

บทที่ 4

ผลการวิจัย

จากการศึกษาเปรียบเทียบการใช้สารอนินทรีย์ทางการเกษตร กับการใช้สารเคมีวิเคราะห์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช โดยใช้ตายอดและตาข้างของมอสส์บัสเตอร์มาเลี้ยงในอาหาร ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้ข้อค้นพบดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อตายอดและตาข้าง ของมอสส์บัสเตอร์เมื่อเลี้ยงในอาหารที่เป็นสารอนินทรีย์ที่ใช้ทางการเกษตร มีความเข้มข้นแตกต่างกัน 4 ระดับคือ ตำรับการทดลองที่ 1 ได้แก่ D1 ตำรับการทดลองที่ 2 ได้แก่ D2 มีความเข้มข้นเป็น 2 เท่า ของ D1 ตำรับการทดลอง ที่ 3 ได้แก่ D3 มีความเข้มข้นเป็น 3 เท่าของ D1 ตำรับการทดลองที่ 4 ได้แก่ D4 มีความเข้มข้นเป็น 4 เท่าของ D1 และตำรับการทดลองที่ 5 ได้แก่ D5 เป็นสูตรอาหารเอ็มเอส (1962) ที่ใช้สารเคมีวิเคราะห์ ทุกตำรับการทดลองมีบีเอ 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 3 เดือน โดยเปลี่ยนอาหารทุกๆ 4 สัปดาห์ และมีการตัดแต่งเนื้อเยื่อ ผลการทดลองปรากฏดังนี้

1. จำนวนต้นรวม

จากการสังเกตการเจริญเติบโต ของตายอดและตาข้างเมื่อเลี้ยงในอาหารทั้ง 5 ตำรับ การทดลอง ในเวลา 1 เดือน พบว่าทุกตำรับการทดลองสามารถทำให้เนื้อเยื่อเจริญเติบโตและ พัฒนาไปเป็นต้นรวมได้ 100 เปอร์เซ็นต์ หมายความว่าทุกหน่วยทดลอง ตายอดและตาข้างของพืช สามารถเจริญเติบโตได้ โดยได้ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นในแต่ละตำรับการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($\alpha = 0.01$) สูตรอาหารของ D4 ได้ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นสูงสุดคือ 7.896 ต้น/ขวด รองลงมาได้แก่สูตรอาหาร D5 ได้ค่าเฉลี่ยจำนวนต้น 7.700 ต้น/ขวด สูตรอาหารที่ได้ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นต่ำสุดคือ สูตรอาหาร D 1 ได้ค่าเฉลี่ยจำนวนต้น 4.156 (ดังตารางที่ 4-1 ภาพที่ 4-1 ถึง 4-6) ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นของสูตรอาหาร D4 กับสูตรอาหาร D5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนสูตรอาหาร D1 และ D3 ได้ค่าเฉลี่ยจำนวนต้นแตกต่างจากสูตรอาหาร D5 อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ 0.01 และอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4-2)

2. จำนวนใบ

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยจำนวนใบที่ได้ในแต่ละตำรับการทดลองพบว่า สูตรอาหาร D5 ได้ค่าเฉลี่ยจำนวนใบสูงสุด คือ 32.250 ใบ/ชวด รองลงมาได้แก่สูตรอาหาร D4 ได้ค่าเฉลี่ย 27.520 ใบ/ชวด และที่ได้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดได้แก่สูตรอาหาร D1 ได้ค่าเฉลี่ย 12.593 ใบ/ชวด เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าเฉลี่ยจำนวนใบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ 0.01 (ดังตารางที่ 4-1 และ 4-2 ภาพที่ 4-1 ถึง 4-6)

3. ความยาวก้านใบ

ค่าเฉลี่ยความยาวของก้านใบในสูตรอาหาร D 3 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 2.283 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่สูตรอาหาร D4 D5 และ D2 ตามลำดับ และที่ได้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดคือ สูตรอาหาร D1 จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยที่ได้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับ 0.01 (ดังตารางที่ 4-1 และ 4-2)

4 ความสูงของต้น

ค่าเฉลี่ยความสูงของต้นในอาหารสูตร D5 ได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.780 เซนติเมตร รองลงมาได้แก่ สูตรอาหาร D3 D4 และ D2 ตามลำดับ ต่ำสุดได้แก่สูตรอาหาร D1 เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยความสูงของต้นไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4-1 และ 4-2)

ตารางที่ 4-1 ค่าเฉลี่ย จำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวก้านใบ และความสูงของต้น เมื่อเลี้ยงในอาหารที่แตกต่างกัน 5 ตำรับการทดลอง เป็นเวลา 3 เดือน เปลี่ยนอาหารทุกๆ 4 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวนต้น (ต้น/ขวด)	จำนวนใบ (ใบ/ขวด)	ความยาวก้านใบ (เซนติเมตร)	ความสูงของต้น (เซนติเมตร)
D1	4.156 ^d	12.593 ^d	1.568 ^c	0.368
D2	7.158 ^{bc}	24.240 ^c	1.907 ^b	0.499
D3	6.999 ^c	27.749 ^b	2.283 ^a	0.658
D4	7.895 ^a	27.520 ^b	2.127 ^{ab}	0.635
D5	7.700 ^{ab}	32.250 ^a	1.970 ^b	0.780

CV จำนวนต้น = 5.57 %

LSD_{0.01} จำนวนต้น = 0.787 ต้น/ขวด

LSD_{0.05} จำนวนต้น = 0.569 ต้น/ขวด

CV จำนวนใบ = 8.40 %

LSD_{0.01} จำนวนใบ = 4.356 ใบ/ขวด

LSD_{0.05} จำนวนใบ = 3.149 ใบ/ขวด

CV ความยาวก้านใบ = 9.31 %

LSD_{0.01} ความยาวก้านใบ = 0.382 เซนติเมตร

LSD_{0.05} ความยาวก้านใบ = 0.276 เซนติเมตร

ความสูงของต้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตารางที่ 4-2 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ย จำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวก้านใบ ความสูงของต้น เมื่อเลี้ยงในอาหารที่แตกต่างกัน 5 ตำรับการทดลอง เป็นเวลา 3 เดือน เปลี่ยนอาหารทุก 4 สัปดาห์

แหล่งความแปรปรวน	F-test
ตำรับการทดลอง จำนวนต้น	**
ตำรับการทดลอง จำนวนใบ	**
ตำรับการทดลอง ความยาวก้านใบ	**
ตำรับการทดลอง ความสูงของต้น	ns

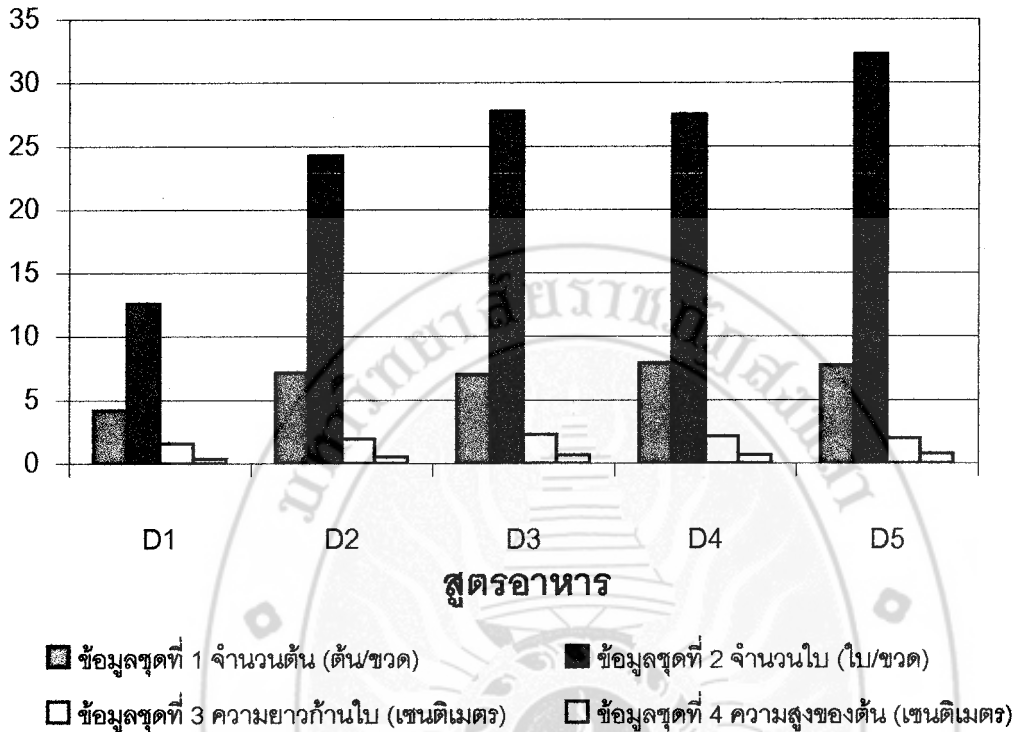
CV จำนวนต้น = 5.57 %

CV จำนวนใบ = 8.40 %

CV ความยาวก้านใบ = 9.31 %

** แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง $\alpha = 0.01$

ns ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

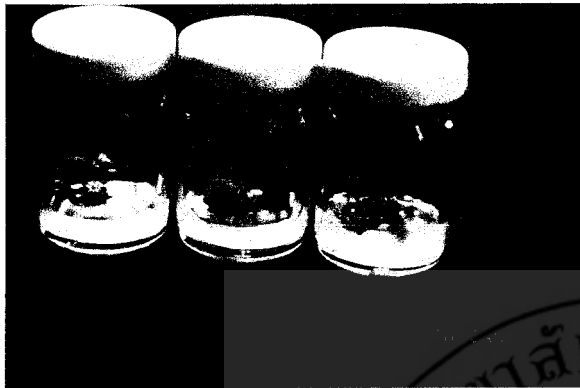


ภาพที่ 4-1 ค่าเฉลี่ย จำนวนต้น จำนวนใบ ความยาวของก้านใบ และความสูงของต้น เมื่อเลี้ยงในอาหารที่แตกต่างกัน 5 ต่ารับการทดลอง เป็นเวลา 3 เดือน เปลี่ยนอาหารทุก 4 สัปดาห์
 สูตรอาหาร D1 ใช้สารอนินทรีย์ทางการเกษตร มีความเข้มข้นเป็น 1 เท่าตามสูตรที่กำหนด
 สูตรอาหาร D2 ใช้สารอนินทรีย์ทางการเกษตร มีความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของ D1
 สูตรอาหาร D3 ใช้สารอนินทรีย์ทางการเกษตร มีความเข้มข้นเป็น 3 เท่าของ D1
 สูตรอาหาร D4 ใช้สารอนินทรีย์ทางการเกษตร มีความเข้มข้นเป็น 4 เท่าของ D1
 สูตรอาหาร D5 สูตรอาหารเอ็มเอส (1962) ใช้สารเคมีวิเคราะห์

581.0224
ส.ร.ศ.ก

125263

ภาพจากการทดลอง



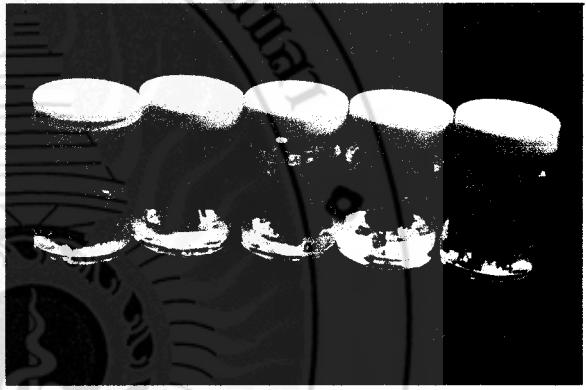
D1



D2

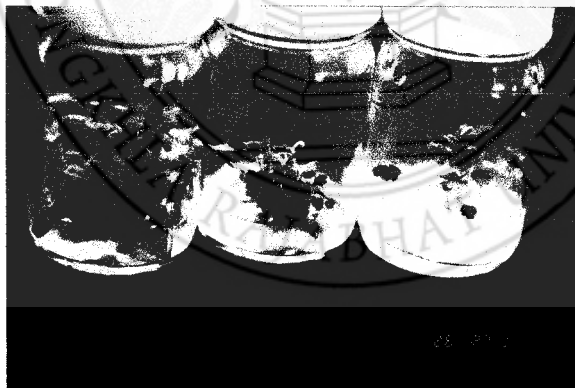


D3



D4

ใช้สารอินทรีย์ทางการเกษตร



D5

ใช้สารอินทรีย์ที่เป็นสารเคมีวิเคราะห์

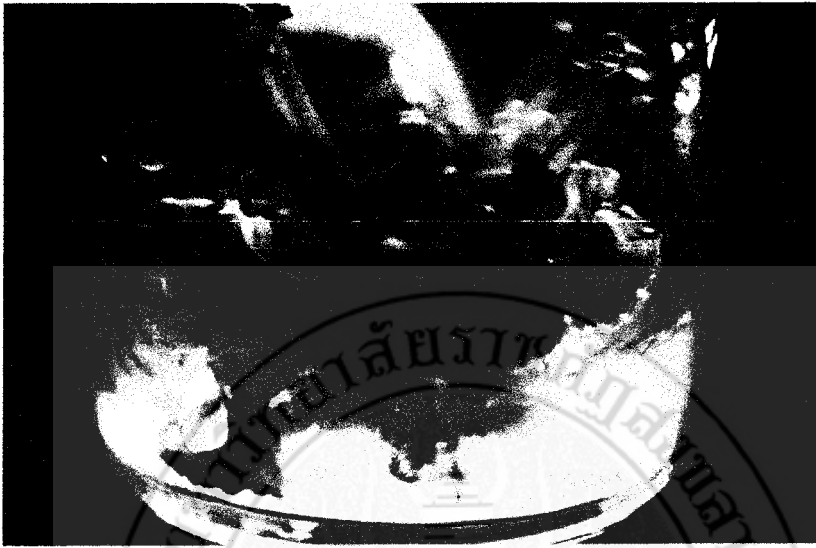
ภาพที่ 4-2 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นมอดซีบัสเตอร์ที่เลี้ยงในอาหารสูตร D1 D2 D3 และ D4 ที่ใช้สารอินทรีย์ทางการเกษตร D5 ใช้สารอินทรีย์ที่เป็นสารเคมีวิเคราะห์สูตรอาหารเอ็มเอส ทั้ง 5 สูตร มีบีเอ 1 มิลลิกรัม/ลิตร มีอายุได้ 1 เดือน



ภาพที่ 4-3 ตายอดและตาข้างของมอสที่บดเตอร์ที่เลี้ยงในอาหารสูตร D1 เป็นสารอนินทรีย์ทางการเกษตร มีอายุได้ 1 เดือน



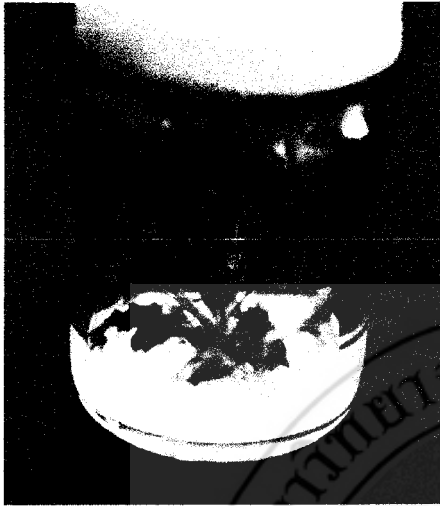
ภาพที่ 4-4 ตายอดและตาข้างของมอสที่บดเตอร์ที่เลี้ยงในอาหารสูตร D3 เป็นสารอนินทรีย์ทางการเกษตร มีความเข้มข้นเป็น 3 เท่าของอาหาร D1 มีอายุได้ 1 เดือน



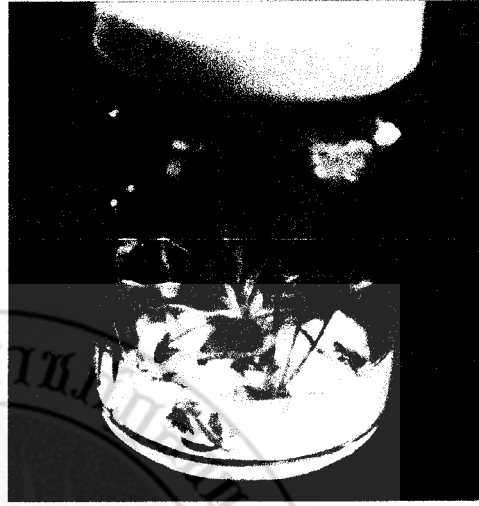
ภาพที่ 4-5 ตายอดและตาข้างของมอสซีบัสเตอร์ ที่เลี้ยงในอาหารสูตร D4 เป็นสารอนินทรีย์ทางการเกษตร มีความเข้มข้นเป็น 4 เท่าของสูตร D1 มีอายุได้ 1 เดือน



ภาพที่ 4-6 ตายอดและตาข้างของมอสซีบัสเตอร์ที่เลี้ยงสูตรเอ็มเอส ที่ใช้สารเคมีวิเคราะห์ มีอายุได้ 1 เดือน



D3



D4

ภาพที่ 4-7 ต้นมอสซีบัสเตอร์ที่เลี้ยงในอาหาร D3 และ D4 ไม่มีบีเอสสามารถชักนำให้เกิดรากเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ มีอายุได้ 1 เดือน



ภาพที่ 4-8 ต้นมอสซีบัสเตอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้สารอนินทรีย์ทางการเกษตร แทนการใช้สารเคมีวิเคราะห์ นำมาเลี้ยงในวัสดุปลูก มีอายุได้ 2 สัปดาห์ เมื่อนำออกจากขวดเพาะเลี้ยง

โดยสรุปแล้วดำรับการทดลองที่ 4 ซึ่งมีสูตรอาหารดังนี้ KNO_3 3,800 KH_2PO_4 340 CaCl_2 880 MgSO_4 740 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 340 K_2SO_4 340 MnSO_4 44.6 H_3BO_3 14.4 ZnSO_4 17.2 CuSO_4 0.048 CuCl_2 0.048 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 27.8 Disodium EDTA 37.3 มิลลิกรัม/ลิตร ถือว่าเป็นสูตรอาหารที่ดีที่สุด ไม่แตกต่างกับดำรับการทดลองที่ 5

ตอนที่ 2 เปรียบเทียบต้นทุนการผลิตพืช ที่ใช้สารเคมีวิเคราะห์กับที่ใช้สารอินทรีย์ทางการเกษตร ปรากฏผลดังนี้คือ

1. สสำรวจราคาสารอินทรีย์ทางการเกษตร และสารเคมีวิเคราะห์ ที่มีขายตามท้องตลาด พบว่า ราคาสารอินทรีย์ทางการเกษตร มีราคา กิโลกรัมละ ประมาณ 50-100 บาท ส่วนสารเคมีวิเคราะห์ ราคา กิโลกรัมละ ประมาณ 500-2,500 บาท (ดังตารางที่ 4-3)

ตารางที่ 4-3 เปรียบเทียบราคาสารอินทรีย์ทางการเกษตรกับราคาสารเคมีวิเคราะห์ ที่นำมาใช้ในการทดลองเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นราคาที่ขายในปัจจุบัน (พ.ศ. 2545)

