บทที่ 4

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการศึกษาทดลองศักยภาพความเป็นปุ๋ยของกากตะกอนจุลินทรีย์ ซึ่งได้แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ตอน ดังนี้คือ

ตอนที่ 1 วิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของกากตะกอนจุลินทรีย์และดินชุดทดลอง

ตอนที่ 2 การนำกากตะกอนจุลินทรีย์มาหมักเป็นปุ๋ย

ตอนที่ 3 นำปุ๋ยที่ได้นำมาทดลองปลูกผัก

ซึ่งแต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.1 การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของกากตะกอนจุลินทรีย์ และดินชุดลอง

ผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของกากตะกอนจุลินทรีย์

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของกากตะกอนจุลินทรีย์

Parameter	ผลการวิเคราะห์
ลักษณะทางกายภาพ	
- อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	25
- ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	5.44
- ความชื้น (%โดยน้ำหนักเปียก)	88.97
ลักษณะทางเคมี	
- Total Kjeldahl Nitrogen : TKN (%โดยน้ำหนักแห้ง)	1.008
- ฟอสฟอรัส (%โดยน้ำหนักแห้ง)	1.6
- โพแทสเซียม (%โดยน้ำหนักแห้ง)	0.28
- อินทรียวัตถุ (%โดยน้ำหนักแห้ง)	44.69
- อัตราส่วน C:N	44.34 :1

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของกากตะกอนจุลินทรีย์ในเบื้องต้น พบว่า

1. อุณหภูมิ

ได้มีการวัดอุณหภูมิของกากตะกอนจุลินทรีย์ก่อนการหมักปุ๋ย พบว่า อุณหภูมิที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกเพียงเล็กน้อย เนื่องจากกากตะกอนจุลินทรีย์มีลักษณะเปียกชื้นค่อนข้างมาก

2. ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ค่า pH ที่วัดได้เท่ากับ 5.44 ซึ่งมีความเป็นกรดเล็กน้อย แต่ไม่มีผลต่อการหมักทำปุ๋ย เนื่องจากช่วงของค่า pH ที่เหมาะสมในขณะเริ่มหมักทำปุ๋ยมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 5-7 (วุทธินันท์ ศิริพงศ์ : 2540, 25)

3. ความชื้น

ค่าความชื้นของกากตะกอนจุลินทรีย์มีความชื้นสูงมาก โดยค่าที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 88.97 %โดยน้ำหนักเปียก เนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์มีลักษณะที่ค่อนข้างเปียก ซึ่งมีผลต่อการหมักทำปุ๋ยเป็นอย่างมาก แต่อย่างไรก็ตาม สามารถปรับค่าความชื้นให้ลดลงได้ โดยการใส่กากตะกอนจุลินทรีย์เก่าที่มีค่าความชื้นเท่ากับ 3.89 %โดยน้ำหนักเปียก เมื่อนำมาผสมกันแล้วค่าความชื้นที่ได้มีค่าเท่ากับ 60.50 %โดยน้ำหนักเปียก ซึ่งอยู่ในช่วงที่เหมาะสม คือ 50-70 %โดยน้ำหนักเปียก (www.greenag.org)

4. ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม (NPK)

การวิเคราะห์ค่าไนโตรเจน มีค่าเท่ากับ 1.008 %โดยน้ำหนักแห้ง ฟอสฟอรัส มีค่าเท่ากับ 1.6 %โดยน้ำหนักแห้ง และค่าโพแทสเซียม มีค่าเท่ากับ 0.28 %โดยน้ำหนักแห้ง

5. อัตราส่วน C:N ratio

อัตราส่วน C:N ratio ที่วัดได้มีค่าเท่ากับ 44.34 :1 ซึ่งมีค่าสูงเกินไป เนื่องจากค่าอินทรีย์คาร์บอนมีค่ามากเกินไป ซึ่งจะมีผลต่อระยะเวลาในการหมักเป็นปุ๋ย จึงต้องมีการปรับค่าอินทรีย์คาร์บอนให้ลดลง โดยทำการเพิ่มค่าไนโตรเจนให้มีปริมาณมากขึ้น โดยทั่วไปค่า C:N ratio เริ่มต้นการหมักควรมีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 20-40 (ระเบียบ บินอาสัน และคณะ. 2544, 10)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของดินชุดทดลอง

Parameter	ผลการวิเคราะห์
ลักษณะทางกายภาพ	
- ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)	6.54
ลักษณะทางเคมี	
- Total Kjeldahl Nitrogen : TKN (%โดยน้ำหนักแห้ง)	0.04
- ฟอสฟอรัส (%โดยน้ำหนักแห้ง)	0.05
- โพแทสเซียม (%โดยน้ำหนักแห้ง)	0.73

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ และทางเคมีของดินชุดทดลองในเบื้องต้น พบว่าคุณลักษณะของดินชุดทดลองเป็นดินที่มีธาตุอาหารน้อย เนื่องจากเป็นดินร่วนปนทราย ซึ่งถูกชะล้างธาตุอาหารได้ง่าย

