



การใช้เถ้าจากเปลือกหอยลายเหลือทิ้งเพื่อปรับปรุงความร่วนซุยของดิน  
Application of ash from abundant clam shells to increase soil friability

กิตติยศ ตั้งสัจจวงศ์  
ศุภชัย หิรัญศุภโชติ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2563  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การใช้เถ้าจากเปลือกหอยลายเหลือทิ้งเพื่อปรับปรุงความร่วนซุยของดิน

ผู้วิจัย : กิตติยศ ตั้งสัจจวงศ์

ศุภชัย หิรัญศุภโชติ

พ.ศ. : 2563

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ คือ เปลือกหอยลายเหลือทิ้ง จากอำเภอมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการทำโรงงานอุตสาหกรรมหอยลายกระป๋องนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิต เปลือกหอยลายมีองค์ประกอบของแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก เท่ากับร้อยละ 98.50 ของน้ำหนัก เถ้า มีความชื้น 1.88 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และเถ้า 58.27 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง จากการศึกษาโดยการนำเถ้าเปลือกหอยลายที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 และ 1200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง มาใช้เป็นสารปรับปรุงคุณภาพดิน โดยการทดลอง ได้นำมาผสมกับดินที่มีปัญหาในพื้นที่การเกษตรที่มีการปลูกมันสำปะหลัง ผลการทดลองพบว่าดินที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เพิ่มอุณหภูมิในการเผาขึ้นเรื่อย ๆ ความหนาแน่นของดินจะน้อยลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิสูงจะมีองค์ประกอบของปูนขาวมากขึ้น จึงทำให้ดินร่วนซุยดีมากขึ้นตามลำดับ และเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำซึมผ่านดินได้มากขึ้น ปูนขาวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิสูงก็เมื่อมีมากก็ยิ่งทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นไปอีกทางหนึ่งด้วย ความชื้นของดินจึงลดลง นอกจากนั้นดินที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นการดูดซึมของน้ำก็ยังดีขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเผาหอยที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียสค่า % การดูดน้ำที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 29.58 และ 33.04% ตามลำดับ ในโรงงานผลิตหอยลายกระป๋อง สามารถนำของเสียไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินได้ 72 ไร่

คำสำคัญ: เปลือกหอยลาย, รีไซเคิล, การปรับปรุงคุณภาพดิน, ความร่วนซุย,

Title : Application of ash from abundant clam shells to increase soil friability

Researcher : Kitiyot Tungsudjawong

Supachai Hirunsupachote

Year : 2020

## Abstract

This research is to study the recycling of residue clams shell from Mahachai, Samutsakorn, Thailand. This waste was collected from canned clams industry and it can be recycled as the composition of Mon brick instead of the rice husk. The study of clams shell composition found that Calcium was main composition as 98.50%VS. The moisture and ash content was 0.88% and 58.27%TS respectively. The works methodology is using ash from clams shell incinerated at temperature 900, 1000, 1100 and 1200°C in 5 hours used as a soil fertilizer agent mixed with problematic soils in agricultural areas where cassava was cultivated. The results showed that the soil mixed with clam shell burned at 1200 °C had the lowest density as 1.25 grams per cubic centimeter. The results of the study showed that when using more temperature, the density of the soil also decreases. This is because the ash from shells burned at high temperatures contains more lime content. And when using clam ash at higher temperatures, soil moisture increases with high temperature, this is because more water molecules can through the soil. The shell ash at temperature 1200°C had the highest moisture value of 1.14 percent. Besides that, the water absorption was also improved. the water permeation at 1 and 24 hours were 29.58 and 33.04% respectively. The waste can be used for soil fertilizer as 72 rai.

**Keywords:** Clams shell, recycle, Soil improvement, Soil friability

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย จากงบประมาณรายได้ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี พ.ศ. 2563

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ ป้าๆ และลุงๆ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจ ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ กวางน้อย และ โดมโตม ที่ช่วยเป็นกำลังใจให้งานวิจัยเดินต่อไปไม่สะดุดและคอยเป็นเพื่อนในยามเหงาและท้อแท้ ไม่มีใคร

คณะผู้วิจัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ซ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 สมมติฐานงานวิจัย	3
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย	3
1.7 ความสำคัญของการวิจัย	3
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 หลักการการจัดการของเสีย	5
2.2 อุตสาหกรรมหอยลายในประเทศไทย	9
2.3 ชนิดของดิน	12
2.4 สมบัติของดิน	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 รูปแบบการทำวิจัย	22
3.2 สมมติฐานงานวิจัย	22
3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	22
3.4 ขั้นตอนการศึกษา	23
3.5 ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย	23

3.6 การกำหนดตัวแปร	27
3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์	27
3.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล	29
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล</b>	
4.1 ผลการศึกษาการเกิดของเสียของโรงงานหอยลายกระป๋อง	30
4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกหอยลายและดิน	30
4.3 ผลการศึกษาสมบัติของดินเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยที่เผาที่อุณหภูมิต่างๆ ผสม	31
4.4 ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs	32
<b>บทที่ 5 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง</b>	
5.1 สรุปผลการทดลอง	33
5.2 ข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม	35
ประวัติผู้วิจัย	37

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง	27
ตารางที่ 4.1 สมบัติของเปลือกหอยลาย และดิน	31
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวัดความหนาแน่นของดิน	31
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำของดิน	32

## สารบัญภาพประกอบ

## หน้า

ภาพที่ 2.1 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย	7
ภาพที่ 2.2 (ก) <i>Paphia undulata</i> (ข) <i>P. alapapilionis</i> และ (ค) <i>P. crassisulca</i>	10
ภาพที่ 2.3 แหล่งประมงหอยลายบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน	11
ภาพที่ 3.1 ดินแข็งบริเวณไร่มันสำปะหลัง	23
ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการตากดินก่อนนำมาทดลอง	24
ภาพที่ 3.3 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาด	25
ภาพที่ 3.4 เปลือกหอยที่เผาในอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 5 ชั่วโมง	25
ภาพที่ 3.5 เปลือกหอยที่บดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม	26
ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการตากดินก่อนนำมาทดลอง	27
ภาพที่ 3.7 เครื่องชั่ง (Balance) ที่อ่านค่าละเอียดถึง 0.5 gm	28
ภาพที่ 3.8 สารตัวอย่างบรรจุลงในภาชนะของเครื่อง X-ray Fluorescence	29



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ประสบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นด้านมลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศและมลพิษทางขยะ ด้วยการเติบโตของประชากร ความเจริญทางเศรษฐกิจ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โครงสร้างทางสังคมและรูปแบบการดำรงชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้มีการสรรหาทรัพยากรเพื่อให้ตรงตามความต้องการของตลาด เมื่ออุตสาหกรรมได้เข้ามามีบทบาทต่อประเทศและมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ การผลิตแบบจำนวนมาก (mass production) จากภาคอุตสาหกรรม ได้สร้างของเสียจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก

ก่อนหน้านั้นการจัดการขยะในประเทศไทยมีเพียงแค่การนำไปไว้ในที่ใดที่หนึ่ง ต่อมาจึงมีการฝังกลบอย่างปลอดภัย (Disposal) ซึ่งเมื่อพื้นที่ฝังกลบมีจำกัดแต่ของเสียกลับมีจำนวนมาก การแก้ไขปัญหาจากภาครัฐที่เห็นเป็นรูปธรรมทั้งเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติในประเทศไทย เช่น การใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Clean technology) หรือการใช้หลัก 3Rs ซึ่งนำมาปรับใช้ในทุกภาคส่วนทั้งบ้านเรือน ชุมชน และอุตสาหกรรม ซึ่งหลักการ 3Rs ประกอบด้วย 1) Reduce คือ การลดการใช้ การบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลง 2) Reuse คือ การนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุดที่สุด และ 3) Recycle คือ การนำทรัพยากรกลับไปแปรรูปเพื่อนำวัตถุดิบนั้นกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง หลักการ 3Rs นี้ถือเป็นหนึ่งในวิธีการจัดการของเสียห้าขั้นตอน ซึ่งเมื่อของเสียไม่สามารถจัดการด้วยวิธี 3Rs ได้แล้วขั้นตอนแรกจะถูกนำไปกำจัด (Treatment) และของเหลือจากของเสียที่ถูกกำจัดแล้วจะถูกนำไปฝังกลบอย่างปลอดภัย

จากที่ตำบลมหาชัยที่ตั้งอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร ได้ชื่อว่าเป็นเมืองแห่งทะเลและน้ำเป็นแหล่งที่มีชื่อเสียงทางด้านประมงและอาหารทะเล มีโรงงานเกี่ยวกับการจัดหาอาหารทะเลเพื่อจัดจำหน่ายแก่ผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งในแต่ละครั้งที่มีการออกเรือเพื่อหาอาหารทะเลและจำพวกหอยต่างๆมาได้อาจต้องมีการคัดสรรทางด้านประเภท ขนาด ก่อนที่จะนำมาทำความสะอาดและแกะเปลือกเพื่อเอาเนื้อของหอยมาจำหน่าย โดยแต่ละครั้งจะมีการทิ้งเปลือกหอยจำนวนมากซึ่งไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อะไรและทำให้เกิดผลเสียทางสภาวะแวดล้อมภายในชุมชน ซึ่งในแต่ละวันเปลือกหอยส่วนใหญ่จะถูกทำลายโดยวิธีการนำมาทิ้งในบริเวณแถบพื้นที่ของโรงงาน ทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษและส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิทัศน์ที่ไม่สวยงามและมีกลิ่นเหม็นเน่าบ้างในบางครั้ง การจัดการเปลือกหอยลายที่มีจำนวนมากด้วยหลักการ 3Rs วิธีที่ดีที่สุดคือ การรีไซเคิล ซึ่งเป็นการนำเปลือกหอยไปแปรรูปเพื่อนำกลับไปใช้เป็นประโยชน์ไม่เป็นมลพิษทางขยะต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นการนำเปลือกหอยมาใช้ประโยชน์ เพื่อช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการทิ้งเปลือกหอย เป็นการนำวัสดุที่เหลือใช้มาประยุกต์ใช้งานและสามารถจำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้เป็นอาชีพเสริม เพิ่มมูลค่าของเปลือกหอยเหลือทิ้ง

เนื่องจากเปลือกหอยเมื่อทำการเผาที่อุณหภูมิสูง จะเปลี่ยนแคลเซียมในเปลือกหอยให้อยู่ในรูปของแคลเซียมออกไซด์หรือปูนขาวซึ่งสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงดินเปรี้ยว ดินเค็ม และดินแข็งได้ ในตอนนี้ได้ทำการวิจัยการปรับปรุงดินเปรี้ยวและดินเค็มในพื้นที่ที่มีปัญหา ในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยต่อเนื่องเพื่อมุ่งเน้นการปรับปรุงดินแข็งโดยการใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิที่เหมาะสม

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการลดเปลือกหอยลายเหลือทิ้งใน จ.สมุทรสาคร
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของเปลือกหอยลาย
3. เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเปลี่ยนจากหินปูนเป็นปูนขาวของเปลือกหอยลาย
4. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเถ้าเปลือกหอยลายในการปรับปรุงความแข็งของดิน

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. เศษของเสียเหลือทิ้งที่ใช้ในงานวิจัยคือ เปลือกหอยลาย ใน จ.สมุทรสาคร
2. ปัญหาของดินที่ใช้ในการศึกษาคือ ปัญหาดินแข็ง
3. พื้นที่ปัญหาในการศึกษาคือ พื้นที่การเกษตร ไร่มันสำปะหลัง บ้านทุ่งกลม-ตาลหมัน อ.บางละมุง จ.ชลบุรี
4. เลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมจากการเผาเปลือกหอยลาย โดยศึกษาจากปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่มีในแคลเซียมคาร์บอเนต (หินปูน)

## 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
2. จัดหาเปลือกหอยลายและทดสอบคุณสมบัติ โดยมีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้คือ 1. ความชื้น 2. เถ้า 3. ร้อยละแคลเซียม 4. ร้อยละของธาตุอื่นๆ
3. ทดสอบคุณสมบัติของดินในพื้นที่ปัญหาในไร่มันสำปะหลัง อ.บางละมุง จ.ชลบุรี โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่วัดคือ 1. ความหนาแน่นของดิน และ 2. ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ
4. ทดสอบหาคุณสมบัติของดินที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 900 1000 1100 และ 1200 องศาเซลเซียส
5. นำเถ้าหอยที่มีปริมาณแคลเซียมออกไซด์เหมาะสมที่สุดจากชุดการทดลองที่ 1 มาปรับปรุงคุณภาพดิน
6. นำดินที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมาทดสอบอีกครั้งเพื่อหาข้อสรุป

### 1.5 สมมุติฐานงานวิจัย

เมื่อเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณของแคลเซียมออกไซด์จะเพิ่มมากขึ้นทำให้สามารถปรับปรุงดินได้ดีขึ้นไปด้วย

### 1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัยนี้คือการกำหนดตัวแปรซึ่งก็คือ เมื่อมีแคลเซียมออกไซด์ในหินปูนมากขึ้นจะทำให้สามารถเผาเปลือกหอยลายปรับปรุงคุณภาพดินแข็งได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น จะต้องทำการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ขณะที่เผาเปลือกหอยที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน แทนที่จะศึกษาสมบัติของดินหลังปรับปรุงคุณภาพจากการเผาเปลือกหอยที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

### 1.7 คำสำคัญของการวิจัย

1. ด้านการเรียนการสอน ผลการวิจัยสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอนทั้งในสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติและสาขาวัสดุศาสตร์

2. ด้านวิชาการ สามารถนำผลวิจัยไปเผยแพร่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการต่าง ๆ ได้

3. ด้านนโยบาย เป็นการบูรณาการความรู้ทั้งในด้านวิชาสิ่งแวดล้อมและวัสดุศาสตร์อีกทั้งยังเป็นการร่วมมือระหว่างนักวิจัยทั้งสองสาขา

4. ด้านอุตสาหกรรม

4.1 ลดขยะอุตสาหกรรม และของเสียต่าง ๆ จากการผลิตเนื้อหอยลายหรือหอยลายกระป๋องในโรงงานอุตสาหกรรม

4.2 เพิ่มสายการผลิตดินให้เป็นไปตามสมบัติต่าง ๆ ตามที่ตลาดต้องการ

5. ด้านสังคมและชุมชน เป็นการสร้างรายได้ให้ชุมชนจากการรีไซเคิลเปลือกหอย

### 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบวิธีการลดเปลือกหอยลายเหลือทิ้งใน จ.สมุทรสาครได้อีกทางหนึ่ง

2. ทราบองค์ประกอบของเปลือกหอยลาย

3. ทราบอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเปลี่ยนจากหินปูนเป็นปูนขาวของเปลือกหอยลาย

4. ทราบคุณสมบัติของเปลือกหอยลายในการปรับปรุงความแข็งของดิน

### 1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการของเสีย หมายถึง การใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อเกิดของเสียควรมีแนวทางการนำกลับไปใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำ โดยพิจารณาตามการใช้ประโยชน์ของของเสียและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เหลือของเสียที่จะต้องนำมากำจัดหรือบำบัดน้อยที่สุด

2. รีไซเคิล หมายถึง การนำวัสดุเหลือใช้ประเภทต่างๆ มาผ่านกระบวนการแปรสภาพ เพื่อเป็นวัสดุใหม่และนำกลับมาใช้ได้ ซึ่งอาจเป็นผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ได้

3. ความหนาแน่น หมายถึง มวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
4. การดูดซึมน้ำ หมายถึง การดูดซึมของเหลวหรือแก๊สไว้ในโครงสร้างของตัวดูดซึม แล้วกักของเหลวนั้นไว้ไม่ให้ไหลออกมา
5. ความร่วนซุย หมายถึง ลักษณะเป็นก้อนไม่เหนียว แตกละเอียดได้ง่าย เช่น ดินร่วนซุย เป็นต้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักการการจัดการของเสีย

ของเสีย (Waste) คือ สิ่งที่เหลือทิ้งจากการ อุปโภค บริโภค การผลิต ในรูปแบบต่างๆ หรือวัสดุอุปกรณ์ที่เสื่อมคุณภาพแล้วไม่สามารถใช้ประโยชน์หรือใช้งานได้อีกโดยของเสียมีหลายสถานะ เช่น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยของเสียสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า มูลฝอย หรือขยะมูลฝอย ของเสียมีหลากหลายรูปแบบมีทั้งของเสียที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่มาก และของเสียที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่หากไม่ได้รับการจัดการ หรือใช้วิธีจัดการที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ทำให้เกิดโรค หรือทำลายระบบนิเวศในสิ่งแวดล้อมได้

##### 2.1.1 ประเภทของเสีย

ของเสียสามารถแบ่งประเภทได้โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ประเภทของเสียตามแหล่งกำเนิดสามารถแบ่งได้จากมีที่มาจากแหล่งกำเนิดของเสียที่สำคัญ ได้แก่

2.1.1.1 ของเสียจากชุมชนหรือบ้านเรือนที่พักอาศัย เช่น ของที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น ผงซักฟอก น้ำยาทำความสะอาด อาจมีสารเคมีที่เป็นพิษเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย แม้ว่าของนั้นจะหมดอายุการใช้งานไปแล้ว แต่สารเคมีก็ยังคงเหลือความเป็นอันตรายอยู่ หากจัดการของเสียเหล่านั้นไม่ถูกวิธีจะทำให้สารเคมีรั่วซึมออกมาได้ ทำให้สารเหล่านั้นเจือปนในแหล่งน้ำ หรือ ดินได้ เช่น ซากแบตเตอรี่รถยนต์เก่าอาจมีน้ำกรดอยู่ ซากถ่านไฟฉายจะมีสารโลหะหนักพวกแมงกานีส หรือแคดเมียมอยู่ภายใน เป็นต้น

2.1.1.2 ของเสียจากเกษตรกรรม เช่น สารเคมีทางการเกษตร เช่น ยาฆ่าแมลง หรือ ยากำจัดวัชพืช ภาชนะที่บรรจุสารเคมีเหล่านี้จะมีสารเคมีตกค้างอยู่ในตัวมันเอง บางชนิดคงทนไม่สลายตัวได้ง่าย มีฤทธิ์อยู่ได้นาน และมีพิษต่อศัตรูพืชแล้วยังมีพิษต่อมนุษย์ด้วย

2.1.1.3 ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สารเคมีเหลือใช้ภาชนะบรรจุสารเคมีหรือภาชนะบรรจุสารเคมีที่ได้จากขบวนการผลิต ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพหรือไม่ได้มาตรฐานและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งของโรงงาน ถือเป็นของเสียอันตรายที่ต้องได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง ของเสียเหล่านี้จะมีทั้งประเภทที่มีลักษณะเป็นสารไวไฟ สารที่เป็นพิษ สารกัดกร่อน หรือมีหลายลักษณะรวมกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.1.4 ของเสียจากโรงพยาบาล เช่น ของเสียที่ถูกทิ้งออกมาจากสถานพยาบาลต่างๆ อาจจะมีเชื้อโรคติดต่อปะปนอยู่ด้วย เช่น เศษเนื้อเยื่อ ชิ้นส่วนอวัยวะต่างๆ เหงื่อ น้ำเหลือง เลือด น้ำหนอง เสมหะ น้ำลาย ปัสสาวะ อุจจาระ ไขข้อ น้ำใน กระดูก เครื่องใช้ที่สัมผัสกับผู้ป่วย เช่น สำลี ผ้าพันแผล มีดผ่าตัด กระดาษชำระ

เข็มฉีดยา และเสื้อผ้าจากห้องต่างๆ เช่น ห้องฉุกเฉิน ห้องปัจจุบันพยาบาล หรือ หน่วยพยาบาล เป็นต้น หากไปสัมผัสเข้าอาจเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคได้ และนอกจากของเสียที่ติดเชื้อโรคแล้ว ยังมีของเสียชนิดอื่นอีก เช่น ยาทั้งหมดอายุแล้ว และสารเคมีที่ใช้ในการแพทย์ ตลอดจนซากสัตว์หรืออุปกรณ์ที่ทิ้งจากห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง เป็น

2.1.2 ขยะยังสามารถแยกประเภทของเสียหรืออีกนัยหนึ่งอาจเรียกของเสียเหล่านี้ว่าขยะ เมื่อแยกประเภทตามลักษณะของขยะ อาจแยกได้เป็น ขยะแห้ง หรือขยะเปียก แต่เมื่อแยกประเภทตามการนำไปใช้ประโยชน์หรือนำไปกำจัด จะสามารถแยกได้เป็น 4 ประเภท ไม่ว่าของเสียนั้นจะมีที่มาจากแหล่งกำเนิดใดก็ตาม โดยกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นได้แยกขยะไว้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1.2.1 ขยะทั่วไป (general waste) เป็นขยะจากสำนักงาน ขยะตามถนนหนทางและขยะจากการก่อสร้าง ได้แก่ กระดาษ เศษไม้ กิ่งไม้ ฟาง ข้าว แก้ว กระเบื้อง ยาง เศษอิฐ กรวด ทราช ถุงพลาสติก เศษปูน หิน ขยะประเภทนี้จะไม่ย่อยสลายและเน่าเหม็น ในการกำจัดขยะทั่วไป ควรคัดแยกขยะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาเป็นวัสดุในการทำสิ่งประดิษฐ์หรือแลกเปลี่ยนค่าในชุมชน ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.2 ขยะย่อยสลายได้ หรือขยะอินทรีย์ (organic waste) เป็นขยะจากครัวเรือน ภัตตาคาร โรงอาหาร ตลาดสด และการเกษตรกรรม ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เศษเนื้อ เศษผลไม้ ซากสัตว์ มูลสัตว์ขยะประเภทนี้จะย่อยสลายและเน่าเปื่อยได้ง่าย เพราะว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความชื้นสูงมีกลิ่นเหม็น การจัดการขยะประเภทนี้ควรพิจารณาความเป็นไปได้โดยขยะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะนำมาเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ ทำปุ๋ยในครัวเรือน น้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.3 ขยะรีไซเคิล หรือขยะที่สามารถนำไปขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ อโลหะ การจัดการขยะประเภทนี้ จะแยกขยะที่สามารถแปรรูปได้มาขายให้กับร้านรับซื้อหรือตลาดรีไซเคิล เป็นต้น ส่วนขยะที่ไม่สามารถแปรรูปได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.4 ขยะติดเชื้อและขยะอันตราย (hazardous waste) เป็นขยะจากสถานพยาบาล เช่น โรงพยาบาล คลินิก ห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล หรืออื่น ๆ ซึ่งจะมีกรรมวิธีในการทำลายเป็นพิเศษ ได้แก่ วัสดุที่ผ่านการใช้ในโรงพยาบาล เช่น แบทเตอรี กระป๋องสี พลาสติก ฟิล์มถ่ายรูป ถ่านไฟฉาย เป็นต้น การจัดการขยะประเภทนี้จะแยกขยะที่สามารถรีไซเคิลได้มาแลกเปลี่ยนค่ากับทางหน่วยงานหรือร้านค้าที่มีบริการการรับแลก ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยการกำจัดขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลจะทำลายโดยการเผาในเตาเผา ส่วนขยะอันตรายอื่น ๆ ต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง

### 2.1.3 หลักการการจัดการของเสีย

#### 2.1.3.1 ลำดับความสำคัญของการกำจัดของเสียในโรงงาน

การจัดการของเสียในโรงงานตามลำดับความสำคัญ อันดับแรกคือ การลดปริมาณของเสียที่โรงงานจะต้องนำไปกำจัดให้เหลือน้อยที่สุด ก่อนที่จะนำไปบำบัดและกำจัด ซึ่งเรียงตามลำดับความสำคัญ (ดังภาพที่ 2-1 โดยการจัดการของเสียในแต่ละขั้นตอนจะต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดทางกฎหมายทั้งหมด)



ภาพที่ 2.1 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย

ที่มา : <http://www.reo02.com/node/124>

#### 2.1.3.2 การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด

การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด เป็นสิ่งที่ควรพิจารณาเป็นอันดับแรกในการจัดการของเสีย ซึ่งมีแนวทางปฏิบัติดังนี้คือ

1) การออกแบบผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีการผลิต หากผลิตภัณฑ์ไม่มีองค์ประกอบของสารเคมีหรือสารอันตราย และมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนหรือใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง มีการสูญเสียวัตถุดิบน้อย ก็จะช่วยให้เกิดของเสียจากกระบวนการผลิตน้อยลงได้

2) การบริหารจัดการวัตถุดิบ และการขนส่งวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ หากใช้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดหรือเสื่อมคุณภาพและของเสีย ดังนั้น จึงควรรักษาคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้

รวมถึงขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัสดุไปยังโรงงานหรือนำผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงาน เนื่องจากวัสดุที่เสื่อมสภาพหรือวัสดุที่มีการปนเปื้อนสูงเมื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตของโรงงานจะกลายเป็นของเสียที่โรงงานต้องบำบัดหรือกำจัด

3) การบริหารจัดการผลิต กระบวนการผลิตเป็นการนำวัตถุดิบมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และยังมีการใช้สารเคมี พลังงาน และทรัพยากรอื่นๆ ดังนั้น ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรของโรงงาน ผู้ประกอบการจึงควรมุ่งเน้นแนวทางการใช้ทรัพยากรการผลิตเพื่อลดการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตหรือจากกิจกรรมสนับสนุนต่างๆ

### 2.1.3.3 หลักการ 3Rs

3Rs คือ การจัดการของเสียซึ่งจะเน้นในเรื่องของการลดการเกิดของเสีย โดยจะมุ่งเน้นทางด้านการใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อเกิดของเสียผู้ประกอบการจะต้องหาแนวทางการนำกลับไปใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่ โดยพิจารณาถึงศักยภาพการใช้ประโยชน์และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เหลือของเสียที่จะต้องบำบัดและกำจัดในปริมาณน้อยที่สุด โดยเลือกใช้วิธีการกำจัดของเสียเป็นวิธีสุดท้าย ซึ่ง 3RS จะได้แก่ ลดการใช้ (Reduce) ใช้ซ้ำ (Reuse) และรีไซเคิล (Recycle) ซึ่งประเภทของของเสียโรงงานนั้นสามารถแบ่งได้เป็นของเสียจากกระบวนการผลิตหลัก ของเสียจากกระบวนการสนับสนุนการผลิต และของเสียจากสำนักงาน บ้านพักอาศัย และร้านอาหารในบริเวณสำนักงาน

ในส่วนของกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิต การนำแนวคิด 3Rs ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการทำเทคโนโลยีสะอาด (CT) หรือระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (EMS) ในภาคอุตสาหกรรม จะทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ เป็นการสร้างภาพลักษณ์และความรู้สึกที่ดีให้แก่ลูกค้า รวมถึงสร้างทัศนคติที่ดีและการยอมรับของชุมชนโดยรอบ โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการจัดการของเสียที่ดีภายในโรงงานตามหลัก 3Rs จะต้องมีการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

- 1) จะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานทั้งในส่วนของการผลิตและกิจกรรมสนับสนุนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดการเกิดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด
- 2) เมื่อเกิดของเสียขึ้น ควรใช้วิธีจัดการกับของเสียแต่ละประเภทตามศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเสีย เพื่อให้มีของเสียที่ต้องนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบในปริมาณน้อยที่สุด
- 3) การจัดการของเสียจะต้องให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด ตั้งแต่การจัดเก็บของเสียการนำไปใช้ประโยชน์ภายในโรงงาน และการนำออกไปบำบัดหรือกำจัดภายนอกโรงงาน

### 2.1.3.4 แนวทางการคัดเลือกวิธีการจัดการของเสียตามหลัก 3Rs

1) การคัดแยก (Sorting) ใช้เฉพาะกับของเสียที่ไม่เป็นอันตรายเพื่อจำหน่ายต่อ โดยจะจัดส่งของเสียให้กับโรงงานลำดับที่ 105 คัดแยกของเสียที่ไม่เป็นอันตราย หากโรงงานจะทำการขายหรือบริจาคของเสียให้กับบุคคลธรรมดา กลุ่มชาวบ้าน กลุ่มแม่บ้านหรือกลุ่มเกษตรกร ฯลฯ เพื่อที่จะนำไปจัดการด้วยวิธีการต่างๆ จะต้องยื่นขออนุญาตเป็นเอกสารต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม

2) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

2.1) ใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนโดยส่วนใหญ่เป็นการนำกลับเข้ากระบวนการผลิตใหม่ภายในโรงงาน



2.2) ส่งกลับผู้ขายเพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้ซ้ำ จะใช้เฉพาะกับการส่งภาชนะบรรจุคืนโรงงานผู้ผลิต เพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้

3) การนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก (Recycle) เช่น การใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนโดยนำของเสียที่มีค่าความร้อนและมีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ การใช้เป็นเชื้อเพลิงผสมโดยการนำของเสียมาผ่านกระบวนการปรับคุณภาพ หรือ ผสมกันเพื่อให้เป็นเชื้อเพลิงผสม การเผาเพื่อเอาพลังงานโดยการนำของเสียที่มีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิง หรือ ใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ จะใช้เฉพาะกับของเสียที่มีองค์ประกอบของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ ได้แก่ แคลเซียม อะลูมินา เหล็ก หรือซิลิกา

4) การนำกลับคืนมาใหม่ (Recovery)

4.1) การนำเข้ากระบวนการนำสารตัวทำละลายกลับมาใหม่ โดยนำของเสียประเภทสารตัวทำละลายส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อกลั่นและนำกลับมาใช้ใหม่

4.2) การนำเข้ากระบวนการนำโลหะกลับมาใหม่ โดยนำของเสียที่มีองค์ประกอบของโลหะส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อนำไปผ่านกระบวนการสกัดหรือนำโลหะกลับมาใหม่ และ

4.3) นำเข้ากระบวนการคืนสภาพกรดต่าง เป็นการนำของเสียประเภทกรดหรือต่างส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อนำไปผ่านกระบวนการปรับคุณภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

4.4) การจัดการด้วยวิธีอื่นๆ เช่น นำไปถมที่ ทำปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน หรือ ทำอาหารสัตว์ เป็นต้น

2.1.3.5 วิธีการจัดการและกำจัดของเสีย วิธีการจัดการของเสียในโรงงานแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี

กรณีที่ 1 : กรณีที่ผู้ประกอบการโรงงานต้องจัดการของเสียเองภายในโรงงาน สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้คือ

1) การนำไปฝังกลบ ซึ่งจะต้องให้มีระบบกันซึม ระบบการตรวจสอบการรั่วไหล ระบบระบายก๊าซ และระบบบำบัดน้ำเสียตามความเหมาะสมของชนิดหรือประเภทของเสีย

2) การนำไปเผา โดยของเสียที่ไม่เป็นอันตรายให้เผาโดยควบคุมค่ามาตรฐานของมลสารที่ระบายออกจากปล่อง และห้ามเผาของเสียที่เป็นอันตราย เว้นแต่จะได้รับความเห็นชอบจาก กรอ.

3) การจัดการด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การหมักทำ ปุ๋ย การถมที่ การนำกลับไปใช้ประโยชน์อื่นๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจาก กรอ.

กรณีที่ 2 : กรณีที่ผู้ประกอบการโรงงานต้องการขออนุญาตนำของเสียออกนอกบริเวณโรงงาน โดยต้องแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับของเสีย ระบุวิธีการรวมถึงผู้รับดำเนินการที่ขออนุญาตจัดการกับของเสีย และต้องได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมก่อนถึงจะสามารถนำของเสียออกไปจัดการตามวิธีการที่ได้รับอนุญาต

## 2.2 อุตสาหกรรมหอยลายในประเทศไทย

### 2.2.1 ลักษณะหอยลายในประเทศไทย

หอยลายเป็นทรัพยากรทางทะเลอย่างหนึ่งในประเทศไทย เป็นหอยฝาคู่ ซึ่งในประเทศไทยจะพบหอยลายอยู่ 3 ชนิด คือ (ก) *Paphia undulata* (ข) *P.alapapilionis* และ (ค) *P. crassiusulca* (ดังแสดงในภาพที่ 2.2) แต่ชนิดที่นิยมนำมารับประทานคือ *Paphia undulata* ซึ่งจะพบเห็นได้ทั่วไปตามท้องตลาด ไม่ว่าจะเป็นหอยลายขายทั้งเปลือกหรือหอยลายแกะเปลือกแล้ว หรือ ตามร้านอาหารก็อาจจะเห็นเมนูหอยลายผัดพริกเผาได้อยู่

บ่อย ๆ หอยลายประเภทนี้สามารถนำไปแปรรูปส่งออกต่างประเทศได้ ดังนั้นจึงทำให้โรงงานที่จำหน่ายหอยจำพวกนี้มีความต้องการมากยิ่งขึ้น แต่ก่อนที่จะนำมาจำหน่าย จะต้องมีการทำความสะอาด แกะเปลือกและแพ็คใส่บรรจุภัณฑ์ โดยเปลือกของหอยจะถูกนำไปกองทิ้ง ไม่มีการจัดการที่ถูกต้องอีกทั้งก่อให้เกิดปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย



(ก)

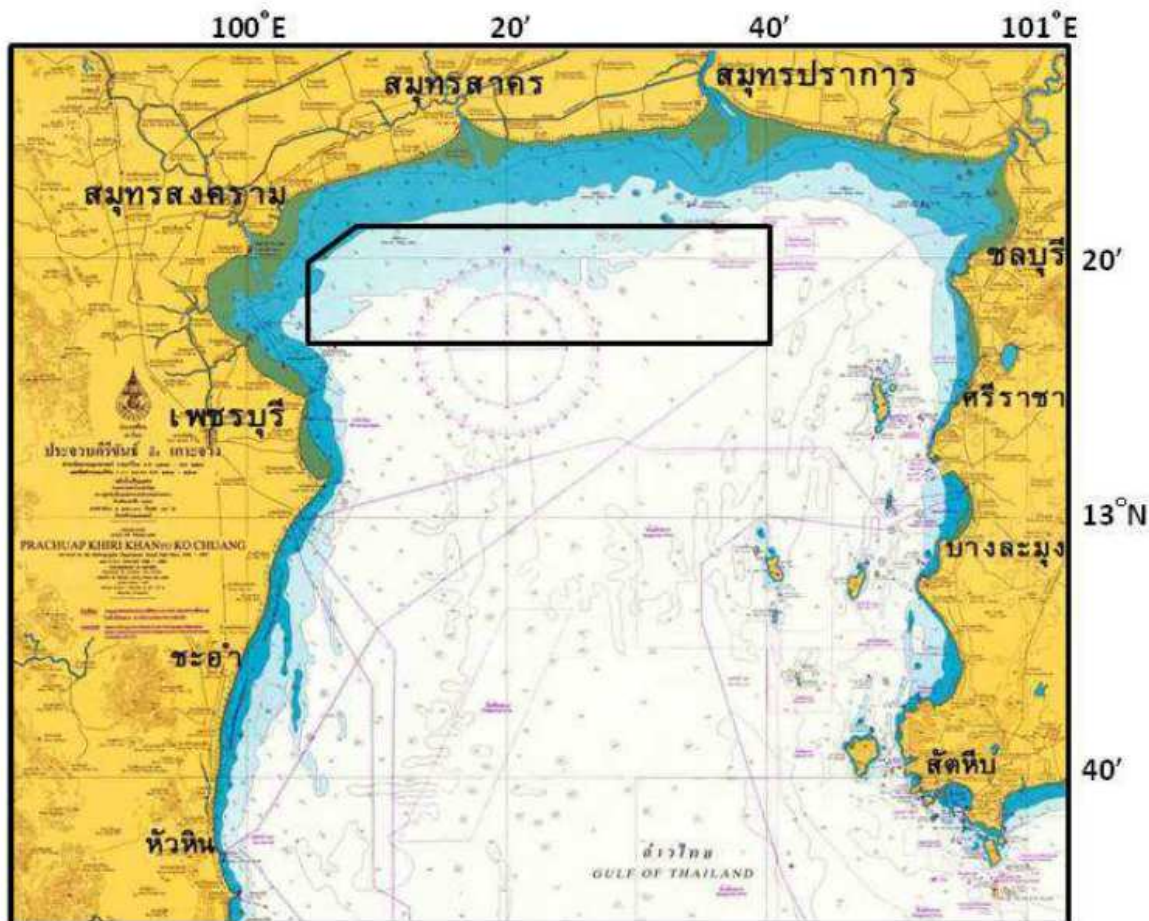
(ข)

(ค)

ภาพที่ 2.2 (ก) *Paphia undulata* (ข) *P. alapapilionis* และ (ค) *P. crassisulca*  
ที่มา : <http://www.thai-nec.org/mollusca.html>

หอยลายนับเป็นหอยเศรษฐกิจ ซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอต่อการบริโภคและยังมีการแปรรูปหอยลายอีกด้วย เช่น หอยลายแกะเปลือก หอยลายแช่แข็ง หรือในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ก็มีการแปรรูปหอยลายเป็นหอยลายกระป๋อง เป็นต้น ในประเทศไทยหอยลายแพร่กระจายทั่วไปบริเวณปากแม่น้ำ โดยเฉพาะปากแม่น้ำทางฝั่งอ่าวไทย เช่น ชลบุรี สมุทรปราการ และตราด เป็นต้น หรือบริเวณอ่าวไทยตอนใน ส่วนทางฝั่งทะเลอันดามัน พบมากบริเวณปากแม่น้ำในแถบจังหวัดพังงา ภูเก็ต ตรัง และระนอง

หอยลายในพื้นที่ทำการศึกษาอยู่ที่ตำบล มหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งจากการศึกษาอัตราการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนใน พบว่ามีการจับหอยลายช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม ปี 2550 เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน เดือนมีนาคมเป็น เดือนที่มีการทำประมงหนาแน่นที่สุด มีอัตราการจับเฉลี่ยเท่ากับ 5,761.40 กิโลกรัมต่อวัน ในขณะที่เดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการทำประมงน้อยมาก อัตราการจับอยู่ในช่วง 1,814.70-6,706.50 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง โดยพื้นที่ประมงหอยลายแสดงไว้ (ดังภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 แหล่งประมงหอยลายบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน  
ที่มา : (ทวีป บุญวานิช, 2557)

### 2.2.2 คุณสมบัติของเปลือกหอย

เปลือกหอย หรือ ฝาหอย (Shell) คือ สสารที่เป็นของแข็งที่ห่อหุ้มลำตัวภายนอกของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมมอลลัสคา ประกอบด้วยสารจำพวกแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ สารประกอบชนิดนี้เป็นของแข็งสีขาว มีสมบัติไม่ละลายน้ำ ส่วนของแข็งสีขาวคือแคลเซียมคาร์บอเนตออกมาก่อตัวเป็นเปลือกห่อหุ้มภายนอก ส่วนที่เหลือเป็นสารอื่น ๆ เช่น แคลเซียมฟอสเฟต, แมกนีเซียมคาร์บอเนต, แมกนีเซียมฟอสเฟต, แมกนีเซียมซิลิเกต, โปรตีนประเภทคอนไคโอลิน

เปลือกหอยประกอบไปด้วย 3 ชั้น คือ ชั้นนอกสุด ชั้นกลาง และชั้นในสุด ชั้นนอกสุดประกอบด้วยสารส่วนใหญ่เป็นโปรตีนประเภทคอนไคโอลิน เป็นชั้นที่บางและหลุดง่าย ชั้นกลางเป็นสารประกอบแคลเซียมซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแคลไซต์ ส่วนชั้นในจะเป็นสารประกอบแคลเซียมที่อยู่ในรูปของอะราโกไนต์

เนื่องจากเปลือกหอยมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ แคลเซียม จึงมีการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัตินี้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ใช้เป็นกระดูกเทียมแทนโลหะโดย นำเปลือกหอยสดมาต้มล้างทำความสะอาด

เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ภายนอก นำไปฝังให้แห้ง แล้วเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป จากนั้นนำส่วนที่เหลือมาบดหยาบและบดละเอียด จะได้เป็นผงแคลเซียมออกไซด์ นำไปผสมสารตัวเติมเข้าไปเพื่อทำการแปรรูปเชิงเคมีวิทยาให้กลายเป็นผงกระดูกที่มีสูตรโครงสร้างเป็นแคลเซียมฟอสเฟต ไฮดรอกไซด์ของกระดูกมนุษย์ แล้วไปขึ้นรูปตามตำแหน่งที่ต้องการใช้งานในร่างกายมนุษย์ เป็นต้น

## 2.3 ชนิดของดิน

### 2.3.1 ชนิดของดิน

อนุภาคของดินจะรวมตัวกันเข้าเกิดเป็นเม็ดดิน อนุภาคเหล่านี้จะมีขนาดไม่เท่ากัน ขนาดเล็กที่สุดคืออนุภาคดินเหนียว อนุภาคขนาดกลางเรียกอนุภาคทรายแป้ง อนุภาคขนาดใหญ่เรียกว่า อนุภาคทรายเนื้อดิน จะมีอนุภาคทั้ง 3 กลุ่มนี้ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่ไม่เท่ากันทำให้เกิดลักษณะของดิน 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ดินเหนียว ดินทราย และดินร่วน

1. ดินเหนียว เป็นดินที่เมื่อเปียกแล้วมีความยืดหยุ่น อาจปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้เหนียวเหนอะหนะติดมือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี มีความสามารถในการจับยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้สูง หรือค่อนข้างสูง เป็นดินที่มีก้อนเนื้อละเอียด เพราะมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวอยู่มาก เหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน พื้นที่ดินเหนียวเป็นดินที่มีเนื้อละเอียดแน่น มีการจับตัวกันอย่างหนาแน่น มีช่องว่างระหว่างเม็ดดินน้อย อุ้มน้ำได้ดี และไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย แต่การระบายถ่ายเทอากาศไม่สะดวก เหมาะสำหรับปลูกพืชที่ต้องการน้ำมาก เช่น ข้าว บัว เป็นต้น

2. ดินทราย เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดีมาก มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพราะความสามารถในการจับยึดธาตุอาหารพืชน้อย พืชที่ขึ้นบนดินทรายจึงมักขาดทั้งอาหารและน้ำ เป็นดินที่มีเนื้อดินทรายเพราะมีปริมาณอนุภาคทรายมาก พื้นที่ดินทรายเป็นที่ประกอบด้วยทรายตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยน้ำหนักมีสมบัติเหมือนทราย เนื้อดินมีลักษณะหยาบ เม็ดดินไม่เกาะตัวกัน ทำให้การระบายน้ำได้เร็วมาก จึงไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ เหมาะสำหรับปลูกพืชที่ต้องการน้ำน้อย และมีความอดทนสูง เช่น ตะบองเพชร เป็นต้น

3. ดินร่วน เป็นดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือ ยืดหยุ่นได้บ้าง มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกในธรรมชาติมักไม่ค่อยพบ แต่จะพบดินที่มีเนื้อดินใกล้เคียงกันมากกว่า พื้นที่ดินร่วนเป็นดินที่ประกอบด้วย ทราย โคลนตม และดินเหนียว โดยมีปริมาณดินทรายและดินเหนียวไม่มากนัก ดินชนิดนี้จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินมาก ทำให้น้ำซึมได้สะดวก แต่การอุ้มน้ำน้อยกว่าดินเหนียว เหมาะสำหรับปลูกพืชส่วนใหญ่ เช่น พักทอง ค่ะน้า ถั่วฝักยาว ผลไม้ ไม้ได้แก่ มะละกอ ส้ม เงาะ เป็นต้น

สีของดิน สีของดินจะทำให้เราทราบถึงความอุดมสมบูรณ์ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ปะปนอยู่และแปรสภาพเป็นฮิวมัสในดิน ทำให้สีของดินต่างกันถ้ามีฮิวมัสน้อยสีจะจางลงมีความอุดมสมบูรณ์น้อย

## 2.3.2 การแบ่งประเภทของดินในลักษณะต่างๆ

### 2.3.2.1 แบ่งตามสภาพพื้นที่

1. ดินที่ลุ่ม หรือที่เรียกกันว่า ดินนา คือ ดินที่เกิดในบริเวณพื้นที่ต่ำ สภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบ ส่วนใหญ่พบเป็นบริเวณกว้างในภาคกลางและตามที่ราบลุ่มแม่น้ำต่างๆ ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการทำนา และมักมีน้ำท่วมขังในพื้นที่ในช่วงฤดูฝน
2. ดินที่ดอน หรือ ดินไร่ คือ ดินที่พบอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน สภาพพื้นที่อาจเป็นที่ราบ ที่ลาดเชิงเขา หรือเป็นลูกคลื่น มีการระบายน้ำดี โดยทั่วไปจะไม่มีน้ำขังน้ำเมื่อฝนตกพบอยู่ทั่วไปในภูมิภาคต่างๆ ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล หรือไม้ยืนต้นอื่นๆ

### 2.3.2.2 แบ่งตามความลึกของดิน

ความลึกของดิน (effective soil depth) หมายถึงความหนาของดินนับจากชั้นผิวดินลงไปจนถึงชั้นดินที่ขัดขวางต่อการเจริญเติบโตหรือการชอนไชของรากพืช เช่น ชั้นหินพื้น ชั้นดาน ชั้นเศษหิน ชั้นกรวด หรือชั้นลูกรัง เป็นต้น ซึ่งมีผลทำให้รากพืชชะงักงัน ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ซึ่งโดยทั่วไปดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกควรมีความลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ขึ้นไป

1. ดินตื้นมาก คือ ดินที่มีความหนาไม่เกิน 25 เซนติเมตร นับจากผิวดินลงไป
2. ดินตื้น คือ ดินที่มีความหนาตั้งแต่ 25-50 เซนติเมตร นับจากผิวดิน
3. ดินลึกปานกลาง คือ ดินที่มีหนาตั้งแต่ 50-100 เซนติเมตร นับจากผิวดิน
4. ดินลึก-ลึกมาก คือ ดินที่มีความหนามากกว่า 100 เซนติเมตร นับจากผิวดินลงไป

### 2.3.2.3 แบ่งตามวัสดุที่เป็นองค์ประกอบในดิน

1. ดินอนินทรีย์ ดินที่พบอยู่ทั่วไป มักจะเป็น ดินอนินทรีย์ (mineral soils) คือเป็นดินที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอนินทรีย์สารที่ได้มาจากการผุพังสลายตัวของหิน แร่ ผสมคลุกเคล้าอยู่กับอินทรีย์วัตถุ ปกคลุมพื้นผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆ

2. ดินอินทรีย์ ดินที่เกิดในสภาพป่าพรุ หรือสภาพที่มีน้ำแช่ขังเป็นระยะเวลายาวนานมีพืชชอบน้ำขึ้นอยู่ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อกระบวนการย่อยสลายเศษซากอินทรีย์ต่างๆ ทำให้เกิดการทับถม และสะสมเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดเป็นชั้นดินอินทรีย์ หรือชั้น O ชั้น และเมื่อมีการทับถมมากขึ้นเรื่อย ดินนี้จะกลายเป็นดินอินทรีย์ในที่สุด

หลักในการพิจารณาว่า ดินชนิดไหนเป็นดินอนินทรีย์ หรือดินอินทรีย์นั้น ได้มีข้อตกลงกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ทางดิน โดยให้ถือว่า ดินที่มีคาร์บอนอินทรีย์มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก และมีชั้นดิน O เกิดเป็นชั้นหนามากกว่า 40 ซม. นั้น ให้เรียกว่า “ดินอินทรีย์” ส่วนดินที่มีคาร์บอนอินทรีย์ น้อยกว่า 20 % โดยน้ำหนัก เรียกว่า “ดินอนินทรีย์”

#### 2.3.2.4 แบ่งตามพัฒนาการ

1. ดินมีพัฒนาการน้อย หมายถึง ดินที่ประกอบด้วยชั้นดินบน (A) และชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน (C)
2. ดินมีพัฒนาการมาก ดินที่ประกอบด้วยชั้นดินบน (A) ชั้นดินล่างที่แสดงการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการทางดิน (B) และชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน (C)

#### 2.3.2.5 แบ่งตามสมบัติ

1. ดินดี ในทางการเกษตรหมายถึง ดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุอินทรีย์วัตถุ น้ำ และอากาศ ในสัดส่วนที่เหมาะสม สามารถปลูกพืชได้โดยใช้วิธีการจัดการดูแลตามปกติธรรมดาที่ไม่ยุ่งยาก มักจะมีหน้าดินสีดำนานา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืช มีปฏิกิริยาดินไถ้เป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-7.0 และไม่มีชั้นที่ขัดขวางการเจริญเติบโตของรากพืช
2. ดินไม่ดี หรือ ดินเลว คือ ดินที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่เหมาะสม หรือเหมาะสมน้อย สำหรับการเพาะปลูก ส่งผลให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตามปกติได้ ถ้าหากว่าจำเป็นต้องใช้ดินเหล่านี้ในการเพาะปลูกพืช ก็ต้องมีการจัดการแก้ไขให้เหมาะสมเสียก่อน

อย่างไรก็ตาม การที่จะบอกได้ว่าพื้นที่ใดเป็นดินดีหรือไม่นั้น ยังต้องคำนึงถึงชนิดของพืชที่จะปลูกในบริเวณนั้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก พืชแต่ละชนิดมีความต้องการสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น ข้าว เป็นพืชที่ชอบน้ำ ดังนั้นดินที่เหมาะสมสำหรับข้าวจึงควรเป็นดินในพื้นที่ลุ่ม เนื้อดินเป็นดินเหนียวที่มีการระบายน้ำเลว ซึ่งจะช่วยให้สามารถขังน้ำไว้ในนาข้าวได้ แต่ถ้าต้องการปลูกพืชไร่หรือผลไม้ ดินที่ดีสำหรับพืชพวกนี้ควรเป็นดินลึก มีหน้าดินหนา เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนหรือพวกที่มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้รากพืชสามารถชอนไชลงไปใต้ดินได้ลึก สามารถต้านทานแรงลมได้ดี เป็นต้น

## 2.4 สมบัติของดิน

### 2.4.1 สมบัติทางกายภาพ

1. **ลักษณะเนื้อดิน** คือ คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า บางชนิดเนื้อละเอียด บางชนิดเนื้อหยาบ ชิ้นส่วนเล็กๆ ของดินประกอบด้วยกรวด ทราย ดินตะกอน ดินเหนียวและฮิวมัส
2. **สีของดิน** คือ สีที่เกิดจากสารประกอบในดิน ทำให้ดินมีสี ต่างกัน เช่น ดินที่มี ฮิวมัสปนอยู่มาก จะมีสีคล้ำ ดินที่มีเหล็กปนอยู่มากจะมีสีน้ำตาลแดง
3. **ความพรุน** คือ ช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เป็นที่สำหรับให้น้ำและอากาศผ่านเข้าไปในเนื้อดิน ดินชั้นบนมีความพรุนมากกว่าดินชั้นล่าง

### 2.4.2 สมบัติทางเคมี

เป็นลักษณะภายในของดินที่เราไม่สามารถจะมองเห็นหรือสัมผัสได้โดยตรง ได้แก่

1. **ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน** ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน หรือที่เรียกกันว่า "พีเอช" (pH) เป็นค่าปฏิกิริยาดิน วัดได้จากความเข้มข้นของปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H<sup>+</sup>) ในดิน โดยทั่วไปค่าพีเอชของดิน จะบอกเป็นค่าตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 14
  - ถ้าดินมีค่าพีเอชน้อยกว่า 7 แสดงว่าดินนั้นเป็นดินกรด ยังมีค่าน้อยกว่า 7 มาก ก็จะเป็นกรดมาก
  - แต่ถ้าดินมีพีเอชมากกว่า 7 จะเป็นดินด่าง
  - ส่วนดินที่มีพีเอชเท่ากับ 7 พอดีแสดงว่าดินเป็นกลาง

แต่โดยปกติแล้วพีเอชของดินทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 5 ถึง 8 พีเอชของดินมีความสำคัญต่อการปลูกพืชมาก เพราะเป็นตัวควบคุมการละลายธาตุอาหารในดินออกมาอยู่ในสารละลายหรือน้ำในดิน ถ้าดินมีพีเอชไม่เหมาะสม ธาตุอาหารในดินอาจจะละลายออกมาได้น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หรือในทางตรงกันข้ามธาตุอาหารบางชนิดอาจจะละลายออกมามากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืชได้

พืชแต่ละชนิดชอบที่จะเจริญเติบโตในดินที่มีช่วงพีเอชต่างๆ กันสำหรับพืชต่างๆ ไปมักจะเจริญเติบโตในช่วงพีเอช 6-7 ซึ่งเป็นช่วงที่ธาตุอาหารพืชต่างๆ มีความเป็นประโยชน์สูงกว่าช่วงพีเอชอื่นๆ

2. ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืช เราทราบแล้วว่า ดินประกอบด้วยของแข็งที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ กัน ตั้งแต่อนุภาคขนาดทราย ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร จนถึงขนาดดินเหนียว ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.002 มิลลิเมตร จากการศึกษาพบว่า อนุภาคที่มีมากที่สุดในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวนี้ก็คือ แร่ดินเหนียว (clay minerals) ซึ่งถือกันว่าเป็นส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ในดิน

แร่ดินเหนียว จัดเป็นแร่ที่มีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นชั้นที่มีรูปร่างแบนบางเหมือนแผ่นกระดาษ และมีการเชื่อมโยงระหว่างกันในลักษณะของการเรียงซ้อนทับกันเป็นชั้นๆ จนเกิดเป็นผลึกที่มีรูปร่างต่างๆ กัน เช่น เป็นแผ่นบาง เป็นเส้น เป็นหลอดหรือเป็นท่อ แร่ดินเหนียวมีหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มเคโอลิน สเมกไทต์ อิลไลต์ คลอไรต์ และอื่นๆ นักวิทยาศาสตร์สามารถแยกชนิดของแร่ดินเหนียวได้โดยการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน การทดสอบการลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ หรือใช้การวิเคราะห์ทางเคมีบางอย่าง เนื่องจากที่พื้นผิวของแร่ดินเหนียวนี้มีประจุไฟฟ้าลบ จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาการดูดยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในดินซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกได้ ดังนั้นถ้าในดินมีแร่ดินเหนียวมากก็จะมีประจุลบมาก จึงสามารถดูดยึดธาตุอาหารที่มีประจุบวกได้ได้มากด้วย แร่ดินเหนียวจึงเป็นส่วนสำคัญในการควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ความรุนแรงของสภาพความเป็นกรด นอกจากนี้ยังมีส่วนควบคุมหรือต้านทานการเปลี่ยนแปลงของดินต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วย อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการดูดซับและแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน ยังขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ดินเหนียวอีกด้วย โดยที่แร่ในกลุ่มเคโอลิน จะมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุน้อยกว่าแร่ดินเหนียวในกลุ่มสเมกไทต์ และอิลไลต์ เป็นต้น

### 2.4.3 ธาตุอาหารในดิน

ในจำนวนธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต้องใช้เพื่อการเจริญเติบโตออกดอก ออกผล ซึ่งมีอยู่ 16 ธาตุ นั้น มี 3 ธาตุที่พืชได้มาจากอากาศและน้ำ คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ส่วนอีก 13 ธาตุ นั้น พืชต้องดูดตั้งขึ้นมาจากดินซึ่งธาตุเหล่านี้ได้มาจากการผุพังสลายตัวของส่วนที่เป็นอนินทรีย์วัตถุและอินทรีย์วัตถุหรือฮิวมัสในดิน สามารถแบ่งตามปริมาณที่พืชต้องการใช้ได้ เป็น 2 กลุ่มคือ มหาธาตุ และจุลธาตุ



## 1. มหธาตุ (macronutrients)

มหธาตุหรือธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก ที่ได้มาจากดินมีอยู่ 6 ธาตุ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม

- ธาตุอาหารหลัก หรือ ธาตุปุ๋ย ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) เนื่องจากสามธาตุนี้พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก แต่มักจะได้รับจากดินไม่ค่อยเพียงพอกับความต้องการ ต้องช่วยเหลือโดยใส่ปุ๋ยอยู่เสมอ

- ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นกลุ่มที่พืชต้องการใช้ในปริมาณที่น้อยกว่า และไม่ค่อยมีปัญหาขาดแคลนในดินทั่วๆ ไปเหมือนสามธาตุแรก

## 2. จุลธาตุ หรือ ธาตุอาหารเสริม (micronutrients)

จุลธาตุหรือธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณน้อย มีอยู่ 7 ธาตุ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และคลอรีน (Cl)

อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นธาตุอาหารในกลุ่มมหธาตุหรือจุลธาตุ ต่างก็มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่น้อยไปกว่ากัน เพราะความจริงแล้วธาตุทุกธาตุมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของพืชเท่าๆ กัน จะต่างกันแต่เพียงปริมาณที่พืชต้องการเท่านั้น ดังนั้นพืชจึงขาดธาตุใดธาตุหนึ่งไม่ได้ หากพืชขาดธาตุอาหารแม้แต่เพียงธาตุเดียวพืชจะหยุดการเจริญเติบโต แคระแกร็น ไม่ให้ผลผลิตและตายในที่สุด

ธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันไป และถ้าพืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ ก็จะแสดงอาการที่แตกต่างกันตามแต่ชนิดของธาตุอาหารที่ขาดแคลนนั่น

ไนโตรเจน มีหน้าที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน ช่วยให้พืชมีสีเขียว เร่งการเจริญเติบโตทางใบ หากพืชขาดธาตุนี้จะแสดงอาการใบเหลือง ใบมีขนาดเล็กกลอง ลำต้นแคระแกร็นและให้ผลผลิตต่ำ

ฟอสฟอรัส มีหน้าที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของราก ควบคุมการออกดอก ออกผล และการสร้างเมล็ด ถ้าพืชขาดธาตุนี้ระบบรากจะไม่เจริญเติบโต ใบแก่จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลและหลุดร่วง ลำต้นแกร็นไม่ผลิดอกออกผล

โพแทสเซียม เป็นธาตุที่ช่วยในการสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบไปสู่ผล ช่วยให้ผลเติบโตเร็วและมีคุณภาพดี ช่วยให้พืชแข็งแรง ต้านทานต่อโรคและแมลงบางชนิด ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะไม่แข็งแรง ลำต้นอ่อนแอ ผลผลิตไม่เติบโต มีคุณภาพต่ำ สีไม่สวย รสชาติไม่ดี

แคลเซียม เป็นองค์ประกอบที่ช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ด พืชขาดธาตุนี้ใบที่เจริญใหม่จะหงิกงอ ตายอดไม่เจริญ อาจมีจุดดำที่เส้นใบ รากสั้น ผลแตก และมีคุณภาพไม่ดี

แมกนีเซียม เป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ ช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโน วิตามิน ไนโตรเจน และน้ำตาล ทำให้สภาพกรดต่างในเซลล์พอเหมาะและช่วยในการงอกของเมล็ด ถ้าขาดธาตุนี้ใบแก่จะเหลือง ยกเว้นเส้นใบ และใบจะร่วงหล่นเร็ว

กำมะถัน เป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน และวิตามิน ถ้าขาดธาตุนี้ทั้งใบบนและใบล่างจะมีสีเหลืองซีด และต้นอ่อนแอ

โบรอน ช่วยในการออกดอกและการผสมเกสร มีบทบาทสำคัญในการติดผลและการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสู่ผล การเคลื่อนย้ายของฮอร์โมน การใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนและการแบ่งเซลล์ ถ้าพืชขาดธาตุนี้ ตายอดจะตายแล้วเริ่มมีตาข้าง แต่ตาข้างก็จะตายอีก ลำต้นไม่ค่อยยืดตัว กิ่งและใบจึงชิดกัน ใบเล็ก หนา ไค้ และเปราะ

ทองแดง ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การหายใจ การใช้โปรตีนและแป้ง กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ถ้าพืชขาดธาตุนี้ ตายอดจะชะงักการเจริญเติบโตและกลายเป็นสีดำ ใบอ่อนเหลือง และพืชทั้งต้นจะชะงักการเจริญเติบโต

คลอรีน มีบทบาทบางประการเกี่ยวกับฮอร์โมนในพืช ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะเหี่ยวง่าย ใบสีซีด และบางส่วนแห้งตาย

เหล็ก ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสงและหายใจ ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีขาวซีดในขณะที่ใบแก่ยังเขียวสด

แมงกานีส ช่วยในการสังเคราะห์แสงและการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเหลืองในขณะที่เส้นใบยังเขียว ต่อมาใบที่มีอาการดังกล่าวจะเหี่ยวแล้วร่วงหล่น

โม่ลิดินัม ช่วยให้พืชใช้ในโตรเจนให้เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะมีอาการคล้ายขาดไนโตรเจน ใบมีลักษณะโค้งคล้ายถ้วย ปรากฏจุดเหลืองๆ ตามแผ่นใบ

สังกะสี ช่วยในการสังเคราะห์ฮอร์โมนออกซิน คลอโรฟิลล์ และแป้ง ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเหลืองซีดและปรากฏสีขาวๆ ประปรายตามแผ่นใบ โดยเส้นใบยังเขียว รากสั้นไม่เจริญตามปกติ

เมื่อมีการปลูกพืชลงบนดิน ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของธาตุอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในดิน เนื่องจากในขณะที่พืชมีการเจริญเติบโต พืชจะดูดดึงธาตุอาหารในดินไปใช้และเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ได้แก่ ใบ ลำต้น ดอก ผล จนถึงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตและนำออกไปจากพื้นที่ ธาตุอาหารที่สะสมอยู่เหล่านั้นย่อมถูกนำออกไปจากพื้นที่ด้วย นอกจากนี้ธาตุอาหารบางส่วนยังเกิดการสูญหายไปในรูปแบบก๊าซ ถูกดินหรือสารประกอบในดินจับยึดไว้ บางส่วนถูกชะล้างออกไปจากบริเวณรากพืช หรือสูญเสียไปกับการชะล้างพังทลายของดิน ดังนั้นการเพาะปลูกพืชติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน โดยไม่มีการเติมธาตุอาหารลงไป ในดิน ย่อมทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง และในที่สุดดินจะกลายเป็นดินเลวปลูกพืชไม่เจริญเติบโตอีกต่อไป ในการปลูกพืชจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อบำรุงดิน ช่วยเพิ่มธาตุอาหารพืชและยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้อยู่เสมอ

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทวีป บุญวานิช (2557) ได้ทำการศึกษาอัตราการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนในพบว่ามีการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนบน ช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม ปี 2550 เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน เดือนมีนาคมเป็น เดือนที่มีการทำประมงหนาแน่นที่สุด มีอัตราการจับเฉลี่ยเท่ากับ 5,761.40 กิโลกรัม/วัน ในขณะที่เดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการทำประมงน้อยมาก อัตราการจับอยู่ในช่วง 1,814.70-6,706.50 กิโลกรัม/วัน ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง

จากข่าวไทยรัฐ เมื่อวันที่ 6 ส.ค. 2555 มีการวิจัยคุณสมบัติเปลือกหอย เพื่อทำเป็นกระดุกเทียมใช้แทนโลหะ นายแพทย์สิทธิพร บุญยนิษฐ์ พบว่า เนื่องจากเปลือกหอยมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ แคลเซียม จึงมีการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัตินี้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ใช้เป็นกระดุกเทียมแทนโลหะโดย นำเปลือกหอยสดมาต้มล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ภายนอก นำไปล้างให้แห้ง แล้วเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป จากนั้นนำส่วนที่เหลือมาบดหยาบและบดละเอียด จะได้เป็นผงแคลเซียมออกไซด์ นำไปผสมสารตัวเติมเข้าไปเพื่อทำการแปรรูปเชิงเคมีวิทยาให้กลายเป็นผงกระดุกที่มีสูตรโครงสร้างเป็นแคลเซียมฟอสเฟต ไฮดรอกไซด์ของกระดูกมนุษย์ แล้วไปขึ้นรูปตามตำแหน่งที่ต้องการใช้งานในร่างกายมนุษย์ เป็นต้น

เอนก สวระอินทร์ และ ชุตินุช สุจริต (2555) ได้ศึกษาการรีไซเคิลเปลือกหอยตลับเพื่อผลิตปูนขาวสำหรับการบำบัดน้ำเสีย ได้นำปูนขาวจากเปลือกหอยตลับเทียบกับปูนขาวจากหินปูนพบว่าปูนขาวจากเปลือกหอยตลับมีคุณลักษณะสมบัติใกล้เคียงกับปูนขาวจากหินปูน (Limestone) องค์ประกอบของปูนขาวเตรียมจากเปลือกหอยตลับมีแคลเซียม ออกไซด์ (CaO) ร้อยละ 60.1 และสารประกอบอื่นๆ ปริมาณน้อย ปูนขาวจากเปลือกหอยตลับสามารถใช้เป็นสารปรับค่าพีเอชและ สารสำหรับควบคุมค่าพีเอชของน้ำในการควบคุมมลพิษการบำบัดน้ำ และน้ำเสียด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

สุภกร บุญยีน และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย โดยเตรียมตัวอย่างของ เปลือกหอยแมลงภู่ หอยหวาน และหอยแครงในรูปแบบผง นำไปเผาในช่วงอุณหภูมิ 500, 700 และ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง บดและกรองผ่านตะแกรงคัดกรองขนาด 100 ไมโครเมตร พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตที่สะสมอยู่ในเปลือกหอยมีการเปลี่ยนแปลงเป็นแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วยการนำวิเคราะห์ด้วยการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (XRD) กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM) และวิเคราะห์พื้นที่ผิวด้วยเทคนิค Brunauer-Emmett-Teller (BET) ผลการวิเคราะห์พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยทุกชนิดประกอบด้วยโครงสร้างอะราโกไนต์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนไป เป็นโครงสร้างแคลไซต์ที่อุณหภูมิ 500-700 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตเกิดเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์อย่างสมบูรณ์ ส่วนการเผาเปลือกหอยแมลงภู่จะ เปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์ได้ดีกว่าเปลือกหอยแครงและเปลือกหอยหวาน ตามลำดับ นอกจากนี้ แคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากเปลือกหอยแครงยังมีความไวต่อความชื้น ซึ่งเปลี่ยนเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้ง่าย

กมล อมรฟ้า (2544) ได้ทำการศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนโดยใช้ ซีเมนต์และปูนขาว ดินเหนียวที่ใช้ในการทดสอบเป็นดินเหนียวที่มีค่าพลาสติกสูง (CH) มีปริมาณน้ำเท่ากับ 93.5% มีค่าความเป็นพลาสติกเท่ากับ 60.2% ค่ากำลังอยู่ในช่วง 0.08-0.21 กก./ซม.(2) นำดินผสมสารเชื่อมประสานต่าง ๆ ได้แก่ ซีเมนต์ (SC) ปูนขาว (SL) ซีเมนต์ผสมปูนขาวที่อัตราส่วน 2: 1 (SCL1) ซีเมนต์ผสมปูนขาวที่ อัตราส่วน 1: 1 (SCL2) และ ซีเมนต์ผสมปูนขาวที่อัตราส่วน 1: 2 (SCL3) ที่ปริมาณ 100, 150, 200 และ 250 กก./ม.(3) โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อสารเชื่อมประสานเท่ากับ 0.8 บ่มตัวอย่างดินที่ผสมแล้วเป็นเวลา 4, 7, 14, 28, 90 และ 180 วัน จากนั้น จึงทำการทดสอบหาค่ากำลังของดินโดยวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัดแกนเดียว ผลการศึกษาพบว่าดินผสมซีเมนต์ (SC) มีการพัฒนากำลังอย่างรวดเร็วในระยะแรก ตั้งแต่เริ่มผสมจนถึง 28 วัน และหลังจากนั้นกำลังจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในระยะยาว (หลัง 28 วัน) เมื่อปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังเพิ่มขึ้นด้วย ผลจากการ ทดสอบการหดตัวพบว่าเมื่อปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าคุณสมบัติทางวิศวกรรม เช่นค่า  $C_v$ ,  $k$ ,  $C_r$  และ  $C_c$  ลดลง ในขณะที่ค่า  $P_c$  เพิ่มขึ้น กรณีดินผสมปูนขาว (SL) จะมีการพัฒนากำลังอย่างสม่ำเสมอทั้งในระยะแรกและระยะยาว และเมื่อปริมาณปูนขาว เพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังเพิ่มขึ้นจนถึงปริมาณปูนขาวที่ให้กำลังสูงสุด

สุรัชย์ โภเมนธรรมโสภณ และ ประภาส วันทอง (2554) ทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ ในการนำเถ้าชานอ้อยมาปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนร่วมกับปูนขาว โดยใช้อัตราส่วน ระหว่างปูนขาวต่อเถ้าชานอ้อย 1:2 เป็นสารผสมเพิ่ม แล้วใช้สารผสม เพิ่มผสมกับดินเหนียวตากแห้งและร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 40 ปริมาณร้อยละ

ละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักดินเหนียว และทำ การบ่มที่อายุ 7, 14 และ 28 วันจากนั้นทำการทดสอบ กำลังอัดแกน เดียว (UCS) ของดินปรับปรุงคุณภาพจากผลการทดสอบแรงอัดแกน เดียวพบว่า ค่ากำลังอัดแกน เดียว (UCS) มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณสาร ผสมเพิ่มที่เติมลงไปดิน คือที่อัตราส่วนผสมเพิ่มร้อยละ 40 จะมีค่า UCS สูงที่สุด เนื่องจากปฏิกิริยา Pozzolanic ระหว่างปูนขาว เถ้าขาน อ้อยและดินเกิดขึ้นไม่สูง นอกจากนี้ค่า UCS จะมีค่าสูงขึ้นตาม ระยะเวลาการบ่ม คือ ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดินปรับปรุงคุณภาพจะมีค่า UCS สูงที่สุดในทุกๆอัตรา ส่วนผสม ซึ่งจากการทดสอบพบว่ามีความ เป็นไปได้ที่ค่า UCS จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีเพิ่มปริมาณสารผสมเพิ่ม แต่ ทั้งนี้ ปริมาณปูนขาวที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน ไม่ควรเกินร้อยละ 10 เนื่องจากจะทำให้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงใน การใช้งานจริง

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 รูปแบบการทำวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาในเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อจะศึกษาการปรับปรุงความร่วนซุยของดินโดยใช้ส่วนผสมจากเปลือกหอยหลายเหลือทิ้งที่เผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันโดยรวบรวมข้อมูลในหัวข้อที่เกี่ยวกับ ความร่วนซุยของดิน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมาศึกษาผนวกกับการตรวจวิเคราะห์ อันเป็นนัยสำคัญของการศึกษา

#### 3.2 สมมุติฐานงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีสมมุติฐานว่า เมื่อเผาเปลือกหอยหลายที่อุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณของแคลเซียมออกไซด์จะเพิ่มมากขึ้นทำให้สามารถปรับปรุงดินได้ดีขึ้นไปด้วย

#### 3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

##### 3.3.1 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมดิน

- 3.3.1.1 ดินที่ใช้ในการทดลอง
- 3.3.1.2 พลั่วขุดดิน
- 3.3.1.3 กระบอเก็บดิน
- 3.3.1.4 ที่อัดดิน

##### 3.3.2 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ทางวัสดุ

- 3.3.2.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- 3.3.2.2 เตาอบลมร้อน ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFE600
- 3.3.2.3 ภาชนะใส่น้ำ
- 3.3.2.4 ค้อน

##### 3.3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยหลาย

- 3.3.3.1 สารตัวอย่าง
- 3.3.3.2 เครื่องวิเคราะห์ด้วยเทคนิค X – ray fluorescence (XRF)
- 3.3.3.3 ชุดอุปกรณ์ประกอบภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง (Sample Holder)
- 3.3.3.4 แผ่นไมลาร์ (mylar)
- 3.3.3.5 ซ้อนตักสาร

3.3.3.6 สารละลาย Alcohol

3.3.3.7 กระดาษทิชชู

### 3.4 ขั้นตอนการศึกษา

3.4.1 ศึกษาการเกิดของเสียในโรงงานผลิตหอยลายกระป๋อง

3.4.2 ศึกษาการนำเปลือกหอยไปใช้ประโยชน์โดยใช้เป็นส่วนผสมในการทำเก้าอี้เปลือกหอย

3.4.3 ศึกษาสมบัติของดินเมื่อใช้เปลือกหอยเผาที่อุณหภูมิต่างๆ

3.4.4 ศึกษาความคลาดเคลื่อนของสมบัติทางวัสดุ

3.4.5 ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs

### 3.5 ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย

#### 3.5.1 ขั้นการเตรียมดิน

3.5.1.1 ชนิดของผืนดินที่แข็งมากในบริเวณไร่มันสำปะหลัง ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี (ดังแสดงในภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 ดินแข็งบริเวณไร่มันสำปะหลัง

3.5.1.2 ขุดดินตัวอย่างและนำมาผสมกัน

3.5.1.3 ตากดิน (ดังแสดงในภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการตากดินก่อนนำมาทดลอง



### 3.5.2 ขั้นตอนการเตรียมเปลือกหอยลาย

3.5.2.1 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาดแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง (ดังแสดงในภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.3 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาด

3.5.2.2 เฝایشเปลือกหอยในอุณหภูมิ 900 1000 1100 1200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป (ดังแสดงในภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.4 เปลือกหอยที่เฝایشในอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.5.2.3 นำมาบดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม (ดังแสดงในภาพที่ 3.5)



ภาพที่ 3.5 เปลือกหอยที่บดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม

### 3.5.3 ขั้นตอนการผสมดิน

#### 3.5.3.1 นำเถ้าเปลือกหอยมาผสมดิน



ภาพที่ 3.6 เถ้าเปลือกหอยที่นำมาผสมดินก่อนนำมาทดลอง

## 3.6 การกำหนดตัวแปร

### ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์
ตัวแปรต้น	อุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลาย
ตัวแปรตาม	ขนาด ความหนาแน่นของดิน การดูดซึมน้ำในดิน
ตัวแปรควบคุม	ระยะเวลาเผา ระยะเวลาฝังดิน ส่วนผสมของเถ้าหอย

## 3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์

### 3.7.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความหนาแน่นของดิน

#### 3.7.1.1 อัดดินลงในบล็อกลูกสี่เหลี่ยม

#### 3.7.1.2 นำมาชั่งน้ำหนัก (ดังแสดงในภาพที่ 3.7)



ภาพที่ 3.7 เครื่องชั่ง (Balance) ที่อ่านค่าละเอียดถึง 0.5 gm

3.7.1.3 ทำการวัดหาปริมาตรของดิน ด้านความกว้าง ความยาว และความสูง

3.7.1.4 นำค่าที่ได้จากการชั่งน้ำหนักและปริมาตรของดินมาหาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ (กิโลกรัมต่อกรัม)}}{\text{ปริมาตรชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

3.7.2.5 บันทึกลงในตารางทดสอบความหนาแน่น

### 3.7.2 วิธีทดสอบการดูดซึมน้ำ

3.7.2 1 ชั่งน้ำหนักบล็อคดีนอย่างโดยบันทึกเป็นน้ำหนักก่อนแช่น้ำ

3.7.2 2 แช่ก้อนบล็อคดีนในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วรีบนำบล็อคดีนมาซับน้ำที่ผิวออก และชั่งน้ำหนักทันที บันทึกเป็นน้ำหนักหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง

3.7.2 3 จากนั้นนำก้อนบล็อคดีนไปแช่น้ำอีก 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้งตามวิธีเดิม โดยบันทึกเป็นน้ำหนักหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

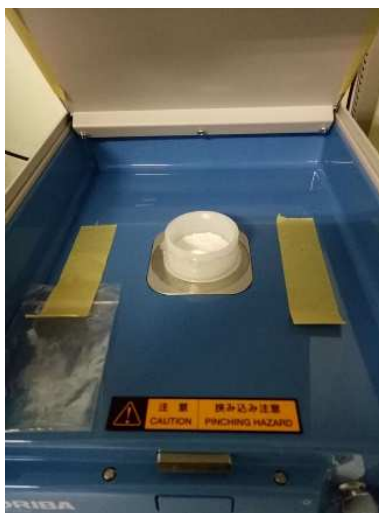
3.7.2 4 นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำที่ 1 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง

$$\text{การดูดซึมน้ำ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ(กรัม)} - \text{มวลชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)}}{\text{มวลชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)}}$$

### 3.7.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยลายบดละเอียดโดยการวาวรังสีเอกซ์

3.7.3.1 ประกอบวงแหวนพลาสติก Sample Holder และแผ่นไมลาร์ (mylar) เข้าด้วยกันเพื่อใช้เป็นภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง

3.7.3.2 ตักสารตัวอย่างด้วยช้อนตักสารที่บดละเอียดบรรจุลงในภาชนะดังกล่าว ให้ปริมาณของสารตัวอย่างมีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพที่ 3.9)



ภาพที่ 3.8 สารตัวอย่างบรรจุลงในภาชนะของเครื่อง X-ray Fluorescence

3.7.3.3 เช็ดทำความสะอาดบริเวณขอบภาชนะด้วยการนำกระดาษทิชชูชุบสารละลายแอลกอฮอล์ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนภายในเครื่องวัด

3.7.3.4 นำกระดาษกาวปิดภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของสารตัวอย่าง ในขณะที่ทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสุญญากาศ

## 3.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล

3.8.1 นำดินที่ขึ้นรูปมาทดสอบสมบัติ คือ ขนาด ความหนาแน่นของดินสภาพธรรมชาติ ความชื้นในดิน การดูดซึมน้ำ การรับแรงดัดและแรงอัด

3.8.2 วิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมจากเปลือกหอยลายเผาบดละเอียด

3.8.3 เปรียบเทียบสมบัติ คือ ความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำของดิน

3.8.4 สรุปผลและให้ข้อเสนอแนะ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

#### 4.1 ผลการศึกษาการเกิดของเสียของโรงงานหอยลายกระป๋อง

จากการศึกษาอัตราการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนใน พบว่ามีการจับหอยลายช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม ปี 2550 เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน เดือนมีนาคมเป็น เดือนที่มีการทำประมงหนาแน่นที่สุด มีอัตราการจับเฉลี่ยเท่ากับ 5,761.40 กิโลกรัม/วัน ในขณะที่เดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการทำประมงน้อยมาก อัตราการจับอยู่ในช่วง 1,814.70-6,706.50 กิโลกรัม/วัน ในช่วงระยะเวลา 5 เดือนนี้ จะมีการออกเรือวันเว้นวัน ซึ่งในช่วงระยะเวลา 5 เดือนนี้ จะมีการออกเรือวันเว้นวัน หรือมีการออกเรือและส่งหอยลายเข้าโรงงานโดยเฉลี่ย 15 ครั้งต่อเดือนในช่วงที่มีการทำการ ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง เมื่อคำนวณปริมาณหอยลายที่จับได้ในแต่ละปีพบว่าปีมีปริมาณ 402.85 ตันต่อปี ซึ่งหอยลายจำนวนนี้จะถูกส่งเข้ากระบวนการผลิตหอยลายกระป๋อง ซึ่งจะต้องมีการแกะเนื้อหอยลายออกจากเปลือก โดยเปลือกหอยลายจะกองไว้ข้างโรงงาน จากการศึกษาโดยการชั่งน้ำหนักหอยลายและเปลือกหอยลายพบว่า น้ำหนักของเปลือกหอยลายซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตมีน้ำหนักประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ หรือคิดเป็น 302.14 ตันต่อปี

#### 4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกหอยลายและดิน

จากการศึกษาสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตดินซึ่งได้นำเปลือกหอยลาย และดินที่ใช้ในการทดลอง มาทำการศึกษาทางด้านความชื้น เถ้า แคลเซียม และธาตุต่างๆ พบว่าในเปลือกหอยลายมีความชื้นคิดเป็น 1.88 เปอร์เซ็นต์ เถ้าคิดเป็น 58.27 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมคิดเป็น 98.50 เปอร์เซ็นต์และธาตุอื่นๆอีก 1.50 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าในเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นธาตุที่มีเป็นองค์ประกอบของหินปูนและปูนขาว สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินได้

ตารางที่ 4.1 สมบัติของเปลือกหอยลาย และดิน

ชื่อวัสดุ	ความชื้น (%)	เถ้า (%)	แคลเซียม (Ca) (%)	ธาตุอื่น ๆ (%)
เปลือกหอยลาย	1.88	58.27	98.50 %	1.50 %
ดิน	1.15	12.03	5.26 %	11.03 %

จากการศึกษาพบว่าเปลือกหอยลายและมีสมบัติทางวัสดุที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งถ้าเปลือกหอยลายจะมีความชื้นที่ต่ำกว่า นอกจากนั้นเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งพบเป็นประมาณ 98.50 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเป็นองค์ประกอบหนึ่งของปูนขาวและหินปูนมีสมบัติทางด้านการปรับปรุงคุณภาพดิน และจากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าดินที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินมีความชื้นต่ำมาก แม้อินดินจะมีความแข็งมากแต่ก็มีอินทรีย์วัตถุอยู่มาก เนื่องจากมีสัดส่วนของเถ้าเพียงร้อยละ 12.03 เท่านั้น

#### 4.3 ผลการศึกษาสมบัติของดินเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยที่เผาที่อุณหภูมิต่างๆ ผสม

จากการดำเนินการทดสอบตัวอย่างดินที่ใช้เปลือกหอยลายทดแทนแกลบ เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตดิน โดยการทดสอบคุณสมบัติดังนี้ คือ การทดสอบขนาด ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ การดูดความชื้น และการทดสอบแรงอัด มีผลการทดสอบดังนี้

##### 4.3.1 การทดสอบขนาดและความหนาแน่นของดิน

เมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายมาเป็นสารปรับปรุงคุณภาพดินโดยเพิ่มอุณหภูมิการเผาขึ้นการทดลองละ 100 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบความหนาแน่นของดินที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นไปตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวัดความหนาแน่นของดิน

อุณหภูมิที่ใช้เผาเปลือกหอย (องศาเซลเซียส)	ค่าความหนาแน่น (กรัมต่อลบ.ซม.)
ดินที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ	2.80
900	1.90
1000	1.55
1100	1.31
1200	1.25

จากการทดสอบค่าความหนาแน่นของดิน พบว่าดินที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เพิ่ม

อุณหภูมิในการเผาขึ้นเรื่อย ๆ ความหนาแน่นของดินจะน้อยลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิสูงจะมีองค์ประกอบของปูนขาวมากขึ้น จึงทำให้ดินร่วนซุยดีมากขึ้นตามลำดับ

#### 4.3.2 การทดสอบความชื้นและการดูดซึมน้ำในดิน

เมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายมาปรับปรุงคุณภาพดินโดยเพิ่มอุณหภูมิการเผาขึ้นการทดลองละ 100 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบความชื้นและการดูดซึมน้ำของดินที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นไปตามตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำของดิน

อุณหภูมิที่เผาเปลือกหอย (องศาเซลเซียส)	ค่าความชื้น (%)	ค่าการดูดซึมน้ำ (%)	
		1 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดิน	0.48	5.24	8.12
900	0.69	11.36	12.29
1000	0.76	18.13	20.19
1100	0.83	25.26	27.85
1200	1.14	29.58	33.04

จากภาพที่ 4.2 พบว่าเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำซึมผ่านดินได้มากขึ้น ปูนขาวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิสูงก็เมื่อมีมากก็ยิ่งทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นไปอีกทางหนึ่งด้วย ความชื้นของดินจึงลดลงจากการทดสอบความชื้นของดิน พบว่าดินที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น การดูดซึมน้ำก็ยังดีขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเผาหอยที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ค่า % การดูดน้ำที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 29.58 และ 33.04% ตามลำดับ

#### 4.4 ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs

จากผลการทดสอบ พบว่าหากนำเปลือกหอยลายนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน ถ้าปรับปรุงกระบวนการการผลิตในอนาคต จากการศึกษาพบว่าดินพื้นที่ 1 ตารางเมตร ใช้เถ้าเปลือกหอยถึง 1 กิโลกรัม ดังนั้นพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ จะใช้เถ้าเปลือกหอย 1,600 กิโลกรัม หรือ 1.6 ตันต่อพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ ดังนั้นใน 1 ปี โรงงานอุตสาหกรรมหอยลายจะมีของเสียที่เกิดขึ้นเป็นจำนวน 302.14 ตันต่อปี ของเสียนี้สามารถนำมาผลิตเป็นเถ้าเปลือกหอยลายได้ 114.60 ตันต่อปี และใน 1 ปี หากจะนำไปใช้ในการปรับปรุงพื้นดินเพื่อกำจัดของเสียให้หมด จะต้องใช้กับพื้นที่การเกษตร 72 ไร่



## บทที่ 5

### การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจการทำประมงหอยลายในพื้นที่ ตำบล มหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร พบว่าการจับหอยลาย ช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม โดยหอยลายที่ส่งเข้าโรงงานมีปริมาณโดยเฉลี่ยเท่ากับ 402.85 ตันต่อปี จากกระบวนการผลิตหอยลายกระป๋อง เปลือกหอยลายซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตมีน้ำหนักประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ หรือคิดเป็น 302.14 ตันต่อปี

เมื่อได้นำเปลือกหอยลายมาใช้ประโยชน์ โดยการเผาให้เป็นเถ้าเปลือกหอยลายแล้วนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินที่มีความแข็งมาก บริเวณไร่มันสำปะหลัง จังหวัดชลบุรี จากการศึกษาสมบัติของดินและเปลือกหอย มาทำการศึกษาทางด้านความชื้น เถ้า แคลเซียม และธาตุต่างๆ พบว่าในเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักคิดเป็น 98.50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความชื้น 1.88 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 58.27 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง

เมื่อมีการใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 1200 องศาเซลเซียสตามลำดับพบว่า ดินที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมีความหนาแน่นลดลงและมีการดูดซึมน้ำดีขึ้นตามลำดับ เมื่อทดสอบค่าความหนาแน่นของดิน พบว่าดินที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เพิ่มอุณหภูมิในการเผาขึ้นเรื่อย ๆ ความหนาแน่นของดินจะน้อยลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิสูงจะมีองค์ประกอบของปูนขาวมากขึ้น จึงทำให้ดินร่วนซุยดีมากขึ้นตามลำดับ และเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำซึมผ่านดินได้มากขึ้น ปูนขาวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิสูงก็ยังมีมากก็ยิ่งทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นไปอีกทางหนึ่งด้วย ความชื้นของดินจึงลดลงจากการทดสอบความชื้นของดิน พบว่าดินที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การดูดซึมน้ำก็ยังดีขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเผาหอยที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียสค่า % การดูดน้ำที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 29.58 และ 33.04% ตามลำดับ

การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs พบว่าหากนำเปลือกหอยลายนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน ถ้าปรับปรุงกระบวนการการผลิตในอนาคต จากการศึกษาพบว่าดินพื้นที่ 1 ตารางเมตร ใช้เถ้าเปลือกหอยถึง 1 กิโลกรัม ดังนั้นพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ จะใช้เถ้าเปลือกหอย 1,600 กิโลกรัม หรือ 1.6 ตันต่อพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ดังนั้นใน 1 ปี โรงงานอุตสาหกรรมหอยลายจะมีของเสียที่เกิดขึ้นเป็นจำนวน 302.14 ตันต่อปี ของเสียนี้สามารถนำมาผลิตเป็นเถ้าเปลือกหอยลายได้ 114.60 ตันต่อปี และใน 1 ปี หากจะนำไปใช้ในการปรับปรุงพื้นดินเพื่อกำจัดของเสียให้หมด จะต้องใช้กับพื้นที่การเกษตร 72 ไร่

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากการทดลองพบว่าระยะเวลาในการหอยอาจจะมีผลต่อถ้ำเปลือกหอย หากมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยควบคุมระยะเวลาในการเผาเปลือกหอยที่ยาวนานขึ้น อาจส่งผลให้ดินมีค่าร่วนซุยมากยิ่งขึ้น

5.2.2 สำหรับผู้ที่ศึกษาในครั้งต่อไป หากมีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของถ้ำเปลือกหอยชนิดอื่น ๆ จะทำให้ทราบถึงความแตกต่างของคุณสมบัติถ้ำเปลือกหอยชนิดอื่น ๆ ด้วย

5.2.3 สามารถนำถ้ำเปลือกหอยเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ เช่น นำไปเป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นกระเบื้อง ยิปซั่ม เป็นต้น

5.2.4 สำหรับผู้ที่ศึกษาคุณสมบัติของดินที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยลายในครั้งต่อไป สามารถศึกษาสมบัติของดิน เพิ่มเติม เช่น อินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหาร เป็นต้น

5.2.5 การทดลองงานวิจัยในครั้งต่อไป สามารถศึกษาคุณสมบัติของหอยชนิดอื่น เช่น หอยแมลงภู่ หอยแครง เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2555. **คู่มือการจัดการของเสียภายในโรงงาน**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2554. **คู่มือ3Rs**. กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ
- กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). **ความรู้ด้าน3Rs**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ
- กรมประมง. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล. 2557. **สภาวะการทำประมงหอยลายและ เศรษฐกิจ-สังคมในพื้นที่อ่าวไทยตอนบน**. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, ม.ป.ท.
- นิชธิมา รุ่งปิ่น. 2555. “**นาโนแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยเชอร์รี่และหอยนางรมเป็นสารเสริมแรงสำหรับพอลิไวนิลคลอไรด์**.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์). คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปัตตะ ฮาแว และ พนิดา สุมานะตระกูล. (2556). “การศึกษาความเป็นไปได้ของการเตรียมนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตจากวัสดุอินทรีย์.” **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**. 8, 2 (พฤษภาคม) : 81-88.
- เพิ่มพล กาญจนามัย. 2546. “**การใช้ตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาบางเขนในอุตสาหกรรม ก่อสร้าง**.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). วิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ ชโลทร ศิริภัทรประวัตติ. 2553. “**คุณสมบัติด้านกำลังอัดและการหดตัวแบบแห้งของปูนฉาบที่ผสมเปลือกหอยสด**.” วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และผังเมือง. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต.
- มหาวิทยาลัยพะเยา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. 2559. **การหาขนาด ความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำของอิฐ**. คณะวิศวกรรมศาสตร์, พะเยา
- ศศิพันธุ์ ณ สงขลา และคณะ. 2549. “**การวิเคราะห์ธาตุในเปลือกหอยโดยวิธีนิวเคลียร์**.” กองฟิสิกส์. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

- สิทธิพร บุญยนิติกัย. 2555. **พัฒนางานวิจัยจากเปลือกหอยเหลือทิ้งเป็นวัสดุทดแทนกระดูกมนุษย์.**  
 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :  
[http://www.prcmu.cmu.ac.th/perin\\_detail.php?perin\\_id=378](http://www.prcmu.cmu.ac.th/perin_detail.php?perin_id=378), 25 มีนาคม 2560.
- สุภกร บุญยยืนและคณะ. (2558). “การสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย.” วารสาร  
**มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต.** 4, 2 (พฤษภาคม) : 116-122.
- อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ และ ณิชากา มินาบุลย์. 2558. “การศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพ **ของ**  
**คอนกรีตมวลเบาผสมเปลือกหอยแมลงภู่มะพร้าวเพื่อนำมาผลิตหลักนำทาง.”**  
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม). คณะวิศวกรรมศาสตร์.  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- เอนก สวาทอินทร์ และ ชุตินุช สุจริต. 2557. “การรีไซเคิลเปลือกหอยตลับเพื่อผลิตปูนขาวสำหรับ **การ**  
**บำบัดน้ำและน้ำเสีย.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. (ภาควิชาสิ่งแวดล้อม). วิทยาศาสตร์ **และ**  
 เทคโนโลยีการประมง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

## ประวัติย่อผู้วิจัย

### ประวัติผู้วิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ-นามสกุล

(ภาษาไทย) นายกิติยศ ตั้งสัจจวงศ์

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Kitiyot Tungstudjawong

2. หมายเลขบัตรประชาชน

3-8098-00071-97-8

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

4. หน่วยงานและที่อยู่

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โทรศัพท์ 086 553 3599

E-mail : kitiyot.t@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

วศ.บ.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วศ.ม.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

Water and Wastewater Treatment

## 7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

### 7.1 งานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่/ตีพิมพ์

#### International Journal

K.Tungsudjawong , S.Leungprasert and P. Peansawang.2017. Investigation of humic acids concentration in different seasons in the raw water canal, Bangkok, Thailand.Water science & Technology Water Supply,1727-1728.

#### International Conference

Pacharaporn Suwanvitaya,Panumas Puongkaew, Kitiyos Tuungsudjawong.2006. Comparison of Ozonation and photooxidation of phenol. International Conference fremantle, western Australia 10-12 July 2006.Decentralised Water and Wastewater Systems, 207-213.

Kitiyot Tungsudjawong , Patthanasorn Peansawang, Suchat Leungprasert .2015.Investigation of Humic Substances as the Precursors for Trihalomethanes Production in the Raw Water Supplying to Bangkhen Water treatment Plant.The seventh regional symposium on infrastructure development, Kasetsart University Thailand 5-7 November 2015.P.270

## ประวัติผู้วิจัยคนที่ 2

### 1. ชื่อ-นามสกุล

(ภาษาไทย) นายศุภชัย หิรัญศุภโชติ

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Supachai Hirunsupachote

### 2. หมายเลขบัตรประชาชน

4-1020-00030-25-6

### 3. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

### 4. หน่วยงานและที่อยู่

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โทรศัพท์ 095 783 1129

E-mail : [supachai.h@rmutp.ac.th](mailto:supachai.h@rmutp.ac.th), [yimyamyoryim@gmail.com](mailto:yimyamyoryim@gmail.com)

### 5. ประวัติการศึกษา

วศ.บ.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

M.Sc. (Waste management and contaminated site Treatment) Technische  
Universitaet Dresden

วศ.ด.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

Mathematic model for prediction in environmental engineering

## 7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

### 7.1 งานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่/ตีพิมพ์

#### International Journal

Hirunsupachote, S. and Chavalparit, O. 2018, A DYNAMIC METHANE PREDICTION FROM LIGNOCELLULOSIC BIOMASS USING NON-LINEAR MATHEMATIC MODEL, [International Journal of Pure and Applied Mathematics](#), Vol.119 No.16, pp.2297-2304

#### International Conference

Supachai Hirunsupachote and Orathai Chavalparit. 2015. Correlation of biogas production potential and anaerobic degradation of lignocellulose. International Conference on "Anaerobic Digestion: AD Technology and Microbial Ecology for Sustainable Development, 3-6 February 2015, Chiang Mai, Thailand

Supachai Hirunsupachote and Jirasak Tharajak. 2018. Banana wastes to methane energy: effect of alkali and steam pretreatment. The 2nd International Conference on Anaerobic Digestion Technology, 4-7 June 2018, The Empress Convention Centre, Chiang Mai, Thailand





การใช้เถ้าจากเปลือกหอยลายเหลือทิ้งเพื่อปรับปรุงความร่วนซุยของดิน  
Application of ash from abundant clam shells to increase soil friability

กิตติยศ ตั้งสัจจวงศ์  
ศุภชัย หิรัญศุภโชติ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2563  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การใช้เถ้าจากเปลือกหอยลายเหลือทิ้งเพื่อปรับปรุงความร่วนซุยของดิน

ผู้วิจัย : กิตติยศ ตั้งสัจจวงศ์

ศุภชัย หิรัญศุภโชติ

พ.ศ. : 2563

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ คือ เปลือกหอยลายเหลือทิ้ง จากอำเภอมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการทำโรงงานอุตสาหกรรมหอยลายกระป๋องนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิต เปลือกหอยลายมีองค์ประกอบของแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก เท่ากับร้อยละ 98.50 ของน้ำหนัก เถ้า มีความชื้น 1.88 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และเถ้า 58.27 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง จากการศึกษาโดยการนำเถ้าเปลือกหอยลายที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 และ 1200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง มาใช้เป็นสารปรับปรุงคุณภาพดิน โดยการทดลอง ได้นำมาผสมกับดินที่มีปัญหาในพื้นที่การเกษตรที่มีการปลูกมันสำปะหลัง ผลการทดลองพบว่าดินที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เพิ่มอุณหภูมิในการเผาขึ้นเรื่อย ๆ ความหนาแน่นของดินจะน้อยลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิสูงจะมีองค์ประกอบของปูนขาวมากขึ้น จึงทำให้ดินร่วนซุยดีมากขึ้นตามลำดับ และเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำซึมผ่านดินได้มากขึ้น ปูนขาวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิสูงก็เมื่อมีมากก็ยิ่งทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นไปอีกทางหนึ่งด้วย ความชื้นของดินจึงลดลง นอกจากนั้นดินที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นการดูดซึมของน้ำก็ยังดีขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเผาหอยที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียสค่า % การดูดน้ำที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 29.58 และ 33.04% ตามลำดับ ในโรงงานผลิตหอยลายกระป๋อง สามารถนำของเสียไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินได้ 72 ไร่

คำสำคัญ: เปลือกหอยลาย, รีไซเคิล, การปรับปรุงคุณภาพดิน, ความร่วนซุย,

Title : Application of ash from abundant clam shells to increase soil friability

Researcher : Kitiyot Tungsudjawong

Supachai Hirunsupachote

Year : 2020

## Abstract

This research is to study the recycling of residue clams shell from Mahachai, Samutsakorn, Thailand. This waste was collected from canned clams industry and it can be recycled as the composition of Mon brick instead of the rice husk. The study of clams shell composition found that Calcium was main composition as 98.50%VS. The moisture and ash content was 0.88% and 58.27%TS respectively. The works methodology is using ash from clams shell incinerated at temperature 900, 1000, 1100 and 1200°C in 5 hours used as a soil fertilizer agent mixed with problematic soils in agricultural areas where cassava was cultivated. The results showed that the soil mixed with clam shell burned at 1200 °C had the lowest density as 1.25 grams per cubic centimeter. The results of the study showed that when using more temperature, the density of the soil also decreases. This is because the ash from shells burned at high temperatures contains more lime content. And when using clam ash at higher temperatures, soil moisture increases with high temperature, this is because more water molecules can through the soil. The shell ash at temperature 1200°C had the highest moisture value of 1.14 percent. Besides that, the water absorption was also improved. the water permeation at 1 and 24 hours were 29.58 and 33.04% respectively. The waste can be used for soil fertilizer as 72 rai.

**Keywords:** Clams shell, recycle, Soil improvement, Soil friability

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย จากงบประมาณรายได้ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี พ.ศ. 2563

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ ป้าๆ และลุงๆ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจ ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ กวางน้อย และ โดมโตม ที่ช่วยเป็นกำลังใจให้งานวิจัยเดินต่อไปไม่สะดุดและคอยเป็นเพื่อนในยามเหงาและท้อแท้ ไม่มีใคร

คณะผู้วิจัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ซ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 สมมติฐานงานวิจัย	3
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย	3
1.7 ความสำคัญของการวิจัย	3
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 หลักการการจัดการของเสีย	5
2.2 อุตสาหกรรมหอยลายในประเทศไทย	9
2.3 ชนิดของดิน	12
2.4 สมบัติของดิน	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 รูปแบบการทำวิจัย	22
3.2 สมมติฐานงานวิจัย	22
3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	22
3.4 ขั้นตอนการศึกษา	23
3.5 ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย	23

3.6 การกำหนดตัวแปร	27
3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์	27
3.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล	29
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล</b>	
4.1 ผลการศึกษาการเกิดของเสียของโรงงานหอยลายกระป๋อง	30
4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกหอยลายและดิน	30
4.3 ผลการศึกษาสมบัติของดินเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยที่เผาที่อุณหภูมิต่างๆ ผสม	31
4.4 ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs	32
<b>บทที่ 5 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง</b>	
5.1 สรุปผลการทดลอง	33
5.2 ข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม	35
ประวัติผู้วิจัย	37

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง	27
ตารางที่ 4.1 สมบัติของเปลือกหอยลาย และดิน	31
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวัดความหนาแน่นของดิน	31
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำของดิน	32

## สารบัญภาพประกอบ

## หน้า

ภาพที่ 2.1 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย	7
ภาพที่ 2.2 (ก) <i>Paphia undulata</i> (ข) <i>P. alapapilionis</i> และ (ค) <i>P. crassisulca</i>	10
ภาพที่ 2.3 แหล่งประมงหอยลายบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน	11
ภาพที่ 3.1 ดินแข็งบริเวณไร่มันสำปะหลัง	23
ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการตากดินก่อนนำมาทดลอง	24
ภาพที่ 3.3 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาด	25
ภาพที่ 3.4 เปลือกหอยที่เผาในอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 5 ชั่วโมง	25
ภาพที่ 3.5 เปลือกหอยที่บดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม	26
ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการตากดินก่อนนำมาทดลอง	27
ภาพที่ 3.7 เครื่องชั่ง (Balance) ที่อ่านค่าละเอียดถึง 0.5 gm	28
ภาพที่ 3.8 สารตัวอย่างบรรจุลงในภาชนะของเครื่อง X-ray Fluorescence	29



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ประสบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นด้านมลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศและมลพิษทางขยะ ด้วยการเติบโตของประชากร ความเจริญทางเศรษฐกิจ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โครงสร้างทางสังคมและรูปแบบการดำรงชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้มีการสรรหาทรัพยากรเพื่อให้ตรงตามความต้องการของตลาด เมื่ออุตสาหกรรมได้เข้ามามีบทบาทต่อประเทศและมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ การผลิตแบบจำนวนมาก (mass production) จากภาคอุตสาหกรรม ได้สร้างของเสียจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก

ก่อนหน้านั้นการจัดการขยะในประเทศไทยมีเพียงแค่การนำไปไว้ในที่ใดที่หนึ่ง ต่อมาจึงมีการฝังกลบอย่างปลอดภัย (Disposal) ซึ่งเมื่อพื้นที่ฝังกลบมีจำกัดแต่ของเสียกลับมีจำนวนมาก การแก้ไขปัญหาจากภาครัฐที่เห็นเป็นรูปธรรมทั้งเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติในประเทศไทย เช่น การใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Clean technology) หรือการใช้หลัก 3Rs ซึ่งนำมาปรับใช้ในทุกภาคส่วนทั้งบ้านเรือน ชุมชน และอุตสาหกรรม ซึ่งหลักการ 3Rs ประกอบด้วย 1) Reduce คือ การลดการใช้ การบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลง 2) Reuse คือ การนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุดที่สุด และ 3) Recycle คือ การนำทรัพยากรกลับไปแปรรูปเพื่อนำวัตถุดิบนั้นกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง หลักการ 3Rs นี้ถือเป็นหนึ่งในวิธีการจัดการของเสียห้าขั้นตอน ซึ่งเมื่อของเสียไม่สามารถจัดการด้วยวิธี 3Rs ได้แล้วขั้นตอนแรกจะถูกนำไปกำจัด (Treatment) และของเหลือจากของเสียที่ถูกกำจัดแล้วจะถูกนำไปฝังกลบอย่างปลอดภัย

จากที่ตำบลมหาชัยที่ตั้งอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร ได้ชื่อว่าเป็นเมืองแห่งทะเลและน้ำเป็นแหล่งที่มีชื่อเสียงทางด้านประมงและอาหารทะเล มีโรงงานเกี่ยวกับการจัดหาอาหารทะเลเพื่อจัดจำหน่ายแก่ผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งในแต่ละครั้งที่มีการออกเรือเพื่อหาอาหารทะเลและจำพวกหอยต่างๆมาได้อาจต้องมีการคัดสรรทางด้านประเภท ขนาด ก่อนที่จะนำมาทำความสะอาดและแกะเปลือกเพื่อเอาเนื้อของหอยมาจำหน่าย โดยแต่ละครั้งจะมีการทิ้งเปลือกหอยจำนวนมากซึ่งไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อะไรและทำให้เกิดผลเสียทางสภาวะแวดล้อมภายในชุมชน ซึ่งในแต่ละวันเปลือกหอยส่วนใหญ่จะถูกทำลายโดยวิธีการนำมาทิ้งในบริเวณแถบพื้นที่ของโรงงาน ทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษและส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิทัศน์ที่ไม่สวยงามและมีกลิ่นเหม็นเน่าบ้างในบางครั้ง การจัดการเปลือกหอยลายที่มีจำนวนมากด้วยหลักการ 3Rs วิธีที่ดีที่สุดคือ การรีไซเคิล ซึ่งเป็นการนำเปลือกหอยไปแปรรูปเพื่อนำกลับไปใช้เป็นประโยชน์ไม่เป็นมลพิษทางขยะต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นการนำเปลือกหอยมาใช้ประโยชน์ เพื่อช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการทิ้งเปลือกหอย เป็นการนำวัสดุที่เหลือใช้มาประยุกต์ใช้งานและสามารถจำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้เป็นอาชีพเสริม เพิ่มมูลค่าของเปลือกหอยเหลือทิ้ง

เนื่องจากเปลือกหอยเมื่อทำการเผาที่อุณหภูมิสูง จะเปลี่ยนแคลเซียมในเปลือกหอยให้อยู่ในรูปของแคลเซียมออกไซด์หรือปูนขาวซึ่งสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงดินเปรี้ยว ดินเค็ม และดินแข็งได้ ในตอนนี้ได้ทำการวิจัยการปรับปรุงดินเปรี้ยวและดินเค็มในพื้นที่ที่มีปัญหา ในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยต่อเนื่องเพื่อมุ่งเน้นการปรับปรุงดินแข็งโดยการใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิที่เหมาะสม

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการลดเปลือกหอยลายเหลือทิ้งใน จ.สมุทรสาคร
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของเปลือกหอยลาย
3. เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเปลี่ยนจากหินปูนเป็นปูนขาวของเปลือกหอยลาย
4. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเถ้าเปลือกหอยลายในการปรับปรุงความแข็งของดิน

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. เศษของเสียเหลือทิ้งที่ใช้ในงานวิจัยคือ เปลือกหอยลาย ใน จ.สมุทรสาคร
2. ปัญหาของดินที่ใช้ในการศึกษาคือ ปัญหาดินแข็ง
3. พื้นที่ปัญหาในการศึกษาคือ พื้นที่การเกษตร ไร่มันสำปะหลัง บ้านทุ่งกลม-ตาลหมัน อ.บางละมุง จ.ชลบุรี
4. เลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมจากการเผาเปลือกหอยลาย โดยศึกษาจากปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่มีในแคลเซียมคาร์บอเนต (หินปูน)

## 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
2. จัดหาเปลือกหอยลายและทดสอบคุณสมบัติ โดยมีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้คือ 1. ความชื้น 2. เถ้า 3. ร้อยละแคลเซียม 4. ร้อยละของธาตุอื่นๆ
3. ทดสอบคุณสมบัติของดินในพื้นที่ปัญหาในไร่มันสำปะหลัง อ.บางละมุง จ.ชลบุรี โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่วัดคือ 1. ความหนาแน่นของดิน และ 2. ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ
4. ทดสอบหาคุณสมบัติของดินที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 900 1000 1100 และ 1200 องศาเซลเซียส
5. นำเถ้าหอยที่มีปริมาณแคลเซียมออกไซด์เหมาะสมที่สุดจากชุดการทดลองที่ 1 มาปรับปรุงคุณภาพดิน
6. นำดินที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมาทดสอบอีกครั้งเพื่อหาข้อสรุป

### 1.5 สมมุติฐานงานวิจัย

เมื่อเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณของแคลเซียมออกไซด์จะเพิ่มมากขึ้นทำให้สามารถปรับปรุงดินได้ดีขึ้นไปด้วย

### 1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัยนี้คือการกำหนดตัวแปรซึ่งก็คือ เมื่อมีแคลเซียมออกไซด์ในหินปูนมากขึ้นจะทำให้สามารถเผาเปลือกหอยลายปรับปรุงคุณภาพดินแข็งได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น จะต้องทำการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ขณะที่เผาเปลือกหอยที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน แทนที่จะศึกษาสมบัติของดินหลังปรับปรุงคุณภาพจากการเผาเปลือกหอยที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

### 1.7 คำสำคัญของการวิจัย

1. ด้านการเรียนการสอน ผลการวิจัยสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอนทั้งในสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติและสาขาวัสดุศาสตร์

2. ด้านวิชาการ สามารถนำผลวิจัยไปเผยแพร่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการต่าง ๆ ได้

3. ด้านนโยบาย เป็นการบูรณาการความรู้ทั้งในด้านวิชาสิ่งแวดล้อมและวัสดุศาสตร์อีกทั้งยังเป็นการร่วมมือระหว่างนักวิจัยทั้งสองสาขา

4. ด้านอุตสาหกรรม

4.1 ลดขยะอุตสาหกรรม และของเสียต่าง ๆ จากการผลิตเนื้อหอยลายหรือหอยลายกระป๋องในโรงงานอุตสาหกรรม

4.2 เพิ่มสายการผลิตดินให้เป็นไปตามสมบัติต่าง ๆ ตามที่ตลาดต้องการ

5. ด้านสังคมและชุมชน เป็นการสร้างรายได้ให้ชุมชนจากการรีไซเคิลเปลือกหอย

### 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบวิธีการลดเปลือกหอยลายเหลือทิ้งใน จ.สมุทรสาครได้อีกทางหนึ่ง

2. ทราบองค์ประกอบของเปลือกหอยลาย

3. ทราบอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเปลี่ยนจากหินปูนเป็นปูนขาวของเปลือกหอยลาย

4. ทราบคุณสมบัติของเปลือกหอยลายในการปรับปรุงความแข็งของดิน

### 1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการของเสีย หมายถึง การใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อเกิดของเสียควรมีแนวทางการนำกลับไปใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำ โดยพิจารณาตามการใช้ประโยชน์ของของเสียและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เหลือของเสียที่จะต้องนำมากำจัดหรือบำบัดน้อยที่สุด

2. รีไซเคิล หมายถึง การนำวัสดุเหลือใช้ประเภทต่างๆ มาผ่านกระบวนการแปรสภาพ เพื่อเป็นวัสดุใหม่และนำกลับมาใช้ได้ ซึ่งอาจเป็นผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ได้

3. ความหนาแน่น หมายถึง มวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
4. การดูดซึมน้ำ หมายถึง การดูดซึมของเหลวหรือแก๊สไว้ในโครงสร้างของตัวดูดซึม แล้วกักของเหลวนั้นไว้ไม่ให้ไหลออกมา
5. ความร่วนซุย หมายถึง ลักษณะเป็นก้อนไม่เหนียว แตกละเอียดได้ง่าย เช่น ดินร่วนซุย เป็นต้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักการการจัดการของเสีย

ของเสีย (Waste) คือ สิ่งที่เหลือทิ้งจากการ อุปโภค บริโภค การผลิต ในรูปแบบต่างๆ หรือวัสดุอุปกรณ์ที่เสื่อมคุณภาพแล้วไม่สามารถใช้ประโยชน์หรือใช้งานได้อีกโดยของเสียมีหลายสถานะ เช่น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยของเสียสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า มูลฝอย หรือขยะมูลฝอย ของเสียมีหลากหลายรูปแบบมีทั้งของเสียที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่มาก และของเสียที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่หากไม่ได้รับการจัดการ หรือใช้วิธีจัดการที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ทำให้เกิดโรค หรือทำลายระบบนิเวศในสิ่งแวดล้อมได้

##### 2.1.1 ประเภทของเสีย

ของเสียสามารถแบ่งประเภทได้โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ประเภทของเสียตามแหล่งกำเนิดสามารถแบ่งได้จากมีที่มาจากแหล่งกำเนิดของเสียที่สำคัญ ได้แก่

2.1.1.1 ของเสียจากชุมชนหรือบ้านเรือนที่พักอาศัย เช่น ของที่ใช้อยู่ในชีวิตประจำวัน เช่น ผงซักฟอก น้ำยาทำความสะอาด อาจมีสารเคมีที่เป็นพิษเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย แม้ว่าของนั้นจะหมดอายุการใช้งานไปแล้ว แต่สารเคมีก็ยังคงเหลือความเป็นอันตรายอยู่ หากจัดการของเสียเหล่านั้นไม่ถูกวิธีจะทำให้สารเคมีรั่วซึมออกมาได้ ทำให้สารเหล่านั้นเจือปนในแหล่งน้ำ หรือ ดินได้ เช่น ซากแบตเตอรี่รถยนต์เก่าอาจมีน้ำกรดอยู่ ซากถ่านไฟฉายจะมีสารโลหะหนักพวกแมงกานีส หรือแคดเมียมอยู่ภายใน เป็นต้น

2.1.1.2 ของเสียจากเกษตรกรรม เช่น สารเคมีทางการเกษตร เช่น ยาฆ่าแมลง หรือ ยากำจัดวัชพืช ภาชนะที่บรรจุสารเคมีเหล่านี้จะมีสารเคมีตกค้างอยู่ในตัวมันเอง บางชนิดคงทนไม่สลายตัวได้ง่าย มีฤทธิ์อยู่ได้นาน และมีพิษต่อศัตรูพืชแล้วยังมีพิษต่อมนุษย์ด้วย

2.1.1.3 ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สารเคมีเหลือใช้ภาชนะบรรจุสารเคมีหรือภาชนะบรรจุสารเคมีที่ได้จากขบวนการผลิต ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพหรือไม่ได้มาตรฐานและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งของโรงงาน ถือเป็นของเสียอันตรายที่ต้องได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง ของเสียเหล่านี้จะมีทั้งประเภทที่มีลักษณะเป็นสารไวไฟ สารที่เป็นพิษ สารกัดกร่อน หรือมีหลายลักษณะรวมกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.1.4 ของเสียจากโรงพยาบาล เช่น ของเสียที่ถูกทิ้งออกมาจากสถานพยาบาลต่างๆ อาจจะมีเชื้อโรคติดต่อปะปนอยู่ด้วย เช่น เศษเนื้อเยื่อ ชิ้นส่วนอวัยวะต่างๆ เหงื่อ น้ำเหลือง เลือด น้ำหนอง เสมหะ น้ำลาย ปัสสาวะ อุจจาระ ไขข้อ น้ำใน กระดูก เครื่องใช้ที่สัมผัสกับผู้ป่วย เช่น สำลี ผ้าพันแผล มีดผ่าตัด กระดาษชำระ

เข็มฉีดยา และเสื้อผ้าจากห้องต่างๆ เช่น ห้องฉุกเฉิน ห้องปัจจุบันพยาบาล หรือ หน่วยพยาบาล เป็นต้น หากไปสัมผัสเข้าอาจเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคได้ และนอกจากของเสียที่ติดเชื้อโรคแล้ว ยังมีของเสียชนิดอื่นอีก เช่น ยาทั้งหมดอายุแล้ว และสารเคมีที่ใช้ในการแพทย์ ตลอดจนซากสัตว์หรืออุปกรณ์ที่ทิ้งจากห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง เป็น

2.1.2 ขยะยังสามารถแยกประเภทของเสียหรืออีกนัยหนึ่งอาจเรียกของเสียเหล่านี้ว่าขยะ เมื่อแยกประเภทตามลักษณะของขยะ อาจแยกได้เป็น ขยะแห้ง หรือขยะเปียก แต่เมื่อแยกประเภทตามการนำไปใช้ประโยชน์หรือนำไปกำจัด จะสามารถแยกได้เป็น 4 ประเภท ไม่ว่าของเสียนั้นจะมีที่มาจากแหล่งกำเนิดใดก็ตาม โดยกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นได้แยกขยะไว้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1.2.1 ขยะทั่วไป (general waste) เป็นขยะจากสำนักงาน ขยะตามถนนหนทางและขยะจากการก่อสร้าง ได้แก่ กระดาษ เศษไม้ กิ่งไม้ ฟาง ข้าว แก้ว กระเบื้อง ยาง เศษอิฐ กรวด ทราบ ถุงพลาสติก เศษปูน หิน ขยะประเภทนี้จะไม่ย่อยสลายและเน่าเหม็น ในการกำจัดขยะทั่วไป ควรคัดแยกขยะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาเป็นวัสดุในการทำสิ่งประดิษฐ์หรือแลกเปลี่ยนค่าในชุมชน ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.2 ขยะย่อยสลายได้ หรือขยะอินทรีย์ (organic waste) เป็นขยะจากครัวเรือน ภัตตาคาร โรงอาหาร ตลาดสด และการเกษตรกรรม ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เศษเนื้อ เศษผลไม้ ซากสัตว์ มูลสัตว์ขยะประเภทนี้จะย่อยสลายและเน่าเปื่อยได้ง่าย เพราะว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความชื้นสูงมีกลิ่นเหม็น การจัดการขยะประเภทนี้ควรพิจารณาความเป็นไปได้โดยขยะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะนำมาเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ ทำปุ๋ยในครัวเรือน น้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.3 ขยะรีไซเคิล หรือขยะที่สามารถนำไปขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ อโลหะ การจัดการขยะประเภทนี้ จะแยกขยะที่สามารถแปรรูปได้มาขายให้กับร้านรับซื้อหรือตลาดรีไซเคิล เป็นต้น ส่วนขยะที่ไม่สามารถแปรรูปได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.4 ขยะติดเชื้อและขยะอันตราย (hazardous waste) เป็นขยะจากสถานพยาบาล เช่น โรงพยาบาล คลินิก ห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล หรืออื่น ๆ ซึ่งจะมีกรรมวิธีในการทำลายเป็นพิเศษ ได้แก่ วัสดุที่ผ่านการใช้ในโรงพยาบาล เช่น แบทเตอรี กระป๋องสี พลาสติก ฟิล์มถ่ายรูป ถ่านไฟฉาย เป็นต้น การจัดการขยะประเภทนี้จะแยกขยะที่สามารถรีไซเคิลได้มาแลกเปลี่ยนค่ากับทางหน่วยงานหรือร้านค้าที่มีบริการการรับแลก ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยการกำจัดขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลจะทำลายโดยการเผาในเตาเผา ส่วนขยะอันตรายอื่น ๆ ต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง

### 2.1.3 หลักการการจัดการของเสีย

#### 2.1.3.1 ลำดับความสำคัญของการกำจัดของเสียในโรงงาน

การจัดการของเสียในโรงงานตามลำดับความสำคัญ อันดับแรกคือ การลดปริมาณของเสียที่โรงงานจะต้องนำไปกำจัดให้เหลือน้อยที่สุด ก่อนที่จะนำไปบำบัดและกำจัด ซึ่งเรียงตามลำดับความสำคัญ (ดังภาพที่ 2-1 โดยการจัดการของเสียในแต่ละขั้นตอนจะต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดทางกฎหมายทั้งหมด)



ภาพที่ 2.1 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย

ที่มา : <http://www.reo02.com/node/124>

#### 2.1.3.2 การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด

การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด เป็นสิ่งที่ควรพิจารณาเป็นอันดับแรกในการจัดการของเสีย ซึ่งมีแนวทางปฏิบัติดังนี้คือ

1) การออกแบบผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีการผลิต หากผลิตภัณฑ์ไม่มีองค์ประกอบของสารเคมีหรือสารอันตราย และมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนหรือใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง มีการสูญเสียวัตถุดิบน้อย ก็จะช่วยให้เกิดของเสียจากกระบวนการผลิตน้อยลงได้

2) การบริหารจัดการวัตถุดิบ และการขนส่งวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ หากใช้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดหรือเสื่อมคุณภาพและของเสีย ดังนั้น จึงควรรักษาคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้

รวมถึงขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัสดุไปยังโรงงานหรือนำผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงาน เนื่องจากวัสดุที่เสื่อมสภาพหรือวัสดุที่มีการปนเปื้อนสูงเมื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตของโรงงานจะกลายเป็นของเสียที่โรงงานต้องบำบัดหรือกำจัด

3) การบริหารจัดการผลิต กระบวนการผลิตเป็นการนำวัตถุดิบมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และยังมีการใช้สารเคมี พลังงาน และทรัพยากรอื่นๆ ดังนั้น ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรของโรงงาน ผู้ประกอบการจึงควรมุ่งเน้นแนวทางการใช้ทรัพยากรการผลิตเพื่อลดการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตหรือจากกิจกรรมสนับสนุนต่างๆ

### 2.1.3.3 หลักการ 3Rs

3Rs คือ การจัดการของเสียซึ่งจะเน้นในเรื่องของการลดการเกิดของเสีย โดยจะมุ่งเน้นทางด้านการใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อเกิดของเสียผู้ประกอบการจะต้องหาแนวทางการนำกลับไปใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่ โดยพิจารณาถึงศักยภาพการใช้ประโยชน์และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เหลือของเสียที่จะต้องบำบัดและกำจัดในปริมาณน้อยที่สุด โดยเลือกใช้วิธีการกำจัดของเสียเป็นวิธีสุดท้าย ซึ่ง 3RS จะได้แก่ ลดการใช้ (Reduce) ใช้ซ้ำ (Reuse) และรีไซเคิล (Recycle) ซึ่งประเภทของของเสียโรงงานนั้นสามารถแบ่งได้เป็นของเสียจากกระบวนการผลิตหลัก ของเสียจากกระบวนการสนับสนุนการผลิต และของเสียจากสำนักงาน บ้านพักอาศัย และร้านอาหารในบริเวณสำนักงาน

ในส่วนของกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิต การนำแนวคิด 3Rs ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการทำเทคโนโลยีสะอาด (CT) หรือระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (EMS) ในภาคอุตสาหกรรม จะทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ เป็นการสร้างภาพลักษณ์และความรู้สึกที่ดีให้แก่ลูกค้า รวมถึงสร้างทัศนคติที่ดีและการยอมรับของชุมชนโดยรอบ โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการจัดการของเสียที่ดีภายในโรงงานตามหลัก 3Rs จะต้องมีการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

- 1) จะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานทั้งในส่วนของการผลิตและกิจกรรมสนับสนุนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดการเกิดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด
- 2) เมื่อเกิดของเสียขึ้น ควรใช้วิธีจัดการกับของเสียแต่ละประเภทตามศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเสีย เพื่อให้มีของเสียที่ต้องนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบในปริมาณน้อยที่สุด
- 3) การจัดการของเสียจะต้องให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด ตั้งแต่การจัดเก็บของเสีย การนำไปใช้ประโยชน์ภายในโรงงาน และการนำออกไปบำบัดหรือกำจัดภายนอกโรงงาน

### 2.1.3.4 แนวทางการคัดเลือกวิธีการจัดการของเสียตามหลัก 3Rs

1) การคัดแยก (Sorting) ใช้เฉพาะกับของเสียที่ไม่เป็นอันตรายเพื่อจำหน่ายต่อ โดยจะจัดส่งของเสียให้กับโรงงานลำดับที่ 105 คัดแยกของเสียที่ไม่เป็นอันตราย หากโรงงานจะทำการขายหรือบริจาคของเสียให้กับบุคคลธรรมดา กลุ่มชาวบ้าน กลุ่มแม่บ้านหรือกลุ่มเกษตรกร ฯลฯ เพื่อที่จะนำไปจัดการด้วยวิธีการต่างๆ จะต้องยื่นขออนุญาตเป็นเอกสารต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม

2) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

2.1) ใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนโดยส่วนใหญ่เป็นการนำกลับเข้ากระบวนการผลิตใหม่ภายในโรงงาน



2.2) ส่งกลับผู้ขายเพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้ซ้ำ จะใช้เฉพาะกับการส่งภาชนะบรรจุคืนโรงงานผู้ผลิต เพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้

3) การนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก (Recycle) เช่น การใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนโดยนำของเสียที่มีค่าความร้อนและมีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ การใช้เป็นเชื้อเพลิงผสมโดยการนำของเสียมาผ่านกระบวนการปรับคุณภาพ หรือ ผสมกันเพื่อให้เป็นเชื้อเพลิงผสม การเผาเพื่อเอาพลังงานโดยการนำของเสียที่มีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิง หรือ ใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ จะใช้เฉพาะกับของเสียที่มีองค์ประกอบของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ ได้แก่ แคลเซียม อะลูมินา เหล็ก หรือซิลิกา

4) การนำกลับคืนมาใหม่ (Recovery)

4.1) การนำเข้ากระบวนการนำสารตัวทำละลายกลับมาใหม่ โดยนำของเสียประเภทสารตัวทำละลายส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อกลั่นและนำกลับมาใช้ใหม่

4.2) การนำเข้ากระบวนการนำโลหะกลับมาใหม่ โดยนำของเสียที่มีองค์ประกอบของโลหะส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อนำไปผ่านกระบวนการสกัดหรือนำโลหะกลับมาใหม่ และ

4.3) นำเข้ากระบวนการคืนสภาพกรดต่าง เป็นการนำของเสียประเภทกรดหรือต่างส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อนำไปผ่านกระบวนการปรับคุณภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

4.4) การจัดการด้วยวิธีอื่นๆ เช่น นำไปถมที่ ทำปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน หรือ ทำอาหารสัตว์ เป็นต้น

2.1.3.5 วิธีการจัดการและกำจัดของเสีย วิธีการจัดการของเสียในโรงงานแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี

กรณีที่ 1 : กรณีที่ผู้ประกอบการโรงงานต้องจัดการของเสียเองภายในโรงงาน สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้คือ

1) การนำไปฝังกลบ ซึ่งจะต้องให้มีระบบกันซึม ระบบการตรวจสอบการรั่วไหล ระบบระบายก๊าซ และระบบบำบัดน้ำเสียตามความเหมาะสมของชนิดหรือประเภทของเสีย

2) การนำไปเผา โดยของเสียที่ไม่เป็นอันตรายให้เผาโดยควบคุมค่ามาตรฐานของมลสารที่ระบายออกจากปล่อง และห้ามเผาของเสียที่เป็นอันตราย เว้นแต่จะได้รับความเห็นชอบจาก กรอ.

3) การจัดการด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การหมักทำ ปุ๋ย การถมที่ การนำกลับไปใช้ประโยชน์อื่นๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจาก กรอ.

กรณีที่ 2 : กรณีที่ผู้ประกอบการโรงงานต้องการขออนุญาตนำของเสียออกนอกบริเวณโรงงาน โดยต้องแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับของเสีย ระบุวิธีการรวมถึงผู้รับดำเนินการที่ขออนุญาตจัดการกับของเสีย และต้องได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมก่อนถึงจะสามารถนำของเสียออกไปจัดการตามวิธีการที่ได้รับอนุญาต

## 2.2 อุตสาหกรรมหอยลายในประเทศไทย

### 2.2.1 ลักษณะหอยลายในประเทศไทย

หอยลายเป็นทรัพยากรทางทะเลอย่างหนึ่งในประเทศไทย เป็นหอยฝาคู่ ซึ่งในประเทศไทยจะพบหอยลายอยู่ 3 ชนิด คือ (ก) *Paphia undulata* (ข) *P.alapapilionis* และ (ค) *P. crassiusulca* (ดังแสดงในภาพที่ 2.2) แต่ชนิดที่นิยมนำมารับประทานคือ *Paphia undulata* ซึ่งจะพบเห็นได้ทั่วไปตามท้องตลาด ไม่ว่าจะเป็นหอยลายขายทั้งเปลือกหรือหอยลายแกะเปลือกแล้ว หรือ ตามร้านอาหารก็อาจจะเห็นเมนูหอยลายผัดพริกเผาได้อยู่

บ่อย ๆ หอยลายประเภทนี้สามารถนำไปแปรรูปส่งออกต่างประเทศได้ ดังนั้นจึงทำให้โรงงานที่จำหน่ายหอยจำพวกนี้มีความต้องการมากยิ่งขึ้น แต่ก่อนที่จะนำมาจำหน่าย จะต้องมีการทำความสะอาด แกะเปลือกและแพ็คใส่บรรจุภัณฑ์ โดยเปลือกของหอยจะถูกนำไปกองทิ้ง ไม่มีการจัดการที่ถูกต้องอีกทั้งก่อให้เกิดปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย



(ก)

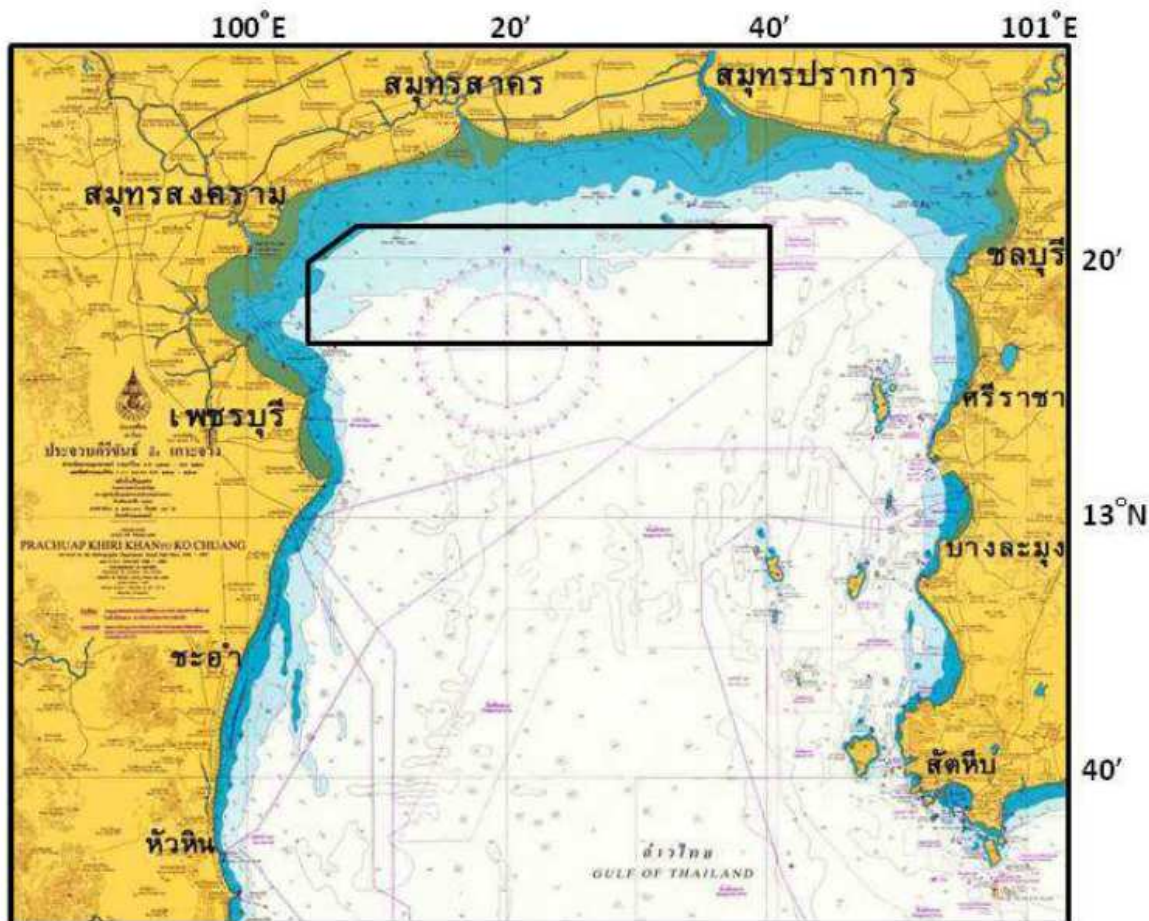
(ข)

(ค)

ภาพที่ 2.2 (ก) *Paphia undulata* (ข) *P. alapapilionis* และ (ค) *P. crassisulca*  
ที่มา : <http://www.thai-nec.org/mollusca.html>

หอยลายนับเป็นหอยเศรษฐกิจ ซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอต่อการบริโภคและยังมีการแปรรูปหอยลายอีกด้วย เช่น หอยลายแกะเปลือก หอยลายแช่แข็ง หรือในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ก็มีการแปรรูปหอยลายเป็นหอยลายกระป๋อง เป็นต้น ในประเทศไทยหอยลายแพร่กระจายทั่วไปบริเวณปากแม่น้ำ โดยเฉพาะปากแม่น้ำทางฝั่งอ่าวไทย เช่น ชลบุรี สมุทรปราการ และตราด เป็นต้น หรือบริเวณอ่าวไทยตอนใน ส่วนทางฝั่งทะเลอันดามัน พบมากบริเวณปากแม่น้ำในแถบจังหวัดพังงา ภูเก็ต ตรัง และระนอง

หอยลายในพื้นที่ทำการศึกษาอยู่ที่ตำบล มหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งจากการศึกษาอัตราการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนใน พบว่ามีการจับหอยลายช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม ปี 2550 เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน เดือนมีนาคมเป็น เดือนที่มีการทำประมงหนาแน่นที่สุด มีอัตราการจับเฉลี่ยเท่ากับ 5,761.40 กิโลกรัมต่อวัน ในขณะที่เดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการทำประมงน้อยมาก อัตราการจับอยู่ในช่วง 1,814.70-6,706.50 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง โดยพื้นที่ประมงหอยลายแสดงไว้ (ดังภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 แหล่งประมงหอยลายบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน  
ที่มา : (ทวีป บุญวานิช, 2557)

### 2.2.2 คุณสมบัติของเปลือกหอย

เปลือกหอย หรือ ฝาหอย (Shell) คือ สสารที่เป็นของแข็งที่ห่อหุ้มลำตัวภายนอกของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมมอลลัสคา ประกอบด้วยสารจำพวกแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ สารประกอบชนิดนี้เป็นของแข็งสีขาว มีสมบัติไม่ละลายน้ำ ส่วนของแข็งสีขาวคือแคลเซียมคาร์บอเนตออกมาก่อตัวเป็นเปลือกห่อหุ้มภายนอก ส่วนที่เหลือเป็นสารอื่น ๆ เช่น แคลเซียมฟอสเฟต, แมกนีเซียมคาร์บอเนต, แมกนีเซียมฟอสเฟต, แมกนีเซียมซิลิเกต, โปรตีนประเภทคอนไคโอลิน

เปลือกหอยประกอบไปด้วย 3 ชั้น คือ ชั้นนอกสุด ชั้นกลาง และชั้นในสุด ชั้นนอกสุดประกอบด้วยสารส่วนใหญ่เป็นโปรตีนประเภทคอนไคโอลิน เป็นชั้นที่บางและหลุดง่าย ชั้นกลางเป็นสารประกอบแคลเซียมซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแคลไซต์ ส่วนชั้นในจะเป็นสารประกอบแคลเซียมที่อยู่ในรูปของอะราโกไนต์

เนื่องจากเปลือกหอยมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ แคลเซียม จึงมีการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัตินี้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ใช้เป็นกระดูกเทียมแทนโลหะโดย นำเปลือกหอยสดมาต้มล้างทำความสะอาด

เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ภายนอก นำไปฝังให้แห้ง แล้วเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป จากนั้นนำส่วนที่เหลือมาบดหยาบและบดละเอียด จะได้เป็นผงแคลเซียมออกไซด์ นำไปผสมสารตัวเติมเข้าไปเพื่อทำการแปรรูปเชิงเคมีวิทยาให้กลายเป็นผงกระดูกที่มีสูตรโครงสร้างเป็นแคลเซียมฟอสเฟต ไฮดรอกไซด์ของกระดูกมนุษย์ แล้วไปขึ้นรูปตามตำแหน่งที่ต้องการใช้งานในร่างกายมนุษย์ เป็นต้น

## 2.3 ชนิดของดิน

### 2.3.1 ชนิดของดิน

อนุภาคของดินจะรวมตัวกันเข้าเกิดเป็นเม็ดดิน อนุภาคเหล่านี้จะมีขนาดไม่เท่ากัน ขนาดเล็กที่สุดคืออนุภาคดินเหนียว อนุภาคขนาดกลางเรียกอนุภาคทรายแป้ง อนุภาคขนาดใหญ่เรียกว่า อนุภาคทรายเนื้อดิน จะมีอนุภาคทั้ง 3 กลุ่มนี้ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่ไม่เท่ากันทำให้เกิดลักษณะของดิน 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ดินเหนียว ดินทราย และดินร่วน

1. ดินเหนียว เป็นดินที่เมื่อเปียกแล้วมีความยืดหยุ่น อาจปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้เหนียวเหนอะหนะติดมือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี มีความสามารถในการจับยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้สูง หรือค่อนข้างสูง เป็นดินที่มีก้อนเนื้อละเอียด เพราะมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวอยู่มาก เหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน พื้นที่ดินเหนียวเป็นดินที่มีเนื้อละเอียดแน่น มีการจับตัวกันอย่างหนาแน่น มีช่องว่างระหว่างเม็ดดินน้อย อุ้มน้ำได้ดี และไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย แต่การระบายถ่ายเทอากาศไม่สะดวก เหมาะสำหรับปลูกพืชที่ต้องการน้ำมาก เช่น ข้าว บัว เป็นต้น

2. ดินทราย เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดีมาก มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพราะความสามารถในการจับยึดธาตุอาหารพืชน้อย พืชที่ขึ้นบนดินทรายจึงมักขาดทั้งอาหารและน้ำ เป็นดินที่มีเนื้อดินทรายเพราะมีปริมาณอนุภาคทรายมาก พื้นที่ดินทรายเป็นที่ประกอบด้วยทรายตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยน้ำหนักมีสมบัติเหมือนทราย เนื้อดินมีลักษณะหยาบ เม็ดดินไม่เกาะตัวกัน ทำให้การระบายน้ำได้เร็วมาก จึงไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ เหมาะสำหรับปลูกพืชที่ต้องการน้ำน้อย และมีความอดทนสูง เช่น ตะบองเพชร เป็นต้น

3. ดินร่วน เป็นดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือ ยืดหยุ่นได้บ้าง มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกในธรรมชาติมักไม่ค่อยพบ แต่จะพบดินที่มีเนื้อดินใกล้เคียงกันมากกว่า พื้นที่ดินร่วนเป็นดินที่ประกอบด้วย ทราย โคลนตม และดินเหนียว โดยมีปริมาณดินทรายและดินเหนียวไม่มากนัก ดินชนิดนี้จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินมาก ทำให้น้ำซึมได้สะดวก แต่การอุ้มน้ำน้อยกว่าดินเหนียว เหมาะสำหรับปลูกพืชส่วนใหญ่ เช่น พักทอง คะน้า ถั่วฝักยาว ผลไม้ ไม้ได้แก่ มะละกอ ส้ม เงาะ เป็นต้น

สีของดิน สีของดินจะทำให้เราทราบถึงความอุดมสมบูรณ์ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ปะปนอยู่และแปรสภาพเป็นฮิวมัสในดิน ทำให้สีของดินต่างกันถ้ามีฮิวมัสน้อยสีจะจางลงมีความอุดมสมบูรณ์น้อย

## 2.3.2 การแบ่งประเภทของดินในลักษณะต่างๆ

### 2.3.2.1 แบ่งตามสภาพพื้นที่

1. ดินที่ลุ่ม หรือที่เรียกกันว่า ดินนา คือ ดินที่เกิดในบริเวณพื้นที่ต่ำ สภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบ ส่วนใหญ่พบเป็นบริเวณกว้างในภาคกลางและตามที่ราบลุ่มแม่น้ำต่างๆ ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการทำนา และมักมีน้ำท่วมขังในพื้นที่ในช่วงฤดูฝน
2. ดินที่ดอน หรือ ดินไร่ คือ ดินที่พบอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน สภาพพื้นที่อาจเป็นที่ราบ ที่ลาดเชิงเขา หรือเป็นลูกคลื่น มีการระบายน้ำดี โดยทั่วไปจะไม่มีน้ำขังน้ำเมื่อฝนตกพบอยู่ทั่วไปในภูมิภาคต่างๆ ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล หรือไม้ยืนต้นอื่นๆ

### 2.3.2.2 แบ่งตามความลึกของดิน

ความลึกของดิน (effective soil depth) หมายถึงความหนาของดินนับจากชั้นผิวดินลงไปจนถึงชั้นดินที่ขัดขวางต่อการเจริญเติบโตหรือการชอนไชของรากพืช เช่น ชั้นหินพื้น ชั้นดาน ชั้นเศษหิน ชั้นกรวด หรือชั้นลูกรัง เป็นต้น ซึ่งมีผลทำให้รากพืชชะงักงัน ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ซึ่งโดยทั่วไปดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกควรมีความลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ขึ้นไป

1. ดินตื้นมาก คือ ดินที่มีความหนาไม่เกิน 25 เซนติเมตร นับจากผิวดินลงไป
2. ดินตื้น คือ ดินที่มีความหนาตั้งแต่ 25-50 เซนติเมตร นับจากผิวดิน
3. ดินลึกปานกลาง คือ ดินที่มีหนาตั้งแต่ 50-100 เซนติเมตร นับจากผิวดิน
4. ดินลึก-ลึกมาก คือ ดินที่มีความหนามากกว่า 100 เซนติเมตร นับจากผิวดินลงไป

### 2.3.2.3 แบ่งตามวัสดุที่เป็นองค์ประกอบในดิน

1. ดินอนินทรีย์ ดินที่พบอยู่ทั่วไป มักจะเป็น ดินอนินทรีย์ (mineral soils) คือเป็นดินที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอนินทรีย์สารที่ได้มาจากการผุพังสลายตัวของหิน แร่ ผสมคลุกเคล้าอยู่กับอินทรีย์วัตถุ ปกคลุมพื้นผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆ

2. ดินอินทรีย์ ดินที่เกิดในสภาพป่าพรุ หรือสภาพที่มีน้ำแช่ขังเป็นระยะเวลายาวนานมีพืชชอบน้ำขึ้นอยู่ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อกระบวนการย่อยสลายเศษซากอินทรีย์ต่างๆ ทำให้เกิดการทับถม และสะสมเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดเป็นชั้นดินอินทรีย์ หรือชั้น O ชั้น และเมื่อมีการทับถมมากขึ้นเรื่อย ดินนี้จะกลายเป็นดินอินทรีย์ในที่สุด

หลักในการพิจารณาว่า ดินชนิดไหนเป็นดินอนินทรีย์ หรือดินอินทรีย์นั้น ได้มีข้อตกลงกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ทางดิน โดยให้ถือว่า ดินที่มีคาร์บอนอินทรีย์มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก และมีชั้นดิน O เกิดเป็นชั้นหนามากกว่า 40 ซม. นั้น ให้เรียกว่า “ดินอินทรีย์” ส่วนดินที่มีคาร์บอนอินทรีย์ น้อยกว่า 20 % โดยน้ำหนัก เรียกว่า “ดินอนินทรีย์”

#### 2.3.2.4 แบ่งตามพัฒนาการ

1. ดินมีพัฒนาการน้อย หมายถึง ดินที่ประกอบด้วยชั้นดินบน (A) และชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน (C)
2. ดินมีพัฒนาการมาก ดินที่ประกอบด้วยชั้นดินบน (A) ชั้นดินล่างที่แสดงการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการทางดิน (B) และชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน (C)

#### 2.3.2.5 แบ่งตามสมบัติ

1. ดินดี ในทางการเกษตรหมายถึง ดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุอินทรีย์วัตถุ น้ำ และอากาศ ในสัดส่วนที่เหมาะสม สามารถปลูกพืชได้โดยใช้วิธีการจัดการดูแลตามปกติธรรมดาที่ไม่ยุ่งยาก มักจะมีหน้าดินสีดําหนา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืช มีปฏิกิริยาดินไถ้เป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-7.0 และไม่มีชั้นที่ขัดขวางการเจริญเติบโตของรากพืช
2. ดินไม่ดี หรือ ดินเลว คือ ดินที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่เหมาะสม หรือเหมาะสมน้อย สำหรับการเพาะปลูก ส่งผลให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตามปกติได้ ถ้าหากว่าจำเป็นต้องใช้ดินเหล่านี้ในการเพาะปลูกพืช ก็ต้องมีการจัดการแก้ไขให้เหมาะสมเสียก่อน

อย่างไรก็ตาม การที่จะบอกได้ว่าพื้นที่ใดเป็นดินดีหรือไม่นั้น ยังต้องคำนึงถึงชนิดของพืชที่จะปลูกในบริเวณนั้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก พืชแต่ละชนิดมีความต้องการสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น ข้าว เป็นพืชที่ชอบน้ำ ดังนั้นดินที่เหมาะสมสำหรับข้าวจึงควรเป็นดินในพื้นที่ลุ่ม เนื้อดินเป็นดินเหนียวที่มีการระบายน้ำเลว ซึ่งจะช่วยให้สามารถขังน้ำไว้ในนาข้าวได้ แต่ถ้าต้องการปลูกพืชไร่หรือผลไม้ ดินที่ดีสำหรับพืชพวกนี้ควรเป็นดินลึก มีหน้าดินหนา เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนหรือพวกที่มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้รากพืชสามารถขอลงไปใต้ดินได้ลึก สามารถต้านทานแรงลมได้ดี เป็นต้น

## 2.4 สมบัติของดิน

### 2.4.1 สมบัติทางกายภาพ

1. ลักษณะเนื้อดิน คือ คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า บางชนิดเนื้อละเอียด บางชนิดเนื้อหยาบ ชิ้นส่วนเล็กๆ ของดินประกอบด้วยกรวด ทราย ดินตะกอน ดินเหนียวและฮิวมัส
2. สีของดิน คือ สีที่เกิดจากสารประกอบในดิน ทำให้ดินมีสี ต่างกัน เช่น ดินที่มี ฮิวมัสปนอยู่มาก จะมีสีคล้ำ ดินที่มีเหล็กปนอยู่มากจะมีสีน้ำตาลแดง
3. ความพรุน คือ ช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เป็นที่สำหรับให้น้ำและอากาศผ่านเข้าไปในเนื้อดิน ดินชั้นบนมีความพรุนมากกว่าดินชั้นล่าง

### 2.4.2 สมบัติทางเคมี

เป็นลักษณะภายในของดินที่เราไม่สามารถจะมองเห็นหรือสัมผัสได้โดยตรง ได้แก่

1. ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน หรือที่เรียกกันว่า "พีเอช" (pH) เป็นค่าปฏิกิริยาดิน วัดได้จากความเข้มข้นของปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H+) ในดิน โดยทั่วไปค่าพีเอชของดิน จะบอกเป็นค่าตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 14
  - ถ้าดินมีค่าพีเอชน้อยกว่า 7 แสดงว่าดินนั้นเป็นดินกรด ยังมีค่าน้อยกว่า 7 มาก ก็จะเป็นกรดมาก
  - แต่ถ้าดินมีพีเอชมากกว่า 7 จะเป็นดินด่าง
  - ส่วนดินที่มีพีเอชเท่ากับ 7 พอดีแสดงว่าดินเป็นกลาง

แต่โดยปกติแล้วพีเอชของดินทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 5 ถึง 8 พีเอชของดินมีความสำคัญต่อการปลูกพืชมาก เพราะเป็นตัวควบคุมการละลายธาตุอาหารในดินออกมาอยู่ในสารละลายหรือน้ำในดิน ถ้าดินมีพีเอชไม่เหมาะสม ธาตุอาหารในดินอาจจะละลายออกมาได้น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หรือในทางตรงกันข้ามธาตุอาหารบางชนิดอาจจะละลายออกมามากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืชได้

พืชแต่ละชนิดชอบที่จะเจริญเติบโตในดินที่มีช่วงพีเอชต่างๆ กันสำหรับพืชทุกๆ ไปมักจะเจริญเติบโตในช่วงพีเอช 6-7 ซึ่งเป็นช่วงที่ธาตุอาหารพืชต่างๆ มีความเป็นประโยชน์สูงกว่าช่วงพีเอชอื่นๆ

2. ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืช เราทราบแล้วว่า ดินประกอบด้วยของแข็งที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ กัน ตั้งแต่อนุภาคขนาดทราย ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร จนถึงขนาดดินเหนียว ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.002 มิลลิเมตร จากการศึกษาพบว่า อนุภาคที่มีมากที่สุดในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวนี้ก็คือ แร่ดินเหนียว (clay minerals) ซึ่งถือกันว่าเป็นส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ในดิน

แร่ดินเหนียว จัดเป็นแร่ที่มีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นชั้นที่มีรูปร่างแบนบางเหมือนแผ่นกระดาษ และมีการเชื่อมโยงระหว่างกันในลักษณะของการเรียงซ้อนทับกันเป็นชั้นๆ จนเกิดเป็นผลึกที่มีรูปร่างต่างๆ กัน เช่น เป็นแผ่นบาง เป็นเส้น เป็นหลอดหรือเป็นท่อ แร่ดินเหนียวมีหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มเคโอลิน สเมกไทต์ อิลไลต์ คลอไรต์ และอื่นๆ นักวิทยาศาสตร์สามารถแยกชนิดของแร่ดินเหนียวได้โดยการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน การทดสอบการลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ หรือใช้การวิเคราะห์ทางเคมีบางอย่าง เนื่องจากที่พื้นผิวของแร่ดินเหนียวนี้มีประจุไฟฟ้าลบ จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาการดูดยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในดินซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกได้ ดังนั้นถ้าในดินมีแร่ดินเหนียวมากก็จะมีประจุลบมาก จึงสามารถดูดยึดธาตุอาหารที่มีประจุบวกได้ได้มากด้วย แร่ดินเหนียวจึงเป็นส่วนสำคัญในการควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ความรุนแรงของสภาพความเป็นกรด นอกจากนี้ยังมีส่วนควบคุมหรือต้านทานการเปลี่ยนแปลงของดินต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วย อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการดูดซับและแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน ยังขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ดินเหนียวอีกด้วย โดยที่แร่ในกลุ่มเคโอลิน จะมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุน้อยกว่าแร่ดินเหนียวในกลุ่มสเมกไทต์ และอิลไลต์ เป็นต้น

### 2.4.3 ธาตุอาหารในดิน

ในจำนวนธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต้องใช้เพื่อการเจริญเติบโตออกดอก ออกผล ซึ่งมีอยู่ 16 ธาตุ นั้น มี 3 ธาตุที่พืชได้มาจากอากาศและน้ำ คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ส่วนอีก 13 ธาตุ นั้น พืชต้องดูดดึงขึ้นมาจากดินซึ่งธาตุเหล่านี้ได้มาจากการผุพังสลายตัวของส่วนที่เป็นอนินทรีย์วัตถุและอินทรีย์วัตถุหรือฮิวมัสในดิน สามารถแบ่งตามปริมาณที่พืชต้องการใช้ได้ เป็น 2 กลุ่มคือ มหาธาตุ และจุลธาตุ



## 1. มหธาตุ (macronutrients)

มหธาตุหรือธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก ที่ได้มาจากดินมีอยู่ 6 ธาตุ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม

- ธาตุอาหารหลัก หรือ ธาตุปุ๋ย ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) เนื่องจากสามธาตุนี้พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก แต่มักจะได้รับจากดินไม่ค่อยเพียงพอกับความต้องการ ต้องช่วยเหลือโดยใส่ปุ๋ยอยู่เสมอ

- ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นกลุ่มที่พืชต้องการใช้ในปริมาณที่น้อยกว่า และไม่ค่อยมีปัญหาขาดแคลนในดินทั่วๆ ไปเหมือนสามธาตุแรก

## 2. จุลธาตุ หรือ ธาตุอาหารเสริม (micronutrients)

จุลธาตุหรือธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณน้อย มีอยู่ 7 ธาตุ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และคลอรีน (Cl)

อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นธาตุอาหารในกลุ่มมหธาตุหรือจุลธาตุ ต่างก็มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่น้อยไปกว่ากัน เพราะความจริงแล้วธาตุทุกธาตุมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของพืชเท่าๆ กัน จะต่างกันแต่เพียงปริมาณที่พืชต้องการเท่านั้น ดังนั้นพืชจึงขาดธาตุใดธาตุหนึ่งไม่ได้ หากพืชขาดธาตุอาหารแม้แต่เพียงธาตุเดียวพืชจะหยุดการเจริญเติบโต แคระแกร็น ไม่ให้ผลผลิตและตายในที่สุด

ธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันไป และถ้าพืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ ก็จะแสดงอาการที่แตกต่างกันตามแต่ชนิดของธาตุอาหารที่ขาดแคลนนั่น

ไนโตรเจน มีหน้าที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน ช่วยให้พืชมีสีเขียว เร่งการเจริญเติบโตทางใบ หากพืชขาดธาตุนี้จะแสดงอาการใบเหลือง ใบมีขนาดเล็กกลอง ลำต้นแคระแกร็นและให้ผลผลิตต่ำ

ฟอสฟอรัส มีหน้าที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของราก ควบคุมการออกดอก ออกผล และการสร้างเมล็ด ถ้าพืชขาดธาตุนี้ระบบรากจะไม่เจริญเติบโต ใบแก่จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลและหลุดร่วง ลำต้นแกร็นไม่ผลิดอกออกผล

โพแทสเซียม เป็นธาตุที่ช่วยในการสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบไปสู่ผล ช่วยให้ผลเติบโตเร็วและมีคุณภาพดี ช่วยให้พืชแข็งแรง ต้านทานต่อโรคและแมลงบางชนิด ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะไม่แข็งแรง ลำต้นอ่อนแอ ผลผลิตไม่เติบโต มีคุณภาพต่ำ สีไม่สวย รสชาติไม่ดี

แคลเซียม เป็นองค์ประกอบที่ช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ด พืชขาดธาตุนี้ใบที่เจริญใหม่จะหงิกงอ ตายอดไม่เจริญ อาจมีจุดดำที่เส้นใบ รากสั้น ผลแตก และมีคุณภาพไม่ดี

แมกนีเซียม เป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ ช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโน วิตามิน ไนโตรเจน และน้ำตาล ทำให้สภาพกรดต่างในเซลล์พอเหมาะและช่วยในการงอกของเมล็ด ถ้าขาดธาตุนี้ใบแก่จะเหลือง ยกเว้นเส้นใบ และใบจะร่วงหล่นเร็ว

กำมะถัน เป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน และวิตามิน ถ้าขาดธาตุนี้ทั้งใบบนและใบล่างจะมีสีเหลืองซีด และต้นอ่อนแอ

โบรอน ช่วยในการออกดอกและการผสมเกสร มีบทบาทสำคัญในการติดผลและการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสู่ผล การเคลื่อนย้ายของฮอร์โมน การใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนและการแบ่งเซลล์ ถ้าพืชขาดธาตุนี้ ตายอดจะตายแล้วเริ่มมีตาข้าง แต่ตาข้างก็จะตายอีก ลำต้นไม่ค่อยยืดตัว กิ่งและใบจึงชิดกัน ใบเล็ก หนา ไค้ และเปราะ

ทองแดง ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การหายใจ การใช้โปรตีนและแป้ง กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ถ้าพืชขาดธาตุนี้ ตายอดจะชะงักการเจริญเติบโตและกลายเป็นสีดำ ใบอ่อนเหลือง และพืชทั้งต้นจะชะงักการเจริญเติบโต

คลอรีน มีบทบาทบางประการเกี่ยวกับฮอร์โมนในพืช ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะเหี่ยวง่าย ใบสีซีด และบางส่วนแห้งตาย

เหล็ก ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสงและหายใจ ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีขาวซีดในขณะที่ใบแก่ยังเขียวสด

แมงกานีส ช่วยในการสังเคราะห์แสงและการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเหลืองในขณะที่เส้นใบยังเขียว ต่อมาใบที่มีอาการดังกล่าวจะเหี่ยวแล้วร่วงหล่น

โม่ลิดินัม ช่วยให้พืชใช้ในโตรเจนให้เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะมีอาการคล้ายขาดไนโตรเจน ใบมีลักษณะโค้งคล้ายถ้วย ปรากฏจุดเหลืองๆ ตามแผ่นใบ

สังกะสี ช่วยในการสังเคราะห์ฮอร์โมนออกซิน คลอโรฟิลล์ และแป้ง ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเหลืองซีดและปรากฏสีขาวๆ ประปรายตามแผ่นใบ โดยเส้นใบยังเขียว รากสั้นไม่เจริญตามปกติ

เมื่อมีการปลูกพืชลงบนดิน ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของธาตุอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในดิน เนื่องจากในขณะที่พืชมีการเจริญเติบโต พืชจะดูดดึงธาตุอาหารในดินไปใช้และเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ได้แก่ ใบ ลำต้น ดอก ผล จนถึงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตและนำออกไปจากพื้นที่ ธาตุอาหารที่สะสมอยู่เหล่านั้นย่อมถูกนำออกไปจากพื้นที่ด้วย นอกจากนี้ธาตุอาหารบางส่วนยังเกิดการสูญหายไปในรูปแบบก๊าซ ถูกดินหรือสารประกอบในดินจับยึดไว้ บางส่วนถูกชะล้างออกไปจากบริเวณรากพืช หรือสูญเสียไปกับการชะล้างพังทลายของดิน ดังนั้นการเพาะปลูกพืชติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน โดยไม่มีการเติมธาตุอาหารลงไปในดิน ย่อมทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง และในที่สุดดินจะกลายเป็นดินเลวปลูกพืชไม่เจริญเติบโตอีกต่อไป ในการปลูกพืชจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อบำรุงดิน ช่วยเพิ่มธาตุอาหารพืชและยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้อยู่เสมอ

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทวีป บุญวานิช (2557) ได้ทำการศึกษาอัตราการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนในพบว่ามีการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนบน ช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม ปี 2550 เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน เดือนมีนาคมเป็น เดือนที่มีการทำประมงหนาแน่นที่สุด มีอัตราการจับเฉลี่ยเท่ากับ 5,761.40 กิโลกรัม/วัน ในขณะที่เดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการทำประมงน้อยมาก อัตราการจับอยู่ในช่วง 1,814.70-6,706.50 กิโลกรัม/วัน ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง

จากข่าวไทยรัฐ เมื่อวันที่ 6 ส.ค. 2555 มีการวิจัยคุณสมบัติเปลือกหอย เพื่อทำเป็นกระดุกเทียมใช้แทนโลหะ นายแพทย์สิทธิพร บุญยนิคย์ พบว่า เนื่องจากเปลือกหอยมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ แคลเซียม จึงมีการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัตินี้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ใช้เป็นกระดุกเทียมแทนโลหะโดย นำเปลือกหอยสดมาต้มล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ภายนอก นำไปล้างให้แห้ง แล้วเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป จากนั้นนำส่วนที่เหลือมาบดหยาบและบดละเอียด จะได้เป็นผงแคลเซียมออกไซด์ นำไปผสมสารตัวเติมเข้าไปเพื่อทำการแปรรูปเชิงเคมีวิทยาให้กลายเป็นผงกระดุกที่มีสูตรโครงสร้างเป็นแคลเซียมฟอสเฟต ไฮดรอกไซด์ของกระดูกมนุษย์ แล้วไปขึ้นรูปตามตำแหน่งที่ต้องการใช้งานในร่างกายมนุษย์ เป็นต้น

เอนก สวระอินทร์ และ ชุตินุช สุจริต (2555) ได้ศึกษาการรีไซเคิลเปลือกหอยตลับเพื่อผลิตปูนขาวสำหรับการบำบัดน้ำเสีย ได้นำปูนขาวจากเปลือกหอยตลับเทียบกับปูนขาวจากหินปูนพบว่าปูนขาวจากเปลือกหอยตลับมีคุณลักษณะสมบัติใกล้เคียงกับปูนขาวจากหินปูน (Limestone) องค์ประกอบของปูนขาวเตรียมจากเปลือกหอยตลับมีแคลเซียม ออกไซด์ (CaO) ร้อยละ 60.1 และสารประกอบอื่นๆ ปริมาณน้อย ปูนขาวจากเปลือกหอยตลับสามารถใช้เป็นสารปรับค่าพีเอชและ สารสำหรับควบคุมค่าพีเอชของน้ำในการควบคุมกลไกการบำบัดน้ำเสียด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

สุภกร บุญยีน และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย โดยเตรียมตัวอย่างของ เปลือกหอยแมลงภู่ หอยหวาน และหอยแครงในรูปแบบผง นำไปเผาในช่วงอุณหภูมิ 500, 700 และ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง บดและกรองผ่านตะแกรงคัดกรองขนาด 100 ไมโครเมตร พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตที่สะสมอยู่ในเปลือกหอยมีการเปลี่ยนแปลงเป็นแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วยการนำวิเคราะห์ด้วยการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (XRD) กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM) และวิเคราะห์พื้นที่ผิวด้วยเทคนิค Brunauer-Emmett-Teller (BET) ผลการวิเคราะห์พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยทุกชนิดประกอบด้วยโครงสร้างอะราโกไนต์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนไป เป็นโครงสร้างแคลไซต์ที่อุณหภูมิ 500-700 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตเกิดเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์อย่างสมบูรณ์ ส่วนการเผาเปลือกหอยแมลงภู่จะ เปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์ได้ดีกว่าเปลือกหอยแครงและเปลือกหอยหวาน ตามลำดับ นอกจากนี้ แคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากเปลือกหอยแครงยังมีความไวต่อความชื้น ซึ่งเปลี่ยนเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้ง่าย

กมล อมรฟ้า (2544) ได้ทำการศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนโดยใช้ ซีเมนต์และปูนขาว ดินเหนียวที่ใช้ในการทดสอบเป็นดินเหนียวที่มีค่าพลาสติกสูง (CH) มีปริมาณน้ำเท่ากับ 93.5% มีค่าความเป็นพลาสติกเท่ากับ 60.2% ค่ากำลังอยู่ในช่วง 0.08-0.21 กก./ซม.(2) นำดินผสมสารเชื่อมประสานต่าง ๆ ได้แก่ ซีเมนต์ (SC) ปูนขาว (SL) ซีเมนต์ผสมปูนขาวที่อัตราส่วน 2: 1 (SCL1) ซีเมนต์ผสมปูนขาวที่ อัตราส่วน 1: 1 (SCL2) และ ซีเมนต์ผสมปูนขาวที่อัตราส่วน 1: 2 (SCL3) ที่ปริมาณ 100, 150, 200 และ 250 กก./ม.(3) โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อสารเชื่อมประสานเท่ากับ 0.8 บ่มตัวอย่างดินที่ผสมแล้วเป็นเวลา 4, 7, 14, 28, 90 และ 180 วัน จากนั้น จึงทำการทดสอบหาค่ากำลังของดินโดยวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัดแกนเดียว ผลการศึกษาพบว่าดินผสมซีเมนต์ (SC) มีการพัฒนากำลังอย่างรวดเร็วในระยะแรก ตั้งแต่เริ่มผสมจนถึง 28 วัน และหลังจากนั้นกำลังจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในระยะยาว (หลัง 28 วัน) เมื่อปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังเพิ่มขึ้นด้วย ผลจากการ ทดสอบการหดตัวพบว่าเมื่อปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าคุณสมบัติทางวิศวกรรม เช่นค่า  $C_v$ ,  $k$ ,  $C_r$  และ  $C_c$  ลดลง ในขณะที่ค่า  $P_c$  เพิ่มขึ้น กรณีดินผสมปูนขาว (SL) จะมีการพัฒนากำลังอย่างสม่ำเสมอทั้งในระยะแรกและระยะยาว และเมื่อปริมาณปูนขาว เพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังเพิ่มขึ้นจนถึงปริมาณปูนขาวที่ให้กำลังสูงสุด

สุรัชย์ โภเมนธรรมโสภณ และ ประภาส วันทอง (2554) ทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ ในการนำเถ้าชานอ้อยมาปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนร่วมกับปูนขาว โดยใช้อัตราส่วน ระหว่างปูนขาวต่อเถ้าชานอ้อย 1:2 เป็นสารผสมเพิ่ม แล้วใช้สารผสม เพิ่มผสมกับดินเหนียวตากแห้งและร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 40 ปริมาณร้อยละ

ละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักดินเหนียว และทำ การบ่มที่อายุ 7, 14 และ 28 วันจากนั้นทำการทดสอบ กำลังอัดแกน เดียว (UCS) ของดินปรับปรุงคุณภาพจากผลการทดสอบแรงอัดแกน เดียวพบว่า ค่ากำลังอัดแกน เดียว (UCS) มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณสาร ผสมเพิ่มที่เติมลงไปในดิน คือที่อัตราส่วนผสมเพิ่มร้อยละ 40 จะมีค่า UCS สูงที่สุด เนื่องจากปฏิกิริยา Pozzolanic ระหว่างปูนขาว เถ้าขาน อ้อยและดินเกิดขึ้นไม่สูง นอกจากนี้ค่า UCS จะมีค่าสูงขึ้นตาม ระยะเวลาการบ่ม คือ ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดินปรับปรุงคุณภาพจะมีค่า UCS สูงที่สุดในทุกๆอัตรา ส่วนผสม ซึ่งจากการทดสอบพบว่ามีความ เป็นไปได้ที่ค่า UCS จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีเพิ่มปริมาณสารผสมเพิ่ม แต่ ทั้งนี้ ปริมาณปูนขาวที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน ไม่ควรเกินร้อยละ 10 เนื่องจากจะทำให้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงใน การใช้งานจริง

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 รูปแบบการทำวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาในเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อจะศึกษาการปรับปรุงความร่วนซุยของดินโดยใช้ส่วนผสมจากเปลือกหอยหลายเหลือทิ้งที่เผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน โดยรวบรวมข้อมูลในหัวข้อที่เกี่ยวกับ ความร่วนซุยของดิน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมาศึกษาผนวกกับการตรวจวิเคราะห์ อันเป็นนัยสำคัญของการศึกษา

#### 3.2 สมมุติฐานงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีสมมุติฐานว่า เมื่อเผาเปลือกหอยหลายที่อุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณของแคลเซียมออกไซด์จะเพิ่มมากขึ้นทำให้สามารถปรับปรุงดินได้ดีขึ้นไปด้วย

#### 3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

##### 3.3.1 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมดิน

- 3.3.1.1 ดินที่ใช้ในการทดลอง
- 3.3.1.2 พลั่วขุดดิน
- 3.3.1.3 กระบอเก็บดิน
- 3.3.1.4 ที่อัดดิน

##### 3.3.2 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ทางวัสดุ

- 3.3.2.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- 3.3.2.2 เตาอบลมร้อน ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFE600
- 3.3.2.3 ภาชนะใส่น้ำ
- 3.3.2.4 ค้อน

##### 3.3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยหลาย

- 3.3.3.1 สารตัวอย่าง
- 3.3.3.2 เครื่องวิเคราะห์ด้วยเทคนิค X – ray fluorescence (XRF)
- 3.3.3.3 ชุดอุปกรณ์ประกอบภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง (Sample Holder)
- 3.3.3.4 แผ่นไมลาร์ (mylar)
- 3.3.3.5 ซ้อนตักสาร

3.3.3.6 สารละลาย Alcohol

3.3.3.7 กระดาษทิชชู

### 3.4 ขั้นตอนการศึกษา

3.4.1 ศึกษาการเกิดของเสียในโรงงานผลิตหอยลายกระป๋อง

3.4.2 ศึกษาการนำเปลือกหอยไปใช้ประโยชน์โดยใช้เป็นส่วนผสมในการทำเก้าอี้เปลือกหอย

3.4.3 ศึกษาสมบัติของดินเมื่อใช้เปลือกหอยเผาที่อุณหภูมิต่างๆ

3.4.4 ศึกษาความคลาดเคลื่อนของสมบัติทางวัสดุ

3.4.5 ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs

### 3.5 ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย

#### 3.5.1 ขั้นการเตรียมดิน

3.5.1.1 ชนิดของผืนดินที่แข็งมากในบริเวณไร่มันสำปะหลัง ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี (ดังแสดงในภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 ดินแข็งบริเวณไร่มันสำปะหลัง

3.5.1.2 ขุดดินตัวอย่างและนำมาผสมกัน

3.5.1.3 ตากดิน (ดังแสดงในภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการตากดินก่อนนำมาทดลอง



### 3.5.2 ขั้นตอนการเตรียมเปลือกหอยลาย

3.5.2.1 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาดแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง (ดังแสดงในภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.3 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาด

3.5.2.2 เฝایشเปลือกหอยในอุณหภูมิ 900 1000 1100 1200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป (ดังแสดงในภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.4 เปลือกหอยที่เฝایشในอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.5.2.3 นำมาบดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม (ดังแสดงในภาพที่ 3.5)



ภาพที่ 3.5 เปลือกหอยที่บดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม

### 3.5.3 ขั้นตอนการผสมดิน

#### 3.5.3.1 นำเถ้าเปลือกหอยมาผสมดิน



ภาพที่ 3.6 เถ้าเปลือกหอยที่นำมาผสมดินก่อนนำมาทดลอง

## 3.6 การกำหนดตัวแปร

### ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์
ตัวแปรต้น	อุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลาย
ตัวแปรตาม	ขนาด ความหนาแน่นของดิน การดูดซึมน้ำในดิน
ตัวแปรควบคุม	ระยะเวลาเผา ระยะเวลาฝังดิน ส่วนผสมของเถ้าหอย

## 3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์

### 3.7.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความหนาแน่นของดิน

#### 3.7.1.1 อัดดินลงในบล็อกสี่เหลี่ยม

#### 3.7.1.2 นำมาชั่งน้ำหนัก (ดังแสดงในภาพที่ 3.7)



ภาพที่ 3.7 เครื่องชั่ง (Balance) ที่อ่านค่าละเอียดถึง 0.5 gm

3.7.1.3 ทำการวัดหาปริมาตรของดิน ด้านความกว้าง ความยาว และความสูง

3.7.1.4 นำค่าที่ได้จากการชั่งน้ำหนักและปริมาตรของดินมาหาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ (กิโลกรัมต่อกรัม)}}{\text{ปริมาตรชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

3.7.2.5 บันทึกลงในตารางทดสอบความหนาแน่น

### 3.7.2 วิธีทดสอบการดูดซึมน้ำ

3.7.2 1 ชั่งน้ำหนักบล็อคดีนอย่างโดยบันทึกเป็นน้ำหนักก่อนแช่น้ำ

3.7.2 2 แช่ก้อนบล็อคดีนในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วรีบนำบล็อคดีนมาซับน้ำที่ผิวออก และชั่งน้ำหนักทันที บันทึกเป็นน้ำหนักหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง

3.7.2 3 จากนั้นนำก้อนบล็อคดีนไปแช่น้ำอีก 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้งตามวิธีเดิม โดยบันทึกเป็นน้ำหนักหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

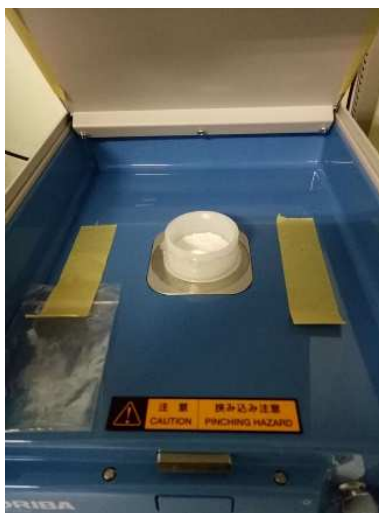
3.7.2 4 นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำที่ 1 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง

$$\text{การดูดซึมน้ำ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ(กรัม)} - \text{มวลชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)}}{\text{มวลชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)}}$$

### 3.7.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยลายบดละเอียดโดยการวาวรังสีเอกซ์

3.7.3.1 ประกอบวงแหวนพลาสติก Sample Holder และแผ่นไมลาร์ (mylar) เข้าด้วยกันเพื่อใช้เป็นภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง

3.7.3.2 ตักสารตัวอย่างด้วยช้อนตักสารที่บดละเอียดบรรจุลงในภาชนะดังกล่าว ให้ปริมาณของสารตัวอย่างมีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพที่ 3.9)



ภาพที่ 3.8 สารตัวอย่างบรรจุลงในภาชนะของเครื่อง X-ray Fluorescence

3.7.3.3 เช็ดทำความสะอาดบริเวณขอบภาชนะด้วยการนำกระดาษทิชชูชุบสารละลายแอลกอฮอล์ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนภายในเครื่องวัด

3.7.3.4 นำกระดาษกาวปิดภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของสารตัวอย่าง ในขณะที่ทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสุญญากาศ

## 3.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล

3.8.1 นำดินที่ขึ้นรูปมาทดสอบสมบัติ คือ ขนาด ความหนาแน่นของดินสภาพธรรมชาติ ความชื้นในดิน การดูดซึมน้ำ การรับแรงดัดและแรงอัด

3.8.2 วิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมจากเปลือกหอยลายเผาบดละเอียด

3.8.3 เปรียบเทียบสมบัติ คือ ความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำของดิน

3.8.4 สรุปผลและให้ข้อเสนอแนะ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

#### 4.1 ผลการศึกษาการเกิดของเสียของโรงงานหอยลายกระป๋อง

จากการศึกษาอัตราการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนใน พบว่ามีการจับหอยลายช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม ปี 2550 เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน เดือนมีนาคมเป็น เดือนที่มีการทำประมงหนาแน่นที่สุด มีอัตราการจับเฉลี่ยเท่ากับ 5,761.40 กิโลกรัม/วัน ในขณะที่เดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการทำประมงน้อยมาก อัตราการจับอยู่ในช่วง 1,814.70-6,706.50 กิโลกรัม/วัน ในช่วงระยะเวลา 5 เดือนนี้ จะมีการออกเรือวันเว้นวัน ซึ่งในช่วงระยะเวลา 5 เดือนนี้ จะมีการออกเรือวันเว้นวัน หรือมีการออกเรือและส่งหอยลายเข้าโรงงานโดยเฉลี่ย 15 ครั้งต่อเดือนในช่วงที่มีการทำการ ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง เมื่อคำนวณปริมาณหอยลายที่จับได้ในแต่ละปีพบว่าปีมีปริมาณ 402.85 ตันต่อปี ซึ่งหอยลายจำนวนนี้จะถูกส่งเข้ากระบวนการผลิตหอยลายกระป๋อง ซึ่งจะต้องมีการแกะเนื้อหอยลายออกจากเปลือก โดยเปลือกหอยลายจะกองไว้ข้างโรงงาน จากการศึกษาโดยการชั่งน้ำหนักหอยลายและเปลือกหอยลายพบว่า น้ำหนักของเปลือกหอยลายซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตมีน้ำหนักประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ หรือคิดเป็น 302.14 ตันต่อปี

#### 4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกหอยลายและดิน

จากการศึกษาสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตดินซึ่งได้นำเปลือกหอยลาย และดินที่ใช้ในการทดลอง มาทำการศึกษาทางด้านความชื้น ถ้า แคลเซียม และธาตุต่างๆ พบว่าในเปลือกหอยลายมีความชื้นคิดเป็น 1.88 เปอร์เซ็นต์ ถ้าคิดเป็น 58.27 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมคิดเป็น 98.50 เปอร์เซ็นต์และธาตุอื่นๆอีก 1.50 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าในเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นธาตุที่มีเป็นองค์ประกอบของหินปูนและปูนขาว สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินได้

ตารางที่ 4.1 สมบัติของเปลือกหอยลาย และดิน

ชื่อวัสดุ	ความชื้น (%)	เถ้า (%)	แคลเซียม (Ca) (%)	ธาตุอื่น ๆ (%)
เปลือกหอยลาย	1.88	58.27	98.50 %	1.50 %
ดิน	1.15	12.03	5.26 %	11.03 %

จากการศึกษาพบว่าเปลือกหอยลายและมีสมบัติทางวัสดุที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งถ้าเปลือกหอยลายจะมีความชื้นที่ต่ำกว่า นอกจากนั้นเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งพบเป็นประมาณ 98.50 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเป็นองค์ประกอบหนึ่งของปูนขาวและหินปูนมีสมบัติทางด้านการปรับปรุงคุณภาพดิน และจากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าดินที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินนั้นมีความชื้นต่ำมาก แม้อินดินจะมีความแข็งมากแต่ก็มีอินทรีย์วัตถุอยู่มาก เนื่องจากมีสัดส่วนของเถ้าเพียงร้อยละ 12.03 เท่านั้น

#### 4.3 ผลการศึกษาสมบัติของดินเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยที่เผาที่อุณหภูมิต่างๆ ผสม

จากการดำเนินการทดสอบตัวอย่างดินที่ใช้เปลือกหอยลายทดแทนแกลบ เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตดิน โดยการทดสอบคุณสมบัติดังนี้ คือ การทดสอบขนาด ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ การดูดความชื้น และการทดสอบแรงอัด มีผลการทดสอบดังนี้

##### 4.3.1 การทดสอบขนาดและความหนาแน่นของดิน

เมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายมาเป็นสารปรับปรุงคุณภาพดินโดยเพิ่มอุณหภูมิการเผาขึ้นการทดลองละ 100 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบความหนาแน่นของดินที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นไปตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวัดความหนาแน่นของดิน

อุณหภูมิที่ใช้เผาเปลือกหอย (องศาเซลเซียส)	ค่าความหนาแน่น (กรัมต่อลบ.ซม.)
ดินที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ	2.80
900	1.90
1000	1.55
1100	1.31
1200	1.25

จากการทดสอบค่าความหนาแน่นของดิน พบว่าดินที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เพิ่ม

อุณหภูมิในการเผาขึ้นเรื่อย ๆ ความหนาแน่นของดินจะน้อยลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิสูงจะมีองค์ประกอบของปูนขาวมากขึ้น จึงทำให้ดินร่วนซุยดีมากขึ้นตามลำดับ

#### 4.3.2 การทดสอบความชื้นและการดูดซึมน้ำในดิน

เมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายมาปรับปรุงคุณภาพดินโดยเพิ่มอุณหภูมิการเผ้าขึ้นการทดลองละ 100 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบความชื้นและการดูดซึมน้ำของดินที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นไปตามตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำของดิน

อุณหภูมิที่เผาเปลือกหอย (องศาเซลเซียส)	ค่าความชื้น (%)	ค่าการดูดซึมน้ำ (%)	
		1 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดิน	0.48	5.24	8.12
900	0.69	11.36	12.29
1000	0.76	18.13	20.19
1100	0.83	25.26	27.85
1200	1.14	29.58	33.04

จากภาพที่ 4.2 พบว่าเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำซึมผ่านดินได้มากขึ้น ปูนขาวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิสูงก็เมื่อมีมากก็ยิ่งทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นไปอีกทางหนึ่งด้วย ความชื้นของดินจึงลดลงจากการทดสอบความชื้นของดิน พบว่าดินที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น การดูดซึมน้ำก็ยังดีขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเผาหอยที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ค่า % การดูดน้ำที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 29.58 และ 33.04% ตามลำดับ

#### 4.4 ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs

จากผลการทดสอบ พบว่าหากนำเปลือกหอยลายนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน ถ้าปรับปรุงกระบวนการการผลิตในอนาคต จากการศึกษาพบว่าดินพื้นที่ 1 ตารางเมตร ใช้เถ้าเปลือกหอยถึง 1 กิโลกรัม ดังนั้นพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ จะใช้เถ้าเปลือกหอย 1,600 กิโลกรัม หรือ 1.6 ตันต่อพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ ดังนั้นใน 1 ปี โรงงานอุตสาหกรรมหอยลายจะมีของเสียที่เกิดขึ้นเป็นจำนวน 302.14 ตันต่อปี ของเสียนี้สามารถนำมาผลิตเป็นเถ้าเปลือกหอยลายได้ 114.60 ตันต่อปี และใน 1 ปี หากจะนำไปใช้ในการปรับปรุงพื้นดินเพื่อกำจัดของเสียให้หมด จะต้องใช้กับพื้นที่การเกษตร 72 ไร่



## บทที่ 5

### การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจการทำประมงหอยลายในพื้นที่ ตำบล มหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร พบว่ามีการจับหอยลาย ช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม โดยหอยลายที่ส่งเข้าโรงงานมีปริมาณโดยเฉลี่ยเท่ากับ 402.85 ตันต่อปี จากกระบวนการผลิตหอยลายกระป๋อง เปลือกหอยลายซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตมีน้ำหนักประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ หรือคิดเป็น 302.14 ตันต่อปี

เมื่อได้นำเปลือกหอยลายมาใช้ประโยชน์ โดยการเผาให้เป็นเถ้าเปลือกหอยลายแล้วนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินที่มีความแข็งมาก บริเวณไร่มันสำปะหลัง จังหวัดชลบุรี จากการศึกษาสมบัติของดินและเปลือกหอย มาทำการศึกษาทางด้านความชื้น เถ้า แคลเซียม และธาตุต่างๆ พบว่าในเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักคิดเป็น 98.50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความชื้น 1.88 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 58.27 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง

เมื่อมีการใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 1200 องศาเซลเซียสตามลำดับพบว่า ดินที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมีความหนาแน่นลดลงและมีการดูดซึมน้ำดีขึ้นตามลำดับ เมื่อทดสอบค่าความหนาแน่นของดิน พบว่าดินที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เพิ่มอุณหภูมิในการเผาขึ้นเรื่อย ๆ ความหนาแน่นของดินจะน้อยลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิสูงจะมีองค์ประกอบของปูนขาวมากขึ้น จึงทำให้ดินร่วนซุยมากขึ้นตามลำดับ และเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำซึมผ่านดินได้มากขึ้น ปูนขาวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิสูงก็ยังมีมากก็ยิ่งทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นไปอีกทางหนึ่งด้วย ความชื้นของดินจึงลดลงจากการทดสอบความชื้นของดิน พบว่าดินที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การดูดซึมน้ำก็ยังดีขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเผาหอยที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียสค่า % การดูดน้ำที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 29.58 และ 33.04% ตามลำดับ

การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs พบว่าหากนำเปลือกหอยลายนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน ถ้าปรับปรุงกระบวนการการผลิตในอนาคต จากการศึกษาพบว่าดินพื้นที่ 1 ตารางเมตร ใช้เถ้าเปลือกหอยถึง 1 กิโลกรัม ดังนั้นพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ จะใช้เถ้าเปลือกหอย 1,600 กิโลกรัม หรือ 1.6 ตันต่อพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ดังนั้นใน 1 ปี โรงงานอุตสาหกรรมหอยลายจะมีของเสียที่เกิดขึ้นเป็นจำนวน 302.14 ตันต่อปี ของเสียนี้สามารถนำมาผลิตเป็นเถ้าเปลือกหอยลายได้ 114.60 ตันต่อปี และใน 1 ปี หากจะนำไปใช้ในการปรับปรุงพื้นดินเพื่อกำจัดของเสียให้หมด จะต้องใช้กับพื้นที่การเกษตร 72 ไร่

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากการทดลองพบว่าระยะเวลาในการหอยอาจจะมีผลต่อถั่วเปลือกหอย หากมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยควบคุมระยะเวลาในการเผาเปลือกหอยที่ยาวนานขึ้น อาจส่งผลให้ดินมีค่าร่วนซุยมากยิ่งขึ้น

5.2.2 สำหรับผู้ที่ศึกษาในครั้งต่อไป หากมีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเปลือกหอยชนิดอื่น ๆ จะทำให้ทราบถึงความแตกต่างของคุณสมบัติถั่วเปลือกหอยชนิดอื่น ๆ ด้วย

5.2.3 สามารถนำถั่วเปลือกหอยเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ เช่น นำไปเป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นกระเบื้อง ยิปซั่ม เป็นต้น

5.2.4 สำหรับผู้ที่ศึกษาคุณสมบัติของดินที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยลายในครั้งต่อไป สามารถศึกษาสมบัติของดิน เพิ่มเติม เช่น อินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหาร เป็นต้น

5.2.5 การทดลองงานวิจัยในครั้งต่อไป สามารถศึกษาคุณสมบัติของหอยชนิดอื่น เช่น หอยแมลงภู่ หอยแครง เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2555. **คู่มือการจัดการของเสียภายในโรงงาน**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2554. **คู่มือ3Rs**. กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ
- กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). **ความรู้ด้าน3Rs**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ
- กรมประมง. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล. 2557. **สภาวะการทำประมงหอยลายและ เศรษฐกิจ-สังคมในพื้นที่อ่าวไทยตอนบน**. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, ม.ป.ท.
- นิชธิมา รุ่งปิ่น. 2555. “**นาโนแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยเชอร์รี่และหอยนางรมเป็นสารเสริมแรงสำหรับพอลิไวนิลคลอไรด์**.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์). คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปัตตะ ฮาแว และ พนิดา สุมานะตระกูล. (2556). “การศึกษาความเป็นไปได้ของการเตรียมนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตจากวัสดุอินทรีย์.” **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**. 8, 2 (พฤษภาคม) : 81-88.
- เพิ่มพล กาญจนามัย. 2546. “**การใช้ตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาบางเขนในอุตสาหกรรม ก่อสร้าง**.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). วิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ ชโลทร ศิริภัทรประวัตติ. 2553. “**คุณสมบัติด้านกำลังอัดและการหดตัวแบบแห้งของปูนฉาบที่ผสมเปลือกหอยสด**.” วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และผังเมือง. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต.
- มหาวิทยาลัยพะเยา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. 2559. **การหาขนาด ความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำของอิฐ**. คณะวิศวกรรมศาสตร์, พะเยา
- ศศิพันธุ์ ณ สงขลา และคณะ. 2549. “**การวิเคราะห์ธาตุในเปลือกหอยโดยวิธีนิวเคลียร์**.” กองฟิสิกส์. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

- สิทธิพร บุญยนิติกัย. 2555. **พัฒนางานวิจัยจากเปลือกหอยเหลือทิ้งเป็นวัสดุทดแทนกระดูกมนุษย์.**  
 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :  
[http://www.prcmu.cmu.ac.th/perin\\_detail.php?perin\\_id=378](http://www.prcmu.cmu.ac.th/perin_detail.php?perin_id=378), 25 มีนาคม 2560.
- สุภกร บุญยยืนและคณะ. (2558). “การสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย.” วารสาร  
**มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต.** 4, 2 (พฤษภาคม) : 116-122.
- อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ และ ณิชภา มินาบูลย์. 2558. “การศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพ **ของ**  
**คอนกรีตมวลเบาผสมเปลือกหอยแมลงภู่น้ำจืดเพื่อนำมาผลิตหลักนำทาง.”**  
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม). คณะวิศวกรรมศาสตร์.  
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- เอนก สวาทอินทร์ และ ชุตินุช สุจริต. 2557. “การรีไซเคิลเปลือกหอยตลับเพื่อผลิตปูนขาวสำหรับ **การ**  
**บำบัดน้ำและน้ำเสีย.”** วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. (ภาควิชาสิ่งแวดล้อม). วิทยาศาสตร์ **และ**  
 เทคโนโลยีการประมง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

## ประวัติย่อผู้วิจัย

### ประวัติผู้วิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ-นามสกุล

(ภาษาไทย) นายกิติยศ ตั้งสัจจงศ์

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Kitiyot Tungsudjawong

2. หมายเลขบัตรประชาชน

3-8098-00071-97-8

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

4. หน่วยงานและที่อยู่

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โทรศัพท์ 086 553 3599

E-mail : kitiyot.t@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

วศ.บ.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วศ.ม.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

Water and Wastewater Treatment

## 7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

### 7.1 งานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่/ตีพิมพ์

#### International Journal

K.Tungudjawong , S.Leungprasert and P. Peansawang.2017. Investigation of humic acids concentration in different seasons in the raw water canal, Bangkok, Thailand.Water science & Technology Water Supply,1727-1728.

#### International Conference

Pacharaporn Suwanvitaya,Panumas Puongkaew, Kitiyos Tuungsudjawong.2006. Comparison of Ozonation and photooxidation of phenol. International Conference fremantle, western Australia 10-12 July 2006.Decentralised Water and Wastewater Systems, 207-213.

Kitiyot Tungudjawong , Patthanasorn Peansawang, Suchat Leungprasert .2015.Investigation of Humic Substances as the Precursors for Trihalomethanes Production in the Raw Water Supplying to Bangkhen Water treatment Plant.The seventh regional symposium on infrastructure development, Kasetsart University Thailand 5-7 November 2015.P.270

## ประวัติผู้วิจัยคนที่ 2

### 1. ชื่อ-นามสกุล

(ภาษาไทย) นายศุภชัย หิรัญศุภโชติ

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Supachai Hirunsupachote

### 2. หมายเลขบัตรประชาชน

4-1020-00030-25-6

### 3. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

### 4. หน่วยงานและที่อยู่

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โทรศัพท์ 095 783 1129

E-mail : [supachai.h@rmutp.ac.th](mailto:supachai.h@rmutp.ac.th), [yimyamyoryim@gmail.com](mailto:yimyamyoryim@gmail.com)

### 5. ประวัติการศึกษา

วศ.บ.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

M.Sc. (Waste management and contaminated site Treatment) Technische  
Universitaet Dresden

วศ.ด.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

Mathematic model for prediction in environmental engineering

## 7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

### 7.1 งานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่/ตีพิมพ์

#### International Journal

Hirunsupachote, S. and Chavalparit, O. 2018, A DYNAMIC METHANE PREDICTION FROM LIGNOCELLULOSIC BIOMASS USING NON-LINEAR MATHEMATIC MODEL, [International Journal of Pure and Applied Mathematics](#), Vol.119 No.16, pp.2297-2304

#### International Conference

Supachai Hirunsupachote and Orathai Chavalparit. 2015. Correlation of biogas production potential and anaerobic degradation of lignocellulose. International Conference on "Anaerobic Digestion: AD Technology and Microbial Ecology for Sustainable Development, 3-6 February 2015, Chiang Mai, Thailand

Supachai Hirunsupachote and Jirasak Tharajak. 2018. Banana wastes to methane energy: effect of alkali and steam pretreatment. The 2nd International Conference on Anaerobic Digestion Technology, 4-7 June 2018, The Empress Convention Centre, Chiang Mai, Thailand





การใช้เถ้าจากเปลือกหอยลายเหลือทิ้งเพื่อปรับปรุงความร่วนซุยของดิน  
Application of ash from abundant clam shells to increase soil friability

กิตติยศ ตั้งสัจจวงศ์  
ศุภชัย หิรัญศุภโชติ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2563  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ชื่อเรื่อง : การใช้เถ้าจากเปลือกหอยลายเหลือทิ้งเพื่อปรับปรุงความร่วนซุยของดิน

ผู้วิจัย : กิตติยศ ตั้งสัจจวงศ์

ศุภชัย หิรัญศุภโชติ

พ.ศ. : 2563

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการนำวัสดุเหลือทิ้งจากธรรมชาติ คือ เปลือกหอยลายเหลือทิ้ง จากอำเภอมหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นแหล่งที่มีการทำโรงงานอุตสาหกรรมหอยลายกระป๋องนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิต เปลือกหอยลายมีองค์ประกอบของแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลัก เท่ากับร้อยละ 98.50 ของน้ำหนัก เถ้า มีความชื้น 1.88 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก และเถ้า 58.27 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง จากการศึกษาโดยการนำเถ้าเปลือกหอยลายที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 และ 1200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง มาใช้เป็นสารปรับปรุงคุณภาพดิน โดยการทดลอง ได้นำมาผสมกับดินที่มีปัญหาในพื้นที่การเกษตรที่มีการปลูกมันสำปะหลัง ผลการทดลองพบว่าดินที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เพิ่มอุณหภูมิในการเผาขึ้นเรื่อย ๆ ความหนาแน่นของดินจะน้อยลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิสูงจะมีองค์ประกอบของปูนขาวมากขึ้น จึงทำให้ดินร่วนซุยดีมากขึ้นตามลำดับ และเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำซึมผ่านดินได้มากขึ้น ปูนขาวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิสูงก็ยิ่งทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นไปอีกทางหนึ่งด้วย ความชื้นของดินจึงลดลง นอกจากนั้นดินที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นการดูดซึมของน้ำก็ยิ่งดีขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเผาหอยที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียสค่า % การดูดน้ำที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 29.58 และ 33.04% ตามลำดับ ในโรงงานผลิตหอยลายกระป๋อง สามารถนำของเสียไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินได้ 72 ไร่

คำสำคัญ: เปลือกหอยลาย, รีไซเคิล, การปรับปรุงคุณภาพดิน, ความร่วนซุย,

Title : Application of ash from abundant clam shells to increase soil friability

Researcher : Kitiyot Tungsudjawong

Supachai Hirunsupachote

Year : 2020

## Abstract

This research is to study the recycling of residue clams shell from Mahachai, Samutsakorn, Thailand. This waste was collected from canned clams industry and it can be recycled as the composition of Mon brick instead of the rice husk. The study of clams shell composition found that Calcium was main composition as 98.50%VS. The moisture and ash content was 0.88% and 58.27%TS respectively. The works methodology is using ash from clams shell incinerated at temperature 900, 1000, 1100 and 1200°C in 5 hours used as a soil fertilizer agent mixed with problematic soils in agricultural areas where cassava was cultivated. The results showed that the soil mixed with clam shell burned at 1200 °C had the lowest density as 1.25 grams per cubic centimeter. The results of the study showed that when using more temperature, the density of the soil also decreases. This is because the ash from shells burned at high temperatures contains more lime content. And when using clam ash at higher temperatures, soil moisture increases with high temperature, this is because more water molecules can through the soil. The shell ash at temperature 1200°C had the highest moisture value of 1.14 percent. Besides that, the water absorption was also improved. the water permeation at 1 and 24 hours were 29.58 and 33.04% respectively. The waste can be used for soil fertilizer as 72 rai.

**Keywords:** Clams shell, recycle, Soil improvement, Soil friability

## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัย จากงบประมาณรายได้ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี พ.ศ. 2563

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่อนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ จนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ พี่ๆ น้องๆ ป้าๆ และลุงๆ ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและกำลังใจ ตลอดจนช่วยแก้ไขปัญหาจนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้วิจัยขอขอบคุณ กวางน้อย และ โดมโตม ที่ช่วยเป็นกำลังใจให้งานวิจัยเดินต่อไปไม่สะดุดและคอยเป็นเพื่อนในยามเหงาและท้อแท้ ไม่มีใคร

คณะผู้วิจัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ซ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 สมมติฐานงานวิจัย	3
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย	3
1.7 ความสำคัญของการวิจัย	3
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ	3
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	
2.1 หลักการการจัดการของเสีย	5
2.2 อุตสาหกรรมหอยลายในประเทศไทย	9
2.3 ชนิดของดิน	12
2.4 สมบัติของดิน	15
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย</b>	
3.1 รูปแบบการทำวิจัย	22
3.2 สมมติฐานงานวิจัย	22
3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	22
3.4 ขั้นตอนการศึกษา	23
3.5 ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย	23

3.6 การกำหนดตัวแปร	27
3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์	27
3.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล	29
<b>บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล</b>	
4.1 ผลการศึกษาการเกิดของเสียของโรงงานหอยลายกระป๋อง	30
4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกหอยลายและดิน	30
4.3 ผลการศึกษาสมบัติของดินเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยที่เผาที่อุณหภูมิต่างๆ ผสม	31
4.4 ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs	32
<b>บทที่ 5 การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง</b>	
5.1 สรุปผลการทดลอง	33
5.2 ข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม	35
ประวัติผู้วิจัย	37

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง	27
ตารางที่ 4.1 สมบัติของเปลือกหอยลาย และดิน	31
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวัดความหนาแน่นของดิน	31
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำของดิน	32

## สารบัญภาพประกอบ

## หน้า

ภาพที่ 2.1 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย	7
ภาพที่ 2.2 (ก) <i>Paphia undulata</i> (ข) <i>P. alapapilionis</i> และ (ค) <i>P. crassisulca</i>	10
ภาพที่ 2.3 แหล่งประมงหอยลายบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน	11
ภาพที่ 3.1 ดินแข็งบริเวณไร่มันสำปะหลัง	23
ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการตากดินก่อนนำมาทดลอง	24
ภาพที่ 3.3 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาด	25
ภาพที่ 3.4 เปลือกหอยที่เผาในอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 5 ชั่วโมง	25
ภาพที่ 3.5 เปลือกหอยที่บดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม	26
ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการตากดินก่อนนำมาทดลอง	27
ภาพที่ 3.7 เครื่องชั่ง (Balance) ที่อ่านค่าละเอียดถึง 0.5 gm	28
ภาพที่ 3.8 สารตัวอย่างบรรจุลงในภาชนะของเครื่อง X-ray Fluorescence	29



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันประเทศไทยได้ประสบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นด้านมลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศและมลพิษทางขยะ ด้วยการเติบโตของประชากร ความเจริญทางเศรษฐกิจ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี โครงสร้างทางสังคมและรูปแบบการดำรงชีวิตที่เปลี่ยนแปลงไป ทำให้มีการสรรหาทรัพยากรเพื่อให้ตรงตามความต้องการของตลาด เมื่ออุตสาหกรรมได้เข้ามามีบทบาทต่อประเทศและมีความสำคัญมากขึ้นเรื่อย ๆ การผลิตแบบจำนวนมาก (mass production) จากภาคอุตสาหกรรม ได้สร้างของเสียจากกระบวนการผลิตเป็นจำนวนมาก

ก่อนหน้านั้นการจัดการขยะในประเทศไทยมีเพียงแค่การนำไปไว้ในที่ใดที่หนึ่ง ต่อมาจึงมีการฝังกลบอย่างปลอดภัย (Disposal) ซึ่งเมื่อพื้นที่ฝังกลบมีจำกัดแต่ของเสียกลับมีจำนวนมาก การแก้ไขปัญหาจากภาครัฐที่เห็นเป็นรูปธรรมทั้งเชิงนโยบายและเชิงปฏิบัติในประเทศไทย เช่น การใช้เทคโนโลยีการผลิตที่สะอาด (Clean technology) หรือการใช้หลัก 3Rs ซึ่งนำมาปรับใช้ในทุกภาคส่วนทั้งบ้านเรือน ชุมชน และอุตสาหกรรม ซึ่งหลักการ 3Rs ประกอบด้วย 1) Reduce คือ การลดการใช้ การบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็นลง 2) Reuse คือ การนำกลับมาใช้ใหม่ เพื่อเป็นการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่าที่สุดที่สุด และ 3) Recycle คือ การนำทรัพยากรกลับไปแปรรูปเพื่อนำวัตถุดิบนั้นกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งหนึ่ง หลักการ 3Rs นี้ถือเป็นหนึ่งในวิธีการจัดการของเสียห้าขั้นตอน ซึ่งเมื่อของเสียไม่สามารถจัดการด้วยวิธี 3Rs ได้แล้วขั้นตอนแรกจะถูกนำไปกำจัด (Treatment) และของเหลือจากของเสียที่ถูกกำจัดแล้วจะถูกนำไปฝังกลบอย่างปลอดภัย

จากที่ตำบลมหาชัยที่ตั้งอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร ได้ชื่อว่าเป็นเมืองแห่งทะเลและน้ำเป็นแหล่งที่มีชื่อเสียงทางด้านประมงและอาหารทะเล มีโรงงานเกี่ยวกับการจัดหาอาหารทะเลเพื่อจัดจำหน่ายแก่ผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งในแต่ละครั้งที่มีการออกเรือเพื่อหาอาหารทะเลและจำพวกหอยต่างๆมาได้อาจต้องมีการคัดสรรทางด้านประเภท ขนาด ก่อนที่จะนำมาทำความสะอาดและแกะเปลือกเพื่อเอาเนื้อของหอยมาจำหน่าย โดยแต่ละครั้งจะมีการทิ้งเปลือกหอยจำนวนมากซึ่งไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์อะไรและทำให้เกิดผลเสียทางสภาวะแวดล้อมภายในชุมชน ซึ่งในแต่ละวันเปลือกหอยส่วนใหญ่จะถูกทำลายโดยวิธีการนำมาทิ้งในบริเวณแถบพื้นที่ของโรงงาน ทำให้เกิดมลภาวะเป็นพิษและส่งผลกระทบต่อสภาพภูมิทัศน์ที่ไม่สวยงามและมีกลิ่นเหม็นเน่าบ้างในบางครั้ง การจัดการเปลือกหอยลายที่มีจำนวนมากด้วยหลักการ 3Rs วิธีที่ดีที่สุดคือ การรีไซเคิล ซึ่งเป็นการนำเปลือกหอยไปแปรรูปเพื่อนำกลับไปใช้เป็นประโยชน์ไม่เป็นมลพิษทางขยะต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นการนำเปลือกหอยมาใช้ประโยชน์ เพื่อช่วยลดปัญหาที่เกิดจากการทิ้งเปลือกหอย เป็นการนำวัสดุที่เหลือใช้มาประยุกต์ใช้งานและสามารถจำหน่ายเพื่อเพิ่มรายได้เป็นอาชีพเสริม เพิ่มมูลค่าของเปลือกหอยเหลือทิ้ง

เนื่องจากเปลือกหอยเมื่อทำการเผาที่อุณหภูมิสูง จะเปลี่ยนแคลเซียมในเปลือกหอยให้อยู่ในรูปของแคลเซียมออกไซด์หรือปูนขาวซึ่งสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงดินเปรี้ยว ดินเค็ม และดินแข็งได้ ในตอนนี้ได้ทำการวิจัยการปรับปรุงดินเปรี้ยวและดินเค็มในพื้นที่ที่มีปัญหา ในงานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยต่อเนื่องเพื่อมุ่งเน้นการปรับปรุงดินแข็งโดยการใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิที่เหมาะสม

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการลดเปลือกหอยลายเหลือทิ้งใน จ.สมุทรสาคร
2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของเปลือกหอยลาย
3. เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเปลี่ยนจากหินปูนเป็นปูนขาวของเปลือกหอยลาย
4. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของเถ้าเปลือกหอยลายในการปรับปรุงความแข็งของดิน

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. เศษของเสียเหลือทิ้งที่ใช้ในงานวิจัยคือ เปลือกหอยลาย ใน จ.สมุทรสาคร
2. ปัญหาของดินที่ใช้ในการศึกษาคือ ปัญหาดินแข็ง
3. พื้นที่ปัญหาในการศึกษาคือ พื้นที่การเกษตร ไร่มันสำปะหลัง บ้านทุ่งกลม-ตาลหมัน อ.บางละมุง จ.ชลบุรี
4. เลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมจากการเผาเปลือกหอยลาย โดยศึกษาจากปริมาณแคลเซียมออกไซด์ที่มีในแคลเซียมคาร์บอเนต (หินปูน)

## 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง
2. จัดหาเปลือกหอยลายและทดสอบคุณสมบัติ โดยมีค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ดังนี้คือ 1. ความชื้น 2. เถ้า 3. ร้อยละแคลเซียม 4. ร้อยละของธาตุอื่นๆ
3. ทดสอบคุณสมบัติของดินในพื้นที่ปัญหาในไร่มันสำปะหลัง อ.บางละมุง จ.ชลบุรี โดยมีค่าพารามิเตอร์ที่วัดคือ 1. ความหนาแน่นของดิน และ 2. ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ
4. ทดสอบหาคุณสมบัติของดินที่อุณหภูมิต่าง ๆ คือ 900 1000 1100 และ 1200 องศาเซลเซียส
5. นำเถ้าหอยที่มีปริมาณแคลเซียมออกไซด์เหมาะสมที่สุดจากชุดการทดลองที่ 1 มาปรับปรุงคุณภาพดิน
6. นำดินที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมาทดสอบอีกครั้งเพื่อหาข้อสรุป

### 1.5 สมมุติฐานงานวิจัย

เมื่อเผาเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณของแคลเซียมออกไซด์จะเพิ่มมากขึ้นทำให้สามารถปรับปรุงดินได้ดีขึ้นไปด้วย

### 1.6 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

กรอบแนวคิดของโครงการวิจัยนี้คือการกำหนดตัวแปรซึ่งก็คือ เมื่อมีแคลเซียมออกไซด์ในหินปูนมากขึ้นจะทำให้สามารถเผาเปลือกหอยลายปรับปรุงคุณภาพดินแข็งได้ดียิ่งขึ้น ดังนั้น จะต้องทำการทดสอบแคลเซียมออกไซด์ขณะที่เผาเปลือกหอยที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน แทนที่จะศึกษาสมบัติของดินหลังปรับปรุงคุณภาพจากการเผาเปลือกหอยที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน

### 1.7 คำสำคัญของการวิจัย

1. ด้านการเรียนการสอน ผลการวิจัยสามารถนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอนทั้งในสาขาวิชาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติและสาขาวัสดุศาสตร์

2. ด้านวิชาการ สามารถนำผลวิจัยไปเผยแพร่ตีพิมพ์ในวารสารวิชาการต่าง ๆ ได้

3. ด้านนโยบาย เป็นการบูรณาการความรู้ทั้งในด้านวิชาสิ่งแวดล้อมและวัสดุศาสตร์อีกทั้งยังเป็นการร่วมมือระหว่างนักวิจัยทั้งสองสาขา

4. ด้านอุตสาหกรรม

4.1 ลดขยะอุตสาหกรรม และของเสียต่าง ๆ จากการผลิตเนื้อหอยลายหรือหอยลายกระป๋องในโรงงานอุตสาหกรรม

4.2 เพิ่มสายการผลิตดินให้เป็นไปตามสมบัติต่าง ๆ ตามที่ตลาดต้องการ

5. ด้านสังคมและชุมชน เป็นการสร้างรายได้ให้ชุมชนจากการรีไซเคิลเปลือกหอย

### 1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบวิธีการลดเปลือกหอยลายเหลือทิ้งใน จ.สมุทรสาครได้อีกทางหนึ่ง

2. ทราบองค์ประกอบของเปลือกหอยลาย

3. ทราบอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเปลี่ยนจากหินปูนเป็นปูนขาวของเปลือกหอยลาย

4. ทราบคุณสมบัติของเปลือกหอยลายในการปรับปรุงความแข็งของดิน

### 1.9 นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการของเสีย หมายถึง การใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรธรรมชาติอย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อเกิดของเสียควรมีแนวทางการนำกลับไปใช้ใหม่หรือใช้ซ้ำ โดยพิจารณาตามการใช้ประโยชน์ของของเสียและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เหลือของเสียที่จะต้องนำมากำจัดหรือบำบัดน้อยที่สุด

2. รีไซเคิล หมายถึง การนำวัสดุเหลือใช้ประเภทต่างๆ มาผ่านกระบวนการแปรสภาพ เพื่อเป็นวัสดุใหม่และนำกลับมาใช้ได้ ซึ่งอาจเป็นผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็ได้

3. ความหนาแน่น หมายถึง มวลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร
4. การดูดซึมน้ำ หมายถึง การดูดซึมของเหลวหรือแก๊สไว้ในโครงสร้างของตัวดูดซึม แล้วกักของเหลวนั้นไว้ไม่ให้ไหลออกมา
5. ความร่วนซุย หมายถึง ลักษณะเป็นก้อนไม่เหนียว แตกละเอียดได้ง่าย เช่น ดินร่วนซุย เป็นต้น

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 หลักการการจัดการของเสีย

ของเสีย (Waste) คือ สิ่งที่เหลือทิ้งจากการ อุปโภค บริโภค การผลิต ในรูปแบบต่างๆ หรือวัสดุอุปกรณ์ที่เสื่อมคุณภาพแล้วไม่สามารถใช้ประโยชน์หรือใช้งานได้อีกโดยของเสียมีหลายสถานะ เช่น ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส โดยของเสียสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า มูลฝอย หรือขยะมูลฝอย ของเสียมีหลากหลายรูปแบบมีทั้งของเสียที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไม่มาก และของเสียที่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมที่หากไม่ได้มีการจัดการ หรือใช้วิธีจัดการที่ไม่เหมาะสมอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ทำให้เกิดโรค หรือทำลายระบบนิเวศในสิ่งแวดล้อมได้

##### 2.1.1 ประเภทของเสีย

ของเสียสามารถแบ่งประเภทได้โดยใช้เกณฑ์ต่าง ๆ ประเภทของเสียตามแหล่งกำเนิดสามารถแบ่งได้จากมีที่มาจากแหล่งกำเนิดของเสียที่สำคัญ ได้แก่

2.1.1.1 ของเสียจากชุมชนหรือบ้านเรือนที่พักอาศัย เช่น ของที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ผงซักฟอก น้ำยาทำความสะอาด อาจมีสารเคมีที่เป็นพิษเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย แม้ว่าของนั้นจะหมดอายุการใช้งานไปแล้ว แต่สารเคมีก็ยังคงเหลือความเป็นอันตรายอยู่ หากจัดการของเสียเหล่านั้นไม่ถูกวิธีจะทำให้สารเคมีรั่วซึมออกมาได้ ทำให้สารเหล่านั้นเจือปนในแหล่งน้ำ หรือ ดินได้ เช่น ซากแบตเตอรี่รถยนต์เก่าอาจมีน้ำกรดอยู่ ซากถ่านไฟฉายจะมีสารโลหะหนักพวกแมงกานีส หรือแคดเมียมอยู่ภายใน เป็นต้น

2.1.1.2 ของเสียจากเกษตรกรรม เช่น สารเคมีทางการเกษตร เช่น ยาฆ่าแมลง หรือ ยากำจัดวัชพืช ภาชนะที่บรรจุสารเคมีเหล่านี้จะมีสารเคมีตกค้างอยู่ในตัวมันเอง บางชนิดคงทนไม่สลายตัวได้ง่าย มีฤทธิ์อยู่ได้นาน และมีพิษต่อศัตรูพืชแล้วยังมีพิษต่อมนุษย์ด้วย

2.1.1.3 ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สารเคมีเหลือใช้ภาชนะบรรจุสารเคมีหรือภาชนะบรรจุสารเคมีที่ได้จากขบวนการผลิต ตลอดจนผลิตภัณฑ์ที่เสื่อมคุณภาพหรือไม่ได้มาตรฐานและกากตะกอนจากระบบบำบัดน้ำทิ้งของโรงงาน ถือเป็นของเสียอันตรายที่ต้องได้รับการจัดการอย่างถูกต้อง ของเสียเหล่านี้จะมีทั้งประเภทที่มีลักษณะเป็นสารไวไฟ สารที่เป็นพิษ สารกัดกร่อน หรือมีหลายลักษณะรวมกัน ขึ้นอยู่กับประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม

2.1.1.4 ของเสียจากโรงพยาบาล เช่น ของเสียที่ถูกทิ้งออกมาจากสถานพยาบาลต่างๆ อาจจะมีเชื้อโรคติดต่อปะปนอยู่ด้วย เช่น เศษเนื้อเยื่อ ชิ้นส่วนอวัยวะต่างๆ เหงื่อ น้ำเหลือง เลือด น้ำหนอง เสมหะ น้ำลาย ปัสสาวะ อุจจาระ ไขข้อ น้ำใน กระดูก เครื่องใช้ที่สัมผัสกับผู้ป่วย เช่น สำลี ผ้าพันแผล มีดผ่าตัด กระดาษชำระ

เข็มฉีดยา และเสื้อผ้าจากห้องต่างๆ เช่น ห้องฉุกเฉิน ห้องปัจจุบันพยาบาล หรือ หน่วยพยาธิวิทยา เป็นต้น หากไปสัมผัสเข้าอาจเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคได้ และนอกจากของเสียที่ติดเชื้อโรคแล้ว ยังมีของเสียชนิดอื่นอีก เช่น ยาทั้งหมดอายุแล้ว และสารเคมีที่ใช้ในการแพทย์ ตลอดจนซากสัตว์หรืออุปกรณ์ที่ทิ้งจากห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง เป็น

2.1.2 ขยะยังสามารถแยกประเภทของเสียหรืออีกนัยหนึ่งอาจเรียกของเสียเหล่านี้ว่าขยะ เมื่อแยกประเภทตามลักษณะของขยะ อาจแยกได้เป็น ขยะแห้ง หรือขยะเปียก แต่เมื่อแยกประเภทตามการนำไปใช้ประโยชน์หรือนำไปกำจัด จะสามารถแยกได้เป็น 4 ประเภท ไม่ว่าของเสียนั้นจะมีที่มาจากแหล่งกำเนิดใดก็ตาม โดยกรมส่งเสริมการปกครองท้องถิ่นได้แยกขยะไว้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

2.1.2.1 ขยะทั่วไป (general waste) เป็นขยะจากสำนักงาน ขยะตามถนนหนทางและขยะจากการก่อสร้าง ได้แก่ กระดาษ เศษไม้ กิ่งไม้ ฟาง ข้าว แก้ว กระเบื้อง ยาง เศษอิฐ กรวด ทราช ถุงพลาสติก เศษปูน หิน ขยะประเภทนี้จะไม่ย่อยสลายและเน่าเหม็น ในการกำจัดขยะทั่วไป ควรคัดแยกขยะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาเป็นวัสดุในการทำสิ่งประดิษฐ์หรือแลกเปลี่ยนค่าในชุมชน ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.2 ขยะย่อยสลายได้ หรือขยะอินทรีย์ (organic waste) เป็นขยะจากครัวเรือน ภัตตาคาร โรงอาหาร ตลาดสด และการเกษตรกรรม ได้แก่ เศษอาหาร เศษผัก เศษเนื้อ เศษผลไม้ ซากสัตว์ มูลสัตว์ขยะประเภทนี้จะย่อยสลายและเน่าเปื่อยได้ง่าย เพราะว่าเป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความชื้นสูงมีกลิ่นเหม็น การจัดการขยะประเภทนี้ควรพิจารณาความเป็นไปได้โดยขยะที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะนำมาเป็นอาหารสำหรับเลี้ยงสัตว์ ทำปุ๋ยในครัวเรือน น้ำหมักชีวภาพ เป็นต้น ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.3 ขยะรีไซเคิล หรือขยะที่สามารถนำไปขายได้ เช่น แก้ว กระดาษ พลาสติก โลหะ อโลหะ การจัดการขยะประเภทนี้ จะแยกขยะที่สามารถแปรรูปได้มาขายให้กับร้านรับซื้อหรือตลาดรีไซเคิล เป็นต้น ส่วนขยะที่ไม่สามารถแปรรูปได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ

2.1.2.4 ขยะติดเชื้อและขยะอันตราย (hazardous waste) เป็นขยะจากสถานพยาบาล เช่น โรงพยาบาล คลินิก ห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล หรืออื่น ๆ ซึ่งจะมีกรรมวิธีในการทำลายเป็นพิเศษ ได้แก่ วัสดุที่ผ่านการใช้ในโรงพยาบาล เช่น แบทเตอรี กระป๋องสี พลาสติก ฟิล์มถ่ายรูป ถ่านไฟฉาย เป็นต้น การจัดการขยะประเภทนี้จะแยกขยะที่สามารถรีไซเคิลได้มาแลกเปลี่ยนค่ากับทางหน่วยงานหรือร้านค้าที่มีบริการการรับแลก ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมารีไซเคิลได้จะถูกนำเข้าสู่ระบบการกำจัดขยะมูลฝอยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ โดยการกำจัดขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลจะทำลายโดยการเผาในเตาเผา ส่วนขยะอันตรายอื่น ๆ ต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง

### 2.1.3 หลักการการจัดการของเสีย

#### 2.1.3.1 ลำดับความสำคัญของการกำจัดของเสียในโรงงาน

การจัดการของเสียในโรงงานตามลำดับความสำคัญ อันดับแรกคือ การลดปริมาณของเสียที่โรงงานจะต้องนำไปกำจัดให้เหลือน้อยที่สุด ก่อนที่จะนำไปบำบัดและกำจัด ซึ่งเรียงตามลำดับความสำคัญ (ดังภาพที่ 2-1 โดยการจัดการของเสียในแต่ละขั้นตอนจะต้องสอดคล้องกับข้อกำหนดทางกฎหมายทั้งหมด)



ภาพที่ 2.1 ลำดับความสำคัญในการจัดการของเสีย

ที่มา : <http://www.reo02.com/node/124>

#### 2.1.3.2 การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด

การลดของเสียที่แหล่งกำเนิด เป็นสิ่งที่ควรพิจารณาเป็นอันดับแรกในการจัดการของเสีย ซึ่งมีแนวทางปฏิบัติดังนี้คือ

1) การออกแบบผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีการผลิต หากผลิตภัณฑ์ไม่มีองค์ประกอบของสารเคมีหรือสารอันตราย และมีขั้นตอนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนหรือใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง มีการสูญเสียวัตถุดิบน้อย ก็จะช่วยให้เกิดของเสียจากกระบวนการผลิตน้อยลงได้

2) การบริหารจัดการวัตถุดิบ และการขนส่งวัตถุดิบ/ผลิตภัณฑ์ หากใช้วัตถุดิบที่ไม่มีคุณภาพก็จะได้ผลิตภัณฑ์ที่ชำรุดหรือเสื่อมคุณภาพและของเสีย ดังนั้น จึงควรรักษาคุณภาพของวัตถุดิบที่ใช้

รวมถึงขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัสดุไปยังโรงงานหรือนำผลิตภัณฑ์ออกจากโรงงาน เนื่องจากวัสดุที่เสื่อมสภาพหรือวัสดุที่มีการปนเปื้อนสูงเมื่อเข้าสู่กระบวนการผลิตของโรงงานจะกลายเป็นของเสียที่โรงงานต้องบำบัดหรือกำจัด

3) การบริหารจัดการผลิต กระบวนการผลิตเป็นการนำวัตถุดิบมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ และยังมีการใช้สารเคมี พลังงาน และทรัพยากรอื่นๆ ดังนั้น ปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นจะบ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการใช้ทรัพยากรของโรงงาน ผู้ประกอบการจึงควรมุ่งเน้นแนวทางการใช้ทรัพยากรการผลิตเพื่อลดการเกิดของเสียจากกระบวนการผลิตหรือจากกิจกรรมสนับสนุนต่างๆ

### 2.1.3.3 หลักการ 3Rs

3Rs คือ การจัดการของเสียซึ่งจะเน้นในเรื่องของการลดการเกิดของเสีย โดยจะมุ่งเน้นทางด้านการใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ และเมื่อเกิดของเสียผู้ประกอบการจะต้องหาแนวทางการนำกลับไปใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่ โดยพิจารณาถึงศักยภาพการใช้ประโยชน์และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เหลือของเสียที่จะต้องบำบัดและกำจัดในปริมาณน้อยที่สุด โดยเลือกใช้วิธีการกำจัดของเสียเป็นวิธีสุดท้าย ซึ่ง 3RS จะได้แก่ ลดการใช้ (Reduce) ใช้ซ้ำ (Reuse) และรีไซเคิล (Recycle) ซึ่งประเภทของของเสียโรงงานนั้นสามารถแบ่งได้เป็นของเสียจากกระบวนการผลิตหลัก ของเสียจากกระบวนการสนับสนุนการผลิต และของเสียจากสำนักงาน บ้านพักอาศัย และร้านอาหารในบริเวณสำนักงาน

ในส่วนของกระบวนการผลิตและกระบวนการสนับสนุนการผลิต การนำแนวคิด 3Rs ไปประยุกต์ใช้ร่วมกับการทำเทคโนโลยีสะอาด (CT) หรือระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (EMS) ในภาคอุตสาหกรรม จะทำให้การปฏิบัติงานมีประสิทธิภาพมากขึ้น สามารถลดต้นทุนการผลิตได้ เป็นการสร้างภาพลักษณ์และความรู้สึกที่ดีให้แก่ลูกค้า รวมถึงสร้างทัศนคติที่ดีและการยอมรับของชุมชนโดยรอบ โรงงานอุตสาหกรรมที่มีการจัดการของเสียที่ดีภายในโรงงานตามหลัก 3Rs จะต้องมีการดำเนินการ ดังต่อไปนี้

- 1) จะต้องมีการพัฒนาปรับปรุงกระบวนการดำเนินงานทั้งในส่วนของการผลิตและกิจกรรมสนับสนุนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดการเกิดของเสียให้เหลือน้อยที่สุด
- 2) เมื่อเกิดของเสียขึ้น ควรใช้วิธีจัดการกับของเสียแต่ละประเภทตามศักยภาพการใช้ประโยชน์ของเสีย เพื่อให้มีของเสียที่ต้องนำไปกำจัดโดยวิธีฝังกลบในปริมาณน้อยที่สุด
- 3) การจัดการของเสียจะต้องให้เป็นไปตามที่กฎหมายกำหนด ตั้งแต่การจัดเก็บของเสียการนำไปใช้ประโยชน์ภายในโรงงาน และการนำออกไปบำบัดหรือกำจัดภายนอกโรงงาน

### 2.1.3.4 แนวทางการคัดเลือกวิธีการจัดการของเสียตามหลัก 3Rs

1) การคัดแยก (Sorting) ใช้เฉพาะกับของเสียที่ไม่เป็นอันตรายเพื่อจำหน่ายต่อ โดยจะจัดส่งของเสียให้กับโรงงานลำดับที่ 105 คัดแยกของเสียที่ไม่เป็นอันตราย หากโรงงานจะทำการขายหรือบริจาคของเสียให้กับบุคคลธรรมดา กลุ่มชาวบ้าน กลุ่มแม่บ้านหรือกลุ่มเกษตรกร ฯลฯ เพื่อที่จะนำไปจัดการด้วยวิธีการต่างๆ จะต้องยื่นขออนุญาตเป็นเอกสารต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรม

2) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) สามารถทำได้ 2 วิธี คือ

2.1) ใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนโดยส่วนใหญ่เป็นการนำกลับเข้ากระบวนการผลิตใหม่ภายในโรงงาน



2.2) ส่งกลับผู้ขายเพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้ซ้ำ จะใช้เฉพาะกับการส่งภาชนะบรรจุคืนโรงงานผู้ผลิต เพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้

3) การนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก (Recycle) เช่น การใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนโดยนำของเสียที่มีค่าความร้อนและมีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ การใช้เป็นเชื้อเพลิงผสมโดยการนำของเสียมาผ่านกระบวนการปรับคุณภาพ หรือ ผสมกันเพื่อให้เป็นเชื้อเพลิงผสม การเผาเพื่อเอาพลังงานโดยการนำของเสียที่มีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิง หรือ ใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ จะใช้เฉพาะกับของเสียที่มีองค์ประกอบของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ ได้แก่ แคลเซียม อะลูมินา เหล็ก หรือซิลิกา

4) การนำกลับคืนมาใหม่ (Recovery)

4.1) การนำเข้ากระบวนการนำสารตัวทำละลายกลับมาใหม่ โดยนำของเสียประเภทสารตัวทำละลายส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อกลั่นและนำกลับมาใช้ใหม่

4.2) การนำเข้ากระบวนการนำโลหะกลับมาใหม่ โดยนำของเสียที่มีองค์ประกอบของโลหะส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อนำไปผ่านกระบวนการสกัดหรือนำโลหะกลับมาใหม่ และ

4.3) นำเข้ากระบวนการคืนสภาพกรดต่าง เป็นการนำของเสียประเภทกรดหรือต่างส่งให้โรงงานลำดับที่ 106 เพื่อนำไปผ่านกระบวนการปรับคุณภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

4.4) การจัดการด้วยวิธีอื่นๆ เช่น นำไปถมที่ ทำปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน หรือ ทำอาหารสัตว์ เป็นต้น

2.1.3.5 วิธีการจัดการและกำจัดของเสีย วิธีการจัดการของเสียในโรงงานแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี

กรณีที่ 1 : กรณีที่ผู้ประกอบการโรงงานต้องจัดการของเสียเองภายในโรงงาน สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้คือ

1) การนำไปฝังกลบ ซึ่งจะต้องให้มีระบบกันซึม ระบบการตรวจสอบการรั่วไหล ระบบระบายก๊าซ และระบบบำบัดน้ำเสียตามความเหมาะสมของชนิดหรือประเภทของเสีย

2) การนำไปเผา โดยของเสียที่ไม่เป็นอันตรายให้เผาโดยควบคุมค่ามาตรฐานของมลสารที่ระบายออกจากปล่อง และห้ามเผาของเสียที่เป็นอันตราย เว้นแต่จะได้รับความเห็นชอบจาก กรอ.

3) การจัดการด้วยวิธีอื่นๆ เช่น การหมักทำ ปุ๋ย การถมที่ การนำกลับไปใช้ประโยชน์อื่นๆ จะต้องได้รับความเห็นชอบจาก กรอ.

กรณีที่ 2 : กรณีที่ผู้ประกอบการโรงงานต้องการขออนุญาตนำของเสียออกนอกบริเวณโรงงาน โดยต้องแจ้งรายละเอียดเกี่ยวกับของเสีย ระบุวิธีการรวมถึงผู้รับดำเนินการที่ขออนุญาตจัดการกับของเสีย และต้องได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรมก่อนถึงจะสามารถนำของเสียออกไปจัดการตามวิธีการที่ได้รับอนุญาต

## 2.2 อุตสาหกรรมหอยลายในประเทศไทย

### 2.2.1 ลักษณะหอยลายในประเทศไทย

หอยลายเป็นทรัพยากรทางทะเลอย่างหนึ่งในประเทศไทย เป็นหอยฝาคู่ ซึ่งในประเทศไทยจะพบหอยลายอยู่ 3 ชนิด คือ (ก) *Paphia undulata* (ข) *P.alapapilionis* และ (ค) *P. crassiusulca* (ดังแสดงในภาพที่ 2.2) แต่ชนิดที่นิยมนำมารับประทานคือ *Paphia undulata* ซึ่งจะพบเห็นได้ทั่วไปตามท้องตลาด ไม่ว่าจะเป็นหอยลายขายทั้งเปลือกหรือหอยลายแกะเปลือกแล้ว หรือ ตามร้านอาหารก็อาจจะเห็นเมนูหอยลายผัดพริกเผาได้อยู่

บ่อย ๆ หอยลายประเภทนี้สามารถนำไปแปรรูปส่งออกต่างประเทศได้ ดังนั้นจึงทำให้โรงงานที่จำหน่ายหอยจำพวกนี้มีความต้องการมากยิ่งขึ้น แต่ก่อนที่จะนำมาจำหน่าย จะต้องมีการทำความสะอาด แกะเปลือกและแพ็คใส่บรรจุภัณฑ์ โดยเปลือกของหอยจะถูกนำไปกองทิ้ง ไม่มีการจัดการที่ถูกต้องอีกทั้งก่อให้เกิดปัญหามลพิษและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย



(ก)

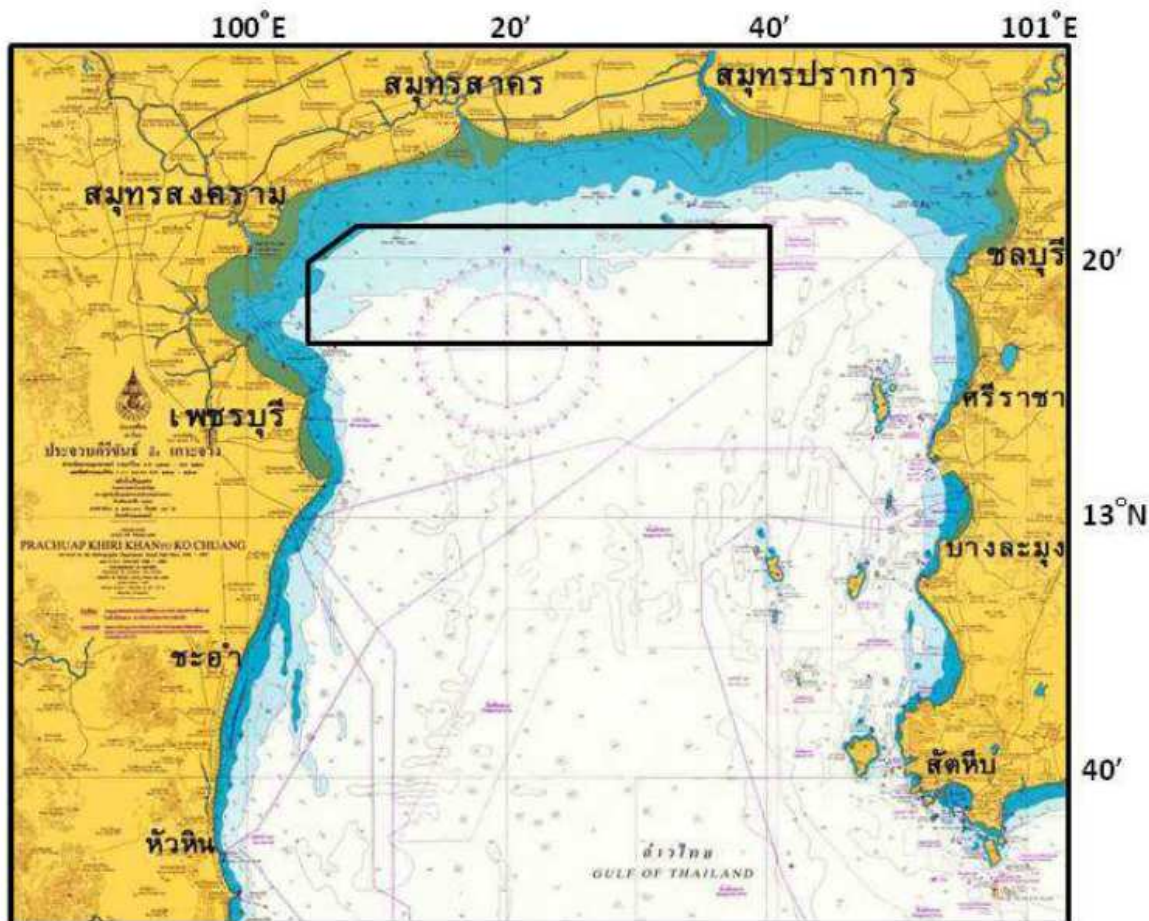
(ข)

(ค)

ภาพที่ 2.2 (ก) *Paphia undulata* (ข) *P. alapapilionis* และ (ค) *P. crassisulca*  
ที่มา : <http://www.thai-nec.org/mollusca.html>

หอยลายนับเป็นหอยเศรษฐกิจ ซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอต่อการบริโภคและยังมีการแปรรูปหอยลายอีกด้วย เช่น หอยลายแกะเปลือก หอยลายแช่แข็ง หรือในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ก็มีการแปรรูปหอยลายเป็นหอยลายกระป๋อง เป็นต้น ในประเทศไทยหอยลายแพร่กระจายทั่วไปบริเวณปากแม่น้ำ โดยเฉพาะปากแม่น้ำทางฝั่งอ่าวไทย เช่น ชลบุรี สมุทรปราการ และตราด เป็นต้น หรือบริเวณอ่าวไทยตอนใน ส่วนทางฝั่งทะเลอันดามัน พบมากบริเวณปากแม่น้ำในแถบจังหวัดพังงา ภูเก็ต ตรัง และระนอง

หอยลายในพื้นที่ทำการศึกษาอยู่ที่ตำบล มหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งจากการศึกษาอัตราการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนใน พบว่ามีการจับหอยลายช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม ปี 2550 เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน เดือนมีนาคมเป็น เดือนที่มีการทำประมงหนาแน่นที่สุด มีอัตราการจับเฉลี่ยเท่ากับ 5,761.40 กิโลกรัมต่อวัน ในขณะที่เดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการทำประมงน้อยมาก อัตราการจับอยู่ในช่วง 1,814.70-6,706.50 กิโลกรัมต่อวัน ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง โดยพื้นที่ประมงหอยลายแสดงไว้ (ดังภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 แหล่งประมงหอยลายบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีน  
ที่มา : (ทวีป บุญวานิช, 2557)

### 2.2.2 คุณสมบัติของเปลือกหอย

เปลือกหอย หรือ ฝาหอย (Shell) คือ สสารที่เป็นของแข็งที่ห่อหุ้มลำตัวภายนอกของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในไฟลัมมอลลัสคา ประกอบด้วยสารจำพวกแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนใหญ่ สารประกอบชนิดนี้เป็นของแข็งสีขาว มีสมบัติไม่ละลายน้ำ ส่วนของแข็งสีขาวคือแคลเซียมคาร์บอเนตออกมาก่อตัวเป็นเปลือกห่อหุ้มภายนอก ส่วนที่เหลือเป็นสารอื่น ๆ เช่น แคลเซียมฟอสเฟต, แมกนีเซียมคาร์บอเนต, แมกนีเซียมฟอสเฟต, แมกนีเซียมซิลิเกต, โปรตีนประเภทคอนไคโอลิน

เปลือกหอยประกอบไปด้วย 3 ชั้น คือ ชั้นนอกสุด ชั้นกลาง และชั้นในสุด ชั้นนอกสุดประกอบด้วยสารส่วนใหญ่เป็นโปรตีนประเภทคอนไคโอลิน เป็นชั้นที่บางและหลุดง่าย ชั้นกลางเป็นสารประกอบแคลเซียมซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในรูปของแคลไซต์ ส่วนชั้นในจะเป็นสารประกอบแคลเซียมที่อยู่ในรูปของอะราโกไนต์

เนื่องจากเปลือกหอยมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ แคลเซียม จึงมีการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัตินี้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ใช้เป็นกระดูกเทียมแทนโลหะโดย นำเปลือกหอยสดมาต้มล้างทำความสะอาด

เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ภายนอก นำไปฝังให้แห้ง แล้วเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป จากนั้นนำส่วนที่เหลือมาบดหยาบและบดละเอียด จะได้เป็นผงแคลเซียมออกไซด์ นำไปผสมสารตัวเติมเข้าไปเพื่อทำการแปรรูปเชิงเคมีวิทยาให้กลายเป็นผงกระดูกที่มีสูตรโครงสร้างเป็นแคลเซียมฟอสเฟต ไฮดรอกไซด์ของกระดูกมนุษย์ แล้วไปขึ้นรูปตามตำแหน่งที่ต้องการใช้งานในร่างกายมนุษย์ เป็นต้น

## 2.3 ชนิดของดิน

### 2.3.1 ชนิดของดิน

อนุภาคของดินจะรวมตัวกันเข้าเกิดเป็นเม็ดดิน อนุภาคเหล่านี้จะมีขนาดไม่เท่ากัน ขนาดเล็กที่สุดคืออนุภาคดินเหนียว อนุภาคขนาดกลางเรียกอนุภาคทรายแป้ง อนุภาคขนาดใหญ่เรียกว่า อนุภาคทรายเนื้อดิน จะมีอนุภาคทั้ง 3 กลุ่มนี้ผสมกันอยู่ในสัดส่วนที่ไม่เท่ากันทำให้เกิดลักษณะของดิน 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ ดินเหนียว ดินทราย และดินร่วน

1. ดินเหนียว เป็นดินที่เมื่อเปียกแล้วมีความยืดหยุ่น อาจปั้นเป็นก้อนหรือคลึงเป็นเส้นยาวได้เหนียวเหนอะหนะติดมือ เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศไม่ดี มีความสามารถในการอุ้มน้ำได้ดี มีความสามารถในการจับยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้สูง หรือค่อนข้างสูง เป็นดินที่มีก้อนเนื้อละเอียด เพราะมีปริมาณอนุภาคดินเหนียวอยู่มาก เหมาะที่จะใช้ทำนาปลูกข้าวเพราะเก็บน้ำได้นาน พื้นที่ดินเหนียวเป็นดินที่มีเนื้อละเอียดแน่น มีการจับตัวกันอย่างหนาแน่น มีช่องว่างระหว่างเม็ดดินน้อย อุ้มน้ำได้ดี และไม่ยอมให้น้ำซึมผ่านได้ง่าย แต่การระบายถ่ายเทอากาศไม่สะดวก เหมาะสำหรับปลูกพืชที่ต้องการน้ำมาก เช่น ข้าว บัว เป็นต้น

2. ดินทราย เป็นดินที่มีการระบายน้ำและอากาศดีมาก มีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ เพราะความสามารถในการจับยึดธาตุอาหารพืชน้อย พืชที่ขึ้นบนดินทรายจึงมักขาดทั้งอาหารและน้ำ เป็นดินที่มีเนื้อดินทรายเพราะมีปริมาณอนุภาคทรายมาก พื้นที่ดินทรายเป็นที่ประกอบด้วยทรายตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยน้ำหนักมีสมบัติเหมือนทราย เนื้อดินมีลักษณะหยาบ เม็ดดินไม่เกาะตัวกัน ทำให้การระบายน้ำได้เร็วมาก จึงไม่สามารถกักเก็บน้ำไว้ได้ เหมาะสำหรับปลูกพืชที่ต้องการน้ำน้อย และมีความอดทนสูง เช่น ตะบองเพชร เป็นต้น

3. ดินร่วน เป็นดินที่มีเนื้อดินค่อนข้างละเอียดนุ่มมือ ยืดหยุ่นได้บ้าง มีการระบายน้ำได้ดีปานกลาง จัดเป็นเนื้อดินที่เหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกในธรรมชาติมักไม่ค่อยพบ แต่จะพบดินที่มีเนื้อดินใกล้เคียงกันมากกว่า พื้นที่ดินร่วนเป็นดินที่ประกอบด้วย ทราย โคลนตม และดินเหนียว โดยมีปริมาณดินทรายและดินเหนียวไม่มากนัก ดินชนิดนี้จะมีช่องว่างระหว่างเม็ดดินมาก ทำให้น้ำซึมได้สะดวก แต่การอุ้มน้ำน้อยกว่าดินเหนียว เหมาะสำหรับปลูกพืชส่วนใหญ่ เช่น พักทอง คะน้า ถั่วฝักยาว ผลไม้ ไม้ได้แก่ มะละกอ ส้ม เงาะ เป็นต้น

สีของดิน สีของดินจะทำให้เราทราบถึงความอุดมสมบูรณ์ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่ปะปนอยู่และแปรสภาพเป็นฮิวมัสในดิน ทำให้สีของดินต่างกันถ้ามีฮิวมัสน้อยสีจะจางลงมีความอุดมสมบูรณ์น้อย

## 2.3.2 การแบ่งประเภทของดินในลักษณะต่างๆ

### 2.3.2.1 แบ่งตามสภาพพื้นที่

1. ดินที่ลุ่ม หรือที่เรียกกันว่า ดินนา คือ ดินที่เกิดในบริเวณพื้นที่ต่ำ สภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบ ส่วนใหญ่พบเป็นบริเวณกว้างในภาคกลางและตามที่ราบลุ่มแม่น้ำต่างๆ ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการทำนา และมักมีน้ำท่วมขังในพื้นที่ในช่วงฤดูฝน
2. ดินที่ดอน หรือ ดินไร่ คือ ดินที่พบอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชัน สภาพพื้นที่อาจเป็นที่ราบ ที่ลาดเชิงเขา หรือเป็นลูกคลื่น มีการระบายน้ำดี โดยทั่วไปจะไม่มีน้ำขังน้ำเมื่อฝนตกพบอยู่ทั่วไปในภูมิภาคต่างๆ ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ในการปลูกพืชไร่ ไม้ผล หรือไม้ยืนต้นอื่นๆ

### 2.3.2.2 แบ่งตามความลึกของดิน

ความลึกของดิน (effective soil depth) หมายถึงความหนาของดินนับจากชั้นผิวดินลงไปจนถึงชั้นดินที่ขัดขวางต่อการเจริญเติบโตหรือการชอนไชของรากพืช เช่น ชั้นหินพื้น ชั้นดาน ชั้นเศษหิน ชั้นกรวด หรือชั้นลูกรัง เป็นต้น ซึ่งมีผลทำให้รากพืชชะงักงัน ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ ซึ่งโดยทั่วไปดินที่มีความเหมาะสมสำหรับการเพาะปลูกควรมีความลึกไม่น้อยกว่า 1 เมตร ขึ้นไป

1. ดินตื้นมาก คือ ดินที่มีความหนาไม่เกิน 25 เซนติเมตร นับจากผิวดินลงไป
2. ดินตื้น คือ ดินที่มีความหนาตั้งแต่ 25-50 เซนติเมตร นับจากผิวดิน
3. ดินลึกปานกลาง คือ ดินที่มีหนาตั้งแต่ 50-100 เซนติเมตร นับจากผิวดิน
4. ดินลึก-ลึกมาก คือ ดินที่มีความหนามากกว่า 100 เซนติเมตร นับจากผิวดินลงไป

### 2.3.2.3 แบ่งตามวัสดุที่เป็นองค์ประกอบในดิน

1. ดินอนินทรีย์ ดินที่พบอยู่ทั่วไป มักจะเป็น ดินอนินทรีย์ (mineral soils) คือเป็นดินที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นอนินทรีย์สารที่ได้มาจากการผุพังสลายตัวของหิน แร่ ผสมคลุกเคล้าอยู่กับอินทรีย์วัตถุ ปกคลุมพื้นผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆ

2. ดินอินทรีย์ ดินที่เกิดในสภาพป่าพรุ หรือสภาพที่มีน้ำแช่ขังเป็นระยะเวลายาวนานมีพืชชอบน้ำขึ้นอยู่ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อกระบวนการย่อยสลายเศษซากอินทรีย์ต่างๆ ทำให้เกิดการทับถม และสะสมเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ จนเกิดเป็นชั้นดินอินทรีย์ หรือชั้น O ชั้น และเมื่อมีการทับถมมากขึ้นเรื่อย ดินนี้จะกลายเป็นดินอินทรีย์ในที่สุด

หลักในการพิจารณาว่า ดินชนิดไหนเป็นดินอนินทรีย์ หรือดินอินทรีย์นั้น ได้มีข้อตกลงกันระหว่างนักวิทยาศาสตร์ทางดิน โดยให้ถือว่า ดินที่มีคาร์บอนอินทรีย์มากกว่าร้อยละ 20 โดยน้ำหนัก และมีชั้นดิน O เกิดเป็นชั้นหนามากกว่า 40 ซม. นั้น ให้เรียกว่า “ดินอินทรีย์” ส่วนดินที่มีคาร์บอนอินทรีย์ น้อยกว่า 20 % โดยน้ำหนัก เรียกว่า “ดินอนินทรีย์”

#### 2.3.2.4 แบ่งตามพัฒนาการ

1. ดินมีพัฒนาการน้อย หมายถึง ดินที่ประกอบด้วยชั้นดินบน (A) และชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน (C)
2. ดินมีพัฒนาการมาก ดินที่ประกอบด้วยชั้นดินบน (A) ชั้นดินล่างที่แสดงการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นผลจากกระบวนการทางดิน (B) และชั้นวัตถุต้นกำเนิดดิน (C)

#### 2.3.2.5 แบ่งตามสมบัติ

1. ดินดี ในทางการเกษตรหมายถึง ดินที่มีความเหมาะสมต่อการปลูกพืช ปริมาณอินทรีย์วัตถุอินทรีย์วัตถุ น้ำ และอากาศ ในสัดส่วนที่เหมาะสม สามารถปลูกพืชได้โดยใช้วิธีการจัดการดูแลตามปกติธรรมดาที่ไม่ยุ่งยาก มักจะมีหน้าดินสีดำนานา มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูง มีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูง ไม่มีสารที่เป็นพิษต่อพืช มีปฏิกิริยาดินไถ้เป็นกลาง มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างประมาณ 5.5-7.0 และไม่มีชั้นที่ขัดขวางการเจริญเติบโตของรากพืช
2. ดินไม่ดี หรือ ดินเลว คือ ดินที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีไม่เหมาะสม หรือเหมาะสมน้อย สำหรับการเพาะปลูก ส่งผลให้พืชไม่สามารถเจริญเติบโตและให้ผลผลิตตามปกติได้ ถ้าหากว่าจำเป็นต้องใช้ดินเหล่านี้ในการเพาะปลูกพืช ก็ต้องมีการจัดการแก้ไขให้เหมาะสมเสียก่อน

อย่างไรก็ตาม การที่จะบอกได้ว่าพื้นที่ใดเป็นดินดีหรือไม่นั้น ยังต้องคำนึงถึงชนิดของพืชที่จะปลูกในบริเวณนั้นด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก พืชแต่ละชนิดมีความต้องการสภาพแวดล้อมในการเจริญเติบโตที่แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น ข้าว เป็นพืชที่ชอบน้ำ ดังนั้นดินที่เหมาะสมสำหรับข้าวจึงควรเป็นดินในพื้นที่ลุ่ม เนื้อดินเป็นดินเหนียวที่มีการระบายน้ำเลว ซึ่งจะช่วยให้สามารถขังน้ำไว้ในนาข้าวได้ แต่ถ้าต้องการปลูกพืชไร่หรือผลไม้ ดินที่ดีสำหรับพืชพวกนี้ควรเป็นดินลึก มีหน้าดินหนา เนื้อดินเป็นพวกดินร่วนหรือพวกที่มีการระบายน้ำดี มีความอุดมสมบูรณ์ เพื่อให้รากพืชสามารถชอนไชลงไปใต้ดินได้ลึก สามารถต้านทานแรงลมได้ดี เป็นต้น

## 2.4 สมบัติของดิน

### 2.4.1 สมบัติทางกายภาพ

1. **ลักษณะเนื้อดิน** คือ คุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อดินที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า บางชนิดเนื้อละเอียด บางชนิดเนื้อหยาบ ชิ้นส่วนเล็กๆ ของดินประกอบด้วยกรวด ทราย ดินตะกอน ดินเหนียวและฮิวมัส
2. **สีของดิน** คือ สีที่เกิดจากสารประกอบในดิน ทำให้ดินมีสี ต่างกัน เช่น ดินที่มี ฮิวมัสปนอยู่มาก จะมีสีคล้ำ ดินที่มีเหล็กปนอยู่มากจะมีสีน้ำตาลแดง
3. **ความพรุน** คือ ช่องว่างระหว่างเม็ดดิน เป็นที่สำหรับให้น้ำและอากาศผ่านเข้าไปในเนื้อดิน ดินชั้นบนมีความพรุนมากกว่าดินชั้นล่าง

### 2.4.2 สมบัติทางเคมี

เป็นลักษณะภายในของดินที่เราไม่สามารถจะมองเห็นหรือสัมผัสได้โดยตรง ได้แก่

1. **ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน** ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน หรือที่เรียกกันว่า "พีเอช" (pH) เป็นค่าปฏิกริยาที่วัดได้จากความเข้มข้นของปริมาณไฮโดรเจนไอออน (H<sup>+</sup>) ในดิน โดยทั่วไปค่าพีเอชของดิน จะบอกเป็นค่าตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 14
  - ถ้าดินมีค่าพีเอชน้อยกว่า 7 แสดงว่าดินนั้นเป็นดินกรด ยังมีค่าน้อยกว่า 7 มาก ก็จะเป็นกรดมาก
  - แต่ถ้าดินมีพีเอชมากกว่า 7 จะเป็นดินด่าง
  - ส่วนดินที่มีพีเอชเท่ากับ 7 พอดีแสดงว่าดินเป็นกลาง

แต่โดยปกติแล้วพีเอชของดินทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 5 ถึง 8 พีเอชของดินมีความสำคัญต่อการปลูกพืชมาก เพราะเป็นตัวควบคุมการละลายธาตุอาหารในดินออกมาอยู่ในสารละลายหรือน้ำในดิน ถ้าดินมีพีเอชไม่เหมาะสม ธาตุอาหารในดินอาจจะละลายออกมาได้น้อย ไม่เพียงพอต่อความต้องการของพืช หรือในทางตรงกันข้ามธาตุอาหารบางชนิดอาจจะละลายออกมามากเกินไปจนเป็นพิษต่อพืชได้

พืชแต่ละชนิดชอบที่จะเจริญเติบโตในดินที่มีช่วงพีเอชต่างๆ กันสำหรับพืชทุกๆ ไปมักจะเจริญเติบโตในช่วงพีเอช 6-7 ซึ่งเป็นช่วงที่ธาตุอาหารพืชต่างๆ มีความเป็นประโยชน์สูงกว่าช่วงพีเอชอื่นๆ

2. ความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารพืช เราทราบแล้วว่า ดินประกอบด้วยของแข็งที่มีขนาดอนุภาคต่างๆ กัน ตั้งแต่อนุภาคขนาดทราย ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 มิลลิเมตร จนถึงขนาดดินเหนียว ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 0.002 มิลลิเมตร จากการศึกษาพบว่า อนุภาคที่มีมากที่สุดในกลุ่มอนุภาคขนาดดินเหนียวนี้ก็คือ แร่ดินเหนียว (clay minerals) ซึ่งถือกันว่าเป็นส่วนสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ ในดิน

แร่ดินเหนียว จัดเป็นแร่ที่มีขนาดเล็กมากมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น มีโครงสร้างพื้นฐานเป็นชั้นที่มีรูปร่างแบนบางเหมือนแผ่นกระดาษ และมีการเชื่อมโยงระหว่างกันในลักษณะของการเรียงซ้อนทับกันเป็นชั้นๆ จนเกิดเป็นผลึกที่มีรูปร่างต่างๆ กัน เช่น เป็นแผ่นบาง เป็นเส้น เป็นหลอดหรือเป็นท่อ แร่ดินเหนียวมีหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มเคโอลิน สเมกไทต์ อิลไลต์ คลอไรต์ และอื่นๆ นักวิทยาศาสตร์สามารถแยกชนิดของแร่ดินเหนียวได้โดยการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน การทดสอบการลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ หรือใช้การวิเคราะห์ทางเคมีบางอย่าง เนื่องจากที่พื้นผิวของแร่ดินเหนียวนี้มีประจุไฟฟ้าลบ จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาการดูดยึดและแลกเปลี่ยนธาตุอาหารต่างๆ ที่ละลายอยู่ในดินซึ่งมีประจุไฟฟ้าเป็นบวกได้ ดังนั้นถ้าในดินมีแร่ดินเหนียวมากก็จะมีประจุลบมาก จึงสามารถดูดยึดธาตุอาหารที่มีประจุบวกได้ได้มากด้วย แร่ดินเหนียวจึงเป็นส่วนสำคัญในการควบคุมความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ความรุนแรงของสภาพความเป็นกรด นอกจากนี้ยังมีส่วนควบคุมหรือต้านทานการเปลี่ยนแปลงของดินต่อสภาพแวดล้อมอีกด้วย อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการดูดซับและแลกเปลี่ยนประจุบวกในดิน ยังขึ้นอยู่กับชนิดของแร่ดินเหนียวอีกด้วย โดยที่แร่ในกลุ่มเคโอลิน จะมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุน้อยกว่าแร่ดินเหนียวในกลุ่มสเมกไทต์ และอิลไลต์ เป็นต้น

### 2.4.3 ธาตุอาหารในดิน

ในจำนวนธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต้องใช้เพื่อการเจริญเติบโตออกดอก ออกผล ซึ่งมีอยู่ 16 ธาตุ นั้น มี 3 ธาตุที่พืชได้มาจากอากาศและน้ำ คือ คาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) ส่วนอีก 13 ธาตุ นั้น พืชต้องดูดดึงขึ้นมาจากดินซึ่งธาตุเหล่านี้ได้มาจากการผุพังสลายตัวของส่วนที่เป็นอนินทรีย์วัตถุและอินทรีย์วัตถุหรือฮิวมัสในดิน สามารถแบ่งตามปริมาณที่พืชต้องการใช้ได้ เป็น 2 กลุ่มคือ มหาธาตุ และจุลธาตุ



## 1. มหธาตุ (macronutrients)

มหธาตุหรือธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก ที่ได้มาจากดินมีอยู่ 6 ธาตุ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม

- ธาตุอาหารหลัก หรือ ธาตุปุ๋ย ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) เนื่องจากสามธาตุนี้พืชต้องการใช้ในปริมาณมาก แต่มักจะได้รับจากดินไม่ค่อยเพียงพอกับความต้องการ ต้องช่วยเหลือโดยใส่ปุ๋ยอยู่เสมอ

- ธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และกำมะถัน (S) เป็นกลุ่มที่พืชต้องการใช้ในปริมาณที่น้อยกว่า และไม่ค่อยมีปัญหาขาดแคลนในดินทั่วไปเหมือนสามธาตุแรก

## 2. จุลธาตุ หรือ ธาตุอาหารเสริม (micronutrients)

จุลธาตุหรือธาตุอาหารที่พืชต้องการใช้ในปริมาณน้อย มีอยู่ 7 ธาตุ ได้แก่ เหล็ก (Fe) แมงกานีส (Mn) โบรอน (B) โมลิบดีนัม (Mo) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และคลอรีน (Cl)

อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็นธาตุอาหารในกลุ่มมหธาตุหรือจุลธาตุ ต่างก็มีความสำคัญและจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชไม่น้อยไปกว่ากัน เพราะความจริงแล้วธาตุทุกธาตุมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของพืชเท่าๆ กัน จะต่างกันแต่เพียงปริมาณที่พืชต้องการเท่านั้น ดังนั้นพืชจึงขาดธาตุใดธาตุหนึ่งไม่ได้ หากพืชขาดธาตุอาหารแม้แต่เพียงธาตุเดียวพืชจะหยุดการเจริญเติบโต แคระแกร็น ไม่ให้ผลผลิตและตายในที่สุด

ธาตุอาหารพืชแต่ละชนิดมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืชแตกต่างกันไป และถ้าพืชได้รับธาตุอาหารไม่เพียงพอต่อความต้องการ ก็จะแสดงอาการที่แตกต่างกันตามแต่ชนิดของธาตุอาหารที่ขาดแคลนนั่น

ไนโตรเจน มีหน้าที่เป็นส่วนประกอบของโปรตีน ช่วยให้พืชมีสีเขียว เร่งการเจริญเติบโตทางใบ หากพืชขาดธาตุนี้จะแสดงอาการใบเหลือง ใบมีขนาดเล็กกลอง ลำต้นแคระแกร็นและให้ผลผลิตต่ำ

ฟอสฟอรัส มีหน้าที่ช่วยเร่งการเจริญเติบโตและการแพร่กระจายของราก ควบคุมการออกดอก ออกผล และการสร้างเมล็ด ถ้าพืชขาดธาตุนี้ระบบรากจะไม่เจริญเติบโต ใบแก่จะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแล้วกลายเป็นสีน้ำตาลและหลุดร่วง ลำต้นแกร็นไม่ผลิดอกออกผล

โพแทสเซียม เป็นธาตุที่ช่วยในการสังเคราะห์น้ำตาล แป้ง และโปรตีน ส่งเสริมการเคลื่อนย้ายน้ำตาลจากใบไปสู่ผล ช่วยให้ผลเติบโตเร็วและมีคุณภาพดี ช่วยให้พืชแข็งแรง ต้านทานต่อโรคและแมลงบางชนิด ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะไม่แข็งแรง ลำต้นอ่อนแอ ผลผลิตไม่เติบโต มีคุณภาพต่ำ สีไม่สวย รสชาติไม่ดี

แคลเซียม เป็นองค์ประกอบที่ช่วยในการแบ่งเซลล์ การผสมเกสร การงอกของเมล็ด พืชขาดธาตุนี้ใบที่เจริญใหม่จะหงิกงอ ตายอดไม่เจริญ อาจมีจุดดำที่เส้นใบ รากสั้น ผลแตก และมีคุณภาพไม่ดี

แมกนีเซียม เป็นองค์ประกอบสำคัญของคลอโรฟิลล์ ช่วยสังเคราะห์กรดอะมิโน วิตามิน ไนโตรเจน และน้ำตาล ทำให้สภาพกรดต่างในเซลล์พอเหมาะและช่วยในการงอกของเมล็ด ถ้าขาดธาตุนี้ใบแก่จะเหลือง ยกเว้นเส้นใบ และใบจะร่วงหล่นเร็ว

กำมะถัน เป็นองค์ประกอบสำคัญของกรดอะมิโน โปรตีน และวิตามิน ถ้าขาดธาตุนี้ทั้งใบบนและใบล่างจะมีสีเหลืองซีด และต้นอ่อนแอ

โบรอน ช่วยในการออกดอกและการผสมเกสร มีบทบาทสำคัญในการติดผลและการเคลื่อนย้ายน้ำตาลมาสู่ผล การเคลื่อนย้ายของฮอร์โมน การใช้ประโยชน์จากไนโตรเจนและการแบ่งเซลล์ ถ้าพืชขาดธาตุนี้ ตายอดจะตายแล้วเริ่มมีตาข้าง แต่ตาข้างก็จะตายอีก ลำต้นไม่ค่อยยืดตัว กิ่งและใบจึงชิดกัน ใบเล็ก หนา ไค้ และเปราะ

ทองแดง ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ การหายใจ การใช้โปรตีนและแป้ง กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ถ้าพืชขาดธาตุนี้ ตายอดจะชะงักการเจริญเติบโตและกลายเป็นสีดำ ใบอ่อนเหลือง และพืชทั้งต้นจะชะงักการเจริญเติบโต

คลอรีน มีบทบาทบางประการเกี่ยวกับฮอร์โมนในพืช ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะเหี่ยวง่าย ใบสีซีด และบางส่วนแห้งตาย

เหล็ก ช่วยในการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ มีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์แสงและหายใจ ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีขาวซีดในขณะที่ใบแก่ยังเขียวสด

แมงกานีส ช่วยในการสังเคราะห์แสงและการทำงานของเอนไซม์บางชนิด ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเหลืองในขณะที่เส้นใบยังเขียว ต่อมาใบที่มีอาการดังกล่าวจะเหี่ยวแล้วร่วงหล่น

โม่ลิดินัม ช่วยให้พืชใช้ในโตรเจนให้เป็นประโยชน์และเกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน ถ้าขาดธาตุนี้พืชจะมีอาการคล้ายขาดไนโตรเจน ใบมีลักษณะโค้งคล้ายถ้วย ปรากฏจุดเหลืองๆ ตามแผ่นใบ

สังกะสี ช่วยในการสังเคราะห์ฮอร์โมนออกซิน คลอโรฟิลล์ และแป้ง ถ้าขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเหลืองซีดและปรากฏสีขาวๆ ประปรายตามแผ่นใบ โดยเส้นใบยังเขียว รากสั้นไม่เจริญตามปกติ

เมื่อมีการปลูกพืชลงบนดิน ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของธาตุอาหารต่างๆ ที่มีอยู่ในดิน เนื่องจากในขณะที่พืชมีการเจริญเติบโต พืชจะดูดดึงธาตุอาหารในดินไปใช้และเก็บสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ได้แก่ ใบ ลำต้น ดอก ผล จนถึงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตและนำออกไปจากพื้นที่ ธาตุอาหารที่สะสมอยู่เหล่านั้นย่อมถูกนำออกไปจากพื้นที่ด้วย นอกจากนี้ธาตุอาหารบางส่วนยังเกิดการสูญหายไปในรูปแบบก๊าซ ถูกดินหรือสารประกอบในดินจับยึดไว้ บางส่วนถูกชะล้างออกไปจากบริเวณรากพืช หรือสูญเสียไปกับการชะล้างพังทลายของดิน ดังนั้นการเพาะปลูกพืชติดต่อกันเป็นระยะเวลายาวนาน โดยไม่มีการเติมธาตุอาหารลงไป ในดิน ย่อมทำให้ความอุดมสมบูรณ์ของดินลดลง และในที่สุดดินจะกลายเป็นดินเลวปลูกพืชไม่เจริญเติบโตอีกต่อไป ในการปลูกพืชจึงต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อบำรุงดิน ช่วยเพิ่มธาตุอาหารพืชและยกระดับความอุดมสมบูรณ์ของดินไว้อยู่เสมอ

## 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทวีป บุญวานิช (2557) ได้ทำการศึกษาอัตราการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนในพบว่ามีการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนบน ช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม ปี 2550 เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน เดือนมีนาคมเป็น เดือนที่มีการทำประมงหนาแน่นที่สุด มีอัตราการจับเฉลี่ยเท่ากับ 5,761.40 กิโลกรัม/วัน ในขณะที่เดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการทำประมงน้อยมาก อัตราการจับอยู่ในช่วง 1,814.70-6,706.50 กิโลกรัม/วัน ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง

จากข่าวไทยรัฐ เมื่อวันที่ 6 ส.ค. 2555 มีการวิจัยคุณสมบัติเปลือกหอย เพื่อทำเป็นกระดุกเทียมใช้แทนโลหะ นายแพทย์สิทธิพร บุญยนิคย์ พบว่า เนื่องจากเปลือกหอยมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ แคลเซียม จึงมีการใช้ประโยชน์จากคุณสมบัตินี้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ใช้เป็นกระดุกเทียมแทนโลหะโดย นำเปลือกหอยสดมาต้มล้างทำความสะอาดเพื่อกำจัดสารอินทรีย์ภายนอก นำไปล้างให้แห้ง แล้วเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป จากนั้นนำส่วนที่เหลือมาบดหยาบและบดละเอียด จะได้เป็นผงแคลเซียมออกไซด์ นำไปผสมสารตัวเติมเข้าไปเพื่อทำการแปรรูปเชิงเคมีวิทยาให้กลายเป็นผงกระดุกที่มีสูตรโครงสร้างเป็นแคลเซียมฟอสเฟต ไฮดรอกไซด์ของกระดูกมนุษย์ แล้วไปขึ้นรูปตามตำแหน่งที่ต้องการใช้งานในร่างกายมนุษย์ เป็นต้น

เอนก สวระอินทร์ และ ชุตินุช สุจริต (2555) ได้ศึกษาการรีไซเคิลเปลือกหอยตลับเพื่อผลิตปูนขาวสำหรับการบำบัดน้ำเสีย ได้นำปูนขาวจากเปลือกหอยตลับเทียบกับปูนขาวจากหินปูนพบว่าปูนขาวจากเปลือกหอยตลับมีคุณลักษณะสมบัติใกล้เคียงกับปูนขาวจากหินปูน (Limestone) องค์ประกอบของปูนขาวเตรียมจากเปลือกหอยตลับมีแคลเซียม ออกไซด์ (CaO) ร้อยละ 60.1 และสารประกอบอื่นๆ ปริมาณน้อย ปูนขาวจากเปลือกหอยตลับสามารถใช้เป็นสารปรับค่าพีเอชและ สารสำหรับควบคุมค่าพีเอชของน้ำในการควบคุมมลพิษการบำบัดน้ำ และน้ำเสียด้วยกระบวนการโคแอกกูเลชัน

สุภกร บุญยีน และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย โดยเตรียมตัวอย่างของ เปลือกหอยแมลงภู่ หอยหวาน และหอยแครงในรูปแบบผง นำไปเผาในช่วงอุณหภูมิ 500, 700 และ 900 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง บดและกรองผ่านตะแกรงคัดกรองขนาด 100 ไมโครเมตร พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตที่สะสมอยู่ในเปลือกหอยมีการเปลี่ยนแปลงเป็นแคลเซียมออกไซด์ ซึ่งตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวด้วยการนำวิเคราะห์ด้วยการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ (XRD) กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (SEM) และวิเคราะห์พื้นที่ผิวด้วยเทคนิค Brunauer-Emmett-Teller (BET) ผลการวิเคราะห์พบว่าแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยทุกชนิดประกอบด้วยโครงสร้างอะราโกไนต์ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนไป เป็นโครงสร้างแคลไซต์ที่อุณหภูมิ 500-700 องศาเซลเซียส และที่อุณหภูมิ 900 องศาเซลเซียส พบว่า แคลเซียมคาร์บอเนตเกิดเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์อย่างสมบูรณ์ ส่วนการเผาเปลือกหอยแมลงภู่จะ เปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมออกไซด์ได้ดีกว่าเปลือกหอยแครงและเปลือกหอยหวาน ตามลำดับ นอกจากนี้ แคลเซียมออกไซด์ที่ได้จากเปลือกหอยแครงยังมีความไวต่อความชื้น ซึ่งเปลี่ยนเป็นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้ง่าย

กมล อมรฟ้า (2544) ได้ทำการศึกษาผลของการปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนโดยใช้ ซีเมนต์และปูนขาว ดินเหนียวที่ใช้ในการทดสอบเป็นดินเหนียวที่มีค่าพลาสติกสูง (CH) มีปริมาณน้ำเท่ากับ 93.5% มีค่าความเป็นพลาสติกเท่ากับ 60.2% ค่ากำลังอยู่ในช่วง 0.08-0.21 กก./ซม.(2) นำดินผสมสารเชื่อมประสานต่าง ๆ ได้แก่ ซีเมนต์ (SC) ปูนขาว (SL) ซีเมนต์ผสมปูนขาวที่อัตราส่วน 2: 1 (SCL1) ซีเมนต์ผสมปูนขาวที่ อัตราส่วน 1: 1 (SCL2) และ ซีเมนต์ผสมปูนขาวที่อัตราส่วน 1: 2 (SCL3) ที่ปริมาณ 100, 150, 200 และ 250 กก./ม.(3) โดยใช้อัตราส่วนน้ำต่อสารเชื่อมประสานเท่ากับ 0.8 บ่มตัวอย่างดินที่ผสมแล้วเป็นเวลา 4, 7, 14, 28, 90 และ 180 วัน จากนั้น จึงทำการทดสอบหาค่ากำลังของดินโดยวิธีการทดสอบกำลังรับแรงอัดแกนเดียว ผลการศึกษาพบว่าดินผสมซีเมนต์ (SC) มีการพัฒนากำลังอย่างรวดเร็วในระยะแรก ตั้งแต่เริ่มผสมจนถึง 28 วัน และหลังจากนั้นกำลังจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ในระยะยาว (หลัง 28 วัน) เมื่อปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังเพิ่มขึ้นด้วย ผลจากการ ทดสอบการหดตัวพบว่าเมื่อปริมาณซีเมนต์เพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าคุณสมบัติทางวิศวกรรม เช่นค่า  $C_v$ ,  $k$ ,  $C_r$  และ  $C_c$  ลดลง ในขณะที่ค่า  $P_c$  เพิ่มขึ้น กรณีดินผสมปูนขาว (SL) จะมีการพัฒนากำลังอย่างสม่ำเสมอทั้งในระยะแรกและระยะยาว และเมื่อปริมาณปูนขาว เพิ่มขึ้นจะทำให้กำลังเพิ่มขึ้นจนถึงปริมาณปูนขาวที่ให้กำลังสูงสุด

สุรัชย์ โภเมนธรรมโสภณ และ ประภาส วันทอง (2554) ทำการศึกษาถึงความเป็นไปได้ ในการนำเถ้าชานอ้อยมาปรับปรุงคุณภาพดินเหนียวอ่อนร่วมกับปูนขาว โดยใช้อัตราส่วน ระหว่างปูนขาวต่อเถ้าชานอ้อย 1:2 เป็นสารผสมเพิ่ม แล้วใช้สารผสม เพิ่มผสมกับดินเหนียวตากแห้งและร่อนผ่านตะแกรงมาตรฐานเบอร์ 40 ปริมาณร้อยละ

ละ 0, 10, 20, 30 และ 40 ของน้ำหนักดินเหนียว และทำ การบ่มที่อายุ 7, 14 และ 28 วันจากนั้นทำการทดสอบ กำลังอัดแกน เดียว (UCS) ของดินปรับปรุงคุณภาพจากผลการทดสอบแรงอัดแกน เดียวพบว่า ค่ากำลังอัดแกน เดียว (UCS) มีค่าเพิ่มขึ้นตามปริมาณสาร ผสมเพิ่มที่เติมลงไปในดิน คือที่อัตราส่วนผสมเพิ่มร้อยละ 40 จะมีค่า UCS สูงที่สุด เนื่องจากปฏิกิริยา Pozzolanic ระหว่างปูนขาว เถ้าขาน อ้อยและดินเกิดขึ้นไม่สูง นอกจากนี้ค่า UCS จะมีค่าสูงขึ้นตาม ระยะเวลาการบ่ม คือ ที่อายุการบ่ม 28 วัน ดินปรับปรุงคุณภาพจะมีค่า UCS สูงที่สุดในทุกๆอัตรา ส่วนผสม ซึ่งจากการทดสอบพบว่ามีความ เป็นไปได้ที่ค่า UCS จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อมีเพิ่มปริมาณสารผสมเพิ่ม แต่ ทั้งนี้ ปริมาณปูนขาวที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดิน ไม่ควรเกินร้อยละ 10 เนื่องจากจะทำให้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงใน การใช้งานจริง

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 รูปแบบการทำวิจัย

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาในเชิงทดลอง (Experimental Research) เพื่อจะศึกษาการปรับปรุงความร่วนซุยของดินโดยใช้ส่วนผสมจากเปลือกหอยหลายเหลือทิ้งที่เผาที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันโดยรวบรวมข้อมูลในหัวข้อที่เกี่ยวกับ ความร่วนซุยของดิน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนำมาศึกษาผนวกกับการตรวจวิเคราะห์ อันเป็นนัยสำคัญของการศึกษา

#### 3.2 สมมุติฐานงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีสมมุติฐานว่า เมื่อเผาเปลือกหอยหลายที่อุณหภูมิสูงขึ้นปริมาณของแคลเซียมออกไซด์จะเพิ่มมากขึ้นทำให้สามารถปรับปรุงดินได้ดีขึ้นไปด้วย

#### 3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

##### 3.3.1 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมดิน

- 3.3.1.1 ดินที่ใช้ในการทดลอง
- 3.3.1.2 พลั่วขุดดิน
- 3.3.1.3 กระบอเก็บดิน
- 3.3.1.4 ที่อัดดิน

##### 3.3.2 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ทางวัสดุ

- 3.3.2.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง
- 3.3.2.2 เตาอบลมร้อน ยี่ห้อ Memmert รุ่น UFE600
- 3.3.2.3 ภาชนะใส่น้ำ
- 3.3.2.4 ค้อน

##### 3.3.3 วัสดุ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยหลาย

- 3.3.3.1 สารตัวอย่าง
- 3.3.3.2 เครื่องวิเคราะห์ด้วยเทคนิค X – ray fluorescence (XRF)
- 3.3.3.3 ชุดอุปกรณ์ประกอบภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง (Sample Holder)
- 3.3.3.4 แผ่นไมลาร์ (mylar)
- 3.3.3.5 ซ้อนตักสาร

3.3.3.6 สารละลาย Alcohol

3.3.3.7 กระดาษทิชชู

### 3.4 ขั้นตอนการศึกษา

3.4.1 ศึกษาการเกิดของเสียในโรงงานผลิตหอยลายกระป๋อง

3.4.2 ศึกษาการนำเปลือกหอยไปใช้ประโยชน์โดยใช้เป็นส่วนผสมในการทำเก้าอี้เปลือกหอย

3.4.3 ศึกษาสมบัติของดินเมื่อใช้เปลือกหอยเผาที่อุณหภูมิต่างๆ

3.4.4 ศึกษาความคลาดเคลื่อนของสมบัติทางวัสดุ

3.4.5 ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs

### 3.5 ขั้นตอนการเตรียมงานวิจัย

#### 3.5.1 ขั้นการเตรียมดิน

3.5.1.1 ชนิดของผืนดินที่แข็งมากในบริเวณไร่มันสำปะหลัง ในพื้นที่จังหวัดชลบุรี (ดังแสดงในภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 ดินแข็งบริเวณไร่มันสำปะหลัง

3.5.1.2 ขุดดินตัวอย่างและนำมาผสมกัน

3.5.1.3 ตากดิน (ดังแสดงในภาพที่ 3.2)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการตากดินก่อนนำมาทดลอง



### 3.5.2 ขั้นตอนการเตรียมเปลือกหอยลาย

3.5.2.1 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาดแล้วนำไปตากแดดให้แห้ง (ดังแสดงในภาพที่ 3.3)



ภาพที่ 3.3 ล้างเปลือกหอยลายด้วยน้ำสะอาด

3.5.2.2 เเผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 1200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 ชั่วโมง เพื่อให้สารอินทรีย์หมดไป (ดังแสดงในภาพที่ 3.4)



ภาพที่ 3.4 เปลือกหอยที่เผาในอุณหภูมิสูงเป็นเวลา 5 ชั่วโมง

3.5.2.3 นำมาบดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม (ดังแสดงในภาพที่ 3.5)



ภาพที่ 3.5 เปลือกหอยที่บดหยาบและบดละเอียดจนเป็นผงแคลเซียม

### 3.5.3 ขั้นตอนการผสมดิน

#### 3.5.3.1 นำเถ้าเปลือกหอยมาผสมดิน



ภาพที่ 3.6 เถ้าเปลือกหอยที่นำมาผสมดินก่อนนำมาทดลอง

## 3.6 การกำหนดตัวแปร

### ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลอง

ตัวแปร	ค่าพารามิเตอร์
ตัวแปรต้น	อุณหภูมิในการเผาเปลือกหอยลาย
ตัวแปรตาม	ขนาด ความหนาแน่นของดิน การดูดซึมน้ำในดิน
ตัวแปรควบคุม	ระยะเวลาเผา ระยะเวลาฝังดิน ส่วนผสมของเถ้าหอย

## 3.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์

### 3.7.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์ความหนาแน่นของดิน

#### 3.7.1.1 อัดดินลงในบล็อกลูกสี่เหลี่ยม

#### 3.7.1.2 นำมาชั่งน้ำหนัก (ดังแสดงในภาพที่ 3.7)



ภาพที่ 3.7 เครื่องชั่ง (Balance) ที่อ่านค่าละเอียดถึง 0.5 gm

3.7.1.3 ทำการวัดหาปริมาตรของดิน ด้านความกว้าง ความยาว และความสูง

3.7.1.4 นำค่าที่ได้จากการชั่งน้ำหนักและปริมาตรของดินมาหาค่าความหนาแน่นจากสูตร

$$\text{ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังอบ (กิโลกรัมต่อกรัม)}}{\text{ปริมาตรชิ้นทดสอบ (ลูกบาศก์เซนติเมตร)}}$$

3.7.2.5 บันทึกลงในตารางทดสอบความหนาแน่น

### 3.7.2 วิธีทดสอบการดูดซึมน้ำ

3.7.2 1 ชั่งน้ำหนักบล็อคดีนอย่างโดยบันทึกเป็นน้ำหนักก่อนแช่น้ำ

3.7.2 2 แช่ก้อนบล็อคดีนในน้ำสะอาดที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วรีบนำบล็อคดีนมาซับน้ำที่ผิวออก และชั่งน้ำหนักทันที บันทึกเป็นน้ำหนักหลังแช่น้ำ 1 ชั่วโมง

3.7.2 3 จากนั้นนำก้อนบล็อคดีนไปแช่น้ำอีก 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้งตามวิธีเดิม โดยบันทึกเป็นน้ำหนักหลังแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

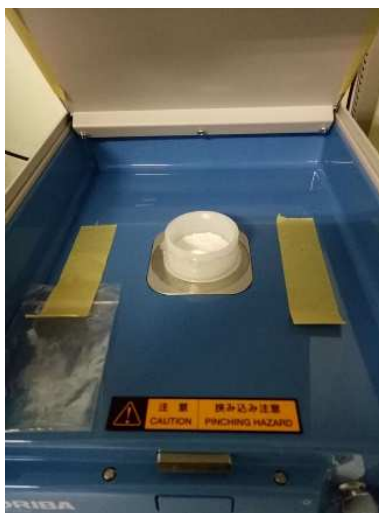
3.7.2 4 นำค่าที่ได้ทั้งหมดมาคำนวณหาค่าการดูดซึมน้ำที่ 1 ชั่วโมงและ 24 ชั่วโมง

$$\text{การดูดซึมน้ำ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{มวลชิ้นทดสอบหลังแช่น้ำ(กรัม)} - \text{มวลชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)}}{\text{มวลชิ้นทดสอบก่อนแช่น้ำ(กรัม)}}$$

### 3.7.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในเปลือกหอยลายบดละเอียดโดยการวาวรังสีเอกซ์

3.7.3.1 ประกอบวงแหวนพลาสติก Sample Holder และแผ่นไมลาร์ (mylar) เข้าด้วยกันเพื่อใช้เป็นภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง

3.7.3.2 ตักสารตัวอย่างด้วยช้อนตักสารที่บดละเอียดบรรจุลงในภาชนะดังกล่าว ให้ปริมาณของสารตัวอย่างมีความหนาประมาณ 0.5 เซนติเมตร (ดังแสดงในภาพที่ 3.9)



ภาพที่ 3.8 สารตัวอย่างบรรจุลงในภาชนะของเครื่อง X-ray Fluorescence

3.7.3.3 เช็ดทำความสะอาดบริเวณขอบภาชนะด้วยการนำกระดาษทิชชูชุบสารละลายแอลกอฮอล์ เพื่อป้องกันการปนเปื้อนภายในเครื่องวัด

3.7.3.4 นำกระดาษกาวปิดภาชนะบรรจุสารตัวอย่าง เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของสารตัวอย่าง ในขณะที่ทำการวิเคราะห์ด้วยระบบสุญญากาศ

## 3.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ผล

3.8.1 นำดินที่ขึ้นรูปมาทดสอบสมบัติ คือ ขนาด ความหนาแน่นของดินสภาพธรรมชาติ ความชื้นในดิน การดูดซึมน้ำ การรับแรงดัดและแรงอัด

3.8.2 วิเคราะห์หาปริมาณแคลเซียมจากเปลือกหอยลายเผาบดละเอียด

3.8.3 เปรียบเทียบสมบัติ คือ ความหนาแน่นและการดูดซึมน้ำของดิน

3.8.4 สรุปผลและให้ข้อเสนอแนะ

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล

#### 4.1 ผลการศึกษาการเกิดของเสียของโรงงานหอยลายกระป๋อง

จากการศึกษาอัตราการจับหอยลายบริเวณอ่าวไทยตอนใน พบว่ามีการจับหอยลายช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม ปี 2550 เฉลี่ยเท่ากับ 5,371.3 กิโลกรัมต่อวัน เดือนมีนาคมเป็น เดือนที่มีการทำประมงหนาแน่นที่สุด มีอัตราการจับเฉลี่ยเท่ากับ 5,761.40 กิโลกรัม/วัน ในขณะที่เดือนเมษายน ถึงเดือนกรกฎาคม มีการทำประมงน้อยมาก อัตราการจับอยู่ในช่วง 1,814.70-6,706.50 กิโลกรัม/วัน ในช่วงระยะเวลา 5 เดือนนี้ จะมีการออกเรือวันเว้นวัน ซึ่งในช่วงระยะเวลา 5 เดือนนี้ จะมีการออกเรือวันเว้นวัน หรือมีการออกเรือและส่งหอยลายเข้าโรงงานโดยเฉลี่ย 15 ครั้งต่อเดือนในช่วงที่มีการทำการ ส่วนในเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ไม่พบการทำประมง เมื่อคำนวณปริมาณหอยลายที่จับได้ในแต่ละปีพบว่าปีมีปริมาณ 402.85 ตันต่อปี ซึ่งหอยลายจำนวนนี้จะถูกส่งเข้ากระบวนการผลิตหอยลายกระป๋อง ซึ่งจะต้องมีการแกะเนื้อหอยลายออกจากเปลือก โดยเปลือกหอยลายจะกองไว้ข้างโรงงาน จากการศึกษาโดยการชั่งน้ำหนักหอยลายและเปลือกหอยลายพบว่า น้ำหนักของเปลือกหอยลายซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตมีน้ำหนักประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ หรือคิดเป็น 302.14 ตันต่อปี

#### 4.2 ผลการศึกษาองค์ประกอบของเปลือกหอยลายและดิน

จากการศึกษาสมบัติของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตดินซึ่งได้นำเปลือกหอยลาย และดินที่ใช้ในการทดลอง มาทำการศึกษาทางด้านความชื้น ถ้า แคลเซียม และธาตุต่างๆ พบว่าในเปลือกหอยลายมีความชื้นคิดเป็น 1.88 เปอร์เซ็นต์ ถ้าคิดเป็น 58.27 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมคิดเป็น 98.50 เปอร์เซ็นต์และธาตุอื่นๆอีก 1.50 เปอร์เซ็นต์ จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าในเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นธาตุที่มีเป็นองค์ประกอบของหินปูนและปูนขาว สามารถนำมาใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินได้

ตารางที่ 4.1 สมบัติของเปลือกหอยลาย และดิน

ชื่อวัสดุ	ความชื้น (%)	เถ้า (%)	แคลเซียม (Ca) (%)	ธาตุอื่น ๆ (%)
เปลือกหอยลาย	1.88	58.27	98.50 %	1.50 %
ดิน	1.15	12.03	5.26 %	11.03 %

จากการศึกษาพบว่าเปลือกหอยลายและมีสมบัติทางวัสดุที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งถ้าเปลือกหอยลายจะมีความชื้นที่ต่ำกว่า นอกจากนั้นเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักซึ่งพบเป็นประมาณ 98.50 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียมเป็นองค์ประกอบหนึ่งของปูนขาวและหินปูนมีสมบัติทางด้านการปรับปรุงคุณภาพดิน และจากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าดินที่ใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินมีความชื้นต่ำมาก แม้อินดินจะมีความแข็งมากแต่ก็มีอินทรีย์วัตถุอยู่มาก เนื่องจากมีสัดส่วนของเถ้าเพียงร้อยละ 12.03 เท่านั้น

#### 4.3 ผลการศึกษาสมบัติของดินเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยที่เผาที่อุณหภูมิต่างๆ ผสม

จากการดำเนินการทดสอบตัวอย่างดินที่ใช้เปลือกหอยลายทดแทนแกลบ เพื่อให้ได้อัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตดิน โดยการทดสอบคุณสมบัติดังนี้ คือ การทดสอบขนาด ความหนาแน่น การดูดซึมน้ำ การดูดความชื้น และการทดสอบแรงอัด มีผลการทดสอบดังนี้

##### 4.3.1 การทดสอบขนาดและความหนาแน่นของดิน

เมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายมาเป็นสารปรับปรุงคุณภาพดินโดยเพิ่มอุณหภูมิการเผาขึ้นการทดลองละ 100 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบความหนาแน่นของดินที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นไปตามตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการวัดความหนาแน่นของดิน

อุณหภูมิที่ใช้เผาเปลือกหอย (องศาเซลเซียส)	ค่าความหนาแน่น (กรัมต่อลบ.ซม.)
ดินที่ไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ	2.80
900	1.90
1000	1.55
1100	1.31
1200	1.25

จากการทดสอบค่าความหนาแน่นของดิน พบว่าดินที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เพิ่ม

อุณหภูมิในการเผาขึ้นเรื่อย ๆ ความหนาแน่นของดินจะน้อยลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิสูงจะมีองค์ประกอบของปูนขาวมากขึ้น จึงทำให้ดินร่วนซุยดีมากขึ้นตามลำดับ

#### 4.3.2 การทดสอบความชื้นและการดูดซึมน้ำในดิน

เมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายมาปรับปรุงคุณภาพดินโดยเพิ่มอุณหภูมิการเผาขึ้นการทดลองละ 100 องศาเซลเซียส ผลการทดสอบความชื้นและการดูดซึมน้ำของดินที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นไปตามตารางที่ 4.3 ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบค่าความชื้นและการดูดซึมน้ำของดิน

อุณหภูมิที่เผาเปลือกหอย (องศาเซลเซียส)	ค่าความชื้น (%)	ค่าการดูดซึมน้ำ (%)	
		1 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพดิน	0.48	5.24	8.12
900	0.69	11.36	12.29
1000	0.76	18.13	20.19
1100	0.83	25.26	27.85
1200	1.14	29.58	33.04

จากภาพที่ 4.2 พบว่าเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำซึมผ่านดินได้มากขึ้น ปูนขาวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิสูงก็เมื่อมีมากก็ยิ่งทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นไปอีกทางหนึ่งด้วย ความชื้นของดินจึงลดลงจากการทดสอบความชื้นของดิน พบว่าดินที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้น การดูดซึมน้ำก็ยังดีขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเผาหอยที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส ค่า % การดูดน้ำที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 29.58 และ 33.04% ตามลำดับ

#### 4.4 ผลการศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs

จากผลการทดสอบ พบว่าหากนำเปลือกหอยลายนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน ถ้าปรับปรุงกระบวนการการผลิตในอนาคต จากการศึกษาพบว่าดินพื้นที่ 1 ตารางเมตร ใช้เถ้าเปลือกหอยถึง 1 กิโลกรัม ดังนั้นพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ จะใช้เถ้าเปลือกหอย 1,600 กิโลกรัม หรือ 1.6 ตันต่อพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ ดังนั้นใน 1 ปี โรงงานอุตสาหกรรมหอยลายจะมีของเสียที่เกิดขึ้นเป็นจำนวน 302.14 ตันต่อปี ของเสียนี้สามารถนำมาผลิตเป็นเถ้าเปลือกหอยลายได้ 114.60 ตันต่อปี และใน 1 ปี หากจะนำไปใช้ในการปรับปรุงพื้นที่ดินเพื่อกำจัดของเสียให้หมด จะต้องใช้กับพื้นที่การเกษตร 72 ไร่



## บทที่ 5

### การวิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจการทำประมงหอยลายในพื้นที่ ตำบล มหาชัย จังหวัดสมุทรสาคร พบว่ามีการจับหอยลาย ช่วงเดือนมีนาคมถึงกรกฎาคม โดยหอยลายที่ส่งเข้าโรงงานมีปริมาณโดยเฉลี่ยเท่ากับ 402.85 ตันต่อปี จากกระบวนการผลิตหอยลายกระป๋อง เปลือกหอยลายซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการผลิตมีน้ำหนักประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ของวัตถุดิบ หรือคิดเป็น 302.14 ตันต่อปี

เมื่อได้นำเปลือกหอยลายมาใช้ประโยชน์ โดยการเผาให้เป็นเถ้าเปลือกหอยลายแล้วนำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพดินที่มีความแข็งมาก บริเวณไร่มันสำปะหลัง จังหวัดชลบุรี จากการศึกษาสมบัติของดินและเปลือกหอย มาทำการศึกษาทางด้านความชื้น เถ้า แคลเซียม และธาตุต่างๆ พบว่าในเปลือกหอยลายมีแคลเซียมเป็นองค์ประกอบหลักคิดเป็น 98.50 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความชื้น 1.88 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 58.27 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง

เมื่อมีการใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 900 1000 1100 1200 องศาเซลเซียสตามลำดับพบว่า ดินที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพมีความหนาแน่นลดลงและมีการดูดซึมน้ำดีขึ้นตามลำดับ เมื่อทดสอบค่าความหนาแน่นของดิน พบว่าดินที่ผสมเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ 1.25 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร จากผลการศึกษาพบว่าเมื่อใช้เพิ่มอุณหภูมิในการเผาขึ้นเรื่อย ๆ ความหนาแน่นของดินจะน้อยลงตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจากเถ้าจากเปลือกหอยลายที่เผาที่อุณหภูมิสูงจะมีองค์ประกอบของปูนขาวมากขึ้น จึงทำให้ดินร่วนซุยมากขึ้นตามลำดับ และเมื่อใช้เถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นของดินจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอุณหภูมิ ทั้งนี้เนื่องจากโมเลกุลของน้ำซึมผ่านดินได้มากขึ้น ปูนขาวที่เกิดจากการเผาที่อุณหภูมิสูงก็ยังมีมากก็ยิ่งทำให้คุณภาพของดินดีขึ้นไปอีกทางหนึ่งด้วย ความชื้นของดินจึงลดลงจากการทดสอบความชื้นของดิน พบว่าดินที่ผสมเถ้าเปลือกหอยลายที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นมากที่สุดคือ 1.14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้การดูดซึมน้ำก็ยังดีขึ้นเรื่อย ๆ อีกด้วย จากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเผาหอยที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียสค่า % การดูดน้ำที่เวลา 1 และ 24 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ 29.58 และ 33.04% ตามลำดับ

การศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยใช้หลัก 3Rs พบว่าหากนำเปลือกหอยลายนำมาปรับปรุงคุณภาพดิน ถ้าปรับปรุงกระบวนการการผลิตในอนาคต จากการศึกษาพบว่าดินพื้นที่ 1 ตารางเมตร ใช้เถ้าเปลือกหอยถึง 1 กิโลกรัม ดังนั้นพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ จะใช้เถ้าเปลือกหอย 1,600 กิโลกรัม หรือ 1.6 ตันต่อพื้นที่การเกษตร 1 ไร่ดังนั้นใน 1 ปี โรงงานอุตสาหกรรมหอยลายจะมีของเสียที่เกิดขึ้นเป็นจำนวน 302.14 ตันต่อปี ของเสียนี้สามารถนำมาผลิตเป็นเถ้าเปลือกหอยลายได้ 114.60 ตันต่อปี และใน 1 ปี หากจะนำไปใช้ในการปรับปรุงพื้นดินเพื่อกำจัดของเสียให้หมด จะต้องใช้กับพื้นที่การเกษตร 72 ไร่

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากการทดลองพบว่าระยะเวลาในการหอยอาจจะมีผลต่อถั่วเปลือกหอย หากมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตโดยควบคุมระยะเวลาในการเผาเปลือกหอยที่ยาวนานขึ้น อาจส่งผลให้ดินมีค่าร่วนซุยมากยิ่งขึ้น

5.2.2 สำหรับผู้ที่ศึกษาในครั้งต่อไป หากมีการศึกษาเกี่ยวกับองค์ประกอบทางเคมีของถั่วเปลือกหอยชนิดอื่น ๆ จะทำให้ทราบถึงความแตกต่างของคุณสมบัติถั่วเปลือกหอยชนิดอื่น ๆ ด้วย

5.2.3 สามารถนำถั่วเปลือกหอยเหล่านี้ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้ เช่น นำไปเป็นส่วนผสมในการผลิตแผ่นกระเบื้อง ยิปซั่ม เป็นต้น

5.2.4 สำหรับผู้ที่ศึกษาคุณสมบัติของดินที่มีส่วนผสมของเปลือกหอยลายในครั้งต่อไป สามารถศึกษาสมบัติของดิน เพิ่มเติม เช่น อินทรีย์วัตถุ ธาตุอาหาร เป็นต้น

5.2.5 การทดลองงานวิจัยในครั้งต่อไป สามารถศึกษาคุณสมบัติของหอยชนิดอื่น เช่น หอยแมลงภู่ หอยแครง เป็นต้น

## บรรณานุกรม

- กระทรวงอุตสาหกรรม. 2555. **คู่มือการจัดการของเสียภายในโรงงาน**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.
- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2554. **คู่มือ3Rs**. กรมโรงงานอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ
- กรมควบคุมมลพิษ. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (ม.ป.ป.). **ความรู้ด้าน3Rs**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ
- กรมประมง. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล. 2557. **สภาวะการทำประมงหอยลายและ เศรษฐกิจ-สังคมในพื้นที่อ่าวไทยตอนบน**. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงทะเล, ม.ป.ท.
- นิชธิมา รุ่งปิ่น. 2555. “**นาโนแคลเซียมคาร์บอเนตจากเปลือกหอยเชอร์รี่และหอยนางรมเป็นสารเสริมแรงสำหรับพอลิไวนิลคลอไรด์**.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาปิโตรเคมีและวิทยาศาสตร์พอลิเมอร์). คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปัตตะ ฮาแว และ พนิดา สุมานะตระกูล. (2556). “การศึกษาความเป็นไปได้ของการเตรียมนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตจากวัสดุอินทรีย์.” **วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ**. 8, 2 (พฤษภาคม) : 81-88.
- เพิ่มพล กาญจนามัย. 2546. “**การใช้ตะกอนจากโรงผลิตน้ำประปาบางเขนในอุตสาหกรรม ก่อสร้าง**.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม). วิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ภูษิต เลิศวัฒนารักษ์ และ ชโลทร ศิริภัทรประวัตติ. 2553. “**คุณสมบัติด้านกำลังอัดและการหดตัวแบบแห้งของปูนฉาบที่ผสมเปลือกหอยสด**.” วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และผังเมือง. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต.
- มหาวิทยาลัยพะเยา. คณะวิศวกรรมศาสตร์. 2559. **การหาขนาด ความหนาแน่น ความชื้น และการดูดซึมน้ำของอิฐ**. คณะวิศวกรรมศาสตร์, พะเยา
- ศศิพันธุ์ ณ สงขลา และคณะ. 2549. “**การวิเคราะห์ธาตุในเปลือกหอยโดยวิธีนิวเคลียร์**.” กองฟิสิกส์. สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

- สิทธิพร บุญยนิติกัย. 2555. **พัฒนางานวิจัยจากเปลือกหอยเหลือทิ้งเป็นวัสดุทดแทนกระดุกมนุษย์.**  
[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :  
[http://www.prcmu.cmu.ac.th/perin\\_detail.php?perin\\_id=378](http://www.prcmu.cmu.ac.th/perin_detail.php?perin_id=378), 25 มีนาคม 2560.
- สุภกร บุญยยืนและคณะ. (2558). “การสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตในเปลือกหอย.” วารสาร  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์รังสิต. 4, 2 (พฤษภาคม) : 116-122.
- อุดมวิทย์ ไชยสกุลเกียรติ และ ณิชากา มินาบุลย์. 2558. “การศึกษาคุณสมบัติและประสิทธิภาพ ของ  
คอนกรีตมวลเบาผสมเปลือกหอยแมลงภู่มะพร้าวเพื่อให้นำมาผลิตหลักนำทาง.”  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. (ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม). คณะวิศวกรรมศาสตร์.  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- เอนก สวาทอินทร์ และ ชุตินุช สุจริต. 2557. “การรีไซเคิลเปลือกหอยตลับเพื่อผลิตปูนขาวสำหรับ การ  
บำบัดน้ำและน้ำเสีย.” วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. (ภาควิชาสิ่งแวดล้อม). วิทยาศาสตร์ และ  
เทคโนโลยีการประมง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

## ประวัติย่อผู้วิจัย

### ประวัติผู้วิจัยคนที่ 1

1. ชื่อ-นามสกุล

(ภาษาไทย) นายกิติยศ ตั้งสัจจวงศ์

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Kitiyot Tungsudjawong

2. หมายเลขบัตรประชาชน

3-8098-00071-97-8

3. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

4. หน่วยงานและที่อยู่

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โทรศัพท์ 086 553 3599

E-mail : kitiyot.t@rmutp.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

วศ.บ.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

วศ.ม.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน

6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

Water and Wastewater Treatment

## 7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

### 7.1 งานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่/ตีพิมพ์

#### International Journal

K.Tungsudjawong , S.Leungprasert and P. Peansawang.2017. Investigation of humic acids concentration in different seasons in the raw water canal, Bangkok, Thailand.Water science & Technology Water Supply,1727-1728.

#### International Conference

Pacharaporn Suwanvitaya,Panumas Puongkaew, Kitiyos Tuungsudjawong.2006. Comparison of Ozonation and photooxidation of phenol. International Conference fremantle, western Australia 10-12 July 2006.Decentralised Water and Wastewater Systems, 207-213.

Kitiyot Tungsudjawong , Patthanasorn Peansawang, Suchat Leungprasert .2015.Investigation of Humic Substances as the Precursors for Trihalomethanes Production in the Raw Water Supplying to Bangkhen Water treatment Plant.The seventh regional symposium on infrastructure development, Kasetsart University Thailand 5-7 November 2015.P.270

## ประวัติผู้วิจัยคนที่ 2

### 1. ชื่อ-นามสกุล

(ภาษาไทย) นายศุภชัย หิรัญศุภโชติ

(ภาษาอังกฤษ) Mr. Supachai Hirunsupachote

### 2. หมายเลขบัตรประชาชน

4-1020-00030-25-6

### 3. ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

### 4. หน่วยงานและที่อยู่

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โทรศัพท์ 095 783 1129

E-mail : [supachai.h@rmutp.ac.th](mailto:supachai.h@rmutp.ac.th), [yimyamyoryim@gmail.com](mailto:yimyamyoryim@gmail.com)

### 5. ประวัติการศึกษา

วศ.บ.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

M.Sc. (Waste management and contaminated site Treatment) Technische  
Universitaet Dresden

วศ.ด.(วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### 6. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

Mathematic model for prediction in environmental engineering

## 7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

### 7.1 งานวิจัยที่ได้รับการเผยแพร่/ตีพิมพ์

#### International Journal

Hirunsupachote, S. and Chavalparit, O. 2018, A DYNAMIC METHANE PREDICTION FROM LIGNOCELLULOSIC BIOMASS USING NON-LINEAR MATHEMATIC MODEL, [International Journal of Pure and Applied Mathematics](#), Vol.119 No.16, pp.2297-2304

#### International Conference

Supachai Hirunsupachote and Orathai Chavalparit. 2015. Correlation of biogas production potential and anaerobic degradation of lignocellulose. International Conference on "Anaerobic Digestion: AD Technology and Microbial Ecology for Sustainable Development, 3-6 February 2015, Chiang Mai, Thailand

Supachai Hirunsupachote and Jirasak Tharajak. 2018. Banana wastes to methane energy: effect of alkali and steam pretreatment. The 2nd International Conference on Anaerobic Digestion Technology, 4-7 June 2018, The Empress Convention Centre, Chiang Mai, Thailand