หัวข้อดุษฎีนิพนธ์ สมบัติทางเคมีและชีวภาพของลีโอนาร์ไดต์และศักยภาพในการใช้ปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินและผลผลิตของข้าว

ผู้เขียน นายชาญยุทธ รัตนพรหมมณี

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต
(ปฐพีศาสตร์และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ)

คณะกรรมการที่ปรึกษา

ผศ.ดร. อรวรรณ ฉัตรสีรุ้ง	อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ดร. ชูชาติ สันธทรัพย์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
รศ.ดร. สุนทร คำยอง	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ลีโอนาร์ไดท์เป็นวัสดุอินทรีย์ธรรมชาติที่อุดมด้วยฮิวมัส โดยพบว่ามีปริมาณสำรองมากที่สุดไม่ต่ำกว่า 1,000 ล้านตัน ที่เหมืองลิกไนท์ อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ส่งผลให้การนำลีโอนาร์ไดท์มาใช้ในการเกษตรและจำหน่ายเชิงพาณิชย์มีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ในทางกลับกันข้อมูลที่เกี่ยวกับคุณสมบัติและผลของการใช้ลีโอนาร์ไดท์ต่อคุณภาพของดินและผลผลิตพืชมีค่อนข้างจำกัดมาก ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้วิเคราะห์สมบัติด้านต่างๆ ของลีโอนาร์ไดท์ จากเหมืองหลายแหล่งในภาคเหนือของประเทศไทย ได้แก่ เหมือง แม่เมาะ เชียงม่วน และลี้ แล้วทำการทดสอบผลของลีโอนาร์ไดท์ต่อคุณภาพของดิน การเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว ทั้งในกระถางและในแปลงทดลอง ผลการวิเคราะห์พบว่า ลีโอนาร์ไดท์จากเหมืองแม่เมาะ (LD1, LD2 และ LD3) และเหมืองลี้ (LD7 และ LD8) มีปริมาณกรดฮิวมิคค่อนข้างสูง (34.73 ถึง 61.58และ 39.19 ถึง 85.05% ตามลำดับ ลีโอนาร์ไดท์จากเหมืองลี้ มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงที่สุด (48.66 ถึง 61.02%) นอกจากนี้ลีโอนาร์ไดท์ ยังประกอบด้วยธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) ธาตุอาหารรอง (Ca, Mg และ S) และ จุลธาตุ (Fe, Zn และ Mn) โดยที่มีความเข้มข้นของไนโตรเจนและโพแทสเซียมทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.25 ถึง 0.60 % และ 0.84 ถึง 2.24 % ตามลำดับ แต่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสค่อนข้างต่ำ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 28.6 ถึง 211.2 mg/kg นอกจากนี้ลีโอนาร์ไดท์เกือบทุกแหล่งที่ศึกษาเป็นกรดจัดมาก (pH 1.84-2.55) จึงควรมีการปรับปรุงค่า pH และเพิ่มระดับของฟอสฟอรัสก่อนนำไปประยุกต์ใช้ทางการเกษตร ได้ทำการคัดเลือกลีโอนาร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ไดท์เพียง 5 ตัวอย่าง ได้แก่ LD 2-3, LD3-2, LD4-2, LD8-1 และ LD8-3 เพื่อทำการศึกษาองค์ประกอบของแร่โดยวิธี X-ray diffraction (XRD) ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ quartz, albite และ brushite นอกจากนี้ยังประกอบด้วยแร่ดินเหนียว ได้แก่ kaolinite, illite และ montmorillonite ผลการวิเคราะห์โดยวิธี X-ray fluorescence spectrometry (XRF) พบว่า Si เป็นธาตุที่มีปริมาณสูงสุดในลีโอนาร์ไดท์ ซึ่งสอดคล้องกับวิธี XRD ที่พบว่าลีโอนาร์ไดท์มีองค์ประกอบของแร่ quartz (SiO_2) มากที่สุด เมื่อทำการประเมินหาประชากรจุลินทรีย์ในลีโอนาร์ไดท์คัดเลือกทั้ง 5 ตัวอย่างดังกล่าว และศักยภาพของจุลินทรีย์นี้ในการส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช พบว่า มีจำนวน แบคทีเรีย เชื้อรา และ แอคทิโนมัยซีท โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 10^6, 10^5 และ 10^6 cfu/gm ตามลำดับ แบคทีเรีย เชื้อรา และ แอคทิโนมัยซีท ส่วนใหญ่มีความสามารถผลิตเอนไซม์เซลลูเลสได้ โดยมี clear zone ratio สูงสุด เท่ากับ 3.62, 3.92 และ 4.10 ตามลำดับ ความสามารถในการละลายฟอสเฟต (clear zone ratio) ของจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีค่า เท่ากับ 2.76, 1.88 และ 3.13 ตามลำดับ ไอโซเลทของ แบคทีเรีย เชื้อรา และ แอคทิโนมัยซีท ทั้งหมดมีความสามารถในการผลิต indole-3-acetic acid (IAA) โดยค่าที่ผลิตได้สูงสุด เท่ากับ 236.6, 15.70 และ 90.40 mg/L ตามลำดับ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า ลีโอนาร์ไดท์ มีศักยภาพสูง ในการนำมาใช้เป็นวัสดุปรับปรุงดิน และ/หรือ ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการผลิตพืช อย่างไรก็ตาม ควรทำการปรับค่า pH และความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในลีโอนาร์ไดท์ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของพืชก่อนที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในภาคสนาม นอกจากนี้จุลินทรีย์ซึ่งแยกได้จากลีโอนาร์ไดท์ ที่มีศักยภาพสูงในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลส ละลายฟอสเฟต และสร้างฮอร์โมน indole-3-acetic acid สามารถนำไปพัฒนาเป็นชีวภัณฑ์ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชได้

เพื่อประเมินประสิทธิภาพของลีโอนาร์ไดท์ในการปรับปรุงคุณภาพดิน และผลผลิตของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 จึงได้ทำการทดลองในกระถางและในแปลง โดยใช้ลีโอนาร์ไดท์ (original leonerdite: OL, 100% leonardite) และลีโอนาร์ไดท์ปรับปรุง (improved leonerdite : IL, ลีโอนาร์ไดท์ผสม dolomite 5% และ rock phosphate 10%) โดยใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยหมักในการเปรียบเทียบ ผลการทดลองในกระถาง พบว่า โดยเฉลี่ยแล้วการใส่ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียวหรือใส่ร่วมกับลีโอนาร์ไดท์สามารถเพิ่มระดับ อินทรียวัตถุ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และ โพแทสเซียม ในดินได้ประมาณสองเท่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม การใช้ลีโอนาร์ไดท์ที่ปรับปรุงร่วมกับปุ๋ยหมักในกรรมวิธีที่ 8

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

และ 9 ให้ค่า จำนวนกอ (30.3 และ 32.0 กอ/ต้น ตามลำดับ) จำนวนรวง (19.33 และ 18.67 รวง/ต้น ตามลำดับ) และผลผลิตเมล็ด (50.58 และ 50.29 กรัม/ต้น ตามลำดับ) สูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าที่เพิ่มสูงขึ้นทั้งหมดนี้ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการใช้ปุ๋ยเคมี การใช้ IL เพียงอย่างเดียวส่งผลให้ การดูดใช้ธาตุอาหาร N, P, K, Ca และ Mg ของต้นส่วนเหนือดินในระยะเก็บเกี่ยวสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมและการใช้ปุ๋ยเคมี อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยสูงกว่ากรรมวิธีควบคุม 111.6, 133.3, 124.0, 554.6 และ 118.75 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ผลการทดลองในแปลงสอดคล้องกับในกระถาง โดยพบว่า การใช้ลีโอนาร์ไทด์ร่วมกับปุ๋ยหมักใน กรรมวิธี IL + Compost (อัตรา 3:1) ส่งผลให้องค์ประกอบของผลผลิต เช่น จำนวนกอต่อต้น และความกว้างของกอสูงกว่ากรรมวิธีควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กรรมวิธีเดียวกันนี้ให้ค่าผลผลิตเมล็ด (1059.2 กิโลกรัม/ไร่) ไม่ต่างจากการใช้ปุ๋ยเคมี (1123.7 กิโลกรัม/ไร่) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้ลีโอนาร์ไดท์ร่วมกับปุ๋ยหมักให้ผลดีกว่าการใช้ ลีโอนาร์ไดท์ หรือ ปุ๋ยหมักเพียงอย่างเดียว ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการผสมดินด้วยลีโอนาร์ไดท์ร่วมกับปุ๋ยหมักสามารถใช้เป็นทางเลือกทดแทนปุ๋ยเคมีเพื่อให้ผลผลิตข้าวที่สูงได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Dissertation Title	Chemical and Biological Properties of Leonardite and Its Potential Use for Soil Fertility and Rice Yield Improvements
Author	Mr. Chanyut Ratanaprommanee
Degree	Doctor of Philosophy (Soil Science and Natural Resources Management)

Advisory Committee

Asst. Prof. Dr. Arawan Shutsrirung	Advisor
Dr. Choochad Santasup	Co-advisor
Assoc. Prof. Dr. Soontorn Khamyong	Co-advisor

ABSTRACT

Leonardite is a humus-rich natural organic material. The largest reserved quantity of leonardite, not less than 1,000 million tons, is found in Mae Moh lignite mine, Lampang province. This has led to rapid increase in use of leonardite for agriculture at commercial scale. In contrast, information related to its properties and effects on soil quality and plant yield is very limited. In the present study, therefore, properties of leonardite samples from various deposits in northern Thailand; Mae Moh, Chiang Muan and Lee mines, were examined. Then, the effects of leonardite on soil quality, growth and yield of rice under pot and field conditions were evaluated. The results showed that leonardite from Mae Moh (LD1, LD2 and LD3) and Lee mine (LD7 and LD8) contained quite high amount of humic acid (34.73-61.58 and 39.19-85.05%, respectively). The highest organic matter content was found in leonardite from Lee mine (48.66 - 61.02%). Furthermore, leonardite also contained primary macronutrients (N, P and K), secondary macronutrients (Ca, Mg and S) and micronutrients (Fe, Zn and Mn). The concentrations of total nitrogen and potassium ranged from 0.25 to 0.60 %, and 0.84 to 2.24 %, respectively. But the phosphorus concentrations were very low with the values ranged from 28.6 to 211.2 mg kg^{-1}. In addition, leonardite from most of locations was highly acidic with a very low pH value. Therefore, the pH value and phosphorus levels should be raised before application of leonardite in agriculture. Only five leonardite samples i.e. LD 2-3, LD3-2, LD4-2, LD8-1 and LD8-3 were selected for

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

mineral composition analysis by X-ray diffraction (XRD) method. The results indicated that all the samples mainly consist of quartz, albite and brushite, and also the ingredients clay minerals of kaolinite, illite and montmrillonite. The analysis of the elemental content by X-ray fluorescence spectrometry (XRF) indicated that the element Si was the most abundant element found in leonardite. This was consistent with XRD analysis that showed the highest content of Quartz (SiO_2) in leonardite. Microbial populations and their potential in plant growth promotion were also evaluated using the five selected leonardite samples. On the average the number of bacteria, fungi and actinomycetes was around 10^6, 10^5 and 10^6 cfu/gm, respectively. Most of bacteria, fungi and actinomycetes isolated from leonardite had ability to produce cellulase enzyme with the highest clear zone ratio of 3.62, 3.92 and 4.10, respectively. The highest phosphate solubilizing abilities (clear zone ratio) of these microbial groups were 2.76, 1.88 and 3.13, respectively. All the tested bacterial, fungal and actinomycetal isolates showed ability to produce indole-3-acetic acid (IAA) and the highest values of IAA production were 236.6, 15.70 and 90.40 mg/L, respectively. The results of this study suggested that leonardite showed high potentials to be used as soil amendment and/or organic fertilizer for plant production. However, the pH and phosphorus levels should be raised to reach optimum levels for plant growth before field application. In addition, isolates obtained from leonardite that showed high potentials in cellulase production, phosphate solubilizing ability and IAA production could be used to develop bio-products for plant growth promotion.

To evaluate the effects of leonardite on the improvement of soil quality and yield of Thai jasmine rice cultivar KDML105, pot and field experiments were conducted using leonardite (original leonerdite: OL, 100% leonardite) and improved leonardite (improved leonerdite : IL, leonardite plus 5% dolomite and 10% rock phosphate). Chemical fertilizer and compost were used for comparison. On the average, the application of compost alone or with leonardite increased soil organic matter, N, P, and K levels about twice as compared to the control. The combination of improved leonardite and compost in the treatment 8 and 9 gave significantly higher number of tillers (30.3 and 32.0 tillers/plant, respectively), number of panicle (19.33 and 18.67, respectively) and grain yield (50.58 and 50.29 g/plant, respectively) than the control. All

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

the increased parameters did not show significant different from that obtained using chemical fertilizer. Application of IL alone resulted in significantly higher ($p < 0.05$) N, P, K, Ca and Mg uptake than the control and chemical fertilizer treatment with the increased values of 111.6, 133.3, 124.0, 554.6 and 118.75% over the control, respectively. The results under field experiment were in consistent with the pot one, the use of leonardite plus compost in treatment IL + compost (ratio 3:1) led to significantly higher yield components i.e. number of tillers/plant and width of tillers than the control. This treatment also gave similar yield (1059.2 kg/rai) as that of the chemical fertilizer (1123.7 kg/rai) and the values did not show significant difference. The results indicated that the use of leonardite plus compost showed better performance than leonardite or compost alone. It is therefore concluded that the incorporation of leonardite plus compost into the soil could be used as an alternative to chemical fertilizer for obtaining high yield of rice.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved