

ผลการทดลอง

4.1 การคัดกรองวิธีการสกัดกรดฮิวมิคจากลีโอโนอาร์ไคท์ ดิน และปุ๋ยหมัก

4.1.1 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของชุดดินสรรพยา ปุ๋ยหมัก และลีโอโนอาร์ไคท์

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี (ตารางที่ 3) พบว่า ค่า pH ของลีโอโนอาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 มีค่าต่ำมาก คือ 2.10 และ 2.13 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดดินสรรพยา ปุ๋ยหมักและลีโอโนอาร์ไคท์เชียงม่วนที่มีค่า pH คือ 6.77, 6.84 และ 5.55 ตามลำดับ ส่วนค่า EC จะมีค่าสูง ในลีโอโนอาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 คือ 1.09 และ 1.15 dS m^{-1} ตามลำดับ เเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในลีโอโนอาร์ไคท์ทั้ง 3 แหล่งมีค่ามากกว่าในชุดดินสรรพยา และปุ๋ยหมักหลายเท่าตัว คือ 16.79 % ในลีโอโนอาร์ไคท์เชียงม่วน 23.91 และ 28.53 % ในลีโอโนอาร์ไคท์ แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 ตามลำดับ ซึ่งในชุดดินสรรพยา และปุ๋ยหมักมีปริมาณอินทรีย์วัตถุเพียง 3.12 และ 4.88% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในลีโอโนอาร์ไคท์มีปริมาณอินทรีย์วัตถุมากกว่าในปุ๋ยหมักหลายเท่าตัว ส่วนปริมาณธาตุอาหารหลัก ธาตุอาหารรองและจุลธาตุในลีโอโนอาร์ไคท์ทั้ง 3 แหล่ง มีปริมาณมากกว่าในชุดดินสรรพยา และปุ๋ยหมักในทุกๆธาตุ ยกเว้นธาตุฟอสฟอรัสเท่านั้น ที่ในปุ๋ยหมักมีมากกว่าลีโอโนอาร์ไคท์ทั้ง 3 แหล่ง ซึ่งธาตุไนโตรเจน แคลเซียม และเหล็กจะมีมากที่สุด ในลีโอโนอาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 มีค่าเป็น 0.64, 2.47 และ 2.78% ตามลำดับ โดยที่ธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม ทองแดง และสังกะสีจะมีมากที่สุด ในลีโอโนอาร์ไคท์เชียงม่วนที่มีค่าเป็น 3.95 และ 0.59% ในธาตุโพแทสเซียม แมกนีเซียม 34.31 และ 91.07 mg kg^{-1} ในทองแดงและสังกะสี อย่างไรก็ตาม สมบัติทางเคมีในลีโอโนอาร์ไคท์ทั้ง 3 แหล่งสามารถบ่งบอกถึงคุณภาพของลีโอโนอาร์ไคท์แต่ละแหล่งตามลักษณะการเกิด โดยพบว่าลีโอโนอาร์ไคท์แม่เมาะทั้ง 2 แหล่งที่มีลักษณะการเกิดที่ใกล้เคียงกันจะมีสมบัติทางเคมีที่ใกล้เคียงกันต่างจากลีโอโนอาร์ไคท์เชียงม่วนที่มีลักษณะการเกิดในต่างพื้นที่กัน

ตารางที่ 3 สมบัติทางเคมีของชุดดินสรรพยา ปุ๋ยหมัก และลีโอนาร์ไคท์

สมบัติทางเคมี	ชุดดินสรรพยา *	ปุ๋ยหมัก	ลีโอนาร์ไคท์ ¹	ลีโอนาร์ไคท์ ²	ลีโอนาร์ไคท์ ³
pH	6.77	6.84	5.55	2.10	2.13
EC (dS m ⁻¹)	0.03	0.11	0.24	1.09	1.15
Organic matter (%OM)	3.12	4.88	16.79	23.91	28.53
N (%)	0.15	0.48	0.36	0.62	0.64
P (%)	0.01	0.37	0.03	0.03	0.02
K (%)	0.07	0.22	3.95	3.88	3.05
Ca (%)	0.30	0.61	1.23	2.19	2.47
Mg (%)	0.03	0.12	0.59	0.43	0.44
Fe (%)	0.01	0.91	1.70	2.74	2.78
Cu (mg kg ⁻¹)	3.41	2.05	34.31	18.14	24.24
Zn (mg kg ⁻¹)	6.51	44.60	91.07	54.42	60.88
Mn (mg kg ⁻¹)	46.10	52.39	73.72	107.11	77.04

*ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบเดียวกับปุ๋ยหมักและลีโอนาร์ไคท์ ¹ลีโอนาร์ไคท์เชียงม่วน ²ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 1 ³ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 2

4.1.2 การเปรียบเทียบวิธีการสกัดกรดฮิวมิกในชุดดินสรรพยา ปุ๋ยหมัก และลีโอเนาร์ไคท์

การศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสกัดกรดฮิวมิก (ตารางที่ 4) พบว่า การสกัดชุดดินสรรพยา ด้วย 0.5 M NaOH สามารถสกัดกรดฮิวมิกออกมาได้มากที่สุดเป็น 4.15 % และเมื่อใช้ 0.25 M KOH ในการสกัด จะได้กรดฮิวมิกออกมาได้น้อยที่สุดเพียง 0.48 % เท่านั้น ซึ่งการใช้ 0.5 M NaOH ยังสามารถสกัดกรดฮิวมิกจากปุ๋ยหมักและลีโอเนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่สกัดมากที่สุดคือ 7.56 และ 35.26 % ตามลำดับ แต่สำหรับปุ๋ยหมักการใช้ 0.1 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ สามารถสกัดกรดฮิวมิกออกมาได้น้อยที่สุดคือ 2.58 % และสามารถสกัดกรดฮิวมิกจากลีโอเนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 ออกมาได้มากที่สุดคือ 22.05 % ส่วนการใช้ 0.1 M NaOH ไม่สามารถสกัดกรดฮิวมิกจากลีโอเนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 ได้ แต่สามารถสกัดกรดฮิวมิกจากลีโอเนาร์ไคท์เชียงใหม่ได้มากที่สุดถึง 43.67 % และมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดอื่นๆ จากผลการทดลอง เมื่อเปรียบเทียบวิธีการสกัดกรดฮิวมิก 5 วิธี วิธีการใช้ 0.5 M NaOH จะเป็นวิธีการสกัดกรดฮิวมิกที่ได้ปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ 0.5 M NaOH/0.15 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ในการสกัด แต่วิธีการใช้ต่าง 0.5 M NaOH ในการสกัด เป็นวิธีที่ทำให้เกิดตะกอนของกรดฮิวมิกที่ยุ่งยาก และที่สำคัญมีโอกาสเกิดความผิดพลาดจากการชั่งได้สูง เนื่องจากตะกอนกรดฮิวมิกที่วิเคราะห์ได้มีลักษณะเป็นอนุภาคที่ละเอียดมากไม่จับตัวกันเป็นก้อน ซึ่งเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่สกัดเมื่อเปรียบเทียบการใช้ 0.5 M NaOH/0.15 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ที่ใช้ในการสกัดในทุกตัวอย่างทดลองมีค่ามากกว่าเพียง 1-5% เท่านั้น ถึงแม้ว่า 0.1 M NaOH จะสกัดกรดฮิวมิกจากลีโอเนาร์ไคท์เชียงใหม่ได้มากที่สุดถึง 43.67% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดอื่นๆ แต่ก็ไม่สามารถสกัดกรดฮิวมิกจากลีโอเนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 ได้ จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ผู้ทดลองต้องพิจารณาเลือกวิธีการใช้ต่าง 0.5 M NaOH/0.15 M $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ในการสกัดเพื่อให้เหมาะสมกับตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองนี้

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่สกัดได้จากชุดดินสรรพยา ปุ๋ยหมัก และลีโอเนาร์ไคท์ ด้วยสารละลาย 0.1 M NaOH, 0.25 M KOH, 0.5 M NaOH, 0.5 M NaOH/0.15 M Na₄P₂O₇, 0.1 M Na₄P₂O₇

กรรมวิธีการสกัด	HA (%)				
	Sapphaya series	compost	LD1	LD2	LD3
0.1 M NaOH	2.28 ^c	2.75 ^d	43.67 ^a	17.46 ^d	0.00 ^c
0.25 M KOH	0.48 ^c	3.55 ^c	18.13 ^d	20.57 ^c	17.81 ^c
0.5 M NaOH	4.15 ^a	7.56 ^a	22.33 ^c	21.77 ^{ab}	35.26 ^a
0.5 M NaOH/0.15 M Na ₄ P ₂ O ₇	1.28 ^d	6.32 ^b	21.76 ^c	20.69 ^{bc}	30.61 ^b
0.1 M Na ₄ P ₂ O ₇	2.92 ^b	2.58 ^d	25.37 ^b	22.05 ^a	7.97 ^d
CV (%)	10.87	12.12	8.31	4.69	17.70
LSD _{0.05}	*	*	*	*	*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 LD1 = ลีโอเนาร์ไคท์เชิงม่วง LD2 = ลีโอเนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 1 LD3 = ลีโอเนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 2



ภาพที่ 2 ภาพลีโอเนาร์ไคท์ (ซ้าย) และกรดฮิวมิกที่สกัดได้ (ขวา)

4.2 การศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดกรดฮิวมิกจากลีโอเนาร์ไคท์

จากการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสกัดกรดฮิวมิกจากลีโอเนาร์ไคท์ ชุดดินสรรพยา และปุ๋ยหมัก (ตารางที่ 4) สามารถคัดเลือกวิธีที่เหมาะสมในการสกัดคือ วิธีที่ใช้ต่าง 0.5 M NaOH/0.15 M Na₄P₂O₇ ในอัตราส่วนตัวอย่างต่อสารละลาย (1:25) ในระยะเวลาการสกัด 3 ชั่วโมง ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการสกัดอื่นๆ และเป็นวิธีที่นำมาใช้ใน

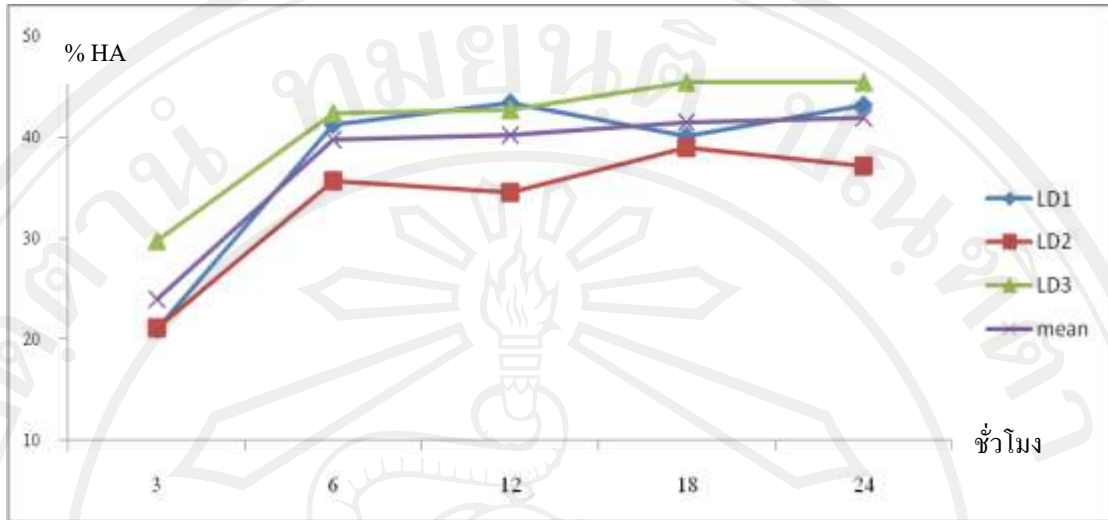
การศึกษาเปรียบเทียบระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดกรดฮิวมิกจากลีโอนาร์ไคท์ในการทดลองต่อไป

ผลการศึกษาระยะเวลาการสกัด พบว่า ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่สกัดได้ในระยะเวลาการสกัดต่างๆ โดยเฉลี่ยมากที่สุด คือ 41.17 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลีโอนาร์ไคท์เชียงม่วน และลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกเฉลี่ยคือ 37.81 และ 33.49 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่สกัดได้ในระยะเวลาการสกัดต่างๆของลีโอนาร์ไคท์ทั้ง 3 แหล่ง พบว่ามีแนวโน้มคงที่และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่ระยะเวลาการสกัด 6 ชั่วโมงเป็นต้นไป โดยพบว่า ระยะเวลาการสกัด 24 ชั่วโมง สามารถสกัดกรดฮิวมิกออกมาได้มากที่สุดจากค่าเฉลี่ยในลีโอนาร์ไคท์ทั้ง 3 แหล่งคือ 41.91 % โดยระยะเวลาการสกัด 3, 6, 12 และ 18 ชั่วโมง จะมีเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่สกัดได้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 23.96, 39.79, 40.25 และ 41.54 % ตามลำดับ ส่วนลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่สกัดได้มากที่สุดได้ในระยะเวลาการสกัด 18 และ 24 ชั่วโมงซึ่งมีค่าเท่ากันคือ 45.45 % และเมื่อใช้ระยะเวลาในการสกัด 3 ชั่วโมง สกัดกรดฮิวมิกจากลีโอนาร์ไคท์เชียงม่วนและลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 ให้ค่าเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกน้อยที่สุดและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 20.98 และ 21.92% ตามลำดับ ซึ่งระยะเวลาที่ดีที่สุดสำหรับการสกัดควรไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมงเป็นต้นไป (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกของลีโอนาร์ไคท์แหล่งต่างๆที่สกัดได้ทีระยะเวลาการสกัดที่ต่างกัน

ตัวอย่างลีโอนาร์ไคท์ Location (A)	% HA ที่สกัดได้ในระยะเวลาต่างๆ (ชั่วโมง)					ค่าเฉลี่ย
	Time (B)					
	3	6	12	18	24	
LD1	20.98 ⁱ	41.29 ^{bcd}	43.49 ^{ab}	40.15 ^{cd}	43.15 ^b	37.81 ^b
LD2	21.12 ⁱ	35.65 ^{fg}	34.54 ^g	39.01 ^{dc}	37.12 ^{ef}	33.49 ^c
LD3	29.80 ^h	42.43 ^{bc}	42.73 ^b	45.45 ^a	45.45 ^a	41.17 ^a
ค่าเฉลี่ย	23.96 ^d	39.79 ^c	40.25 ^{bc}	41.54 ^{ab}	41.91 ^a	
CV (%)	3.64					
LSD _{0.05}	A*	B*	AxB*			

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ LD1 = ลีโอนาร์ไคท์เชียงม่วน LD2 = ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 1
LD3 = ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 2



LD1 = ลีโอนาร์ไคท์เซียงม่วง LD2 = ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 1 LD3 = ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 2

ภาพที่ 3 เปอร์เซ็นต์ของกรดฮิวมิกในลีโอนาร์ไคท์ที่สกัดได้ในระยะเวลาต่างๆ

4.3 การศึกษาสมบัติทางเคมีของปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ในอัตราต่างๆ ก่อนหมักและหลังจากการหมัก 30 วัน

ปุ๋ยหมักที่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์เพิ่มเข้าไปในอัตราส่วนต่างๆ ทั้งก่อนหมักและหลังหมัก มีผลทำให้ค่า pH ที่วิเคราะห์ได้มีค่าลดลงมากกว่าปุ๋ยหมักที่ไม่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์ จากการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักผสมกับลีโอนาร์ไคท์ มีผลต่อการลดลงของค่า pH แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) ซึ่งค่า pH ก่อนหมักในปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแหล่งที่ 2 ทั้ง 3 อัตราส่วน มีค่าลดลงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักที่ไม่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์ ซึ่งค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนผสม 10, 25 และ 40% ของลีโอนาร์ไคท์ที่ผสมเข้าไปในปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่ง มีค่าเป็น 6.20, 5.41 และ 5.02 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักที่ไม่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์ที่มีค่า pH เป็น 6.85 และค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ของลีโอนาร์ไคท์ที่ผสมลงไปปุ๋ยหมักในแต่ละแหล่ง ก็มีค่า pH ที่วิเคราะห์ได้แตกต่างกัน โดยลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเป็น 5.44 และ 5.41 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลีโอนาร์ไคท์เซียงม่วงที่มีค่า pH เฉลี่ยเป็น 6.77 ส่วนค่า pH หลังหมักมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับก่อนหมักในวิธีการวิเคราะห์เดียวกัน โดยที่ค่าเฉลี่ยของค่า pH ในปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ทั้ง 3 แหล่ง ในอัตราส่วนผสม 10, 25 และ 40% มีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนหมักเป็น 6.53, 5.72 และ 5.25 ตามลำดับ แต่การเพิ่มขึ้นของค่า pH ก็ยังลดลงตามอัตราส่วนของลีโอนาร์ไคท์ที่ผสมเพิ่มเข้าไปในปุ๋ยหมักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 มีค่าลดลงเป็น 6.52, 5.20 และ 4.57 ส่วนปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 มีค่า

ลดลงเป็น 6.23, 5.18 และ 4.43 เมื่อมีการผสมลีโอนาร์ไคท์ลงไปในอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ของลีโอนาร์ไคท์ที่ผสมลงไปในปีหมักในแต่ละแหล่งก็มีค่า pH ที่วิเคราะห์ได้แตกต่างกัน โดยลีโอนาร์ไคท์เชิงขม่วนมีค่าเฉลี่ยเป็น 6.83 ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 มีค่าเฉลี่ยเป็น 5.81 และลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเป็น 5.69 ซึ่งค่าเฉลี่ยของทั้ง 3 แหล่งมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ส่วนค่า EC (ตารางที่ 6) มีการเปลี่ยนแปลงในทางตรงกันข้ามกับค่า pH โดยปีหมักที่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 เพิ่มเข้าไปในอัตราส่วนต่างๆ ทั้งก่อนหมักและหลังหมัก มีผลทำให้ค่า EC ที่วิเคราะห์ได้มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าปีหมักที่ไม่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์ จากการทดลองพบว่า การใส่ปีหมักผสมกับลีโอนาร์ไคท์ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่า EC แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยก่อนหมักค่าเฉลี่ยของค่า EC ในปีหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ทั้ง 3 แหล่งมีค่าเป็น 0.16, 0.19 และ 0.19 dS m^{-1} เมื่อมีการผสมลีโอนาร์ไคท์เพิ่มเข้าไปในอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ตามลำดับ โดยที่ค่าเฉลี่ยของค่า EC ในปีหมักผสมลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแหล่งที่ 2 มีค่าเป็น 0.19 dS m^{-1} เท่ากัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปีหมักผสมลีโอนาร์ไคท์เชิงขม่วนที่มีค่าเป็น 0.11 dS m^{-1} และหลังจากการหมักค่า EC ที่วิเคราะห์ได้มีค่าเพิ่มขึ้นในวิธีการวิเคราะห์เดียวกัน ซึ่งค่าเฉลี่ยของ EC ในปีหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ทั้ง 3 แหล่งมีค่าเป็น 0.21, 0.24 และ 0.24 dS m^{-1} เมื่อมีการผสมลีโอนาร์ไคท์เพิ่มเข้าไปในอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของค่า EC ในปีหมักผสมลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแหล่ง 2 มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.23 dS m^{-1} เท่ากัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ ปีหมักผสม ลีโอนาร์ไคท์เชิงขม่วนที่มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 0.15 dS m^{-1}

ค่าเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุจะมีค่าลดลงหลังจากการหมักในทุกอัตราส่วนของลีโอนาร์ไคท์ที่ผสมเข้าไปในปีหมักโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยจะเห็นได้จาก ค่าเฉลี่ยในปีหมักก่อนหมักมีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุเป็น 4.88% ลดลงเหลือ 4.17% แสดงว่า ปีหมักที่นำมาใช้ในการทดลองมีการย่อยสลายที่ไม่สมบูรณ์ และปีหมักผสมลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 10% มีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ 6.94 % ลดลงหลังจากการหมัก 30 วัน เหลือเพียง 5.26% โดยที่การเพิ่มลีโอนาร์ไคท์ในอัตราส่วน 10, 25 และ 40% เข้าไปในปีหมักมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณอินทรีย์วัตถุ ซึ่งค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุก่อนหมักในปีหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ในอัตราส่วน 10, 25 และ 40% มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 7.68, 10.31 และ 12.08% ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของปีหมักที่ไม่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุเป็น 4.88% โดยที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุในลีโอนาร์ไคท์เชิงขม่วนมีค่าเป็น 8.98% แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปีหมักผสมลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 ที่มีค่าเป็น

8.60 และ 8.68% ตามลำดับ และหลังจากการหมักค่าเฉลี่ยของปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ในอัตราส่วน 10, 25 และ 40% มีค่าลดลงเป็น 5.36, 8.06 และ 10.12% ตามลำดับในวิธีการวิเคราะห์เดียวกันกับก่อนหมัก แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าเฉลี่ยของปุ๋ยหมักที่ไม่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุลดลงเหลือ 4.17% โดยที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณอินทรีย์วัตถุในลีโอนาร์ไคท์เชิงฆรมวนมีค่าลดลงเป็น 5.67% แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 ที่มีค่าลดลงเป็น 7.58 และ 7.55% ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ปุ๋ยหมักที่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์เพิ่มเข้าไปในอัตราส่วนต่างๆ ทั้งก่อนหมักและหลังหมักมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่วิเคราะห์ได้มีค่าเพิ่มขึ้นมากกว่าปุ๋ยหมักที่ไม่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์ จากการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักผสมกับลีโอนาร์ไคท์ มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) ซึ่งก่อนหมักค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนผสม 10, 25 และ 40% ของลีโอนาร์ไคท์ที่ผสมลงไปปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่ง มีค่าเป็น 20.46, 27.50 และ 31.39% ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักที่ไม่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์ที่มีเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกเป็น 11.58% และค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ของลีโอนาร์ไคท์ที่ผสมลงไปปุ๋ยหมักในแต่ละแหล่ง ก็มีเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่สกัดได้แตกต่างกัน โดยลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเป็น 26.36 และ 25.52% ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลีโอนาร์ไคท์เชิงฆรมวนที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 16.32% และหลังจากการหมักเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่สกัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นจากก่อนหมักในตำรับเดียวกัน ซึ่งเกิดจากกระบวนการ humification ที่มีการสังเคราะห์กรดฮิวมิกที่เพิ่มขึ้น โดยหลังหมักค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนผสม 10, 25 และ 40% ของลีโอนาร์ไคท์ที่ผสมลงไปปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่ง มีค่าเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นจากก่อนหมักเป็น 29.35, 43.52 และ 48.80% ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักที่ไม่มีการผสมลีโอนาร์ไคท์ที่มีเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่เพิ่มขึ้นจากก่อนหมักเป็น 23.93% และค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ของลีโอนาร์ไคท์ที่ผสมลงไปปุ๋ยหมักในแต่ละแหล่ง ก็มีเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกที่สกัดได้เพิ่มขึ้นแตกต่างกัน เช่นเดียวกับก่อนหมัก โดยลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 42.14 และ 39.07% ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลีโอนาร์ไคท์เชิงฆรมวนที่มีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 27.99%

ปุ๋ยหมักที่มีการผสมลิโอนาร์ไคท์เพิ่มเข้าไปในอัตราส่วนต่างๆ ก่อนหมัก มีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ดัชนีความงอกของเมล็ดที่วิเคราะห์ได้มีค่าลดลงมากกว่าปุ๋ยหมักที่ไม่มีการผสมลิโอนาร์ไคท์ จากการทดลองพบว่า การใส่ปุ๋ยหมักผสมกับลิโอนาร์ไคท์ มีผลต่อการลดลงของเปอร์เซ็นต์ดัชนีความงอกของเมล็ดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 6) โดยที่เปอร์เซ็นต์ดัชนีความงอกของเมล็ดก่อนหมัก ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนผสม 10, 25 และ 40% ของลิโอนาร์ไคท์เชียงใหม่ แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 มีค่าเป็น 79.75, 81.00 และ 72.69% ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักที่ไม่มีการผสมลิโอนาร์ไคท์ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีความงอกของเมล็ดเป็น 106.81% และค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ของลิโอนาร์ไคท์เชียงใหม่กับลิโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเป็น 93.30 และ 85.90% ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลิโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 1 ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 75.91% และหลังจากการหมักค่าเปอร์เซ็นต์ดัชนีความงอกของเมล็ดมีค่าลดลงในวิธีการทดลองเดียวกัน โดยที่ค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนผสม 10, 25 และ 40% ของลิโอนาร์ไคท์เชียงใหม่ แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 มีค่าเป็น 70.42, 62.49 และ 70.45% ตามลำดับ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักที่ไม่มีการผสมลิโอนาร์ไคท์ที่มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีความงอกของเมล็ดลดลงเหลือ 76.42% และค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ของลิโอนาร์ไคท์ที่ผสมลงไปปุ๋ยหมักในแต่ละแหล่ง ก็มีเปอร์เซ็นต์ดัชนีความงอกของเมล็ดที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทั้ง 3 แหล่งและมีค่าเป็น 67.59, 68.72 และ 73.73% ในลิโอนาร์ไคท์เชียงใหม่ แม่เมาะแหล่งที่ 1 และแม่เมาะแหล่งที่ 2 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ค่าวิเคราะห์ pH, EC, % OM, % HA และ % GI ของปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ ในอัตราส่วนต่างๆก่อนหมักและหลังหมัก 30 วัน

แหล่งของลีโอนาร์ไคท์ (A)	อัตราส่วนของลีโอนาร์ไคท์ที่ผสมในปุ๋ยหมัก (B)									
	ก่อนหมัก (BI)				ค่าเฉลี่ย (BI)	หลังหมัก (AI)				ค่าเฉลี่ย (AI)
	0%	10%	25%	40%		0%	10%	25%	40%	
	pH					pH				
LD1	6.84 ^{ab}	6.90 ^a	6.69 ^{ab}	6.66 ^b	6.77 ^a	6.94 ^a	6.85 ^{ab}	6.77 ^b	6.76 ^b	6.83 ^a
LD2	6.90 ^a	6.00 ^c	4.70 ^c	4.15 ^f	5.44 ^b	6.93 ^a	6.52 ^c	5.20 ^c	4.57 ^f	5.81 ^b
LD3	6.81 ^{ab}	5.70 ^d	4.84 ^e	4.27 ^f	5.41 ^b	6.92 ^a	6.23 ^d	5.18 ^c	4.43 ^g	5.69 ^c
ค่าเฉลี่ย	6.85 ^a	6.20 ^b	5.41 ^c	5.02 ^d		6.93 ^a	6.53 ^b	5.72 ^c	5.25 ^d	
LSD _{0.05} BI	A*		B*		(AxB)*					
LSD _{0.05} AI	A*		B*		(AxB)*					
CV (%)	BI = 2.05		AI = 0.96							
	EC (dS m ⁻¹)					EC (dS m ⁻¹)				
LD1	0.11 ^d	0.11 ^d	0.11 ^d	0.09 ^c	0.11 ^b	0.13 ^g	0.19 ^c	0.16 ^f	0.13 ^g	0.15 ^b
LD2	0.10 ^d	0.19 ^c	0.23 ^{ab}	0.24 ^a	0.19 ^a	0.13 ^g	0.22 ^d	0.27 ^c	0.29 ^{ab}	0.23 ^a
LD3	0.11 ^d	0.19 ^c	0.22 ^b	0.23 ^{ab}	0.19 ^a	0.13 ^g	0.23 ^d	0.28 ^b	0.30 ^a	0.23 ^a
ค่าเฉลี่ย	0.11 ^c	0.16 ^b	0.19 ^a	0.19 ^a		0.13 ^c	0.21 ^b	0.24 ^a	0.24 ^a	
LSD _{0.05} BI	A*		B*		(AxB)*					
LSD _{0.05} AI	A*		B*		(AxB)*					
CV (%)	BI = 3.14		AI = 3.94							
	OM (%)					OM (%)				
LD1	4.91 ^f	8.86 ^d	10.99 ^b	11.16 ^b	8.98 ^a	4.27 ^{gh}	4.82 ^g	5.87 ^{de}	7.71 ^c	5.67 ^b
LD2	4.79 ^f	7.24 ^c	9.93 ^c	12.43 ^a	8.60 ^b	3.99 ^h	6.02 ^d	9.04 ^b	11.26 ^a	7.58 ^a
LD3	4.94 ^f	6.94 ^c	10.19 ^c	12.65 ^a	8.68 ^{ab}	4.25 ^{gh}	5.26 ^{cf}	9.28 ^b	11.40 ^a	7.55 ^a
ค่าเฉลี่ย	4.88 ^d	7.68 ^c	10.31 ^b	12.08 ^a		4.17 ^d	5.36 ^c	8.06 ^b	10.12 ^a	
LSD _{0.05} BI	A*		B*		(AxB)*					
LSD _{0.05} AI	A*		B*		(AxB)*					
CV (%)	BI = 4.85		AI = 5.90							

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ P < 0.05 BI = before incubation AI = after incubation LD1 = ลีโอนาร์ไคท์เชียงใหม่ LD2 = ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 1 LD3 = ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 2

ตารางที่ 6 ค่าวิเคราะห์ pH EC % OM % HA และ % GI ของปุ๋ยหมักผสมลิโอนาร์ไคท์
ในอัตราส่วนต่างๆก่อนหมักและหลังหมัก 30 วัน (ต่อ)

แหล่งของ ลิโอนาร์ไคท์ (A)	อัตราส่วนของลิโอนาร์ไคท์ที่ผสมในปุ๋ยหมัก (B)									
	ก่อนหมัก (BI)				ค่าเฉลี่ย (BI)	หลังหมัก (AI)				ค่าเฉลี่ย (AI)
	0%	10%	25%	40%		0%	10%	25%	40%	
	HA (%)					HA (%)				
LD1	11.39 ^c	17.22 ^d	16.67 ^d	20.00 ^{cd}	16.32 ^b	23.61 ^f	24.72 ^f	29.17 ^c	34.45 ^d	27.99 ^c
LD2	11.81 ^c	21.95 ^c	33.89 ^{ab}	37.78 ^a	26.36 ^a	24.67 ^f	33.06 ^{dc}	52.78 ^{bc}	58.06 ^a	42.14 ^a
LD3	11.53 ^c	22.22 ^c	31.95 ^b	36.39 ^a	25.52 ^a	23.51 ^f	30.28 ^{de}	48.61 ^c	53.89 ^{ab}	39.07 ^b
ค่าเฉลี่ย	11.58 ^d	20.46 ^c	27.50 ^b	31.39 ^a		23.93 ^d	29.35 ^c	43.52 ^b	48.80 ^a	
LSD _{0.05} BI	A*		B*		(AxB)*					
LSD _{0.05} AI	A*		B*		(AxB)*					
CV (%)	BI = 10.59		AI = 6.81							
	% GI					% GI				
LD1	107.32 ^a	86.29 ^{bcd}	100.16 ^{ab}	79.44 ^{cde}	93.30 ^a	75.66 ^{abc}	57.52 ^d	59.44 ^{cd}	77.73 ^{ab}	67.59
LD2	104.40 ^{ab}	64.64 ^c	68.53 ^{dc}	66.35 ^c	75.91 ^b	77.80 ^{ab}	69.03 ^{abcd}	67.26 ^{bcd}	60.62 ^{cd}	68.72
LD3	108.70 ^a	88.32 ^{abc}	74.30 ^{cde}	72.27 ^{cde}	85.90 ^a	75.59 ^{abc}	85.55 ^a	60.77 ^{cd}	73.01 ^{abcd}	73.73
ค่าเฉลี่ย	106.81 ^a	79.75 ^b	81.00 ^b	72.69 ^b		76.42 ^a	70.70 ^{ab}	62.49 ^b	70.45 ^{ab}	
LSD _{0.05} BI	A*		B*		(AxB)*					
LSD _{0.05} AI	A ^{ns}		B*		(AxB)*					
CV (%)	BI = 12.86		AI = 14.30							

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ^{ns}ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ BI = before incubation
AI = after incubation LD1 = ลิโอนาร์ไคท์เชิงฆวน LD2 = ลิโอนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 1 LD3 = ลิโอนาร์ไคท์แม่เมาะ แหล่งที่ 2

เปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้ก่อนหมักในลิโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 10, 25 และ 40% มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมากที่สุดคือ 0.57% ในอัตราส่วนผสม 40% ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักที่ไม่มีมีการผสมลิโอนาร์ไคท์ที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนทั้งหมดเป็น 0.48% (ตารางที่ 7) ส่วนปุ๋ยหมักผสมลิโอนาร์ไคท์เชิงฆวน 10, 25 และ 40% มีเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คือ 0.45, 0.47 และ 0.47% ตามลำดับ ซึ่งค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนผสม 25 และ 40% ของลิโอนาร์ไคท์ที่ผสมลงไปปุ๋ยหมักทั้ง 3 แหล่ง มีค่าเป็น 0.51 และ 0.53 % ตามลำดับ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปุ๋ยหมักที่ไม่มีมีการผสมลิโอนาร์ไคท์ที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนเป็น

0.48% และค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ของลีโอนาร์โดที่ผสมลงไปในปีหมักในแต่ละแหล่ง ก็มีเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนที่สกัดได้แตกต่างกัน โดยลีโอนาร์โดแม่แม่แหล่งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเป็น 0.53% แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลีโอนาร์โดแม่แม่แหล่งที่ 1 และลีโอนาร์โดที่เชียงใหม่ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.50 และ 0.47% ตามลำดับ ซึ่งหลังจากการหมักเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนในปีหมักผสมลีโอนาร์โดที่มีค่ามากที่สุดในปีหมักผสมลีโอนาร์โดแม่แม่แหล่งที่ 2 25% คือ 0.57% และต่ำสุดในปีหมักผสมลีโอนาร์โดแม่แม่แหล่งที่ 1 40% คือ 0.46% ซึ่งค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนผสม 25% ของลีโอนาร์โดที่ผสมลงไปในปีหมักทั้ง 3 แหล่ง มีค่ามากที่สุดเป็น 0.54 % แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับปีหมักที่ไม่มีการผสมลีโอนาร์โดที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนเป็น 0.50% และค่าเฉลี่ยของอัตราส่วน 10, 25 และ 40% ของลีโอนาร์โดที่ผสมลงไปในปีหมักในแต่ละแหล่ง ก็มีเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนที่สกัดได้แตกต่างกัน โดยลีโอนาร์โดแม่แม่แหล่งที่ 2 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุดเป็น 0.54% แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลีโอนาร์โดแม่แม่แหล่งที่ 1 และลีโอนาร์โดที่เชียงใหม่ที่มีค่าเฉลี่ยเป็น 0.53 และ 0.49% ตามลำดับ

ตารางที่ 7 ค่าวิเคราะห์ธาตุอาหารไนโตรเจนของปีหมักผสมลีโอนาร์โดในอัตราต่างๆ ก่อนหมัก และหลังหมัก 30 วัน

แหล่งของ ลีโอนาร์โด (A)	อัตราส่วนของลีโอนาร์โดที่ผสมในปีหมัก (B)									
	ก่อนหมัก (BI)				ค่าเฉลี่ย (BI)	หลังหมัก (AI)				ค่าเฉลี่ย (AI)
0%	10%	25%	40%	0%		10%	25%	40%		
	% N					% N				
LD1	0.48 ^{cde}	0.45 ^c	0.47 ^c	0.47 ^c	0.47 ^c	0.50 ^c	0.52 ^{bc}	0.49 ^c	0.46 ^d	0.49 ^b
LD2	0.47 ^c	0.49 ^{cde}	0.51 ^{bcde}	0.54 ^{abc}	0.50 ^b	0.49 ^c	0.52 ^{bc}	0.55 ^{ab}	0.56 ^a	0.53 ^a
LD3	0.48 ^{de}	0.53 ^{abcd}	0.55 ^{ab}	0.57 ^a	0.53 ^a	0.51 ^c	0.51 ^c	0.57 ^a	0.56 ^a	0.54 ^a
ค่าเฉลี่ย	0.48 ^b	0.49 ^b	0.51 ^{ab}	0.53 ^a		0.50 ^c	0.52 ^{bc}	0.54 ^a	0.53 ^{ab}	
LSD _{0.05} BI	A*		B*		(AxB)*					
LSD _{0.05} AI	A*		B*		(AxB)*					
CV (%)	BI = 6.83				AI = 3.27					

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ BI = before incubation AI = after incubation LD1 = ลีโอนาร์โดที่เชียงใหม่
LD2 = ลีโอนาร์โดแม่แม่ แหล่งที่ 1 LD3 = ลีโอนาร์โดแม่แม่ แหล่งที่ 2

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์กับคะน้ำอ่องกง

4.4.1. สมบัติทางเคมีของชุดดิน ปุ๋ยหมัก และลีโอนาร์ไคท์ที่ใช้ในการทดลอง

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี (ตารางที่ 8) พบว่า ค่า pH ในลีโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 มีค่าต่ำมากที่สุดคือ 2.13 ส่วนในชุดดินราชบุรี ชุดดินสันทราย และปุ๋ยหมักมีค่า pH เป็น 7.73, 5.59 และ 6.84 ตามลำดับ ส่วนค่า EC จะมีค่ามากที่สุด ในลีโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 เป็น 1.15 dS m^{-1} เมื่อเปรียบเทียบกับชุดดินราชบุรี ชุดดินสันทราย และปุ๋ยหมักที่มีค่าเป็น 0.09, 0.05 และ 0.11 dS m^{-1} ตามลำดับ ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุที่มีค่ามากที่สุด ในลีโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 คือ 28.53% และในชุดดินราชบุรี มีค่าน้อยที่สุดเพียง 1.28% เท่านั้น สำหรับเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนมีค่ามากที่สุด ในลีโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 คือ 0.64% และในปุ๋ยหมักมีค่าเป็น 0.48% ส่วนเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจนในชุดดินราชบุรี ชุดดินสันทราย มีค่าน้อยมากเพียง 0.06 และ 0.09% ตามลำดับ สำหรับธาตุฟอสฟอรัสในชุดดินราชบุรี มีค่ามากที่สุด เป็น $560.64 \text{ mg kg}^{-1}$ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดดินสันทราย ที่มีค่าน้อยมากเพียง 4.76 mg kg^{-1} เท่านั้น ส่วนธาตุโพแทสเซียมในชุดดินราชบุรี มี $800.67 \text{ mg kg}^{-1}$ มากกว่าชุดดินสันทรายที่มี $590.68 \text{ mg kg}^{-1}$ ซึ่งเปอร์เซ็นต์กรดฮิวมิกในลีโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 มีมากที่สุดถึง 45.45% เมื่อเปรียบเทียบกับปุ๋ยหมักที่มีเพียง 11.58% และในชุดดินราชบุรี ชุดดินสันทราย มีค่าน้อยมากเพียง 3.85% และ 2.86% ตามลำดับ

ตารางที่ 8 สมบัติทางเคมีของชุดดิน ปุ๋ยหมัก และลีโอนาร์ไคท์ที่ใช้ในการทดลอง

สมบัติทางเคมี	ชุดดินราชบุรี	ชุดดินสันทราย	ปุ๋ยหมัก	ลีโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2
pH	7.73	5.59	6.84	2.13
EC (dS m^{-1})	0.09	0.05	0.11	1.15
% OM	1.28	1.74	4.88	28.53
Total N (%)	0.06	0.09	0.48	0.64
Available P (mg kg^{-1})	560.64	4.76	0.37^1	0.02^1
Exchangeable K (mg kg^{-1})	800.67	590.68	0.22^2	3.05^2
% HA	3.85	2.86	11.40	45.45

¹วิเคราะห์หาปริมาณทั้งหมดเป็น % P_2O_5 ²วิเคราะห์หาปริมาณทั้งหมดเป็น % K_2O

4.4.2 การเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของต้นคะน้าฮ่องกงในชุดดินราชบุรี

ผลการทดสอบการเจริญเติบโตของต้นคะน้าในชุดดินราชบุรี (ตารางที่ 9) พบว่า คำรับการทดลองที่ 8 มีค่าการเจริญเติบโตของความสูงของต้นคะน้ามากที่สุดมีค่ามากที่สุดเป็น 10.83 ซม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคำรับการทดลองที่ 3, 5, 6 และ 7 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคำรับการทดลองที่ 1 และ 2 ตามลำดับ และความยาวรากของต้นคะน้าในคำรับการทดลองที่ 5 มีค่ามากที่สุดเป็น 19.13 ซม ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคำรับการทดลองที่ 4, 6, 7 และ 8 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคำรับการทดลองที่ 1 โดยที่คำรับการทดลองที่ 8 มีน้ำหนักสดของต้นคะน้ามีค่ามากที่สุดเป็น 36.83 กรัมต่อต้น มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคำรับการทดลองที่ 3 และ 6 และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคำรับการทดลองที่ 1, 2, 4, 5 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักต้นแห้งของต้นคะน้าที่มีค่ามากที่สุดเป็น 3.28 กรัมต่อต้นในคำรับการทดลองที่ 8 และ มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคำรับการทดลองที่ 3 และ 6 แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับคำรับการทดลองที่ 1, 2, 4 และ 7 ตามลำดับ โดยน้ำหนักรากสดและน้ำหนักรากแห้งมีค่าสอดคล้องกันและมากที่สุดในการทดลองที่ 8

ตารางที่ 9 ผลการเจริญเติบโตของต้นคะน้าในชุดดินราชบุรี

ตำรับทดลอง	ความสูงต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)	นน. ต้นสด (กรัม ต้น ⁻¹)	นน. รากสด (กรัม ต้น ⁻¹)	นน. ต้นแห้ง (กรัม ต้น ⁻¹)	นน. รากแห้ง (กรัม ต้น ⁻¹)
1	-	-	-	-	-	-
2	7.40 ^b	12.87 ^b	12.30 ^c	1.38 ^b	1.24 ^d	0.18 ^b
3	9.50 ^{ab}	13.23 ^b	34.36 ^a	3.12 ^{ab}	2.94 ^{ab}	0.43 ^{ab}
4	7.83 ^b	14.60 ^{ab}	15.17 ^c	2.82 ^{ab}	1.62 ^{cd}	0.37 ^{ab}
5	8.87 ^{ab}	19.13 ^a	23.64 ^b	3.51 ^{ab}	2.32 ^{bc}	0.44 ^{ab}
6	9.33 ^{ab}	15.93 ^{ab}	33.92 ^a	3.16 ^{ab}	3.27 ^a	0.41 ^{ab}
7	9.07 ^{ab}	15.43 ^{ab}	14.75 ^c	1.84 ^{ab}	1.48 ^d	0.23 ^{ab}
8	10.83 ^a	16.20 ^{ab}	36.83 ^a	4.08 ^a	3.28 ^a	0.46 ^a
CV (%)	13.62	19.72	18.48	46.57	20.29	40.40
LSD _{0.05}	*	*	*	*	*	*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ¹ เก็บผลผลิตไม่ได้ ไม่มีการเจริญเติบโตของต้นคะน้าอย่างงอกไม่มีการคำนวณผลทางสถิติ

1 เพาะเมล็ดในดินปลูกไม่มีการใส่ปุ๋ย

2 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม-Control)

3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ

4 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตรา 5 ต้น/ไร่

5 ใส่ลีโอนาร์โดท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 อย่างเดียวในอัตรา 5 ต้น/ไร่

6 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์โดท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ในอัตรา 5 ต้น/ไร่

7 ใส่ลีโอนาร์โดท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ต้น/ไร่

8 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์โดท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ต้น/ไร่



ภาพที่ 4 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นคะน้าที่ปลูกในชุดดินราชบุรี 2) ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ 4) ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตรา 5 ต้น/ไร่ 5) ใส่ลีโอนาร์โดท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 อย่างเดียวในอัตรา 5 ต้น/ไร่ 6) ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์โดท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ในอัตรา 5 ต้น/ไร่ 7) ใส่ลีโอนาร์โดท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ต้น/ไร่ 8) ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์โดท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ต้น/ไร่

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในต้นคะน้าในชุดดินราชบุรี (ตารางที่ 10) พบว่า เปอร์เซ็นต์ธาตุไนโตรเจนในตำรับทดลองที่ 3 มีค่ามากที่สุดเป็น 6.51 % และในตำรับทดลองที่ 2, 4, 6, 7 และ 8 ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนถือว่าสูงโดยที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองที่ 5 เพียงตำรับการทดลองเดียวที่มีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนน้อยมาก ส่วนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในตำรับทดลองที่ 7 มีค่าสูงที่สุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตำรับการทดลองที่ 4 โดยจะเห็นได้ว่า ตำรับการทดลองที่ 2, 3, 5, 6 และ 8 มีความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสน้อยและอยู่ในช่วง 0.12-0.14 % เท่านั้น ซึ่งความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมมีค่าก็มากที่สุดค่ามากที่สุดในตำรับทดลองที่ 5, 6 และ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 3 โดยที่ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมมีค่ามากที่สุดค่ามากที่สุดในตำรับทดลองที่ 3 และ 7 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตำรับการทดลองที่ 5 และ 6 ตามลำดับ ส่วนความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมมีค่ามากที่สุดค่ามากที่สุดในตำรับทดลองที่ 4, 6, 7 และ 8 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตำรับการทดลองที่ 3 และ 5

ตารางที่ 10 ความเข้มข้นของธาตุอาหารของต้นคะน้าฮ่องกงในชุดดินราชบุรี

ตำรับทดลอง	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
1	-	-	-	-	-
2	3.42 ^b	0.14 ^c	5.51 ^{bc}	2.43 ^b	1.94 ^{bc}
3	6.51 ^a	0.13 ^c	4.82 ^c	2.49 ^b	1.44 ^d
4	3.41 ^b	0.16 ^b	5.47 ^{bc}	2.88 ^a	2.13 ^{ab}
5	2.24 ^c	0.12 ^c	7.75 ^a	2.01 ^c	1.85 ^c
6	3.54 ^b	0.13 ^c	6.61 ^{ab}	2.13 ^c	2.16 ^{ab}
7	3.55 ^b	0.18 ^a	5.93 ^{bc}	2.71 ^{ab}	2.36 ^a
8	3.62 ^b	0.13 ^c	6.60 ^{ab}	2.45 ^b	2.13 ^{ab}
CV (%)	7.47	6.74	11.06	6.47	6.86
LSD _{0.05}	*	*	*	*	*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ¹ เก็บผลผลิตไม่ได้ ไม่มีการเจริญเติบโตของต้นคะน้าฮ่องกง ไม่มีการคำนวณผลทางสถิติ

1 เพาะเมล็ดในดินปลูกไม่มีการใส่ปุ๋ย

2 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม-Control)

3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ

4 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่

5 ใส่ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 อย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่

6 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ 10 เปอร์เซนต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ในอัตรา 5 ตัน/ไร่

7 ใส่ลีโอนาร์ไคท์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

8 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ 10 เปอร์เซนต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

การดูดใช้ธาตุอาหารของต้นคะน้าในชุดดินราชบุรี (ตารางที่ 11) พบว่า การดูดใช้ธาตุไนโตรเจนในตำรับทดลองที่ 3 มีค่ามากที่สุดเป็น 193.02 มก ตัน⁻¹ และในตำรับทดลองที่ 6 และ 8 การดูดใช้ธาตุไนโตรเจนถือว่ามีความสูงโดยที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 2, 4, 5 และ 7 ที่มีการดูดใช้ธาตุไนโตรเจนน้อยมาก ส่วนการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสในตำรับทดลองที่ 3, 6 และ 8 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตำรับการทดลองที่ 2, 4, 5 และ 7 โดยจะเห็นได้ว่าตำรับการทดลองที่ 2 มีการดูดใช้ธาตุฟอสฟอรัสน้อยมากเพียง 1.70 มก ตัน⁻¹ เท่านั้น การดูดใช้ธาตุโพแทสเซียมมีค่าที่มากที่สุดในการทดลองที่ 5, 6 และ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับตำรับทดลองที่ 2, 4 และ 7 ตามลำดับ ซึ่งการดูดใช้ธาตุแคลเซียมมีค่ามากที่สุดในการทดลองที่ 3, 6 และ 8 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตำรับการทดลองที่ 2, 4, 5 และ 7 ตามลำดับ ส่วนดูดใช้ธาตุแมกนีเซียมมีค่ามากที่สุดในการทดลองที่ 6 และ 8 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตำรับการทดลองที่ 2, 3, 4, 5 และ 7

ตารางที่ 11 การดูดใช้ธาตุอาหารของต้นคะน้าอ่องกงในชุดดินราชบุรี

ตำรับทดลอง	N uptake	P uptake	K uptake	Ca uptake	Mg uptake
	(มก ตัน ⁻¹)				
1	-	-	-	-	-
2	42.59 ^c	1.70 ^d	68.77 ^d	30.15 ^b	24.21 ^c
3	193.02 ^a	3.71 ^{abc}	139.65 ^{bc}	73.30 ^a	42.20 ^b
4	55.37 ^c	2.56 ^{cd}	89.18 ^{cd}	46.80 ^b	34.50 ^{bc}
5	50.14 ^c	2.93 ^{bcd}	184.57 ^{ab}	45.85 ^b	41.36 ^b
6	116.07 ^b	4.33 ^a	216.10 ^a	69.34 ^a	70.46 ^a
7	52.80 ^c	2.66 ^{cd}	87.46 ^{cd}	39.93 ^b	34.66 ^{bc}
8	118.18 ^b	4.08 ^{ab}	216.34 ^a	80.15 ^a	69.56 ^a
CV (%)	27.99	23.04	26.26	18.85	16.34
LSD _{0.05}	*	*	*	*	*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ¹ เก็บผลผลิตไม่ได้ ไม่มีการเจริญเติบโตของต้นคะน้าอ่องกง ไม่มีการคำนวณผลทางสถิติ

1 เพราะเมล็ดดินปลูกไม่มีการใส่ปุ๋ย

2 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม-Control)

3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ

4 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่

5 ใส่ลีโอนาร์โดท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 อย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่

6 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์โดท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ในอัตรา 5 ตัน/ไร่

7 ใส่ลีโอนาร์โดท์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

8 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์โดท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

4.4.3 ผลการเจริญเติบโตและปริมาณธาตุอาหารของต้นคะน้าฮ่องกงในชุดดินสันทราย

ผลการทดสอบการเจริญเติบโตของต้นคะน้าในชุดดินสันทราย (ตารางที่ 12) พบว่า ความสูงของต้นในตำรับการทดลอง 3-8 มีการเพิ่มขึ้นของความสูงของต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 และ 2 และความยาวรากของต้นคะน้าในตำรับการทดลองที่ 2-8 มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1 เพียงตำรับการทดลองเดียวโดยที่ตำรับการทดลองที่ 7 มีน้ำหนักสดของต้นคะน้ามีค่ามากที่สุดเป็น 50.01 กรัมต่อต้น มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง ซึ่งสอดคล้องกับน้ำหนักต้นแห้งของต้นคะน้าที่มีค่ามากที่สุดเป็น 4.18 กรัมต่อต้นและมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับการทดลองที่ เช่นกันกับน้ำหนักสด โดยน้ำหนักรากสดและน้ำหนักรากแห้งก็มีค่าสอดคล้องกันและมากที่สุดในตำรับการทดลองที่ 7 และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง

ตารางที่ 12 ผลการเจริญเติบโตของต้นคะน้าในชุดดินสันทราย

ตำรับการทดลอง	ความสูงต้น (ซม.)	ความยาวราก (ซม.)	นน. ต้นสด (กรัม ต้น ⁻¹)	นน. รากสด (กรัม ต้น ⁻¹)	นน. ต้นแห้ง (กรัม ต้น ⁻¹)	นน. รากแห้ง (กรัม ต้น ⁻¹)
1	5.10 ^b	7.00 ^b	4.47 ^d	0.12 ^c	0.45 ^c	0.02 ^b
2	8.83 ^a	15.67 ^a	20.22 ^c	0.79 ^{bc}	2.12 ^d	0.09 ^b
3	10.33 ^a	17.83 ^a	29.24 ^{bc}	0.93 ^{bc}	3.06 ^{bc}	0.11 ^b
4	12.33 ^a	15.50 ^a	31.42 ^{bc}	0.91 ^{bc}	3.46 ^{ab}	0.11 ^b
5	11.00 ^a	15.00 ^a	37.54 ^{bc}	1.32 ^b	3.46 ^{ab}	0.12 ^b
6	10.33 ^a	17.00 ^a	21.86 ^c	1.03 ^{bc}	2.07 ^d	0.12 ^b
7	11.50 ^a	18.33 ^a	50.01 ^a	2.35 ^a	4.18 ^a	0.31 ^a
8	10.67 ^a	13.33 ^a	21.42 ^c	0.81 ^{bc}	2.25 ^{cd}	0.09 ^b
CV (%)	25.11	21.16	26.66	54.72	19.95	63.34
LSD _{0.05}	*	*	*	*	*	*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1 เพาะเมล็ดในดินปลูกไม่มีการใส่ปุ๋ย

2 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม-Control)

3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ

4 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตรา 5 ต้น/ไร่

5 ใส่ลีโอนาร์โดท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 อย่างเดียวในอัตรา 5 ต้น/ไร่

6 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์โดท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ในอัตรา 5 ต้น/ไร่

7 ใส่ลีโอนาร์โดท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ต้น/ไร่

8 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์โดท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ต้น/ไร่



ภาพที่ 5 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นคะน้าที่ปลูกในชุดดินสันทราย 1) เพาะเมล็ดในดินปลูกไม่มีการใส่ปุ๋ย 2) ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม) 3) ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ 4) ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่ 5) ใส่ลิโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 อย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่ 6) ใส่ปุ๋ยหมักผสมลิโอนาร์ไคท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เกาะแหล่งที่ 2 ในอัตรา 5 ตัน/ไร่ 7) ใส่ลิโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่ 8) ใส่ปุ๋ยหมักผสมลิโอนาร์ไคท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เกาะ แหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

ความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินคะน้าในชุดดินสันทราย (ตารางที่ 13) พบว่า ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนในตำรับทดลองที่ 3 มีค่ามากที่สุดถึง 7.01 % และในตำรับทดลองที่ 5, 6 และ 8 ความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนถือว่ามีค่าสูง โดยที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 1 ที่มีความเข้มข้นของธาตุไนโตรเจนน้อยมาก ส่วนความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสในตำรับทดลองที่ 7 มีค่ามากที่สุดเป็น 0.11 % แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 2, 3, 4, 6 และ 8 โดยจะเห็นได้ว่าตำรับการทดลองที่ 2, 6 และ 8 มีความเข้มข้นของธาตุฟอสฟอรัสน้อยมากเพียง 0.07 % เท่านั้น ซึ่งความเข้มข้นของธาตุโพแทสเซียมมีค่าที่มีค่ามากที่สุดในการทดลองที่ 6 และ 7 เป็น 5.30 และ 5.19 % ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 1, 3 และ 5 ตามลำดับ โดยที่ความเข้มข้นของธาตุแคลเซียมมีค่ามากที่สุดในการทดลองที่ 5 มีค่าเป็น 2.54 % มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับการทดลองที่ 1, 3, 4 และ 6 ส่วนความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียมมีค่ามากที่สุดในการทดลองที่ 6 และ 8 มีค่าเป็น 2.12 และ 1.97 % ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกการทดลอง

ตารางที่ 13 ความเข้มข้นของธาตุอาหารของต้นคะน้าฮ่องกงในชุดดินสันทราย

ตำรับทดลอง	% N	% P	% K	% Ca	% Mg
1	3.02 ^f	0.09 ^{abc}	4.01 ^{bc}	2.11 ^{bcd}	1.81 ^{bcd}
2	4.63 ^{cd}	0.07 ^c	4.87 ^{ab}	2.34 ^{ab}	1.80 ^{cd}
3	7.01 ^a	0.08 ^{bc}	3.27 ^c	1.93 ^d	1.62 ^c
4	4.10 ^{de}	0.08 ^{bc}	4.40 ^{ab}	2.10 ^{cd}	1.70 ^{de}
5	4.91 ^{bc}	0.10 ^{ab}	4.20 ^b	2.54 ^a	1.89 ^{bc}
6	5.62 ^b	0.07 ^c	5.30 ^a	1.94 ^d	2.12 ^a
7	3.71 ^{ef}	0.11 ^a	5.19 ^a	2.31 ^{abc}	1.79 ^{cd}
8	4.87 ^{bc}	0.07 ^c	4.51 ^{ab}	2.34 ^{ab}	1.97 ^{ab}
CV (%)	9.10	18.24	11.50	6.07	5.25
LSD _{0.05}	*	*	*	*	*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

1 เพาะเมล็ดในดินปลูกไม่มีการใส่ปุ๋ย

2 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม-Control)

3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ

4 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่

5 ใส่ลีโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 อย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่

6 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เกาะแหล่งที่ 2 ในอัตรา 5 ตัน/ไร่

7 ใส่ลีโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

8 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เกาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

การดูค่าใช้ธาตุอาหารของต้นคะน้าในชุดดินสันทราย (ตารางที่ 14) พบว่า การดูค่าใช้ธาตุไนโตรเจนในตำรับทดลองที่ 3 มีค่ามากที่สุดถึง 213.97 มก ตัน⁻¹ และในตำรับทดลองที่ 5 7 และ 8 การดูค่าใช้ธาตุไนโตรเจนถือว่ามีความสูงโดยที่ไม่ได้รับปุ๋ยเคมีซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับตำรับทดลองที่ 1 ที่มีการดูค่าใช้ธาตุไนโตรเจนน้อยมาก ส่วนการดูค่าใช้ธาตุฟอสฟอรัสในตำรับทดลองที่ 7 มีค่ามากที่สุดเป็น 4.77 มก ตัน⁻¹ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับการทดลองที่โดยจะเห็นได้ว่าตำรับการทดลองที่ 1 มีการดูค่าใช้ธาตุฟอสฟอรัสน้อยมากเพียง 0.40 มก ตัน⁻¹ เท่านั้น การดูค่าใช้ธาตุโพแทสเซียมมีค่าที่มีค่ามากที่สุดในการทดลองที่ 7 เป็น 220.41 มก ตัน⁻¹ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับทดลอง ซึ่งการดูค่าใช้ธาตุแคลเซียมมีค่ามากที่สุดในการทดลองที่ 7 มีค่าเป็น 95.85 มก ตัน⁻¹ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง ส่วนการดูค่าใช้ธาตุแมกนีเซียมมีค่ามากที่สุดในการทดลองที่ 7 และมีค่าเป็น 74.14 มก ตัน⁻¹ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับทุกตำรับการทดลอง จากผลการทดลองการปลูกคะน้าฮ่องกงในชุดดินสันทราย จะเห็นได้ว่าการเพาะเมล็ดในดินโดยตรงมี

ผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นคะน้าฮ่องกงซึ่งมีปริมาณการดูดใช้ธาตุอาหารต่างๆ น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับ การเพาะเมล็ดในวัสดุเพาะกล้าแล้วทำการย้ายปลูก โดยที่การใส่ลีโอนาร์ไคท์ที่ทำการปรับปรุงคุณภาพมีผลเป็นอย่างมากต่อการดูดใช้ธาตุที่สูงที่สุดกว่าทุกการทดลอง

ตารางที่ 14 การดูดใช้ธาตุอาหารของต้นคะน้าฮ่องกงในชุดดินสนทราย

ตำรับทดลอง	N uptake	P uptake	K uptake	Ca uptake	Mg uptake
	(มก ตัน ⁻¹)				
1	13.66 ^c	0.40 ^c	18.41 ^c	9.51 ^c	8.34 ^c
2	98.05 ^d	1.46 ^{de}	102.98 ^b	49.48 ^{cd}	38.20 ^d
3	213.97 ^a	2.39 ^{cd}	100.42 ^b	59.05 ^{cd}	49.57 ^{bcd}
4	141.82 ^{bc}	2.82 ^{bc}	152.64 ^b	72.54 ^{bc}	58.66 ^{abc}
5	166.21 ^b	3.62 ^b	143.76 ^b	88.44 ^{ab}	65.63 ^{ab}
6	116.63 ^{cd}	1.43 ^{de}	109.68 ^b	40.39 ^d	44.06 ^{cd}
7	153.29 ^b	4.77 ^a	220.41 ^a	95.85 ^a	74.14 ^a
8	107.28 ^d	1.65 ^d	103.86 ^b	52.85 ^{cd}	44.23 ^{cd}
CV (%)	13.93	27.95	27.15	22.63	20.50
LSD _{0.05}	*	*	*	*	*

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

- 1 เพาะเมล็ดในดินปลูกไม่มีการใส่ปุ๋ย
2 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ตำรับควบคุม-Control)
3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ
4 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่
5 ใส่ลีโอนาร์ไคท์แม่เมาะแหล่งที่ 2 อย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่
6 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ในอัตรา 5 ตัน/ไร่
7 ใส่ลีโอนาร์ไคท์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่
8 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์ไคท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เมาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

4.5 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการปลูกคะน้าฮ่องกง

4.5.1 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการปลูกคะน้าฮ่องกงในชุดดินราชบุรี

จากการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการปลูกคะน้าฮ่องกงในชุดดินราชบุรี (ตารางที่ 15) โดยคำนวณจากน้ำหนักรากต้นสดคูณกับจำนวนต้นต่อพื้นที่ 1 ไร่ พบว่า ตำรับการทดลองที่ 3 ให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุดถึง 21,655 บาท ไร่⁻¹ เมื่อทำการหักลบต้นทุนการผลิตออกแล้ว ถึงแม้ว่าจะมีน้ำหนักรากผลิตเป็น 550 กก ไร่⁻¹ ซึ่งน้อยกว่าตำรับการทดลองที่ 8 ที่ให้ค่าน้ำหนักผลิต

สูงสุดเป็น 589 กก ไร่⁻¹ แต่ดำเนินการทดลองที่ 8 ก็ใช้ต้นทุนในการผลิตสูงจึงให้ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพียง 11,040 บาท ไร่⁻¹ เท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าดำเนินการทดลองที่ 8 มีค่าต้นทุนในการปรับปรุงคุณภาพที่สูงกว่าดำเนินการทดลองที่ 6 ที่ให้ค่าน้ำหนักผลผลิตเป็น 543 กก ไร่⁻¹ และมีค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเป็น 14,280 บาท ไร่⁻¹ มากกว่าดำเนินการทดลองที่ 8 ถึง 3,240 บาท ไร่⁻¹ จึงถือได้ว่าการปรับปรุงคุณภาพผสมลิโอนาร์ไคท์ในดำเนินการทดลองที่ 8 ไม่คุ้มกับต้นทุนการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับดำเนินการทดลองที่ 6

ตารางที่ 15 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการปลูกคะน้าฮ่องกงในชุดดินราชบุรี

ดำเนินการทดลอง	ต้นทุนทั้งหมด (บาท ไร่ ⁻¹)	ผลผลิต (กก ไร่ ⁻¹)	มูลค่า (บาท)	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (บาท ไร่ ⁻¹)
1	160	0	0	-160
2	3,800	197	11,820	8,020
3	11,345	550	33,000	21,655
4	18,800	243	14,580	-4,220
5	13,800	378	22,680	8,880
6	18,300	543	32,580	14,280
7	19,800	236	14,160	-5,640
8	24,300	589	35,340	11,040

หมายเหตุ ราคาท้องตลาด ณ วันที่ 28 มี.ค. 2555 (60 บาท กก⁻¹) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2555)

1 เพาะเมล็ดในดินปลูกไม่มีการใส่ปุ๋ย

2 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ดำเนินการควบคุม-Control)

3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ

4 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่

5 ใส่ลิโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 อย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่

6 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลิโอนาร์ไคท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เกาะแหล่งที่ 2 ในอัตรา 5 ตัน/ไร่

7 ใส่ลิโอนาร์ไคท์แม่เกาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

8 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลิโอนาร์ไคท์ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เกาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

4.5.2 ต้นทุนและผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการปลูกคะน้าฮ่องกงในชุดดินสันทราย

จากการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการปลูกคะน้าฮ่องกงในชุดดินสันทราย (ตารางที่ 16) โดยคำนวณจากน้ำหนักต้นสดคูณกับจำนวนต้นต่อพื้นที่ 1 ไร่ พบว่า ดำเนินการทดลองที่ 7 มีน้ำหนักผลผลิตสูงที่สุดถึง 800 กก ไร่⁻¹ และให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงที่สุดถึง 28,200 บาท ไร่⁻¹ ซึ่งมากกว่าดำเนินการทดลองที่ 3 ที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีและให้ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเพียง 16,735 บาท ไร่⁻¹ เท่านั้น โดยจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการปรับปรุงคุณภาพของลิโอนาร์ไคท์ในดำเนินการทดลองที่ 7 มีความคุ้มทุนมากกว่าดำเนินการทดลองที่ 5 ที่ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพของลิโอนาร์ไคท์

ซึ่งให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจเป็น 22,260 บาท ไร่⁻¹ โดยดำเนินการทดลองที่ 7 ให้ค่าผลตอบแทนทางเศรษฐกิจมากกว่าดำเนินการทดลองที่ 5 ถึง 5,940 บาท ไร่⁻¹

ตารางที่ 16 ต้นทุนและผลตอบแทนในการปลูกคะน้าฮ่องกงในดินชุดดินสันทราย

ดำเนินการทดลอง	ต้นทุนทั้งหมด (บาท ไร่ ⁻¹)	ผลผลิต (กก ไร่ ⁻¹)	มูลค่า (บาท)	ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ (บาท ไร่ ⁻¹)
1	600	72	4,320	3,720
2	3,800	324	19,440	15,640
3	11,345	468	28,080	16,735
4	18,800	503	30,180	11,380
5	13,800	601	36,060	22,260
6	18,300	350	21,000	2,700
7	19,800	800	48,000	28,200
8	24,300	343	20,580	-3,720

หมายเหตุ ราคาที่ตลาด ณ วันที่ 28 มี.ค. 2555 (60 บาท กก⁻¹) สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2555)

1 เพาะเมล็ดในดินปลูกไม่มีการใส่ปุ๋ย

2 ไม่มีการใส่ปุ๋ย (ควบคุม-Control)

3 ใส่ปุ๋ยเคมีตามอัตราแนะนำ

4 ใส่ปุ๋ยหมักอย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่

5 ใส่ลีโอนาร์โดที่แม่เกาะแหล่งที่ 2 อย่างเดียวในอัตรา 5 ตัน/ไร่

6 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์โดที่ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เกาะแหล่งที่ 2 ในอัตรา 5 ตัน/ไร่

7 ใส่ลีโอนาร์โดที่แม่เกาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่

8 ใส่ปุ๋ยหมักผสมลีโอนาร์โดที่ 10 เปอร์เซ็นต์ แม่เกาะแหล่งที่ 2 ปรับปรุงคุณภาพในอัตรา 5 ตัน/ไร่