอกถึงระยะพักตัวเช่นเดียวกับกับพืชที่ปลูกในกรรมวิธีควบคุม ส่วนในกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมพบว่า ปริมาณแคลเซียมที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกตั้งแต่ระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) ถึงระยะออกดอก (ระยะที่ 3) มากกว่าการเพิ่มในช่วงที่สองคือตั้งแต่หลังออกดอก (ระยะที่ 3) จนกระทั่งพักตัว (ระยะที่ 4) การขาดไนโตรเจน การขาดฟอสฟอรัส และการที่พืชได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว พบว่าปริมาณแคลเซียมต่อต้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก



ภาพที่ 15 การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุแคลเซียมในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

จากตารางที่ 12 พบว่าปริมาณแคลเซียมในส่วนเหนือดินตั้งแต่เริ่มงอกจนกระทั่งออกดอก (ระยะที่ 2 และระยะที่3) ในกรรมวิธีควบคุมมีค่าเฉลี่ย 1.41 และ 4.43 มก. ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แคลเซียม และกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว ในระยะพักตัว พบว่าปริมาณแคลเซียมในกรรมวิธีควบคุมมีค่าเฉลี่ย 9.48 มก. ต่อส่วนเหนือดิน และมากกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นอย่างเดียวมีปริมาณแคลเซียมน้อยที่สุดคือเฉลี่ย 0.69 มก. ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน (เฉลี่ย 1.44 มก.) และกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส (เฉลี่ย 1.90 มก.)

ปริมาณแคลเซียมในส่วนของพืชที่อยู่ใต้ดินในหัวที่ใช้ปลูกมีค่าเฉลี่ย 0.18 มก. เมื่อปลูกและให้สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีต่าง ๆ แล้วพบว่า ในระยะที่ 2 ปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยหงส์เหินในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณแคลเซียมเฉลี่ย 0.30 มก. ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม (เฉลี่ย 0.17 มก.) แต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่น ๆ ในระยะที่ 3 กรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัสมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำที่สุดคือเฉลี่ย 0.22 มก. เมื่อพืชเข้าสู่ระยะพักตัวพบว่ากรรมวิธีควบคุมมีปริมาณแคลเซียมสูงที่สุดมีค่าเฉลี่ย 4.11 มก. ต่อส่วนใต้ดิน ส่วนกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีปริมาณแคลเซียมต่ำที่สุดคือเฉลี่ย 0.83 มก. ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส ขาดโพแทสเซียม และกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว

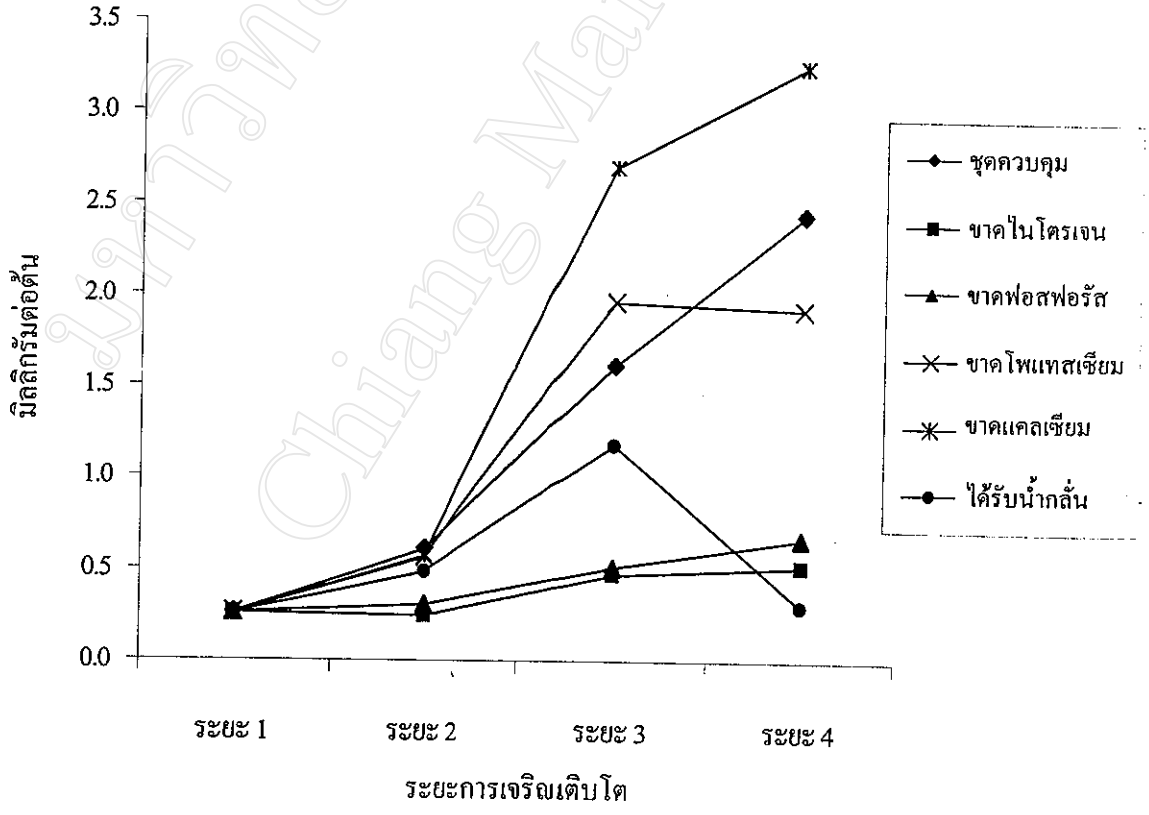
ตารางที่ 12 ผลของธาตุอาหารต่อปริมาณธาตุแคลเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของหงส์เหิน

ส่วนของพืช	กรรมวิธี	ปริมาณแคลเซียม (มก. ต่อส่วนของพืช) [1/]			
		ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4
ส่วนเหนือดิน	ชุดควบคุม	-	1.41a	4.43a	9.48a
	ขาดไนโตรเจน	-	0.33d	0.66d	1.44c
	ขาดฟอสฟอรัส	-	0.51cd	1.48c	1.90c
	ขาดโพแทสเซียม	-	1.00ab	4.14a	5.62b
	ขาดแคลเซียม	-	0.87bc	3.29b	6.30b
	น้ำกลั่น	-	0.36d	0.57d	0.69c
$LSD_{0.05}$			0.15	0.26	0.88
C.V.(%)			40.99	21.50	41.71
ส่วนใต้ดิน	ชุดควบคุม	0.18	0.30a	0.40a	4.11a
	ขาดไนโตรเจน	-	0.21ab	0.43a	0.83c
	ขาดฟอสฟอรัส	-	0.21ab	0.22b	1.35c
	ขาดโพแทสเซียม	-	0.19ab	0.46a	1.40c
	ขาดแคลเซียม	-	0.17b	0.37ab	2.61b
	น้ำกลั่น	-	0.26ab	0.34ab	1.00c
$LSD_{0.05}$			0.04	0.06	0.26
C.V.(%)			39.22	31.29	27.95

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.2.5 ปริมาณธาตุแมกนีเซียม

จากภาพที่ 16 แสดงปริมาณแมกนีเซียมที่สะสมในหงส์เหินทั้งต้น โดยรวมปริมาณแมกนีเซียมที่สะสมอยู่ในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินเข้าด้วยกัน พบว่าในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ กัน หงส์เหินที่ปลูกเลี้ยงในกรรมวิธีควบคุมมีการสะสมแมกนีเซียม เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งตั้งแต่ระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) ปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งพักตัว หงส์เหินที่ปลูกในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นอย่างมากในช่วงแรกตั้งแต่ระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) ถึงระยะออกดอก (ระยะที่ 3) มากกว่าการเพิ่มในช่วงที่สองคือตั้งแต่หลังออกดอก (ระยะที่ 3) จนกระทั่งพักตัว (ระยะที่ 4) ส่วนการขาดโพแทสเซียมและการที่พืชได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว พบว่าปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นในช่วงแรกตั้งแต่ระยะเริ่มงอก (ระยะที่ 2) ถึงระยะออกดอก (ระยะที่ 3) ส่วนในช่วงที่สองคือตั้งแต่หลังออกดอก (ระยะที่ 3) จนกระทั่งพักตัว (ระยะที่ 4) พบว่าปริมาณแมกนีเซียมกลับลดลง การขาดไนโตรเจนและการขาดฟอสฟอรัสทำให้ปริมาณแมกนีเซียมต่อต้นมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก



ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลงปริมาณธาตุแมกนีเซียมในระยะการเจริญเติบโตต่าง ๆ

จากตารางที่ 13 พบว่าปริมาณแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินในระยะเริ่มงอก กรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียมมีปริมาณแมกนีเซียมมากที่สุดเฉลี่ย 0.40 มก. ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม (เฉลี่ย 0.33 มก.) และกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม (เฉลี่ย 0.37 มก.) ในระยะออกดอกในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีปริมาณสูงที่สุดเฉลี่ย 2.14 มก. เมื่อพืชเข้าสู่ระยะพักตัวพบว่าปริมาณแมกนีเซียมในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีค่าเฉลี่ย 1.8 มก. ต่อส่วนเหนือดิน และมากกว่ากรรมวิธีอื่น ส่วนกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นอย่างเดียวมีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุดเฉลี่ย 0.16 มก. ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน (เฉลี่ย 0.28 มก.) และกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส (เฉลี่ย 0.18 มก.)

ในส่วนของพืชที่อยู่ใต้ดิน ปริมาณแมกนีเซียมในหัวที่ใช้ปลูกมีค่าเฉลี่ย 0.26 มก. เมื่อปลูกและให้สารละลายธาตุอาหารตามกรรมวิธีต่าง ๆ แล้วพบว่า ในระยะเริ่มงอกปริมาณแมกนีเซียมในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจน ขาดฟอสฟอรัส หรือขาดแคลเซียม มีปริมาณลดลงจากเริ่มต้น ในระยะออกดอกพบว่าปริมาณแมกนีเซียมในทุกกรรมวิธีเพิ่มขึ้น โดยปริมาณแมกนีเซียมในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีค่าเฉลี่ย 0.56 มก. ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ขาดโพแทสเซียม และกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นตลอดการทดลองเมื่อพืชเข้าสู่ระยะพักตัวพบว่าปริมาณแมกนีเซียมในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีค่าสูงสุด โดยกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนมีปริมาณแมกนีเซียมต่ำที่สุดเฉลี่ย 0.24 มก. ซึ่งไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส (เฉลี่ย 0.48 มก.) และกรรมวิธีที่ได้รับน้ำกลั่นตลอดการทดลอง (เฉลี่ย 0.14 มก.)

ตารางที่ 13 ผลของธาตุอาหารต่อปริมาณธาตุแมกนีเซียมในส่วนเหนือดินและส่วนใต้ดินของหงส์เหิน

ส่วนของพืช	กรรมวิธี	ปริมาณแมกนีเซียม (มก.ต่อส่วนของพืช) [1/]			
		ระยะที่ 1	ระยะที่ 2	ระยะที่ 3	ระยะที่ 4
ส่วนเหนือดิน	ชุดควบคุม		0.33ab	1.25c	1.06b
	ขาดไนโตรเจน		0.12c	0.22d	0.28c
	ขาดฟอสฟอรัส		0.13c	0.32d	0.18c
	ขาดโพแทสเซียม		0.40a	1.50b	1.08b
	ขาดแคลเซียม		0.37a	2.14a	1.38a
	น้ำกลั่น		0.16bc	0.35d	0.16c
$LSD_{0.05}$			0.06	0.07	0.08
C.V.(%)			45.45	14.11	23.71
ส่วนใต้ดิน	ชุดควบคุม	0.26	0.28ab	0.37bc	1.38b
	ขาดไนโตรเจน		0.13c	0.25cd	0.24d
	ขาดฟอสฟอรัส		0.18bc	0.19d	0.48cd
	ขาดโพแทสเซียม		0.17c	0.46ab	0.84c
	ขาดแคลเซียม		0.20abc	0.56a	1.87a
	น้ำกลั่น		0.29a	0.55a	0.14d
$LSD_{0.05}$			0.04	0.05	0.14
C.V.(%)			34.80	23.97	33.44

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

2.2.6 ปริมาณธาตุอาหารใน bulbil

จากผลการทดลองในตารางที่ 14 พบว่า bulbil ของหงส์เหินที่ปลูกในกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณไนโตรเจนเฉลี่ย 26.27 มก. ฟอสฟอรัสเฉลี่ย 12.68 มก. โพแทสเซียมเฉลี่ย 3.14 มก. ซึ่งสูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ยกเว้นกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียม ปริมาณแคลเซียมในกรรมวิธีควบคุมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ 1.23 มก. ส่วนปริมาณแมกนีเซียมในกรรมวิธีที่ขาดแคลเซียมมีค่าเฉลี่ยมากที่สุดคือ 0.43 มก. ในกรรมวิธีที่ขาดไนโตรเจนพบว่า ปริมาณไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกรรมวิธีที่ขาดฟอสฟอรัส และกรรมวิธีที่พืชได้รับน้ำกลั่นเพียงอย่างเดียว

ตารางที่ 14 ผลของธาตุอาหารต่อปริมาณธาตุอาหารสะสมในหัวย่อยในระยะพักตัว

กรรมวิธี	ปริมาณธาตุอาหาร [1/]				
	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โพแทสเซียม	แคลเซียม	แมกนีเซียม
ชุดควบคุม	26.27a	12.68a	3.14a	1.23a	0.30b
ขาดไนโตรเจน	4.46c	2.39c	1.12b	0.41bc	0.13c
ขาดฟอสฟอรัส	11.80bc	3.75c	1.47b	0.47bc	0.14c
ขาดโพแทสเซียม	16.45b	7.89b	1.48b	0.54bc	0.20bc
ขาดแคลเซียม	32.72a	13.63a	3.23a	0.17b	0.43a
น้ำกลั่น	6.23c	1.93c	1.22b	0.22c	0.18c
$LSD_{0.05}$	2.80	1.35	034	0.13	0.04
C.V.(%)	34.29	38.38	34.53	42.11	33.21

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %