



O-ST 030

การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

ผลของลีโอนาร์ไต์ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของผักกวางตุ้ง

Effects of Leonardite on Growth and Yield of Chinese Cabbage (*Brassica campestris* var. *chinensis*)

สุรินทร์ รินณรงค์ (Surin Rinnarong)¹ อัจฉรา จิตตลดากร (Achara Chittaladakorn)²

พงศ์พันธุ์ เขียรศิริ (Pongpan Thienhirun)³

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้ (1) ลีโอนาร์ไต์ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง และ (2) การสะสมของสารหนูในผักกวางตุ้งและดินหลังปลูก เป็นการวิจัยเชิงทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (CRD) มี 6 ทรีตเมนต์ 5 ซ้ำ ได้แก่ ไม่ใส่ลีโอนาร์ไต์ และใส่ลีโอนาร์ไต์ในอัตรา 1, 2, 3, 4 และ 5 ตันต่อไร่ ทำการวิเคราะห์ดินก่อนและหลังปลูก วิเคราะห์สมบัติของลีโอนาร์ไต์ วัดการเจริญเติบโต โดยวัดความสูง ขนาดทรงพุ่มของผักกวางตุ้งที่ อายุ 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังการปลูก จำนวนใบ และน้ำหนักสด เมื่ออายุ 49 วันหลังการปลูก วิเคราะห์ข้อมูลด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีตเมนต์โดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test: DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05 ผลการวิจัยพบว่า (1) สมบัติเบื้องต้นของดินก่อนปลูก มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 6.5 % มีค่า pH 7.7 และมีปริมาณสารหนู 5.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สมบัติลีโอนาร์ไต์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ 19.6 % มีค่า pH 2.0 มีค่ากรดฮิวมิก 23.1 % และมีปริมาณสารหนู 28.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ด้านการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ทรีตเมนต์ที่ไม่ได้ใส่ลีโอนาร์ไต์ มีการเจริญเติบโตต่ำกว่าทรีตเมนต์ที่ใส่ลีโอนาร์ไต์ โดยอัตรา 5 ตันต่อไร่ มีการเจริญเติบโตของพืชสูงที่สุด (2) สมบัติเบื้องต้นของดินหลังปลูก มีปริมาณอินทรีย์วัตถุระหว่าง 5.85-6.93 % มีค่า pH 7.7-8.0 และมีปริมาณสารหนู 7.2-10.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไม่พบการสะสมของสารหนูในผักกวางตุ้งทุกทรีตเมนต์

คำสำคัญ ลีโอนาร์ไต์ ผักกวางตุ้ง สารหนู

¹ นักศึกษาหลักสูตรเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช suriri@scg.co.th

² รองศาสตราจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช achara.chi@stou.ac.th

³ รองศาสตราจารย์ ดร. ประจำสาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช pongpan.thi@stou.ac.th



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

Abstract

This research aimed to study the effects of using leonardite on 1) growth and yield of Chinese Cabbage and 2) accumulation of arsenic in Chinese Cabbage and the soil after planting. The experiment was conducted by using the Completely Randomized Design (CRD), consisting of six treatments and five replications. The treatments included treatment without leonardite and those with leonardite in the ratio 1, 2, 3, 4 and 5 tons per rai. Soils and leonardite were analyzed before and after planting. The growth of Chinese Cabbage was measured at 21, 28, 35, 42, and 49 days after planting by measuring plant height and canopy width. The leave number and fresh weight were collected at 49 days after planting. The data was analyzed by ANOVA and compared to find difference between treatments by using DMRT method. The results indicated that 1) Before planting, soil contained 6.5% of organic matter, with pH 7.7 and had arsenic content of 5.2 milligrams per kilogram. The leonardite had 19.6% of organic matter, pH 2.0, humic acid 23.1%, and arsenic content 28.2 milligrams per kilogram. The growth and yield of Chinese Cabbage of the treatment without leonardite was lowest among the treatments. The growth of Chinese Cabbage was highest growth when plant received leonardite 5 tons per rai. 2) After planting, soil contained organic matter 5.85-6.93% pH 7.7-8.0 and arsenic 7.2-10.2 milligrams per kilogram. There was no accumulation of arsenic in Chinese Cabbage plants in all treatments.

Keywords: Leonardite, Chineses Cabbage *Brassica campestris* var. *chinensis*, Arsenic



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6 The 6th STOU National Research Conference

บทนำ

ในประเทศไทยได้มีการเปิดทำเหมืองลิกไนต์ในหลายแหล่ง โดยวิธีการทำเหมืองลิกไนต์จะมีการขุดเปิดเปลือกดินที่อยู่บนชั้นถ่านลิกไนต์ออก จากนั้นจึงทำการขุดถ่านลิกไนต์ขึ้นมาใช้ประโยชน์ ในกระบวนการทำเหมืองแร่ดังกล่าวจะมีผลผลิตที่เป็นของเสียเกิดขึ้นโดยเฉพาะเปลือกดินที่อยู่บนชั้นถ่านลิกไนต์ ซึ่งถูกจำแนกเป็นมูลแร่ มูลดินทราย ซึ่งส่วนนี้เมื่อขุดออกมาจะมีการนำไปกองเก็บในพื้นที่ที่กำหนดไว้ในเงื่อนไขของการทำเหมือง เพื่อรอการฟื้นฟูพื้นที่หรือปรับทัศนียภาพของเหมือง โดยมูลแร่ มูลดินทราย ซึ่งเป็นส่วนของเหลือทิ้งจากการทำเหมืองแร่และมีแต่จะเพิ่มปริมาณมากขึ้นจนกลายเป็นปัญหาให้กับเหมืองแร่ รวมทั้งต้องเสียค่าใช้จ่ายในการกองเก็บ จึงได้มีการศึกษาของเสียที่เกิดขึ้นบางอย่างที่พบที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

ในต่างประเทศได้มีการทำวิจัยเพื่อที่จะใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าของของเสียดังกล่าว และพบว่าในดินปนถ่านหินประเภทหนึ่ง ซึ่งภายหลังเรียกว่า “ลีโอนาร์ไดท์ (leonardite)” มีองค์ประกอบที่เป็นประโยชน์อย่างมากทางการเกษตร ซึ่งประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 3 ชนิด คือ กรดฮิวมิก (humic acid) กรดฟุลวิก (fulvic acid) ฮิวมิน (humins) รวมถึงมีโลหะอื่น ๆ รวมทั้งสารหนู (arsenic) (วิวัฒน์ โตธิกุล และคณะ, 2552) โดยสารหนูจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตหากได้รับในปริมาณที่สูง จำเป็นต้องควบคุมให้อยู่ในค่ามาตรฐาน สำหรับลีโอนาร์ไดท์ที่มีกรดฮิวมิกสูงจึงเหมาะที่จะนำมาใช้เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน จากการทำเหมืองลิกไนต์ของเหมืองแม่ท่าน จังหวัดลำปาง ได้พบลีโอนาร์ไดท์จากการทำเหมืองลิกไนต์จำนวนหนึ่ง และเมื่อทำการทดสอบตัวอย่างพบว่าคุณสมบัติของลีโอนาร์ไดท์มีกรดฮิวมิกสูงถึงร้อยละ 25.34 ปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงถึงร้อยละ 24.85 ค่า pH 2.31 ซึ่งมีค่าความเป็นกรดสูง (บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย จำกัด, 2556) จึงควรมีการศึกษาการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรต่อไป

ปัจจุบันการผลิตผักกวางตุ้งส่วนใหญ่นิยมใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีในการเร่งให้กวางตุ้งมีการเจริญเติบโตทางใบและก้านใบ เพื่อให้เพียงพอต่อการจำหน่ายในท้องตลาดและบริโภคของประชาชน จึงมีต้นทุนในการผลิตที่สูง การนำประโยชน์ของลีโอนาร์ไดท์มาใช้ จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกรผู้ผลิตผักกวางตุ้งในการลดต้นทุนลดการใช้ปุ๋ยเคมีในการผลิตผักกวางตุ้ง รวมถึงการจัดการทรัพยากรดินให้มีความอุดมสมบูรณ์ จึงได้ทำการศึกษาอัตราที่เหมาะสมของลีโอนาร์ไดท์ในการผลิตผักกวางตุ้ง เพื่อจะได้เป็นประโยชน์ทางการเกษตรหรือต่อ ผู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของลีโอนาร์ไดท์ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง
2. เพื่อศึกษาผลของการใช้ลีโอนาร์ไดท์ต่อการสะสมของสารหนูในผักกวางตุ้งและดินหลังปลูก

ระเบียบวิธีวิจัย

1. วิธีการทดลอง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 6 ทรีตเมนต์ 5 ซ้ำ ทำการทดลองในกระถางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร ปลูกกระถางละ 3 ต้น โดย 1 กระถางเป็น 1 หน่วยทดลอง (Experimental Unit) โดยทรีตเมนต์มีดังนี้



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6
The 6th STOU National Research Conference

ทริตเมนต์ที่ 1 ไม่ใส่ลิโอนาร์ไต์

ทริตเมนต์ที่ 2 ใส่ลิโอนาร์ไต์ 1 ต้นต่อไร่ (48 กรัม/กระถาง)

ทริตเมนต์ที่ 3 ใส่ลิโอนาร์ไต์ 2 ต้นต่อไร่ (96 กรัม/กระถาง)

ทริตเมนต์ที่ 4 ใส่ลิโอนาร์ไต์ 3 ต้นต่อไร่ (144 กรัม/กระถาง)

ทริตเมนต์ที่ 5 ใส่ลิโอนาร์ไต์ 4 ต้นต่อไร่ (192 กรัม/กระถาง)

ทริตเมนต์ที่ 6 ใส่ลิโอนาร์ไต์ 5 ต้นต่อไร่ (240 กรัม/กระถาง)

นำดินปลูกมาบรรจุในกระถาง จำนวน 15 กิโลกรัมต่อกระถาง พร้อมกับการใส่ลิโอนาร์ไต์ตามอัตรา

ของแผนการทดลอง

2. การปลูกและดูแลรักษา

2.1 ดินปลูก

ดินปลูกที่นำมาใช้ในการทดลองนี้เป็นกลุ่มชุดดินลพบุรี ในพื้นที่ตำบลทับกวาง อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

2.2 ลิโอนาร์ไต์

ลิโอนาร์ไต์ที่นำมาใช้ในการทดลองนี้ได้จากเหมืองลิกไนต์แม่ทาน อำเภอสบปราบ จังหวัดลำปาง

2.3 การปลูกผักกวางตุ้ง

ทำการปลูกโดยวิธีหยอดเมล็ดลงในกระถางลึกประมาณ 1.5-2 เซนติเมตร จำนวน 10 เมล็ด โดยหยอดกระจายทั่วกระถางแล้วกลบด้วยหน้าดิน และขุยมะพร้าวบางๆ เพื่อรักษาความชื้น จากนั้นทำการถอนแยกต้นกล้าหลังจากปลูกได้ประมาณ 20 วันหรือต้นกล้ามี 4-5 ใบ จัดระยะระหว่างต้นให้ห่างกันประมาณ 10-15 เซนติเมตร โดยให้เหลือต้นกล้ากวางตุ้งที่แข็งแรง กระถางละ 3 ต้น

2.4 การให้ปุ๋ย

ทำการใส่ปุ๋ยยูเรีย (46-0-0) 2 ครั้ง ครั้งละ 6 กรัมต่อกระถาง ใส่ปุ๋ยครั้งแรกเมื่อผักกวางตุ้งมีอายุได้ 20 วันและให้ปุ๋ยครั้งที่สอง เมื่อผักกวางตุ้งมีอายุได้ 30 วัน หลังปลูก

2.5 การให้น้ำ

ผักกวางตุ้งเป็นผักที่ต้องการน้ำมากและมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว จำเป็นต้องให้น้ำอย่างเพียงพอและสม่ำเสมอ โดยให้น้ำในแต่ละทริตเมนต์วันละ 2 ครั้ง ในเวลา 08.00 นาฬิกา และ 17.00 นาฬิกา

3. การบันทึกข้อมูล

3.1 ข้อมูลสมบัติทางเคมีเบื้องต้นของดินและลิโอนาร์ไต์

ทำการเก็บตัวอย่างดินก่อนปลูก ดินหลังปลูก และตัวอย่างลิโอนาร์ไต์ เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางเคมีเบื้องต้น ได้แก่ pH ของดิน วัดโดยใช้ pH meter โดยใช้สัดส่วนระหว่าง ดิน:น้ำ เท่ากับ 1:1 ปริมาณอินทรีย์วัตถุ โดยวิธี Walkley and Black Titration และสารหนูทั้งหมดในดิน โดยวิธี In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2012), 986.15, by ICP-MS (บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย จำกัด, 2556) และวิเคราะห์ค่าปริมาณกรดฮิวมิกในลิโอนาร์ไต์ โดยวิธีการสกัดด้วย Sodium hydroxide (NaOH)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

3.2 ข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง

ทำการบันทึกข้อมูลการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง ได้แก่ ความสูงของต้น ความกว้างของทรงพุ่ม จำนวนใบ ที่อายุ 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังปลูก และน้ำหนักสดของต้นโดยตัดส่วนเหนือดิน ที่อายุ 49 วัน หลังปลูก แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูทั้งหมดในผักกวางตุ้ง โดยวิธี In-house method TE-CH-134 based on AOAC (2012), 986.15, by ICP-MS (บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย จำกัด, 2556)

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของวาเรียนซ์ (ANOVA) และหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 0.05

ผลการวิจัย

1. สมบัติของดินก่อนปลูกและของสลิโอนาร์ไคท์

1.1 สมบัติเบื้องต้นของดินก่อนปลูกที่ยังไม่เติมสลิโอนาร์ไคท์ พบว่า มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย ดินมีค่า pH เท่ากับ 7.7 จัดเป็นด่างอย่างอ่อน ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) มีค่า 6.5 เปอร์เซ็นต์ และค่าโลหะหนักสารหนูในดินมีค่า 5.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อยู่ในระดับมากกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไม่เกิน 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 1

1.2 สมบัติของสลิโอนาร์ไคท์ พบว่า สลิโอนาร์ไคท์ มีค่า pH เท่ากับ 2.0 จัดอยู่ในระดับกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) มีค่า 19.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดฮิวมิก เท่ากับ 23.1 เปอร์เซ็นต์ และค่าโลหะหนักสารหนู เท่ากับ 28.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินก่อนปลูก

สมบัติของดิน	หน่วย	ค่าวิเคราะห์	ประเมินค่าวิเคราะห์
เนื้อดิน (Texture)	-	ดินร่วนเหนียวปนทราย	-
ความเป็นกรดด่าง (pH)	-	7.7	ด่างอย่างอ่อน ¹
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	%	6.5	สูงมาก ¹
สารหนู (Arsenic)	mg/kg	5.2	ต้องไม่เกิน 3.9 mg/kg ²

หมายเหตุ: ¹ มาตรฐานอ้างอิงตาม Land Classification Division and FAO Project Staff (1973)

² มาตรฐานอ้างอิงตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547)

กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน (ประเภทใช้เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม)



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6
The 6th STOU National Research Conference

ตารางที่ 2 สมบัติและองค์ประกอบทางเคมีของสลิโอนาร์ไคท์เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548

สมบัติทางเคมีและธาตุอาหาร	หน่วย	สลิโอนาร์ไคท์	มาตรฐาน*
ความเป็นกรดต่าง (pH)	-	2.0	5.5-8.5
ปริมาณอินทรีย์วัตถุ	%	19.6	ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนัก
กรดฮิวมิก (Humic acid)	%	23.1	-
สารหนู	mg/kg	28.2	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

หมายเหตุ: * มาตรฐาน หมายถึง สมบัติแต่ละด้านของปุ๋ยอินทรีย์ตามมาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ พ.ศ. 2548

2. การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง

2.1 ความสูงของผักกวางตุ้ง ผลการบันทึกข้อมูลเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตด้านความสูงของผักกวางตุ้ง 5 ครั้ง คือ ที่อายุ 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังปลูก พบว่าการใส่สลิโอนาร์ไคท์ส่งผลให้ความสูงของต้นผักกวางตุ้งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยผักกวางตุ้งที่ไม่ใส่สลิโอนาร์ไคท์ ที่อายุ 21 วัน มีความสูงน้อยที่สุด คือ 4.58 เซนติเมตร และผักกวางตุ้งที่ใส่สลิโอนาร์ไคท์ 5 ต้นต่อไร่ ที่อายุ 21 วัน มีความสูงมากที่สุด คือ 6.36 เซนติเมตร สำหรับความสูงของผักกวางตุ้ง ที่อายุ 49 วัน พบว่าผักกวางตุ้งที่ไม่ใส่สลิโอนาร์ไคท์ มีความสูงน้อยที่สุด คือ 25.66 เซนติเมตร และผักกวางตุ้งที่ใส่สลิโอนาร์ไคท์ 5 ต้นต่อไร่ ที่อายุ 49 วัน มีความสูงมากที่สุด คือ 33.48 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 3

