หลักการใช้ปุ๋ยเคมี

631.82
กษต
ส.2

เอกสารวิทยาการ
กองวิทยาการ กรมการข้าว
กระทรวงเกษตร
พ.ศ. 2505

๑๕๐๐

หลักการใช้ปุ๋ยเคมี

เอกสารวิทยาการ
กองวิทยาการ กรมการข้าว
กระทรวงเกษตร
พ.ศ. 2505

THAI NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

013897

631.82
NNG
A.2

สารบัญ

	หน้า
บทนำ	1—10
ปัญหาอื่น ๆ ในดินซึ่งมีความสำคัญเกี่ยวข้องในการเพิ่มผลผลิต ...	15
ธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช	16—22
สภาวะของธาตุอาหารต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ในดิน	23—28
การดูดธาตุอาหารของต้นไม้	28
สัดส่วนปริมาณที่เหมาะสมหรือความสมดุลย์ของธาตุอาหารพืชในดิน—	29—31
อาการที่แสดงว่าพืชขาดธาตุอาหาร	31—33
การเป็นพิษในดินเนื่องจากมีธาตุอาหารบางชนิดอยู่ในปริมาณสูง เกินขนาด	33—34
อินทรีย์วัตถุในดิน	34—35
ปุ๋ยมูลสัตว์	35—36
การเก็บปุ๋ยมูลสัตว์	36—37
ปุ๋ยหมัก	37—40
ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์	43
วัตถุธรรมชาติซึ่งใช้ในการผลิตปุ๋ยเคมี	43—45
ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ย	45—46
การแบ่งจำแนกประเภทปุ๋ยเคมี	46—48
กฎหมายควบคุมคุณภาพของปุ๋ย	49
ปุ๋ยเดี่ยวที่ให้ธาตุอาหารชนิดเดียว	55—56
ปุ๋ยประเภทฟอสเฟท	56—58
ปุ๋ยประเภทโปแตสเซี่ยม	58
ปุ๋ยรวมที่ให้ธาตุอาหารมากกว่าหนึ่งชนิด	58
ปุ๋ยประเภทอินทรีย์	59
วัตถุที่ใส่เพื่อให้ธาตุอาหารอื่น ๆ ในดิน	59—60
ประโยชน์ของปุ๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารสูง	60—61

หน้า

ปุ๋ยผสมสำเร็จรูปและปุ๋ยผสมเอง ... ... 61—62
หลักการผสมปุ๋ยไว้ใช้ในไร่นาของกสิกร ... ... 62—69
ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการเกษตร ... ... 73—74
วัตถุที่ใช้ใส่เพื่อปรับปรุงแก้ไขดินที่เป็นด่าง ... ... 75—76
วัตถุที่ใช้ใส่เพื่อปรับปรุงสภายสมบัติของดิน 76
หลักในการพิจารนาปัญหาเรื่องการใช้ปุ๋ย ... ... 76—77
ปัญหาเรื่องดิน ... ... 77—78
ปัญหาเรื่องฝนฟ้าอากาศ ... ... 83—85
ปัญหาเรื่องพืชที่ปลูก 85
คุณสมบัติของปุ๋ยประเภทต่าง ๆ และวิธีใช้ ... ... 90—91
ปุ๋ยฟอสฟอรัส ... ... 91—93
ปุ๋ยโปแตสเซียม ... ... 93—94
ปุ๋ยไนโทรเจน ... ... 94—95
ปุ๋ยรวม ... ... 95—96
ปุ๋ยที่ให้อาหารอื่น ๆ ... ... 99—98
วิธีใส่ปุ๋ย ... ... 99—101
วิธีใช้ปูน ... ... 101—108
บริการทางเกษตรที่รัฐ ฯ ให้แก่กสิกรในประเทศเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย ... 108 - 132
1) งานจัดระบบจำแนกชนิดของดิน ... ... 109—110
2) การทดลองปุ๋ยในไร่นา ... ... 110—118
3) การทดลองปุ๋ยในกระถาง ... ... 118—119
4) การตรวจวิเคราะห์ดินทางเคมีอย่างละเอียดและอย่างหยาบ ๆ 120—125
5) การตรวจโดยใช้วิธีดูลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืชและ
การวิเคราะห์ต้นพืช ... ... 129—131
6) การใช้สารกัมมันตภาพรังษีเพื่อการตรวจสอบ... ... ... 131—132
หลักในการพิจารณาเลือกชนิดของปุ๋ยที่จะใช้ ... ... 133—134
นโยบายของรัฐ ฯ ในการให้การอุดหนุนแก่กสิกรในการใช้ปุ๋ย ... 135—139

บทนำ

ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการแทบทุกด้านของโลกเราทุกวันนี้ แม้จะรุ่งเรืองยิ่งกว่าที่เคยได้มีปรากฏมาก่อน แต่ก็หาได้ทำให้ความอดหยากยากแค้นของมนุษย์สูญสิ้นไปจากโลกไม่ ทุกวันนี้ประชากรถึง ๑ ใน ๓ ของโลกก็ยังตกอยู่ในสภาพที่มีอาหารไม่เพียงพอสำหรับบริโภค ดังที่เรื่องราวของมนุษย์ที่ประสบกับความหิวโหยขาดทั้งอาหารและเครื่องนุ่งห่มยังคงปรากฏให้ได้ยินหรือพบเห็นอยู่เสมอ ๆ ในส่วนต่าง ๆ ของโลก โดยเฉพาะในประเทศต่าง ๆ ที่ยังด้อยความเจริญอยู่

ในวันหนึ่ง ๆ โลกเรามีปากท้องที่จะต้องเลี้ยงเพิ่มขึ้น ๙๐,๐๐๐ คนทุกวัน หรือทุก ๆ รอบ ๑๐ เดือน จะมีจำนวนคนเกิดใหม่เพิ่มขึ้นเท่ากับจำนวนพลเมืองทั้งหมดของประเทศไทยขณะนี้ จึงเป็นที่คาดหวังได้ว่าในปี พ.ศ. ๒๕๔๓ หรืออีก ๓๙ ปีข้างหน้า ประชากรทั้งหมดของโลกจะเพิ่มทวีขึ้นเป็น ๒ เท่าของปัจจุบันนี้ ซึ่งเมื่อคำนวณถึงปริมาณอาหารที่จะต้องผลิตเพื่อให้เพียงพอสำหรับพลโลกที่เพิ่มขึ้นในอนาคตดังกล่าว ถ้าหากจะใช้วิธีขยายเนื้อที่เพาะปลูกเพื่อผลิตอาหารให้พอสำหรับสนองความต้องการ ก็จะต้องเบิดเนื้อที่ทำการเพาะปลูกใหม่เพิ่มขึ้นทุก ๆ วันวันละไม่น้อยกว่า ๗๐ ตารางไมล์ ซึ่งความหวังในการที่จะขยายเนื้อที่เพาะปลูกเพื่อแก้ปัญหาการผลิตอาหารให้เพียงพอนี้ ดูจะเป็นความหวังที่เลื่อนลอยอยู่มาก เมื่อมาคำนึงถึงว่าพื้นที่ ๆ จะประกอบการกสิกรรมได้ในโลกเราขณะนี้มีอยู่น้อยและจำกัดมากอยู่แล้ว เพราะเหตุว่าเนื้อที่ถึง ๑ ใน ๕ ส่วนของโลกอยู่ในเขตที่หนาวเย็นเกินกว่าที่พืชใดจะขึ้นได้ ส่วนพื้นที่อีกประมาณ ๑ ใน ๕ ส่วนก็เป็นที่ ๆ แห้งแล้งเกินไปจนปลูกพืชไม่ได้ และพื้นที่อีก ๑ ใน ๕ ส่วนก็เป็นภูเขา และยังมีพื้นที่ ๆ เป็นโขดหินซึ่งปราศจากพืชขึ้นอยู่อีกประมาณ ๑ ใน ๑๐ ส่วน จึงคงเหลือเนื้อที่ที่พอจะทำกสิกรรมได้จริง ๆ อยู่เพียงไม่ถึง ๒ ใน ๕ ของพื้นที่โลกทั้งหมด

ตามสภาพการณ์เช่นที่เป็นอยู่ดังกล่าวมาแล้วนี้ หากมนุษย์ไม่ใช้ความพยายามรวบรวมพลังงาน และสติปัญญาเร่งขวนขวายหาวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตอาหาร

และเครื่องนุ่งห่มในพื้นที่เท่าที่มีอยู่ในขณะนี้ให้มากยิ่งขึ้นจนเพียงพอแล้ว ความอดหยากยากเข็ญย่อมนับวันจะทวียิ่งขึ้นไปอีก แม้แต่ประเทศที่ผลิตอาหารเลี้ยงพลเมืองในประเทศได้อย่างเพียงพอ และยังมีปริมาณเหลือส่งไปให้แก่ประเทศที่ผลิตอาหารได้ไม่พอใช้ในปัจจุบันนั้น ต่อไปในอนาคตเมื่อประเทศเหล่านั้นต่างก็มีพลเมืองเพิ่มขึ้นโดยที่ผลผลิตในประเทศมิได้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ก็อาจกลับกลายไปเป็นประเทศที่ผลิตอาหารได้ไม่เพียงพอแม้แต่สำหรับจะใช้ในประเทศของตนเอง

หากจะมองสถิติการใช้ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ของโลกตลอดระยะเวลา ๒๐ ปีที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าปริมาณปุ๋ยที่ใช้ได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วมาก จากปริมาณปุ๋ยซึ่งเมื่อคิดเอาแต่ส่วนที่เป็นธาตุอาหารพืชแท้ ๆ ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในปุ๋ยรวมกันทั้งหมด ๑๑.๕ ล้านตัน ได้เพิ่มขึ้นมาเป็น ๒๔.๙ ล้านตัน ในปี พ.ศ. ๒๕๐๓ ซึ่งแม้จะเป็นสถิติให้เห็นความก้าวหน้าในการปรับปรุงความสมบูรณ์ของดินเพื่อเพิ่มผลผลิตอย่างน่าพึงพอใจก็ตาม แต่ความจริงนั้นปริมาณปุ๋ยที่ใช้เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่ กลับไปเพิ่มอยู่ในประเทศซึ่งมีสถิติการใช้ปุ๋ยสูงมานานอยู่แล้ว และเป็นประเทศที่มีการกสิกรรมและกิจกรรมอื่น ๆ เจริญก้าวหน้าอยู่ในระดับสูงแล้วแทบทั้งสิ้น เช่นในสหรัฐอเมริกา และประเทศในภาคพื้นยุโรปตะวันตก ซึ่งเป็นประเทศที่มีจำนวนพลเมืองเพิ่มขึ้นในอัตราต่ำมาก ส่วนประเทศทางภาคพื้นเอเชียและอาฟริกาซึ่งส่วนใหญ่เป็นประเทศที่ยังมีความเจริญล้าหลังอยู่มาก และมีสถิติพลเมืองเพิ่มขึ้นสูงและรวดเร็วมากนั้นกลับมีการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่น้อยมาก ในบางประเทศก็แทบจะกล่าวได้ว่ายังไม่มีการริเริ่มใช้ปุ๋ยเคมีกันเลยก็มี

จากสถิติแสดงผลผลิตของพืชสำคัญ ๆ ทุกชนิดของประเทศต่าง ๆ ที่มีอยู่ในขณะนี้ก็แสดงให้เห็นประจักษ์ชัดอยู่แล้วว่า ประเทศที่มีผลผลิตทางกสิกรรมอยู่ในระดับสูงล้วนแต่เป็นประเทศที่ใช้ปุ๋ยเคมีกันในปริมาณสูง ส่วนประเทศที่มีผลผลิตของพืชผลต่ำก็มักเป็นประเทศที่มีการใช้ปุ๋ยเคมีกันน้อยมาก และกสิกรในประเทศเหล่านั้นโดยทั่วไปยังขาดความรู้เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเคมีกันอยู่เป็นส่วนมาก

ก่อนที่จะกล่าวต่อไปถึงความสำคัญหรือบทบาทของปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตทางเกษตรนั้น ควรจะให้เป็นที่เข้าใจกันให้ดีเสียก่อนว่า นอกจากปัญหาการปรับปรุงเพื่อเพิ่ม

ผลผลิตด้วยการใช้ปุ๋ยแล้ว ปัญหาอื่น ๆ ที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าการใช้ปุ๋ยก็เป็นปัญหาที่จะต้องได้รับความสนใจและนำไปปฏิบัติกันเป็นอย่างดีด้วย เพราะเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่า เราจะหวังให้ผลผลิตสูงที่สุดไม่ได้ แม้ว่าดินนั้นจะมีความสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชอยู่สูงเพียงไร หากดินนั้นขาดน้ำ ปลูกพืชพันธุ์เลวซึ่งให้ผลต่ำหรือขาดการปฏิบัติดูแลรักษา และป้องกัน**กำจัด**ศัตรูพืชเท่าที่ควร ในทำนองเดียวกันกับที่เราจะหวังให้ผลผลิตสูงไม่ได้เลยหากดินนั้นมีความสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชอยู่น้อยไม่เพียงพอกับความต้องการของพืช แม้ว่าจะได้มีการปฏิบัติการต่าง ๆ ในดินนั้น อาทิเช่น มีการชลประทานดี มีการปลูกพันธุ์พืชดีที่ให้ผลสูงตลอดจนมีการป้องกันกำจัดวัชพืชแมลงและโรคอย่างดีพร้อมเพียงใดก็ตาม เนื่องจากการใช้ปุ๋ยประกอบกับการใช้วิธีการที่ดีต่าง ๆ ร่วมกัน มีผลช่วยส่งเสริมผลผลิตให้สูงขึ้นมากกว่าที่จะได้รับเมื่อขาดเสียซึ่งสิ่งใดสิ่งหนึ่งไป ซึ่ง**นักสถิติ**เรียกความสัมพันธ์อย่างแยกไม่ออกนี้ว่า **เป็นความสัมพันธ์ทางเพิ่ม** (Positive Interaction) จึงไม่อาจกล่าวได้ว่าการใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวจะช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นเท่านั้นเท่านี้โดยไม่นำพาถึงวิธีการที่ดีอื่น ๆ ซึ่งต่างก็มีความสำคัญในการเพิ่มผลผลิต หรือช่วยส่งเสริมให้ผลที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยสูงยิ่ง ๆ ขึ้นไปด้วย

เพื่อให้ทราบถึงบทบาทสำคัญของปุ๋ยเคมีในการเพิ่มผลผลิตทางกสิกรรมนั้น เราควรศึกษาจากผลการทดลองใช้ปุ๋ยกับพืชต่าง ๆ ซึ่งกำลังดำเนินอยู่อย่างกว้างขวางทั่วทุกแห่งของโลกในปัจจุบัน โดยเฉพาะผลของการทดลองปุ๋ยในประเทศต่าง ๆ ซึ่งล้วนจัดอยู่ในประเภทที่การกสิกรรมยังล้าหลังอยู่ จนแทบจะกล่าวได้ว่ากสิกรส่วนใหญ่ในประเทศเหล่านั้นยังขาดความรู้เรื่องการใช้ปุ๋ย ไม่มีการใช้พันธุ์ที่ดี หรือใช้วิธีการที่ดีอื่น ๆ กันอย่างแพร่หลายแต่อย่างใด โดยเหตุที่การทดลองปุ๋ยได้กระทำในพืชหลายชนิดซึ่งแต่ละชนิดต่างก็มีคุณค่าและความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ไม่ทางใดก็ทางหนึ่งเสมอ ในที่นี้จึงขอกล่าวเฉพาะผลการทดลองใช้ปุ๋ยกับข้าว ซึ่งเป็นธัญญพืชสำคัญที่ใช้เลี้ยงมนุษย์มากกว่าครึ่งโลก เพื่อเป็นตัวอย่างพอชี้ให้เห็นบทบาทของปุ๋ยเคมี ที่จะมีต่อการเพิ่มผลผลิตของพืชในอนาคตเท่านั้น เพราะประโยชน์ใด ๆ ของการใช้ปุ๋ยที่มีต่อข้าวหรือธัญญพืชอื่น ๆ นั้นย่อมจะได้รับเช่นเดียวกันกับเมื่อใช้กับพืชอื่น ๆ ด้วย และโดยทั่ว ๆ ไปแล้วมักจะปรากฏเสมอว่าผลเพิ่มที่

ได้รับ[redacted]ตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยในพืชอื่น ๆ นั้น มักจะได้รับสูงกว่าของข้าวหรือธัญญพืชอื่น ๆ เสียด้วยซ้ำ

ผลของการทดลองปุ๋ยในนาข้าวของกสิกรในประเทศจีน เท่าที่ได้รวบรวมได้จากการทดลองในที่ต่าง ๆ ๓๐๐ แห่ง ปรากฏว่า ผลผลิตของข้าวเปลือกที่จะได้รับเพิ่มขึ้นเมื่อใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราต่ำโดยเฉลี่ย ๑๔ ถังต่อไร่ ส่วนนาที่ไม่ได้มีการใส่ปุ๋ยนั้นให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยไร่ละ ๔๐ ถัง ซึ่งเป็นผลผลิตที่นับว่าสูงมากเมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตในนาที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ยของประเทศอื่น ๆ เหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะกสิกรจีนส่วนมากรู้จักคุณค่าในการบำรุงความสมบูรณ์ของดินโดยมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ฯ ล ฯ บำรุงดินกันอยู่เป็นประจำโดยไม่ทอดทิ้งมาเป็นเวลาช้านานมาแล้ว จึงทำให้ดินนาทั่ว ๆ ไปของประเทศจีนมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับสูงกว่าดินนาของประเทศอื่น ๆ ซึ่งกสิกรในประเทศเหล่านั้นมักจะไม่สู้เอาใจใส่ในเรื่องการบำรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินกันมาก่อน แม้กระนั้นการใส่ปุ๋ยเคมีในดินซึ่งมีความสมบูรณ์ค่อนข้างดีอยู่แล้ว เช่น ในประเทศจีนก็ยังช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าวให้สูงขึ้นได้อีก ๓๖ เปอร์เซ็นต์

แม้ว่าวิธีการทำนาของจีนเท่าที่เป็นมาจะนับได้ว่าค่อนข้างปราณีตโดยมีการรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดินบ้างพอสมควรอยู่แล้วก็ตาม แต่ก็นับว่ายังขาดการใช้วิธีการอื่น ๆ ซึ่งมีผลสมบูรณ์ในการส่งเสริมผลผลิตของข้าวอยู่มากเหมือนกัน ดังนั้นหากกสิกรจีนได้นำเอาวิธีการที่ดีต่าง ๆ ซึ่งยังไม่เคยนำไปใช้มาก่อน เช่น ใช้พันธุ์ข้าวใหม่ ๆ ที่ได้รับการปรับปรุงให้เป็นพันธุ์ดี มีการเตรียมดินที่ดีและปราณีตยิ่งขึ้น และมีการป้องกันศัตรูพืชไปปฏิบัติให้แพร่หลายร่วมกับการใส่ปุ๋ยแล้ว ก็คาดว่าจะทำให้ผลผลิตของประเทศจีนสูงขึ้นไปจากผลเพิ่มที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยอีกประมาณ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อคิดรวมผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใช้วิธีการที่ดีต่าง ๆ กับผลผลิตที่ได้เพิ่มขึ้นเพราะการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้โดยตรงอยู่แล้ว ๓๖ เปอร์เซ็นต์ ก็ควรจะเป็นผลผลิตเพิ่มขึ้นกว่าที่ได้รับอยู่ในปัจจุบันนี้ถึง ๗๖ เปอร์เซ็นต์ หรืออีกนัยหนึ่งในอนาคตอันไม่ไกลนัก ประเทศจีนอาจจะสามารถผลิตข้าวได้เฉลี่ยไร่ละ ๗๐ ถัง ได้โดยไม่ยากนัก

จากรายงานสรุปผลการทดลองปุ๋ยข้าวในนาราษฎรจำนวนหลายพันแห่ง ซึ่งทำการทดลองกระจัดกระจายทั่วไปในท้องถิ่นต่าง ๆ เป็นเวลาหลายปีในประเทศอินเดีย ซึ่งพิมพ์ออกเผยแพร่เมื่อเร็ว ๆ นี้ ก็ปรากฏผลที่น่าสนใจว่าผลผลิตของข้าวในนาที่ไม่ใส่ปุ๋ยโดยเฉลี่ยของประเทศอินเดียได้เพียง ๒๐ ถังต่อไร่เท่านั้น เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีข่วยก็ทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยไร่ละประมาณ ๑๑ ถัง หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเพราะการใช้ปุ๋ย ๕๒ เปอร์เซ็นต์

เนื่องจากสภาพการกสิกรรมของอินเดียโดยทั่ว ๆ ไป เมื่อเปรียบเทียบแล้วยังนับว่าล้าหลังกว่าประเทศจีนมาก ดินนาของอินเดียส่วนมากมีความสมบูรณ์ต่ำกว่าและไม่มีการปฏิบัติในการใส่ปุ๋ยบำรุงดินอย่างสม่ำเสมอมาก่อนเหมือนประเทศจีน ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงสภาพข้อเท็จจริงดังกล่าวซึ่งเป็นอยู่ในขณะนี้ จึงอาจกล่าวได้ว่าอินเดียยังมีโอกาสอีกมากที่จะเพิ่มผลผลิตของข้าวในประเทศให้สูงยิ่งขึ้น โดยระดมเอาวิธีการที่ดีอื่น ๆ อาทิเช่น การคัดเลือกพันธุ์ดี ๆ มาปลูก การป้องกันศัตรูพืช เช่น โรค และแมลง และการชลประทาน ฯลฯ ไปปฏิบัติกันอย่างแพร่หลายนอกเหนือไปจากการใส่ปุ๋ย อินเดียอาจมีโอกาสที่จะเพิ่มผลผลิตของข้าวในประเทศให้สูงขึ้นได้โดยเฉลี่ยทั่วประเทศเป็น ๔๘ ถังต่อไร่ ได้ในอนาคตอันใกล้นี้ ซึ่งผลผลิตขนาดนี้หาใช่เป็นผลผลิตที่มากจนดูเกินความจริงไปไม่ เพราะยังต่ำกว่าที่ประเทศญี่ปุ่นผลิตได้ทุกวันนี้อยู่มาก ยิ่งไปกว่านั้นในการประกวดนาข้าวที่ให้ผลผลิตต่อไร่สูงก็เคยปรากฏผลอยู่แล้วว่า มีนาบางแปลงที่เข้าประกวดในประเทศอินเดียขณะนี้สามารถผลิตข้าวได้สูงถึง ๑๕๒ ถัง — ๒๐๓ ถังต่อไร่ ซึ่งแสดงว่าประสิทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตข้าวต่อเนื้อที่นั้นยังคงมีอยู่อีกมาก และโอกาสสำหรับที่จะปรับปรุงให้ผลผลิตสูงขึ้นเรื่อย ๆ ยังคงเปิดอยู่อีกนานกว่าจะถึงขีดจำกัดซึ่งไม่อาจเพิ่มผลผลิตขึ้นได้อีกต่อไป

วิวัฒนาการของการปลูกข้าวในประเทศญี่ปุ่นตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา นับว่าเป็นตัวอย่างอันดีที่แสดงให้เห็นถึงความสามารถของมนุษย์ที่ได้ พยายามต่อสู้เพื่อเอาชนะอุปสรรคใด ๆ ที่มาจำกัดประสิทธิภาพในการผลิตพืชผล โดยการทดลองศึกษาเพื่อนำวิทยาการอันทันสมัยเข้าไปปรับปรุงในการทำนาข้ามระยะเวลาไม่กี่ปี ก็ปรากฏว่าเป็นผลทำให้ผลผลิตของข้าวโดยเฉลี่ยทั่วประเทศญี่ปุ่นขณะนี้สูงถึง ๗๗ ถังต่อไร่ และยังมีทีท่าว่าจะสามารถขยับผล

ผลิตที่สูงมากอยู่แล้วให้สูงขึ้นไปอีกเสียด้วยซ้ำ เพราะทุกวันนี้นอกจากชาวญี่ปุ่นจะได้มีการใช้ปุ๋ยอย่างหนักแล้ว ยังใช้วิธีการที่ดีต่าง ๆ เช่นการชลประทาน การใช้พันธุ์ข้าวที่ให้ผลตอบสนองจากการใส่ปุ๋ยสูงและมีการปฏิบัติในการป้องกันศัตรูพืช ประกอบด้วยทั้งการวิจัยค้นคว้าเพื่อหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะนำไปใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตให้สูงขึ้นอีก ญี่ปุ่นก็ยังคงดำเนินการต่อไปอยู่อีกอย่างไม่หยุดยั้ง โดยมีความหวังว่าผลการทดลองค้นคว้าอาจจะช่วยให้ได้พันธุ์ข้าวใหม่ ๆ ที่มีประสิทธิภาพในการใช้ปุ๋ยอัตราหนัก ๆ เพื่อสร้างผลผลิตให้สูงยิ่งขึ้น ในขณะเดียวกันชาวนาก็จะได้มีโอกาสใช้ปุ๋ยในอัตราสูงยิ่ง ๆ ขึ้นไปอีกโดยได้รับผลกำไรตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยเพิ่มขึ้น

เมื่อย้อนกลับมาศึกษาดูสภาพการทำนาในประเทศไทยของเราดูบ้าง เท่าที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่า วิธีการกสิกรรมไม่ค่อยได้มีการเปลี่ยนแปลงไปจากที่บรรพบุรุษเคยปฏิบัติสืบต่อกันมา การทำนาส่วนใหญ่ยังคงต้องพึ่งฝนฟ้าอากาศตามธรรมชาติ เพราะการชลประทานยังมีไม่พอ ชาวนาทั่ว ๆ ไปก็แทบกล่าวได้ว่ายังไม่มีการใช้ปุ๋ยเพื่อปรับปรุงบำรุงความสมบูรณ์ของดินเท่าใดนัก การใช้พันธุ์ข้าวที่ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นก็ยังเพิ่งจะอยู่ในระยะริเริ่มและยังไม่สู้แพร่หลาย จะเห็นได้ว่าในขณะที่สภาพผลผลิตของข้าวในประเทศไทยตกต่ำลงมาเรื่อย ๆ นั้น กลับปรากฏว่าผลผลิตของประเทศเพื่อนบ้านซึ่งผลิตข้าวต่างได้รับการปรับปรุงให้สูงขึ้นตามลำดับ

จากผลการทดลองปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามท้องที่ต่าง ๆ ทั่วประเทศไทยตลอดระยะเวลา ๑๐ ปีที่ผ่านมานี้ชี้ให้เห็นว่า ปัญหาสำคัญที่สุดที่เป็นเหตุให้ผลผลิตของข้าวในประเทศอยู่ในระดับต่ำทุกวันนี้ ก็คือปัญหาที่ดินนาแทบทุกแห่งของประเทศไทยขาดแคลนธาตุอาหารพืช ซึ่งเมื่อพื้นดินเหล่านั้นได้รับการใส่ปุ๋ยเคมีแม้ในอัตราเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นได้อย่างมากแทบทุกแห่ง ดังเช่นผลการทดลองปุ๋ยของกรมการข้าวในนาราษฎร ๑๕๐ แห่งตามจังหวัดต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. ๒๕๐๒ ซึ่งเป็นผลจากการทดลองปุ๋ยในนาซึ่งอยู่ในสภาพที่ชาวนาปฏิบัติกันอยู่ตามปกติ หาได้มีการปรับปรุงแก้ไขโดยใช้วิธีการที่ดีต่าง ๆ เข้าไปช่วยในการทดลองแต่อย่างใดไม่ วิธีการเตรียมดินตลอดจนการปลูกและพันธุ์ข้าวที่ปลูกก็คงเป็นไปอย่างที่ชาวนาใช้กันอยู่ตามปกติ ผลการทดลองปุ๋ยที่

ได้รับนั้นจึงถือได้ว่าเป็นผลเนื่องมาจากการเอาปุ๋ยไปใส่ในดินนาเพียงอย่างเดียวเท่านั้น จากผลผลิตโดยเฉลี่ยในนาทดลองทั้งหมดที่ใส่ปุ๋ยและไม่ได้ใส่ปุ๋ยเมื่อแยกออกเป็นภาค ๆ ไปแล้ว ปรากฏผลแตกต่างที่น่าสนใจดังนี้คือ สำหรับภาคเหนือ นาทดลองที่ไม่ใส่ปุ๋ยให้ผลได้ของข้าวโดยเฉลี่ยไร่ละ ๓๖ ถัง ส่วนนาที่ใส่ปุ๋ยเคมีในอัตราธรรมดาให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณไร่ละ ๑๑ ถัง หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยสำหรับภาคนี้ ๓๐ เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตในนาซึ่งอยู่ในภาคกลางที่ไม่ใส่ปุ๋ยโดยเฉลี่ยได้ไร่ละ ๒๗ ถัง แต่เมื่อใส่ปุ๋ยเคมีช่วยก็ปรากฏว่าให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอีกประมาณไร่ละ ๑๓ ถัง หรือคิดเป็นเปอร์เซนต์ที่เพิ่มขึ้นกว่านาที่ไม่ใส่ปุ๋ย ๔๕ เปอร์เซ็นต์ ส่วนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งดินนาทั่วๆไปมีความสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชต่ำกว่าดินนาของภาคอื่น ๆ มากนั้น ผลผลิตในนาทดลองทั้งหมดที่ไม่ใส่ปุ๋ยโดยเฉลี่ยได้ข้าวไร่ละ ๑๗ ถัง และเมื่อมีการใส่ปุ๋ยเคมีในนาเหล่านั้นก็ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยไร่ละ ๑๗.๖ ถัง หรือเพิ่มขึ้นถึง ๑๐๒ เปอร์เซ็นต์

