

**ภาคผนวก ค**

เอกสารศึกษาเพิ่มเติม  
ประกอบบทเรียนวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น

การพัฒนาคุณภาพดินสอพองให้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง  
ที่เหมาะสมสำหรับผิวกาย

ระดับอุดมศึกษา

ผศ.จิตตระการ เอกกมลกุล

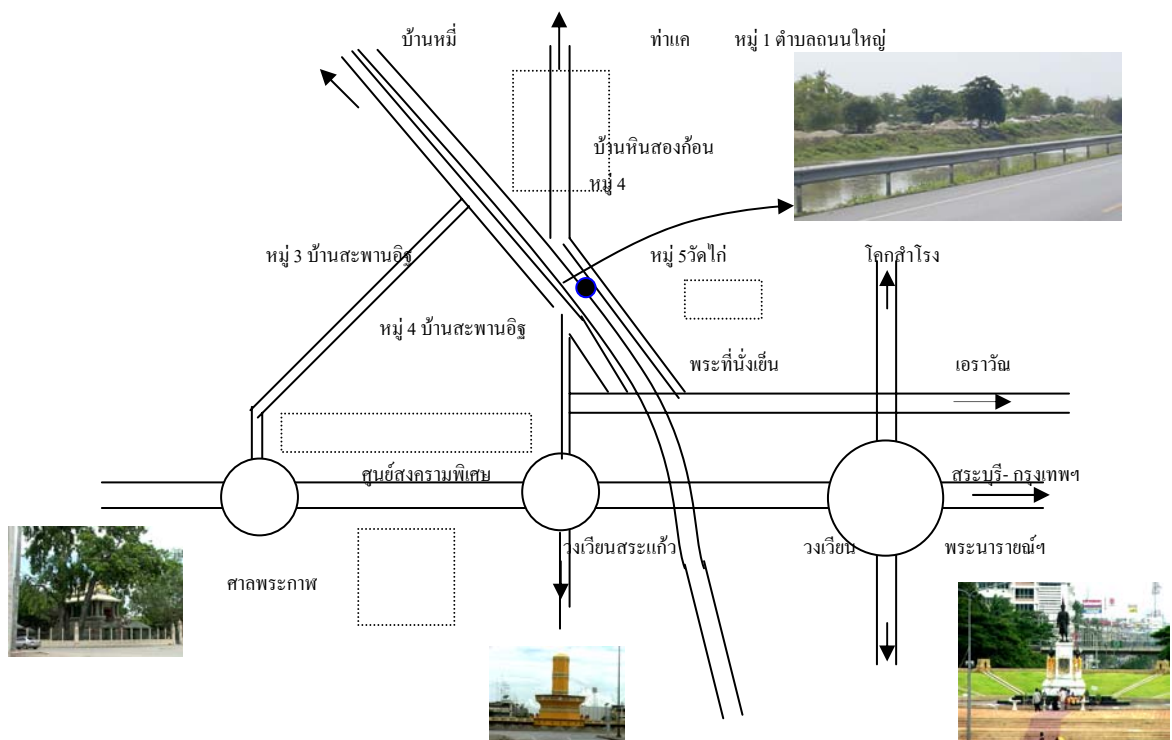
# ดินสอพอง

เมื่อก้าวถึงลพบุรี ทุกคนต้องคิดถึงพระปรางค์สามยอด ศาลพระกาฬ ลิงลพบุรี เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ พระนารายณ์ราชินเวศน์และดินสอพองของดี แต่ราคาถูกอย่างไม่น่าเชื่อที่มีแห่งเดียวในประเทศไทย

## ชุมชนดินสอพอง

### ประวัติความเป็นมาของชุมชนดินสอพอง

ชุมชนดินสอพองประกอบด้วยหมู่ 4 และหมู่ 5 ตำบลทะเลชุบศรและหมู่ 1 ตำบลถนนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี เดิมส่วนหนึ่งของหมู่ 4 อยู่ที่บ้านสะพานอิฐ ผู้สูงอายุที่อาศัยอยู่ในหมู่ 4 เล่าให้ฟังว่า บริเวณที่ตั้งหมู่บ้านนั้นมีสะพานที่ทำด้วยอิฐขนาดใหญ่สะพานหนึ่ง สันนิษฐานกันว่าเป็นสะพานที่สร้างขึ้นสมัยสมเด็จพระนารายณ์มหาราช (พ.ศ. 2199-2231) พระองค์โปรดให้ใช้เมืองลพบุรีเป็นราชธานีที่ 2 มีแนวกำแพงเมืองและคูเมืองผ่านบริเวณหมู่บ้านใกล้เคียงกับโรงเรียนสารนิเทศในปัจจุบัน เชื่อกันว่าคนในวังนารายณ์จะข้ามสะพานนี้ออกมาเพื่อลงไปอาบน้ำที่อ่างแก้ว ซึ่งอ่างแก้วนั้นอยู่ในหมู่บ้านและปัจจุบันนี้ก็ได้รับการอนุรักษ์ให้เป็นโบราณสถาน จึงทำให้ตั้งชื่อหมู่บ้านนี้ว่า บ้านสะพานอิฐ ส่วนบ้านหินสองก้อนเล่ากันว่าเดิมชื่อบ้าน โคมะเขือ บ้างก็เรียกว่าบ้าน โคมพุทรา ครั้งหนึ่งมีชาวบ้านได้ไปขนหินจากเขาหินิบ ตำบลท่าศาลา พอมาถึงบ้านโคมพุทรา ปรากฏว่าเกวียนหักและหินแตกออกเป็นสองก้อนจึงเรียกกลุ่มบ้านนี้ว่าบ้านหินสองก้อน ต่อมากรมชลประทาน ได้ขุดคลองชลประทานในปี พ.ศ. 2500 ได้ตัดดินขึ้นมาทับหินสองก้อนนั้นจมหายไป นอกจากนี้ คลองชลประทานได้ตัดผ่านหมู่ 4 แยกหมู่ 4 ออกเป็น 2 ส่วนอยู่สองข้างของฝั่งคลอง



## ชุมชนดั้งเดิม

ชาวบ้านส่วนใหญ่ในหมู่บ้านอพยพมาจากบ้านคลองปี ตำบลโพธิ์เก้าต้น ตำบลตะลุง อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี และมีบางส่วนที่อพยพมาจากเวียงจันทน์ ประเทศลาว ชาวบ้านส่วนใหญ่ นับถือศาสนาพุทธซึ่งเป็นศาสนาประจำท้องถิ่นมีการทำบุญตักบาตรในเทศกาลต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอและในวันสำคัญต่าง ๆ หรือเทศกาลงานบุญทั้งหลาย ชาวบ้านก็ยังคงอนุรักษ์รักษา วัฒนธรรมประเพณีกันไว้เป็นอย่างดี มีประเพณีที่สำคัญได้แก่การทำบุญข้าวเหนียวก็จะมี การเดินเรือข้าวเหนียวไปตามบ้านต่าง ๆ หลังจากนั้นก็จะนำไปทำบุญที่วัด หรือประเพณีการทำบุญ กลางบ้าน ตรุษสงกรานต์ และวันขึ้นปีใหม่ เป็นต้น

## สภาพปัจจุบัน

ชุมชนดินสอพองประกอบด้วย หมู่ 4 และหมู่ 5 ตำบลทะเลชุบศร และหมู่ 1 ตำบลถนนใหญ่ อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของวงเวียนสระแก้วห่างประมาณ 1 กิโลเมตร ลักษณะชุมชนดินสอพอง อาศัยเป็นกลุ่มก้อนอยู่ติดกันไปตลอดแนวริมคลองชลประทาน มีถนนตัดผ่านหมู่บ้านซึ่งตัดตรงมาจากสระแก้วที่เป็นศูนย์กลางของตัวเมืองลพบุรี เมื่อมองจากหมู่บ้าน ผ่านคลองชลประทานที่ตัดผ่านตามแนวนอนจะเห็นสระแก้ว ในชุมชนใกล้เคียงมีแหล่งโบราณสถาน ซึ่งนักท่องเที่ยวมักจะเข้าเยี่ยมชมและแวะมาดูการผลิตดินสอพองเป็นประจำ เช่น พระที่นั่งเย็น วัดสันเปาโล เป็นต้น

ด้านวัฒนธรรม ประชาชนส่วนใหญ่นับถือศาสนาพุทธ ในชุมชนเป็นที่ตั้งของวัดเก่าแก่ วัดหนึ่งชื่อว่าวัดชาก ซึ่งเป็นศูนย์กลางของกิจกรรมทางศาสนาและประเพณีวัฒนธรรม ประจำปี ภาษาที่ใช้เป็นภาษาไทย

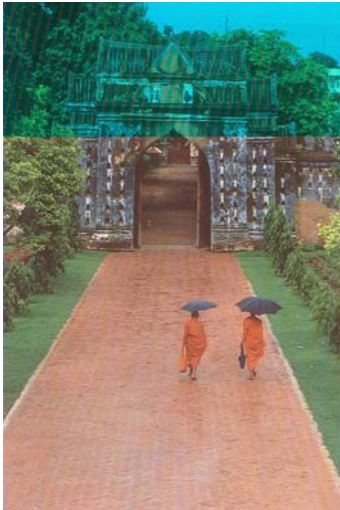
ประชากร จากการสำรวจประชากรชุมชนดินสอพอง พบว่ามีครัวเรือนทั้งหมด 1,542 ครัวเรือน ประชากรทั้งหมด 4,404 คน เป็นผู้ชาย 2,125 คน ผู้หญิง 2,279 คน ประชากรที่มีอาชีพทำดินสอพองประมาณ 76 ครัวเรือน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

หมู่ที่ 1 ตำบลถนนใหญ่ ผู้ใหญ่บ้านชื่อนายสมปอง อินทร์เหล่าวงศ์ มีครัวเรือนทั้งหมด 820 ครัวเรือน ประชากรทั้งหมด 2,359 คน มีอาชีพทำดินสอพอง 40 ครัวเรือน

หมู่ที่ 4 ตำบลทะเลชุบศร ผู้ใหญ่บ้านชื่อนายประสิทธิ์ บุญเป็น มีครัวเรือนทั้งหมด 337 ครัวเรือน ประชากรทั้งหมด 541 คน มีอาชีพทำดินสอพอง 21 ครัวเรือน

หมู่ที่ 5 ตำบลทะเลชุบศร ผู้ใหญ่บ้านชื่อนายใหญ่ ทับทิมอ่อน มีครัวเรือนทั้งหมด 385 ครัวเรือน ประชากรทั้งหมด 1,504 คน มีอาชีพทำดินสอพอง 15 ครัวเรือน

อาชีพ ประชาชนส่วนใหญ่รับราชการและรับจ้าง ทำสวนผลไม้ เช่น น้อยหน่า ละมุด ฝรั่ง  
ค้ายาง เลี้ยงสัตว์ อุตสาหกรรมในครัวเรือน เช่น ทำจักสาน ที่สำคัญคือผลิตดินสอพอง ซึ่งมี  
ประมาณ 50 ครอบครัว การผลิตดินสอพองถือเป็นภูมิปัญญาชาวบ้านที่ได้สืบทอดจากบรรพบุรุษ  
มาเป็นเวลานานนับร้อยปี ผลิตภัณฑ์ดินสอพองเป็นที่รู้จักแพร่หลายทั่วประเทศตั้งแต่อดีตจน  
ปัจจุบันจนถึงเป็นเอกลักษณ์ประจำจังหวัดลพบุรี ดังคำขวัญของจังหวัดลพบุรี ดังนี้



วังนารายณ์คู่บ้าน

ศาลพระกาฬคู่เมือง

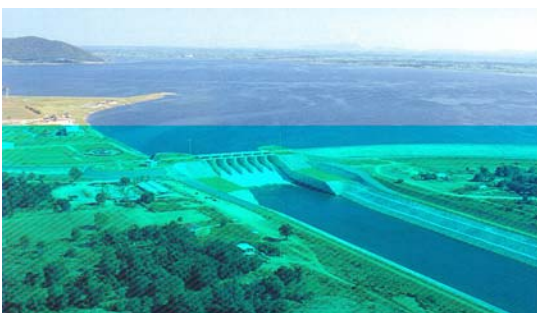


ปราสาทสามยอดลือเลื่อง



เมืองแห่งดินสอพอง

เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์เกริกก้อง



สภาพชุมชนและแหล่งผลิตดี

ภาพประกอบคำขวัญของจังหวัดลพบุรี



ภาพแสดงถนนที่ตัดตรงจากสระแก้วจะผ่านหมู่บ้านซึ่งด้านขวาจะเป็นริมคลองชลประทาน  
ที่การผลิตดินสอพองเกือบทั้งหมด (ถ่ายภาพออกจากหมู่บ้าน)



ภาพแสดงถนนที่ตัดตรงจากสระแก้วจะผ่านหมู่บ้านซึ่งด้านซ้ายจะเป็นริมคลองชลประทาน  
ที่ทำการผลิตดินสอพองเกือบทั้งหมด (ถ่ายภาพจากทางเข้าหมู่บ้าน)

ผู้ผลิตดินสอพองที่อยู่ริมถนนแนวคลองชลประทานจะมีโอกาสขายดินสอพองได้ดีกว่า  
เพราะการสัญจรเข้าออกมีความสะดวก ในขณะที่ผู้ผลิตส่วนใหญ่ซึ่งอยู่บริเวณด้านในเสียเปรียบ  
จึงควรพัฒนาถนนริมคลองชลประทานเพื่อให้ผู้ซื้อเข้าออกด้านในได้สะดวกขึ้น



ภาพแสดงสภาพถนนและการผลิตดินสอพองตามแนวริมคลองชลประทานที่เป็นแหล่งผลิต  
ดินสอพองจำนวนมาก

### วิถีชีวิตของชุมชนผู้ผลิตดินสอพอง

ชุมชนดินสอพองดำเนินชีวิตท่ามกลางบรรยากาศธรรมชาติ กิจกรรมประจำวันจะเริ่มในตอนเช้าที่ไม่มีฝนตกชาวบ้านจะออกมาทำงานตั้งแต่เช้า เริ่มทำงานแข่งกับการเคลื่อนตัวของพระอาทิตย์โดยเริ่มจากตักโคลนดินสอพองจากบ่อที่เรียกว่าบ่อกรองหรือบ่อเนื้อ แล้วหยอดลงพิมพ์เป็นแผ่นกลม ๆ บนผ้าใบซึ่งปูอยู่บนพื้นดิน หรือหยอดจากพิมพ์เป็นเม็ดเรียกว่าดินตุ้ม โคลนดินสอพองจากบ่อกรองก็กลายเป็นแผ่นหรือเม็ดดินสอพองบนลานกว้างปล่อยให้แดดแผดเผาโคลนดินสอพองเหล่านี้จนกลายเป็นก้อนแข็ง เมื่อบ่อกรองที่เต็มไปด้วยโคลนดินสอพองกลายเป็นบ่อว่างแล้ว ก็ต้องดำเนินการผลิตโคลนดินสอพองอีก เครื่องสูบน้ำจะดึงขึ้นเพื่อฉีดละลายดินบนกองดินมาร์ลให้ไหลลงบ่ออีกชนิดหนึ่งที่อยู่ระดับเดียวกับพื้นดิน เรียกบ่อชนิดนี้ว่า บ่อกาก เมื่อน้ำดินในบ่อกากมีลักษณะข้น ก็สูบน้ำดินใส่บ่อกรอง โดยผ่านตะแกรงที่มีรูถี่และเล็ก เพื่อกรองทราย กรวด และเศษใบไม้ใบหญ้าออก แล้วปล่อยให้ดินตกตะกอนในบ่อกรอง ส่วนใหญ่ชาวบ้านจะมี บ่อกรองที่มีดินตกตะกอนหลายบ่อ หลังจากนั้นก็ทำความสะอาดบ่อกากเพื่อนำเอาทรายและกรวด ที่กั้นบ่อออก กรวดทรายนี้จะกองรวมเป็นกองสำหรับนำไปถมที่ดิน ประมาณ 3-5 ชั่วโมง ดินใน บ่อกรองจะตกตะกอนเป็นโคลนดินสอพอง ชาวบ้านจะสูบน้ำใสด้านบนใส่ลงในบ่อกากด้วยวิธี กาลักน้ำ แล้วละลายน้ำดินเดิมลงไปใหม่ ปล่อยให้ดินตกตะกอนเพิ่ม ทำอย่างนี้ 3-4 วัน จนได้โคลนดินสอพองมากพอสมควรจึงจะนำไปทำดินแผ่นหรือดินตุ้มและตากแห้ง งานในช่วงบ่าย เมื่อพระอาทิตย์เคลื่อนย้ายไปทางทิศตะวันตก ก่อนดินสอพองที่ตากไว้เริ่มแข็งตัวแต่ยังไม่แห้งสนิท ชาวบ้านจะเก็บขึ้นวางเรียงบนแคร่ไม้ไผ่ซึ่งทำให้มีลักษณะเอียงลาดเพื่อตากแดดฝั่งลมอีก 3-4 วัน ดินสอพองที่แห้งสนิทแล้ว จะชั่งบรรจุถุงเพื่อจำหน่ายหรือส่งโรงโม่ ผู้ที่มีเครื่องโม่ก็จะโม่ก่อนดินสอพองให้เป็นผงแล้วชั่งบรรจุถุงเพื่อจำหน่าย การขายดินสอพองจะขายตลอดเวลาทำงาน ทั้งลูกค้าจรและลูกค้าประจำที่มาซื้อถึงที่ ผู้ผลิตบางรายที่มีรถอาจจะส่งถึงที่ของลูกค้าก็ได้



การฉีดน้ำละลายดิน



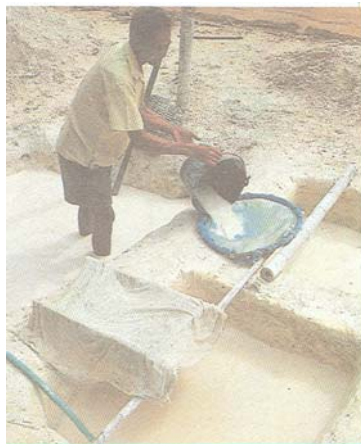
โคลนดินสอพอง



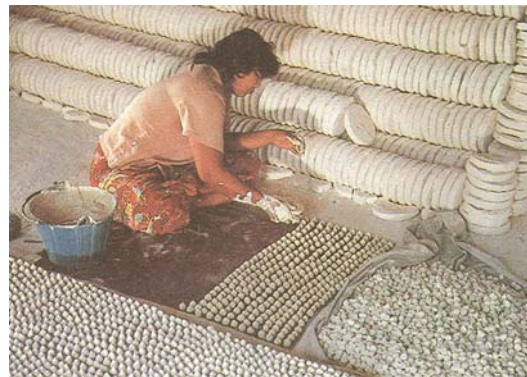
## การทำดินแผ่น

## ดินสอพองบรรจุถุง

ขกททเวบยทเตของทุณยเฮมย แซซย (ทุมขงว) ทนเตมผลทบทนตยพองตั้งแต้เกี้ก  
ปัจจุบันอายุ 78 ปี ครอบครัวท่านทำดินสอพองที่บ้านท่ากระยาง บอกว่าลพบุรีเมืองแห่งดินมาร์ลใน  
อดีตชาวบ้านจะทำดินสอพองในบริเวณใกล้บ้าน เพียงขุดดินลงไปประมาณไม่เกิน 2 เมตร ก็จะเป็น  
ดินขาว ตักดินขึ้นมาละลายน้ำ ชาวให้เนื้อดินแยกออกจากกรวดทรายแล้วกรองผ่านผ้าขาวบางใส่  
ในบ่อเยื่อปล่อยให้ดิน ตกตะกอนจนได้ที่ ตักโคลนดินขึ้นมาเทในแบบพิมพ์ซึ่งมีรูปร่างต่าง ๆ เช่น  
ดินขนมปัง ดินงู ดินดอกมะลิ กรรมวิธีการผลิตดินสอพองจะสืบทอดกันมาจากบรรพบุรุษรุ่นต่อรุ่น  
จนปัจจุบัน โดยวิธีการผลิต ไม่แตกต่างจากในอดีตมากนัก เมื่อมีการขุดดินที่บ้านท่ากระยางนาน  
มากขึ้น กระทบต่อ สิ่งก่อสร้างบ้านเรือนที่อาศัย การผลิตจึงลดลงและได้ย้ายการผลิตไปที่ ชุมชน  
ดินสอพองบ้านหินสองก้อน โดยวัดตุ๊กตหรือ ดินมาร์ลที่ใช้ส่วนใหญ่ซื้อมาจากตำบลกกโก และ  
ตำบลท่าแค อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี



การกรองน้ำดินแบบดั้งเดิมใช้ถังตักน้ำดินเทผ่านผ้ากรอง



การทำดินดอกหรือดินตุ้มแบบดั้งเดิมใช้กรวยหยอด  
ทีละเม็ด



ชาวบ้านชุมชนดินสอพอง



## กระบวนการผลิตดินสอพองในปัจจุบัน

### 1. ทำบ่อ 2 ชนิด

- 1.1 บ่อกากสำหรับเป็นที่ละลายดินขาวที่อยู่ในดินมาร์ล บ่อกากมักมีขนาดใหญ่ ปากบ่ออยู่ระดับเดียวกับพื้นดิน
- 1.2 บ่อกรองหรือบ่อเนื้อ สำหรับให้ดินตกตะกอน อาจจะเป็นบ่อดินหรือบ่อปูนที่มีปากบ่อเสมอกับพื้นดินหรือสูงกว่า



การฉีดน้ำละลายดินไหลลงบ่อกาก

ดินตกตะกอนในบ่อกรองหรือบ่อเนื้อ



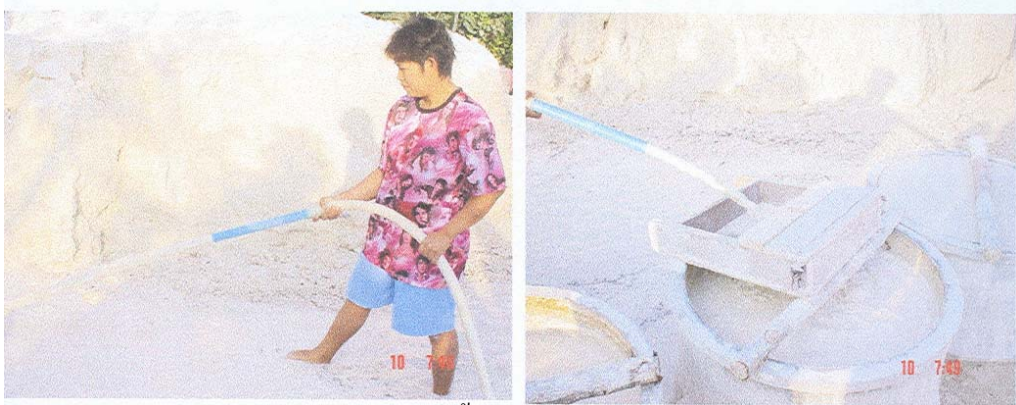
### 2. นำดินมาร์ลมากองไว้ใกล้ ๆ บ่อ



## กองดินมาร์ลใกล้ ๆ บ่อกาก

### 3. ขั้นตอนการผลิตดินสอพอง

ขั้นตอนแรก การละลายดินสอพองโดยตักดินมาร์ลใส่บ่อกาก ปล่อยน้ำลงไปผสม ทำให้ดินละลายออกมาจากกรวดทราย โดยลงไปเดินย่ำในบ่อ แต่ปัจจุบันมักใช้เครื่องฉีดน้ำที่กองดินมาร์ลให้ดินละลายลงในบ่อกาก เมื่อดินละลายออกมาได้ชั้นพอสมควรแล้วก็ตักหรือใช้เครื่องดูดน้ำดินในบ่อกากเทผ่านตะแกรงลงไปบ่อกรอง หรือบ่อเนื้อเพื่อแยกกรวดเอาหิน กรวด ทราย และใบไม้ ใบหญ้าออกจากเนื้อดิน



การฉีดน้ำละลายดิน



การกรองน้ำดินผ่านตะแกรงลงในบ่อกรอง



### ดินสอพองตกตะกอนในบ่อกรองแบบบ่อดินหรือบ่อปูน

ขั้นตอนที่สอง การตกตะกอนดินสอพอง ให้นำน้ำดินตกตะกอนนอนก้นในบ่อกรอง แล้ว ตักหรือดูดน้ำใสตอนบนออกไปใส่บ่ออากาศจนเหลือแต่แป้งดินขาวชั้นเหมือนดินโคลน เรียกโคลนดินสอพอง โคลนดินที่ได้จากการตกตะกอนครั้งแรกยังมีปริมาณน้อยเกินไป ชาวบ้านจึงมักจะทำการบวกรวนการในชั้นแรกและชั้นที่สองหลายครั้ง ในเวลาประมาณ 3-4 วัน เพื่อให้ได้โคลนดินเกือบเต็มบ่อ



การใช้วิธีการกักน้ำดูน้ำใสด้านบนหลังจากดินตกตะกอนแล้ว



โคลนดินสอพองลักษณะเหนียวสีขาวขุ่นสำหรับทำดินแผ่นและดินตุ่ม



ขั้นตอนที่สาม การทำดินสอพองแผ่นตัดโคลนดินสอพองหยอดลงในแม่พิมพ์ที่วางบนผ้าใบซึ่งปูไว้บนพื้นดินทั้งนี้เนื้อผ้าและพื้นดินจะช่วยดูดซับน้ำจากโคลนดินสอพอง ปล่อยให้แห้งให้แตกผาจนดินสอพองเกาะเป็นก้อนแข็งพอที่จะหยิบได้ ซึ่งต้องใช้เวลาประมาณ 3 - 5 ชั่วโมง จึงนำแผ่นดินสอพองไปวางเรียงบนแคร่ไม้ไผ่ที่มีลักษณะลาดเอียงปล่อยให้ดินสอพองตากแดดผึ่งลมต่อไปจนแห้งสนิท ซึ่งอาจต้องใช้เวลา 3 - 7 วัน ขึ้นอยู่กับลักษณะอากาศ เมื่อแผ่นดินสอพองแห้งดีแล้ว จึงนำดินสอพองไปบรรจุถุงหรือเก็บเพื่อจำหน่าย หรืออาจจะเอาไปโม้เป็นผงก่อนนำไปขาย



การทำดินสอพองแผ่นกลม



แผ่นดินสอพองที่กำลังตากแดดบนผ้าปูบนพื้นดิน



ดินสอพองตากบนแคร่ไม้ไผ่

## คุณสมบัติของดินสอพองทางกายภาพ และทางเคมี

ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของดินสอพอง ดินสอพองทำจากดินมาร์ล ส่วนใหญ่ทำในลักษณะแผ่นกลม มีสีขาวขุ่น แข็ง เมื่อทำการตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างของดินสอพอง โดยนำก้อนดินสอพองมาบดให้ละเอียด แล้วชั่งมา 10 กรัม ผสมกับน้ำ 20 มิลลิลิตร คนให้ละลาย แล้วนำไปวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) พบว่ามีค่า pH  $9.50 \pm 0.2$  ซึ่งแสดงว่าสารละลายดินสอพองมีฤทธิ์เป็นด่าง

จากการตรวจหาธาตุต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในดินสอพองจากแหล่งกกโกและท่าแค อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี โดยใช้เครื่อง X-ray Fluorescent ผลที่ได้พบธาตุต่าง ๆ ดังนี้

- ธาตุ Calcium	79 - 86	%โดยมวล
- ธาตุ Tellurium	9.4 - 13.8	%โดยมวล
- ธาตุ Silicon	1.8 - 4.8	%โดยมวล
- ธาตุ Antimony	0.0 - 6.1	%โดยมวล
- ธาตุ Aluminum	0.4 - 1.3	%โดยมวล
- ธาตุ Iron	0.5 - 1.3	%โดยมวล
- ธาตุ Manganese	0.02-0.2	%โดยมวล

นอกจากนี้ยังพบธาตุอื่น ๆ ที่มีปริมาณน้อยกว่า 0.1 % โดยมวล เช่น Iodine, Magnesium, Gold, Lead, Chloride เป็นต้น

## ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter)

pH เป็นค่าที่บอกความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย เขียนในรูปสมการดังนี้

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = \log \frac{1}{[\text{H}^+]}$$
 สารละลายทั่วไปมีค่า pH ระหว่าง 1-14 ซึ่งเทียบกับสารละลายที่มี

$[\text{H}^+]$  ระหว่าง  $10^{-1}$  ถึง  $10^{-14}$  M. จากสมการจะเห็นว่า สารละลายที่มี  $[\text{H}^+]$  มาก ค่า pH จะต่ำ สารละลายที่มี  $[\text{H}^+]$  น้อย ค่า pH จะสูง แสดงว่าค่า pH ยิ่งต่ำสารละลายนั้นจะเป็นกรดมาก ในทางกลับกันค่า pH สูงสารละลายก็จะเป็นด่างมาก ทั้งนี้เราสามารถแยกแยะระหว่างสารละลายที่เป็นกรดเป็นกลางหรือเป็นด่างได้โดยดูจากค่า pH ของสารละลาย เช่น

$[\text{H}^+] > 10^{-7}$ M.	pH < 7.0	สารละลายเป็นกรด
$[\text{H}^+] = 10^{-7}$ M.	pH = 7.0	สารละลายเป็นกลาง
$[\text{H}^+] < 10^{-7}$ M.	pH > 7.0	สารละลายเป็นเบส

pOH เป็นค่าที่บอกความเป็นกรด-ด่างของสารละลายอีกแบบหนึ่ง เขียนในรูปสมการดังนี้  $pOH = -\log [OH^-]$  สารละลายที่มี  $[OH^-]$  มาก ค่า pOH จะต่ำ สารละลายที่มีค่า  $[OH^-]$  น้อย ค่า pOH จะสูง แสดงค่า pOH ยิ่งต่ำสารละลายจะเป็นด่างมาก ในทางกลับกัน ค่า pOH ยิ่งสูงสารละลายก็จะเป็นกรดมาก

เนื่องจาก  $K_w = [H^+][OH^-] = 1.0 \times 10^{-14}$

$$-\log K_w = -\log ([H^+][OH^-]) = -\log (1.0 \times 10^{-14})$$

$$pK_w = pH + pOH = 14$$

### การวัด pH ของสารละลาย

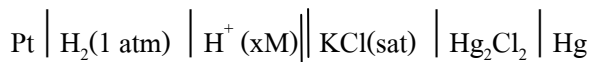
ในการตรวจสอบความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย (ค่า pH) เราอาจทำได้โดยใช้อินดิเคเตอร์ (indicators) หรือเครื่องวัดพีเอช (pH meter)

อินดิเคเตอร์เป็นสารอินทรีย์ที่เป็นกรดอ่อนหรือด่างอ่อน เป็นสารที่มีสีและโครงสร้างซับซ้อน สีของอินดิเคเตอร์ในสารละลายเปลี่ยนแปลงได้เมื่อ pH ของสารละลายนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไป เช่นเมทิลออเรนจ์มีสีแดงในสารละลายที่มี pH ต่ำกว่า 3.1 แต่จะมีสีเหลืองในสารละลายที่มี pH มากกว่า 4.4 และถ้าหากว่าสารละลายมี pH ระหว่าง 3.1-4.4 เมทิลออเรนจ์ก็จะมีสีส้ม เราอาจใช้ อินดิเคเตอร์ในการหาค่า pH ของสารละลายที่ไม่มีสีได้ เช่นถ้านำสารละลายที่ต้องการหาค่า pH มาเติมไทมอลบลู (Thymol blue) สารละลายมีสีเหลืองแสดงว่าสารละลายมีค่า pH มากกว่า 2.8 ถ้านำสารละลายนี้อีกส่วนหนึ่งไปเติมเมทิลออเรนจ์ สารละลายมีสีแดงแสดงว่าสารละลายมีค่า pH น้อยกว่า 3.1 เราอาจสรุปว่าสารละลายนี้มีค่า pH อยู่ระหว่าง 2.8-3.1 ถ้าเราใช้อินดิเคเตอร์ที่เหมาะสมหลายตัวในการหา pH ของสารละลายก็อาจจะให้ค่า pH ถูกต้องมากขึ้น จนอาจได้ความถูกต้อง  $\pm 0.5$  หน่วย pH

การวัดค่า pH ของสารละลายที่ได้ค่าละเอียดและถูกต้องกว่าวิธีเปรียบเทียบสีอินดิเคเตอร์คือวิธีวัดความต่างศักย์ (potential difference) ซึ่งอาจจะได้ค่า pH ที่ถูกต้องถึง  $\pm 0.001$  หน่วย pH วิธีนี้อาศัยหลักการที่ว่าค่าศักย์ไฟฟ้าของขั้วไฮโดรเจน (hydrogen electrode) ที่ประกอบด้วยสารคู่ที่เป็นรีดอกซ์ คือ  $H_2$  กับ  $H^+$  จะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ  $H^+$  ในสารละลายที่อิเล็กโทรดนั้นจุ่มอยู่ ซึ่งอันนี้สามารถอธิบายได้ด้วยสมการของ Nernst โดยใช้ไฮโดรเจนอิเล็กโทรดจุ่มอยู่ในสารละลายที่ต้องการวัด pH ที่อุณหภูมิ  $25^\circ C$  และให้มีแก๊ส  $H_2$  ความดัน 1 บรรยากาศผ่านเข้าไปในอิเล็กโทรดตลอดเวลา

$$\begin{aligned}
E &= E^\circ - 0.0592 \log \frac{1}{[H^+]} \\
&= E^\circ - 0.0592 \\
E^\circ \text{ ของ } H_2 &= 0.00 \text{ V} \\
E &= -0.0592 \text{ pH} \qquad \dots(1)
\end{aligned}$$

ในการนี้จะวัดศักย์ไฟฟ้าของไฮโดรเจนอิเล็กโทรด โดยเทียบกับศักย์ไฟฟ้าของ อิเล็กโทรดอ้างอิง ซึ่งสามารถสร้างความต่างศักย์ไฟฟ้าที่คงที่เช่น saturated calomel electrode (S.C.E) โดยอิเล็กโทรดทั้งสองนี้จุ่มอยู่ในสารละลายที่ต้องการวัด pH และปลายทั้งสองของอิเล็กโทรดถูกต่อไปยัง millivolt meter แผนภาพของเซลล์ไฟฟ้าที่ประกอบด้วยไฮโดรเจนอิเล็กโทรดกับอิเล็กโทรดอ้างอิง (S.C.E) เขียนได้ดังนี้



โดยที่  $H^+(xM)$  คือ สารละลายที่ต้องการวัดค่า pH

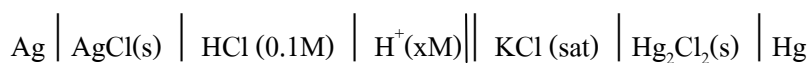
ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างไฮโดรเจนอิเล็กโทรดกับอิเล็กโทรดอ้างอิง (S.C.E) เขียนได้ดังสมการ

$$\begin{aligned}
E_{\text{cell}} &= E_{\text{cal}} - E \\
&= E_{\text{cal}} + 0.0592 \text{ pH} \\
\text{pH} &= \frac{E_{\text{cell}} - E_{\text{cal}}}{0.0592} \quad \text{ที่ } 25^\circ \text{C} \qquad \dots (2)
\end{aligned}$$

ก่อนที่จะใช้ pH meter อ่านค่า pH ของสารละลายใด ๆ ต้องมีการปรับเครื่องมือให้อ่านค่า pH โดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์ที่ทราบค่า pH ที่แน่นอนก่อน เรียก calibration of pH meter ผลต่างของ  $E_{\text{cell}} - E_{\text{cal}}$  จึงถูกปรับให้อยู่ในรูปของ pH แล้ว (ดูสมการ 2)

การใช้ไฮโดรเจนอิเล็กโทรดในการวัด pH ของสารละลายไม่ค่อยสะดวก เนื่องจากต้องใช้แก๊สไฮโดรเจนผ่านเข้าไปในอิเล็กโทรดตลอดเวลา ปัจจุบันได้เปลี่ยนมาใช้อิเล็กโทรดแก้ว (glass electrode) แทนไฮโดรเจนอิเล็กโทรด

glass electrode ประกอบด้วย  $Ag | AgCl$  อิเล็กโทรดจุ่มอยู่ในสารละลาย 0.1 M HCl ทั้งหมดบรรจุในกระเปาะแก้วบาง ๆ แผนภาพเซลล์ไฟฟ้าที่ประกอบด้วย glass electrode กับอิเล็กโทรดอ้างอิง (S.C.E) ดังนี้



ในการใช้งาน glass electrode และ S.C.E จุ่มอยู่ในสารละลายที่จะวัด pH และปลายของอิเล็กโทรดทั้งสองถูกต่อไปยัง pH meter ศักย์ไฟฟ้าของ glass electrode เกิดจากความเข้มข้นของ  $H^+$  ระหว่างด้านทั้งสองของ glass membrane คือสารละลายด้านในของ glass membrane มี 0.1 M HCl มี pH คงที่คือ 1 ส่วนด้านนอกของ glass membrane เป็นสารละลายที่ต้องการวัด pH ซึ่งมี  $H^+$  เท่ากับ xM

ชนิดของอิเล็กโทรดสำหรับเครื่องวัด pH

1. อิเล็กโทรดอ้างอิง หมายถึงอิเล็กโทรดที่สามารถสร้างความต่างศักย์ไฟฟ้าคงที่ (fixed potential) เช่น คาโลเมลอิเล็กโทรด (calomel electrode) ซิลเวอร์ | ซิลเวอร์คลอไรด์ อิเล็กโทรดไฮโดรเจนอิเล็กโทรด

2. อิเล็กโทรดวัด หมายถึง อิเล็กโทรดที่ความต่างศักย์ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มข้นของไอออนที่ต้องการวัด เช่น อิเล็กโทรดแก้ว (glass electrode)

3. อิเล็กโทรดรวม (combined electrode) เป็นอิเล็กโทรดที่สร้างขึ้นจากการรวมอิเล็กโทรดแก้วและอิเล็กโทรดอ้างอิงชนิด  $Ag | AgCl(s)$  เข้าด้วยกัน เพื่อความสะดวกในการใช้งาน

**การใช้เครื่องวัด pH**

1. เปิดไฟฟ้าเพื่ออุ่นเครื่องวัด pH ประมาณ 10-30 นาที

2. ปรับเครื่องให้ถูกต้องด้วยบัฟเฟอร์มาตรฐาน ทำดังนี้

2.1 วัดอุณหภูมิของบัฟเฟอร์มาตรฐาน เพื่อหาค่าที่แท้จริงแล้วหมุนปุ่ม temperature ให้เท่ากับอุณหภูมิที่วัดได้ (ในกรณีที่มิใช่ระบบชดเชยอุณหภูมิแบบอัตโนมัติ)

2.2 จุ่มอิเล็กโทรดลงในบัฟเฟอร์มาตรฐาน pH 7.0 ให้ลึกประมาณ 1 เซนติเมตร

2.3 หมุนปุ่ม calibrate จนอ่านค่า pH ได้ 7.0 พอดี

2.4 เลือกตำแหน่ง standby ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นแล้วซับให้แห้ง

2.5 จุ่มอิเล็กโทรดลงในบัฟเฟอร์ pH 4.0 หรือ pH 10.0 (ใช้ค่า pH ใกล้เคียงกับ pH ของสารละลายที่จะวัด) หมุนปุ่ม slope ให้อ่าน pH ได้เท่ากับบัฟเฟอร์มาตรฐานที่เลือกใช้

3. ล้างอิเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นแล้วซับให้แห้ง

4. วัด pH ของสารละลายที่ต้องการ สังเกตค่า pH จะนิ่งในเวลา 10 วินาที ถึง 3 นาที

เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง





# มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ดินสอพองแปรรูป

## 1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะดินสอพองแปรรูปที่ใช้กับผิวหนังและผิวกาย

## 2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ดินสอพองแปรรูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากดินสอพอง ผสมน้ำ กรองเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อละเอียด นำไปฆ่าเชื้อ อาจมีส่วนผสมของผงฟิวสุมุนไพร์ที่บดละเอียดแล้ว เช่น ขมิ้นชัน ไพล แต่งกลิ่น ทำให้แห้งอยู่ในรูปก้อนหรือผง

2.2 ดินสอพอง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำดินมาร์ลหรือปูนมาร์ล (marl) ร่อน ผสมน้ำ แล้วกรองให้สะอาด

## 3. คุณลักษณะที่ต้องการ

### 3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องปราศจากสิ่งแปลกปลอม ความเป็นก้อน ต้องมีรูปทรงเดียวกันและมีขนาดใกล้เคียงกัน ความเป็นผง ต้องแห้ง

### 3.2 กลิ่น

ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นหืน กลิ่นบูด

### 3.3 ส่วนประกอบ

3.3.1 ต้องไม่มี สารหรือวัตถุที่ห้ามใช้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก.152

3.3.2 สารที่กำหนดปริมาณการใช้ต้องไม่เกินเกณฑ์ที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก.152

3.3.3 สีที่ใช้ ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก.152

- หมายเหตุ 1. ผู้ทำตัวอย่างแสดงตำรับตัวอย่างสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมและทำตามตำรับที่แจ้งไว้
2. ผู้ทำตัวอย่างแสดงเอกสารรับรองว่าไม่ได้ใส่สารหรือวัตถุที่ห้ามใช้ และถ้าใช้สารที่กำหนดปริมาณการใช้ให้แสดงเอกสารระบุชื่อและปริมาณ
- 3.4 สารปนเปื้อน
- 3.4.1 ตะกั่ว ต้องไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- 3.4.2 สารหนู (คำนวณเป็น  $As_2O_3$ ) ต้องไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- 3.4.3ปรอท ต้องไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- 3.5 ความเป็นกรด-ด่างต้องอยู่ระหว่าง 5.0 ถึง 8.0
- 3.6 จุลินทรีย์จำนวนแบคทีเรียยีสต์ และรา ทั้งหมดต้องไม่เกิน  $1 \times 10^3$  โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

## 8. การทดสอบ

### 8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป

กลิ่น ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

### 8.2 การทดสอบส่วนประกอบ

ให้ตรวจสอบสารหรือวัตถุที่ห้ามใช้ สารที่กำหนดปริมาณการใช้ และสี จากตำรับที่ผู้ทำแจ้งโดยตรวจสอบรายชื่อและปริมาณสารที่ใช้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก.152

### 8.3 การทดสอบสารปนเปื้อนให้ใช้อะตอมิกแอบซอร์ปชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์หรือวิธีอื่นที่เทียบเท่า

### 8.4 การทดสอบความเป็นกรด-ด่าง

ให้เตรียมสารละลายตัวอย่างดินสอพองแปรรูป ร้อยละ 10 โดยปริมาตร วัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง

### 8.5 การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เครื่องสำอาง : ข้อกำหนดทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก.152

### 8.6 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

## เอกสารอ้างอิง

- กรมทรัพยากรธรณี. (2532). **ทรัพย์ในดินลพบุรี**. กรุงเทพฯ ฯ: อรุณการพิมพ์.
- คณะกรรมการจัดทำพจนานุกรมธรณีวิทยา. (2530). **พจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา**. กรุงเทพฯ ฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เจริญศรี เจริญวัฒน์. (2528). **ดินสอพอง : ของดีลพบุรีในสมัยไทย 28 ที่ระลึกในงาน 65 ปี ละวาศรีเทพสตรี**. (หน้า103-119) ลพบุรี : วิทยาลัยครูเทพสตรี.
- ชูชาติ อารีจิตรานุสรณ์. (2534). **เครื่องมือวิทยาศาสตร์**. ขอนแก่น : โรงพิมพ์ศิริภัณฑ์ออฟเซท.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. (2547). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ดินสอพองแปรรูป (มผช.453/2547)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:  
<http://www.tisi.go.th/otop/pdf/tcps453-47.pdf>. [2548, มิถุนายน 10].
- ลพบุรี, สำนักงานการประถมศึกษาจังหวัด. หน่วยศึกษานิเทศก์. (2543). **พระนารายณ์ราชนิเวศน์**. ลพบุรี: ผู้แต่ง.
- สารานุกรมวัฒนธรรมไทยภาคกลาง. (2542). **ดินสอพอง** (หน้า 2125-2126). กรุงเทพฯ ฯ: มูลนิธิสารานุกรมวัฒนธรรมไทย ธนาคารไทยพาณิชย์.