4.2 การนำกากตะกอนจุลินทรีย์มาหมักเป็นปุ๋ย

ในการศึกษาการนำกากตะกอนจุลินทรีย์มาหมักเป็นปุ๋ยนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษาถึงปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการหมักปุ๋ยดังนี้ คือ

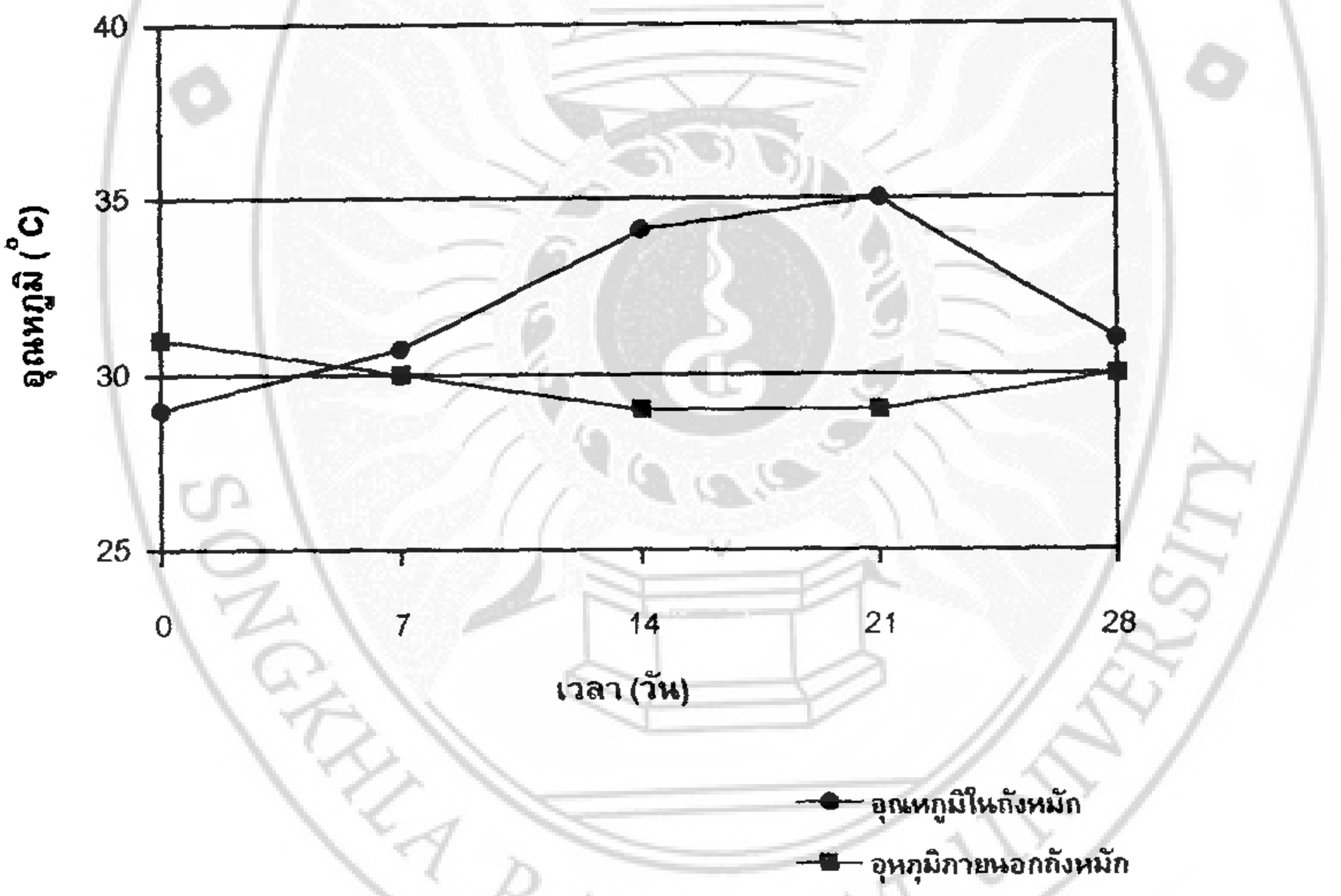
1. <u>อุณหภูมิ</u>

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวัดอุณหภูมิภายในถังหมักและภายนอกถังปุ๋ยหมัก

ครั้งที่วัด	ระยะเวลา (วัน)	อุณหภูมิภายในถังหมัก (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิภายนอก (องศาเซลเซียส)
1	0	29	31
2	7	29	30
3	14	34	29
4	21	35	29
5	28	31	30

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการวัดอุณหภูมิภายในถังหมัก พบว่า สัปดาห์แรกภายในถังหมักจะมีอุณหภูมิ 29 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิภายนอกถังที่มีค่า 30 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิภายในถังหมักต่ำกว่าอุณหภูมิภายนอกถังหมักเล็กน้อย เมื่อทำการหมักต่อไปอุณหภูมิจะสูงขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเทียบกับอุณหภูมิภายนอกถัง แสดงว่า เกิดกิจกรรมการย่อยสลายสารอินทรีย์ของจุลินทรีย์

ดังนั้น จากการทดลองถึงแม้ว่าอุณหภูมิจะต่ำในช่วงสัปดาห์แรก เป็นผลมาจากการที่ปริมาณความชื้นภายในถังหมักยังสูงทำให้ปริมาณของออกซิเจนมีไม่เพียงพอต่อความต้องการของจุลินทรีย์ ต่อมาเมื่อมีการกลับกองปุ๋ยเพื่อลดความชื้นเป็นผลให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก ปริมาณออกซิเจนมีเพียงพอทำให้กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในระหว่างทำการหมัก ดำเนินกระบวนการย่อยสลายได้ดีขึ้น และจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นในช่วงนี้แสดงว่าจุลินทรีย์มีการเจริญเติบโต และการย่อยสลายเป็นไปด้วยดี ในช่วงนี้จุลินทรีย์จะนำสารอินทรีย์ที่มีในถังมาใช้อย่างเต็มที่ จนกระทั่งถึงจุดหนึ่งที่จุลินทรีย์ย่อยสลายสารเหล่านี้จนเกือบหมด อุณหภูมิภายในถังจะลดลงใกล้เคียงกันอุณหภูมิภายนอกถังอีกครั้ง (วุทธินันท์ ศิริพงศ์, 2540. 25)



ภาพที่ 4.1 แสดงอุณหภูมิภายในถังหมัก และภายนอกถังหมัก

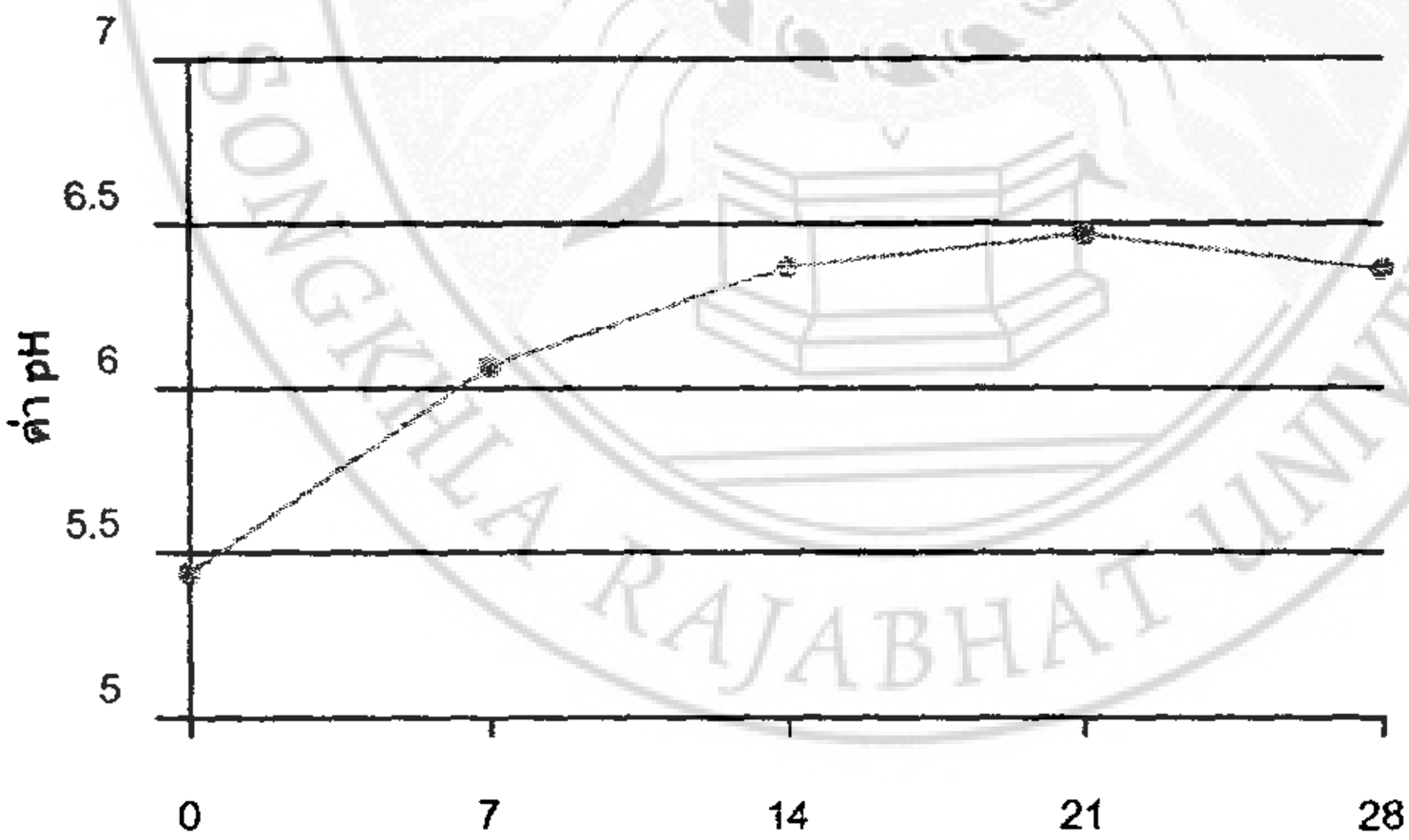
2.ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง(pH)

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

ครั้งที่วัด	ระยะเวลา (วัน)	ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)
1	0	5.44
2	7	6.07
3	14	6.37
4	21	6.47
5	28	6.36

จากตารางที่ 4.4 จะเห็นได้ว่า ค่า pH เริ่มต้นการหมักมีค่า 5.44 จะมีค่าต่ำเนื่องจากการเริ่มต้นการหมัก จุลินทรีย์มีการเมตาโบลิซึมในอัตราที่สูง ซึ่งผลิตภัณฑ์จากการเมตาโบลิซึมนี้มีคุณสมบัติเป็นกรด ทำให้ค่า pH ที่วัดได้มีค่าต่ำ ต่อมา pH จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ เนื่องจากการเมตาโบลิซึมจะลดลง และส่งผลให้ค่า pH จะอยู่ในช่วงที่จุลินทรีย์ทำงานได้ดี คือ อยู่ใน 6.0-7.0

อย่างไรก็ตาม ถ้าค่า pH อยู่ในช่วงที่สูง หรือต่ำมาก ควรมีการปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วงปกติ โดยการใส่ปูนขาว ขี้เถ้า หรือมูลสัตว์ (ระเบียบ บินอาสันและคณะ, 2544. 27)



ภาพที่ 4.2 แสดงผลการวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

3.<u>ความชื้น</u>

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวัดความชื้นในระหว่างการหมัก

จำนวนครั้งที่วัด	ระยะเวลา (วัน)	ความชื้น (%โดยน้ำหนักเปียก)
1	0	65.25
2	7	65.33
3	14	65.74
4	21	65.83
5	28	63.48

จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่า ปริมาณความชื้นเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการหมักแบบใช้อากาศ ซึ่งความชื้นที่เหมาะสมต่อการย่อยสลายสารอินทรีย์อยู่ในช่วง 50-70 % จากการทดลองพบว่าปริมาณความชื้นในถังหมักมีค่า 63-66% อยู่ในช่วงที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามความชื้นได้เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เนื่องมาจากกากตะกอนจุลินทรีย์มีการคายน้ำออกมาในระหว่างการหมัก หากความชื้นมีเปอร์เซนต์สูงขึ้นมากเกินกว่าช่วงที่เหมาะสมก็สามารถกลับกองปุ๋ยหมักบ่อยๆ หรืออาจหาวัสดุดูดซับ เช่น ฟางข้าว ใบไม้แห้ง ขี้เลื่อย แต่ถ้าเปอร์เซนต์ความชื้นมีค่าต่ำเกินไป สามารถใช้การพรมน้ำเพื่อเพิ่มปริมาณความชื้นขึ้นได้ (www.greewnag.org)

ภาพที่ 4.3 แสดงผลการวัดความชื้นในระหว่างการหมัก

4. <u>อัตราส่วน คาร์บอนต่อไนโตรเจน(C:N ratio)</u>

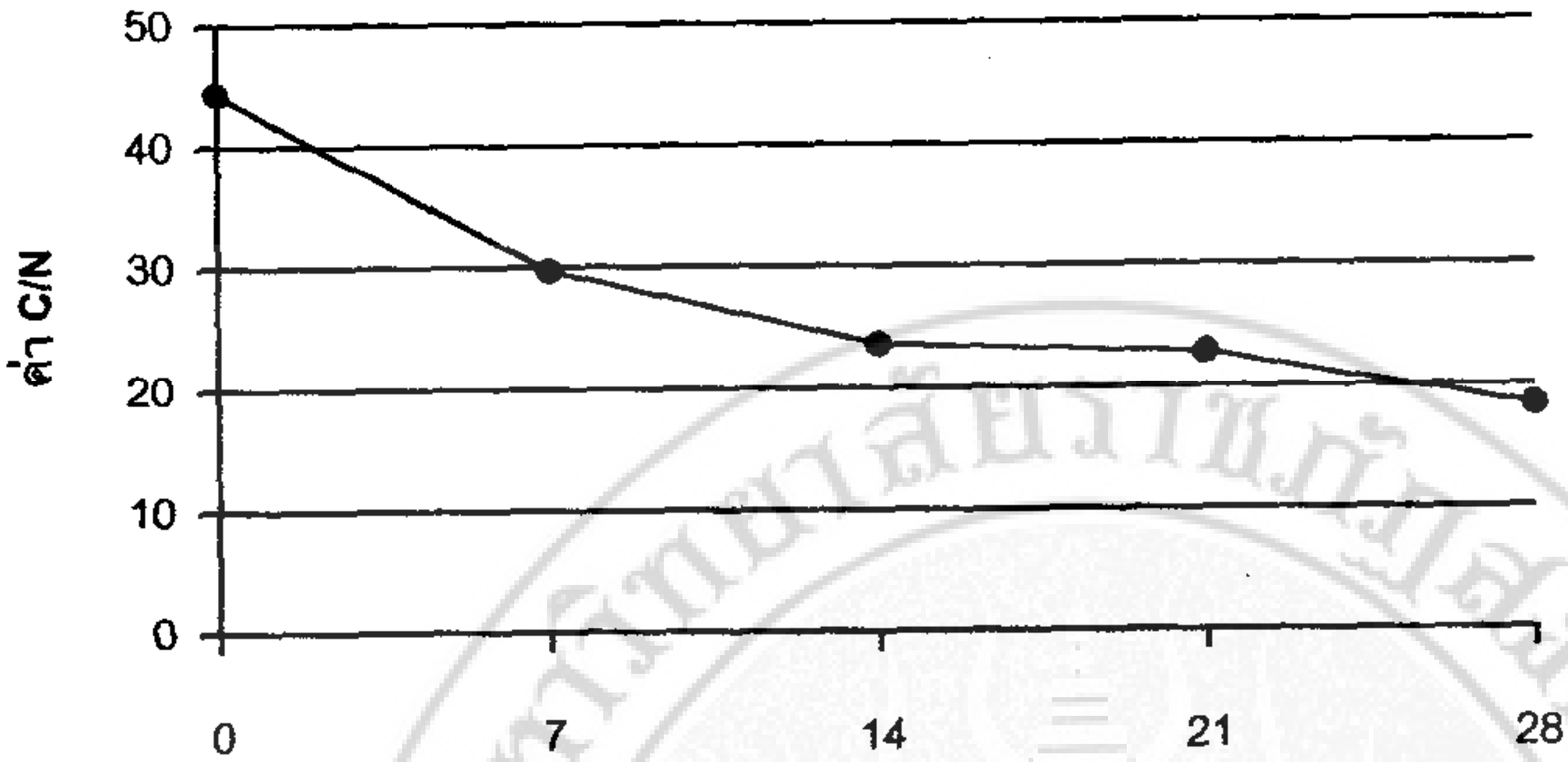
ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวัด C:N ratio ของปุ๋ยในระหว่างการหมัก

Parameter	%C	%N	C:N ratio
ค่า C:N ratio เริ่มต้นการหมัก	44.34	1.008	44.34
ค่า C:N ratio ในระหว่างการหมัก	46.94	1.58	29.71
	37.14	1.57	23.66
	35.43	1.55	22.86
ค่า C:N ratio เมื่อสิ้นสุดการหมัก	29.40	1.60	18.44

จากการทดลอง ค่า C:N ratio เป็นค่าที่บ่งบอกความยากง่ายของการย่อยสลาย และยังเป็นตัวกำหนดระดับการเป็นปุ๋ยหมักที่สมบูรณ์ โดยทั่วไปแล้วคุณภาพ และมาตรฐานของปุ๋ยหมักที่ดี เมื่อสิ้นสุดระยะการหมักไม่ควรเกิน 25/1 (อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์, 2545.: 8) ในการหมักนี้ได้มีการใช้กากตะกอนจุลินทรีย์ เป็นวัสดุในการหมัก ซึ่งได้นำมาวิเคราะห์หาค่าC:N ratio เริ่มต้นการหมักมีค่าเท่ากับ 44.34 ซึ่งเกินค่าที่เหมาะสมอยู่มาก (อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน เริ่มต้นที่เหมาะสมต่อกระบวนการย่อยสลายวัสดุจะอยู่ในช่วง 20-40 ระเบียบ บินอาสัน และคณะ, 2544 : 10)

เนื่องจากกากตะกอนจุลินทรีย์ เป็นผลผลิตที่ได้จากระบบบำบัดน้ำเสีย ของโรงงานแปรรูปอาหารทะเล ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนของจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้น จึงต้องปรับค่า C:N ratio ให้เหมาะสมโดยการเพิ่มค่าไนโตรเจนด้วยปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 หลังจากนั้นค่า C:N ratio ในระหว่างการหมักมีค่าลดลงเนื่องจากการเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์ โดยจุลินทรีย์จะเปลี่ยนออร์แกนิกคาร์บอนเป็น คาร์บอนไดออกไซด์ และดูดซับไนโตรเจนไปเก็บไว้ในเซลของจุลินทรีย์ทำให้ค่า C:N ratio ลดลงในระหว่างการหมัก

