บทที่ 2

สอบสวนเอกสาร

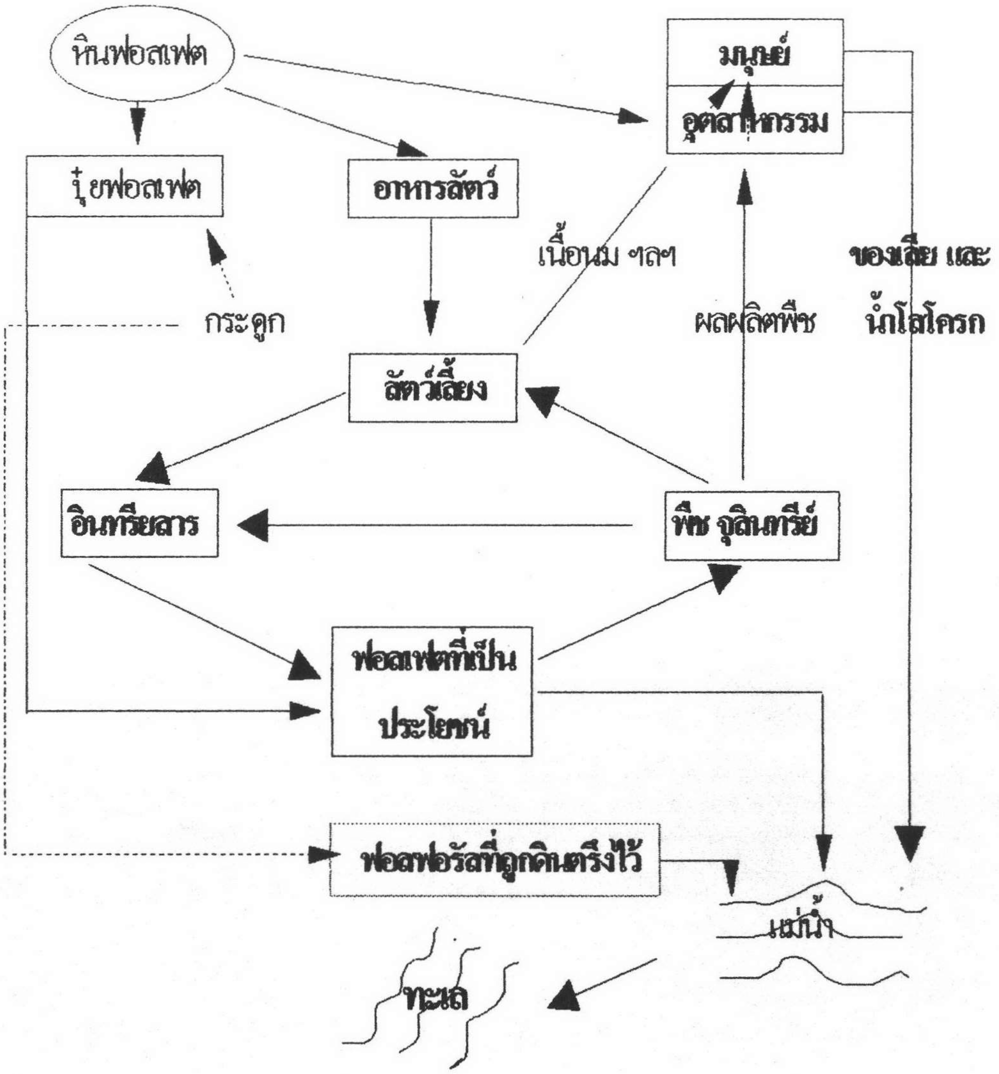
2.1 ฟอสฟอรัส

2.1.1 วัฏจักรของฟอสฟอรัส

ธาตุอาหารในรูปที่เป็นประโยชน์และรูปที่ไม่เป็นประโยชน์แก่พืช มีการเปลี่ยนแปลงเป็นวงจรหรือวัฏจักร วงจรของฟอสฟอรัส(รูปที่ 2.1) รูปที่ไม่เป็นประโยชน์ต่อพืชส่วนมากเป็นแร่ธาตุต่างๆซึ่งสะสมในพื้นดิน และในทะเล บางส่วนเป็นอินทรียสารในดิน

ปัจจัยหลักที่ควบคุมความเป็นประโยชน์ของฟอสฟอรัสต่อพืชได้แก่ ชนิดของแร่ที่มีธาตุนี้เป็นองค์ประกอบซึ่งละลายได้ยากง่ายแตกต่างกัน ปริมาณของแร่เหล่านั้นในดินและสิ่งแวดล้อมที่จะเอื้ออำนวยให้สลายกลายเป็นฟอสเฟตไอออนซึ่งพืชดูดไปใช้ประโยชน์ได้
(ยงยุทธ โอสถสภา , 2528)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 2.1 วัฏจักรของฟอสฟอรัส (ยงยุทธ โอสถสภา, 2528)

2.1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรทิพย์ งามสกุล (2535) ทำการศึกษาการแพร่กระจายของธาตุอาหารในแม่น้ำบางปะกงพบว่า ในแม่น้ำบางปะกง อัตราส่วนของ N:P เท่ากับ 28:1 แสดงว่าการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืช มีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัด และการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของธาตุอาหารฟอสฟอรัส มีการเปลี่ยนแปลงตามปัจจัยของกระบวนการทางเคมี หรือชีวภาพ ซึ่งเรียกว่าพฤติกรรมแบบไม่อนุรักษ์ และยัง

พบว่าในแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีฟอสฟอรัสอยู่เป็นจำนวนน้อยและมักน้อยกว่าไนเตรทโดยมีค่าพิสัย 0.01-0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

Carritt and Goodgal(1954) และ Mac, Sirelair and Hayes (1958)(อ้างถึงโดยพรทิพย์ งามสกุล , 2535) ศึกษาพบว่าส่วนใหญ่ ฟอสฟอรัสจะอยู่ในรูปตะกอนแขวนลอย ซึ่งปริมาณในแต่ละแม่น้ำจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ฟอสฟอรัสที่อยู่เป็นตะกอนแขวนลอยนี้ เกิดจากการดูดซับ(adsorption) ไปกับตะกอนแขวนลอยที่ pH ของน้ำระหว่าง 4-6

Simpson, Hammond, Deek and Williams(1975)(อ้างถึงโดยพรทิพย์ งามสกุล , 2535) ได้ศึกษาฟอสเฟตใน Hudson estuary ตอนล่าง พบว่าฟอสเฟตและความเค็มมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงในช่วงระยะทางเพียง 10 ไมล์ จากต้นน้ำถึงปากน้ำ

Simpson, Williams,Oson and Hammond(1977)(อ้างถึงโดยพรทิพย์ งามสกุล , 2535) พบว่าฟอสเฟตมีการแพร่กระจายทั้งหายไปและได้รับเพิ่มจากแพลงตอนพืชและน้ำเสีย สรุปว่าฟอสเฟตได้รับเพิ่มจากน้ำเสียโดยตรง การแพร่กระจายมาจากดินตะกอน น้ำจืดจากแม่น้ำ และการออกซิเดชั่นของสารแขวนลอยในน้ำ

Reynolds(1978)(อ้างถึงโดยพรทิพย์ งามสกุล, 2535) ศึกษาพบว่าฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่สำคัญมากธาตุหนึ่ง และถูกจัดเป็นปัจจัยที่ควบคุมผลผลิตทางชีววิทยาในแหล่งน้ำที่เรียกว่า limitting factorฟอสฟอรัสเป็นธาตุ 1 ใน 20 ธาตุ ที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช รวมทั้งสาหร่ายและธาตุที่มีปริมาณน้อยที่สุดในแหล่งน้ำเมื่อเทียบกับคาร์บอน ไนโตเจน และออกซิเจน โดยพบว่าสาหร่ายที่เป็นไฟโตแพลงค์ตอนในทะเลจะมีอัตราส่วนของไนโตรเจนต่อคาร์บอนต่อฟอสฟอรัสเท่ากับ 7:42:1

Watzel(1975)(อ้างถึงโดยกัลยา อำนวย, 2527)พบว่าอนินทรีย์ฟอสเฟตในรูปของออร์โธฟอสเฟตซึ่งเป็นรูปที่สิ่งมีชีวิตนำไปใช้ได้(reactive)จะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเทียบกับฟอสฟอรัสในรูปอื่นๆ

Lee (1973)(อ้างถึงโดยพรทิพย์ งามสกุล , 2535) ศึกษาพบว่าฟอสฟอรัสเป็นส่วนประกอบหลักในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตและสิ่งมีชีวิตต้องการฟอสฟอรัสเพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำจะพบในสิ่งมีชีวิตพวกที่แขวนลอยอยู่และพวกสาหร่ายหรือพืชเล็ก อัตราผลิตทางชีววิทยาของทะเลสาบจะสัมพันธ์กับการนำเข้าของฟอสฟอรัสจากแหล่งภายนอกมาสู่วงจรของฟอสฟอรัสในทะเลสาบ ฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสจึงมีความสำคัญต่อแหล่งน้ำมากส่วนใหญ่แล้วปัญหาของแหล่งน้ำที่เกิดจากฟอสฟอรัสมักเกิดจากการที่แหล่งน้ำได้รับฟอสฟอรัสในปริมาณสูงเกินไปส่วนใหญ่ ถ้าฟอสฟอรัสเข้าสู่แหล่งน้ำมากเกินไปแหล่งน้ำนั้นจะเกิดการเสื่อมโทรมได้เนื่องจากฟอสฟอรัสปริมาณมากนี้จะไปเร่งการเจริญเติบโตของพืชน้ำให้ขยายตัว

เพิ่มปริมาณมากขึ้นอย่างรวดเร็ว อันอาจก่อให้แหล่งน้ำเกิดการตื้นเขินได้ หรือเมื่อพืชน้ำเหล่านั้นตายลงอาจเกิดการขาดออกซิเจนก่อให้เกิดภาวะน้ำเสียได้เป็นต้น การที่ฟอสฟอรัสมีปริมาณน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับธาตุอาหารตัวอื่นๆเนื่องมาจากสิ่งมีชีวิตมีความต้องการฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำแต่ไม่สามารถขาดได้ถ้าแหล่งน้ำใดขาดฟอสฟอรัส ผลผลิตทางชีววิทยาของแหล่งน้ำก็จะต่ำหรือลดลง โดยเฉพาะถ้าแหล่งน้ำนั้นเป็นแหล่งของผลผลิตการประมง ซึ่งควรจะมีผลผลิตสัตว์น้ำสูง แต่เมื่อมีฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำกว่าปริมาณที่เหมาะสม ผลผลิตของสัตว์น้ำในแหล่งน้ำนั้นอาจลดลงได้

Wentz and Lee (1969) (อ้างถึงโดย พรทิพย์ งามสกุล , 2535) พบว่าฟอสฟอรัสมีทั้งที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งบางส่วนสิ่งมีชีวิตก็ไม่สามารถนำไปใช้ได้ ฟอสฟอรัสส่วนที่สิ่งมีชีวิตใช้ได้นี้มีทั้งในรูปของสารละลาย(reactive dissolved phosphorus) ฟอสฟอรัสที่ถูกดูดซับอยู่กับสารแขวนลอย (reactive particulate phosphorus) และฟอสฟอรัสที่อัดอยู่ก้นตะกอนของแหล่งน้ำ (available phosphorus in sediment)ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่จัดเป็นปัจจัยควบคุมผลผลิตทางชีวภาพในแหล่งน้ำซึ่งมีทั้งส่วนที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ จึงไม่สามารถบอกได้ว่าฟอสฟอรัสทั้งหมดที่เข้ามาในแหล่งน้ำในรูปที่สามารถนำไปใช้ได้ทางชีวภาพเป็นเท่าไร อย่างไรก็ตามส่วนหนึ่งของฟอสฟอรัสในตะกอนที่สามารถถูกสกัดได้และมีความสัมพันธ์ภาพระหว่างฟอสฟอรัสที่ทับถมอยู่กับผลผลิตทางชีวภาพ วิธีสกัดฟอสฟอรัสตามวิธีของ Olsen and Dean (1965) ซึ่งเป็นวิธีสกัดฟอสฟอรัสในดินที่สิ่งมีชีวิตสามารถนำไปใช้ได้ และมีผลต่อการเจริญเติบโตของประชากรในแหล่งน้ำ

Aston(1980) กล่าวว่าการสึกกร่อนของเปลือกโลกและการไหลของน้ำผิวหน้าจะนำฟอสเฟตลงสู่เอสทูรีในรูปของแร่ธาตุที่แขวนลอย และในรูปของฟอสเฟตที่ละลายในแม่น้ำ ฟอสฟอรัสจะถูกสร้างขึ้นจากน้ำทิ้งบ้านเรือน และจากโรงงานที่ปล่อยออกสู่แหล่งน้ำเมื่อเข้าสู่วงจรทางชีวภาพ ส่วนหนึ่งของอนินทรีย์ฟอสเฟตจะถูกเปลี่ยนไปเป็นอินทรีย์ฟอสเฟตทั้งรูปของสารละลายและสารแขวนลอย ฟอสเฟตที่ไม่ได้มาจากธรรมชาติ เช่น ผงซักฟอก ปุ๋ยหรือน้ำทิ้งจากบ้านเรือนและโรงงานเหล่านี้จะเป็นแหล่งของธาตุอาหารฟอสฟอรัสที่สำคัญของแหล่งน้ำ

Jitt(1959) (อ้างถึงโดย พรทิพย์ งามสกุล , 2535) พบว่าการดูดซับฟอสเฟตที่ผิวหน้าของของแข็งจะเพิ่มขึ้นและจะสูงสุดที่ pH 3-7

Carritt and Goodgal (1954) (อ้างถึงโดย พรทิพย์ งามสกุล , 2535) ศึกษาพบว่าอิทธิพลของ pH ต่อการดูดซับฟอสเฟตของตะกอนของทะเลสาบจะถูกดูดซับมากที่สุดในสภาพที่เป็นกลางหรือค่อนข้างเป็นกรด ความสามารถในการแลกเปลี่ยนฟอสฟอรัสของดินตะกอนจะสูง และอัตราการแลกเปลี่ยนของฟอสเฟตกับน้ำจะดำเนินไปอย่างรวดเร็วถ้ามีฝนตกหนักและมีน้ำไหลลง

การสำรวจฟอสฟอรัสของแม่น้ำบางปะกง แม่น้ำนครนายก และแม่น้ำปราจีนบุรี ในปี 2529 พบว่ามีค่าระหว่าง ND (Non-detectable) ถึง 0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร และในปี 2530 พบว่ามีค่าระหว่าง ND ถึง 0.17 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยแนวโน้มพบฟอสฟอรัสปี 2530 สูงกว่าปี 2529 สำหรับค่าฟอสฟอรัสรวมในแหล่งน้ำยังมิได้กำหนดมาตรฐาน แต่สำนักงานสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกาได้กำหนดไว้ไม่เกิน 50 ไมโครกรัมต่อลิตรในลำน้ำ เพื่อป้องกันการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วของพืชน้ำ (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ,2531)

กัลยา อำนวย (2527) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์กับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน แสดงถึงการได้รับฟอสฟอรัสจากตะกอนโดยปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารอินทรีย์ และพบว่าฟอสเฟตมีความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงกับความเค็มซึ่งเรียกว่าแบบอนุรักษ์(conservation)ในปากแม่น้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา

จากการสำรวจแม่น้ำท่าจีนในปี 2529 และ 2530 พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสตลอดลำน้ำมีค่าเฉลี่ยในรอบปีอยู่ในช่วง 0.02-0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร และ ND ถึง0.09 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ(ND = 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร)ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ (กิโลเมตรที่ 80-0) พบปริมาณฟอสฟอรัสรวมสูงกว่าช่วงตอนบน และช่วงตอนกลางในทุกครั้งของการสำรวจ จากผลการสำรวจอาจกล่าวได้ว่าฟอสฟอรัสที่ลงสู่แม่น้ำมาจากการซัก ชะล้างจากชุมชน โดยเฉพาะบริเวณกิโลเมตรที่ 82 ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการระบายน้ำทิ้งจากบ้านเรือนบริเวณชุมชนริมน้ำและจากอำเภอเมืองนครปฐม สำหรับฟอสฟอรัสนี้ยังไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานในแหล่งน้ำไว้(สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ,2531)

ค่าฟอสฟอรัสในแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง ปี พ.ศ. 2531-2533 อยู่ในระดับ 0.17 0.13 และ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งยังคงมีค่าต่ำอยู่ถึงแม้ว่ายังจะไม่มีมาตรฐานกำหนดไว้ โดยในปี 2533 ฟอสฟอรัสระบายลงสู่แม่น้ำเจ้าพระยาประมาณ 3×10^6 กิโลกรัม(สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม, 2534) ฟอสฟอรัสรวมอยู่ในรูปของสารประกอบฟอสเฟตคือ ออร์โธฟอสเฟต ไพโรฟอสเฟต เมตาฟอสเฟต และสารประกอบอินทรีย์ฟอสเฟต ที่ตรวจวิเคราะห์ในแม่น้ำแม่กลอง ปี พ.ศ. 2532 อยู่ในช่วง 0.01-0.08 มิลลิกรัมต่อลิตรตลอดลำน้ำ(สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2534)

ปัญญานีย์ นราพงษ์ (2533)ในการศึกษาการแพร่กระจายของธาตุอาหารบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสในช่วงฤดูน้ำน้อยมากกว่าฤดูน้ำหลาก โดยมีพิสัยของฟอสเฟตมีค่าระหว่าง 0.08-1.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ธาตุอาหารโดยเฉพาะฟอสเฟตในแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง จะมีค่าสูง

กว่าแม่น้ำสายหลักอื่นๆที่ไหลลงสู่อ่าวไทย และจากค่า N:P แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของแพลงค์ตอนพืช มีไนโตรเจนเป็นปัจจัยจำกัด

สำหรับแหล่งน้ำที่เป็นน้ำจืดส่วนใหญ่ภาวะการเกิดยูโทรฟิเคชั่นจะมีสาเหตุมาจากฟอสเฟตมีปริมาณสูง ส่วนในทะเลและแถบชายฝั่งทะเลจะเกิดจากธาตุอาหารไนโตรเจน(Dunhill,1991 และ Hobson Scientific,1992)

สำหรับแหล่งที่มาของฟอสฟอรัสที่สำคัญตาม Hobson Scientific(1992) รายงานไว้คือ ปริมาณธาตุอาหารจากระบบบำบัดน้ำเสีย การชะล้างจากการใช้ปุ๋ย จากการทำปศุสัตว์ และจากโรงงานผลิตพวกธาตุอาหาร แต่ก็ยังไม่มีตัวเลขที่ระบุได้ว่า Eutrophication เกิดขึ้นมาจากแหล่งใดอย่างชัดเจน

ปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดผลผลิตของแหล่งน้ำนิ่งโดยทั่วไป ได้แก่ ปริมาณธาตุอาหารชนิดต่างๆที่มีอยู่ในแหล่งน้ำและที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจึงเป็นการเพิ่มการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืช แต่บรรดาธาตุอาหารเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีปริมาณมากเกินพอ เมื่อเปรียบเทียบกับความต้องการของแพลงตอนพืชมีธาตุอาหารเพียงไม่กี่ชนิดที่มีปริมาณน้อยไม่เพียงพอกับความต้องการของแพลงตอนพืช และมีบทบาทเป็นปัจจัยจำกัดการผลิตของแหล่งน้ำ แหล่งน้ำนิ่งในเขตร้อนตามธรรมชาติมีแนวโน้มขาดสารประกอบพวกไนโตรเจนและฟอสเฟตมากที่สุดแต่โดยทั่วไป พบว่าสารประกอบไนโตรเจนมีบทบาทเป็นปัจจัยจำกัดมากกว่าฟอสเฟตเหตุที่เป็นเช่นนี้ คาดว่าเป็นเพราะในเขตร้อนการสูญเสียสารประกอบไนโตรเจนจากกระบวนการดีไนตริฟิเคชั่นในเขตพื้นที่รับน้ำค่อนข้างสูง (กิตติ เอกอำพน, 2532)

Schindler (อ้างถึงโดย Moss,1980) รายงานว่าปัจจัยที่สำคัญที่สุดซึ่งเป็นตัวกำหนดอัตราการผลิตของแพลงตอนพืชคือปริมาณธาตุอาหารที่เข้าสู่แหล่งน้ำและจากการทดลองที่เขาทำขึ้นในทะเลสาบแห่งหนึ่งในประเทศแคนนาดา ในปี 1974 เขาพบว่าฟอสเฟตเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของแพลงตอนพืช และได้ให้เหตุผลเอาไว้ว่าเหตุที่เป็นเช่นนั้น เพราะฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีอยู่ในเปลือกโลกตามธรรมชาติน้อยกว่าธาตุอื่นเมื่อคิดเปรียบเทียบกับระดับความต้องการของแพลงตอนพืช นอกจากนี้ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ยังมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ค่อนข้างต่ำและมักจะรวมตัวกับธาตุหลายชนิด เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม แคลเซียม และโลหะอื่นๆที่พบอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำ กลายเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำตกตะกอนลงสู่พื้นท้องน้ำ นอกจากนี้ยังไม่มีแหล่งเก็บกักของฟอสฟอรัสในรูปที่อยู่ในบรรยากาศเหมือนไนโตรเจน อย่างไรก็ตามในพื้นที่บางแห่งซึ่งมีปริมาณฟอสเฟตมากไม่ว่าจะเป็นจากฟอสเฟตในดิน และหินตามธรรมชาติ หรือเกิดจากฟอสเฟตในน้ำทิ้งจากชุมชนนั้น Schindler พบว่าไนโตรเจนอาจมีบทบบาทเป็นปัจจัยจำกัดได้เช่นกัน

Ryder et al. (อ้างถึงโดย Moss,1980) พบว่าเมื่ออัตราส่วนระหว่างของแข็งละลายรวม(total dissolved solids) กับความลึกเฉลี่ยของน้ำ(mean depth)เพิ่มขึ้น ผลผลิตของปลาในแหล่งน้ำจะเพิ่มขึ้น โดยลักษณะของความสัมพันธ์ในลักษณะเช่นนี้เป็นเครื่องบ่งชี้ว่าธาตุอาหารสำคัญบางชนิด เช่น ฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยควบคุมผลผลิตของแหล่งน้ำ

Moss(1980)เสนอให้ใช้ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่มีอยู่น้อยเมื่อเทียบกับปริมาณความต้องการของแพลงตอนพืช ซึ่งโดยทั่วไปมักเป็นฟอสฟอรัสเป็นดัชนีบ่งบอกศักยภาพในการให้ผลผลิตของแหล่งน้ำ

ทวีศักดิ์ แก้วชิม(2531) ศึกษาปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยตลอดปี 2529 ในลำน้ำพองอยู่ระหว่าง 0.02-0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรือ mg/e ปริมาณฟอสเฟตในลำน้ำขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำทิ้งที่ไหลลงสู่ลำน้ำพองโดยตรงการเกษตรกรรมถึงแม้ว่าจะใช้ปุ๋ยฟอสเฟตแต่ไม่มีการระบายฟอสเฟตที่เหลือลงสู่ลำน้ำโดยตรงปุ๋ยฟอสเฟตที่เหลือจากการดูดซึมของพืชจะตกค้างอยู่ในดิน และสร้างสารประกอบเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำ ดังนั้นการเกษตรกรรมในลักษณะของพืชไร่ และนาในที่ดอนจะไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำข้างเคียง

2.2 <u>ฟอสฟอรัสจากแหล่งกำเนิดที่สำคัญ</u>

ฟอสฟอรัสที่กำเนิดขึ้นมาจากกิจกรรมหลายด้านซึ่งที่สำคัญแบ่งได้ 3 แหล่งคือ

2.2.1 แหล่งชุมชน

ฟอสฟอรัสจากแหล่งชุมชน หมายถึง ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในน้ำเสียจากย่านพักอาศัย พาณิชยกรรม (ตารางที่ 2.1) กิจกรรมหลักที่ระบายน้ำเสียประเภทนี้มักเกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ ได้แก่ การชำระล้างร่างกาย การขับถ่าย การประกอบอาหาร การซักล้าง ดังนี้

1. การอาบน้ำ ได้แก่ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการชำระล้างส่วนต่างๆของร่างกายมนุษย์ซึ่งมาจากการอาบน้ำด้วยฝักบัว และการอาบน้ำด้วยขันตักอาบ

2. การซักผ้า ได้แก่ การซักเครื่องนุ่งห่มของมนุษย์ เช่น เสื้อ กางเกง ผ้าเช็ดตัว และอื่นๆซึ่งอาจจะใช้วิธีการซักด้วยมือ หรือด้วยเครื่อง

3. ครัว ได้แก่ กิจกรรมต่างที่เกี่ยวข้องกับการเตรียม การประกอบอาหาร และการซักล้างภาชนะต่างๆที่ต้องใช้ในการทำและรับประทานอาหาร

4. ส้วม ได้แก่ กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการขับถ่ายสิ่งปฏิกูลออกจากร่างกายโดยผ่านสุขภัณฑ์ คือ โถส้วม และโถปัสสาวะ น้ำเสียจากกิจกรรมนี้มักเรียกรวมว่า น้ำส้วม โดยปกติน้ำส้วมจะถูกบำบัดโดยบ่อเกรอะ และบ่อซึมก่อนระบายน้ำล้น(น้ำส้วมบำบัดแล้ว) ส่วนเกินจากบ่อเกรอะ-บ่อซึมสู่ท่อระบายและรวมกับน้ำเสียส่วนอื่นๆข้างต้น

ตารางที่ 2.1 ลักษณะน้ำเสียประเภทต่างๆสำหรับย่านพักอาศัยและอาคารสำนักงาน

กิจกรรม	ลักษณะน้ำเสีย(มก./ล. ยกเว้น พีเอช)						
	บีโอดี	ซีโอดี	เอสเอส	ทีเคเอ็น	ฟอสฟอรัส	เอฟโอจี	พีเอช
1. อาคารชุด : -							
น้ำส้วม	100	200	60	40.80	1.30	558	8.03
น้ำครัวและน้ำเสีย	151	285	66	21	2.1	492	7.31
น้ำทิ้ง : เดินระบบ	40	109	34	27.2	2.2	498	7.30
ไม่เดินระบบ	151	221	63	27.1	2.0	473	7.28
2. อาคารสำนักงาน :							
น้ำส้วม	181	392	158	44.1	2.0	455	8.10
น้ำส้วมบำบัดแล้ว	102	206	78	25.9	1.7	472	7.10
น้ำครัวและน้ำเสีย	41	96	26	9.7	0.4	527	7.40
น้ำทิ้งรวม	28	96	42	11.8	1.3	508	7.42
3. หอพัก : -							
น้ำส้วม	723	1290	666	329	6.8	377	8.55
น้ำส้วมบำบัดแล้ว	64	194	37	269	3.9	344	7.92
น้ำครัวและน้ำเสีย	75	135	29	19.2	3.9	411	7.78
4. หมู่บ้านจัดสรร : -							
น้ำครัวและน้ำเสีย	38	78	34	18.1	2.8	403	7.36
5. กิจวัตรประจำวัน :							
น้ำส้วม	702	1474	559	300	24	538	7.71
น้ำส้วมบำบัดแล้ว	228	454	126	213	15.9	510	7.38
น้ำอาบ	185	303	60	21.8	3.3	440	7.06
น้ำซักผ้า	107	344	57	12.8	17.2	508	7.43
น้ำครัว: - ไม่ผ่านตะแกรง	1744	2904	1189	114.2	87.2	2712	6.33
- ผ่านตะแกรง	540	959	213	17.6	12.7	561	7.24

ที่มา : ชัยยา เจิมจุติธรรม, 2531

จากการศึกษาของ Dunhill (1991) ในประเทศออสเตรเลียแหล่งของฟอสฟอรัสที่สำคัญในชุมชนก็คือน้ำทิ้งจากบ้านเรือนซึ่งมาจากอุจจาระ ปัสสาวะมากกว่า 60 % จากผงซักฟอก 30 % และประมาณ 10 % มาจากอาหารและแหล่งอื่นๆ พบว่าปริมาณฟอสเฟตที่ลงสู่แม่น้ำ และทะเลสาบเกิดจากอิทธิพลของลม และการกัดเซาะของน้ำ สารอาหารฟอสฟอรัสมีความจำเป็นสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกประเภท อาทิเช่น กุ้งทะเลต้องการฟอสฟอรัสจากน้ำทะเล 600 ลิตรเพื่อวงจรชีวิตที่สมบูรณ์

Imperial College of Science (1993) ศึกษาในประเทศกลุ่มเศรษฐกิจประชาคมยุโรป หรือ อีซี(EC) พบว่าปริมาณฟอสฟอรัสที่ลงสู่น้ำผิวดินมาจากการเกษตรมากกว่า 50 % และ 41% มาจากน้ำเสียกล่าวคือ 24 % จากของเสียของมนุษย์ 10 % จากผงซักฟอก และ 7 % จากอุตสาหกรรม โดยฟอสฟอรัสที่มีอยู่ตามธรรมชาติเท่ากับ 9 %

2.2.2 แหล่งเกษตรกรรม

ฟอสฟอรัสจากแหล่งเกษตรกรรม หมายถึง ฟอสฟอรัสที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำที่ผ่านพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งได้แก่ พื้นที่กสิกรรม อาทิ สวนผัก นาข้าว สวนผลไม้ เป็นต้น และฟาร์มปศุสัตว์ โดยมาจากกิจกรรมการใช้ปุ๋ย อาหารเลี้ยงสัตว์ และซากสัตว์-มูลสัตว์

2.2.3 แหล่งอุตสาหกรรม

ฟอสฟอรัสจากแหล่งอุตสาหกรรม หมายถึง ฟอสฟอรัสที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำที่ผ่านกระบวนการใช้แล้วจากขั้นตอนต่างๆของกระบวนการผลิต การทำความสะอาด จากโรงงานอุตสาหกรรม (ตารางที่ 2.2) น้ำที่ผ่านกระบวนการจะนำไปบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีต่างๆ และจะระบายลงสู่แหล่งน้ำ

ตารางที่ 2.2 ลักษณะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภท

ประเภทโรงงาน	ลักษณะน้ำเสีย(มิลลิกรัมลิตร ยกเว้นพีเอช)					
	เอสเอส	บีโอดี	ซีโอดี	ไนโตรเจน	ฟอสเฟต	พีเอช
โรงงานน้ำอัดลม	-	71200	-	-	-	2.4
โรงแป้งมันสำปะหลัง	-	6550	10919	-	-	3.8
โรงงานสุรา	5240- 23833	17500- 45000	56971- 193600	398-2161	26.6-37.5	2.3-5.5
โรงงานทอผ้า ย้อมผ้า	356	5700	16569	-	-	714
โรงงานกระดาษ	900	752	2267	1.5	-	9.40
โรงงานไอศกรีม	28	2988	4769	nil	13.1	7.3-7.6
โรงงานสัปปะรดกระป๋อง	300	1685-3453	-	-	-	-
โรงงานบะหมี่สำเร็จรูป	1188	2775	6425	-	45	6.75
โรงงานประกอบรถยนต์	463	26	337	-	15.25	7.50
โรงงานเนย	172-183	214-321	596-650	-	1.075	7.2-8.9

ที่มา : เสริมพล รัตสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์, 2524

2.3. ผงซักฟอก

ฟอสเฟตทำหน้าที่เหมือนสารลดความกระด้าง(builder) ในผงซักฟอก ทำให้น้ำอ่อนและสารลดแรงตึงผิวทำงานมีประสิทธิภาพ ย่อยคราบน้ำมันและรอยเปื้อนและป้องกันมิให้สิ่งสกปรกกลับสู่เสื้อผ้าได้อีก และที่สำคัญทำให้สิ่งสกปรกแขวนลอยอยู่ในน้ำที่ซักฟอสเฟตทำให้สิ่งสกปรกที่เป็นกรดมีความเป็นกลาง และรักษาความเป็นด่างของน้ำที่ซักได้ผงซักฟอกจะขจัดคราบสกปรกบนผ้าซึ่งเป็นที่อาศัยของแบคทีเรียและจุลินทรีย์อื่นๆ ดังนั้นผงซักฟอก จึงต้องมีส่วนประกอบหลายชนิดเพื่อการทำหน้าที่ดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ อาทิสารลดแรงตึงผิว สารลดความกระด้าง และสารปรุงแต่ง(additives)เป็นต้น สารลดความกระด้างที่กล่าวถึงเป็นสารที่ช่วยให้ประสิทธิภาพในการกำจัดพวกของแข็งหรือ ความสกปรกอาทิคราบไขมัน น้ำมัน ออกจากเนื้อผ้าโดยไม่

ทำให้คุณสมบัติของผ้าเปลี่ยนแปลง และจัดอยู่ในประเภทความเป็นพิษต่ำสุดกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม(de Jong ,1991) ส่วนประกอบที่เป็นสารลดความกระด้าง(builder)ที่ใช้กันในอดีตส่วนใหญ่เป็นพวกสารประกอบฟอสเฟต คือ โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(sodiumtripolyphosphate) ดังนั้น จึงเป็นประเด็น ประเด็นที่หลายๆประเทศได้มุ่งความสนใจมาที่สารลดความกระด้าง(builder) และทำการศึกษา คุณสมบัติของสารลดความกระด้างชนิดอื่นที่จะนำมาใช้แทนสารลดความกระด้าง ที่เป็นสารประกอบฟอสเฟต อาทิเกลือของกรดไนตริไลโตรอะซิติก(nitrilitroacetic acid) เกลือของกรดเอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซิติก(ethylenediaminetretraacetic acid) กรดซีตริก และอนุพันธ์ของกรดซีตริก, เกลือของกรดโพลีคาร์บอกซิลิก(polycarboxylic acid) และที่สำคัญคือซีโอไลต์(zeolite) จึงปรากฎให้เห็นว่าผงซักฟอกที่ใช้กันในปัจจุบันนอกจากสูตรฟอสเฟต (detergent phosphate formular)แล้วยังมีสูตรที่ไม่มีฟอสเฟส(detergent nonphosphate formular) หรือผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์อีกด้วย

สำหรับประเทศไทยการรณรงค์ทางสิ่งแวดล้อมของทรัพยากรทางน้ำส่งผลให้ผู้ผลิตและจำหน่ายผงซักฟอกพยายามปรับเปลี่ยนสูตร โดยจากเดิมที่มีแต่ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟตเพียงอย่างเดียวปัจจุบันมีทั้งสูตรฟอสเฟตและสูตรซีโอไลต์ มีการใช้สารซีโอไลต์ทดแทนสารฟอสเฟตในสารลดความกระด้างโดยหวังว่าจะเป็นการลดปริมาณฟอสเฟตที่ปนเปื้อนลงไปในแหล่งน้ำ

สารเคมีแรกเริ่มทีเดียวที่คนนำมาใช้ในการซักผ้า คือ น้ำขี้เถ้า ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างสูง สามารถช่วยในการซักล้างได้ และต่อมาเริ่มพัฒนาสารที่ซับซ้อนเป็นสารสบู่กรด และขึ้นชั้นมาเป็นผงซักฟอก (ฐานเศรษฐกิจ, 2535) สำหรับผู้ผลิตและจำหน่ายดังตาราง 2.3

ตารางที่ 2.3 รายชื่อผู้ผลิตและจำหน่ายผงซักฟอกที่สำคัญ

บริษัท	ชื่อผลิตภัณฑ์
1. ลีเวอร์ บราเธอร์ (ประเทศไทย) จำกัด	1. บรีส บรีสอัลตรา โอโม่ บรีสเมติก บรีสเอกเซล
2. คอนเกต-ปาล์มโอลีฟ (ประเทศไทย) จำกัด	2. แฟ้บ แฟ้บเมติก แฟ้บ เพาเวอร์พลัส
3. สหพัฒนพิบูล จำกัด	3. เปา เปาแฮนด์ฟอร์ช เปาซีโอไลต์ เปาเอ็มวอช
4. คาโอ อินดรัสเตรียล (ประเทศไทย) จำกัด	4. แอทแทค

ที่มา : ฐานเศรษฐกิจ 6-8 สิงหาคม , 2535

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตลาดผงซักฟอกทั้งระบบในปี 2537 มีมูลค่ารวม 7,700 ล้านบาทแบ่งออก 2 กลุ่มหลักตารางที่ 2.5 คือ ผงซักฟอกธรรมดา ซึ่งเป็นตลาดใหญ่มีสัดส่วนที่ 52 % หรือประมาณ 4,000 ล้านบาท และผงซักฟอกชนิดเข้มข้นมีสัดส่วนที่ 39 % ที่เหลือเป็นผงซักฟอกชนิดใช้กับเครื่อง และน้ำยาซักผ้าซึ่งมีสัดส่วนไม่ถึง 10 % (ผู้จัดการรายสัปดาห์ 5 มิถุนายน 2538)

ในส่วนของผงซักฟอกธรรมดา บรีสมีส่วนแบ่ง 40 % รองลงมาเป็น เปา และแฟ้บ จะสลับส่วนแบ่งตลาด 25-30 % (ผู้จัดการรายสัปดาห์ 5 มิถุนายน 2538)

สำหรับบริษัทที่ผลิตผงซักฟอกเข้มข้นในตลาดมี 4 บริษัทคือ บริษัท ลีเวอร์ฯ ผลิตสินค้ายี่ห้อ บรีสเอกเซล โอโม บรีสอัลตรา บริษัท คอลเกตฯ ผลิตสินค้ายี่ห้อ แฟ้บ บริษัทสหพัฒนพิบูลฯ ผลิตสินค้ายี่ห้อ เปา แอนด์ ฟอร์ซ และบริษัท คาโอ ผลิตสินค้ายี่ห้อ แอทแทค ซึ่งนำตลาดโดยมีส่วนแบ่งประมาณ 53 % รองมาได้แก่ บรีส 30 % เปา 10 % และแฟ้บ 7% (ไทยธุรกิจไฟแนนซ์ 4 ตุลาคม 2537 และ ผู้จัดการรายวัน 16 มิถุนายน 2537)

ตารางที่ 2.4 แสดงส่วนแบ่งตลาดผงซักฟอกธรรมดา ชนิดเข้มข้นและน้ำยาซักผ้า

ประเภทผงซักฟอก(100 %)	สัดส่วนยี่ห้อ(%)	อ้างอิง
ธรรมดา (52%)	1. บรีส 40 % 2. เปา/แฟ้บ 25-30 %	ผู้จัดการรายสัปดาห์ 5 มิถุนายน 2538
ชนิดเข้มข้น (39%)	1. แอทแทค 53 % 2. บรีส 30 % 3. แฮนด์ฟอร์ซ 10 % 4. แฟ้บ 7 %	ผู้จัดการรายวัน 16 มิถุนายน 2537
ชนิดใช้กับเครื่อง และน้ำยาซักผ้า (9 %)	-	-

จากการสำรวจแม่บ้าน 250 ราย ทั่วประเทศโดย ฟอร์โซท์รีเสิร์ช พบว่า % ผงซักฟอกที่นิยมในแต่ละเขต เขตละ 50 รายตารางที่ 2.6 พบว่ายี่ห้อยอดนิยมสามอันดับแรกในกทม.คือ กลุ่มยี่ห้อบรีส 48 % แอทแทค 34 % และเปา 12 % เขตภาคกลาง เป็นบรีส 40 % แอทแทค 32 % และเปา 18 % เขตภาคเหนือ เปา 32 % แอทแทค 20 % และบรีสกับโอโม อย่างละ 18 % เขตภาคอีสาน แอทแทค 34 % บรีส 24 % และเปา 20 % ส่วนเขตภาคใต้บรีสเท่ากับ 54 % แอทแทค 18 % และเปา 12 %

ตารางที่ 2.5 เปอร์เซนต์(%) ผงซักฟอกที่เป็นผู้นำตลาดในแต่ละเขต

ผงซักฟอก	% ผงซักฟอกในแต่ละเขต				
	กรุงเทพมหานคร	ภาคกลาง	ภาคเหนือ	ภาคอีสาน	ภาคใต้
บรีส	48	40	18	24	54
แอทแทค	34	32	20	34	18
เปา	12	18	32	20	12
โอโม	-	-	18	-	-
อื่นๆ	6	10	12	22	16

ที่มา : ฐานเศรษฐกิจ 22-24 กันยายน 2537

สำหรับการคาดการณ์สัดส่วนผงซักฟอกในตลาดตามตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 คาดการณ์สัดส่วนผงซักฟอกในตลาดอนาคต

ชนิดผงซักฟอก	พ.ศ 2538	พ.ศ. 2542
ชนิดธรรมดา	52 %	39 %
ชนิดเข้มข้น	40 %	45 %
น้ำยาซักผ้า	8 %	16 %

ที่มา: ผู้จัดการรายวัน 10 สิงหาคม,2538

2.3.1 ส่วนประกอบหลักของผงซักฟอก

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(2528)โดยคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผงซักฟอก ได้เห็นสมควรใช้มาตรฐาน มอก.78-2528 ในการกำหนดผงซักฟอกกล่าวคือ ผงซักฟอก(laundry detergent powder)หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผงที่มีสารลดแรงตึงผิวเป็นส่วนประกอบหลักสำหรับใช้ซักผ้า โดยส่วนประกอบหลักที่ต้องมีตามมาตรฐาน กำหนดไว้ดังนี้

1. สารลดแรงตึงผิว ต้องเป็นสารเคมีประเภทแอนไอออนิก(anionic) แคตไอออนิก (cationic) หรือ นอนไอออนิก(nonionic)ประเภทใดประเภทหนึ่งหรือผสมกัน ในกรณีที่เป็นสารเคมีประเภทแอนไอออนิกต้องไม่เป็นอัลคัลเบนซีนซัลโฟเนตที่มีโครงสร้างแบบกิ่ง (branched alkylbenzene sulphonate)

2. สารลดความกระด้างของน้ำ เช่น โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต เกลือของกรดไนตริโลไตรอะซิติก(NTA) เกลือของกรดเอทิลีน ไดอะมีนเตตระอะซิติก(EDTA) กรดซิตริก และอนุพันธ์ของกรดซิตริก ซีโอไลต์(zeolite) สารใดสารหนึ่งหรือผสมกัน

3. สารรักษาระดับความเป็นด่างเช่น โซเดียมซิลิเกต โซเดียมคาร์บอเนต โซเดียมเซสควิคาร์บอเนต สารใดสารหนึ่ง หรือผสมกัน

4. โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

5. สารเพิ่มความสดใส เช่น ไทโนนัล ดีเอ็มเอส(Tinopal DMS)

ธงชัย พรรณสวัสดิ์และคณะ (2535) รายงานว่าส่วนประกอบ STPPในผงซักฟอก เมื่อคำนวณจากน้ำหนักของผงซักฟอกจะมีส่วนผสมที่เป็นสารSTPP ประมาณ 18-25 % ขึ้นอยู่กับชนิดและคุณภาพของผงซักฟอก

บริษัทไทยโพลีฟอสเฟตและเคมีภัณฑ์จำกัด(2535)สารโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP)ที่ผลิตได้ในประเทศไทยใช้ในอุตสาหกรรมผลิตผงซักฟอกเป็นส่วนใหญ่ อีกทั้งยังสามารถใช้ในระบบเตรียมน้ำประปา อุตสาหกรรมกระเบื้องเซรามิก สารช่วยถนอมอาหารทะเล อุตสาหกรรมสีเป็นต้น สำหรับในผงซักฟอกสาร STPP จะช่วยลดความกระด้างโดยดึงแคลเซียม (Ca^{2+}) และแมกนีเซียม(Mg^{2+})ออกจากน้ำจากนั้นแคลเซียมหรือแมกนีเซียมจะเข้าแทนที่โซเดียมในโมเลกุลของ STPP อีกทั้งยังทำหน้าที่เป็นสารป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกกลับไปติดที่เนื้อผ้า ซึ่งเป็นคุณสมบัติของ STPPที่จะทำให้สิ่งสกปรกอยู่ในรูปแขวนลอย(suspension capability)

de Jons (1991) ทำการศึกษา STPPที่ทำหน้าที่เป็นสารลดความกระด้างพบว่าสารโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต มีผลต่อการลดเกลือแคลเซียมและเกลือแมกนีเซียมในน้ำกระด้าง และสามารถป้องกันการจับตัวของสิ่งสกปรกกับเส้นใยทั้งที่ซักด้วยมือและเครื่อง คุณสมบัตินี้ทำให้พวกแบคทีเรียความสกปรก ไม่ทำลายเส้นใยเสื้อผ้าและไม่ติดเส้นใยผ้า จึงเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้ใช้เสื้อผ้า STPPยังทำหน้าที่รักษาสภาพความเป็นด่างให้คงที่มีผลให้สารซึ่งเป็นส่วนประกอบในผงซักฟอกอื่นๆ อาทิเช่นสารลดแรงตึงผิว สารเพิ่มความสดใส ทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ หน้าที่

อีกทั้งยังทำให้ส่วนประกอบของผงซักฟอกสมบูรณ์ ทำให้ผงซักฟอกมีประสิทธิภาพสูง ตลอดจนคงสภาพคุณสมบัติการซักล้างให้อยู่ในสภาพที่สามารถนำมาใช้งาน

Leal (1992) ศึกษาสูตรผงซักฟอกโดยทั่วๆไปจะประกอบด้วยSTPPที่ทำหน้าที่เป็นสารลดความกระด้าง และซีโอไลต์ชนิดเอ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวแลกเปลี่ยนอิออนใน ผงซักฟอกโดยคำนวณจากน้ำหนักของผงซักฟอกจะมีส่วนผสมที่เป็นSTPP และซีโอไลต์ ประมาณ30% และ 25% ตามลำดับ

Breek (1974) ศึกษาซีโอไลต์พบว่าสารซีโอไลต์เป็นผลึกอนินทรีย์ของอลูมิโนซิลิเกต ซึ่งมีพื้นที่ผิวภายในสูงมากเมื่อเทียบกับพื้นที่ภายนอก องค์ประกอบของสารซีโอไลต์ ประกอบด้วย 1 โมลของโซเดียม 1โมลของอะลูมินา 2 โมเลกุลของซิลิก้า และ 4.5 โมลของน้ำ

Henning และคณะ (1977) ศึกษาประสิทธิภาพของสารลดความกระด้างในน้ำระหว่างซีโอไลต์และสาร STPP พบว่าเวลาที่ใช้ในการลดปริมาณแคลเซียมในน้ำอุณหภูมิต่ำของซีโอไลต์จะนานกว่า STPP 3 เท่า

Savitsky (1977) ศึกษาประสิทธิภาพของสารลดความกระด้างในน้ำ พบว่าซีโอไลต์สามารถลดความกระด้างที่เกิดจากอนุมูลแคลเซียม ได้ดีกว่าอนุมูลแมกนีเซียมจะมีความสามารถต่ำและซีโอไลต์สามารถลดความกระด้างจากอนุมูลแคลเซียมได้ดีกว่าจากอนุมูลแมกนีเซียม เมื่อเทียบกับสารทดแทนตัวอื่นๆในปริมาณเดียวกัน นอกจากนั้นขนาดของซีโอไลต์ควรมีขนาดเล็กกว่า 10 ไมโครเมตร เพื่อที่จะให้การแลกเปลี่ยนประจุเกิดได้เร็วและลอดผ่านเส้นใยของเยื่อผิวได้ ทำให้ผงซักฟอกมีประสิทธิภาพสูง

Caftey และGudowiez (1990) ศึกษาพบว่าสารซีโอไลต์เป็นสารทดแทนสารประกอบฟอสเฟตที่มีความปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม เมื่อเทียบกับสารอื่นๆที่ยังไม่ทำการศึกษา สารซีโอไลต์เป็นสารอนินทรีย์ที่สังเคราะห์ขึ้น โดยมีองค์ประกอบเลียนแบบดินขาว(kaolin clay)ซึ่งเป็นสารที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ดังนั้นในที่สุดซีโอไลต์ที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมจะแยกสลายกลับเป็นแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบ คือ ทราย อัลคาไลและอะลูมินา

Davidson และ Milwidsky (1987) ศึกษาขนาดของสารซีโอไลต์เพื่อดูปัญหาการอุดตันท่อระบายน้ำเสียอันอาจเกิดขึ้นจากการใช้สารซีโอไลต์ทดแทน พบว่าขนาดที่ใช้กันทั่วไป คือ 2.5-6 ไมโครเมตร สำหรับในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ขนาดเล็กกว่า 0.4-1.0 ไมโครเมตร

บริษัท พีคิวฮาร์โก จำกัด (2535) ประเทศไทยอาศัยเทคโนโลยีการผลิตจาก ประเทศญี่ปุ่น ดังนั้นขนาดของสารซีโอไลต์อยู่ในช่วง 0.4-1.0 ไมโครเมตร ซึ่งน้ำหนักของเม็ดสารจะเบามากจึงเป็นไปได้ที่ไม่เกิดการตกตะกอนในท่อ

International Association on Water Pollution Research and Control(1992) รายงานในการประชุมใหญ่ของ IAWPRC พบว่าไม่มีเรื่องของการอุดตันของท่อระบายน้ำเสียที่เกิดจากสารซีโอไลต์

ตารางที่ 2.7 ส่วนประกอบของผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต และสูตรซีโอไลต์คิดเป็นเปอร์เซนต์(%) โดยมวล

ส่วนประกอบ	ฟอสเฟต	ซีโอไลต์
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(sodium tripolyphosphate:STPP)	25	0
ซีโอไลต์(zeolite)	0	30
สารลดแรงตึงผิว ชนิดไม่แตกตัวเป็นอิออน	2	4
สารลดแรงตึงผิว ชนิดแอนอิออน	12	10
โซดาแอช(soda Ash)	10	15
ซิลิเกต(silicate)	6	2
โพลิคาร์บอกซิเลต(polycarboxylate)	0	1
โซเดี่ยมซัลเฟต(sodium Sulfate)	44	37
anti-redeposition	1	1

ที่มา : Sherry H.S., and คณะ(1992)

ตารางที่ 2.8 ส่วนประกอบของผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต และสูตรซีโอไลต์ชนิดผงคิดเป็นเปอร์เซนต์(%) โดยมวล

ส่วนประกอบ	สูตรฟอสเฟต	สูตรซีโอไลต์
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(sodium tripolyphosphate:STPP)	28	0
ซีโอไลต์(zeolite)	0	25
สารลดแรงตึงผิว (surfactants)	12	15
โซเดียมซิลิเกต(sodium Silicate)	6	4
โซเดียมคาร์บอเนต(sodium Carbonate)	5	15
โซเดียม เปอร์บอเรต(sodium perborate)	14	18
โซเดียมซัลเฟต(sodium Sulfate)	21.1-23.3	9.2
โพลิเมอร์(acrylic-Maleic Copolymer)	0	4
Organic Phosphonates	0-0.2	0.4
Anti-redeposition	1	1
ตัวกระตุ้น(activator)	0-2	2.5
เอนไซม์(enzymes)	0.3	0.5
สารสร้างความสดใส(optical brightening Agents)	0.2	0.2
น้ำหอม(perfume)	0.2	0.2
น้ำ(water)	10	5
รวม	100	100

ที่มา : Scientific Commitee On Phosphates, 1990

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.9 ส่วนประกอบของผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต และสูตรซีโอไลต์ชนิดน้ำคิดเป็นปอร์เซนต์(%) โดยน้ำหนัก

ส่วนประกอบ	สูตรฟอสเฟต	สูตรซีโอไลต์
โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(sodium tripolyphosphate:STPP)	25	0
ซีโอไลต์(zeolite)	0	0
สารลดแรงตึงผิว (surfactants)	13	49
โซเดียมซิเตรท(sodium Citrate)	0	2
ซิลิเกต(silicates)	1.0	0
Silicone antifoam	0.2	0.2
ตัวทำละลาย(solvents)	0	10
เอมไซม์(enzymes)	0.3	0.5
สารสร้างความสดใส(optical brightening Agents)	0.2	0.2
น้ำหอม(perfume)	0.2	0.2
น้ำ(water)	59.9-60.1	36.90
รวม	100	100

ที่มา : Scientific Commitee On Phosphates, 1990

2.3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Turekian(1969)รายงานว่า ปริมาณฟอสฟอรัสละลายในแม่น้ำทั่วๆไปจะอยู่ในรูปออร์โธฟอสเฟต

จากการศึกษาในประเทศไทยพบว่าปริมาณสารประกอบฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งชุมชนจากกรุงเทพฯ ปริมณฑล และทั่วประเทศเท่ากับ 5,320 และ 31,226 ตัน P_2O_5 ต่อปี ตามลำดับ โดยจะมีฟอสฟอรัสที่ มาจากผงซักฟอกในสัดส่วน 24-26 % (ธงชัย พรรณสวัสดิ์,2536)

ปริมาณน้ำเสียชุมชนพบว่าประกอบด้วยน้ำจากการซะล้างร้อยละ 21.7 ซึ่งบางาส่วนของน้ำจากการชะล้างมีส่วนประกอบจากผงซักฟอก(ธงชัย พรรณสวัสดิ์,2530)

จากการศึกษาพบว่าผงซักฟอกเป็นที่มาของฟอสเฟต และไปเพิ่มปริมาณฟอสเฟตในน้ำทำให้แหล่งน้ำเกิดไฟโตแพลงค์ตอน phytoplankton bloom (Jackson,1979)

สารประกอบฟอสฟอรัสในสารซักฟอกจะทำหน้าที่เป็นสารลดความกระด้างของน้ำ และช่วยควบคุมสมดุลของพีเอช หรือความเป็นกรดเป็นด่าง ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและคงที่ (EC, 1993)

2.4 <u>กสิกรรม</u>

2.4.1 สถานการณ์การปลูกผัก ปลูกข้าวในประเทศไทย

1) สถานการณ์ปลูกผัก

การทำสวนผักได้รับความสนใจอย่างมากโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริมทั้งนี้เพราะพืชผักมีอายุเก็บเกี่ยวสั้นระหว่าง 45-60 วัน และเป็นพืชผักที่บริโภคเป็นจำนวนมากตลอดทั้งปี จึงมีระดับการทำสวนผักหลายแบบตั้งแต่สวนผักขนาดเล็กจนถึงสวนผักการค้าขนาดใหญ่ เพื่อส่งผลผลิตสู่ตลาดสด พืชผักที่คนไทยนำมารับประทานมีหลายชนิด เช่น ผักกาดขาว ผักกาดเขียว ผักคะน้า ผักกาดหัว ผักกาดหอม บรอคโคลี่ เป็นต้น

<u>ชนิดของพืชผัก</u>

ผักกินใบและต้น

ผักบุ้งจีน ผักคะน้า ผักกาดกวางตุ้ง ผักกาดขาวปลี ผักกาดเขียวปลี ผักกะหล่ำปลี กะหล่ำดอก ผักกาดหอม ผักกาดหัว แครอท บรอคโคลี่ ผักชี ผักชีฝรั่ง คื่นฉ่าย กุยช่าย หน่อไม้ฝรั่ง และข้าวโพดอ่อน

ผักกินผล

ข้าวโพดหวาน ถั่วฝักยาว ถั่วแขก ถั่วลันเตา มะเขือเทศสด มะเขือเทศโรงงาน มะเขือม่วง มะเขือเปราะ มะเขือยาว พริกขี้หนูสวน พริกขี้หนูใหญ่ พริกใหญ่ พริกหยวก พริกยักษ์ มะระจีน กระเจี๊ยบเขียว แคนตาลูป แตงโม แตงกวาสำหรับดอง ฟักทองและฟักเขียว

ผักกินหัว

ขิง หอมหัวใหญ่ หอมแดง กระเทียม หอมต้น กระเทียมต้น

เห็ด

เห็ดฟางดำ เห็ดฟางขาว เห็ดนางรม-นางฟ้า เห็ดเป๋าฮื้อ เห็ดแชมปิยอง และเห็ดหูหนู

ผักอื่นๆ

ตารางที่ 2.10 ชนิดพืชผัก และพื้นที่ปลูกในปีพ.ศ. 2535

ชนิดพืช	พื้นที่ปลูก(ไร่)	ชื่อพืช	พื้นที่ปลูก(ไร่)
1. ผักบุ้งจีน	4,043.0	9. พริกขี้หนูสวน	12,730.0
2. ผักคะน้า	14,218.0	10. พริกขี้หนูใหญ่	28,006.0
3. ผักกาดกวางตุ้ง	7,519.5	11. พริกใหญ่	48,075.0
4. ผักกาดขาวปลี	7,449.7	12. พริกหยวก	770.0
5. ผักกาดเขียวปลี	9,018.0	13. พริกยักษ์(หวาน)	1,240.0
6. กะหล่ำปลี	10,013.8	14. กระเจี๊ยบเขียว	536.0
7. กะหล่ำดอก	2,499.0	15. มะระจีน	4,050.0
8. บรอคโคลี่	82.0	16. แคนตาลูป	197.0

(ต่อ) ตารางที่ 2.10 ชนิดพืชผัก และพื้นที่ปลูกในปีพ.ศ. 2535

17. ผักกาดหอม	3,789.0	32. แตงโม	26,429.0
18. ผักกาดหัว	2,723.5	33. แตงกวาสำหรับดอง	2,217.5
19. แครอท	562.0	34. ฟักทอง	2,761.5
20. ผักชี	2,605.0	35. ฟักเขียว(แฟง)	591.0
21. ผักชีฝรั่ง	733.0	36. ขิง	21,920.0
22. คื่นฉ่าย	1,853.0	37. หอมหัวใหญ่	9,127.0
23. กุยช่าย	1,519.0	38. หอมแดง	39,997.0
24. หน่อไม้ฝรั่ง	9,601.0	39. กระเทียม	50,780.5
25. ข้าวโพดอ่อน	39,184.0	40. หอมต้น(หอมแบ่ง)	6,343.5
26. ข้าวโพดหวาน	4,264.0	41. กระเทียมต้น	24.0
27. ถั่วแขก	1,747.0	42. พืชผักอื่นๆ	1,283.0
28. ถั่วฝักยาว	13,665.5	43. มะเขือเทศสด	2,646.5
29. ถั่วลันเตา	1,215.0	44. มะเขือม่วง	646.0
30. มะเขือเทศโรงงาน	4,001.5	45. มะเขือเปราะ	2,420.5
31. มะเขือยาว	1,771.0		
รวม			406,867.50

ที่มา : กรมส่งเสริมการเกษตร,(2536)

จากการเปรียบเทียบพื้นที่สวนผักและไม้ดอกระหว่างปี พ.ศ. 2530-2534 (ตารางที่ 2.11) เห็นได้ว่าพื้นที่ปลูกพืชผักและไม้ดอกมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นจาก 753,458 ไร่ ในปีพ.ศ. 2530 เป็น 858,180 ไร่ในปีพ.ศ. 2534 หรือเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นในอัตรา 3.47 %/ปี(สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร,(2537)

ตารางที่ 2.11 เนื้อที่ถือครองทางการเกษตร(หน่วย:พันไร่) พ.ศ. 2530-2534

พ.ศ.	ที่อยู่อาศัย	ที่นา	พืชไร่	ไม้ผลและไม้ยืนต้น	สวนผักและไม้ดอก	ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์	ที่รกร้าง	ที่อื่นๆ
2530	3,140.28	72,169.17	33,457.58	15,999.49	753.46	837.42	3,546.69	1,298.54
2531	3,226.96	70,827.66	33,240.93	17,755.02	750.83	768.46	3,845.15	1,357.76
2532	3,285.16	70,189.88	33,137.81	18,660.15	708.73	750.24	3,514.40	1,284.83
2533	3,361.66	69,436.11	33,415.20	19,428.80	805.85	740.44	3,679.80	1,256.66
2534	3,536.50	69,313.00	33,518.63	20,098.41	858.18	706.81	3,621.26	1,423.40

2) สถานการณ์การปลูกข้าว

การใช้ที่ดินถือครองทางการเกษตรของประเทศไทยในปีเพาะปลูก 2535/36 ประเทศไทยมีเนื้อที่นาทั่วประเทศ 69,313,003 ไร่ จากเนื้อที่ถือครองทางการเกษตรทั่วประเทศ 133,076,188 ไร่ หรือประมาณ 52 % นับว่าเป็นเนื้อที่ถือครองทางการเกษตรอันดับที่ 1 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ,2536)

การทำนาข้าวในประเทศไทยแบ่งเป็น 3 ประเภทตามสภาพพื้นที่เพาะปลูกได้แก่ ข้าวนาสวนหรือนาดำ (lowland rice) ข้าวขึ้นน้ำหรือนาข้าวเมือง(floating rice) และข้าวไร่(upland rice) ข้าวนาสวนหรือนาดำเป็นข้าวที่ปลูกในที่ราบลุ่มที่มีน้ำหล่อเลี้ยงตั้งแต่ปลูกจนกระทั่งก่อนเก็บเกี่ยวสามารถรักษาระดับน้ำไว้ไม่ให้สูงเกินกว่า 1 เมตร วิธีปลูกจะใช้ต้นกล้าปักดำ พื้นที่เพาะปลูกมีประมาณ 80 % ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งประเทศ ส่วนข้าวขึ้นน้ำหรือข้าวนาเมืองเป็นข้าวที่นิยมปลูกในแหล่งที่ไม่สามารถรักษาระดับน้ำไว้ได้ในบางครั้งระดับน้ำอาจสูงเกินกว่า 1 เมตร ข้าวชนิดนี้มีพื้นที่ประมาณ 10 % ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งประเทศ สำหรับข้าวไร่เป็นข้าวที่ปลูกได้ทั้งบนที่ราบและที่ลาดชัน นิยมปลูกในบริเวณที่ราบสูงตามไหล่เขาทั้งภาคเหนือ ใต้ ตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่มีประมาณ 10 %ของพื้นที่ปลูกข้าวทั่วประเทศ(ระวิวรรณ กาญจนสุนทร,2537)

นอกจากนี้แล้วการทำนายังสามารถแบ่งได้ตามวิธีการปลูก เช่น วิธีดำ วิธีหว่านน้ำตม หว่านข้าวแห้งและวิธีหยอด วิธีทำนาดำเป็นวิธีดั้งเดิมนิยมทำกันมานานโดยต้องทำการเพาะเมล็ดในแปลงกล้าแล้วถอนไปปักดำเมื่อต้นกล้าเจริญเติบโตได้พอสมควร แต่ในปัจจุบันกสิกรมีแนวโน้มในการทำนาหว่านน้ำตม และค่าแรงสูงขึ้น การทำนาหว่านน้ำตมก็คือการหว่านข้าวงอกโดยตรงลงในนา ขั้นแรกต้องเตรียมเทือกก่อนแล้วหว่านข้าวลงบนเทือกที่มีน้ำขังบางๆหรือหว่านหลังจากระบายน้ำออกจากนาจนเกือบแห้ง ส่วนการหว่านข้าวแห้งหรือหว่านสำรวยคือการหว่านโดยไม่เพาะเมล็ดพันธุ์โดยหว่านลงในนาที่เตรียมดินไว้เรียบร้อยแล้วในขณะที่ดินยังแห้งอยู่แล้วคราดกลบ ปกติมักทำในท้องที่ที่ปลูกข้าวขึ้นน้ำ การหว่านข้าวนี้อาจทำโดยการหยอดเมล็ดลงในหลุม หรือหยอดตามรอยไถแล้วกลบดินเช่น ในข้าวไร่ในสภาพการทำนาน้ำฝน(วิรวุฒิ กตัญญูกุล ,2527)

พันธุ์ข้าวที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีหลายชนิดแต่ทุกชนิดจัดอยู่ใน ***Sub-species Indica*** อายุเก็บเกี่ยวตั้งแต่ 80 จนถึง 120 วัน ความต้องการน้ำแตกต่างกันตามชนิดพันธ์ข้าวบางพันธุ์สามารถเจริญเติบโตได้ดีในที่ดอนจนถึงพันธุ์ที่เติบโตได้ดีในที่มีน้ำขังลึก การเลือกใช้พันธุ์ข้าวจึงขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่เพาะปลูก ลักษณะสมบัติต่างๆของดิน และสภาพภูมิอากาศ เช่น พันธุ์ข้าวนาสวนที่เหมาะสำหรับภาคเหนือได้แก่ กข 6 ขาวดอกมะลิ 105 เหนียวสันป่าตอง เหมยนอง 62 เอ็ม เหลืองใหญ่ 148 ในขณะที่พันธุ์ข้าวนาสวนที่เหมาะสำหรับภาคกลางได้แก่ กข 27 เก้ารวง 88 ขาวตาแห้ง 17 ขาวปากหม้อ 148 เป็นต้นหรือพันธุ์ข้าวที่เหมาะสำหรับภาคเหนือได้แก่ เจ้าฮ่อ ซิวแม่จัน อาร์ 258 ส่วนพันธุ์ข้าวไร่ที่เหมาะสมสำหรับภาคใต้ได้แก่ ดอกพะยอม กู้เมืองหลวง เป็นต้น(กรมวิชาการเกษตร ,2533)

2.4.2 ปริมาณการใช้ปุ๋ยในพื้นที่เกษตรกรรม

จากสถิติในปี ค.ศ. 1970 ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ทั้งสิ้นมีเกือบ 58 เมตริกกัน โดยส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยไนโตรเจน 45 เปอร์เซนต์ ปุ๋ยฟอสเฟตประมาณ 30 เปอร์เซนต์ และปุ๋ยโพแทสเซียมประมาณ 25 เปอร์เซนต์ สำหรับอัตราการเพิ่มปริมาณปุ๋ยในช่วงตั้งแต่ปีค.ศ. 1973-1983 มีอัตราการเพิ่ม 4.2 %ต่อปี ปริมาณการใช้ปุ๋ยรวมทั้งหมดในปีค.ศ. 1983 เท่ากับ 125 ล้านเมตริกตัน(FAO, 1985 อ้างถึงโดย วิเชียร ฝอยพิกุล ,2536)

ในประเทศไทยปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมีทั้งหมดก็มีอัตราเพิ่มขึ้นทุกปี ข้อมูลในตารางที่ 2.12 เป็นตัวเลขแสดงการใช้ปุ๋ยในระหว่างปี พ.ศ. 2519-2536 ซึ่งจะเห็นว่าเป็นสัดส่วนของปุ๋ยไนโตรเจนประมาณ 52 % ปุ๋ยฟอสเฟตประมาณ 32.5 % และปุ๋ย

โปแตสเซียม 15.5 % และเมื่อพิจารณาปริมาณการใช้ปุ๋ยทั้งหมด พบว่า มากกว่า 50 % จะถูกใช้ในนาข้าว ดังแสดงในตารางที่ 2.13 ส่วนที่เหลือก็จะถูกนำไปใช้กับพืชอื่นๆ เช่น พืชไร่ พืชสวน พืชผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ เป็นต้น

ตารางที่ 2.12 ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2519-2536

ปี พ.ศ.	ปริมาณการใช้ปุ๋ยทางการเกษตร(พันตัน)	จำแนกเป็นธาตุอาหารปุ๋ย(พันตัน)			
		N	P_2O_5	K_2O	รวม
2519	664.391	112.537	85.866	34.088	232.491
2520	792.024	134.156	102.361	40.637	277.154
2521	785.433	133.040	101.510	40.298	274.848
2522	827.204	140.115	106.908	42.442	289.465
2523	786.341	133.194	101.627	40.345	275.166
2524	894.542	151.140	116.265	45.763	313.168
2525	1,042.503	174.765	134.229	57.648	366.642
2526	1,272.041	233.388	154.044	83.701	471.133
2527	1,246.688	227.712	142.623	67.916	438.251
2528	1,250.000	252.900	124.999	55.663	433.562
2529	1,350.000	308.501	132.502	70.326	511.329
2530	1,548.765	342.784	148.344	96.245	587.373
2531	1,992.633	439.720	200.833	137.456	778.009
2532	2,297.733	494.923	188.823	117.793	801.539
2533	2,648.910	576.517	318.337	148.937	1043.791
2534	-	525.825	272.318	164.016	952.159
2535	-	600.176	325.713	191.855	1,117.744
2536	-	769.095	430.233	250.147	1,449.475

ที่มา : สถิติการเกษตรประเทศไทยปีการเพาะปลูก 2519/20 - 2533/34 อ้างถึงโดยวิเชียร ฝอยพิกุล, 2536.

: สถิติการเกษตรประเทศไทยปีการเพาะปลูก 2527-2536 , สำนักงานสถิติแห่งชาติ (2537)

ตารางที่ 2.13 ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในนาข้าวระหว่างปี พ.ศ. 2519-2533

ปีพ.ศ.	ปริมาณปุ๋ยที่ใช้ในนาข้าว(พันตัน)		
	ข้าวนาปี	ข้าวนาปรัง	รวม
2519	270.802	8.230	353.332
2520	265.662	104.338	370.000
2521	291.365	128.635	420.000
2522	300.000	178.500	478.500
2523	320.000	100.940	420.940
2524	340.055	154.092	494.147
2525	373.851	169.453	543.304
2526	466.454	202.490	668.944
2527	443.808	204.125	647.933
2528	413.929	196.071	610.000
2529	447.857	212.143	660.000
2530	459.240	180.760	640.000
2531	611.000	241.000	852.000
2532	857.820	252.980	1110.800
2533	739.400	260.000	1000.000
2534	720.800	130.400	851.200
2535	709.000	279.000	968.000
2536	729.990	158.000	887.990

ที่มา : สถิติการเกษตรประเทศไทยปีการเพาะปลูก 2519/20 - 2533/34 อ้างถึงโดยวิเชียร ฝอยพิกุล, 2536.

: สถิติการเกษตรประเทศไทยปีการเพาะปลูก 2527-2536 ,สำนักงานสถิติแห่งชาติ(2537)

2.5 ปศุสัตว์

2.5.1 สถานการณ์ปศุสัตว์ในประเทศไทย

การประกอบอาชีพปศุสัตว์ในประเทศไทยริเริ่มจากการเลี้ยงเพื่อการอุปโภคบริโภคภายในครัวเรือน และใช้งานในไร่นา ต่อมาเมื่อประชากรเพิ่มมากขึ้นจึงมีการเลี้ยงเพื่อการค้า ผู้เลี้ยงจึงได้เพิ่มปริมาณตลอดจนคุณภาพของการเลี้ยง โดยมีการแยกเลี้ยงภายในโรงเรือน และนอกโรงเรือน ดังนั้นอาชีพการเลี้ยงสัตว์ หรือทำฟาร์มปศุสัตว์จึงเป็นอาชีพที่นิยมดังจะเห็นได้ว่าปริมาณปศุสัตว์เพิ่มมากขึ้นทุกปี จากตารางที่ 2.14 แสดงจำนวนปศุสัตว์แต่ละประเภทตั้งแต่ปี
พ.ศ. 2529-2536 จำนวนสัตว์และประเภทมีจำนวนสูงขึ้นโดยเฉพาะโค กระบือ สุกร เป็ด และไก่ ซึ่งถือว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจของประเทศ นอกจากนั้น ตารางที่ 2.15 จำนวนสัตว์นำเข้าจากต่างประเทศตั้งแต่ปี 2529-2536 ซึ่งก็มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2.14 จำนวนปศุสัตว์แยกตามประเภทสัตว์ ปีพ.ศ. 2529-2536

ปีพ.ศ.	ประเภทสัตว์ (พันตัว)							
	โคเนื้อ	โคนม	กระบือ	สุกร	แพะ	แกะ	เป็ด	ไก่
2529	4,287.85	63.61	4,980.79	5,872.52	80.33	72.68	19,966.28	87,324.42
2530	4,331.42	67.68	4,683.60	5,866.89	79.59	95.10	19,831.03	92,133.78
2531	4,500.74	94.93	4,619.83	5,740.40	78.53	130.66	15,934.43	89,812.21
2532	4,986.94	132.78	4,611.69	6,015.40	108.22	155.90	16,683.38	96,594.26
2533	5,510.99	157.54	4,694.29	7,349.71	120.52	162.50	17,901.84	107,559.32
2534	6,435.77	191.19	4,805.07	8,202.47	136.04	166.10	19,123.56	130,837.40
2535	6,898.98	222.50	4,728.27	8,332.67	159.64	176.23	19,344.71	135,175.58
2536	7,235.00	237.57	4,804.15	8,569.00	151.86	110.46	21,778.39	138,832.03

ที่มา: ประมวลสถิติประจำปี 2536 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์(2537)

ตารางที่ 2.15 จำนวนสัตว์นำเข้าจากต่างประเทศตั้งแต่ปี พ.ศ. 2529-2536

ปีพ.ศ.	ประเภทสัตว์ (พันตัว)				
	โคเนื้อ	กระบือ	สุกร	เป็ด	ไก่
2529	1.63	0.39	0.11	60.29	1,238.78
2530	7.50	0.35	1.30	147.65	1,690.36
2531	7.58	0.32	1.89	87.34	2,596.39
2532	8.72	0.60	1.65	74.06	2,196.45
2533	13.21	0.52	1.03	166.46	2,085.50
2534	21.10	1.31	12.45	494.51	2,170.78
2535	9.10	5.37	1.24	569.04	2,646.44
2536	11.26	10.45	1.91	275.11	1,479.37

ที่มา: ประมวลสถิติประจำปี 2536 กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์(2537)

2.5.2 การผลิตอาหารสัตว์

อุตสาหกรรมการผลิตอาหารสัตว์สำเร็จรูปของไทยเป็นอุตสาหกรรมที่ได้พัฒนาและก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วทั้งนี้เพราะการเลี้ยงสัตว์ได้เปลี่ยนแปลงจากการเลี้ยงแบบพื้นบ้านทั่วไปมาสู่การเลี้ยงที่ทันสมัยใช้อาหารสำเร็จรูปจากโรงงาน และเลี้ยงเป็นอาชีพ การเลี้ยงโดยวิธีนี้จะทำให้ผู้เลี้ยงได้รับผลตอบแทนสูงและคุ้มค่า

ประเภทของอาหารสำเร็จรูป

อาหารสัตว์สำเร็จรูปที่โรงงานทำการผลิตขึ้นมานั้นมีหลายชนิด เช่นอาหารไก่ อาหารเป็ด และอาหารสุกร ซึ่งอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงสัตว์แต่ละชนิดจะมีอัตราส่วนในการใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกันออกไปตามสูตรของการผสมเพื่อใช้เลี้ยงสัตว์ประเภทนั้น วัตถุดิบที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตได้แก่ รำข้าว กากรำ ปลายข้าว ข้าวโพด ปลาป่น กากถั่วเหลือง กากถั่วลิสง กากมะพร้าว กระดูกป่น

กากน้ำตาล ไวตามินและเกลือแร่ต่างๆ แม้จะมีสูตรการผสมอาหารสัตว์ที่แตกต่างกันออกไปก็พอที่แยกผลิตอาหารสัตว์สำเร็จรูปออกเป็นประเภทใหญ่ๆ 2 ประเภทคือ

1.อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป เป็นอาหารสัตว์ที่ผสมเรียบร้อยแล้วจากโรงงานสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้ทันที อาหารผสมสำเร็จรูปนี้สามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิดคือ ชนิดเม็ด และชนิดผง ปัจจุบันผู้เลี้ยงสัตว์นิยมใช้อาหารสัตว์ชนิดเม็ดมากกว่าชนิดผง ทั้งนี้เพราะอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปชนิดเม็ดมีคุณค่าอาหารสูง ทำให้สัตว์เจริญเติบโตเร็ว นอกจากนั้นอัตราการสูญเสียระหว่างที่ยังมีน้อยกว่าอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปชนิดผง

2.อาหารเข้มข้น หรือหัวอาหาร เป็นอาหารสัตว์สำเร็จรูปชนิดเข้มข้นที่มีส่วนผสมของโปรตีน ไวตามิน และแร่ธาตุ เมื่อนำไปเลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องนำไปผสมกับวัตถุดิบอื่นๆเช่น รำข้าว ปลายข้าว ปลาป่น และกากถั่วเป็นต้น อัตราส่วนโดยทั่วไปจะใช้หัวอาหารประมาณ 30 % ผสมกับวัตถุดิบอื่นๆอีก 70 % ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำให้อาหารที่นำมาผสมเข้ากันได้อย่างดีเพราะเป็นการผสมด้วยมือ จึงจะทำให้คุณค่าของอาหารที่ได้ไม่ดีเท่ากับอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปจากโรงงาน (กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ ,2523)

2.5.3 ธาตุอาหารในมูลสัตว์เลี้ยง (ตารางที่ 2.16)

มูลสัตว์จากการเลี้ยงสัตว์ประเภทต่างๆที่มีอยู่ตามทุ่งหรือในคอกมีลักษณะเปียกชื้น มูลสัตว์ที่มีปริมาณมากพอได้แก่ มูลโค กระบือ สุกร และสัตว์ปีก ที่มีปริมาณมากพอ สามารถนำมาทำเป็นปุ๋ย

ธาตุอาหารในปุ๋ยเมื่อนำมาใช้ในพื้นที่เพาะปลูก พืชจะได้รับประโยชน์ (1) เป็นการให้ธาตุอาหารที่มีลักษณะต่อเนื่อง (2) ให้ธาตุอาหารในรูปที่พืชนำไปใช้เป็นประโยชน์ในมูลสัตว์จะมีธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ซึ่งมีทั้งที่เป็นประโยชน์และไม่เป็นประโยชน์ต่อพืช ความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารจะต้องทดสอบในแปลงทดลองหรือพื้นที่จริง และ (3) ช่วยปรับปรุงสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของดิน ความเข้มข้นของธาตุอาหารที่ได้จากสัตว์แปรผันไปตามแหล่งที่มา วิธีการเลี้ยงและการเก็บรักษา

ฟอสฟอรัสในมูลสัตว์อยู่ในรูปอนินทรีย์ และอินทรียสาร ฟอสฟอรัสในมูลสัตว์ที่พืชสามารถใช้ได้ค่อนข้างเร็วคือ ฟอสฟอรัสในรูป glycerol phosphate ,sugar phosphate และ nucleic acid กับอนินทรีย์ฟอสเฟต ส่วนพวกที่มีโมเลกุลใหญ่และสลับซับซ้อนกว่าก็จะถูกจุลินทรีย์ในดินย่อยสลายก่อนแล้วพืชจึงได้ประโยชน์ในภายหลัง

ตารางที่ 2.16 องค์ประกอบของมูลสัตว์ในประเทศไทย

สัตว์เลี้ยง	ความชื้น	พีเอช	องค์ประกอบ(%โดยน้ำหนักแห้ง)			
			คาร์บอน	ไนโตรเจน	ฟอสฟอรัส	โปแตสเซียม
กระบือ	7.5-81.3	7.5-8.6	9.8-26.2	0.47-1.37	0.19-1.42	0.76-1.9
โค	39.2-59.6	7.4-8.3	12.2-18.5	0.86-1.32	0.32-0.58	0.8-2.21
สุกร	14.5-45.3	5.7-8.5	16.9-22.8	1.03-1.68	1.74-2.69	0.63-1.34
เป็ด	7.0-37.1	6.8-8.8	18.4-24.7	0.74-1.26	1.1-1.41	0.69-1.26

ที่มา : Susuki และคณะ (1977) อ้างถึงโดยยงยุทธ โอสถสภา (2528)

1) มูลสัตว์ปีก

สำหรับมูลไก่มีไนโตรเจนประมาณ 15 % ฟอสฟอรัสประมาณ 1.0 % และโพแตสเซียมประมาณร้อยละ 0.5 % มูลสดของสัตว์ปีกมีกรดยูริก(uric acid) กรดนี้จะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายเป็นแอมโมเนียแล้วระเหยไป วิธียับยั้งการสูญเสียแอมโมเนียในมูลสัตว์ทำได้ 2 วิธีคือ (1) ทำให้แห้งโดยเร็วหรือ (2) ใส่ซุปเปอร์ฟอสเฟตประมาณ 50 กิโลกรัมต่อมูลสัตว์ 1 ตัน

2) มูลโค

ในแต่ละปีโค 1 ตัวขับถ่าย ออกมาคิดเป็นไนโตรเจนเท่ากับ 45 กิโลกรัม ฟอสฟอรัสเท่ากับ 9 กิโลกรัม และโพแทสเซียม 90 กิโลกรัมตามลำดับ การใส่มูลโคอัตราตั้งแต่ 20 ตันต่อไร่จะทำให้มีการสะสมไนเตรตในช่วงผิวดินถึงความลึก 2 เมตรมีปริมาณมากกว่า กว่า 40 ล้านต่อล้านส่วน แต่การใช้เพียงไร่ละ 3.5 ตัน จะมีไนเตรตสะสมในดินเพียงเล็กน้อย สำหรับวิธีการใส่ปุ๋ยมูลโคให้ได้ประโยชน์สูงสุดคือ พรวนกลบปุ๋ยก่อนปลูกพืช เพื่อลดการสูญเสียแอมโมเนียออกไปจากปุ๋ย การหว่านไว้บนบนผิวดินโดยไม่พรวนกลบจะได้ผลน้อยกว่า เนื่องจากการแปรสภาพของไนโตรเจนจากอินทรียสารมาเป็นแอมโมเนียมและไนโตรเจนช้า และแอมโมเนียที่เกิดขึ้นจะระเหยออกไปโดยที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

ต่อพืช

3) มูลสุกร

ประมาณ 60 % ของสารอาหารที่สุกรกินไปถูกขับถ่ายออกมาเป็นอุจจาระและปัสสาวะ ปริมาณของมูลขับถ่ายขึ้นอยู่กับขนาดของสุกร คุณภาพอาหาร และสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงดูตาราง ที่ 2.7 ค่าเฉลี่ยของสิ่งขับถ่ายตามน้ำหนักสุกร และปริมาณธาตุอาหารไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในมูลสัตว์ที่มีน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัม ดังนี้

ไนโตรเจน 19 - 64 กรัม ไนโครเจน/วัน

ฟอสฟอรัส 11 - 20 กรัม ฟอสฟอรัส/วัน

โพแทสเซียม 8 - 48 กรัม โปแตสเซี่ยม/วัน

ตารางที่ 2.17 แสดงปริมาณสิ่งขับถ่ายของสุกรขนาดต่างๆ

น้ำหนักสุกร (กิโลกรัม)	ปริมาณสิ่งขับถ่าย(กิโลกรัม/ตัว-วัน)		
	ปัสสาวะ	อุจจาระ	รวม
5.5-18.2	0.86	0.7	1.56
18.3-36.3	1.29	1.44	2.73
36.4-54.5	2.43	2.75	5.18
54.6-72.5	2.99	3.77	6.76
72.6-90.0	4.23	4.59	8.82

ที่มา : ยงยุทธ โอสถสภา (2528)

การเลี้ยงโค สุกร และไก่ การล้างมูลและปัสสาวะตามพื้นคอกด้วยน้ำเป็นวิธีการที่จะได้มูลสัตว์ทั้งของแข็ง และของเหลว ซึ่งอุจจาระของสัตว์เมื่อยังสดมีส่วนที่ละลายได้(soluble solid) ซึ่งมีค่า BOD(biolochemical oxygen demand)ในอุจจาระและปัสสาวะ สูงดังตารางที่ 2.18 ส่วนของเหลวหลังจากการแยกของแข็งออกซึ่งเป็นส่วนของน้ำทิ้งที่กำจัดยาก ถ้าปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติในปริมาณมากๆก็จะก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำ และตารางที่ 2.16 แสดงน้ำหนักมูลรวมต่อวันของสัตว์ชนิดต่างๆ และค่าสัดส่วนองค์ประกอบของสัตว์เลี้ยงชนิดต่างๆ

ตารางที่ 2.18 ค่า BOD ของสิ่งขับถ่ายของสัตว์เลี้ยง โค สุกร ไก่

สัตว์	BOD (ppm)	
	อุจจาระ	ปัสสาวะ
โค	22,000-26,000	2,500-3,000
สุกร	55,000-60,000	4,500-5,000
ไก่	65,000-70,000	-

ที่มา : ยงยุทธ โอสถสภา ,2528

ตารางที่ 2.19 น้ำหนักมูลรวมต่อวัน และค่าสัดส่วนองค์ประกอบของสัตว์เลี้ยงชนิดต่างๆ

ชนิดสัตว์	น.น.มูลรวม กิโลกรัม/วัน-100 ตัว	N กิโลกรัม/วัน-100 ตัว	P กิโลกรัม/วัน-100 ตัว	BOD กิโลกรัม/วัน-100 ตัว	COD กิโลกรัม/วัน-100 ตัว
กระบือ	1,700 (ฤดูแล้ง)	20.91	3.23	13.12	32.66
	2,800 (ฤดูฝน)	34.44	5.23	21.62	53.79
โค	900 (ฤดูแล้ง)	9.45	1.44	20.7	-
	1,200 (ฤดูฝน)	12.6	1.92	27.6	-
สุกร	524	3.61	1.20	16.1	-
เป็ด-ไก่	7.9	12.32	3.6	32.78	-

ที่มา: ไพบูลย์ บุณยะกาญจน และคณะ ,2532

ไพบูลย์ และคณะ (2532) ศึกษาลักษณะน้ำทางกายภาพ เคมี และจุลชีวะในแหล่งน้ำขนาดเล็กในระหว่างปีพ.ศ. 2531-2532 พบว่าอัตราการถ่ายทิ้งธาตุฟอสฟอรัสของกระบือเท่ากับ 0.30 กิโลกรัม/ตัว-ปี ของโควัวเท่ากับ 0.117 กิโลกรัม/ตัว-ปี ของสุกรเท่ากับ 0.1460 กิโลกรัม/ตัว-ปี ของเป็ดเท่ากับ 0.072 กิโลกรัม/ตัว-ปี และของไก่เท่ากับ 0.026 กิโลกรัม/ตัว-ปี ดังตารางที่ 2.20

ตารางที่ 2.20 อัตราการถ่ายทิ้งฟอสฟอรัสของสัตว์เลี้ยงลงสู่อ่างเก็บน้ำ(2531-2532)

เดือนที่เก็บข้อมูล	ปริมาณฟอสฟอรัส (กิโลกรัม/วัน)				
	กระบือ (ต่อ 1000 ตัว)	โค (ต่อ 1000 ตัว)	สุกร (ต่อ 1000 ตัว)	เป็ด (ต่อ 1000 ตัว)	ไก่ (ต่อ 1000ตัว)
4	0.69			0.18	
5	0.89	0.19	0.24	0.20	0.04
6	1.28	0.38	0.48	0.22	0.08
7	1.2	0.38	0.48	0.22	0.08
8	1.2	0.38	0.48	0.22	0.08
9	1.13	0.38	0.48	0.22	0.08
10	0.68	0.19	0.24	0.20	0.04
11	0.45	-	-	0.18	-
12	0.56	-	-	0.18	-
1	0.6	-	-	0.18	-
2	0.63	-	-	0.18	-
3	0.63	-	-	0.18	-
ค่าเฉลี่ย	0.826	0.32	0.4	0.197	0.07

2.5.4 ปริมาณอาหารเลี้ยงสัตว์

การพิจารณาสารประกอบฟอสฟอรัสที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจากปศุสัตว์ เป็นประเด็นที่น่าสนใจเนื่องจากปศุสัตว์มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศ และเกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม การทำฟาร์มปศุสัตว์ได้รับการส่งเสริม และเป็นอาชีพที่ทำรายได้ดีในหลายๆด้านโดยเฉพาะการใช้เนื้อเป็นอาหารรวมทั้งผลผลิตอื่นๆจากสัตว์ อาทิ น้ำนม ไข่ เครื่องหนังเป็นต้น สำหรับการเลี้ยงจะเป็นแบบ

I 17010007

ปล่อยและเลี้ยงในคอก การเลี้ยงในคอกหรือจำกัดบริเวณเรียกว่าเป็นการทำฟาร์มปศุสัตว์ ในการเลี้ยงจะมีมูลสัตว์ที่ถ่ายลงบนพื้นฟาร์มและมีการถูกน้ำล้างลงสู่แหล่งน้ำโดยในมูลสัตว์เหล่านี้มีสารประกอบฟอสเฟตซึ่งจะละลายกับน้ำที่ใช้ล้างพื้นฟาร์ม สารประกอบฟอสเฟตดังกล่าวมาจากอาหารเลี้ยงสัตว์ผ่านกระบวนการทางชีวเคมีของการย่อยสลาย ซึ่งถูกนำไปใช้ประโยชน์ในการเจริญเติบโต ส่วนที่เป็นของเสียจะถูกขับออกมาปนกับมูลสัตว์ สำหรับปริมาณสารประกอบฟอสฟอรัสที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารเลี้ยงสัตว์มีปริมาณ 17,043-18,179 ตัน ฟอสฟอรัสต่อปี(บริษัทไทยโพลีฟอสเฟตและเคมีภัณฑ์,2535) และปริมาณดังกล่าวจะต้องมากขึ้นเป็นลำดับ

2.6 <u>การลดปริมาณฟอสฟอรัสจากกิจกรรมของมนุษย์</u>

Scientific Commitee on Phosphorus (1990) กล่าวว่า การตัดสินใจลด และกำจัดฟอสเฟตในผงซักฟอก ต้องพิจารณาอัตราส่วนระหว่าง ผลดีต่อผลเสีย ดังนี้

ผลดี ก็คือ กำจัดฟอสเฟตที่ลงสู่น้ำเสียจากบ้านเรือน จากผงซักฟอก

ผลเสีย ก็คือ เพิ่มสารเคมีตัวใหม่ที่ไม่คุ้นเคยให้กับสิ่งแวดล้อม

การเจริญเติบโตของสาหร่ายเป็นปรากฏการณ์ที่ซับซ้อนจะมาจากอิทธิพลของฟอสฟอรัสต่อไนเตรท สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กๆ อุณหภูมิ การเคลื่อนที่ของน้ำ แสง และความสมดุลย์ของพืชน้ำและสัตว์น้ำ จากการศึกษาค้นคว้า และประสบการณ์ของหลายๆประเทศที่ได้ลดการใช้ฟอสเฟตอย่างกว้างขวาง พบว่าการลดไม่มีความสำคัญในการลดการเจริญเติบโตของสาหร่าย เพราะว่าฟอสเฟตในผงซักฟอกมีการกระจายอยู่ 10-20 % ของฟอสฟอรัสที่พบในน้ำดิบของยุโรป แต่จะมาจากส่วนอื่นๆ คือ ปุ๋ย สิ่งขับถ่ายของคนและสัตว์ และจากอื่นๆ ผงซักฟอกเป็นตัวแทนของ 3 % ของโลกอุตสาหกรรมที่มีการใช้ฟอสเฟต จากการศึกษาในประเทศฝรั่งเศส สารเคมีบางตัวในผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์ซึ่งกระตุ้นการเจริญเติบโตของสาหร่าย ปัญหาของประเทศแถบยุโรปที่เกิดขึ้นในลักษณะเป็นมลภาวะของน้ำบนผิวดิน การปนเปื้อนสารเคมีจากการเกษตร และระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีคุณภาพ ซึ่งปัญหาข้างต้นนำไปสู่การทำลายสิ่งแวดล้อมทางน้ำ และเกี่ยวข้องกับน้ำในธรรมชาติที่จะนำมาใช้ประโยชน์

การแก้ปัญหาให้ครอบคลุมคือ มีระบบบำบัดน้ำเสียจากบ้านเรือนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งปัจจุบันประเทศสวีเดน มีระบบกำจัดฟอสฟอรัสได้มากกว่า 90 % สำหรับแนวทางการบำบัดเป็นดังนี้

1) พื้นที่ที่ได้ต่อระบบระบายน้ำของบ้านเรือนเข้ากับระบบบำบัดน้ำเสีย การติดตั้งระบบกำจัดฟอสฟอรัสทำได้ในราคาถูก และง่าย ผลก็คือ ไม่มีปัญหาเนื่องมาจากฟอสฟอรัสในหลายๆพื้นที่

2) พื้นที่ที่ไม่ได้ต่อระบบระบายน้ำเข้ากับระบบบำบัดน้ำเสีย ซึ่งการปรับปรุงสูตรของผงซักฟอกที่ใช้ในครอบเรือนจะเหมาะสม

ในประเทศเยอรมัน และออสเตรีย ได้แก่ เบอร์ลิน ทะเลสาบ Conatance Koln และ Bregenz ที่มีระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสเฟต ได้หันกลับมาใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต แทนการใช้สูตรซีโอไลต์ที่มีความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมในแง่การใช้สารเคมีที่ไม่คุ้นเคย และเป็นที่แน่ชัดว่าการสร้างระบบบำบัดน้ำเสียให้ผลระยะยาวดีกว่าการลดฟอสเฟตในผงซักฟอก เพราะฟอสเฟตทำหน้าที่สำคัญหลายๆประการในผงซักฟอกแทนการใช้สารทดแทนตัวอื่นซึ่งไม่ทราบผลกระทบ อย่างไรก็ตามสำหรับผลของซีโอไลต์ชนิดเอ พอสรุปได้ดังนี้

1) การเพิ่มขึ้นของสารแขวนลอย ซึ่งอาจมีผลต่อการอุดตันของท่อระบาย และเกิดปัญหาการเพิ่มตะกอนในระบบบำบัด

2) การใช้ซีโอไลต์จะต้องใช้สารช่วยตัวอื่นๆ อาทิ โพลิคาร์บอกซิเลต มีคุณสมบัติย่อยสลายยาก กำจัดได้ยากในระบบบำบัด เทคนิคในการประเมินผลต่อสิ่งแวดล้อมไม่เพียงพอโซเดียมคาร์บอเนต มีผลต่อภาวะความเป็นด่างของน้ำเสียและฟอสโฟเนตมีการย่อยสลายทางชีวภาพต่ำ

NTA และEDTA จับกับโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม สำหรับ EDTA ไม่ย่อยสลายทางชีวภาพ ซึ่งอาจเกิดกับ NTA ในบางสภาวะ

และสุดท้ายมีการเพิ่มขึ้นของสารลดแรงตึงผิว และเอนไซม์ มีผลให้บีโอดี ในน้ำเพิ่มขึ้น และเป็นการเพิ่มภาระในการบำบัด นอกจากนั้นการศึกษาพบว่า ผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์มีประสิทธิภาพการซักน้อยกว่าสูตรฟอสเฟต ทำให้แร่ธาตุและอินทรีย์สาร เกาะติดบนใยของผ้า

ในประเทศสวิสเซอร์แลนด์หลังจากที่ได้หันกลับกลับมาใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟต ปริมาณการใช้ผงซักฟอกกเพิ่มขึ้น 15 % สำหรับมูลค่าลงทุนในการบำบัดเพื่อกำจัดฟอสฟอรัส โดยวิธีทางเคมีจะประมาณสูงสุดเท่ากับ 4 ปอนด์ต่อคนต่อปี ขณะที่ถ้าเป็นผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์จะสูงกว่า 10-30 % และจะเพิ่มขึ้นอีก 15 % จากเดิม จากสารช่วยการซัก การกัดกร่อนเครื่องมือและเครื่องสูบน้ำ และค่าเดินระบบจากการที่อินทรีย์สารเพิ่มขึ้น

ด้วยเหตุผลด้านความปลอดภัยทั้งต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์ และสิ่งแวดล้อมที่ดีรวมทั้งคุณสมบัติในการทดแทนหน้าที่ของโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต(STPP)ดังนั้นสารซีโอไลต์ (zeolite)จึง

เป็นที่นิยมใช้ทดแทนในหลายๆประเทศแถบตะวันตก อาทิ ในมลรัฐหลายๆมลรัฐของสหรัฐ ประเทศฝรั่งเศส ประเทศเยอรมัน ประเทศอังกฤษ ประเทศอิตาลี ประเทศญี่ปุ่น เป็นต้นโดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น จากการที่เกิดปัญหายูโทรพิเคชั่นในทะเลสาบบิวา(Bina lake)จึงได้มีแนวโน้มในการลดปริมาณฟอสเฟตลงโดยในปีพ.ศ. 2518 ได้เริ่มให้มีการลดการใช้โซเดียมโพลีฟอสเฟต(STPP)ในสูตรให้เหลือ 15 % และในปีพ.ศ. 2523 ปรากฏว่าเปลี่ยนมาใช้สารซีโอไลต์ทั้งหมด (Yamane,T, 199...)

INFORM (1992) ประเทศญี่ปุ่นมีปริมาณการใช้ซีโอไลต์ 110,000 ตันต่อปี ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2527-2536 สำหรับประเทศสหรัฐปริมาณการใช้มีแนวโน้มใช้มากขึ้น ในปีพ.ศ. 2528-2535 ปริมาณการใช้โดยเฉลี่ยประมาณ 150,000 ตันต่อปี และคาดการณ์ว่าในปีพ.ศ. 2536 ต่อไปปริมาณการใช้จะเป็น 400,000 ตันต่อปี

เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นสารอาหารที่มีอยู่อย่างจำกัดในแหล่งน้ำธรรมชาติส่วนใหญ่ ในหลายประเทศได้มีการควบคุมการใช้ฟอสฟอรัส ได้แก่ ประเทศแคนาดา และสวีเดนได้ออกกฎหมายห้ามมีการเติมสารฟอสเฟตลงในผงซักฟอกแต่ให้ใช้ NTA แทน และในประเทศสหรัฐอเมริกาได้ออกกฎหมายห้ามเติมสารประกอบฟอสเฟตลงในผงซักฟอกเกิน 0.5 % สำหรับรัฐที่อยู่รอบๆทะเลสาบทั้งห้า นอกจากนี้ในหลายๆมลรัฐของสหรัฐอเมริกาได้ออกกฎหมายควบคุมปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำทิ้งโดยให้มีได้ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร

Sherry, H,S. และคณะ(1992) รายงานการใช้ผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์ทดแทนผงซักฟอกสูตรฟอสเฟตในประเทศต่างๆดังนี้

ประเทศสหรัฐอเมริกา พื้นที่ที่ใช้ผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์จะเป็นพื้นที่ที่กฎหมายกำหนดไว้ได้แก่บริเวณอ่าวของเกาะ Long อ่าวเชคะพีค(Checsapeake) และเขตพื้นที่แถบทะเลใหญ่ทั้งห้าซึ่งเป็นพื้นที่ที่เกิดยูโทรฟิเคชั่น จากการใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟตตั้งแต่ปีค.ศ. 1979-1992 ซึ่งกฎหมายได้ใช้ตั้งแต่ชุมชน เมือง และมลรัฐตามลำดับ และในปีค.ศ. 1989 จึงได้นำผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์ใช้แทนสูตรฟอสเฟตครอบคลุมพื้นที่ที่กฎหมายห้ามใช้สูตรฟอสเฟต

ประเทศแถบยุโรป ตั้งแต่ปีค.ศ. 1985 ในประเทศยุโรปตะวันตกซึ่งกฎหมายควบคุมการใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟตเคร่งครัดมากขึ้น เนื่องจากความหนาแน่นประชากรเพิ่มขึ้น

และการเกิดสภาพน้ำนิ่งมากขึ้น การตระหนักต่อสิ่งแวดล้อมโดยลดการใช้ผงซักฟอกสูตรฟอสเฟตและจัดสร้างระบบบำบัดเพิ่มขึ้น เพื่อลดปริมาณฟอสฟอรัสลงสู่แหล่งน้ำ จะเห็นว่าในปีค.ศ. 1989 ประเทศอิตาลี กำหนดให้มีปริมาณฟอสฟอรัสในผงซักฟอก ไม่เกิน 1 % และไม่เกิน 6 % ในน้ำยาล้างจาน ขณะที่ในปี 1986 สวิสเซอร์แลนด์ห้ามใช้ฟอสเฟตในผงซักฟอก ในประเทศเยอรมันกำหนดปริมาณความเข้มข้นฟอสฟอรัส

ในผงซักฟอกชนิดน้ำในหน่วยกรัมต่อลิตร ตามระดับความแตกต่างของความกระด้างของน้ำเป็น 4 ระดับ ในปี 1988 ประเทศเบลเยี่ยมใช้ผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์เป็นต้นมา สรุปได้ว่าปริมาณการใช้ผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์รวม ในกลุ่ทประเทศยุโรปตะวันตกประมาณ 690,000 ตัน/ปี นอกจากนั้นประเทศในแถบยุโรบตะวันคกที่ประสบกับปัญหาประชากรเพิ่มสูงขึ้นมาก อาทิ สเปน ฝรั่งเศส และอังกฤษ มีแนวโน้มใช้ผงซักฟอกซีโอไลต์โดยประมาณกันว่าในปีค.ศ.1995 เท่ากับ 750,000 ตัน

สำหรับประเทศในยุโรปตะวันออก คือ โปแลนด์ เชคโกชโลวาเกีย เยอรมันตะวันออก เริ่มมีการใช้ผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์ การประมาณการใช้ผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์ปีค.ศ. 2000 ในประเทศกลุ่มยุโรป เท่ากับ 1,050,000

ประเทศแถบแปซิฟิคตะวันตก ได้แก่ ออสเตรเลีย นิวซีแลนด์ และชายฝั่งทวีปเอเชีย ประเทศเหล่านี้เริ่มมีการใช้ผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์ในปีค.ศ. 1981 ประมาณการใช้ปีค.ศ. 1992 เท่ากับ 185,000 anhydrous ตัน ปริมาณการใช้ส่วนใหญ่มาจากประเทศญี่ปุ่น

ในประเทศญี่ปุ่น การลดการใช้เริ่มขึ้นในปีค.ศ. 1978 โดยกำหนด STPP ไม่เกิน 17 % ในผงซักฟอก และจนในปีค.ศ. 1984 ผงซักฟอกมีเฉพาะสูตรซีโอไลต์ ซึ่งปริมาณการใช้เท่ากับ 110,000 anhydrous ตันต่อปี

ประเทศเกาหลี และไต้หวัน

ในปี 1992-1993 ประเทศเกาหลีใช้ผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์ 100 % และประเทศไต้หวันใช้ผงซักฟอกสูตรซีโอไลต์มากกว่า 25 %

2.7 <u>มาตรฐานฟอสฟอรัสในน้ำเสียของประเทศ</u>

ประเทศไทยไม่มีการกำหนดมาตราฐานของฟอสฟอรัสในน้ำเสีย และน้ำทิ้ง