ชนิดของสาร	สารอินทรีย์ทางการเกษตร		สารเคมีวิเคราะห์	
	ปริมาณสาร (กรัม)	ราคาสาร (บาท)	ปริมาณสาร (กรัม)	ราคาสาร (บาท)
KNO_3	450	54	1,000	820
NH_4NO_3	-	-	500	880
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	100	34	1,000	850
MgSO_4	450	30	500	620
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,000	50	-	-
KH_2PO_4	1,000	40	1,000	1,450
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	-	-	500	660
$\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	450	30	1,000	820
KI	-	-	250	4,960
$\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	-	-	500	1,670
$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	450	26	1,000	1,090
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	450	48	1,000	1,000
H_3BO_3	1,000	50	1,000	1,000
$\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	-	-	100	1,230
K_2SO_4	1,000	50	-	-
CuCl_2	100	26	-	-

2. เปรียบเทียบราคาสารอนินทรีย์ทางการเกษตรกับราคาสารเคมีวิเคราะห์ ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลัก และธาตุอาหารรอง ที่นำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตายอดและตาข้างของมอสส์ที่บัสเตอร์ กับจำนวนต้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในอาหารสูตรต่างๆ ที่มีระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ตำรับการทดลอง ปรากฏว่า การใช้อาหารสูตรเอ็มเอส (1962) ซึ่งใช้สารเคมีวิเคราะห์ ได้ต้นพืช 100 ต้น ต้องใช้สารที่เป็นธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรองเฉลี่ย เป็นเงิน 1.58 บาท/100 ต้น สูงกว่าสูตรอาหาร D1 D2 D3 และ D4 ซึ่งใช้สารอนินทรีย์ทางการเกษตร สูตรอาหาร D1 ใช้งบประมาณเฉลี่ยน้อยที่สุด คือประมาณ 0.10 บาท/100 ต้น (ดังตารางที่ 4-4) แต่พืชเจริญเติบโตได้ไม่ดีในเวลาเดียวกัน และใน D2 กับ D3 ถึงแม้มีราคาต่ำแต่ต้นพืชเจริญเติบโตได้น้อยกว่า D4

การใช้สูตรอาหาร D4 เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมที่สุด ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตายอดและตาข้างของมอสส์ที่บัสเตอร์ โดยราคาสารอนินทรีย์ทางการเกษตรที่เป็นธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ในการเตรียมอาหาร จำนวน 1 ลิตร ใช้งบประมาณ 0.86 บาท ได้ต้นพืช 394.79 ต้น ส่วนสูตรอาหาร D5 เป็นสูตรอาหารที่ใช้สารเคมีวิเคราะห์ เสียค่าใช้จ่ายสารเคมีที่เป็นธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง ในการเตรียมอาหาร 1 ลิตร จำนวน 6.07 บาท มากกว่าสูตรอาหาร D4 (ดังตารางที่ 4-4)

ตารางที่ 4-4 เปรียบเทียบราคาสารอนินทรีย์ทางการเกษตรกับราคาสารเคมีวิเคราะห์ ที่เป็นธาตุอาหารหลักและธาตุอาหารรอง เมื่อนำมาใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อตายอดและตาข้างของมอสส์ที่บัสเตอร์ โดยมีระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน 5 ตำรับการทดลอง กับจำนวนต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยง เป็นเวลา 3 เดือน ตัดแต่งเนื้อเยื่อและเปลี่ยนอาหารทุก 4 สัปดาห์

สูตรอาหาร	ราคาสารที่ใช้ในการเตรียมอาหาร จำนวน 1 ลิตร (บาท/1 ลิตร)	จำนวนต้นพืชที่ได้ จากอาหาร จำนวน 1 ลิตร (ต้น/1 ลิตร)	ราคาสารที่ใช้ในการผลิตต้นพืช จำนวน 100 ต้น (บาท)
D1	0.21	207.80	0.10
D2	0.43	357.91	0.12
D3	0.64	349.98	0.18
D4	0.86	394.79	0.22
D5	6.07	385.00	1.58