เมื่อเสร็จสิ้นการหมักได้นำปุ๋ยที่ได้มาวิเคราะห์ค่า C:N ratio พบว่า ค่า C:N ratio ที่ได้คือ 18.44 มีค่าไม่เกิน 25:1 ดังนั้นปุ๋ยหมักได้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้



ภาพที่ 4.4 แสดงผลการวัด C:N ratio ของปัยในระหว่างการหมัก

4. <u>ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K)</u>

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์หาค่าไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K)

Parameter	%N	%P	%K	%N:P:K
เกณฑ์ที่เหมาะสม	1-3%	0.5-1%	0.5-2%	-
ค่า%N:P:K หลังการหมัก	1.6	1.2	0.6	1.6:1.2:0.6

จากผลการทดลอง หลังการหมักได้มีการนำตัวอย่างกากตะกอนที่ได้จากการหมักไปทำการวิเคราะห์หาแร่ธาตุอาหารหลักที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ผลดังนี้

ค่าไนโตรเจน (N) เท่ากับ 1.6%, ฟอสฟอรัส (P) เท่ากับ 1.2%, โพแทสเซียม (K) เท่ากับ 0.6% จากค่าที่วิเคราะห์ได้นั้นจะเทียบเปอร์เซนต์โดยน้ำหนักแห้ง เมื่อนำค่า ไนโตรเจน (N),ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K) ที่วิเคราะห์ได้ไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่เหมาะสม จะเห็นได้ว่าไนโตรเจน (N) อยู่ในเกณฑ์ ฟอสฟอรัส (P) มีค่ามากกว่าเกณฑ์ไม่มาก และค่าโพแทสเซียม (K) อยู่ในช่วงที่เหมาะสมคือ ซึ่งปุ๋ยหมักสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

อย่างไรก็ตามถ้าค่า ไนโตรเจน (N), ฟอสฟอรัส (P), และโพแทสเซียม (K) มีน้อยเกินไปจะทำให้พืชชะลอการเติบโตได้ โดยเฉพาะฟอสฟอรัสไม่สามารถละลายเป็นอาหารพืชได้ แต่หากค่าไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และ โพแทสเซียม (K) มีมากเกินไปพืชก็ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ เพราะพืชแต่ละชนิดมีความต้องการแร่ธาตุอาหารหลักที่ต่างกัน

ดังนั้นการใส่ปุ๋ยแก่พืชต้องคำนึงถึงธาตุอาหาร และอัตราส่วนที่พอเหมาะเพื่อพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้เหมาะสม

4.3. นำปุ๋ยที่ได้นำมาทดลองปลูกผัก

การทดลองในตอนที่ 3 ได้นำปุ๋ยหมักจากกากตะกอนจุลินทรีย์ที่หมักเป็นระยะเวลา 30 วันมาหาศักยภาพความเป็นปุ๋ย โดยการนำมาใช้ปลูกผักบุ้งจีน ซึ่งใช้ระยะเวลา 30 วัน โดยผลที่ได้มีดังนี้

1.<u>ความสูง</u>

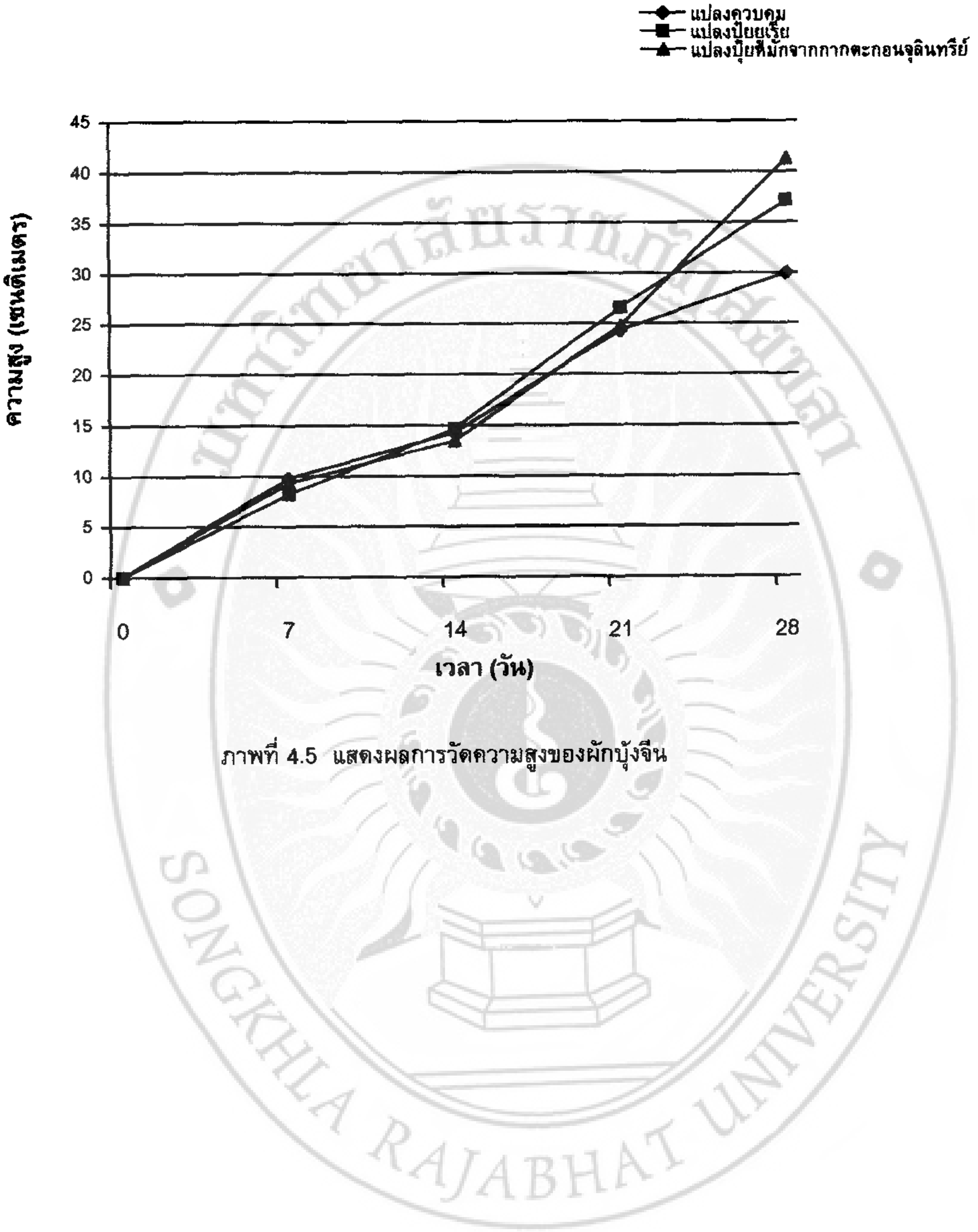
ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวัดความสูงของผักบุ้งจีน

ครั้งที่วัด	ระยะเวลา (วัน)	ความสูง (เซนติเมตร)		
		แปลงควบคุม	แปลงทดลอง	แปลงเปรียบเทียบ
1	0	0	0	0
2	7	9.80	9.30	8.20
3	14	14.30	13.50	14.60
4	21	24.30	24.80	26.60
5	28	30	41.30	37.20

จากผลการทดลอง ความสูงของผักบุ้งจีนที่ปลูกในแปลงควบคุม เจริญเติบโตได้ดีในช่วงแรกๆ เนื่องจากในดินชุดทดลอง มีธาตุอาหารอยู่จำนวนหนึ่ง และมีการปลดปล่อยธาตุอาหารได้ดี เมื่อเวลาผ่านไปพืชนำไปใช้ธาตุอาหารจึงลดลงเป็นผลให้การเติบโตของผักบุ้งจีนต่อนข้างจะคงที่

ในแปลงทดลองหรือแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนจุลินทรีย์ ได้มีการผสมปุ๋ยหมักลงในดินอัตราส่วน 1.5 กิโลกรัมต่อ 50 ตารางเซนติเมตร ระยะแรกการเจริญเติบโตช้า เพราะกากตะกอนจุลินทรีย์ที่ได้จากการหมักต้องใช้เวลาในการปลดปล่อยธาตุอาหาร เมื่อเวลาผ่านไปการเจริญเติบโตเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจาก ปุ๋ยหมักได้มีการปลดปล่อยธาตุอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ออกมา

และในแปลงเปรียบเทียบหรือแปลงที่ใส่ปุ๋ยยูเรีย ได้มีการผสมปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 ลงไปในอัตราส่วน 20 กรัมต่อ 50 ตารางเซนติเมตร การเจริญเติบโตในช่วงแรกเช่นเดียวกับแปลงควบคุม และแปลงทดลอง ในระยะเวลาต่อมา ได้มีการนำปุ๋ยยูเรียสูตร 46-0-0 ผสมน้ำในอัตราส่วน 10 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร รดแทนน้ำทุกๆ 7 วัน ระยะนี้การเติบโตเป็นไปอย่างรวดเร็ว เพราะผักบุ้งจีนสามารถดูดซึมไปใช้ได้หลายทาง เช่น ทางใบ เป็นต้น แต่ความสูงน้อยกว่าแปลงทดลอง



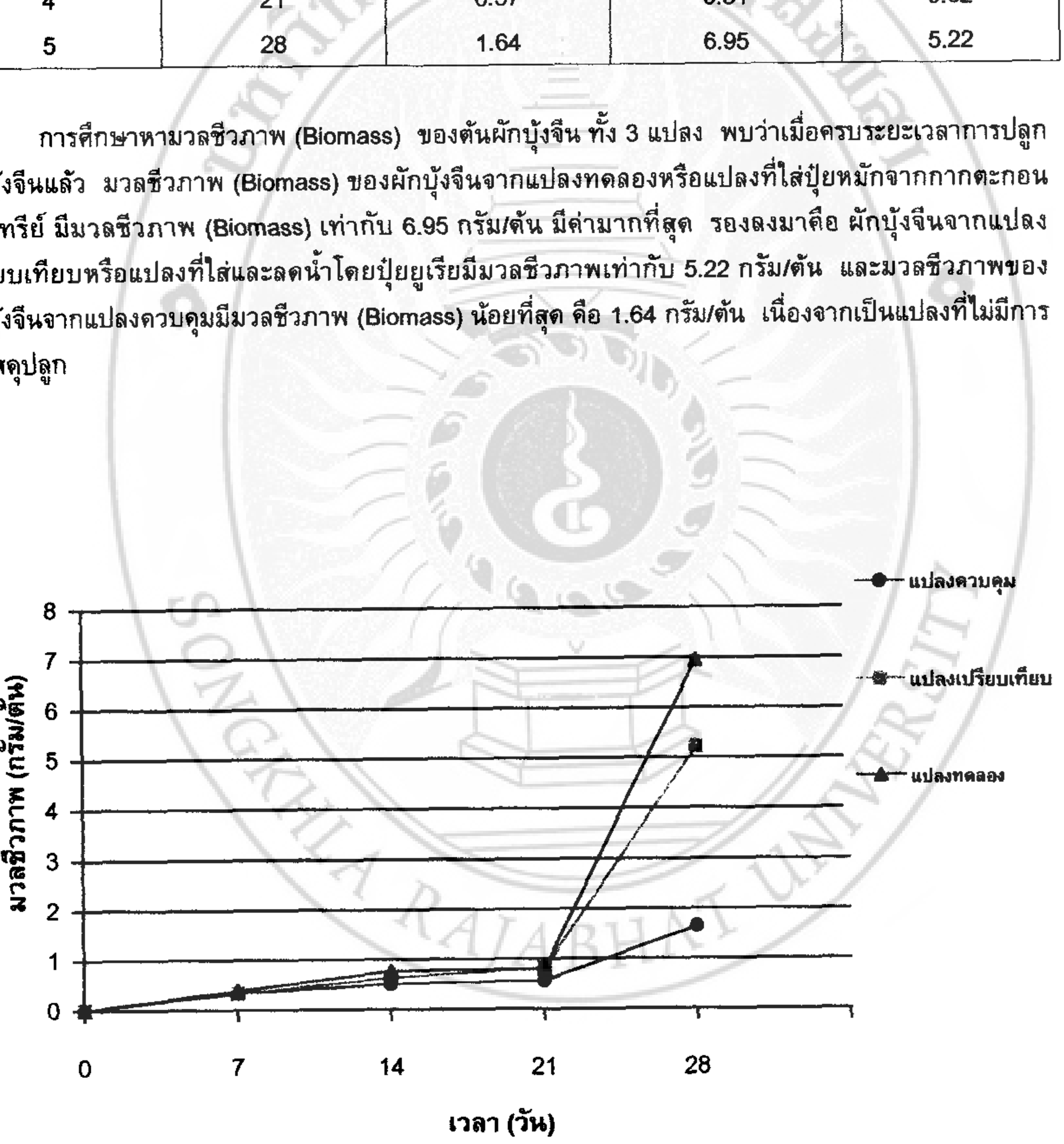
ภาพที่ 4.5 แสดงผลการวัดความสูงของผักบุ้งจีน

2.มวลชีวภาพ (Biomass)

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์มวลชีวภาพ

ครั้งที่วิเคราะห์	ระยะเวลา (วัน)	มวลชีวภาพ (Biomass) (กรัม/ต้น)		
		แปลงควบคุม	แปลงทดลอง	แปลงเปรียบเทียบ
1	0	0	0	0
2	7	0.34	0.39	0.33
3	14	0.51	0.77	0.64
4	21	0.57	0.81	0.82
5	28	1.64	6.95	5.22

การศึกษาหามวลชีวภาพ (Biomass) ของต้นผักบุ้งจีน ทั้ง 3 แปลง พบว่าเมื่อครบระยะเวลาการปลูกผักบุ้งจีนแล้ว มวลชีวภาพ (Biomass) ของผักบุ้งจีนจากแปลงทดลองหรือแปลงที่ใส่ปุ๋ยหมักจากกากตะกอนจุลินทรีย์ มีมวลชีวภาพ (Biomass) เท่ากับ 6.95 กรัม/ต้น มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ผักบุ้งจีนจากแปลงเปรียบเทียบหรือแปลงที่ใส่และลดน้ำโดยปุ๋ยยูเรียมีมวลชีวภาพเท่ากับ 5.22 กรัม/ต้น และมวลชีวภาพของผักบุ้งจีนจากแปลงควบคุมมีมวลชีวภาพ (Biomass) น้อยที่สุด คือ 1.64 กรัม/ต้น เนื่องจากเป็นแปลงที่ไม่มีการใส่วัสดุปลูก



ภาพที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์มวลชีวภาพ