2.2 ขนาดทรงพุ่มของผักกวางตุ้ง ผลการบันทึกข้อมูลเพื่อศึกษาการเจริญเติบโตด้านขนาดทรงพุ่มของผักกวางตุ้ง 5 ครั้ง คือ ที่อายุ 21, 28, 35, 42 และ 49 วันหลังปลูก พบว่าการใช้สลิโอนาร์ไคท์มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยผักกวางตุ้งที่ไม่ใส่สลิโอนาร์ไคท์ ที่อายุ 21 วัน มีขนาดทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ 5.48 เซนติเมตร และผักกวางตุ้งที่ใส่สลิโอนาร์ไคท์ 5 ต้นต่อไร่ ที่อายุ 21 วัน มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุด คือ 7.66 เซนติเมตร สำหรับขนาดทรงพุ่มของผักกวางตุ้ง ที่อายุ 49 วัน พบว่าผักกวางตุ้งที่ไม่ใส่สลิโอนาร์ไคท์มีขนาดทรงพุ่มน้อยที่สุด คือ 28.72 เซนติเมตร และผักกวางตุ้งที่ใส่สลิโอนาร์ไคท์ 5 ต้นต่อไร่ ที่อายุ 49 วัน มีขนาดทรงพุ่มมากที่สุด 37.08 เซนติเมตร ดังแสดงในตารางที่ 4



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6
The 6th STOU National Research Conference

ตารางที่ 3 ความสูงของผักกวางตุ้ง เมื่อใส่ลิโอรไคท์ในอัตราต่างๆ ลงในดินปลูก

ทรีตเมนต์	ปริมาณลิโอรไคท์ (ตันต่อไร่)	ความสูงของผักกวางตุ้ง (เซนติเมตร)				
		อายุ (วัน)				
		21	28	35	42	49
1	0	4.58 ^b	7.46 ^c	10.86 ^d	15.41 ^e	25.66 ^b
2	1	5.40 ^{ab}	8.38 ^c	12.42 ^c	17.26 ^{cd}	29.26 ^{ab}
3	2	5.48 ^{ab}	8.48 ^{bc}	12.08 ^c	16.00 ^{de}	30.28 ^{ab}
4	3	5.54 ^{ab}	8.66 ^{abc}	12.72 ^c	18.74 ^{bc}	30.88 ^a
5	4	6.24 ^a	10.28 ^{ab}	15.40 ^b	19.74 ^{ab}	31.72 ^a
6	5	6.36 ^a	10.46 ^a	18.24 ^a	21.08 ^a	33.48 ^a
เฉลี่ย		5.50	8.95	13.62	17.99	30.21
F-test		*	*	**	**	*

หมายเหตุ: * p<0.05 ** p<0.01

ตารางที่ 4 ขนาดทรงพุ่มของผักกวางตุ้ง เมื่อใส่ลิโอรไคท์ในอัตราต่างๆ ลงในดินปลูก

ทรีตเมนต์	ปริมาณลิโอรไคท์ (ตันต่อไร่)	ขนาดทรงพุ่มของผักกวางตุ้ง (เซนติเมตร)				
		อายุ (วัน)				
		21	28	35	42	49
1	0	5.48 ^c	8.48 ^b	16.36 ^b	21.52 ^b	28.72 ^b
2	1	6.16 ^{bc}	9.16 ^b	17.32 ^b	23.18 ^b	32.86 ^{ab}
3	2	5.72 ^{bc}	8.58 ^b	17.16 ^b	23.40 ^b	33.88 ^{ab}
4	3	5.78 ^{bc}	9.40 ^b	16.94 ^b	23.94 ^b	36.00 ^a
5	4	6.86 ^{ab}	10.38 ^{ab}	19.60 ^a	27.38 ^{ab}	36.40 ^a
6	5	7.66 ^a	12.62 ^a	22.44 ^a	32.34 ^a	37.08 ^a
เฉลี่ย		6.28	9.77	18.30	25.29	34.16
F-test		**	*	*	*	*

หมายเหตุ: * p<0.05 ** p<0.01

2.3 จำนวนใบของผักกวางตุ้ง จำนวนใบของผักกวางตุ้งที่อายุ 49 วันหลังปลูก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า การที่ไม่ใส่ลิโอรไคท์ ให้จำนวนใบน้อยสุดเฉลี่ย 8 ใบ ผักกวางตุ้ง



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6
The 6th STOU National Research Conference

ที่ใส่ลิโอรไคท์ 5 ตันต่อไร่ มีจำนวนใบมากที่สุดเฉลี่ย 10 ใบ ผักกวางตุ้งที่ใส่ลิโอรไคท์ มีจำนวนใบระหว่าง 9-10 ใบ ดังแสดงในตารางที่ 5

2.4 น้ำหนักสดของผักกวางตุ้ง น้ำหนักสดของผักกวางตุ้งที่อายุ 49 วันหลังปลูก มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% พบว่า การที่ไม่ใส่ลิโอรไคท์ ให้น้ำหนักสดน้อยที่สุด 45.20 กรัมต่อต้น ผักกวางตุ้งที่ใส่ลิโอรไคท์ 5 ตันต่อไร่ มีน้ำหนักสดมากที่สุด 84.53 กรัมต่อต้น ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 5 จำนวนใบของผักกวางตุ้ง อายุ 49 วันหลังปลูก เมื่อใส่ลิโอรไคท์ในอัตราต่างๆ ลงในดินปลูก

ทรีตเมนต์	ปริมาณลิโอรไคท์ (ตันต่อไร่)	จำนวนใบของผักกวางตุ้ง (ใบต่อต้น)
1	0	8 ^c
2	1	9 ^b
3	2	9 ^{bc}
4	3	9 ^b
5	4	9 ^b
6	5	10 ^a
เฉลี่ย		9
F-test		**

หมายเหตุ: * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$

ตารางที่ 6 น้ำหนักสดของผักกวางตุ้ง อายุ 49 วันหลังปลูก เมื่อใส่ลิโอรไคท์ในอัตราต่างๆ ลงในดินปลูก

ทรีตเมนต์	ปริมาณลิโอรไคท์ (ตันต่อไร่)	น้ำหนักสด (กรัมต่อต้น)
1	0	45.20 ^c
2	1	46.66 ^c
3	2	50.20 ^c
4	3	50.53 ^c
5	4	64.80 ^b
6	5	84.53 ^a
เฉลี่ย		56.98
F-test		**

หมายเหตุ: * $p < 0.05$ ** $p < 0.01$



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6
The 6th STOU National Research Conference

3. สมบัติของดินหลังปลูก พบว่า ดินในทุกทริตเมนต์มีค่า pH สูงขึ้นระหว่าง 7.8-8.0 ยกเว้นทริตเมนต์ที่ 6 มีค่า pH ลดลงต่ำกว่าดินก่อนการทดลอง 7.7 จัดเป็นต่างอย่างอ่อน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของทริตเมนต์ที่ 3-6 ลดลงมีค่าระหว่าง 5.85-6.53 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินของทริตเมนต์ที่ 1-2 เพิ่มขึ้นมีค่าระหว่าง 6.87-6.93 เปอร์เซ็นต์ สารหนูในดินเพิ่มขึ้นทุกทริตเมนต์ มีค่าระหว่าง 7.2-10.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 7

4. การสะสมของสารหนูในผักกวางตุ้ง พบว่า การสะสมของปริมาณสารหนูในผักกวางตุ้งของแต่ละทริตเมนต์หลังอายุได้ 49 วัน ไม่พบค่าปริมาณสารหนูในผักกวางตุ้งทุกทริตเมนต์ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 7 สมบัติทางกายภาพและเคมีของดินหลังปลูก

สมบัติทางเคมี	ดินก่อนปลูก	ดินหลังปลูก(ทริตเมนต์)					
		1	2	3	4	5	6
pH	7.78	8.01	7.92	8.00	7.90	7.88	7.73
OM (%)	6.58	6.87	6.93	5.85	6.47	6.48	6.53
สารหนู (Arsenic) (mg/kg)	5.26	8.09	9.02	7.23	10.23	9.97	9.87

ตารางที่ 8 ปริมาณสารหนูในผักกวางตุ้ง เมื่อใส่ลิโอรไคท์ในอัตราต่างๆ ลงในดินปลูก

ทริตเมนต์	ปริมาณลิโอรไคท์ (ตันต่อไร่)	ปริมาณสารหนู (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
1	0	ND
2	1	ND
3	2	ND
4	3	ND
5	4	ND
6	5	ND

หมายเหตุ: Not Detected หมายถึง ตรวจแล้วไม่พบค่า

อภิปรายผลการวิจัย

ผลของลิโอรไคท์ต่อการเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง มีดังนี้

1. สมบัติเบื้องต้นของดินก่อนปลูก พบว่า ดินมีค่า pH เท่ากับ 7.7 อยู่ในระดับระดับความเป็นต่างเล็กน้อย การพิจารณาความอุดมสมบูรณ์ของดิน สิ่งแรกที่จะต้องคำนึงถึง คือ ค่า pH ของดิน (พัชรี ธีรจินขจร, 2550) ทั้งนี้เนื่องจาก ค่า pH ของดินมีผลกระทบต่อเจริญเติบโตของพืชโดยมีผลต่อการเปลี่ยนแปลง ความเป็นประโยชน์



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

ของธาตุต่างๆ ในดินทั้งที่เป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืช เช่น N, P, K, Cu, Fe, Mn, Mo และ Zn เป็นต้น ดินมีปริมาณ อินทรีย์วัตถุอยู่ในระดับสูงมาก คือ 6.5 เปอร์เซ็นต์ และเนื้อดินมีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย สอดคล้องกับ กรมพัฒนาที่ดิน (2553) รายงานว่า ชุดดินลพบุรี ส่วนใหญ่จะพบทางด้านเหนือของที่ราบลุ่มภาคกลาง หรือที่สูงตอนกลาง ลักษณะดินเป็นดินเหนียว มีสีดำหรือสีเทาเข้ม ค่า pH ของดิน 6.5-8.0 ที่ระดับความลึก 0-25 เซนติเมตร มีค่าอินทรีย์วัตถุอยู่สูง ซึ่งในการประเมินระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินจากเกณฑ์การประเมินของบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย จำกัด พบว่า ดินก่อนปลูกพืชนี้มีระดับความอุดมสมบูรณ์สูง จะให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืชในระดับสูง (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2554) ในดินที่เก็บตัวอย่างมีปริมาณสารหนูอยู่ในระดับ 5.2 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม เนื่องจากสารหนูอาจพบในธรรมชาติและใช้เป็นส่วนประกอบของสารเคมีปราบศัตรูพืช สารเคมีกำจัดวัชพืช และสารเคมีกำจัดแมลง (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2546) ปริมาณสารหนูในดินก่อนปลูก โดยนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรมตามประกาศของ คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2547) ซึ่งค่าปริมาณสารหนูที่อยู่ในดินจะต้องไม่เกิน 3.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่พบว่าเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ เนื่องจากดินที่ทำการทดลองอยู่ในบริเวณพื้นที่ทำการเกษตรซึ่งมีการเพาะปลูกพืชไร่ และทำสวน ผลไม้ ซึ่งมีการใช้ปุ๋ยเคมี สารเคมีฆ่าแมลง และสารเคมีกำจัดวัชพืชอย่างต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลานาน อาจมีสารตกค้างและมีการปนเปื้อนของสารโลหะหนักจำพวกสารหนูในดินปนอยู่มาก อย่างไรก็ตามการใช้ที่ดินในการปลูกพืชนอกจากพิจารณาจากปริมาณสารหนูแล้ว ยังอาจพิจารณาจากการสะสมของสารหนูในพืชที่ปลูกด้วย ดังจากการทดลองพบว่าไม่มีการสะสมของสารหนูในผักกวางตุ้งที่ทดลอง เนื่องจากได้รับและสะสมสารหนูของพืชจากดินนั้นเกี่ยวข้องกับปัจจัยดังนี้ คือ ชนิดของพืช ความเข้มข้นของสารหนูในดิน คุณสมบัติของดิน การมีอนุภาคของธาตุชนิดอื่นๆ รวมอยู่ด้วย ระยะเวลาที่สัมผัสกับดินและอายุของพืช (วรรณวิมล ภัทรสิริวงศ์ และคณะ, 2547)

ทั้งนี้ควรพิจารณาถึงสภาพดินที่จะทำการเพาะปลูก เนื่องจากดินในพื้นที่ที่ทำการทดลองนี้มี ค่า pH เป็นด่าง ประกอบกับลิโอนาร์ไต์ที่ใช้ในการทดลองมีค่า pH เป็นกรด ทำให้เกิดความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ประโยชน์ เป็นการลดความเป็นด่างของดินและไม่ทำให้ดินเป็นกรดเพิ่มขึ้น

2. สมบัติของลิโอนาร์ไต์ พบว่า ลิโอนาร์ไต์ มีค่าความเป็นกรดต่าง (pH) เท่ากับ 2.0 จัดอยู่ในระดับกรดจัดมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (OM) เท่ากับ 19.6 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณกรดฮิวมิก เท่ากับ 23.1 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสารหนู เท่ากับ 28.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยลิโอนาร์ไต์มีสารฮิวมิกค่อนข้างสูงจึงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้โดยทำให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์มากขึ้นและทำให้พืชเจริญเติบโตได้ดี แต่มีความเป็นกรดที่รุนแรง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณธรรศ สมจันทร์ และอรรณณ ฉัตรสิริรุ่ง (2557) ศึกษาการปรับปรุงคุณภาพลิโอนาร์ไต์สำหรับเป็นวัสดุปรับปรุงดิน พบว่า ตัวอย่างลิโอนาร์ไต์จากเหมืองแร่ถ่านหินแม่เมาะ จังหวัดลำปาง มีกรดฮิวมิก 57.96 เปอร์เซ็นต์ และมีค่า pH 2.82 เช่นเดียวกับงานวิจัยของ สุภานันท์ เงินน้อย และคณะ (2557) ศึกษาผลของสารฮิวมิกร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต ปริมาณธาตุอาหาร และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า สารฮิวมิกที่สกัดได้จากลิโอนาร์ไต์ มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่าความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (CEC) สูง

เมื่อพิจารณาค่าวิเคราะห์ธาตุโลหะอันตราย คือ สารหนู พบว่า ผลไปในทิศทางเดียวกัน คือ มีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ที่กรมวิชาการเกษตรกำหนด คือ น้อยกว่า 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (กรมวิชาการเกษตร,



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

2548) สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชาติ โกชาดม และคณะ (2556) การศึกษาลักษณะทางเคมีของลีโอนาร์ไคท์จากเหมืองแร่ลิกันต์ เพื่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร พบว่า ค่าวิเคราะห์ของปริมาณสารหนูสูงกว่าธาตุโลหะหนักอันตรายชนิดอื่นๆ และสูงกว่าปริมาณสารหนูเฉลี่ยในดินโดยทั่วไปถึง 10 เท่า สำหรับผลการวิเคราะห์ค่า pH ของลีโอนาร์ไคท์ พบว่า มีค่า pH ต่ำกว่า 4 ซึ่งเป็นกรดรุนแรง

3. การเจริญเติบโตของผักกวางตุ้ง พบว่า ปริมาณการใส่ลีโอนาร์ไคท์ในอัตรา 5 ตันต่อไร่ มีผลทำให้ผักกวางตุ้งตอบสนองต่อการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในด้านความสูง ขนาดทรงพุ่ม จำนวนใบ และน้ำหนักสดของผักกวางตุ้ง ทั้งนี้เป็นเพราะได้ทำการวิเคราะห์ดินก่อนปลูกและใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินร่วมกับการใส่ลีโอนาร์ไคท์ ซึ่งลีโอนาร์ไคท์ที่พบในเหมืองแร่ลิกันต์ดังกล่าว มีปริมาณอินทรีย์วัตถุและกรดฮิวมิกค่อนข้างสูงมาก จะช่วยในการดูดซับและแลกเปลี่ยนธาตุอาหาร สามารถช่วยในการเจริญเติบโตและเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยให้กับพืช จึงเหมาะสำหรับใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของดิน อีกทั้งเพิ่มค่าอินทรีย์วัตถุและไนโตรเจนให้ดินที่ใส่ ช่วยในการดูดซึมธาตุอาหารเข้าไปในรากพืช (จักรพันธ์ อินทจักร, 2555; สุชาติ โกชาดม และคณะ, 2556; ณรรต สมจันทร์ และอรรณณ ฉัตรสีรุ่ง, 2557; สุภานันท์ เงินน้อย และคณะ, 2557)

4. สมบัติของดินหลังปลูก พบว่า ดินในทุกทริตเมนต์มีค่า pH อยู่ระหว่าง 7.7-8.0 จัดเป็นด่างอย่างอ่อน มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ชูชาติ สันทรทรัพย์ (2550) กล่าวว่า pH ในช่วงนี้ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยมีค่าความเป็นด่างเกินไปสำหรับพืชบางชนิด เนื่องจากในสภาพดินที่มีการผสมของลีโอนาร์ไคท์ ที่มีค่า pH สูงกว่า 7.5 ความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัส เหล็ก แมงกานีส สังกะสี จะลดลง และความเป็นประโยชน์ ของไนโตรเจนมีน้อยกว่า อาจส่งผลให้พืชเจริญเติบโตช้า แคระแกร็น และใบมีสีเหลือง ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มขึ้นอยู่ระหว่าง 5.85-6.93 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากลีโอนาร์ไคท์ที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และกรดฮิวมิกที่สูง ส่งผลด้านการเจริญเติบโต การออกดอกออกผล ทวีลักษณะ อันองอาจ และกฤตย์ สมสาร (2548) รายงานว่า กรดฮิวมิกจะช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพดินได้โดยทำให้โครงสร้างของดินอุ้มน้ำและระบายอากาศได้ดี ทำให้ชั้นดินมีความโปร่งขึ้น ส่งผลให้น้ำและอากาศหมุนเวียนถ่ายเทได้ดีขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภานันท์ เงินน้อย และคณะ (2557) ศึกษาผลของสารฮิวมิกร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต ปริมาณธาตุอาหาร และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ พบว่า สารฮิวมิกที่สกัดได้จากลีโอนาร์ไคท์ เป็นสารที่มีปริมาณอินทรีย์วัตถุ และค่า CEC สูง สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการดูดซึมธาตุอาหารพืชและส่งเสริมการเจริญเติบโตและสร้างผลผลิตเมื่อใช้ร่วมกับปุ๋ยเคมี และพบว่าในส่วนของคุณภาพสารหนูในดินเพิ่มขึ้น มีค่าระหว่าง 8.09-10.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุชาติ โกชาดม (2556) ศึกษาสมบัติทางเคมีและการแตกกระจายของสารหนูในลีโอนาร์ไคท์จากเหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง พบว่า ลีโอนาร์ไคท์ที่ทำการวิเคราะห์มีปริมาณสารหนูค่อนข้างสูง ซึ่งพบว่ามีอยู่ 39.8 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม ซึ่งเกินกว่าค่ากำหนดที่ยอมให้มีได้ในดิน

ดังนั้น การนำลีโอนาร์ไคท์มาใช้โดยตรงอาจต้องมีการลดปริมาณสารหนูก่อน ไม่ว่าจะเป็นการล้างหรือการเจือจางกับวัสดุอื่นๆ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ จณิตตา สุกิจปาณีนิจ และคณะ (2557) ศึกษาการสกัดโพแทสเซียมฮิวเมตจากลีโอนาร์ไคท์ที่ผ่านการล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริก เพื่อลดปริมาณโลหะหนัก พบว่า มีปริมาณโลหะหนักจำพวก เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม และสารหนูมีความแตกต่างกัน และเมื่อนำมา



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6

The 6th STOU National Research Conference

ล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้น 5%, 10% และ 15% พบว่า กรดไฮโดรคลอริกทุกความเข้มข้นสามารถล้างปริมาณโลหะหนักได้ดี

5. การสะสมของสารหนูในผักกวางตุ้ง ในการวิเคราะห์ได้ทำการตัดส่วนของรากออกแล้วนำพืชส่วนที่กินได้นำไปวิเคราะห์แล้วไม่พบการสะสมของปริมาณสารหนูในผักกวางตุ้ง โดยรายงานวิจัยของ วิชนันท์ บำรุงธรรม (2545) ศึกษาการดูดซับสารหนูที่ปนเปื้อนในดินโดยใช้เฟือกและบอน โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณสารหนูที่สะสมในพืช โดยแบ่งเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ราก หัว ก้านใบ และใบ พบว่า พืชทั้ง 2 ชนิดสามารถเจริญเติบโตได้ดีและอยู่รอดที่ความเข้มข้น 100-200 มิลลิกรัมของสารหนูต่อกิโลกรัมของดิน สารหนูมีการสะสมมากที่สุดที่ราก รองลงมา คือ หัว ก้านใบ และใบ ตามลำดับ และ EDTA สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการสะสมสารหนูของพืชทั้งสองชนิดได้มากที่สุดที่ความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมพบในเฟือก 40.34 มิลลิกรัม และในบอนมี 46.79 มิลลิกรัม

ข้อเสนอแนะ

1. ลิโอนาร์ไต์ที่จะนำมาใช้มีค่า pH เป็นกรดสูงมาก จึงอาจส่งผลให้ดินมีสภาพความเป็นกรดเพิ่มขึ้นและทำให้พืชไม่เจริญเติบโต หากมีการใช้ในปริมาณที่มากและใช้ต่อเนื่องในระยะเวลาอันยาวนาน ดังนั้น ควรมีการปรับค่าความเป็นกรดให้ลดลงก่อนการนำลิโอนาร์ไต์ไปใช้ในการปลูกพืชโดยตรงหรือเลือกใช้ลิโอนาร์ไต์ในดินที่มีค่า pH เป็นด่างจึงจะเหมาะสม
2. ลิโอนาร์ไต์ที่มีปริมาณสารหนูค่อนข้างสูง ควรระวังหากใช้ในปริมาณที่มาก ซึ่งสารหนูเป็นธาตุที่อันตรายต่อสิ่งมีชีวิต ดังนั้นหากจะนำลิโอนาร์ไต์มาใช้ในการปลูกพืชโดยตรง ควรมีการปรับลดปริมาณสารหนูออกบางส่วนก่อนที่จะนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้อย่างปลอดภัยและไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในดินและน้ำในระยะยาว เช่น การลดสารหนูโดยวิธีพืชบำบัด เนื่องจากมีความสะอาด ราคาถูก ไม่ต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญ
3. ควรมีการวิเคราะห์ดินในบริเวณพื้นที่ทำการเพาะปลูกก่อนการใช้ลิโอนาร์ไต์ ซึ่งจะทำให้การใช้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้ลิโอนาร์ไต์ได้อย่างเหมาะสม เนื่องจากบางพื้นที่อาจมีการปนเปื้อนของสารหนูในดินอยู่ในระดับมากหรือน้อยไม่เท่ากัน

เอกสารอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. (2547). ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน ใน ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 121 ตอนพิเศษ 119 ง
- กรมพัฒนาที่ดิน. (2553). คู่มือการปฏิบัติงาน กระบวนการวิเคราะห์ตรวจสอบดินทางเคมี. กรุงเทพฯ: กรมพัฒนาที่ดิน.
- กรมวิชาการเกษตร. (2548). ประกาศกรมวิชาการเกษตร เรื่อง มาตรฐานปุ๋ยอินทรีย์ใน พ.ศ. 2548. ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 122 ตอนพิเศษ 109 ง
- เกรียงศักดิ์ อุทมสินโรจน์. (2546). ของเสียอันตราย. ปทุมธานี: ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรังสิต.
- คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2554). คู่มือปฏิบัติการปฐพีวิทยาเบื้องต้นและวิทยาศาสตร์ทางดิน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.



การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ครั้งที่ 6
The 6th STOU National Research Conference

- จณิตตา สุกิจปาณินิจ, คณพล จุฑามณี, พลยุทธ สุขสมิตติ, และ แสงดาว เขาแก้ว. (2557). การสกัดโพแทสเซียมฮิวเมตจากลิโอเนาร์ไคท์ที่ผ่านการล้างด้วยกรดไฮโดรคลอริก เพื่อลดปริมาณโลหะหนัก. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- จักรพันธ์ อินทจักร. (2555). การใช้ลิโอเนาร์ไคท์เพื่อปรับปรุงคุณภาพปุ๋ยหมักและผลผลิตค่น้ำ. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- ชูชาติ สันทรทรัพย์. (2550). การจัดการดินสำหรับการผลิตพืช. กรุงเทพฯ: บริษัท ยิบอินซอย จำกัด.
- ณรรต สมจันทร์, และอรรณณ ฉัตรสีรุ่ง. (2557). การปรับปรุงคุณภาพลิโอเนาร์ไคท์สำหรับวัสดุปรับปรุงดิน. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร, 37(1), 33-43.
- ทวีลักษณ์ อ้นองอาจ และ กฤตย์ สมสาร. (2548). กรดฮิวมิก (Humic Acid). สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2559, จาก www.dss.go.th/dssweb/st-articles/files/cp_1_2548_humic_acid.pdf
- บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง ประเทศไทย จำกัด. (2556). ปริมาณส่วนประกอบที่ตรวจพบในลิโอเนาร์ไคท์. [เอกสารอัดสำเนา].
- พัชร ธีรจินดาจจร. (2550). การวิเคราะห์ดินทางเคมี. ขอนแก่น: ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิชานันท์ บำรุงธรรม. (2545). การดึงดูดสารหนูที่ปนเปื้อนในดินโดยเปลือกและบอน. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- วิวัฒน์ โตธิกุล, พลยุทธ สุขสมิตติ, และจินดารัตน์ โตกมลธรรม. (2552). การเตรียมสารประกอบเกลือฮิวเมตจากดินปนถ่านหินจากเหมืองลิกันต์แม่เมาะ จังหวัดลำปาง. สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2559, จาก www.dpim.go.th/articles/article?catid=128&articleid=701
- วรรณวิมล ภัทรสิริวงศ์, พนมพร วงษ์ปาน, และวิชาญ แก้วประสม. (2547). รายงานฉบับสมบูรณ์เรื่องการศึกษาชนิดและระดับของสารหนูในผลิตผลการเกษตรในพื้นที่อำเภอรัตนบุรี จังหวัดนครราชสีมา. สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม 2559, จาก [http://www.ertc.deqp.go.th/ertc/images/stories/user/toxic/toxic3/C\(arsenic\).pdf](http://www.ertc.deqp.go.th/ertc/images/stories/user/toxic/toxic3/C(arsenic).pdf)
- สุชาดา โกชาดม. (2556). สมบัติทางเคมี และการแจกกระจายของอาร์ซีนิกในลิโอเนาร์ไคท์จากเหมืองแม่เมาะ จังหวัดลำปาง. (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สุชาดา โกชาดม, แสงดาว เขาแก้ว, พลยุทธ สุขสมิตติ, คณพล จุฑามณี, และโกติเยร์ แลนรอต. (2556). การศึกษาลักษณะทางเคมีของลิโอเนาร์ไคท์จากเหมืองแร่ลิกันต์ เพื่อการใช้ประโยชน์ทางการเกษตร. สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2559, จาก <http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC5109007.pdf>
- สุกานันท์ เงินน้อย, คณพล จุฑามณี, สราวุธ รุ่งเมฆารัตน์, และแสงดาว เขาแก้ว. (2557). เอกสารการประชุมทางวิชาการ เรื่อง ผลของสารฮิวมิกร่วมกับปุ๋ยเคมีต่อการเจริญเติบโต ปริมาณธาตุอาหาร และผลผลิตของข้าวโพดเลี้ยงสัตว์. วันที่ 4-7 กุมภาพันธ์ 2557 กรุงเทพฯ. ห้องประชุม 10 อาคาร 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.