จากผลของการทดลองปุ๋ย ในนาราษฎร ภาคต่าง ๆ ของ ประเทศไทย ดังกล่าวมาแล้ว แสดงให้เห็นชัดว่า ในการปรับปรุงเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวในประเทศให้สูงขึ้นนั้น เพียงใช้วิธีใส่ปุ๋ยอย่างเดียว โดยไม่ต้องใช้วิธีการปรับปรุงที่ดีอื่น ๆ เข้ามาช่วยก็ยังสามารถทำให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นได้อย่างมากมาย โดยเฉพาะทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งเป็นภาคที่มีพื้นที่นามากกว่า ๑๕ ล้านไร่ และมีผลผลิตของข้าวต่ำกว่าภาคอื่น ๆ นั้น ปรากฏว่าผลเพิ่มที่จะได้รับจากการใส่ปุ๋ยโดยเฉลี่ยได้ถึงหนึ่งเท่าตัว ดังนั้นหากเมื่อใดที่ชาวนาของประเทศไทยได้มีการชลประทานที่ดี ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำเมื่อถึงฤดูกาลปลูกข้าวได้อย่างทั่วถึง มีการใช้พันธุ์ข้าวที่มีคุณภาพสูงทั้งในด้านการต้านทานโรคและให้ผลตอบสนองสูงจากการใช้ปุ๋ยและมีการป้องกันกำจัดศัตรูพืช ซึ่งก่อความเสียหายแก่ผลผลิตของข้าวอย่างดีพร้อมแล้ว ความหวังที่ต่อไปในอนาคตประเทศไทยอาจสามารถเพิ่มผลผลิตของข้าวในประเทศให้มากกว่าปัจจุบันนี้ถึง ๓ เท่า ก็ดูจะเป็นความหวังที่ไม่ห่างไกลจากความจริงนัก เพราะชาวนาไทยยังมีโอกาสใช้ปุ๋ยในอัตราสูงขึ้นและใช้วิธีการอื่น ๆ เข้าไปช่วยปรับปรุงในการทำนาได้อีกมาก ทั้งลักษณะดินฟ้าอากาศของประเทศไทยก็เหมาะสมกับการปลูกข้าวเป็นอย่างดีอยู่แล้ว เมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ

นอกจากประโยชน์ของการใช้ปุ๋ย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตพืชผลทางเกษตรจะช่วยทำให้กสิกรมีเศรษฐกิจดีขึ้นเนื่องจากมีรายได้สูงขึ้นแล้ว การใช้ปุ๋ยเคมียังช่วยเปิดทางให้สามารถปรับปรุงฟื้นฟูพื้นที่ที่ได้ถูกทำให้รกร้างว่างเปล่า ปราศจากคุณค่าในทางเพาะปลูก เนื่องมาจากการปล่อยปละละเลยไม่บำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน และใช้ที่ดินประกอบการเพาะปลูกอย่างผิดวิธีการในอดีตซึ่งมีอยู่อีกไม่น้อย ให้กลับคืนสู่สภาพที่สมบูรณ์พอที่จะใช้ประโยชน์จากพื้นที่เหล่านั้นในการปลูกพืชได้อีก ดังเช่นที่เคยปฏิบัติได้เป็นผลสำเร็จปรากฏมาแล้วในหลายประเทศ โดยที่การใส่ปุ๋ยสามารถจะเพิ่มผลผลิตต่อไร่ให้สูงขึ้นได้ดังกล่าวมาแล้ว กสิกรอาจจะแบ่งเนื้อที่นาบางส่วนเพื่อนำไปใช้ปลูกพืชอื่นที่เหมาะสมหรือทำรายได้ดีกว่าข้าว โดยที่การลดเนื้อที่ปลูกข้าวลงไปเพื่อไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นนั้นไม่ก่อให้เกิดผลกระทบกระเทือนต่อผลผลิตข้าวที่เคยได้รับอยู่ตามปกติแต่อย่างใด เพราะผลผลิตของข้าวต่อไร่ที่จะได้เพิ่มขึ้นเนื่องจากการใส่ปุ๋ย เมื่อรวมกันแล้วอาจมากพอที่จะทดแทนหรือเกินกว่าปริมาณข้าวที่จะขาดไปเนื่องจากการลดเนื้อที่นาลงไปดังกล่าวเสียอีก

เมื่อพื้นดินทั่ว ๆ ไปได้รับการปรับปรุงให้มีความสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชในระดับสูงโดยการใส่ปุ๋ยแล้ว ต่อไปโอกาสที่จะนำเอาวิธีการที่ดีอื่น ๆ เช่น การชลประทาน การปลูกพืชพันธุ์ดี การใช้เครื่องมือทุ่นแรง การป้องกันกำจัดศัตรูพืช ตลอดจนการปลูกพืชหมุนเวียนเข้าไปใช้ให้มากขึ้น เพื่อให้ได้รับประโยชน์ตอบแทนจากพื้นที่ที่มีอยู่อย่างเต็มที่ก็ย่อมจะมีทางเป็นไปได้ง่ายขึ้น ซึ่งตามปกติแล้วถ้าดินนั้นมีความสมบูรณ์ของอาหารพืชต่ำและไม่ได้มีการปรับปรุงด้วยการใส่ปุ๋ยเสียก่อนแล้ว โอกาสที่จะนำเอาวิธีการที่ดีต่าง ๆ ดังกล่าว ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นวิธีการที่จะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงเข้าไปใช้ในที่นั้น ย่อมจะมีทางทำได้ยากหรือแทบไม่มีทางเอาเสียเลย เพราะผลผลิตที่จะได้รับตอบแทนเพิ่มขึ้นในพื้นที่ดินเลวเช่นนั้น ย่อมจะมีน้อยจนอาจไม่คุ้มค่าใช้จ่ายสูงที่ต้องลงทุนไปในการนำเอาวิธีการปรับปรุงที่ดีต่าง ๆ เหล่านั้นไปใช้

โดยเหตุที่การใช้ปุ๋ยในพื้นที่ทำการกสิกรรม ซึ่งเสื่อมความอุดมสมบูรณ์แล้วเป็นวิธีการเพิ่มผลผลิตที่ประหยัดที่สุด ให้ผลตอบแทนสูงและแน่นอนรวดเร็วทันต่อเหตุการณ์ดังได้กล่าวมาแล้ว แทบทุกประเทศจึงได้เร่งดำเนินนโยบายส่งเสริมสนับสนุนให้กสิกรในประ-

เทศของตนใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตของพืชสำคัญ ๆ ซึ่งเป็นรายได้ของประเทศกันอย่างกว้างขวาง โดยถือว่าการส่งเสริมเช่นนั้นเป็นนโยบายพัฒนาการทางเศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งอันหนึ่ง และยังถือว่าการสงวน ความอุดม สมบูรณ์ของพื้นที่ที่ใช้ประกอบการกสิกรรมให้มีคุณภาพดีอยู่เสมอนั้นเป็นการรักษาทรัพยากรอันเป็นมรดกของชาติให้มีค่าสูงสืบไปชั่วกาลนาน นโยบายการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยที่ประเทศต่าง ๆ เร่งดำเนินการอยู่ในปัจจุบันนี้ มีความแตกต่างกันไปบ้างตามสภาพความเหมาะสมของแต่ละประเทศ แต่นโยบายอันเป็นหลักสำคัญที่คล้ายคลึงกันก็คือ สนับสนุนให้มีการดำเนินงานวิจัยทดลองค้นคว้าเรื่องดิน และปุ๋ยในพืชสำคัญของประเทศอย่างกว้างขวาง เพื่อนำผลการค้นคว้านี้ไปแนะนำส่งเสริมให้กสิกรใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตอย่างถูกต้องเหมาะสมและมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ในขณะเดียวกันรัฐ ฯ ก็พยายามขวนขวายหาวิธีการต่าง ๆ ที่จะให้ปุ๋ยที่มีคุณภาพได้ตกไปถึงมือกสิกรอย่างทั่วถึงในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการ โดยรวดเร็วทันเวลา และมีราคาถูกที่สุดเท่าที่จะทำได้ อาทิเช่น ส่งเสริมให้มีการผลิต การสั่งซื้อ และจัดสรรปุ๋ย หรือให้เครดิตแก่กสิกรในการซื้อปุ๋ยไปใช้ก่อน โดยผ่านทางองค์การของรัฐหรือโดยธนาคารต่าง ๆ ตลอดจนแม้กระทั่งช่วยจัดสรรเงินอุดหนุนค่าปุ๋ยโดยตรง เพื่อช่วยให้กสิกรสามารถซื้อปุ๋ยได้ในราคาถูกเช่นในราคาต้นทุนหรือต่ำกว่า รวมถึงการควบคุมคุณภาพและกำหนดราคาปุ๋ย และมีการประกันราคาขั้นต่ำของผลิตผลไว้ด้วย เพื่อให้ราคาปุ๋ยสมดุลย์กับราคาผลิตผลตามความเป็นธรรม อันเป็นหลักประกันช่วยให้กสิกรได้รับผลกำไรตอบแทนที่แน่นอนจากการใช้ปุ๋ยดียิ่งขึ้น

เช่นเดียวกับปัญหาที่เป็นอุปสรรคทำให้การใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตของธัญญพืชสำคัญ ๆ ไม่แพร่หลายรวดเร็วดังที่หลายประเทศได้เคยประสบกันมาแล้ว ปัญหาที่เป็นอุปสรรคทำให้การใช้ปุ๋ยในนาข้าวซึ่งเป็นธัญญพืชสำคัญที่สุดของประเทศไทยไม่เป็นไป ได้อย่างกว้างขวางและรวดเร็วเท่าที่ควรในขณะนี้ก็เช่นเดียวกัน ส่วนปัญหาที่ชาวนาไทยไม่รู้จักหรือปฏิเสธคุณค่าของการใช้ปุ๋ยเคมี ซึ่งเคยปรากฏเป็นอุปสรรคที่หนักใจในการส่งเสริมการใช้ปุ๋ยในอดีตตลอดระยะเวลา ๑๐ ปีที่ผ่านมานั้น ขณะนี้แทบจะกล่าวได้ว่าปัญหาเช่นนั้นแทบจะไม่ปรากฏว่ามีอีกต่อไปแล้ว ทุกวันนี้ชาวนาแทบทุกหนทุกแห่งซาบซึ้งถึงคุณค่าของการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตของข้าวกันเป็นอย่างดี และปรารถนาที่จะใช้ปุ๋ยอยู่เสมอ หากแต่ยัง

ติดขัดด้วยอุปสรรคสำคัญเกี่ยวกับข้อที่ชาวนาส่วนมากขัดสนทุนรอนที่จะสามารถซื้อปุ๋ยได้เมื่อถึงเวลาต้องการใช้ ประกอบกับราคาปุ๋ยซึ่งยังค่อนข้างสูงอยู่ และราคาข้าวเปลือกซึ่งค่อนข้างต่ำและมีราคาไม่แน่นอนในที่บางแห่งในขณะนี้ ยังไม่สัมพันธ์กันในทางที่จะดึงดูดชาวนาให้มาใช้ปุ๋ยในนาข้าวกันอย่างแพร่หลาย รวมทั้งอุปสรรคในเรื่องความไม่แน่นอนของน้ำในที่บางแห่ง ซึ่งหมายถึงการใช้ปุ๋ยในที่เช่นนั้นมีโอกาสเสี่ยงต่อการขาดทุนได้ง่ายในกรณีที่การปลูกข้าวต้องประสบความล้มเหลวเนื่องจากขาดน้ำหรือถูกน้ำท่วม อย่างไรก็ดี ปัญหาต่าง ๆ ซึ่งเป็นอุปสรรคดังกล่าวมาแล้วนั้นหาใช่จะเป็นปัญหาที่ยากจนไม่มีทางแก้ไขหรือผ่อนคลายให้ดีขึ้นได้ในอนาคตไม่ หากเพียงแต่ว่าเป็นปัญหาซึ่งต้องใช้เวลานานและอาศัยความร่วมมือดำเนินงานแก้ไขปรับปรุงจากหลาย ๆ ทางเท่านั้น

เนื่องจากการใช้ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ยิ่งนับวันจะมีบทบาทสำคัญมากยิ่งขึ้นในการช่วยเพิ่มผลผลิตทางเกษตรให้ทวีสูงขึ้นดังได้กล่าวมาแล้ว ดังนั้นเรื่องการใช้ปุ๋ยเคมีนี้จึงเป็นเรื่องที่กสิกร และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ควรที่จะได้เพิ่มพูนความสนใจ และร่วมมือกันในการดำเนินการต่าง ๆ ให้บรรลุถึงจุดหมายแห่งความสำเร็จให้ได้ในอนาคตอันใกล้นี้ เพื่อให้กสิกรของไทยเราได้มีการใช้ปุ๋ยเพิ่มผลผลิตในไร่นากันอย่างแพร่หลาย และได้ผลดียิ่งขึ้นสืบไป.

กองวิทยาการ กรมการข้าว

ตารางที่ ๑ แสดงสถิติปริมาณการใช้ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยเคมีของโลกแยกออกเป็นทวีป ๆ ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๔๙๗—๒๕๐๒

— 1,000 เมตริกตันของธาตุอาหารพืชในปุ๋ยเคมี

ทวีปต่าง ๆ	พ.ศ. 2497—98	พ.ศ. 2498—99	พ.ศ. 2499 — 2500	พ.ศ. 2500—01	พ.ศ. 2501—02	พ.ศ. 2502—03
ก. ยุโรป (Europe)						
ไนโทรเจน (N)	2,587	2,780	3,039	3,276	3,607	3,968
กรดฟอสฟอริก (P_2O_5)	3,267	3,403	3,622	3,780	4,081	4,351
โปแตช (K_2O)	3,337	3,589	3,792	4,020	4,251	4,480
	9,191	9,772	10,453	11,076	11,939	12,799
ข. อเมริกาเหนือ และ อเมริกากลาง (North & Central America)						
ไนโทรเจน (N)	1,943	1,959	2,176	2,336	2,701	2,845
กรดฟอสฟอริก (P_2O_5)	2,327	2,278	2,348	2,354	2,592	2,515
โปแตช (K_2O)	1,803	1,846	1,881	1,892	2,156	2,202
	6,073	6,101	6,405	6,582	7,449	7,562
ค. อเมริกาใต้ (South America)						
ไนโทรเจน (N)	106	112	134	121	135	168
กรดฟอสฟอริก(P_2O_5)	118	133	160	149	151	133
โปแตช (K_2O)	71	87	92	95	97	101
	295	332	386	365	383	402
ง. เอเซีย (Asia)						
ไนโตรเจน (N)	958	1,075	1,168	1,220	1,315	1,269
กรดฟอสฟอริก (P_2O_5)	411	442	498	486	598	723
โปแตช (K_2O)	432	467	562	425	541	644
	1,801	1,984	2,228	2,131	2,454	2,636

ทวีปต่าง ๆ	พ.ศ. 2497—98	พ.ศ. 2498—99	พ.ศ.2499 —2500	พ.ศ. 2500—01	พ.ศ. 2501—02	พ.ศ. 2502—03
อาฟริกา (Africa)						
ไนโทรเจน (N)	186	203	202	260	290	230
กรดฟอสฟอริก (P_2O_5).....	210	217	234	248	244	232
โปแตช (K_2O).....	63	65	62	76	89	91
	459	485	498	584	623	553
โอเชี่ยนเนีย (Oceania)						
ไนโทรเจน (N)	32	26	36	43	42	33
กรดฟอสฟอริก (P_2O_5).....	649	691	632	681	658	736
โปแตช (K_2O).....	41	45	41	66	60	74
	722	762	709	790	760	843
รวม 6 ทวีป	18,541	19,436	20,679	20,628	23,608	24,795

(รวบรวมจากหนังสือ An Anual Review of World Production, Consumption and Trade of Fertilizers 1960 — Food and Agriculture Organization)

ตารางที่ ๒ แสดงสถิติปริมาณปุ๋ยเคมีที่สั่งซื้อเข้ามาใช้ในประเทศไทย แยกตามประเภทของปุ๋ย ตั้งแต่ปี ๒๔๙๓–๒๕๐๓

คิดเป็นกิโลกรัม

พ.ศ.	ปุ๋ยไนโทรเจน (N Group)	ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P Group)	ปุ๋ยโปแตสเซียม (K Group)	ปุ๋ยรวม (NP & NPK Group)	ปุ๋ยอื่น ๆ Various	ปุ๋ยที่ ICA ส่งมาช่วย	รวมปริมาณปุ๋ย
2493....	8,700,380	555,520	60,000	24,208	14,232	—	9,354,340
2494....	5,880,000	250,000	226,800	52,903	32,934	22,000	6,494,637
2495...	15,260,538	335,000	140,000	90,000	55,709	1,583,572	17,464,739
2496....	8,158,000	480,663	300,000	250,000	62,485	2,913,790	12,164,938
2497....	13,660,875	882,796	164,000	630,000	48,239	—	15,385,890
2498....	19,593,494	3,022,397	514,250	1,056,440	93,843	—	24,280,424
2499.	16,640,470	2,849,000	980,276	2,799,217	159,555	—	23.428,518
2500....	24,650,520	3,801,010	930,000	10,587,806	50,779	—	40,020,115
2503.	30,584,205	1,513,571	941,450	18,658.426	465,124	—	52,162,786

หมายเหตุ : (ก) **ปุ๋ยไนโทรเจน (N Group)** ประมาณ ๙๙ ٪ ของปุ๋ยไนโทรเจนทั้งหมดเป็นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (๒๐–๒๑ ٪ N) นอกนั้นเป็นปุ๋ยโซเดียมไนเทรท (๑๖ ٪ N) ยูเรีย (๔๕ ٪ N) ฯลฯ

ปุ๋ยฟอสฟอรัส (P Group) ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท (๒๐ ٪ P_2O_5) นอกจากนั้นก็มีปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท (๔๐ ٪ P_2O_5) ปุ๋ยไฮเปอร์ฟอสเฟท (๓๐ ٪ P_2O_5) ควิสมัสไอแลนด์รีอกฟอสเฟท (๓๐ ٪ P_2O_5) ฯลฯ

ปุ๋ยโปแตสเซียม (K Group) ส่วนใหญ่เป็นปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ (61 ٪ K_2O) และโปแตสเซียมซัลเฟท (40 ٪ K_2O)

ปุ๋ยรวม (NP & NPK Group) ส่วนใหญ่มี Grades ๑๒—๑๒—๑๙,๑๒—๑๐—๒๐, ๖—๒๐—๑๖,๑๓—๑๓—๑๓, ๑๒—๑๒—๑๒, ๖—๒๐—๑๖,๑๒—๑๐—๒๐,๒๐—๒๐—๐,๑๖—๒๐—๐. ฯลฯ

(ข) ประมาณ ๕๐ % ของปริมาณปุ๋ยทั้งหมดที่สั่งเข้ามาใช้สำหรับสวนผัก ประมาณ ๒๕ % ของปริมาณปุ๋ยทั้งหมดที่สั่งเข้ามาใช้สำหรับนาข้าว ประมาณ ๒๕ % ของปริมาณปุ๋ยทั้งหมด ที่สั่งเข้ามา ใช้สำหรับ ยาสูบ มากที่สุด รองลงไปก็เป็นไร่อ้อย พืชไร่ต่าง ๆ สวนผลไม้ ยางพารา, แตงโม, ฯลฯ

(รวบรวมจากหนังสือ Preliminary Survey on the Fertilizer Situation in Thailand และ Ferilizer Import Statistics Calendar Year B.E. 2503/1960)

ปัญหาอื่น ๆ ในดินซึ่งมีความสำคัญเกี่ยวข้องในการเพิ่มผลผลิต

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าอุปสรรคต่าง ๆ ที่ทำให้การปลูกพืชในดินทั่วไปไม่ประสบผลสำเร็จดีนั้น นอกจากปัญหาเรื่องการขาดแคลนธาตุอาหารพืชในดิน ซึ่งมักจะเป็นปัญหาสำคัญที่สุดที่ปรากฏในดินที่ใช้ปลูกพืชกันมานานทุกแห่งแล้ว ยังมีปัญหาอื่น ๆ อีกหลายอย่างที่เกี่ยวข้องและมีความสำคัญต่อ ประสิทธิภาพใน การผลิตพืชผลของดิน และช่วยให้การใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตในดินนั้นได้รับผลตอบแทนสูงขึ้น ซึ่งปัญหาอื่น ๆ ที่มีความสำคัญดังกล่าวนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องอยู่ในสภาพที่เหมาะสมด้วยจึงจะช่วยให้ดิน นั้น สามารถให้พืชที่ปลูกเจริญเติบโตได้เป็นปกติและให้ผลผลิตสูง ปัญหาอื่น ๆ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญช่วยให้ดินมีประสิทธิภาพในการผลิตพืชผลได้ดีเป็นปกตินั้น อาจจำแนกเป็นข้อ ๆ ได้ดังนี้ :–

๑. อุณหภูมิในดิน และอุณภูมิของอากาศที่อยู่ในบริเวณพื้นที่นั้นเหมาะสมกับพืชที่ปลูก
๒. พื้นที่ดินนั้นได้รับแสงแดดเพียงพอ
๓. ดินมีความลึกพอสมควร และลักษณะโครงสร้างของดินมีความเหมาะสมกับความเจริญ และการดูดหาอาหารของรากพืช
๔. มีความชุ่มชื้นอยู่พอเหมาะในดิน
๕. มีอากาศเพียงพอและถ่ายเทได้สะดวกในดิน
๖. มีระดับพื้นที่ดินที่สม่ำเสมอ และไม่ลาดชันมากเกินไป
๗. มีระดับปฏิกริยาความเป็นกรด หรือด่าง (p^H) ที่เหมาะสม และถูกต้องกับความต้องการของพืชที่ปลูก
๘. ไม่มีธาตุอาหารที่เป็นพิษ หรือมีเกลืออยู่ในดินในปริมาณที่สูงเกินขนาด
๙. ปราศจากศัตรูพืช เช่น โรค แมลง และวัชพืช ฯลฯ

๑๐. ไม่อยู่ในที่ ๆ ต้องผจญกับภัยธรรมชาติที่ร้ายแรงอยู่เสมอ ๆ อาทิ เช่น อุทกภัย และวาตะภัย

ปัญหาต่าง ๆ ที่ต่างก็มีความสำคัญต่อสมรรถภาพในการผลิตของพื้นที่ดินไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากันดังกล่าวมาแล้วนั้น หากเกิดมีปัญหาใดอยู่ในสภาพที่ไม่เหมาะสม ก็จำเป็นที่จะต้องได้รับการปรับปรุงบำบัดกัน หรือแก้ไขโดยใช้วิธีการต่าง ๆ ที่ถูกต้องเหมาะสมโดยเฉพาะเป็นอย่าง ๆ ไป ซึ่งวิธีการปรับปรุงแก้ไขปัญหาเหล่านั้นล้วนแต่เป็นวิธีการที่ละเอียด และกว้างขวางมากเกินไปจนไม่สามารถที่จะนำมาอธิบายให้สมบูรณ์ได้ในหนังสือเล่มนี้ ซึ่งมีจุดประสงค์ที่จะกล่าวถึงแต่เฉพาะปัญหา เรื่องความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชในดิน และวิธีการปรับปรุงด้วยการใช้ปุ๋ยและปูนเป็นสำคัญ ดังนั้นหากจะมีการกล่าวถึงปัญหาเหล่านั้นบ้างก็แต่เฉพาะในกรณีที่ปัญหานั้น ๆ พาดพิง หรือเข้าไปเกี่ยวข้องกับเรื่องการใช้ปุ๋ยอย่างแยกไม่ออกเท่านั้น

ธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช

ในการสร้างความเจริญเติบโตของพืชทุกชนิด จำต้องใช้ธาตุอาหารต่าง ๆ ในอัตราส่วนที่เหมาะสมและมีปริมาณเพียงพอกับความต้องการของพืช ธาตุอาหารที่พืชจำเป็นต้องใช้เป็นอาหารเพื่อการดำรงค์ชีวิตอยู่เป็นปกติที่ทราบกันอยู่ขณะนี้มี ๑๖ ธาตุ ธาตุอาหารเหล่านี้จะตรวจพบได้ในส่วนต่าง ๆ ของพืชทุกส่วน ถ้าเราเอาต้นพืชมาเผาให้เหลือเพียงเถ้าถ่าน แล้วนำผงเถ้าถ่านที่เหลือจากการเผาไปตรวจวิเคราะห์แยกทางเคมีก็จะพบว่ามีธาตุอาหารต่าง ๆ ประกอบกันอยู่ในเถ้าถ่านนั้นเกือบครบทั้ง ๑๖ ธาตุ จะไม่พบก็แต่ธาตุไนโทรเจน (N) และไฮโดรเจน (H) เท่านั้น ซึ่งระเหยไปในอากาศเสียก่อนในระหว่างถูกเผาไหม้

พืชได้รับธาตุคาบอน (C) อ๊อกซิเจน (O) และไฮโดรเจน (H) จากอากาศและน้ำ ธาตุคาบอนส่วนใหญ่พืชดูดเข้าไปใช้โดยทางใบในรูปแก๊สคาบอนไดอ๊อกไซด์ (CO_2) ธาตุคาบอน อ๊อกซิเจน และไฮโดรเจนเมื่อเข้าไปอยู่ภายในพืชจะรวมตัวกันเข้าในอัตราส่วนต่าง ๆ เกิดเป็นสารประกอบที่สำคัญ ๆ หลายชนิด เช่น สารประกอบน้ำตาลในรูปต่าง ๆ

แป้ง เซลูโลส โปรตีน ฯ ล ฯ การรวมตัวของธาตุทั้ง ๓ ชนิดดังกล่าวเกิดขึ้นโดยการปรุงอาหารของพืช หรือที่เรียกกันว่าขบวนการ แสงสังเคราะห์ (Photosynthesis) ซึ่งเกิดที่ใบก่อนและต่อมาสารประกอบของธาตุทั้ง ๓ ชนิด ก็จะรวมกับธาตุอาหารอื่น ๆ เกิดเป็นสารประกอบสำคัญต่าง ๆ อยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชต่อไป หากนำเอาต้นพืชที่ปลูกไปอบไล่ความชื้นออกเหลือแต่น้ำหนักแห้งแล้วเอาน้ำหนักแห้งนั้นไปวิเคราะห์จะพบว่า มีธาตุคาบอน, อ็อกซิเจน และไฮโดรเจน อยู่ในสารประกอบต่าง ๆ รวมกันคิดเป็นน้ำหนักถึง ๙๐ ٪ ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด พืชสามารถดูดธาตุคาบอนเข้าไปทางรากในรูปของสารประกอบไบคาบอเนทได้บ้างเหมือนกัน แต่ก็เป็นจำนวนน้อย

ธาตุไฮโดรเจน (H) และอ็อกซิเจน (O) นอกจากพืชจะใช้ร่วมกับธาตุคาบอนในการสร้างสารประกอบสำคัญ ๆ ภายในต้นพืชแล้ว ธาตุทั้งสองนี้เมื่อรวมกันอยู่ในรูปของน้ำ (H_2O) ก็มีความสำคัญยิ่งต่อการดำรงชีวิตและความเจริญเติบโตของพืช เพราะน้ำเป็นตัวทำละลายที่ใช้ในปฏิกริยาการรวมตัวทางเคมีของธาตุต่าง ๆ ทุกชนิดที่เกิดขึ้นในพืช และยังเป็นพาหะนำธาตุอาหารต่าง ๆ ให้เคลื่อนย้ายไปมาภายในลำต้นพืช ในน้ำหนักของพืชที่มีชีวิตจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบอยู่หนัก ๗๐–๙๐ ٪ ของน้ำหนักพืชทั้งหมด ดังนั้นการขาดน้ำจึงหมายถึงอวสานของชีวิตพืชอย่างแน่นอน ไฮโดรเจนมีหน้าที่จำเป็นในการถ่ายเทพลังงานภายในพืช อ็อกซิเจนก็มีหน้าที่สำคัญในระบบการหายใจ (respiration) ของพืช ขบวนการต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงภายในต้นพืชทุกขบวนการต้องอาศัยพลังงาน ในการดูดธาตุอาหารและน้ำของพืชจึงจำเป็นต้องมีอากาศหรืออ็อกซิเจนเพียงพอในบริเวณรอบ ๆ ราก

ธาตุอาหารพืชชนิดอื่น ๆ อีก ๑๓ ธาตุนั้น พืชต้องได้มาจากดินโดยดูดเข้าไปทางราก แม้ว่าพืชอาจจะนำเอาธาตุอาหารบางชนิดที่ลอยปะปนอยู่ในอากาศหรือจากน้ำยาปุ๋ยที่ถูกฉีดเข้าไปทางใบเข้าไปได้บ้างก็เป็นจำนวนเล็กน้อยมาก แต่กระนั้นในบางกรณีที่พืชเกิดขาดแคลนธาตุอาหารในดินประเภทใช้น้อย (Micro Nutrients) และจำเป็นต้องใช้โดยบำจุบันทันด่วนในจำนวนเพียงเล็กน้อย การฉีดน้ำยาที่มีธาตุอาหารประเภทใช้น้อยละลายอยู่ในปริมาณที่น้อยและเจือจางมากเข้าไปทางใบโดยตรง จะให้ผลดีและรวดเร็วกว่าที่จะใส่ธาตุดังกล่าวลงไปในดินเพื่อให้ธาตุอาหารทางรากตามปกติ

● พืช ก็เช่นเดียวกับสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลาย ซึ่งจะดำรงชีวิตและเจริญเติบโตเป็นปกติได้ ก็ต้องได้รับอาหารต่าง ๆ ในปริมาณที่เพียงพอและเหมาะสมกับความต้องการ ●

ธาตุอาหารที่จำเป็นของพืช ๑๖ ธาตุ

ไฮโดรเจน (H) อ๊อกซิเจน (O) คาบอน (C)	95—98% ของน้ำหนักต้นพืชทั้งหมดประกอบด้วยธาตุทั้งสามซึ่งได้มาจากน้ำและอากาศ
ไนโทรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โปรแตสเซี่ยม (K)	เป็นธาตุอาหารในดินที่พืชใช้ในปริมาณมากที่สุด (Primary Elements) ซึ่งมักจะมีอยู่ในดินในจำนวนน้อยไม่เพียงพอให้พืชได้ใช้
แคลเซี่ยม (Ca) แมกนิเซี่ยม (Mg) กำมะถัน (S)	เป็นธาตุอาหารในดินที่พืชใช้เป็นจำนวนมากรองลงไป(Secondary Elements) บางครั้งอาจมีอยู่ในดินน้อยไม่เพียงพอ
โบรอน (B) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu)	เป็นธาตุอาหารในดินที่พืชต้องการใช้ในจำนวนน้อยมาก (Trace—Elements) อาจจะขาดแคลนได้เหมือนกันในดินบางแห่ง
สังกะสี (Zn) เหล็ก (Fe) โมลิบดินัม (Mo) คลอรีน (Cl)	ธาตุอาหารอื่น ๆ : ธาตุโซเดียม (Na) และโคบอลท์ (Co) อาจถือเป็นธาตุอาหารได้ แต่ยังไม่มีหลักฐานยืนยันได้แน่ในขณะนี้ว่าพืชจำเป็นต้องใช้.

ธาตุอาหารในดินที่พืชจำเป็นต้องใช้เป็นจำนวนมาก ซึ่งเรานิยมเรียกว่าธาตุอาหารประเภทใช้มาก (Primary Nutrients) มีอยู่ ๓ ธาตุ คือ ธาตุไนโทรเจน (N) ธาตุฟอสฟอรัส (P) และธาตุโปแตสเซี่ยม (K) รากพืชดูดธาตุไนโทรเจนได้ในรูปแอมโมเนีย (NH_3) หรือไนเทรท (NO_3) ธาตุไนโทรเจนที่ถูกดูดเข้าไปนี้จะเข้าไปร่วมกับสารประกอบคาบอน (Carbon compounds) เกิดเป็นแอมมิโนแอซิด (Amino Acid) ซึ่งเป็นสารประกอบสำคัญที่จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นโปรตีน (Protiens) ชนิดต่าง ๆ ต่อไปเมื่อไปรวมกับธาตุอื่น ๆ โปรตีนเป็นส่วนประกอบสำคัญในโปรโตพลาสซึ่ม (Protoplasm) ซึ่งมีอยู่ในเซลล์ทุกเซลล์ (Cell) ที่ประกอบกันเข้าเป็นส่วนต่าง ๆ ของพืชและโปรตีนยังเป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์ (enzymes) ชนิดต่าง ๆ ซึ่งทำหน้าที่สำคัญในขบวนการทางเคมีที่จะเกิดขึ้นในพืชทุกขบวนการ เช่น ขบวนการปรุงอาหารของพืชโดยแสงสังเคราะห์ (Photosynthesis) หรือกล่าวได้อย่างง่าย ๆ ก็คือ เป็นวิธีการที่พืชสร้างสารประกอบน้ำตาลจากการรวมตัวของแก๊สคาบอนไดออกไซด์และน้ำ โดยอาศัยแสงแดดและโคลโรฟิล (Chlorophyll = สารประกอบสีเขียวซึ่งมีอยู่ที่ใบ) ขบวนการปรุงอาหารนี้จะเกิดขึ้นได้ก็ต้องอาศัยการปฏิบัติงานของเอ็นไซม์ชนิดต่าง ๆ เข้าไปเกี่ยวข้องด้วยทุกระยะ จากการตรวจวิเคราะห์ส่วนประกอบของพืชทั่ว ๆ ไป ปรากฏว่า มีธาตุไนโทรเจนอยู่ประมาณ ๑—๔ เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง พืชบางชนิดมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถนำเอาแก๊สไนโทรเจน จากอากาศมาใช้ได้โดยตรง แทนที่จะต้องดูดมาใช้จากดิน พืชชนิดนี้คือพืชตระกูลถั่ว (legumes) ซึ่งมีแบคทีเรียปมถั่ว (nitro—fixing organisms) อยู่ที่รากปม (nodules) โดยอาศัยการปฏิบัติงานของแบคทีเรียที่ปมรากถั่ว แก๊สไนโทรเจนจากอากาศจะถูกดูดเข้าทางใบมาเก็บไว้ที่รากปมซึ่งอยู่ในดินได้ (ดูรายละเอียดจากหนังสือเอกสารวิทยาการเรื่อง "การใช้ปุ๋ยพืชสดในนาข้าว" ของกองวิทยาการ กรมการข้าว)

แหล่งกำเนิดของธาตุอาหารไนโทรเจนในดิน ส่วนใหญ่อยู่ที่อินทรีย์วัตถุในดิน (Organic Matter) โดยอาศัยการปฏิบัติงานของจุลินทรีย์ (Organisms) ชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ในดินทำให้อินทรีย์วัตถุเน่าเปื่อยสลายตัวลงจนเป็นสารประกอบแอมโมเนีย (NH_3) และไนเทรท (NO_3) ในที่สุด ซึ่งสารประกอบไนโทรเจนทั้งสองนี้อยู่ในรูปของธาตุไนโทรเจน ซึ่งรากพืชสามารถดูดไปใช้เป็นอาหารได้

ฟอสฟอรัส (P) เป็นธาตุสำคัญที่มีอยู่ในพืชในปริมาณมากเหมือนกัน ฟอสฟอรัสมีอยู่ในสารประกอบซึ่งทำหน้าที่สำคัญในการถ่ายเทพลังงานในพืช ฉะนั้นในการสร้างความเจริญเติบโตของลำต้น ราก ตลอดจนการสังเคราะห์โปรตีน, ไขมัน, และแป้ง จำเป็นที่จะต้องอาศัยธาตุฟอสฟอรัสในการสร้างสรร ฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในดินจะอยู่ในรูปของสารประกอบฟอสเฟทต่าง ๆ ซึ่งยังอยู่ในรูปหินแร่ที่เรียกว่า แอปปาไทท์ (Apatite) หรืออยู่ในสารประกอบของเหล็กและอลูมินั่มออกไซด์ และมีอยู่ในอินทรีย์วัตถุด้วย

โปแตสเซียม (K) เป็นธาตุสำคัญที่อยู่ในสารประกอบตามส่วนต่าง ๆ ของพืช ในน้ำหนักแห้งของพืชจะมีธาตุโปแตสเซียมอยู่ระหว่าง ๐.๕—๒.๕ % รายละเอียดเกี่ยวกับหน้าที่ที่แท้จริงของธาตุโปแตสเซียมภายในต้นพืชยังไม่มีใครทราบแน่ คงทราบแต่เพียงว่ามันต้องมีหน้าที่เกี่ยวข้องทางใดทางหนึ่งกับขบวนการปรุงอาหารและเกี่ยวข้องในการสร้างโปรโตพลาสซั่มของเซลล์ มีพืชหลายชนิดที่ใช้ธาตุโซเดียม (ธาตุ Na ยังไม่มีการยืนยันกันว่าเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นแก่การดำรงชีวิตของพืช) ปฏิบัติหน้าที่ในพืชแทนธาตุโปแตสเซียมได้ในกรณีที่ดินนั้นมีธาตุโซเดียมอยู่ในปริมาณมาก ๆ ปรากฏว่าพืชต้องการใช้ธาตุโปแตสเซียมในปริมาณที่น้อยลงกว่าปกติมาก ธาตุโปแตสเซียมจะมีอยู่ในแร่ธาตุดั้งเดิมอันเป็นปฐมกำเนิดของดินก่อน ต่อมาส่วนใหญ่ของธาตุโปแตสเซียมจะประกอบอยู่ในเมล็ดดินเหนียว (Clay Fraction) ซึ่งธาตุโปแตสเซียมในเมล็ดดินเหนียวนี้เองที่จะละลายธาตุโปแตสเซียมออกมาให้พืชได้ใช้เป็นบางส่วน

ธาตุอาหารจำเป็นในดินซึ่งพืชใช้เป็นจำนวนมากรองลงมา (Secondary Nutrient) ก็มีธาตุกำมะถัน (S) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) พืชบางอย่างเช่นถั่วอาจจะต้องการธาตุกำมะถันในปริมาณมากกว่าธาตุฟอสฟอรัส ธาตุกำมะถันเป็นส่วนประกอบสำคัญของแอมมิโนแอซิดและโปรตีน ธาตุกำมะถันในดินมีอยู่มากในอินทรีย์วัตถุเช่นเดียวกับธาตุไนโทรเจนและฟอสฟอรัส ธาตุกำมะถันจะละลายออกมาจากอินทรีย์วัตถุเพื่อเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ในลักษณะเช่นเดียวกับธาตุไนโทรเจนและฟอสฟอรัส เมื่ออินทรีย์วัตถุเน่าเปื่อยสลายตัว ในดินที่อยู่ในท้องถิ่นที่แห้งแล้ง ซึ่งดินในบริเวณนั้นไม่ค่อยจะมีโอกาสถูกน้ำฝนชะล้าง (Unleached Soils) อาจมีแร่ยิบซั่ม (Calcium Sulphate) สะสมอยู่ในดินมาก ยิบซั่มในดินดังกล่าวก็ถือเป็นแหล่งสำคัญของธาตุกำมะถันในดิน นอกจากนี้ในพื้นที่ ๆ อยู่ใกล้กับตัวเมืองและย่านที่มีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่หนาแน่น ฝุ่นดินในบริเวณ

นั้นอาจจะได้รับธาตุกำมะถันจากน้ำฝน ซึ่งชะล้างพาเอาควันกำมะถันซึ่งมีอยู่มากในอากาศแถบใกล้โรงงานลงไปสะสมอยู่ในดินเป็นจำนวนมากได้เหมือนกัน

ธาตุแคลเซี่ยม (Ca) เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ (Calcium Pectate) สำหรับหน้าที่ของธาตุแคลเซี่ยมภายในพืชยังไม่เป็นที่ทราบกันแน่นัก เช่นเดียวกับหน้าที่ของธาตุโปแตสเซี่ยม ที่ทราบกันแน่นอนก็เพียงแต่ว่า รากพืชที่ขาดแคลเซี่ยมจะไม่เจริญเติบโตและแตกแขนง และพืชจะไม่มีการแตกตาด้วย เพราะการปฏิบัติงานต่าง ๆ ของเซลล์ไม่อยู่ในสภาพปกติ ธาตุแคลเซี่ยมมีอยู่มากในดินในรูปคาบอเนท หรือที่เรียกกันว่าชอลค์ หรือหินปูน (Limestone) ต่าง ๆ และมีอยู่มากในดินเหนียว ในดินที่อยู่ในแถบที่แห้งแล้งจะมีธาตุแคลเซี่ยมอยู่ในรูปยิบซั่มมาก สำหรับการใส่ปูนในดินเพาะปลูกที่ปฏิบัติกันอยู่ทั่วไปตามปกตินั้น มีวัตถุประสงค์สำคัญเพื่อจะแก้ความเป็นกรดในดินมากกว่าเพื่อให้ธาตุแคลเซี่ยมเป็นอาหารแก่พืชโดยตรง

ธาตุแมกนิเซี่ยม (Mg) เป็นส่วนประกอบสำคัญของโคลโรฟีล (Chlorophyll) หรือวัตถุที่ทำให้พืชมีสีเขียว ซึ่งจำเป็นในขบวนการปรุงอาหารพืช โดยการแสงสังเคราะห์ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ช่วยในการปฏิบัติงานของเอ็นไซม์ต่าง ๆ ภายในต้นพืชอีกด้วย แมกนิเซียมที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้นั้น ส่วนมากอยู่ในดินเหนียวเช่นเดียวกับโปแตสเซี่ยมและแคลเซี่ยม แหล่งใหญ่ของธาตุแมกนิเซียมที่ปรากฏอยู่ตามธรรมชาตินั้นอยู่ในรูปหินปูนคาบอเนท ดังนั้นหินปูนคาบอเนทชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์ของธาตุแมกนิเซียมอยู่สูง (dolomitic limestone) จึงมีประโยชน์ดีกว่าหินปูนธรรมดา ในการใช้เป็นปูนแก้ความเป็นกรดของดินซึ่งอาจจะมีการขาดแคลนธาตุแมกนิเซียมอยู่ด้วย นอกจากนี้การใส่ปูนโดโลไมท์ยังเท่ากับเป็นการเพิ่มเติมปริมาณของธาตุแมกนิเซียมในดินให้มากขึ้น แหล่งหินปูนคาบอเนทชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุแมกนิเซี่ยมอยู่สูง ซึ่งถือว่าเป็นหินปูนที่มีคุณภาพสูง ในการนำมาใช้เป็นปูนเพื่อการเกษตรนี้มีอยู่หลายแห่งในประเทศไทย เช่น ที่บริเวณภูเขาในจังหวัดราชบุรี แต่เนื่องจากชาวนาในประเทศไทยยังไม่มีการใช้ปูนสำหรับการกสิกรรมกันอย่างแพร่หลายเหมือนในต่างประเทศ ในขณะนี้จึงยังไม่มีการขุด และผลิตเป็นอุตสาหกรรมเพื่อนำมาใช้เป็นปูนสำหรับการเกษตรจริง ๆ ดังที่เขาทำกันเป็นอุตสาหกรรมเป็นล่ำเป็นสันในประเทศต่าง ๆ อยู่ทุกวันนี้

DOCUMENTATION CENTRE

ธาตุอาหารที่จำเป็นในดินที่พืชใช้เป็นจำนวนน้อยมาก (Micro Nutrients หรือ Trace Elements) ซึ่งมีธาตุโบรอน (B) แมงกานีส (Mn) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) เหล็ก (Fe) โมลิบดินั่ม (Mo) และคลอรีน (Cl) นั้น ล้วนเป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์ (enzymes) ชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีความจำเป็นต่อการดำรงชีวิตของพืช เช่น โมลิบดินั่ม (Mo) เป็นส่วนประกอบของ enzymes ชนิดที่ทำหน้าที่เฉพาะในขบวนการเปลี่ยนไนเทรท (NO_3) ให้เป็นแอมมิโนแอซิด (Amino Acid) ภายในพืช และเป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์ที่จำเป็นในระบบการนำเอาแก๊สไนโตรเจนจากอากาศมาสะสมไว้ในรากปมของพืชตระกูลถั่วต่าง ๆ

ตามปกติแหล่งธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินนั้นอยู่ในรูปแร่ธาตุต่าง ๆ และในอินทรีย์วัตถุ ในแง่ของประโยชน์ที่ธาตุเหล่านั้นจะเป็นอาหารแก่พืชนั้น ปริมาณที่ธาตุเหล่านั้นมีอยู่ในดิน มีความสำคัญน้อยกว่าจำนวนที่แท้จริงที่ธาตุต่าง ๆ จะละลายออกมาให้พืชใช้เป็นประโยชน์ได้ มีดินหลายชนิดซึ่งมีแร่ธาตุอาหารพืชอยู่มากมาย แต่ก็ปรากฏว่าพืชใช้แร่ธาตุเหล่านั้นได้น้อยมาก เนื่องจากธาตุอาหารเหล่านั้นไม่ละลายออกมาอยู่ในสภาพที่รากพืชจะดูดไปใช้ได้ ปริมาณหรือสัดส่วนของธาตุอาหารแต่ละชนิดที่มีอยู่ในดินก็แตกต่างกันไปในดินแต่ละชนิดแต่ละแห่ง ดินบางแห่งอาจจะมีธาตุใดธาตุหนึ่งอยู่ในปริมาณสูงมาก แต่กลับมีธาตุอื่น ๆ อยู่ในปริมาณน้อยมาก นอกจากนี้ปริมาณที่ธาตุอาหารพืชในดินจะละลายออกมาเป็นประโยชน์แก่พืชได้ในฤดูกาลปลูกพืชครั้งหนึ่ง ๆ ก็ยังแตกต่างไม่แน่นอนสุดแต่อุณหภูมิและความชุ่มชื้นในดิน เกือบจะกล่าวได้ว่าดินที่ใช้ปลูกพืชมานานเกือบทุกแห่ง จะมีระดับความสมบูรณ์ของธาตุอาหารต่ำกว่าปกติ ดินที่มีกำเนิดดั้งเดิมมาจากหินซึ่งมีธาตุใดอยู่น้อย ดินนั้นก็มักขาดธาตุนั้นยิ่งกว่าธาตุอื่น ๆ ในภูมิภาคที่มีฝนตกชุกดินในบริเวณนั้นก็มักจะสูญเสียธาตุอาหารได้เร็วขึ้น เพราะถูกน้ำฝนชะล้างธาตุอาหารที่มีอยู่ในดินผิวหน้าลงไปเสียในที่ดินใดซึ่งมีการปลูกพืชติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยไม่มีการใส่ปุ๋ยเพื่อทดแทนปริมาณธาตุอาหารซึ่งพืชดูดไปใช้ ดินนั้นก็เสื่อมความสมบูรณ์ลงไปอย่างรวดเร็ว

โอกาสที่ดินจะได้รับธาตุอาหารพืชเพิ่มเติมขึ้นมาได้นั้น มีดังนี้

๑. ได้รับจากการใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยเคมี ซึ่งปุ๋ยเหล่านี้นอกจากจะให้ธาตุอาหารพืชแล้วยังไปช่วยเพิ่มอินทรีย์วัตถุในดินให้สูงขึ้นได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น

การใส่ปุ๋ยเคมีก็มีส่วนช่วยเพิ่มน้ำหนักลำต้น และปริมาณรากพืชให้สูงขึ้น ซึ่งภายหลังจากการเก็บเกี่ยวแล้ว ส่วนที่เหลือของพืชเหล่านั้นจะกลับลงไปเพิ่มพูนอินทรีย์วัตถุในดินต่อไป

๒. โดยการใส่ปุ๋ยพืชสด ซึ่งทำได้โดยการปลูกพืชปุ๋ยสดชนิดต่าง ๆ แล้วไถกลบลงไปในดินเมื่อถึงเวลาเหมาะสม การปลูกพืชตระกูลถั่วเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดย่อมให้ประโยชน์ดีกว่าพืชชนิดอื่น ๆ เพราะพืชตระกูลถั่วมีรากปมที่มีแบคทีเรียซึ่งมีคุณสมบัติพิเศษในการเก็บธาตุไนโทรเจนจากอากาศมาสะสมไว้ในดิน

๓. โดยการใส่ปูนและยิบซั่ม การใส่ปูนแคลเซียมคาบอเนท หรือโดโลไมท์นั้น นอกจากเพื่อจุดประสงค์ในการแก้ดินที่มีปฏิกริยาเป็นกรดแล้ว ยังไปช่วยเพิ่มเติมธาตุแคลเซียมและแมกนิเซียมในดินอีกด้วย ยิบซั่มหรือสารประกอบซึ่งมีทั้งกำมะถันและแคลเซียมอยู่ หากใส่ในดินที่มีโซเดียมสูงเกินปกติเพื่อลดความเป็นด่างของดินลงก็มีส่วนช่วยให้ดินนั้นมีธาตุแคลเซียมและกำมะถันเพิ่มขึ้นด้วย

๔. การใช้ยาปราบวัชพืชและยาฆ่าโรคและแมลง หากใช้ติดต่อกันเสมอ ๆ ก็อาจมีส่วนช่วยเพิ่มธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินได้ทางอ้อม เนื่องจากยาต่าง ๆ ดังกล่าวมีส่วนผสมซึ่งเป็นธาตุอาหารสำคัญ ๆ อยู่บ้างเป็นส่วนน้อย

สภาวะของธาตุอาหารต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ในดิน

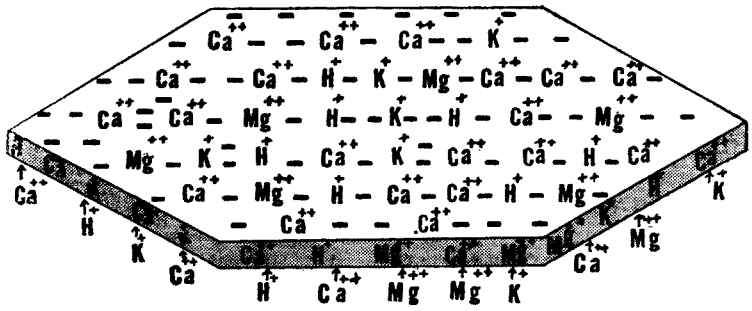
ดังได้กล่าวมาแล้วว่าสภาวะของธาตุอาหารในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากหรือน้อยนั้นแตกต่างกันไปไม่แน่นอน หากธาตุอาหารใดยังอยู่ในรูปของแร่ธาตุหรือหินซึ่งยังไม่เน่าเปื่อยสลายตัวดี ธาตุนั้น ๆ ก็มีประโยชน์ต่อพืชได้น้อยและช้ามาก ดินทรายที่อยู่ในบริเวณที่แห้งแล้งจนปลูกพืชแทบไม่ได้นั้น หากได้รับน้ำชลประทาน ต่อไปก็อาจกลับกลายเป็นดินที่อุดมสมบูรณ์และให้ผลผลิตสูงขึ้นได้ ทั้งนี้เพราะแร่ธาตุต่าง ๆ ที่ไม่เน่าเปื่อยสลายตัวหรือสลายตัวได้ช้าในดินที่ขาดน้ำอาจจะสลายตัวได้มากและรวดเร็วขึ้น เมื่อดินนั้นกลับมีน้ำสมบูรณ์ขึ้น

อินทรีย์วัตถุในดินนับเป็นแหล่งสำคัญมากของธาตุไนโทรเจนกำมะถันและฟอสฟอรัส เกือบจะกล่าวได้ว่า ๙๕ ٪ ของปริมาณธาตุไนโทรเจนและกำมะถันที่มีอยู่ทั้งหมดในดินและ

ประมาณ ๕๐ ๙ ของปริมาณธาตุฟอสฟอรัสทั้งหมด ซึ่งถือว่าเป็นประโยชน์ต่อพืชในดินนั้น ประกอบอยู่ในอินทรีย์วัตถุ ดังนั้นปริมาณที่ธาตุต่าง ๆ เหล่านี้จะสลายตัวออกมาให้เป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากหรือน้อยจึงขึ้นอยู่กับการเน่าเปื่อยสลายตัวของอินทรีย์วัตถุ ในการเน่าเปื่อยของอินทรีย์วัตถุในดิน จำเป็นต้องอาศัยประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของจุลินทรีย์ในดิน การปฏิบัติงานหรือประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดินจะมีมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิความชื้น และปฏิกริยาความเป็นกรดหรือด่างในดิน

ธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินซึ่งอยู่ในสภาพพร้อมที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้นั้น จะอยู่ในรูปอนุภาค ซึ่งมีคุณสมบัติมีประจุไฟฟ้าบวกหรือลบ เราเรียกอนุภาคของธาตุนั้นว่า ไอออน (Ions) เนื่องจากอนุภาคของเมล็ดดินเหนียวในดินก็มีประจุไฟฟ้าเหมือนกัน ดังนั้นเมล็ดดินจึงมีคุณสมบัติที่ จะยึดอนุภาค ของธาตุ ที่มีประจุ ไฟฟ้าตรงกัน ข้ามกับของ เมล็ดดินได้ ความสามารถของเมล็ดดินในการยึดธาตุอาหารหรือไอออนไว้ หรือปริมาณอนุภาคของธาตุอาหารที่จะถูกดูดยึดโดยอนุภาคของเมล็ดดินเหนียวนี้ เรียกว่า ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้าของดิน (Exchange Capacity) ความสามารถหรือคุณสมบัติของดินในการยึดธาตุอาหาร โดยวิธีการแลกเปลี่ยนประจุไฟฟ้ากับธาตุที่ถูกยึดจะมีมากหรือน้อยในดินชนิดหนึ่ง ๆ นั้นขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของอนุภาคเมล็ดดินเหนียวซึ่งดินนั้นมีอยู่ ในดินใดที่มีส่วนประกอบของเมล็ดดินเหนียว (Clay) ในปริมาณสูงกว่าซิลท์ (Silt) หรือทราย (Sand) ซึ่งมีขนาดของเมล็ดใหญ่กว่าเมล็ดดินเหนียว ดินนั้นจะมีความสามารถในการยึดธาตุต่าง ๆ ในรูปของไอออนได้ในปริมาณมากกว่าดิน ที่มีส่วนสัดของ เมล็ดดิน เหนียวน้อย กว่าซิลท์หรือทราย อินทรีย์วัตถุในดินก็ถือเป็นองค์ประกอบสำคัญส่วนหนึ่งของดินในการช่วยให้ดินมีคุณสมบัติยึดธาตุอาหารในรูปไอออนได้มากขึ้น

ธาตุแคลเซียม (Ca^{++}) แมกนิเซียม (Mg^{++}) โซเดียม (Na^{+}) โปแตสเซียม (K^{+}) และไฮโดรเจน (H^{+}) นั้นอยู่ในรูปไอออนซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวกและจะดูดเกาะอยู่โดยรอบของอนุภาคเมล็ดดินเหนียวซึ่งมีประจุไฟฟ้าลบ ไอออนของธาตุต่าง ๆ เหล่านี้จะมีปริมาณสัดส่วนที่เกาะอยู่โดยรอบอนุภาคเมล็ดดินเหนียวมากน้อยต่างกัน ในดินที่เป็นกรดจะพบว่าไฮโดรเจน (H^{+}) ที่เกาะติดอยู่รอบ ๆ อนุภาคเมล็ดดินเหนียวมีปริมาณและสัดส่วนมากกว่าไอออนของธาตุอื่นๆ โดยเฉพาะแคลเซียม (Ca^{++}) ยิ่งเมล็ดดินเหนียว



ภาพขยายแสดงรูปร่างอนุภาค

ของเมล็ดดินเหนียว **(COLLOIDAL CLAY MICELLE)** อนุภาคหนึ่งซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ รูป 6 เหลี่ยม ประกอบด้วยประจุไฟฟ้าลบ (–) มากมาย จากภาพจะเห็นว่ามีไอออน **(IONS)** ของธาตุต่าง ๆ ที่มีประจุไฟฟ้าบวก (+) คือ Ca^{++}, Mg^{++}, Na^{+}, K^{+} และ H^{+} ดูดเกาะอยู่โดยรอบอนุภาคเมล็ดดินเหนียวในปริมาณมากน้อยต่าง ๆ กัน.

มีไอออนของธาตุไฮโดรเจน (H^+) เกาะติดอยู่ในปริมาณมากเท่าใด ก็ยิ่งทำให้ดินนั้นมีปฏิกริยาความเป็นกรดมากขึ้นเพียงนั้น การลดปริมาณของไฮโดรเจนที่เกาะติดอยู่รอบเม็ดดินเหนียวเพื่อลดปริมาณความเป็นกรดลง จึงทำได้ทางเดียวโดยการใส่ปูนเพื่อให้มีปริมาณธาตุแคลเซียมและแมกนิเซี่ยมซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวกเหมือนกัน เข้าไปแทนที่ไฮโดรเจนซึ่งเกาะอยู่รอบ ๆ เม็ดดินเหนียว ปริมาณที่ธาตุหนึ่งธาตุใดในดินจะมีโอกาสละลายออกมาอยู่ในสภาพที่รากพืชสามารถดูดไปใช้ได้มากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ธาตุนั้น ๆ ถูกอนุภาคเม็ดดินเหนียวยึดไว้มากหรือน้อย ประกอบกับปริมาณของธาตุอื่น ๆ ที่เกาะอยู่รอบ ๆ อนุภาคเม็ดดินเหนียวด้วย

สภาวะที่ธาตุต่าง ๆ เช่น ธาตุฟอสฟอรัสปรากฏอยู่ในดินนั้น จะพบอยู่ในสภาพต่าง ๆ อย่างน้อย ๔ สภาพด้วยกัน คือ

๑) อยู่ในรูปของแร่ธาตุดั้งเดิมที่ยังไม่ถูกเปลี่ยนแปลง เช่น อยู่ในสารแร่อปาไทท์ (Apatite) หรืออยู่ในรูปของแร่ธาตุที่ถูกเปลี่ยนแปลงสลายตัวในดินไปแล้วเพียงเล็กน้อย เช่น สารประกอบเหล็ก หรืออลูมินั่มฟอสเฟท ซึ่งยังมีสูตรทางเคมีที่ค่อนข้างสลับซับซ้อนอยู่มาก

๒) อยู่ในอินทรีย์วัตถุ

๓) อยู่เกาะติดรอบ ๆ อนุภาคเม็ดดินเหนียว

๔) อยู่ในสภาพที่เป็นสารละลาย หรือน้ำยาในดินแล้ว

การที่ธาตุฟอสฟอรัสจะปรากฏหรือเปลี่ยนแปลงไปอยู่ในสภาพต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วสภาพใดสภาพหนึ่ง มากหรือน้อยในดินมักไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น เวลา อุณหภูมิ ความชื้น ปฏิกริยาความเป็นกรดหรือด่าง ตลอดจนลักษณะอื่น ๆ ของดินประกอบกันไปด้วย

เราแบ่งปฏิกริยาในดิน (Soil Reaction) ออกเป็น ๓ สภาพ คือ สภาพปฏิกริยาเป็นกรด (Acid) เป็นกลาง (Neutral) และสภาพเป็นด่าง (Alkaline) สาเหตุที่ทำให้ดินมีปฏิกริยาแตกต่างกันไปนั้น เนื่องจากปริมาณของธาตุไฮโดรเจนในรูปของไอออน (H^+) ที่เกาะติดอยู่รอบ ๆ อนุภาคเม็ดดินเหนียวดังได้กล่าวมาแล้ว ปฏิกริยาในดินมีอิทธิพลมากต่อสภาวะการละลายของธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ในดิน ในดินที่เป็นกรดนั้น ธาตุ

เหล็ก, แมงกานิส, ทองแดง, และสังกะสี จะมีโอกาสละลายออกมาได้มากกว่าในดินที่เป็นด่าง ส่วนในดินที่มีปฏิกริยาเป็นด่างหรือเป็นกลางนั้นจะปรากฏว่าธาตุโมลิบดินั่ม, แคลเซียม โปแตสเซี่ยม และแมกนิเซียม ละลายออกมาในปริมาณที่มากกว่าในดินที่มีปฏิกริยาเป็นกรด ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในดินที่เป็นกรดที่เด่นชัดก็คือ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่ละลายออกมาให้พืชใช้เป็นประโยชน์ได้จะลดลงไปอย่างมาก การเจริญเติบโต การแพร่พันธุ์ และการปฏิบัติงานของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ที่มีประโยชน์ในดินจะมีสูงขึ้นในดินที่เป็นกรดเล็กน้อยหรือเกือบจะมีปฏิกริยาเป็นกลาง แต่จะต่ำมากในดินที่เป็นกรดหรือด่างจัด เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารสำคัญ ๆ ของพืช เช่น ไนโทรเจน กำมะถัน และฟอสฟอรัสนั้น มาจากอินทรีย์วัตถุซึ่งจะต้องถูกจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงให้เน่าเปื่อยสลายตัวเพื่อให้ธาตุเหล่านั้นละลายออกมาอยู่ในสภาพที่รากพืชจะดูดไปใช้ได้ ดังนั้นในดินที่มีปฏิกริยาเกือบเป็นกลาง ซึ่งมีปริมาณและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานของจุลินทรีย์อยู่สูง การเน่าเปื่อยสลายตัวของอินทรีย์วัตถุย่อมเกิดขึ้นได้ดีและรวดเร็วกว่าในดินที่เป็นกรดมากหรือด่างมาก ปฏิกริยาของดินที่ถือกันว่าเหมาะสมในการอำนวยให้ธาตุอาหารพืชทั่ว ๆ ไปที่มีอยู่ในดินละลายออกมาอยู่ในสภาพที่พืชใช้ได้มากขึ้นนั้น คือปฏิกริยาที่เป็นกรดเล็กน้อยหรือเกือบเป็นกลางคือ มี pH 6.5 แต่ก็มีข้อยกเว้นอยู่เหมือนกันเกี่ยวกับความเหมาะสมของปฏิกริยาในดินต่อชนิดของพืชที่ปลูก เพราะมีพืชบางชนิดหรือบางพันธุ์ที่ชอบขึ้นในดินที่เป็นกรดค่อนข้างมาก ในการปรับปรุงแก้ไขดินที่มีปฏิกริยาเป็นกรด จำต้องแก้ด้วยการใส่ปูนซึ่งจำเป็นมาก โดยเฉพาะสำหรับในดินที่ต้องการปลูกพืชตระกูลถั่วให้ได้ผลสูง ในการใส่ปูนเพื่อแก้ความเป็นกรดในดินนั้น จำเป็นต้องระมัดระวังอย่าใส่ปูนมากเกินขนาดจนทำให้ดินกลับมีปฏิกริยาเป็นด่าง เพราะจะทำให้ธาตุเหล็ก สังกะสี ทองแดง และแมงกานิส เกิดขาดแคลนขึ้นได้ในดินนั้น เนื่องจากธาตุเหล่านั้นกลับไปอยู่ในสภาพที่ไม่ละลายหรือละลายให้พืชใช้ได้ยากขึ้น ในดินที่มีอนุภาคเมล็ดดินเหนียวซึ่งมีธาตุโซเดียมหรือโปแตสเซียมในรูปของไอออนเกาะติดอยู่มากเกินไป ก็จะทำให้ดินนั้นมีปฏิกริยาเป็นด่างเช่นเดียวกับในดินที่เป็นกรด ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากเมล็ดดินมีธาตุไฮโดรเจนเกาะติดอยู่มากเกินไป วิธีแก้ไขดินที่เป็นด่างก็ทำได้โดยการใส่เกลือแคลเซียมต่าง ๆ เช่น ยิบซั่ม (Gypsum)

หรือผงกำมะถันประกอบกับการใช้วิธีการทดน้ำและระบายน้ำเข้าช่วย เพื่อชะล้างเอาธาตุโซเดียมออกมาเสียจากดินให้มากที่สุด

การใส่ปุ๋ยเคมีบางชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีที่จะทิ้งความเป็นกรดไว้ในดินหลังจากใส่แล้ว เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท ยูเรีย ฯลฯ หากใส่เป็นจำนวนมากและติดต่อกันไปนาน ๆ หลาย ๆ ปีโดยมิได้มีการใส่ปูนลงไปช่วยบ้าง ก็อาจมีส่วนเพิ่มความเป็นกรดในดินได้บ้างเหมือนกัน เช่นเดียวกับปุ๋ยโซเดียมไนเทรท ซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีทิ้งความเป็นด่างไว้ในดินอาจมีส่วนทำให้ดินมีปฏิกริยาเป็นด่างยิ่งขึ้น หากใช้ติดต่อกันไปเป็นเวลานาน ๆ

การดูดธาตุอาหารพืชของต้นไม้

ปกติรากพืชสามารถดูดธาตุอาหารพืชที่ละลายออกมาในดิน และอยู่ในสภาพน้ำยา (Soil Solution) แล้วแต่ธาตุบางชนิดซึ่งมีประจุไฟฟ้าบวก (Cations) เช่น แคลเซียมและโปแตสเซียม ซึ่งเกาะติดอยู่กับเม็ดดินที่อยู่ในบริเวณที่รากผ่านไปกระทบเข้านั้น รากพืชอาจจะดูดไปใช้ได้โดยตรงเลยทีเดียวโดยไม่ต้องรอให้อยู่ในสภาพน้ำยาก็ได้ การที่รากสามารถดูดอาหารได้ ตามปกติต้องอาศัยธาตุหรือแก๊สออกซิเจน เพื่อสร้างพลังงานโดยระบบการหายใจของพืช (Respiration) ดังนั้นหากในดินมีอากาศไม่เพียงพอ เช่นในดินที่มีลักษณะแน่นทึบ หรือในดินที่มีน้ำท่วมจนทำให้อากาศถ่ายเทไม่สะดวกในดิน รากพืชแทบทุกชนิดที่ขึ้นอยู่ในดินนั้น จะไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ในการดูดธาตุอาหารเป็นปกติได้ เนื่องจากขาดออกซิเจน นอกจากพืชบางชนิดเช่นข้าว ซึ่งแม้จะมีรากเจริญอยู่ภายในดินที่มีน้ำท่วมซึ่งมีออกซิเจนน้อย แต่ธรรมชาติก็ได้สร้างให้มันมีเซลล์ชนิดพิเศษอยู่ตามลำต้นส่วนที่อยู่เหนือน้ำ ซึ่งเซลล์เหล่านี้สามารถจะช่วยดูดเอาอากาศข้างบนลงไปช่วยในการหายใจของรากที่จมอยู่ใต้น้ำได้

ในการที่รากพืชจะดูดธาตุอาหารชนิดใดได้มากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติในการดูดอาหารของรากเองตามธรรมชาติและปริมาณการเจริญและแผ่ขยายของราก ตลอดจนปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในดินซึ่งอยู่ในบริเวณที่รากเจริญผ่านเข้าไป ดังนั้นในพืชที่มีระบบรากสั้น ๆ และน้อยไม่แผ่ขยาย เช่น พืชจำพวกผักต่าง ๆ หลายชนิด จึงมักจะ

ต้องการได้รับการใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มากกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับพืชที่มีระบบรากยาวและแผ่ขยาย ซึ่งสามารถดูดอาหารได้ดีกว่า หากในดินเกิดมีการขาดแคลนธาตุอาหารพืชชนิดใดชนิดหนึ่งอย่างรุนแรง ก็จะมีผลกระเทือนต่อความเจริญเติบโตของราก เมื่อระบบรากไม่เจริญก็จะทำให้ความสามารถของรากในการดูดธาตุอื่น ๆ พลอยลดประสิทธิภาพลงไปด้วย

สัดส่วนปริมาณที่เหมาะสมหรือความสมดุลย์ของธาตุอาหารพืชในดิน

ในการปลูกพืชที่จะให้ได้ผลสูงนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ดินจะต้องมีธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ อยู่ในปริมาณที่สมดุลย์พอเหมาะซึ่งกันและกัน หากเกิดความไม่สมดุลย์ขึ้นโดยมีปริมาณธาตุใดธาตุหนึ่งอยู่มากหรือน้อยเกินไป ก็ทำให้การปลูกพืชในดินนั้นไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร เช่น ถ้าดินมีธาตุโปแตสเซี่ยมอยู่มากจนเกินขนาดก็จะทำให้พืชที่ปลูกในดินนั้นดูดธาตุแมกนิเซี่ยมและแคลเซี่ยมได้น้อยลงกว่าปกติมาก ทำให้ความเจริญของพืชบางอย่าง เช่น ผัก หรือผลไม้ ซึ่งโดยธรรมชาติมีความต้องการธาตุแมกนิเซี่ยมสูงเป็นพิเศษต้องถูกกระทบกระเทือนเพราะขาดแคลนธาตุแมกนิเซี่ยม ในทำนองเดียวกันถ้าให้มีธาตุแคลเซี่ยมหรือแมกนิเซี่ยมอยู่ในดินมากเกินขอบเขตไป ก็อาจจะเป็นสาเหตุกระทบกระเทือนความเจริญเติบโตของพืชได้ เนื่องจากพืชจะดูดโปแตสเซี่ยมได้น้อยลงกว่าปกติ ปริมาณสัดส่วนที่ธาตุอาหารต่าง ๆ มีอยู่ในดินแห่งหนึ่ง ๆ มักไม่แน่นอน มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอตามกาลเวลาและตามสภาพสิ่งแวดล้อมซึ่งประกอบกันอยู่ด้วย ยากที่จะหาความสมดุลย์ได้ เช่น ในบริเวณพื้นที่ที่แห้งแล้งแห่งหนึ่งในสหรัฐอเมริกา ซึ่งเคยใช้ปลูกข้าวสาลีติดต่อกันมาเป็นเวลานาน ในขณะที่การชลประทานยังเข้ามาไม่ถึง ปรากฏว่าดิน ณ ที่นั้นไม่เคยขาดไนโทรเจนและไม่มีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยไนโทรเจน แต่เมื่อได้มีการชลประทานเข้ามาใช้ในที่นั้น และมีการเปลี่ยนชนิดของพืชที่ปลูกจากข้าวสาลีเป็นซูก้าบีท (Sugar beet) ซึ่งโดยธรรมชาติพืชนี้มีความต้องการธาตุอาหารไนโทรเจนสูงกว่าข้าวสาลี ก็ปรากฏว่าต่อมาไม่นานนักที่ดินนั้นเกิดขาดแคลนธาตุไนโทรเจนอย่างรุนแรง และการปลูกพืชให้ได้ผลในที่นั้นจำเป็นต้องมีการใช้ปุ๋ยไนโทรเจนในอัตราสูงมาก ซึ่งในขณะนั้นเพียงการปรับปรุงด้วยการใส่ปุ๋ยไนโทรเจนอย่างเดียวก็ทำให้ผลผลิตของซูก้าบีทสูงขึ้น แต่ในระยะต่อมาไม่

นานก็เกิดผลผลิตตกต่ำลงไปอีก เนื่องจากดินเกิดขาดแคลนธาตุฟอสฟอรัสขึ้นมาอีกธาตุหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากในการใส่ปุ๋ยไนโทรเจน เพื่อมุ่งแก้สภาวะการขาดแคลนธาตุไนโทรเจนแต่เพียงอย่างเดียวในอดีต โดยมิได้มีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพื่อรักษาความสมดุลย์ของธาตุฟอสฟอรัสให้เพิ่มสูงขึ้นพร้อมกันไปด้วย การแก้ไขต่อมาจึงจำเป็นต้องใส่ทั้งปุ๋ยไนโทรเจนและฟอสฟอรัสร่วมกัน แทนที่จะใส่แต่เพียงปุ๋ยไนโทรเจนอย่างเดียวเช่นแต่ก่อน ในดินบางแห่งที่เคยใส่แต่เพียงปุ๋ยไนโทรเจนและฟอสฟอรัส เพื่อให้ธาตุอาหารเพียงสองธาตุติดต่อกันไปเป็นเวลานาน ภายหลังอาจประสบปัญหาดินเกิดการขาดแคลนธาตุโปแตสเซียมได้ง่าย เนื่องจากในดินที่ใช้เพาะปลูกมานาน โดยทั่ว ๆ ไปมักจะขาดแคลนธาตุอาหารมากกว่าหนึ่งชนิดเสมอ การใส่ปุ๋ยเพื่อให้ธาตุอาหารแต่เพียงชนิดเดียวโดยไม่มีปุ๋ยที่ให้ธาตุอื่น ๆ ที่ดินนั้นขาดแคลนด้วย มักจะไม่ช่วยเพิ่มผลผลิตของพืช หรือเพิ่มได้ก็เพียงเล็กน้อยผิดกับการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารครบทุกชนิดตามที่ดินขาดแคลน ซึ่งจะช่วยให้ผลผลิตของพืชสูงขึ้นได้มาก ตัวอย่าง เช่น ดินนาทั่ว ๆ ไปทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งมีความสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชต่ำโดยมีการขาดแคลนธาตุไนโทรเจนฟอสฟอรัส และโปแตสเซียม (ในบางแห่ง) ด้วย เมื่อได้มีการทดลองใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ในนาข้าวหลาย ๆ แห่งในภาคนี้เมื่อปี ๒๕๐๒ ก็ปรากฏผลว่าการใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟทเพื่อให้ธาตุไนโทรเจนอย่างเดียวช่วยให้ผลผลิตของข้าวทางภาคนี้เพิ่มขึ้นอีกโดยเฉลี่ย ๒๕ % เมื่อใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทซึ่งให้ธาตุฟอสฟอรัสอย่างเดียวช่วยเพิ่มผลผลิตของข้าว ๓๑ % และถ้าใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์เพื่อให้ธาตุโปแตสเซียมผลผลิตเพิ่มขึ้น ๑๕ % แต่เมื่อใส่ปุ๋ยรวมแอมโมเนียมซัลเฟทและซูเปอร์ฟอสเฟทแต่ละชนิดในอัตราเท่า ๆ กับเมื่อใส่เดี่ยว ๆ ปรากฏว่าผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้น ๖๙ % และเมื่อใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท ซูเปอร์ฟอสเฟท และโปแตสเซียมคลอไรด์ อัตราเท่าเดิมรวมกันเป็นปุ๋ยผสมซึ่งมีธาตุครบทั้ง ๓ ปรากฏว่าผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงถึง ๑๐๒ % ซึ่งเป็นผลเพิ่มที่สูงกว่าที่จะได้จากการใช้ปุ๋ยแต่ละชนิดแยกกันเสียอีก ปรากฏการณ์ที่ผลผลิตสูงขึ้นเนื่องจากการใช้ปุ๋ยต่าง ๆ ร่วมกัน แทนที่จะใส่แต่เพียงธาตุเดียวหรือ ๒ ธาตุนั้น เราเรียกว่าธาตุต่าง ๆ ที่นำมาร่วมใช้พร้อมกันนั้นเกิดมีผลสัมพันธ์ในทางเพิ่ม (Positive Interaction) ซึ่งตรงกันข้ามกับผลสัมพันธ์ในทางลด (Negative Interaction) ซึ่งเกิดขึ้นในกรณีที่เมื่อรวมธาตุต่าง ๆ เข้าด้วยกันแล้ว ผลผลิตที่ได้จากการใช้ปุ๋ยร่วมนั้น

ปรากฏว่าได้น้อยกว่าที่จะได้จากการใช้ปุ๋ยแต่ละชนิดแยกกัน แล้วเอาผลที่ได้จากการใช้ปุ๋ยแต่ละชนิดนั้นมารวมกัน ผลสัมพันธ์ในทางลดที่จะได้รับจากการใส่ปุ๋ยนั้นมักเกิดขึ้นได้เสมอ ในกรณีที่ปริมาณธาตุต่าง ๆ ที่ใส่เป็นปุ๋ยยังไม่มีอัตราสัดส่วนผสมที่เหมาะสมหรือถูกต้อง หรืออีกนัยหนึ่งธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ที่อยู่ในดินยังไม่มีความสมดุลย์ (balanced) ซึ่งกันและกัน หรืออาจจะเนื่องจากสภาพอื่น ๆ ในดินเอง ตลอดจนปริมาณสัดส่วนของธาตุอาหารอื่น ๆ ที่ดินมีอยู่ ซึ่งยากที่จะทราบได้แน่นอน การศึกษาทดลองปุ๋ยในดินต่าง ๆ เท่านั้นจึงจะช่วยให้ทราบ และแก้ปัญหาสำหรับเรื่องการใช้ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ร่วมกันในดินที่ขาดแคลนธาตุหลายธาตุ แต่ปุ๋ยผสมนั้นกลับให้ผลสัมพันธ์ในทางลดดังกล่าวแล้วได้ หลักสำคัญที่ควรจะยึดถือไว้ก็คือ หากดินมีการขาดแคลนธาตุอาหารชนิดใดอยู่มาก แม้จะมีธาตุอื่น ๆ หรือมีการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารอื่น ๆ ในปริมาณที่มากมาย แต่ไม่มีการใส่เพิ่มเติมธาตุที่ดินนั้นขาดแคลนแล้ว ก็หาทำให้ผลผลิตในพื้นที่ดินนั้นสูงขึ้นได้ตามปกติไม่ เพราะธาตุอื่น ๆ แม้จะมีปริมาณอยู่มากเพียงไรในดิน ก็หามีความสามารถปฏิบัติหน้าที่ของธาตุที่ขาดแคลนหรือสามารถไปใช้ทดแทนความต้องการของพืชที่มีต่อธาตุนั้น ๆ ไม่ กาลเวลา, ลักษณะของดิน ตลอดจนการใช้ที่ดินนั้น ทำให้ประสิทธิภาพของดินในการให้ธาตุอาหารแก่พืชเปลี่ยนแปลงไป พื้นที่ดินที่เคยเป็นที่ซึ่งอุดมสมบูรณ์และให้ผลผลิตสูงมาแต่ครั้งก่อน อาจกลับกลายเป็นพื้นที่ดินที่เลว และให้ผลผลิตตกต่ำแล้วในขณะนี้หรือในเวลาต่อไปได้ง่าย ดังนั้นวิธีการปรับปรุงบำรุงดิน และการใช้ปุ๋ยตลอดจนอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมในที่แห่งเดียวกันจึงย่อมต้องเปลี่ยนแปลงไปด้วยตามกาลเวลาไม่อาจคงที่เสมอไปได้

อาการที่แสดงว่าพืชขาดธาตุอาหาร

เมื่อธาตุอาหารที่จำเป็นของพืชชนิดใดเกิดมีการขาดแคลนอย่างรุนแรง พืชที่ปลูกในดินนั้นก็มักจะแสดงอาการผิดปกติปรากฏให้เห็นได้โดยทางใดทางหนึ่งเสมอ ลักษณะอาการดังกล่าวอาจจะแสดงให้เห็นผิดปกติในทางความเจริญเติบโต สีของพืช หรือเกิดมีการเปลี่ยนแปลงซึ่งผิดปกติให้สังเกตุเห็นได้ตามส่วนต่างๆ ของพืช ลักษณะอาการที่พืชแสดงออกมาเนื่องจากการขาดแคลนธาตุใดธาตุหนึ่งไม่เหมือนกัน แตกต่างกันไปตามชนิดของพืชและ

ตามความรุนแรงของการขาดแคลนธาตุนั้น ๆ การสังเกตุหรือสันนิษฐานอาการผิดปกติว่าเนื่องมาจากการขาดแคลนธาตุอะไรนั้น บางครั้งบางคราวมักจะเกิดความยุ่งยากและไขว้เขวได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่อาการที่แสดงออกนั้นคล้าย ๆ กับลักษณะผิดปกติ ซึ่งเกิดจากโรคหรือแมลงทำลายอย่างยากที่จะแยกกันออก ความรวดเร็วของอาการที่ปรากฏให้เห็นก็ไม่แน่นอน บางครั้งลักษณะผิดปกติจะไม่ปรากฏชัดในระยะแรก ๆ กว่าจะไปปรากฏชัดเจนก็เป็นเวลาที่สายเกินกว่าที่จะแก้ไขให้ได้ผลทันท่วงที นอกจากในกรณีที่อาการผิดปกติ อันเนื่องมาจากการขาดแคลนธาตุอาหารประเภทใช้น้อยปรากฏกับต้นไม้ยืนต้นซึ่งมีอายุนาน การแก้ไขโดยการฉีดน้ำยาที่มีธาตุอาหารนั้นเข้าไปทางใบโดยตรงมักจะปรากฏว่าได้ผลดีและรวดเร็วในการขจัดอาการผิดปกติซึ่งเกิดขึ้นได้ดีกว่าที่จะใช้วิธีใส่ธาตุอาหารในดิน

ถึงแม้ว่าลักษณะอาการผิดปกติ ซึ่งพืชแสดงออกมาเมื่อขาดแคลนธาตุใดธาตุหนึ่งจะปรากฏให้เห็นแตกต่างกันไปตามชนิดของพืช แต่อาการโดยทั่ว ๆ ไปที่เกิดขึ้นกับพืชส่วนมากก็อาจจะสังเกตุเป็นหลักเทียบเคียงได้บ้างเหมือนกัน

ลักษณะอาการทั่ว ๆ ไปของพืชที่ขาดแคลนธาตุโปแตสเซียมในระยะแรก ๆ มักจะเกิดเป็นจุดสีขาว เหลือง หรือน้ำตาลปนแดงกระจัดกระจายทั่ว ๆ ใบ ต่อมาขอบใบก็จะม้วนเข้าและขอบใบมีสีน้ำตาล อาการเหล่านี้มักปรากฏแก่พืชตระกูลถั่ว ข้าวโพด ฝ้าย และยาสูบ และธัญญพืชต่าง ๆ สำหรับมันเทศอาการที่ปรากฏมีสีเขียวเข้มผิดปกติเริ่มขึ้นที่ใบและเถาก่อน ต่อมาใบจะกลายเป็นสีน้ำตาล

ลักษณะอาการของพืชที่ขาดไนโทรเจนซึ่งอาจเห็นได้ในพืชทั่ว ๆ ไป คือความเจริญและแข็งแรงของพืชลดลงไปมาก ใบมีขนาดเล็กกว่าปกติและมีสีเขียวซีด หรือเขียวเหลือง สีที่ซีดลงนี้จะปรากฏที่ใบแก่ซึ่งเกิดก่อนและอยู่ตอนล่าง ๆ ของลำต้นก่อน ในขณะที่ใบอ่อนยังไม่ปรากฏอาการให้เห็น ต่อมาใบแก่เหล่านี้จะเหลืองและตายไปในที่สุด

ลักษณะอาการขาดธาตุฟอสฟอรัสโดยทั่ว ๆ ไปคือ พืชจะงักความเจริญเติบโต ผลิตดอกออกผลล่าช้ากว่าปกติ ผลิตผลได้น้อย ระบบรากไม่เจริญ ไม่มีการแตกแขนงหรือกอ ใบหรือลำต้นมีสีม่วง ในพืชหลายชนิดรวมทั้งยาสูบและฝ้าย สีที่เกิดขึ้นมักจะเป็นสีเขียวเข้ม

ลักษณะพืชที่ขาดธาตุแมกนิเซียม คือจะมีสีเหลืองหรือแดงปรากฏขึ้นตามปลายใบและเส้นแกนกลางของใบ ต่อมาอาการดังกล่าวกระจายไปทั่วเส้นแขนงของใบ อาการ

จะปรากฏขัดที่ใบแก่หรือใบที่อยู่ตอนล่าง ๆ ลักษณะอาการขาดธาตุแมกนิเซียมต่างกว่าลักษณะอาการที่พืชขาดเหล็ก ซึ่งแม้จะมีอาการสีใบซีดเหลืองเหมือนกัน แต่อาการขาดธาตุเหล็กนั้นกลับไปปรากฏขัดที่ใบอ่อนซึ่งแตกออกมาใหม่ยิ่งกว่าใบแก่

อาการขาดแคลนธาตุแคลเซียมจะปรากฏให้เห็นที่ใบอ่อน ซึ่งจะมีลักษณะหดสั้นหรือหงิกงอ ยอดหรือส่วนอ่อนที่จะแตกแขนงต่อไปจะกลับหยุดชะงัก บริเวณระหว่างแถบเส้นแกนกลางใบและเส้นแขนงใบจะมีสีเหลืองหรือสีน้ำตาลทั่ว ๆ ไป

พืชที่ขาดธาตุกำมะถันจะมีความเจริญเติบโตลดลงไปอย่างมาก ใบจะมีสีเหลืองคล้ายกับขาดธาตุไนโทรเจน แต่แตกต่างกันก็ตรงที่ลักษณะอาการดังกล่าวกลับไปปรากฏขัดที่ใบอ่อนซึ่งแตกใหม่ และสีของเส้นใบมีสีซีดปรากฏชัดกว่าอาการขาดไนโทรเจน

อาการขาดธาตุสังกะสีในพวกส้ม ทำให้เกิดใบม้วน หรือใบเล็ก ข้อของลำต้นมีระยะถี่หรือสั้นขึ้น ในใบแก่จะมีสีซีดเหลืองตามบริเวณเนื้อที่ในระหว่างเส้นใบ

อาการขาดธาตุทองแดงที่เห็นได้ชัด คือใบตอนบนเหี่ยวและปลายใบแห้งตายทันทีโดยไม่มีการค่อย ๆ เปลี่ยนสีให้เห็นล่วงหน้าแต่อย่างใด

อาการขาดธาตุแมงกานิส บริเวณใบจะมีจุดสีเหลืองประปรายอยู่ทั่วไป แสดงว่าพื้นที่ ๆ เกิดจุดนั้นตายเสียแล้ว ในบางกรณีพื้นที่ในระหว่างเส้นใบจะเริ่มมีสีเขียวซีด ๆ ก่อนแล้วจึงเริ่มแผ่ขยายออกเป็นทั่วทั้งใบ

อาการที่พืชขาดธาตุเหล็ก สีของใบซึ่งควรจะมีสีเขียวตามปกติจะซีดลง และกลายเป็นสีเหลือง เพราะไม่มีการผลิตสีเขียวหรือโคลโรฟิล (Chlorophyll) การสูญเสียสีเขียวของใบซึ่งเราเรียกว่า "โคลโรซิส" (Chlorosis) เกิดขึ้นที่ใบแตกใหม่ หรือใบอ่อนซึ่งอยู่ตอนบน ๆ ของพืช บริเวณของใบจะมีสีซีดเหลืองลงไปทันทีเว้นแต่เส้นใบเท่านั้นที่ยังคงมีสีเขียวอยู่

การเป็นพิษในดินเนื่องจากมีธาตุอาหารบางชนิดอยู่ในปริมาณสูงเกินขนาด

ถึงแม้ว่าพืชทุกชนิดจำเป็นต้องใช้ธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ครบ และธาตุอาหารดังกล่าวต้องอยู่ในปริมาณเพียงพอ โดยไม่ให้เกิดมีการขาดแคลนธาตุใดธาตุหนึ่งขึ้นได้ก็ตาม

แต่การเพิ่มธาตุใดธาตุหนึ่งจนมีปริมาณมากเกินขอบเขต ก็อาจทำให้เกิดผลร้ายหรือเกิดการเป็นพิษต่อพืชเนื่องจากธาตุนั้น ๆ ได้ เช่น การใส่ปูนจนเกินขนาดก็เป็นทางชักนำให้ดินนั้นเกิดมีการขาดแคลนธาตุอาหารพืชประเภทใช้น้อยได้ง่ายขึ้น การใส่ธาตุไนโทรเจนและโปแตสเซียม ซึ่งส่วนมากใช้ปุ๋ยซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมีเป็นเกลือที่ละลายน้ำได้ง่าย (Soluble Salt) เช่น ปุ๋ยแอมโมเนี่ยมซัลเฟท และโปแตสเซียมคลอไรด์ก็เช่นกัน หากใส่เป็นจำนวนมากเกินขนาดใกล้กับเมล็ด หรือต้นกล้าอ่อนที่พึ่งปลูกอาจทำอันตรายต่อความงอกหรือความเจริญของเมล็ดและต้นกล้าอ่อนที่ปลูกได้โดยง่าย ธาตุอาหารประเภทที่พืชใช้เป็นจำนวนน้อย เช่น โบรอน ทองแดง เหล็ก แมงกานิส โมลิบดินั่ม และสังกะสี ซึ่งพืชมีความจำเป็นต้องการใช้ในปริมาณที่น้อยมากนั้น หากใส่ลงไปมากเกินขนาดก็จะเกิดเป็นพิษต่อพืชที่ปลูกโดยตรง เช่น ดินทรายที่ปลูกกล้าดอกแห่งหนึ่งอาจต้องการใส่โบแล็กซ์ (Borax) เพียงอัตรา ๘๐๐ กรัมต่อไร่ เพื่อให้ธาตุโบรอนแก่พืช ถ้าไปใส่โบแล็กซ์มากเกินไปเพียง ๑๖๐๐ กรัมต่อไร่ ก็จะทำให้เกิดอันตรายต่อกล้าดอกถึงตาย พืชแต่ละชนิดและในดินแต่ละแห่งย่อมมีขอบเขตอัตราที่เหมาะสมในการใช้ธาตุอาหารประเภทใช้น้อยโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่พืชนั้น ๆ แตกต่างกัน วิธีที่ดีที่สุดที่จะทราบปริมาณที่พอเหมาะเพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายเพราะเป็นพิษอันเนื่องมาจากการใส่ธาตุต่าง ๆ ดังกล่าวมากเกินขนาด ทำได้โดยการศึกษาทดลองหาอัตราที่เหมาะสมสำหรับใช้กับพืชชนิดต่าง ๆ ในดินแต่ละชนิด.

อินทรีย์วัตถุในดิน

เนื่องจากอินทรีย์วัตถุ (Organic Matter) ในดินมีประโยชน์อย่างมากมายต่อความสมบูรณ์ของดิน ดังนั้นในการกล่าวถึงการรักษาและปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดิน จึงมีความจำเป็นที่ไม่อาจเว้นที่จะกล่าวถึงประโยชน์และความจำเป็นที่จะต้องมีการสงวนอินทรีย์วัตถุในดิน ตลอดจนหลักและวิธีการที่จะเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินให้สูงขึ้น

อินทรีย์วัตถุในดิน หรือที่เรียกกันว่า ฮิวมัส (humus) นั้น ส่วนใหญ่มาจากทรากส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ทับถมสะสมอยู่ในดิน นอกจากนี้ยังรวมไปถึงสิ่งขับถ่ายของสัตว์ ตลอดจนทรากสัตว์หนอนและแมลงต่าง ๆ ตลอดจนจุลินทรีย์ซึ่งมีอยู่มากมายจนนับไม่ถ้วน

ในดิน ดังนั้นอินทรีย์วัตถุในดินจึงมีอยู่ในดินผิวหน้าเป็นส่วนมาก ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินแต่ละชนิดและในดินแต่ละแห่งมีมากน้อยแตกต่างกันไป นอกจากนี้คุณภาพของอินทรีย์วัตถุในการเป็นประโยชน์ต่อพืชที่ในดินมีอยู่ก็ยังต่างกันด้วย สุดแต่อินทรีย์วัตถุนั้นจะมีส่วนที่สามารถเน่าเปื่อยสลายตัวได้มากน้อยแค่ไหน อินทรีย์วัตถุนอกจากจะมีประโยชน์อย่างมากในการช่วยให้ธาตุอาหารสำคัญ ๆ แก่พืชโดยตรงแล้วยังช่วยให้ธาตุอาหารพืชอื่นๆ ที่อยู่ในดินสลายตัวออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้นอีกด้วย ดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงจะมีการอุ้มน้ำหรือความชื้นได้ดี มีการถ่ายเทอากาศ การระบายน้ำ และการปฏิบัติงานตลอดจนปริมาณของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ในดินดีขึ้น ฯลฯ (ประโยชน์ของอินทรีย์วัตถุในดินอ่านได้จากเอกสารวิทยาการเรื่อง "การใช้ปุ๋ยพืชสดในนาข้าว")

วิธีรักษาและเพิ่มเติมปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินให้พอเพียงอยู่เสมอนั้น ทำได้โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยเทศบาล ปุ๋ยพืชสด ฯลฯ นอกจากนี้การใส่ปุ๋ยเคมีก็มีส่วนส่งเสริมในการสร้างอินทรีย์วัตถุในดินทางอ้อมอีกทางหนึ่งด้วย ดังนั้นจึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ประกอบการเกษตรทั้งหลายจะต้องเข้าใจ และปฏิบัติให้ถูกต้องเพื่อให้บังเกิดผลดีที่สุด

ปุ๋ยมูลสัตว์ (Animal Manures)

ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยมูลสัตว์ คือมูลของสัตว์เลี้ยงซึ่งมักจะมีดินหรือฟางผสมอยู่ด้วย คุณค่าของปุ๋ยคอกในการใส่เป็นปุ๋ยเพื่อให้ธาตุอาหารแก่พืช และเพิ่มเติมอินทรีย์วัตถุในดินแม้จะเป็นที่ทราบกันอยู่ และปฏิบัติกันมานานแล้วในหมู่ชาวนาชาวไร่ทั่ว ๆ ไปทุกแห่งในโลกก็ตาม แต่เทคนิคการใช้ตลอดจนวิธีปฏิบัติที่ถูกต้องในการเก็บ หรือสะสมปุ๋ยคอกให้มีประสิทธิภาพสูงยังไม่สู้จะเป็นที่ทราบกันดีนัก มูลสัตว์ชนิดต่าง ๆ มีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชแตกต่างกัน แต่โดยเฉลี่ยมูลสัตว์ทั่ว ๆ ไป เช่น มูลควายสด ๆ จะมีส่วนประกอบที่เป็นน้ำเสีย ๗๕–๘๐ % ส่วนน้ำหนักแห้งที่เหลือนั้น จะมีธาตุไนโตรเจน (N) อยู่ ๐.๓ — ๐.๖ % ธาตุฟอสฟอรัส (P_2O_5) ๐.๒ — ๐.๓๕ % และมีธาตุโปแตช (K_2O) ๐.๑๕ — ๐.๗๐ % นอกจากนี้ยังมีธาตุอื่น ๆ ประกอบอยู่ด้วยในปริมาณอย่างละเล็กน้อย

มูลสัตว์ที่ได้จากที่บางแห่งอาจมีเปอร์เซนต์ของธาตุอาหารพืชต่างๆ ดังกล่าวสูง หรือต่ำกว่านี้มากก็ได้ สุดแต่อายุของสัตว์ คุณภาพสัตว์ และคุณภาพของอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ ตลอดจนวิธีการเก็บและสะสมมูลสัตว์นั้นๆ เป็นปุ๋ยคอก หากเอาปุ๋ยมูลสัตว์มาเปรียบเทียบกับปุ๋ยเคมีในปริมาณเท่าๆ กัน แล้วจะพบว่าปุ๋ยมูลสัตว์มีปริมาณธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเฉพาะธาตุฟอสฟอรัสต่ำกว่าปุ๋ยวิทยาศาสตร์มาก ดังนั้นการจะใช้ปุ๋ยมูลสัตว์ซึ่งมีเปอร์เซนต์ของธาตุอาหารต่ำให้ได้ผล จำเป็นต้องใช้ในปริมาณสูงกว่าปุ๋ยเคมีมากมายหลายเท่าแล้วแต่คุณภาพหรือเปอร์เซ็นต์—ธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยมูลสัตว์นั้นๆ โดยทั่วๆ ไปอาจจะต้องใช้ในปริมาณสูงกว่าปุ๋ยเคมีถึง ๕๐ หรือ ๑๐๐ เท่า หากเทียบเคียงปริมาณการละลายเพื่อให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชในระหว่างปุ๋ยมูลสัตว์กับปุ๋ยเคมีแล้วปรากฏว่าปริมาณการละลายของธาตุโปแตสเซียม (K) และฟอสฟอรัส (P) ในปุ๋ยมูลสัตว์มีประสิทธิภาพดีเกือบเท่าๆ กับในปุ๋ยเคมี แต่ธาตุไนโทรเจน (N) ในปุ๋ยมูลสัตว์ละลายออกมาเป็นประโยชน์แก่พืชได้น้อยและช้ากว่าในปุ๋ยเคมีมาก ทั้งนี้เนื่องจากธาตุไนโทรเจนในปุ๋ยมูลสัตว์นั้นอยู่ในรูปสารประกอบอินทรีย์ (Organic Form) ซึ่งจำเป็นต้องใช้เวลานานในการถูกเปลี่ยนแปลง และสลายตัวให้อยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ (Inorganic Form) เสียก่อน รากพืชจึงจะดูดไปใช้ได้ ผิดกับธาตุไนโทรเจนในปุ๋ยวิทยาศาสตร์ซึ่งอยู่ในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ที่พร้อมจะละลายเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ดีอยู่แล้ว ดังนั้นในแง่ของการให้ธาตุอาหารแก่พืชในระยะเวลาที่รวดเร็วแล้ว ปุ๋ยมูลสัตว์จึงมีคุณภาพสู้ปุ๋ยเคมีไม่ได้ แต่ในแง่ตรงกันข้าม โดยการเปลี่ยนแปลง และละลายให้ธาตุอาหารพืชออกมาได้อย่างช้าๆ แต่ใช้ระยะเวลานานอาจนับได้เป็นปี ทำให้ปุ๋ยมูลสัตว์ค่อยๆ ให้ธาตุอาหารทีละน้อยๆ แก่พืชได้เรื่อยๆ ในระยะยืนนานกว่าปุ๋ยเคมี

การเก็บปุ๋ยมูลสัตว์

แม้ว่าธาตุไนโทรเจนส่วนมาก ซึ่งประกอบอยู่ในน้ำปัสสาวะของสัตว์ และในบางส่วนของมูลสัตว์ จะเป็นสารประกอบอินทรีย์ก็จริง แต่ธาตุไนโทรเจนในรูปสารประกอบอินทรีย์นั้นก็เป็นรูปที่จะถูกจุลินทรีย์ต่างๆ ทำให้เปลี่ยนแปลงเป็นแอมโมเนีย ซึ่ง

เป็นแก๊สที่ระเหยสูญหายไปในอากาศได้ง่าย ในการเก็บรักษาปุ๋ยมูลสัตว์ให้มีคุณภาพดีจึงควรจะต้องระมัดระวังเป็นพิเศษมิให้เกิดการสูญเสียในโทรเจนดังกล่าว หรือป้องกันให้มีการสูญหายน้อยที่สุด หลักปฏิบัติในวิธีการเก็บรักษาปุ๋ยมูลสัตว์โดยถูกต้องก็คือ ควรกองปุ๋ยคอกไว้ในที่ร่ม พยายามทำกองปุ๋ยคอกให้แน่น ให้กองปุ๋ยคอกมีความชื้นพอควร แต่อย่าให้ถึงกับเปียก อย่าพยายามย้ายกองปุ๋ยก่อนที่จะนำไปใช้โดยไม่จำเป็น เพราะการย้ายบ่อยครั้งจะทำให้ปุ๋ยคอกมีโอกาสสูญเสียอินทรีย์วัตถุและธาตุไนโทรเจนได้มากขึ้น การปล่อยให้สัตว์เลี้ยงขับถ่ายภายในคอกมีหลังคามิดชิด ซึ่งรองพื้นด้วยฟางหรือหญ้าก็เป็นวิธีที่สะดวกวิธีหนึ่งในการสะสมปุ๋ยมูลสัตว์ไว้ใช้ในไร่นา

ปุ๋ยหมัก (Compost)

ปุ๋ยหมัก คือทรากส่วนผสมของกากพืชหรืออาจมีมูลสัตว์ผสมอยู่ด้วย ซึ่งถูกนำมาหมักจนเน่าเปื่อย อาจมีส่วนผสมอื่น ๆ เช่น ขี้เถ้า, ปูน, และปุ๋ยเคมีปนอยู่บ้างในปุ๋ยหมักเพื่อช่วยให้ปุ๋ยหมักนั้นมีคุณภาพดีขึ้น หลังจากการหมักในระยะเวลาพอสมควรแล้ว ทรากพืชหรือส่วนผสมที่นำมาหมัก จะถูกจุลินทรีย์เปลี่ยนรูปไปจากเดิม โดยการเน่าเปื่อย ปุ๋ยหมักมีประโยชน์ในการใส่เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของดินได้ดีเช่นเดียวกับปุ๋ยคอก ส่วนประโยชน์ในแง่การให้ธาตุอาหารแก่พืชจะมากหรือน้อย ย่อมแล้วแต่วัตถุที่ใช้เป็นส่วนผสมในการหมักนั้น ถ้าวัตถุที่ใช้ทำปุ๋ยหมักมีธาตุอาหารประกอบอยู่ต่ำ ปุ๋ยหมักที่ได้ก็ย่อมมีคุณภาพในการให้ธาตุอาหารพืชต่ำด้วย เช่น ฟางเป็นวัตถุที่มีคุณภาพในการใช้หมักต่ำกว่าทรากส่วนที่เหลือของพืชตระกูลถั่วซึ่งมีธาตุไนโทรเจนประกอบอยู่สูงกว่า นอกจากคุณประโยชน์ของปุ๋ยหมักในการเพิ่มอินทรีย์วัตถุ และช่วยให้ธาตุอาหารต่าง ๆ ในดินเป็นประโยชน์ต่อพืชสูงขึ้นแล้ว ปุ๋ยหมักยังมีคุณภาพดีในการใส่เพื่อปรับปรุงแก้ไขดินเกลือ หรือดินที่เป็นด่าง (Saline and Alkali Soil) ได้ ในระยะที่เกิดมีการขาดแคลนปุ๋ยเคมีกันทั่วโลกนั้น ปรากฏว่าปุ๋ยหมักได้ถูกนำมาใช้ทดแทนสำหรับให้ธาตุอาหารแก่พืชได้เป็นอย่างดี เช่นประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ. ๒๔๘๙ ซึ่งเป็นปีที่ญี่ปุ่นขาดแคลนปุ๋ยเคมีอย่างรุนแรงนั้น ปรากฏว่าการใช้ปุ๋ยหมักอย่างแพร่หลายในประเทศได้ช่วยให้ธาตุไนโทรเจน (N) ประมาณ ๕๐ ٪

ของธาตุไนโทรเจนที่ใช้ทั้งหมดทั่วประเทศ ในขณะเดียวกันได้ช่วยให้ฟอสเฟท (P_2O_5) และโปแตส (K_2O) ประมาณ ๔๘ ٪ และ ๕๔ ٪ ของที่ได้จากปุ๋ยทั้งหมดทั่วประเทศญี่ปุ่น ในประเทศจีนและประเทศอินเดียก็มีการใช้ปุ๋ยหมักกันอย่างกว้างขวาง ในประเทศที่อยู่ในเขตร้อน ซึ่งดินมักขาดแคลนอินทรีย์วัตถุได้ง่ายเนื่องจากดินพ้าอากาศร้อน จะช่วยเร่งให้อัตราการเน่าเปื่อยของอินทรีย์วัตถุสูงขึ้น จนทำให้ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินลดลงได้อย่างรวดเร็ว ยากแก่การที่จะรักษาให้มีปริมาณอยู่ในระดับที่พอเพียงสม่ำเสมอในดิน และในประเทศที่ยังผลิตปุ๋ยเคมีไม่ได้และปุ๋ยมีราคาแพงนั้น หากส่งเสริมให้ได้มีการใช้ปุ๋ยหมักกันให้มากขึ้นอีกทางหนึ่ง ก็ย่อมจะช่วยให้ผลผลิตของประเทศสูงขึ้นได้อย่างมาก และช่วยลดความจำเป็นที่จะต้องสั่งซื้อปุ๋ยเคมีมาใช้ลงไปได้มาก

ในขณะที่อยู่ในระหว่างการหมักปุ๋ย จุลินทรีย์ต่าง ๆ จะเริ่มปฏิบัติการในการทำให้สิ่งที่หมักนั้นเน่าเปื่อยสลายตัว ธาตุคาบอน (C) ในวัตถุที่หมักจะสลายตัวเป็นแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ออกมา ทำให้อัตราส่วนของธาตุคาบอนและธาตุไนโทรเจน (C/N Ratio) ที่อยู่ในปุ๋ยหมักเริ่มจะแคบเข้าจนอยู่ในระหว่างเรโช ๑ : ๑๒ หรือ ๑ : ๑๕

เหตุผลในการที่ต้องนำวัตถุต่าง ๆ ที่จะใช้ในการทำปุ๋ยหมักมาทำการหมักเสียก่อน แทนที่จะใช้วัตถุเหล่านั้นไถกลบลงไปในดินเป็นปุ๋ยสด ๆ เลย ก็เพราะว่าวิธีการเช่นนั้นจะทำให้เกิดการขาดแคลนธาตุไนโทรเจนในดินในระยะแรกของการปลูกพืชได้ง่าย ซึ่งอาจเป็นผลร้ายต่อพืชที่ปลูกในดินนั้น ทั้งนี้เนื่องจากจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดินจะนำไนโทรเจนเป็นจำนวนมากจากดินไปใช้ในการดำเนินกิจกรรม เพื่อการเน่าเปื่อยสลายตัวของทรากอินทรีย์วัตถุซึ่งต้องใช้เวลานานกว่าสำหรับการเน่าเปื่อยของอินทรีย์วัตถุสด ๆ ดังนั้นการนำวัตถุเหล่านั้นมาหมักให้เน่าเปื่อยเสียขั้นหนึ่งก่อน ก็จะช่วยป้องกันมิให้เกิดการขาดแคลนธาตุไนโทรเจนในดินในระยะแรก ๆ เมื่อใส่ปุ๋ยที่หมักแล้วลงไปในดิน นอกจากนี้การใส่วัตถุกากพืชสด ๆ ลงไปในดินอาจจะไม่มีความชื้นในดินพอเพียงที่จะให้วัตถุเหล่านั้นบูดหรือเน่าเปื่อยสลายตัวได้ทั่วถึง และการที่ดินมีทรากพืชที่ไม่เน่าเปื่อยอยู่ในปริมาณมากจะทำให้ดินต้องสูญเสียน้ำมากขึ้น เนื่องจากดินจะมีการถ่ายเทอากาศและน้ำออกไปได้มากขึ้น ซึ่งหากปกติดินนั้นมีน้ำไม่เพียงพออยู่แล้วก็จะเกิดปัญหากระทบกระเทือนถึงพืชที่จะปลูกต่อไปได้ง่าย

ในขณะที่มีการบูดเน่าเกิดขึ้นในกองปุ๋ยหมัก อุณหภูมิภายในกองปุ๋ยหมักจะสูงประมาณ ๖๐—๗๐ องศาเซ็นติเกรด อุณหภูมิในระดับนี้ร้อนพอที่จะฆ่าเมล็ดหญ้า เชื้อโรค และไข่ของแมลงวันและแมลงอื่น ๆ ที่ติดอยู่กับทรากส่วนของพืชก่อนที่จะนำมาหมักเป็นปุ๋ยได้หมด การที่จะให้กองปุ๋ยหมักมีอุณหภูมิสูงขึ้นและเน่าบูดสลายตัวได้เร็วขึ้นนั้น จำเป็นต้องให้กองปุ๋ยหมักมีความชื้นพอเพียงให้กองปุ๋ยมีการถ่ายเทอากาศดีในระยะแรก ๆ และควรจะมีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน เช่นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟทหรือปุ๋ยยูเรีย หรือปุ๋ยบัสสาวะลงไปเพิ่มเติมในกองปุ๋ยหมักด้วย เว้นแต่ปุ๋ยหมักนั้นจะมีส่วนผสมของมูลสัตว์อยู่ในปริมาณมากซึ่งเท่ากับมีธาตุไนโตรเจนสูงอยู่แล้ว ก็ไม่จำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ยไนโตรเจนอื่น ๆ เพิ่มเติมแต่ประการใด การที่แนะนำให้มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนเพิ่มเติมในวัตถุที่ใช้หมักเป็นปุ๋ยก็เพื่อช่วยเร่งจุลินทรีย์ต่าง ๆ ที่ช่วยในการเน่าเปื่อยให้เจริญและปฏิบัติงานได้ดีขึ้น ในกรณีที่วัตถุซึ่งใช้ทำปุ๋ยหมักมีลักษณะแข็งและหยาบมาก เช่น กากอ้อย และต้องการนำมาทำปุ๋ยหมักเป็นกองใหญ่ ๆ ก็ควรจะนำเอาปุ๋ยหมักเก่า ๆ หรือดินผิวหน้าผสมลงไปในกากอ้อยที่จะกองเป็นปุ๋ยหมักด้วย เพราะปุ๋ยหมักเก่า ๆ ที่เน่าเปื่อยสลายตัวดีแล้วก็ดี หรือดินผิวหน้าตามสวนผักหรือสวนครัวหลังบ้านก็ดี ย่อมจะอุดมสมบูรณ์ไปด้วยจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เป็นอย่างดีอยู่แล้ว ซึ่งจะช่วยให้ปุ๋ยที่หมักในปริมาณมาก ๆ นั้นเน่าเปื่อยสลายตัวได้ง่ายและรวดเร็วดียิ่งขึ้น

ปุ๋ยหมักเตรียมได้จากวัตถุที่เหลือจากการเก็บเกี่ยวและทรากของพืช เท่าที่จะหาได้ในบริเวณไร่นาหรือบริเวณที่ใกล้เคียง โดยไม่จำกัดว่าจะต้องเป็นวัตถุพืชอะไรหรือกำหนดให้มีสัดส่วนผสมเท่าใด วัตถุต่าง ๆ แทบทุกชนิดที่สามารถรวบรวมหาได้ เช่น ฟางข้าว กาบใบอ้อย หรือพืชต่าง ๆ ใบไม้ตลอดจนหญ้าต่าง ๆ ที่ตัดรวบรวมมาได้จึงใช้เป็นวัตถุที่นำไปหมักเป็นปุ๋ยได้ดีทั้งนั้น กองปุ๋ยหมักควรสูงประมาณ ๑—๑.๕๐ เมตร ฐานของกองควรใหญ่และปลายเล็กลง และตอนบนควรมีลักษณะแบนราบ เพื่อจะได้รับน้ำหรือดูดซับน้ำฝนได้ดีขึ้นสำหรับท้องที่ ๆ ค่อนข้างอัตคัดน้ำ ในชั้นแรกควรกองวัตถุผสมของพืชที่จะใช้ทำปุ๋ยหมักให้สูงจากพื้นดินประมาณ ๓๐ ซ.ม. แล้วใช้น้ำราดให้ทั่วพอชื้น ๆ พร้อม ๆ กับเหยียบย่ำให้แน่น ในขั้นต่อไปจะเป็นขั้นที่ใส่ปุ๋ยมูลสัตว์หรือจะมีปุ๋ยฟอสเฟทใส่ผสมเพิ่มเติมบ้างเล็กน้อย การกองในชั้นที่สองนี้ให้กองหนาประมาณ ๕--๑๐ ซ.ม. ถ้าไม่มี

ปุ๋ยมูลสัตว์หรือมีไม่พอก็อาจใช้ดินหรือขี้เถ้าใส่แทนทั้งหมดหรือเพียงบางส่วนก็ได้ การหมักแต่เพียงวัตถุพืชอย่างเดียวโดยไม่มีการใส่ปุ๋ยมูลสัตว์ หรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ไนโทรเจน และฟอสเฟทผสมลงไปเพิ่มเติมก็มิได้หมายความว่าจะไม่ได้ปุ๋ยหมักที่ดี แต่หากมีการใส่ปุ๋ยดังกล่าวช่วยในการหมักก็จะช่วยให้ปุ๋ยหมักที่ได้มีคุณภาพในการเป็นอาหารพืชดียิ่งขึ้น และยังช่วยให้ปุ๋ยที่หมักเน่าเปื่อยสลายตัวได้เร็วขึ้นด้วย เมื่อได้กองปุ๋ยหมักเป็นชั้น ๆ สลับกันไปจนสูงประมาณ ๑—๑.๕๐ เมตร แล้วคลุมชั้นบนด้วยดินให้ทั่วเพื่อลดการสูญเสียความชื้นและการสูญเสียไนโทรเจนจากกองปุ๋ยหมักโดยการระเหยไปเป็นแก๊ส และป้องกันแมลงวันและกลิ่นบูดเน่าต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในระหว่างการหมัก เมื่อกองปุ๋ยหมักเสร็จแล้วก็ปล่อยทิ้งไว้เฉย ๆ อย่าพยายามไปแตะต้องนอกจากคอยรดน้ำให้ชื้นพอสมควร หลังจากนั้น ๓—๔ อาทิตย์ จึงค่อยพลิกกองปุ๋ยกลับไปกลับมาครั้งหรือสองครั้งต่อเดือนเว้นระยะห่างเท่า ๆ กัน เพื่อช่วยให้การเน่าเปื่อยของปุ๋ยหมักเป็นไปโดยสม่ำเสมอทั้งกอง กองปุ๋ยหมักที่ปฏิบัติตามวิธีดังกล่าวจะใช้ได้ดี หลังจาก ๓ หรือ ๔ เดือนล่วงไปแล้ว.

ตารางที่ ๓ แสดงชนิดปุ๋ยอินทรีย์และเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชสำคัญ ๆ ที่ประกอบอยู่ในปุ๋ยอินทรีย์บางชนิด

ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติ	— เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชสำคัญ ๆ ที่ประกอบอยู่ในปุ๋ย —						ปฏิกริยาที่ปุ๋ยทิ้งไว้ในดิน	ความเป็นกรด (–) และด่าง (+) ของปุ๋ยหนัก ๑ ตัน
	ไนโทรเจน* Total N	ฟอสฟอรัส P_2O_5	โปแตช K_2O	แคลเซียม CaO	แมกนีเซียม MgO	ซัลเฟท SO_4		
ผลพลอยได้จากสัตว์								
เลือดแห้ง	13.0	2.0	1.0	0.5	—	—	กรด	
กระดูกป่น (ดิบ)	4.0	22.5	—	31.5	1.0	0.5	ด่าง	+ 227
กระดูกป่น (สุก)	2.5	25.0	—	33.0	0.5	0.5	ด่าง	+ 205
ปลาป่น	9.5	7.0	—	8.5	0.5	0.5	กรด	– 45
ขี้เถ้ากระดูก	—	35.0	—	4.6	1.0	0.5	ด่าง	
เขาสัตว์ป่น	14.0	1.0		2.5	—	2 0	กรด	
มูลสัตว์ต่าง ๆ								
มูลค้างคาว	8.5	5.0	1.5	7.5	0.5	2.0	กรด	
มูลวัวควาย	2.0	1.5	2.0	4.0	1.0	0.5	ด่าง	
มูลม้า	2.0	1.5	1.5	1.5	1.0	0.5	ด่าง	
มูลแพะ	1.5	1.5	3.0	2.0			ด่าง	
มูลเป็ดไก่	5.0	3.0	1.5	4.0	1.0	2.0	กรด	
มูลแกะ	2.0	1.5	3.0	5.0	2.0	1.5	ด่าง	
มูลหมู	5.5	1.6	2.2					
มูลไก่ (เล้าไก่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)	8.2	3.3	4.1					
มูลไก่ (ชาวบ้าน)	1.9	1.4	2.5					

ตารางที่ ๓ (ต่อ)

ชนิดของปุ๋ยอินทรีย์ธรรมชาติ	— เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชสำคัญ ๆ ที่ประกอบอยู่ในปุ๋ย —						ปฏิกิริยาที่ปุ๋ยทิ้งไว้ในดิน	ความเป็นกรด (–) และด่าง (+) ของปุ๋ยหนัก ๑ ตัน
	ไนโทรเจน* Total N	ฟอสฟอรัส P_2O_5	โปแตช K_2O	แคลเซี่ยม CaO	แมกนิเซี่ยม MgO	ซัลเฟท SO_4		
ผลพลอยได้ของพืช								
ขี้เถ้าไม้	—	2.0	5.0	32.5	3.5	1.0	ด่าง	
ต้นยาสูบ	2.0	0.5	6.0	5.0	0.5	1.0	ด่าง	+ 227
เมล็ดฝ้าย	7.0	3.0	2.0	0.5	0.5	0.5	กรด	— 91
กากถั่วลิสง	7.0	1.5	1.5	0.5	0.5	1.5	กรด	
ขยะมูลฝอย	2.5	3.0	2.0					
กากถั่วเหลือง	7.0	1.5	2.5	0.5	0.5	0.5	กรด	+ 15
กากมะพร้าว	3–4	—	—					
ปุ๋ยเทศบาล (โรงงานปุ๋ยเทศบาลนครกรุงเทพ)								
ชนิดอ่อน	0.95	3.19	0.91					
ชนิดปานกลาง	1.34	2.44	1.12					
ชนิดแรง	1.48	2.96	1.15					

*ธาตุไนโทรเจนในปุ๋ยอินทรีย์นี้ไม่ละลายให้พืชใช้เป็นอาหารได้ทันทีจนกว่าจะเน่าเปื่อยผุพังสลายตัวเสียก่อนโดยจุลินทรีย์ในดิน

ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์

ปุ๋ยเคมีหรือปุ๋ยวิทยาศาสตร์ คือ ปุ๋ยที่มีธาตุไนโทรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโปแตสเซียม (K) อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือรวมกันพร้อม ๒ หรือ ๓ ธาตุอยู่ครบในปริมาณที่เข้มข้น ในขณะเดียวกันก็มีธาตุอาหารอื่น ๆ ประกอบอยู่ในปุ๋ยเคมีด้วย ธาตุอาหารพืชที่อยู่ในปุ๋ยเคมีนั้น อยู่ในรูปของสารประกอบอินทรีย์ (inorganic compound) ซึ่งมีคุณสมบัติละลายเป็นประโยชน์แก่พืชได้รวดเร็ว ส่วนปุ๋ยหมัก ปุ๋ยขยะมูลฝอย ปุ๋ยเทศบาล หรือปุ๋ยอินทรีย์อื่น ๆ ซึ่งมีธาตุอาหารพืชในรูปสารประกอบอินทรีย์ (organic compound) และมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำและไม่ได้ผ่านกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมเป็นล่ำเป็นสันนั้น ไม่นับเข้าอยู่ในประเภทปุ๋ยเคมี (Commercial Fertilizers)

วัตถุธรรมชาติซึ่งใช้ในการผลิตปุ๋ยเคมี

แหล่งสำคัญของวัตถุดิบตามธรรมชาติของธาตุไนโทรเจนซึ่งใช้ในการผลิตปุ๋ยเคมี คือบรรยากาศที่หุ้มห่อโลกอยู่ทุกวันนี้ ในอากาศที่ปกคลุมอยู่บนพื้นดินทุก ๆ หนึ่งไร่ จะมีธาตุไนโทรเจนอยู่ คิดเป็นน้ำหนักประมาณ ๑๒,๕๘๐ เมตริกตัน ซึ่งจะเห็นได้ว่าธรรมชาติได้ให้แหล่งของไนโทรเจนไว้มากมายเพียงไร แต่ธาตุไนโทรเจนที่อยู่ในอากาศนั้นอยู่ในลักษณะธาตุเป็นแก๊สโดดเดี่ยวซึ่งพืชไม่สามารถจะใช้เป็นประโยชน์ได้ เพราะธาตุไนโทรเจนในรูปที่พืชจะใช้ได้นั้นจำต้องอยู่ร่วมกับธาตุอื่น ๆ เป็นสารประกอบไนโทรเจนโดยการรวมตัวกับธาตุอื่นทางเคมีหรือทางชีวะเสียก่อน เมื่อวิทยาศาสตร์ได้เจริญก้าวหน้าขึ้น จนขณะนี้มีโรงงานอุตสาหกรรมมากมายที่มีประสิทธิภาพสูงในการสกัดเอาแก๊สไนโทรเจนจากอากาศมาใช้ทำปุ๋ยไนโทรเจนได้โดยไม่จำกัดจนอาจกล่าวได้ว่า อากาศคือวัตถุดิบสำคัญที่สุดที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยไนโทรเจนชนิดต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในขณะนี้

แหล่งสำคัญที่ใช้ในการผลิตปุ๋ยไนโทรเจนอีกแหล่งหนึ่ง คือ บ่อไนเทรทตามธรรมชาติซึ่งเกิดอยู่ในดิน ประเทศชิลีมีบ่อไนเทรทซึ่งขุดมาใช้เป็นปุ๋ยไนโทรเจนมากที่สุด

ในโลก ได้มีการขุดมาใช้เป็นปุ๋ยนานมาแล้ว แม้ขณะนี้ก็ยังไม่มีท่าทีว่าจะหมดไปได้ง่าย ๆ จากการคำนวณประมาณน้ำหนักธาตุในโทรเจนซึ่งมีอยู่ในบ่อไนเทรทที่ประเทศชิลีนั้น ปรากฏว่ามีธาตุไนโทรเจนอยู่ทั้งหมดไม่ต่ำกว่า ๑,๐๐๐ ล้านเมตริกตัน

วัตถุต่าง ๆ ซึ่งใช้ในการผลิตปุ๋ยฟอสเฟท คือ กระดูกสัตว์ แร่เหล็กต่าง ๆ หินฟอสเฟท (rock phosphate) สินแร่ฟอสฟอไรท์ (Phosphorite) และอปาไทท์ (Apatite) ในวัตถุดิบที่กล่าวมานี้ สำหรับกระดูกสัตว์นั้นนับวันจะไม่ใช่วัตถุสำคัญในการใช้ทำปุ๋ยฟอสเฟทอีกต่อไป เนื่องจากกระดูกสัตว์มีราคาแพงขึ้นทุกทีเพราะถูกใช้เป็นอาหารสัตว์มากขึ้น ประกอบกับได้มีการพบแหล่งหินฟอสเฟทใหม่ ๆ เพิ่มขึ้นอีกหลายแห่งในโลก ทำให้ได้วัตถุดิบซึ่งมีราคาถูกลง แต่กระนั้นในบางประเทศซึ่งไม่มีบ่อหินฟอสเฟทธรรมชาติ หรือไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมทำปุ๋ยเคมี ยังคงถือว่ากระดูกป่นเป็นวัตถุสำคัญในการใช้เป็นปุ๋ยฟอสเฟท สินแร่ฟอสเฟทซึ่งเป็นวัตถุพลอยได้หลังจากการถลุงแร่เหล็กซึ่งมีฟอสเฟทสูง ถือกันว่าเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตปุ๋ยฟอสเฟทในบางประเทศทางภาคพื้นยุโรป บ่อหินฟอสเฟทซึ่งเป็นแหล่งวัตถุดิบสำคัญในการผลิตปุ๋ยฟอสเฟท ซึ่งมีกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปในโลก เท่าที่ขุดพบแล้วนั้นประมาณว่ามีหินฟอสเฟทรวมกันแล้วกว่า ๕๐,๐๐๐ ล้านเมตริกตัน หรือหากคิดเป็นปริมาณของฟอสฟอริคแอซิค (P_2O_5) ที่มีอยู่ในฟอสเฟทนั้น ก็จะมีจำนวนเกินกว่า ๙,๗๐๐ ล้านตัน ประมาณ ๓๗ ٪ ของหินฟอสเฟททั้งหมดมีอยู่ในประเทศโมร็อคโค และ ๓๓ ٪ มีอยู่ในสหรัฐอเมริกา ส่วนที่เหลืออีก ๓๐ ٪ นั้น มีอยู่ในประเทศรัสเซีย ทูนิเซีย และแอลจีเรีย ฯลฯ สำหรับประเทศไทยยังไม่ปรากฏว่ามีบ่อหินฟอสเฟทอยู่ ณ ที่ใด

บ่อที่มีสินแร่โปแตสเซียมก็ปรากฏว่ามีอยู่หลายแห่ง ประเทศต่าง ๆ ที่ใช้สินแร่อลูไนท์ (Alunite) และลูไซท์ (Leucite) เป็นวัตถุดิบในการผลิตปุ๋ยโปแตสเซียมเป็นอุตสาหกรรม คือ ประเทศออสเตรเลีย อิตาลี ญี่ปุ่น และเกาหลี วัตถุต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมทำน้ำตาล หรืออุตสาหกรรมต้มกลั่นสุรา เช่น น้ำเหลืองจากอ้อยตลอดจนขี้เถ้าได้ถูกนำมาใช้ทำปุ๋ยโปแตสเซียมกันบ้างเหมือนกัน แต่ก็นับเป็นส่วนน้อย มีบางประเทศที่พยายามสกัดเกลือโปแตสเซียมจากน้ำทะเลเพื่อนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยโปแตช แต่วิธีการดังกล่าวยังไม่ปรากฏว่านำมาใช้ในอุตสาหกรรมปุ๋ยโปแตชในขณะนี้ แหล่งสินแร่โปแตสเซียมที่มีอยู่ทั้งหมดในโลกนี้ประมาณกันว่ามีอยู่ถึง ๓๖,๐๐๐ ล้านเมตริกตัน มากกว่า

ครึ่งหนึ่งของจำนวนทั้งหมดมีอยู่ในประเทศเยอรมัน นอกนั้นมีอยู่ในสหภาพโซเวียตเป็นส่วนใหญ่ ประเทศฝรั่งเศส เสปญ สหรัฐอเมริกา ก็มีบ่อสินแร่โปแตสเซียมหลายแห่งเหมือนกัน แต่ยังนับว่ามีปริมาณน้อยอยู่มาก ขณะนี้ได้มีการสำรวจและขุดหาแหล่งแร่นี้กันอย่างกว้างขวางในประเทศต่าง ๆ และปรากฏว่าได้พบบ่อสำคัญ ๆ เพิ่มขึ้นใหม่อีกหลายแห่ง

นอกจากแหล่งธาตุอาหารสำคัญของพืชทั้ง ๓ ธาตุดังได้กล่าวมาแล้ว ก็มีแหล่งสำคัญของธาตุแคลเซียมอยู่ทั่ว ๆ ไปในโลก ธาตุแคลเซียมที่พบส่วนใหญ่ อยู่ในรูปหินปูน ยิบซั่ม เปลือกหอย ส่วนแหล่งของธาตุแมกนีเซียม คือหินปูนโดโลไมท์ (Dolomitic Limestone) ซึ่งก็มีอยู่ทั่วไปในโลก

แหล่งของธาตุกำมะถันที่สำคัญ คือ แร่กำมะถัน (Sulphur) สินแร่ไพร์ท (Pyrites) และยิบซั่ม กรดกำมะถัน (Sulphuric Acid) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีความสำคัญมากในการใช้เป็นวัตถุดิบ ในการผลิตปุ๋ยวิทยาศาสตร์ก็ทำมาจากแร่กำมะถัน

สำหรับวัตถุที่ให้ธาตุอาหารประเภทใช้น้อย เช่น ทองแดง, เหล็ก, แมงกานิส, โมลิบดินั่ม และสังกะสีนั้น ได้มาจากผลิตผลพลอยได้ในอุตสาหกรรมถลุงโลหะต่าง ๆ

ปกติวัตถุดิบหรือสินแร่ต่าง ๆ ที่มีธาตุอาหารพืช ดังได้กล่าวมาแล้ว ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นปุ๋ยวิทยาศาสตร์ได้นั้น จะต้องผ่านขบวนการทางเคมีหรือฟิสิกส์ทางใดทางหนึ่งเสียก่อน เพื่อเปลี่ยนรูปสารประกอบทางเคมีของปุ๋ยให้มีคุณภาพละลายดียิ่งขึ้น หรือนำมาบดให้มีความละเอียดและทำให้บริสุทธิ์ดียิ่งขึ้นเสียก่อน เช่นแก๊สไนโตรเจนจากอากาศก็ต้องถูกนำมารวมกับธาตุอื่น ๆ ให้เกิดเป็นสารประกอบของไนโตรเจนในรูปที่เหมาะสมต่อไป หรือหินฟอสเฟทซึ่งไม่ละลายน้ำก็ถูกนำมาเปลี่ยนแปลงทางเคมี โดยผสมกับกรดกำมะถันให้กลายเป็นปุ๋ยฟอสเฟทที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้มาก เช่นปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท

ปริมาณธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ย

การกำหนดราคาของปุ๋ยเคมี ซึ่งจำหน่ายกันอยู่ทั่วไปในโลกขณะนี้ กำหนดหรือตั้งตามปริมาณของธาตุอาหารในปุ๋ย ประกอบกับคุณภาพของธาตุอาหารนั้น ๆ ที่จะละลายออกเป็นประโยชน์แก่พืช ปริมาณและคุณภาพของปุ๋ยแต่ละชนิดดังกล่าวถือเอาผลการตรวจ

วิเคราะห์เพื่อหาส่วนประกอบทางเคมีของปุ๋ยนั้น ๆ ส่วนประกอบที่ถือเป็นหลักในการวิเคราะห์นี้ คือ ปริมาณธาตุไนโทรเจน ฟอสฟอรัส หรือโปแตสเซียมที่มีอยู่ในวัตถุปุ๋ย การวิเคราะห์ปุ๋ยในประเทศต่าง ๆ แทบทุกประเทศกระทำเป็นทางการ โดยมีกฎหมายของรัฐ ๆ ควบคุมอยู่ ผลของการวิเคราะห์ปุ๋ยที่ได้มักจะแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของธาตุไนโทรเจน (N) ฟอสฟอรัสแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของฟอสฟอรัสเพ็นท็อกไซด์หรือกรดฟอสฟอริก (P_2O_5) ส่วนโปแตสเซียมก็แสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ของโปแตซเซียมออกไซด์ (K_2O)

ปุ๋ยเคมีประเภทที่ให้ธาตุไนโทรเจน (N) หรือเรียกง่าย ๆ ว่าปุ๋ยไนโทรเจนนั้น แทบทุกชนิดมีคุณภาพละลายน้ำได้ดี ราคาของปุ๋ยไนโทรเจนจึงมักแตกต่างกันไปตามเปอร์เซ็นต์หรือน้ำหนักไนโทรเจนที่ปุ๋ยแต่ละชนิดมีอยู่ ดังนั้นเมื่อคิดเปรียบเทียบต่อน้ำหนักของปุ๋ยจำนวน ๑ กิโลกรัมเท่า ๆ กันแล้ว ปุ๋ยไนโทรเจนชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโทรเจนอยู่ต่ำย่อมมีราคาถูกกว่าปุ๋ยชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์ไนโทรเจนสูงเสมอ

ปุ๋ยฟอสเฟทชนิดต่าง ๆ มีคุณภาพในการ ละลายเพื่อให้ธาตุ ฟอสฟอรัสแก่พืชได้มากน้อยต่างกัน แม้ว่าอาจมีเปอร์เซ็นต์กรดฟอสฟอริก (P_2O_5) อยู่เท่า ๆ กัน ดังนั้น ราคาของปุ๋ย ฟอสเฟท จึงไม่ใช่ขึ้น อยู่เพียง เปอร์เซ็นต์ของ ธาตุอาหารพืชที่มีในปุ๋ย ดังเช่นปุ๋ยไนโทรเจนเท่านั้น หากยังขึ้นอยู่กับคุณภาพการละลายของปุ๋ยเพื่อให้ธาตุฟอสฟอรัสแก่พืชด้วย โดยถือเอาเปอร์เซ็นต์ของกรดฟอสฟอริก (P_2O_5) ในปุ๋ย ซึ่งสามารถจะละลายได้ในน้ำยาแอมโมเนียมซิเทรท (Ammonium Citrate) หรือในกรดซิตริก (Citric Acid) ซึ่งมีความเข้มข้น ๒ % เป็นเปอร์เซ็นต์ของกรดฟอสฟอริกที่จะให้ประโยชน์แก่พืชได้ (Available Phosphorus) เป็นเกณฑ์ ดังนั้นปุ๋ยหินฟอสเฟท (rock phosphate) ซึ่งแม้จะมีเปอร์เซ็นต์ทั้งหมดของกรดฟอสฟอริก (P_2O_5) อยู่มากถึง ๓๐ % ก็ตาม แต่เนื่องจากมีเพียง ๒—๓ เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่ละลายได้ในแอมโมเนียมซิเทรท จึงมีราคาถูกกว่าปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท (Superphosphate) ซึ่งแม้จะมีเปอร์เซ็นต์กรดฟอสฟอริก (P_2O_5) อยู่เพียง ๒๐ % ก็จริง แต่ก็สามารถละลายได้ทั้งหมดในแอมโมเนียมซิเทรท

การแบ่งจำแนกประเภทปุ๋ยเคมี

การแบ่งประเภทของปุ๋ยเคมีอาจทำได้หลายทาง โดยถือลักษณะที่มาของปุ๋ย ส่วนประกอบทางเคมีและการใช้ประโยชน์จากปุ๋ย ปุ๋ยบางอย่างอาจจะถูกจำแนกออกเป็น

ประเภทได้มากกว่า ๑ ประเภท เช่น ปุ๋ยโปแตสเซียมไนเทรท ซึ่งนับเป็นปุ๋ยประเภทที่ให้ไนโทรเจนและประเภทที่ให้ธาตุโปแตสเซียมพร้อม ๆ กันไป ในบางประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา นิยมใช้ปุ๋ยรวม (Complete fertilizers) ซึ่งมีธาตุไนโทรเจน ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมรวมกันอยู่ครบในปุ๋ยเดียว ซึ่งต่างกว่าปุ๋ยเดี่ยว (Straight Fertilizers) ซึ่งให้ธาตุใดธาตุหนึ่งโดยเฉพาะ ปุ๋ยเดี่ยวยังอาจจำแนกออกได้ตามความเข้มข้นหรือเปอร์เซ็นต์ของธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยเดี่ยวนั้น ๆ ประเทศในทวีปยุโรปและเอเชียส่วนมากรวมทั้งประเทศไทยมักนิยมใช้ปุ๋ยเดี่ยวที่ให้ธาตุต่าง ๆ มาผสมรวมกันเป็นปุ๋ยผสม (Mixture) เพื่อให้ธาตุอาหารหลายชนิดแก่พืชพร้อมกัน ตามความเหมาะสมของดินแต่ละแห่ง

นอกจากจะมีการแบ่งประเภทปุ๋ยตามชนิดของธาตุอาหารที่ปุ๋ยนั้น ๆ ให้แล้ว ยังมีการแบ่งประเภทของปุ๋ยเคมีออกไปตามปฏิกริยาความเป็นกรดหรือด่าง ซึ่งปุ๋ยชนิดต่าง ๆ จะทิ้งไว้ในดินหลังจากใส่ลงไปในดินแล้ว การแบ่งตามปฏิกริยาของปุ๋ยดังกล่าว แบ่งออกได้เป็น ๓ ประเภท คือ ปุ๋ยที่ทิ้งความเป็นกรดไว้ในดิน ปุ๋ยที่มีปฏิกริยาเป็นกลาง (ไม่ทิ้งทั้งความเป็นกรดหรือด่าง) และปุ๋ยที่ทิ้งปฏิกริยาความเป็นด่างไว้ในดิน การทราบถึงปฏิกริยาของปุ๋ยมีประโยชน์มากในการพิจารณาถึงความเหมาะสมของชนิดของปุ๋ยที่จะใช้สำหรับดินแต่ละแห่ง เพราะการใช้ปุ๋ยบางชนิดที่ทิ้งปฏิกริยาความเป็นกรดไว้ในดินติดต่อกันไปเป็นเวลานาน ความเป็นกรดที่ตกค้างอยู่จะถูกสะสมเพิ่มขึ้นทีละน้อย ๆ จนอาจมากพอที่จะทำให้ผลผลิตของพืชในที่นั้นลดลงไปได้ ยิ่งดินนั้นมีปฏิกริยาเป็นกรดและมีลักษณะเป็นดินทรายอยู่แล้ว ความเป็นกรดตลอดจนความเสียหายของพืชเนื่องจากความเป็นกรดในดินสูงจะปรากฏเร็วขึ้น ส่วนประกอบในปุ๋ยซึ่งเป็นตัวที่ทิ้งความเป็นกรดไว้ในดินส่วนมากคือสารประกอบพวกแอมโมเนียม เช่นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท ส่วนปุ๋ยที่ทิ้งความเป็นด่างไว้ในดินก็มี เช่น ปุ๋ยโซเดียมไนเทรท แคลเซียมไนเทรท และแคลเซียมไซยานาไมด์ วิธีป้องกันการสะสมความเป็นกรดในดินเนื่องจากการใช้ปุ๋ยที่ทิ้งความเป็นกรดเป็นระยะติดต่อกันนาน ๆ ทำได้ง่ายโดยนาน ๆ ครั้งควรจะใส่ปูนเสียที่เพื่อฆ่าฤทธิ์กรดที่สะสมอยู่ในดินนั้น การใช้ปุ๋ยที่ทิ้งปฏิกริยาความเป็นด่างอยู่ในดินโดยทั่ว ๆ ไปมักไม่ค่อยเกิดปัญหาที่เป็นผลไม่สู้ดีแก่พืช นอกจากในดินบางแห่งซึ่งเป็นดินเหนียวหรือดินที่เป็นด่างอยู่แล้ว ซึ่งปุ๋ยที่ทิ้งความเป็นด่างนี้จะไปเพิ่มพูนธาตุโซเดียมให้สะสมอยู่ในดินมากขึ้นจนอาจเป็นผลร้ายต่อพืชที่ปลูกได้เหมือนกัน

คุณสมบัติและลักษณะประจำของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ เช่นการดูดความชื้นของเมล็ดปุ๋ย ขนาดและสัณฐานของเมล็ด ฯ ล ฯ มีความสำคัญมากในการพิจารณาเกี่ยวกับคุณภาพของปุ๋ยแต่ละชนิด ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติดูดความชื้นจากอากาศได้สูงจะทำให้ปุ๋ยแฉะและเสียลักษณะสัณฐานของเมล็ดได้ง่ายเพราะปุ๋ยอาจจะจับตัวแข็งเป็นก้อนจนไม่สามารถจะใช้หว่านอย่างสม่ำเสมอได้ บางครั้งบางคราวการผสมปุ๋ยเดี่ยว ๒ หรือ ๓ ชนิดรวมกันเพื่อใช้เป็นปุ๋ยผสมอาจเป็นเหตุทำให้ปุ๋ยต่าง ๆ ทำปฏิกริยา ต่อกันจน ทำให้ปุ๋ยผสมที่ได้เหนียวแฉะ หรือแข็งเป็นก้อนได้ง่าย คุณภาพที่ดีของปุ๋ยที่มีลักษณะเป็นเมล็ดก็คือ เมล็ดปุ๋ยควรมีขนาดสม่ำเสมอกัน มีสัณฐานกลมและบรรจุอยู่ในถุงหรือกระสอบซึ่งกันความชื้นได้ดี ตามปกติความเข้มข้นของธาตุอาหารในปุ๋ยหรือเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชที่สำคัญ ๆ ในปุ๋ย หรือที่เราเรียกกันว่าเกรดปุ๋ย (Grade) นั้นจะปรากฏให้เห็นบนถุงปุ๋ยเคมีทุกชนิดเสมอ โดยมีตัวเลขแสดงเกรดปุ๋ยซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ของธาตุไนโตรเจน (N) กรดฟอสฟอริก (P_2O_5) และโปแตส (K_2O) ตามลำดับ ส่วนตัวเลขแสดงปริมาณธาตุอื่น ๆ ที่ผสมอยู่ในปุ๋ยด้วยนั้นตามปกติมักจะไม่แสดงให้ปรากฏบนถุงปุ๋ย ตัวอย่างเช่น ปุ๋ยซึ่งมีเลขแสดงเกรดปุ๋ยไว้ว่า ๕—๑๐—๕ จะแสดงให้ผู้ใช้รู้ได้ทันทีว่าปุ๋ยรวมนั้นมีไนโตรเจน (Total N) อยู่ ๕ เปอร์เซ็นต์ มีกรดฟอสฟอริกที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ (Available P_2O_5) ๑๐ เปอร์เซ็นต์ และมีโปแตส (K_2O) อยู่ ๕ เปอร์เซ็นต์ ปุ๋ยที่มีเกรด ๕—๑๐—๕ นั้นจะเป็นปุ๋ยที่มีอัตราส่วนผสมระหว่างธาตุต่าง ๆ ทั้ง ๓ ธาตุ หรือที่นิยมเรียกกันว่ามีเรโช (Ratios) ๑ : ๒ : ๑ ปุ๋ยที่มีเกรดสูงขึ้นไปอีก เช่น เกรด ๘—๑๖—๘ หรือ ๑๐—๒๐—๑๐ ก็ยังคงถือว่าปุ๋ยเหล่านั้นมีเรโช ๑ : ๒ : ๑ เหมือนกัน แม้จะมีธาตุทั้ง ๓ ธาตุรวมกันแล้วสูงต่ำกว่ากัน คือ ๓๒ เปอร์เซ็นต์ และ ๔๐ เปอร์เซ็นต์ อยู่ในปุ๋ย ๒ ชนิดหลังที่กล่าวตามลำดับ ในกรณีที่ปุ๋ยรวมมีธาตุอาหารเพียง ๒ ชนิด เช่น มีฟอสเฟท และโปแตส มีไนโตรเจน และโปแตส หรือมีไนโตรเจนกับฟอสเฟท ก็มักนิยมเขียนเกรดไว้ตามลำดับ เช่น ๐—๑๖—๑๖, ๑๔—๐—๑๔ หรือ ๑๖—๒๐—๐ สำหรับปุ๋ยเดี่ยวซึ่งให้ธาตุอาหารพืชอย่างเดียวก็ใช้ตัวเลขแสดงเปอร์เซ็นต์ของธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยนั้นแสดงไว้เลย เช่นปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท (20 % P_2O_5) ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20 % N) หรือปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ (60 % K_2O) ฯ ล ฯ

กฎหมายควบคุมคุณภาพของปุ๋ย

เพื่อประโยชน์ในการป้องกันทั้งผลประโยชน์ของผู้ที่ซื้อปุ๋ยไปใช้ให้ได้ปุ๋ยซึ่งมีคุณภาพแน่นอนตามต้องการและเพื่อชื่อเสียงของผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายปุ๋ยที่มีคุณภาพเชื่อถือได้ตามความเป็นจริง ประเทศต่าง ๆ แทบทุกประเทศจึงได้มีกฎหมายควบคุมเกี่ยวกับการผลิตและจำหน่ายปุ๋ยเคมีตามความเหมาะสมของแต่ละประเทศ โดยหลักใหญ่ ๆ แล้ว กฎหมายดังกล่าวมีข้อบังคับสำคัญ ๆ คือ ปุ๋ยเคมีที่ผลิตได้ทุกชนิดทุกยี่ห้อ จะต้องนำไปจดทะเบียนไว้กับทางการ เพื่อ ให้ทาง การ ตรวจวิเคราะห์รับรองคุณภาพและปริมาณธาตุอาหารที่แน่นอนในปุ๋ยเสียก่อนที่จะนำออกจำหน่ายได้ กฎหมายยังกำหนดให้ปุ๋ยทุกชนิดที่บรรจุอยู่ในกระสอบก็ดี หรือในภาชนะอื่นใดต้องมีป้ายบอกชื่อปุ๋ยและเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชในปุ๋ยกำกับไว้ให้เห็นได้ชัดเจน ในการควบคุมเพื่อทราบปริมาณของปุ๋ยทุกระยะและเพื่อการชำระค่าธรรมเนียมแก่ทางการ สำหรับการตรวจรับรองคุณภาพปุ๋ย ฯ ล ฯ ก็ได้กำหนดให้ผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายปุ๋ยแจ้งให้เจ้าหน้าที่ผู้ควบคุมทราบถึงปริมาณปุ๋ยต่าง ๆ ที่นำออกจำหน่ายเป็นครั้งคราวไป ตามระยะเวลาที่เหมาะสม การดำเนินงานเกี่ยวกับการตรวจ เช่น การสุ่มเก็บตัวอย่างปุ๋ยเพื่อทำการวิเคราะห์ตลอดจนการพิมพ์รายงานผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพปุ๋ย ฯ ล ฯ กระทำโดยเจ้าหน้าที่ของรัฐบาล วิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวตลอดจนวิธีการวิเคราะห์ปุ๋ยจะต้องมีการกำหนดไว้ให้ทราบโดยละเอียดเพื่อใช้ปฏิบัติเป็นมาตรฐานเดียวกัน กฎหมายดังกล่าวจะมีบทลงโทษในความผิดต่าง ๆ กันสำหรับผู้ฝ่าฝืน ในบางประเทศนอกจากจะกำหนดให้มีการแสดงปริมาณธาตุอาหารสำคัญ ๆ ในปุ๋ยเช่นปกติแล้ว กฎหมายยังบังคับให้แจ้งโดยละเอียดถึงปริมาณธาตุอื่น ๆ ที่มีอยู่ในปุ๋ย ตลอดจนลักษณะปฏิกริยาความเป็นกรดหรือด่างของปุ๋ยที่จะเหลือทิ้งไว้ในดินด้วย.

ตารางที่ ๔. แสดงชนิดปุ๋ยประเภทต่าง ๆ และเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชสำคัญ ๆ ที่ประกอบอยู่ในปุ๋ยวิทยาศาสตร์บางชนิด

ชนิดของปุ๋ยเคมี	— เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชสำคัญ ๆ ที่ประกอบอยู่ในปุ๋ย —						Hygroscopicity No. ที่ 30° C*1	ปฏิกริยาที่ปุ๋ยทิ้งไว้ในดิน*2	ความเป็นกรด (–) และด่าง (+) ของปุ๋ยหนัก ๑ ตัน*3
	ไนโทรเจน N	ฟอสฟอรัส P_2O_5	โปแตส K_2O	แคลเซียม CaO	แมกนีเซียม MgO	ซัลเฟท SO_4			
ประเภทปุ๋ยเดี่ยว (Straight Fertilizers)									
ก. ปุ๋ยเดี่ยวที่ให้ธาตุไนโทรเจน (Nitrogenous Fertilizers)									
Anhydrous ammonia.....	82	—	—	—	—	—	22.8	กรด	–1,345
Aqua ammonia.....	25	—	—	—	—	—	40.6	กรด	–409
Ammonium chloride..	24	—	—	—	—	—		กรด	
Ammonium nitrate.....	35	—	—	—	—	—		กรด	–545
Ammonium nitrate-limestone mixture.....	20.5	—	—	10–20	0–7.5	—		กลาง	0
Ammonium sulphate.....	20-21	—	—	—	—	59	20.8	กรด	–1,000
Ammonium sulphate nitrate.....	26	—	—	—	—	38		กรด	
Calurea.....	34	—	—	13	—	—		กรด	

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

ชนิดของปุ๋ยเคมี	— เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชสำคัญ ๆ ที่ประกอบอยู่ในปุ๋ย —						Hygroscopicity No. ที่ 30° C *1	ปฏิกิริยาที่ปุ๋ยทิ้งไว้ในดิน *2	ความเป็นกรด (–) และด่าง (+) ของปุ๋ยหนัก ๑ ตัน *3
	ไนโทรเจน N	ฟอสฟอรัส P_2O_5	โปแตช K_2O	แคลเซียม CaO	แมกนีเซียม MgO	ซัลเฟท SO_4			
Calcium cyanamide.....	21	—	—	54	—	0.5		ด่าง	+566
Calcium nitrate.....	15	—	—	27	2.5	—	53.3	ด่าง	+145
Crude-nitrogen solution....	44	—	—	—	—	—		กรด	
Sodium nitrate.....	16	—	—	—	—	—	27.6	ด่าง	+585
Urea.....	42–46	—	—	—	—	—	27.5	กรด	–682
Urea-ammonia solution...	33–45	—	—	—	—	—		กรด	
Urea-formaldehyde compound.....	38	—	—	—	—	—		กรด	
Uramon.....	42	—	—	—	—	—		กรด	
ข. ปุ๋ยเดี่ยวที่ให้ธาตุฟอสฟอรัส (Phosphate Fertilizers)									
Basic slag.....	—	8–16	—	45	5	0.5		ด่าง	
Calcium metaphosphate...	—	62–64	—	20	0.4	3.8		กลาง	0
Fused magnesium phos-									

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

ชนิดของปุ๋ยเคมี	— เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชสำคัญ ๆ ที่ประกอบอยู่ในปุ๋ย —						Hygroscopicity No. ที่ 30° C *1	ปฏิกริยาที่ปุ๋ยทิ้งไว้ในดิน *2	ความเป็นกรด (–) และด่าง (+) ของปุ๋ยหนัก ๑ ตัน *3
	ไนโทรเจน N	ฟอสฟอรัส P_2O_5	โปแตส K_2O	แคลเซียม CaO	แมกนิเซียม MgO	ซัลเฟท SO_4			
phate.....	—	19	—		18				
Liquid phosphoric acid...	—	55	—	—	—	3.5		กรด	
Monocalcium phosphate...	—	50							
Dicalcium phosphate.....	—	37	—	32	—	2		ด่าง	
Rock phosphate.....	—	32–36	0.1	48.8	0.2	0.1		ด่าง	+91
Superphosphate, ordinary	—	20	—	25	0.5	29		กลาง	0
Superphosphate, double...	—	45	—	20	0.5	3		กลาง	0
ค. ปุ๋ยเดี่ยวที่ให้ธาตุโปแตสเซียม (Potassic Fertilizers)									
Carbonate of potash.....	—	—	65	—	—	0.5		ด่าง	
Carbonate of potash magnesia.....	—	—	20	1.0	20	0.5		ด่าง	
Kainit.....	—	—	14–20	—	—	—			
Potassium chloride-									

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

ชนิดของปุ๋ยเคมี	— เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชสำคัญ ๆ ที่ประกอบอยู่ในปุ๋ย —						Hygroscopicity No. ที่ 30°C *1	ปฏิกริยาที่ปุ๋ยทิ้งไว้ในดิน *2	ความเป็นกรด (–) และด่าง (+) ของปุ๋ยหนัก ๑ ตัน *3
	ไนโทรเจน N	ฟอสฟอรัส P_2O_5	โปแตช K_2O	แคลเซียม CaO	แมกนิเซียม MgO	ซัลเฟท SO_4			
(muriate of potash)	—	—	50–62	0–3.0	0–3.0	0–7.0	16	กลาง	0
Potassium sulphate..... ...	—	—	48–52	0–2.5	0–2.0	39–48	3.7	กลาง	0
Sulphate of potash-magnesia.....	—	—	21–30	0–6.5		6–19.5		กลาง	0
ประเภทปุ๋ยรวม (Compound Fertilizers)									
ก. ปุ๋ยรวมที่ให้ธาตุไนโทรเจนและฟอสฟอรัส (Nitrogen-Phosphorus Fertilizers)									
Ammophos A	11	48	—	1.5	0.5	6.0		กรด	–590
Ammophos B	16	20	—	0.5	—	38.5		กรด	–1,027
Potassium metaphosphate	—	55	38	0.5	—	—		กลาง	0

ตารางที่ ๔ (ต่อ)

ชนิดของปุ๋ยเคมี	— เปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชสำคัญ ๆ ที่ประกอบอยู่ในปุ๋ย —						Hygroscopicity No. ที่ 30° C *1	ปฏิกริยาที่ปุ๋ยทิ้งไว้ในดิน *2	ความเป็นกรด (–) และด่าง (+) ของปุ๋ยหนัก ๑ ตัน *3
	ไนโตรเจน N	ฟอสฟอรัส P_2O_5	โปแตช K_2O	แคลเซียม CaO	แมกนิเซียม MgO	ซัลเฟท SO_4			
ข. ปุ๋ยรวมที่ให้ธาตุไนโตรเจน, ฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม (Nitrogen-Phosphorus-Potassium Fertilizers)									
Ammonium potassium phosphate	5.5	54	18.5	—	—	—		กรด	
Ammo-phos-Ko	12	24	12					กรด	
Nitric phosphate.....	14	14	14					กรด	
	— และยังมีอีกหลาย grade —								
Nitro phoska.....	13	13	21	9.0	1.5	3.0		กรด	
	— และยังมีอีกหลาย grade —								

*1 Hygroscopicity number
คือตัวเลขที่ใช้เปรียบเทียบคุณสมบัติในการดูดความชื้นจากอากาศของเม็ดปุ๋ย ปุ๋ยที่มีตัวเลข hygroscopicity number สูงแสดงว่าปุ๋ยนั้นดูดความชื้นจากจากอากาศได้สูงกว่าปุ๋ยที่มี hygroscopicity number ต่ำ

*2 ผลที่เกิดจากการใส่ปุ๋ยในดิน (Residual Effect upon Soil)

*3 เครื่องหมาย (–) หมายถึงจำนวนหินปูนแคลเซียมคาบอเนท ที่จะใส่แก้ความเป็นกรดในดินอันเกิดจากการใส่ปุ๋ยหนัก ๑ ตัน
(+) หมายถึงความเป็นด่างในดิน ซึ่งเกิดจากการใส่ปุ๋ยหนัก ๑ ตัน (คิดเทียบเท่ากับจำนวนปูนขาวคิดเป็นกิโลกรัม)

หมายเหตุ ช่องที่ว่างไว้ในตารางเป็นช่องที่ยังไม่มีตัวเลขมาแสดง

ปุ๋ยเดี่ยวที่ให้ธาตุอาหารชนิดเดี่ยว (Straight Fertilizer)

ปุ๋ยประเภทไนโทรเจน (Nitrogenous Fertilizers)

ปุ๋ยไนโทรเจน ชนิดที่มีลักษณะเป็นเมล็ด หรือเป็นเกล็ดแข็งที่สำคัญ ๆ มีปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท แอมโมเนียมไนเทรท โซเดียมไนเทรท แคลเซียมไนเทรท และยูเรีย ปุ๋ยเหล่านี้อาจใช้ใส่โดยตรงเดี่ยว ๆ หรือนำไปผสมกับปุ๋ยอื่น ๆ เช่น ปุ๋ยฟอสเฟท หรือโปแตส เพื่อใช้เป็นปุ๋ยผสมได้ สำหรับปุ๋ยแอมโมเนียมไนเทรท และปุ๋ยโซเดียมไนเทรท ไม่นิยมใช้ผสมร่วมกับปุ๋ยอื่น เพราะเป็นปุ๋ยซึ่งดูดความชื้นสูงส่วนมากคงใช้เป็นปุ๋ยแต่งหน้า ส่วนปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท ซึ่งมีสภาพสมบัติดีกว่าปุ๋ยทั้ง ๒ ชนิดที่กล่าวมาแล้วนั้น นิยมใช้ผสมรวมกับปุ๋ยอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นปุ๋ยผสม

ปุ๋ยไนโทรเจนที่อยู่ในสภาพเป็นแก๊ส เช่นปุ๋ยแอนไฮดรัสแอมโมเนีย (Anhydrous Ammonia) หรือ แอกควัสแอมโมเนีย (Aqueous Ammonia) ซึ่งอยู่ในสภาพเป็นน้ำ นิยมใช้กันมากในสหรัฐอเมริกาเพราะเป็นปุ๋ยมีความเข้มข้นของธาตุไนโทรเจนสูงถึง ๘๒ % และมีราคาต่ำกว่าปุ๋ยไนโทรเจนอื่น ๆ เมื่อคิดเทียบต่อหน่วยน้ำหนักธาตุไนโทรเจนในปุ๋ย แต่เนื่องจากการใส่ปุ๋ยไนโทรเจนชนิดเป็นแก๊สนี้ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ซึ่งมีความดันสูงสำหรับฉีดปุ๋ยนี้ลงไปใต้ผิวดินและต้องบรรจุปุ๋ยในถังเหล็กพิเศษ ดังนั้นในประเทศต่าง ๆ ซึ่งส่วนมากยังขาดเครื่องมือเครื่องใช้และความสดวกในบริการส่งปุ๋ยชนิดนี้จึงยังไม่ปรากฏว่าปุ๋ยแอนไฮดรัสแอมโมเนียเป็นที่นิยมใช้กันเหมือนในสหรัฐอเมริกา นอกจากใช้สำหรับเป็นปุ๋ยไนโทรเจนโดยตรงแล้ว แอนไฮดรัสแอมโมเนียยังถูกนำไปใช้มากในอุตสาหกรรมทำปุ๋ยแอมโมฟอส โดยนำไปผสมกับปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท

ปุ๋ยไนโทรเจนสำหรับใช้ใส่ในนาข้าว ซึ่งปรากฏว่านิยมใช้กันมากทั่วไปในโลก คือปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท และยูเรีย ในประเทศญี่ปุ่นและอินเดียปรากฏว่าปุ๋ยแอมโมเนียมคลอไรด์กำลังเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายยิ่งขึ้น ในการใช้ปุ๋ยแคลเซียมไซยานาไมด์เป็นจำนวนมาก ๆ นอกจากจะให้ประโยชน์ในแง่เป็นปุ๋ยไนโทรเจนแล้วยังให้ผลทางอ้อมในการช่วยกำจัดวัชพืช แมลง และฆ่าเชื้อโรคในดินได้หลายชนิด นอกจากนี้ปุ๋ยแคลเซียมไซยานาไมด์ยังถูกนำไปใช้ในการฉีดใบผ้ายเพื่อช่วยเร่งให้ใบร่วงเร็วขึ้น ทำให้สะดวกในการเก็บปุย

ผ้าย ปุ๋ยยูเรียเป็นปุ๋ยไนโทรเจนที่นิยมใช้กันแพร่หลายมากแม้แต่ในสหรัฐอเมริกา เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโทรเจนอยู่สูงประมาณ ๔๒–๔๖% นอกจากใช้ปุ๋ยยูเรียใส่ในดินเป็นปุ๋ยไนโทรเจนโดยตรงแล้ว ยังนิยมใช้ปุ๋ยนี้ผสมละลายน้ำฉีดเข้าทางใบเพื่อแก้ไขความขาดแคลนธาตุไนโทรเจนในสวนผลไม้ต่าง ๆ เช่น แอปเปิล ส้ม และสับรส ฯ ล ฯ นอกจากนี้ยังมีการใช้ปุ๋ยยูเรียผสมในอาหารสัตว์เพื่อเป็นการเพิ่มโปรตีนส์อีกทางหนึ่งด้วย

ปุ๋ยไนโทรเจนทุกชนิดต่างก็มีประโยชน์ในการให้ธาตุไนโทรเจนแก่พืชได้ดีด้วยกันทั้งนั้น ส่วนปัญหาที่ว่าปุ๋ยชนิดใดจะมีประสิทธิภาพดีกว่ากันนั้น ย่อมยากที่จะกล่าวให้ชัดเจนลงไปได้ เพราะขึ้นอยู่กับสภาพที่แตกต่างกันของดินที่จะใส่ปุ๋ยและชนิดของพืช การเตรียมดิน วิธีปลูกพืชตลอดจนวิธีการใส่ปุ๋ยและระยะเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ย การที่จะทราบให้แน่นอนได้ว่า ปุ๋ยชนิดใดดี และเหมาะสมกว่า ปุ๋ยชนิดอื่น ก็ต้องอาศัย การทดลองใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ เปรียบเทียบกัน เพื่อหาผลแตกต่างตามความเป็นจริงสำหรับที่แต่ละแห่ง ๆ ไปเท่านั้น

ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเทรท หรือปุ๋ยไนเทรทอื่น ๆ หากใช้โดยขาดความระมัดระวังก็อาจทำให้เกิดอุบัติเหตุไฟลุกหรือเกิดระเบิดเป็นอันตรายได้ โดยปกติแล้วปุ๋ยไนโทรเจนแทบทุกชนิดมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ง่ายและรวดเร็ว การเก็บรักษาปุ๋ยไนโทรเจนจึงต้องระมัดระวังอย่าให้กระทบต่อความชื้นและอุณหภูมิสูง เพราะจะทำให้ปุ๋ยเปียกชื้นแล้วรวมกันเป็นก้อนแข็ง เมื่อแห้งจะทำให้ปุ๋ยสูญเสียคุณภาพทางสกายสมบัติไป ปุ๋ยไนโทรเจนชนิดที่มีคุณสมบัติดูดความชื้นจากอากาศได้มากเท่าใด (Hygroscopicity) ก็ยิ่งมีโอกาสชื้นและแข็งจับกันเป็นก้อนได้ง่ายขึ้นเท่านั้น จึงจำเป็นต้องเก็บรักษาเป็นพิเศษอย่าปล่อยให้ถูกความชื้นได้

ปุ๋ยประเภทฟอสเฟท (Phosphatic Fertilizers)

ปุ๋ยฟอสเฟทที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายที่สุด ทั้งในด้านการใส่เป็นปุ๋ยฟอสเฟทโดยตรงและในการนำไปทำปุ๋ยผสมหรือปุ๋ยรวม คือ ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทชนิดธรรมดาซึ่งมีเปอร์เซนต์กรดฟอสฟอริก (P_2O_5) ประมาณ ๒๐ % (Ordinary Superphosphate ๒๐ %

P_2O_5) ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทชนิดที่มีความเข้มข้นของกรดฟอริก (P_2O_5) สูงกว่าปุ๋ยฟอสเฟทชนิดธรรมดา ๒ เท่ากว่า ซึ่งทำได้โดยลดส่วนประกอบของธาตุกำมะถันในปุ๋ยนี้ลงไปเพื่อเพิ่มกรดฟอริกให้สูงขึ้นแทน ซึ่งเรียกว่าปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟท (Double Superphosphate, 49 ٪ P_2O_5) กำลังเป็นปุ๋ยฟอสเฟท ซึ่งนิยมใช้กันแพร่หลายยิ่งขึ้นในขณะนี้ เนื่องจากมีเปอร์เซ็นต์กรดฟอสฟอริกสูง จึงช่วยลดค่าขนส่งปุ๋ยลงไปได้มาก แม้ว่าต้นทุนในการผลิตปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ ฟอสเฟทนี้จะสูง เมื่อเปรียบเทียบกันต่อหน่วยน้ำหนักกรดฟอสฟอริกที่มีอยู่กับปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทชนิดธรรมดาแล้ว ปรากฏว่าปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟทแพงกว่าเล็กน้อย

ปุ๋ยเบสิกสแล็ก (Basic Slag) ซึ่งเป็นปุ๋ยฟอสเฟสชนิดหนึ่งซึ่งผลิตได้จากวัตถุอันเป็นผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมถลุงเหล็กก็เป็นปุ๋ยที่ใช้กันมากในบางประเทศ เนื่องจากปุ๋ยนี้มีคุณสมบัติเป็นด่างเพราะมีส่วนประกอบของปูนสูง และมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ยากเช่นเดียวกับหินฟอสเฟท ดังนั้นประสิทธิภาพในการละลายของปุ๋ยชนิดนี้จะดีขึ้นเมื่อใช้กับดินที่มีปฏิกริยาเป็นกรด ในประเทศเยอรมันนิยมใช้ปุ๋ยเบสิกสแล็กสำหรับใส่ในทุ่งหญ้ากันมาก เพราะถือว่าปุ๋ยฟอสเฟทชนิดนี้มีธาตุอาหารประเภทไข่น้อยและปูน ประกอบอยู่ในปริมาณ ที่สูงกว่าในปุ๋ยฟอสเฟทชนิดอื่น ๆ จึงอาจให้ประโยชน์ดีกว่าเมื่อใส่ในดินที่ขาดแคลนธาตุอื่น ๆ ด้วย

ปุ๋ยหินฟอสเฟท (Rock Phosphate) ซึ่งเป็นปุ๋ยที่ได้จากนำหินฟอสเฟทที่ขุดได้ตามธรรมชาติมาบดแล้วใช้กับพืชโดยตรง โดยมิได้ผ่านกระบวนการทางเคมีเพื่อเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของหินฟอสเฟทแต่อย่างใด ปุ๋ยนี้จึงมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำ ประสิทธิภาพของปุ๋ยย่อมแตกต่างกันไปแล้วแต่คุณภาพของหินฟอสเฟท ที่ขุดได้ และความละเอียดของหินฟอสเฟทเนื่องจากการบด ยิ่งหินฟอสเฟทนั้นถูกบดให้เป็นผงเล็กละเอียดเท่าใดก็ยิ่งทำให้หินฟอสเฟทนั้นมีประสิทธิภาพในการเป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสดียิ่งขึ้นเท่านั้น คุณสมบัติของดินและชนิดของพืชที่จะใช้ปุ๋ยก็มีความสำคัญในการช่วยให้ปุ๋ยหินฟอสเฟทมีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น เมื่อใช้กับดินที่เป็นกรดและเป็นดินเหนียว ซึ่งมีอินทรีย์วัตถุสูง หรือใช้ใส่กับพืชตระกูลถั่วก็ปรากฏว่าปุ๋ยนี้มีคุณค่าดีขึ้น และหากใช้ปุ๋ยหินฟอสเฟทร่วมกับปุ๋ยหมักก็จะทำให้ปุ๋ยมีโอกาสละลายให้ฟอสฟอรัสแก่พืชได้สูงขึ้น เนื่องจากคุณสมบัติที่ละลายน้ำได้ยากของปุ๋ยหินฟอสเฟทดังกล่าว โดยปกติการใช้ปุ๋ยนี้ให้ได้ผลดีเท่ากับปุ๋ยฟอสเฟทที่มีคุณสมบัติละลายน้ำ

ได้ง่าย เนื่องจากได้ผ่านการปรับปรุงคุณสมบัติทางเคมีมาแล้ว–เช่นปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท โดยทั่ว ๆ ไปจึงจำเป็นต้องใช้ในปริมาณที่สูงกว่าปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทมาก หากใช้ในปริมาณไม่มากพอผล ที่ได้รับจากการใช้ปุ๋ยนี้ในปีแรก ๆ มักจะน้อยเนื่องจากปุ๋ยละลายได้ช้ามาก แต่จะให้ผลดีขึ้นในปีต่อไป เว้นแต่ในที่ดินบางแห่ง เช่น ดินบางแห่งในอินเดีย และทางแถบเอเชียตะวันออกไกล รวมทั้งประเทศไทยซึ่งดินเป็นกรดสูง ได้พบว่าปุ๋ยหินฟอสเฟทหรือปุ๋ยฟอสเฟทอื่น ๆ ที่ละลายน้ำได้ยาก เช่น ปุ๋ยกระดูกป่น ฯลฯ เมื่อใช้กับนาข้าวก็ได้ผลดีไม่แพ้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท เนื่องจากความเหมาะสมสำหรับการใช้ปุ๋ยหินฟอสเฟทให้มีประสิทธิภาพสูงสำหรับในดินแต่ละชนิด และพืชแต่ละชนิดไม่แน่นอนเหมือนกันทุกแห่ง ดังนั้นการทดลองเปรียบเทียบการใส่ปุ๋ยหินฟอสเฟทกับปุ๋ยฟอสเฟทชนิดอื่น ๆ ในดินที่มีสภาพแตกต่าง ๆ กันจะช่วยให้ความรู้ที่แน่นอนยิ่งขึ้นถึงอัตราของปุ๋ยหินฟอสเฟทและวิธีใช้ที่จะให้ผลสูงเป็นแห่ง ๆ ไป

ปุ๋ยประเภทโปแตสเซียม (Potassic Fertilizers)

ปุ๋ยโปแตสเซียมที่นิยมใช้กับพืชทุกชนิด คือ ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ (Muriate of Potash) นอกจากพืชบางชนิด เช่น ยาสูบ และมัน ฯลฯ เท่านั้น ที่ไม่นิยมใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ เนื่องจากคลอไรด์ที่มีในปุ๋ยหากมีปริมาณมาก ๆ จะทำให้คุณภาพของพืชเหล่านี้เลวลงไป ดังนั้นในการปลูกยาสูบ, มันฝรั่ง หรือในสวนส้ม จึงนิยมใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมซัลเฟท (Potassium sulphate) กันมากกว่า

ปุ๋ยรวมที่ให้ธาตุอาหารมากกว่าหนึ่งชนิด (Compound Fertilizers)

ปุ๋ยรวมที่ให้ธาตุอาหารมากกว่าหนึ่งธาตุมีอยู่หลายชนิด ในจำนวนปุ๋ยรวมชนิดต่าง ๆ ดังกล่าว ปุ๋ยโมโนแอมโมเนียมฟอสเฟท (Monoammonium Phosphate) ซึ่งเป็นปุ๋ยรวมที่มีทั้งธาตุไนโตรเจนและฟอสฟอรัสกำลังเป็นที่นิยมใช้กันอยู่อย่างกว้างขวางทั่วไป เพราะปุ๋ยนี้มีสภายสมบัติดีมากและมีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารทั้ง ๒ ชนิดอยู่สูง อาจใช้เดี่ยว ๆ เป็นปุ๋ยรองพื้น หรืออาจใช้ผสมกับปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟทเพื่อเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้สูงขึ้นก็ได้ ขณะนี้ได้มีการผลิตปุ๋ยรวมชนิดนี้ให้มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารสูงขึ้นทุกที

ปุ๋ยประเภทอินทรีย์ (Natural Organic Materials)

ปุ๋ยประเภทอินทรีย์ตามธรรมชาติทุกชนิด เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเทศบาล หรือขยะมูลฝอย ปุ๋ยหมัก ฯลฯ มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชต่ำมาก ส่วนประกอบทางเคมีตลอดจนคุณภาพในการที่จะละลายให้ธาตุอาหารแก่พืชก็ไม่แน่นอน แตกต่างกันไปตามคุณภาพของวัตถุดิบซึ่งใช้ทำปุ๋ยอินทรีย์ ความมุ่งหมายในการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ส่วนใหญ่ถือกันว่าเพื่อเป็นปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโทรเจนมากกว่าที่จะได้รับประโยชน์จากธาตุอาหารอื่น ๆ ในปุ๋ยนั้นแม้ว่าปุ๋ยอินทรีย์จะมีฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมอยู่ด้วยก็ตาม เนื่องจากธาตุไนโทรเจนส่วนใหญ่ในปุ๋ยอินทรีย์จะอยู่ในรูปสารประกอบโปรตีนซึ่งสลายตัวให้ธาตุไนโทรเจนได้อย่างช้า ๆ ดังนั้นจึงสูญหายโดยการถูกชะล้างได้ยากกว่า และจะอยู่ในดินเพื่อให้ประโยชน์แก่พืชได้นานกว่า ปุ๋ยวิทยาศาสตร์มาก การใช้ปุ๋ยอินทรีย์จึงมีประโยชน์มากในแง่เพิ่มเติมปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน แต่ถ้าหากคิดเปรียบเทียบราคาต่อหน่วยของไนโทรเจนเท่า ๆ กันแล้ว ปรากฏว่าปุ๋ยอินทรีย์มีราคาแพงกว่าปุ๋ยเคมีมาก

วัตถุที่ใส่เพื่อให้ธาตุอาหารอื่น ๆ ในดิน

นอกจากการใส่หินปูนต่าง ๆ ในดิน จะช่วยให้ธาตุแคลเซียมในดินแล้ว การใส่ปุ๋ยฟอสเฟทแทบทุกชนิดก็มีผลในทางเพิ่มเติมธาตุแคลเซียมในดินทางหนึ่งด้วย เช่น ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทชนิดธรรมดาซึ่งนิยมใช้กันอยู่แพร่หลายในขณะนี้ ก็มีธาตุแคลเซียมประกอบอยู่ในปุ๋ย โดยอยู่ในรูปสารประกอบโมโนแคลเซียมฟอสเฟทและแคลเซียมซัลเฟท นอกจากนี้ปุ๋ยแคลเซียมไซยานาไมด์ซึ่งเป็นปุ๋ยไนโทรเจนที่มีส่วนประกอบของหินปูนแคลเซียมอยู่สูง เมื่อใช้ใส่เสมอ ๆ ก็มีส่วนเพิ่มธาตุแคลเซียมในดินได้มาก

หินปูนโดโลไมท์ (Dolomitic Limestone) เป็นวัตถุสำคัญที่ใช้ใส่ในดินเพื่อให้ธาตุแมกนิเซียม นอกจากนี้ยังมีวัตถุอื่น ๆ ที่มีผลช่วยเพิ่มเติมธาตุแมกนิเซียมในดินด้วย เช่น เบสิกสแล็ก ปุ๋ยโปแตสเซียมบางชนิด แมกนิเซียมออกไซด์ และแมกนิเซียมซัลเฟท

การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท และปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท ซึ่งปุ๋ยทั้งสองชนิดนี้มีส่วนประกอบของธาตุกำมะถัน (Sulphur) อยู่สูง ก็มีผลช่วยเพิ่มเติมธาตุกำมะถันในดิน

ด้วย การใช้ผงกำมะถันหรือยิบซั่มนอกจากจะมีจุดมุ่งหมายที่จะใช้สำหรับแก้ดินที่เป็นด่างโดยตรงแล้วยังมีผลช่วยเพิ่มเติมธาตุกำมะถันในดินได้มาก

ผงโบแล็กซ์ ($Na_2B_4O_7$. 10 H_2O) เป็นวัตถุที่ใช้ใส่ดินเพื่อให้ธาตุโบรอน (Boron) แก่พืชโดยตรง ประมาณ ๙๐ ٪ ของผงโบแล็กซ์ทั้งหมดที่ผลิตได้ในโลกผลิตในสหรัฐอเมริกา

ธาตุอาหารประเภทใช้น้อยอื่น ๆ (trace elements) คือ ธาตุทองแดง เหล็ก แมงกานิส และสังกะสี นิยมใส่กันในรูปเกลือซัลเฟท (Sulphates) ของธาตุนั้น ๆ เช่น Copper sulphate, Ferrous sulphate, Manganese sulphate, ฯลฯ

ประโยชน์ของปุ๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารสูง
(High–Analysis Materials)

การปรับปรุงส่งเสริมอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยเคมีตลอดระยะเวลา ๕๐ ปีที่ผ่านมาทำให้อุตสาหกรรมประเภทนี้เจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างมากมาย ในด้านปรับปรุงคุณภาพของปุ๋ยก็ได้มีการผลิตปุ๋ยชนิดใหม่ ๆ ที่มีเปอร์เซนต์ธาตุอาหารสูงยิ่งขึ้น เช่น ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทที่ผลิตได้ในสหรัฐอเมริกาเมื่อ ๕๐ ปีก่อนโน้น มีเปอร์เซนต์กรดฟอสฟอริก (P_2O_5) เพียง ๑๔.๕ ٪ แต่บัดนี้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทที่ผลิตได้มีเปอร์เซ็นต์กรดฟอสฟอริกโดยเฉลี่ย ๑๙.๕ ٪ ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ ซึ่งเมื่อ ๕๐ ปีก่อนมีโปแตส (K_2O) ไม่เกิน ๕๐ ٪ แต่โดยการปรับปรุงวิธีการให้ดีขึ้น บัจจุบันนี้ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ที่ผลิตได้มีโปแตสสูงถึง ๖๐٪ หรือมากกว่านั้น นอกจากนี้ยังได้มีการผลิตปุ๋ยชนิดใหม่ ๆ หลายชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารสูงกว่าก่อน เช่น ปุ๋ยดับเบิลซูเปอร์ฟอสเฟท ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์กรดฟอสฟอริกสูงถึง ๔๐–๔๙ ٪ ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟทชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีเปอร์เซนต์ธาตุอาหาร เมื่อรวมกันทั้งไนโทรเจน (N) และกรดฟอสฟอริกแล้วสูง ๕๙–๗๔ ٪ ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเทรท ซึ่งมีไนโทรเจน ๓๓ ٪ และปุ๋ยยูเรียซึ่งมีไนโทรเจน ๔๒–๔๖ ٪ ฯลฯ

เมื่อเปรียบเทียบถึงคุณประโยชน์ของปุ๋ย ที่มีเปอร์เซนต์ธาตุอาหารสูง (High Analysis Materials) กับปุ๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารต่ำ (Low–Analysis Materials) จะเห็นได้ว่าปุ๋ยที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารสูงย่อมมีประโยชน์ดีกว่าในด้านลดค่าโสหุ้ยในการบรรจุ

ถุง และค่าขนส่งปุ๋ยในระยะไกลก็จะถูกลงอย่างมาก เพราะในถุงปุ๋ยซึ่งมีน้ำหนักปุ๋ยหนักเท่า ๆ กันนั้นจะมีธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชสูงกว่ากันมาก

ปุ๋ยผสมสำเร็จรูปและปุ๋ยผสมเอง

ปุ๋ยผสม คือ ปุ๋ยที่มีปุ๋ยเดี่ยวผสมกันเพื่อให้ธาตุอาหารมากกว่าหนึ่งชนิดอยู่ในปุ๋ยอันเดียว ซึ่งธาตุอาหารต่าง ๆ ที่รวมอยู่ในปุ๋ยผสมจะมีคุณค่าในการให้ธาตุเท่า ๆ กับเมื่อใช้ปุ๋ยเดี่ยวใส่แยกกัน แต่ปุ๋ยสำเร็จรูปมีประโยชน์ดีกว่าการใช้ปุ๋ยเดี่ยวแยกกันตรงที่เปลืองแรงงานและเวลาในการหว่านปุ๋ยน้อยกว่า เพราะไม่ต้องหว่านปุ๋ยทีละอย่างแยกกัน การหว่านก็ทำได้สม่ำเสมอกว่า เพราะในแต่ละเมล็ดของปุ๋ยผสมจะมีส่วนผสมของปุ๋ยเดี่ยวอยู่อย่างละเท่าๆ กัน ต่างกว่าปุ๋ยเดี่ยวซึ่งแม้จะนำมาผสมกันอย่างไรก็ยากที่จะอยู่ร่วมกันในอัตราส่วนเท่า ๆ กันและสามารถหว่านให้ปุ๋ยเดี่ยวที่ผสมกันนั้นลงไปโดยสม่ำเสมอได้ แต่ประโยชน์ที่ด้อยกว่าของปุ๋ยผสมก็มีอยู่เหมือนกัน เช่น ไม่สามารถจะแยกการใส่ปุ๋ยเพื่อให้ธาตุอาหารธาตุใดธาตุหนึ่งในปริมาณมากและน้อยกว่ากัน และในจังหวะเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยเพื่อให้ธาตุอาหารแต่ละชนิดตามความเหมาะสมได้ และเนื่องจากปุ๋ยผสมสำเร็จรูปทำได้โดยการนำปุ๋ยเดี่ยวมาผสมกัน จึงทำให้มีราคาแพงกว่าปุ๋ยเดี่ยว นอกจากนี้ปุ๋ยผสมสำเร็จรูปมักจะไม่มีลักษณะของปุ๋ยเดี่ยวที่ใช้รวมกันเหลือไว้ให้สังเกตุเห็นได้

ปุ๋ยเดี่ยวบางชนิดอาจะนำมาผสมกันเป็นปุ๋ยผสมเพื่อใช้เองในไร่นาได้ โดยไม่ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษแต่อย่างใด และยังมีราคาถูกกว่าที่จะซื้อปุ๋ยผสมสำเร็จรูปมาใช้ เพราะไม่ต้องเสียค่าผสม การที่ชาวนานำปุ๋ยมาผสมกันด้วยตนเอง ย่อมทำให้สามารถผสมปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ในอัตราต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดและดินแต่ละแห่งได้โดยง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่ไม่มีปัญหาเรื่องแรงงานหายาก หรือค่าจ้างแรงงานงานสูง เช่น ประเทศไทยแล้ว วิธีทำปุ๋ยผสมใช้เองย่อมเหมาะสมแก่หลักเศรษฐกิจดีกว่าจะเสียเงินซื้อปุ๋ยผสมสำเร็จรูปมาใช้ แต่เนื่องจากปุ๋ยผสมที่ผสมใช้กันเองมีคุณภาพทางกายสมบัติไม่ดีเหมือนปุ๋ยผสมสำเร็จรูปที่ทำจากโรงงาน ดังนั้นจึงแนะนำให้ผสมปุ๋ยแล้วนำไปใช้ทันที ไม่ควรที่จะผสมเก็บไว้ใช้ในระยะเวลานาน

มีสิ่งที่ควรทราบอย่างหนึ่งก็คือ ขณะนี้เทคนิคอุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยผสมสำเร็จรูป

กำลังก้าวหน้าขึ้นอย่างมากทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของปุ๋ยผสม โดยมีการใส่ หรือเคลือบวัตถุผสมบางชนิดเพื่อป้องกันการจับตัวและแข็งเป็นก้อนเนื่องจากปุ๋ยที่นำมาผสมทำปฏิกิริยากัน ขนาดของเมล็ดปุ๋ยที่ผลิตได้ก็มีขนาดสม่ำเสมอสะดวกในการใช้ยิ่งขึ้น ในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ และนิวซีแลนด์ นิยมใช้ปุ๋ยผสมสำเร็จรูปซึ่งมียาปราบวัชพืชและโรคหรือแมลงรวมอยู่ด้วยในปริมาณมากยิ่งขึ้น เพื่อจะได้ใช้ปุ๋ยผสมดังกล่าวให้ได้ประโยชน์พร้อมกันไปหลาย ๆ ทางในคราวเดียวกัน เป็นการทุ่นแรงงานยิ่งขึ้น แทนที่จะต้องหว่านปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืชทีละคราว แต่ขณะนี้ปุ๋ยผสมสำเร็จรูปซึ่งมียาปราบศัตรูพืชรวมอยู่ด้วย ยังคงใช้กันอยู่ในวงจำกัด แม้จะมีแนวโน้มไปในทางใช้เพิ่มขึ้นในอนาคต

หลักการผสมปุ๋ยไว้ใช้ในไร่นาของกสิกร

การผสมปุ๋ยก็เพื่อมุ่งหวังจะได้ปุ๋ยผสมซึ่งมีธาตุไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโปแตสเซียม (K) ในส่วนสัดที่เหมาะสมกับความต้องการของพืชแต่ละชนิด ตามปกติปุ๋ยผสมมักจะใช้ทันทีจากที่ผสมแล้ว ไม่นิยมผสมแล้วเก็บเอาไว้ใช้ เนื่องจากปุ๋ยที่นำมาผสมบางชนิดมีปฏิกิริยาเคมีต่อกัน ทำให้ธาตุอาหารพืชบางส่วนระเหยหรือสูญเสียคุณภาพไปได้ และอาจทำให้ปุ๋ยจับตัวเป็นก้อนแข็งด้วย กสิกรที่ดีควรจะรู้หลักของการผสมปุ๋ย เพื่อจะได้ผสมปุ๋ยไว้ใช้เองได้ตามความเหมาะสมกับที่ดินขาดแคลน และเหมาะกับความต้องการของพืช ซึ่งจะเป็นการประหยัดและทุ่นค่าใช้จ่ายด้วย

หลักการซื้อปุ๋ย มีหลักสำคัญที่ควรปฏิบัติดังนี้ :–

๑. ควรซื้อปุ๋ยเป็นจำนวนมาก ๆ คราวเดียวกัน ให้พอกับเนื้อที่ที่กะไว้ว่าจะใส่ปุ๋ย

๒. ควรซื้อปุ๋ยชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารพืชสูงในกรณีที่อยู่ห่างไกลคมนาคม และค่าขนส่งแพง

๓. ควรซื้อปุ๋ยที่มีราคาต่อ ๑ หน่วยน้ำหนักธาตุอาหารพืชต่ำ (๑ หน่วย = ๑ ก.ก. N หรือ P_2O_5 หรือ K_2O)

๔. ควรซื้อปุ๋ยที่หาได้ง่ายในตลาดเพื่อสะดวกในการขนส่งและเก็บรักษา

เครื่องมือผสมปุ๋ย สำหรับในไร่นาซึ่งมีเนื้อที่กว้างใหญ่ และจำเป็นต้องใช้ปุ๋ยผสมอยู่เสมอคราวละมาก ๆ ควรจะมีเครื่องผสมปุ๋ยไว้ใช้ (ดูภาพ) ซึ่งจะช่วยให้การผสมปุ๋ยสะดวกรวดเร็วและทุ่นแรง แต่สำหรับในไร่นาขนาดเล็ก ซึ่งต้องการผสมปุ๋ยในจำนวนน้อยก็ไม่จำเป็นนักที่จะต้องมีเครื่องมือเหล่านี้ครบ เครื่องมือที่จำเป็นในการผสมปุ๋ยมีดังนี้

๑. พื้นสำหรับผสมปุ๋ยควรจะราบเรียบสม่ำเสมอ หากเป็นไปได้ควรเป็นพื้นซีเมนต์หรือพื้นดินแน่นเรียบก็ใช้ได้

๒. พลั่วหรือจอบ สำหรับตักและคลุกเคล้าผสมปุ๋ย

๓. เครื่องชั่ง เพื่อชั่งกระสอบปุ๋ย หรืออาจใช้ภาชนะที่ใช้ตวงปุ๋ยขนาดต่าง ๆ โดยทำเครื่องหมายแสดงถึงน้ำหนักปุ๋ยแต่ละชนิดไว้ที่ภาชนะนั้น เพราะปุ๋ยแต่ละชนิดแม้จะมีปริมาณเท่ากัน แต่น้ำหนักไม่เท่ากัน วิธีนี้ก็นับว่าสะดวกและทุ่นเวลาดีเหมือนกัน เพราะไม่ต้องชั่งปุ๋ยบ่อย

วิธีคำนวนหาน้ำหนักปุ๋ยที่จะใช้ผสม ปุ๋ยที่จะใช้ผสมคำนวนมาจากเปอร์เซ็นต์ธาตุ N, P_2O_5 และ K_2O ที่มีอยู่ในปุ๋ยผสมตามเกรดที่เราต้องการ เช่นเราต้องการปุ๋ยผสม Grade 3–4–6 หนัก ๑๐๐ ก.ก. เราก็ต้องนำปุ๋ยเดี่ยวชนิดต่าง ๆ ที่ให้ธาตุ N หนัก ๓ ก.ก. P_2O_5 ๔ ก.ก. และ K_2O ๖ ก.ก. มาผสมกัน แล้วทำปุ๋ยผสมนั้นให้หนักครบ ๑๐๐ ก.ก.

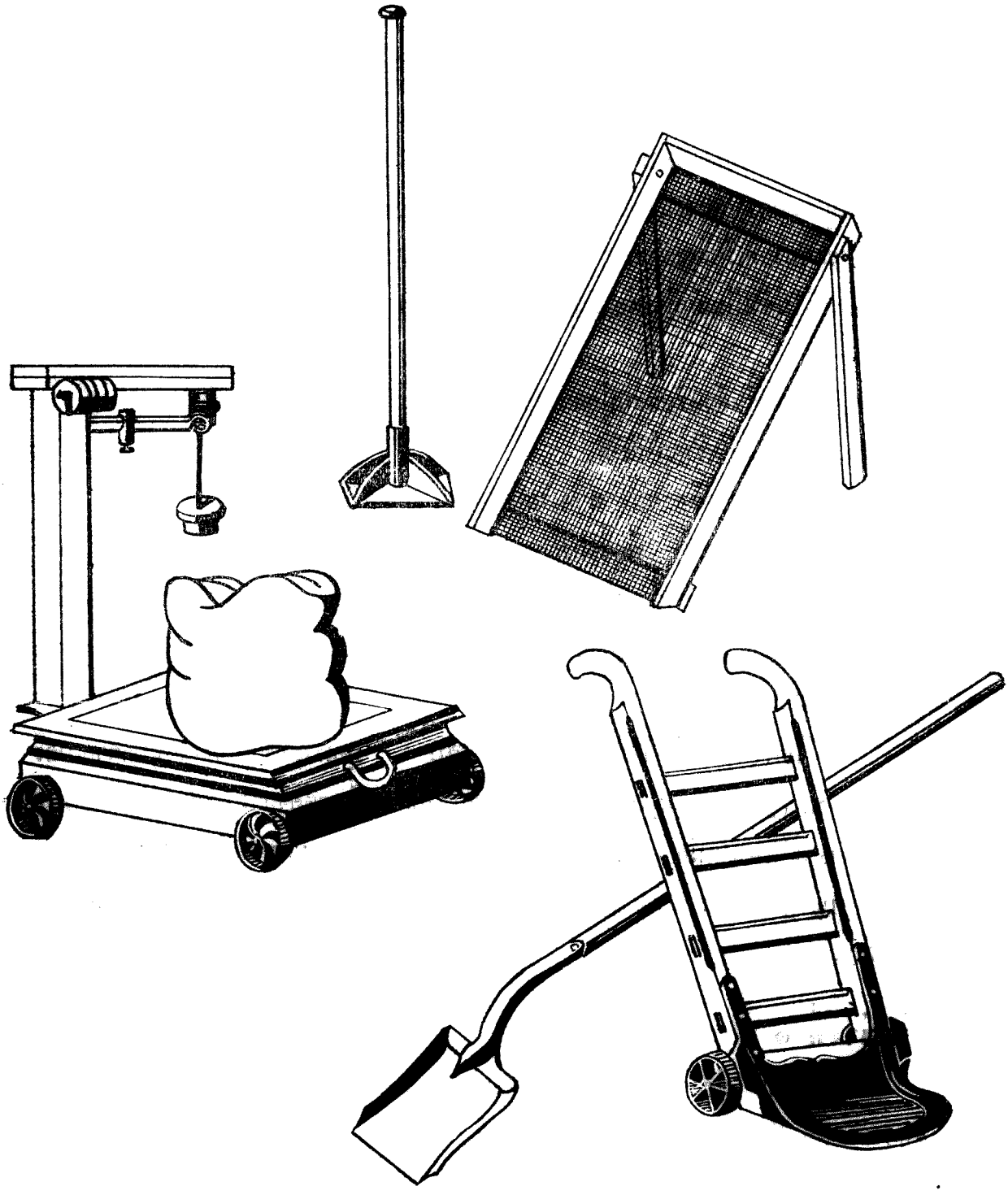
ตัวอย่างที่ ๑

โจทย์ ต้องการผสมปุ๋ย Grade 10–4–5 จำนวน ๑๐๐ ก.ก. โดยใช้ปุ๋ยเดี่ยว จะต้องใช้ปุ๋ยเดี่ยวชนิดต่าง ๆ ต่อไปอย่างละกี่ ก.ก. ?

ก. แอมโมเนียซัลเฟท (20 ٪ N)

ข. ซูเปอร์ฟอสเฟท (20 ٪ P_2O_5)

ค. โปแตสเซียมคลอไรด์ (60 ٪ K_2O)



เครื่องมือที่ควรมีไว้ใช้ผสมปุ๋ยสำหรับไร่นาขนาดใหญ่

วิธีคำนวน

ธาตุ N ๒๐ ก.ก. ได้มาจากปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท ๑๐๐ ก.ก.

ธาตุ N ๑๐ ก.ก. ,, ,, $= \frac{๑๐๐}{๒๐} \times ๑๐$

$= \underline{๕๐}$ ก.ก.

กรดฟอสฟอริก (P_2O_5) ๒๐ ก.ก. ได้มาจากปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท ๑๐๐ ก.ก.

กรดฟอสฟอริก (P_2O_5) ๔ ก.ก. ,, ,, $= \frac{๑๐๐}{๒๐} \times ๔$

$= \underline{๒๐}$ ก.ก.

โปแตช (K_2O) ๖๐ ก.ก. ได้มาจากปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ ๑๐๐ ก.ก.

โปแตช (K_2O) ๕ ก.ก. ,, ,, $= \frac{๑๐๐}{๖๐} \times ๕$

$= ๘.๓$ ก.ก.

เมื่อรวมปุ๋ยเดี่ยวทั้ง ๓ ชนิดเข้าด้วยกันจะได้ปุ๋ยผสมหนัก ๗๘.๓ ก.ก. ซึ่งยังขาดอีก ๒๑.๗ ก.ก. จึงจะครบ ๑๐๐ ก.ก. ตามที่ต้องการ ดังนั้นจึงต้องเติม *Filler ลงไปเพิ่มเติมอีก ๒๑.๗ ก.ก. เพื่อให้ได้ปุ๋ยผสมหนัก ๑๐๐ ก.ก. ซึ่งมี Grade 10—4—5

(* Filler หมายถึงวัตถุที่ใส่ลงไปในปุ๋ยผสม เพื่อให้ได้น้ำหนักปุ๋ยผสมครบตามจำนวนและมี Grade ตามที่เราต้องการ Filler นี้ควรเป็นวัตถุแห้งละเอียดที่ไม่มีธาตุอาหารพืชหรือมีน้อย ไม่ไปทำปฏิกริยากับปุ๋ยผสม ตามปกติ Filler ที่นิยมใช้กันอยู่ก็มี ทราย, ขี้เลื่อย ดินแห้ง ๆ ล ๆ และในกรณีที่ปุ๋ยมีความเป็นกรดสูง อาจจะใช้ปูนดิบเป็น Filler เพื่อลดความเป็นกรดของปุ๋ยผสมลงไปในตัว)

ตัวอย่างที่ ๒

โจทก์ ต้องการปุ๋ยผสม Grade 8—16—4 จำนวน ๑ ตัน (๑๐๐๐ ก.ก.) จะต้องใช้ปุ๋ยเดี่ยวและปุ๋ยรวมต่อไปนี้เท่าไร ?

ก. Ammophos A 11—48—0

ข. Ammonium sulphate 20% N

ค. Muriate of potash 60 % K_2O

วิธีคำนวน

ปุ๋ยผสม Grade 8—16—4 **หนัก** ๑,๐๐๐ ก.ก. **จะมี** N ๘๐ ก.ก. P_2O_5 ๑๖๐ ก.ก. **และ** K_2O ๘๐ ก.ก.

P_2O_5 ๘๐ ก.ก. ได้มาจากการใช้ปุ๋ย Ammophos A $\frac{๑๐๐}{๔๘} \times ๘๐ = ๓๓๔$ ก.ก.

Ammophos A ๓๓๔ ก.ก. จะมี N ติดไปด้วย $\frac{๑๑ \times ๓๓๔}{๑๐๐} = ๓๖.๗$ ก.ก.

N ที่จะต้องใช้จาก Ammonium sulphate $= ๘๐ - ๓๖.๗ = ๔๓.๓$ ก.ก.

ธาตุ N ๔๓.๓ ก.ก. ได้จากปุ๋ย Ammonium sulphate $\frac{๑๐๐}{๒๐} \times ๔๓.๓ = ๒๑๗$ ก.ก.

K_2O ๘๐ ก.ก. ได้จากปุ๋ย Muriate of potash $\frac{๑๐๐}{๖๐} \times ๘๐ = ๖๗$ ก.ก.

จะต้องเติม Filler ลงไปอีก $๑๐๐๐ - (๓๓๔ + ๒๑๗ + ๖๗) = ๓๗๒$ ก.ก.

เราสามารถที่จะทราบน้ำหนักของปุ๋ยเดี่ยวที่จะนำมาผสมปุ๋ยผสมตาม Grade ที่ต้องการได้ โดยเปิดดูจากตาราง (ตารางที่ ๕) ซึ่งนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องคำนวน ตารางที่แสดงไว้นี้ แสดงไว้เฉพาะปุ๋ยเดี่ยวชนิดที่สำคัญ ๆ และนิยมใช้กันอยู่เสมอ ๆ

วิธีใช้ตารางที่ ๕

สมมุติว่าเราต้องการปุ๋ยผสม Grade 5—10—8 หนัก ๑ ตัน ในปุ๋ยผสม ๑ ตัน จะต้องใช้ธาตุ N ๕๐ ก.ก. P_2O_5 ๑๐๐ ก.ก. และ K_2O ๘๐ ก.ก. จากตารางที่ ๕ เราจะพบว่าธาตุ N ๕๐ ก.ก. ต้องใช้ปุ๋ยไนโทรเจน เช่น Ammonium sulphate ๒๕๐ ก.ก. **หรือ** ถ้าจะใช้ปุ๋ย Ammonium nitrate แทนก็ใช้ ๑๔๓ ก.ก. ส่วนปุ๋ยฟอสเฟทนั้น ถ้าใช้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทเพื่อให้ได้ P_2O_5 ๑๐๐ ก.ก. ก็ต้องใช้ปุ๋ยนี้ ๕๐๐ ก.ก. **หรือ**ถ้าใช้กระดูกป่นแทนก็ใช้กระดูกป่น ๔๐๐ ก.ก. สำหรับ K_2O ๘๐ ก.ก.ในปุ๋ยผสมนั้น หากใช้จากปุ๋ย Muriate of potash ก็ใช้ ๑๓๓ ก.ก. **หรือ**ถ้าจะใช้ Potassium sulphate ก็ใช้ ๑๖๐ ก.ก. เราจะเลือกใช้ปุ๋ยชนิดใดมาผสมก็ได้ตามความประสงค์ แต่จะต้องระวังมิให้ใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารพืชต่ำมาก ซึ่งเมื่อผสมแล้ว มีปุ๋ยชนิดต่าง ๆ รวมกันเกินกว่า ๑,๐๐๐ ก.ก. ซึ่งเกินกว่าที่ต้องการ

วิธีผสมปุ๋ย

ปุ๋ยที่จะนำมาผสมกันนั้นต้องมีความละเอียดสม่ำเสมอกันพอสมควร ถ้าปุ๋ยจับตัวเป็นก้อนจะต้องทุบให้ละเอียดเสียก่อนแล้วจึงร่อนผ่านตะแกรงลวดเพื่อมิให้มีปุ๋ยก้อนใหญ่ปนลงไป เมื่อชั่งปุ๋ยตามจำนวนที่ต้องการแล้ว ให้เทปุ๋ยจำนวนที่มากที่สุดลงบนบริเวณที่จะผสมปุ๋ยก่อน โดยพยายามให้เป็นกองแบน ๆ และยาว เสร็จแล้วจึงเอาปุ๋ยชนิดอื่น ๆ ที่ใช้จำนวนน้อยกว่าปุ๋ยที่เทลงครั้งแรก เทหรือโรยทับให้ทั่วกอง ทำการคลุกเคล้าให้เข้ากันสนิท โดยใช้พลั่วหรือจอบตักปุ๋ยที่ทับกันเป็นชั้น ๆ มารวมกันเป็นกองสูง แล้วใช้จอบเกลี่ยให้กระจายเป็นกองแบน ๆ อีก คลุกเคล้าเหมือนครั้งแรก ทำเช่นนี้สัก ๓—๔ ครั้ง ปุ๋ยทุกส่วนก็จะผสมกันอย่างสม่ำเสมอ

ถ้าหากเราต้องการใส่จุลธาตุ หรือธาตุอาหารประเภทใช้น้อยบางชนิด (trace element) ร่วมในปุ๋ยผสมด้วยเพื่อเพิ่มเติมธาตุอาหารแก่พืชก็สามารถทำได้โดยใช้จุลธาตุผสมกับปุ๋ยเดี่ยวที่ใช้เป็นจำนวนน้อย ๆ เช่นกับปุ๋ย Muriate of Potash คลุกเคล้าให้เข้ากันก่อน แล้วจึงทำการผสมปุ๋ยเดี่ยวชนิดต่าง ๆ ตามปกติ ทั้งนี้เพื่อให้จุลธาตุที่ใช้ในปริมาณน้อยมากนั้นมีโอกาสกระจัดกระจายอย่างสม่ำเสมอทั่วกองปุ๋ยผสมนั้น

ข้อควรระวังในการผสมปุ๋ย

ปุ๋ยบางชนิดอาจเป็นพิษแก่คนและสัตว์เลี้ยงได้บ้าง เช่นปุ๋ย Calcium nitrate Calcium cyanamide เมื่อถูกมาก ๆ เสมอ ๆ จะกัดผิวหนัง ดังนั้นขณะผสมปุ๋ยเหล่านี้ควรพยายามอย่าให้ถูกผิวหนังนานเกินไป หรือพยายามอย่าสูดหายใจเอาฝุ่นปุ๋ยเข้าไป เพราะอาจเป็นอันตรายได้ ทางที่ดีควรใช้ผ้าปิดจมูกและปากในขณะทำการผสมปุ๋ย และหลังจากผสมปุ๋ยเสร็จแล้ว ควรรีบอาบน้ำและทำความสะอาดเครื่องมือและเสื้อผ้าทันที สำหรับปุ๋ยที่เป็นพิษ และสามารถระเบิดลุกเป็นไฟได้ง่ายอีกชนิดหนึ่งที่ทราบกันอยู่ทั่วไป คือปุ๋ย Ammonium nitrate การใช้ปุ๋ยชนิดนี้จึงต้องระมัดระวังและปฏิบัติตามกฎเกณฑ์ต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด

๑. ห้ามสูบบุหรี่ หรือจุดไฟใกล้ ๆ กับที่เก็บปุ๋ย

๒. อย่าให้กองปุ๋ยแอมโมเนียมไนเทรทอยู่ใกล้กับความร้อนนาน ๆ เช่น ท่อไอร้อน หรือสายไฟฟ้าในห้องเก็บปุ๋ย และควรเก็บให้ห่างไกลจากวัตถุ

วัตถุเชื้อเพลิงทุกชนิด โดยเฉพาะน้ำมันเบนซิน ผงถ่านมะถัน สีต่าง ๆ ฟาง หญ้า กองผ้า หรือกระดาษ ฯ ล ฯ

๓. เก็บปุ๋ยแอมโมเนียมไนเทรทในห้องเก็บที่มีการระบายถ่ายเทอากาศได้ดี สามารถระบายไอแก๊สได้ทันท่วงที หากต้องเก็บเป็นจำนวนมาก ให้เก็บห่างจากอาคารบ้านเรือนในไร่นาไม่ต่ำกว่า ๑๕๐ เมตร

๔. ปุ๋ยแอมโมเนียมไนเทรท ที่ขาดหล่นตก กระจัดกระจายใน ระหว่างการขนย้าย ควรรีบรวบรวมทิ้งเสีย หรือไม่ก็รีบเอาใส่ลงไปในดินเลย อย่าได้เก็บกวาดเอาเก็บไว้ใช้อีก เพราะปุ๋ยที่ตกลงไปอาจผสมกับวัตถุเชื้อเพลิงซึ่งจะทำให้เกิดไฟลุกขึ้นได้เมื่อเก็บไว้นาน

๕. ทำลายถุงแอมโมเนียมไนเทรทที่ใช้แล้วเสีย เพราะถุงเหล่านั้นเป็นเชื้อเพลิงอย่างดีที่สุด

การเก็บรักษาและการใช้ปุ๋ยผสม

ส่วนมากปุ๋ยผสมจะต้องนำไปใช้ในระยะเวลาไม่นานหลังจากผสมแล้ว ปุ๋ยผสมบางชนิดอาจผสมเก็บไว้ได้นานแต่ไม่ควรเกิน ๒ อาทิตย์ เพราะปุ๋ยบางชนิดจะทำปฏิกริยาทางเคมีต่อกันทำให้ปุ๋ยชื้นและจับตัวกันเป็นก้อน และทำให้ธาตุอาหารปุ๋ยเสื่อมลดคุณภาพลงไปได้ วิธีดีที่สุดวิธีหนึ่งในการลดความชื้น และช่วยป้องกันการจับตัวแข็งเป็นก้อนของปุ๋ยผสมก็คือใส่วัตถุกันชื้น ซึ่งได้แก่เศษพืชที่บดละเอียดและแห้งสนิท อาจจะเป็นรำ แกลบ ปุ๋ยหมัก ใบไม้แห้ง ดินร่วน ฯ ล ฯ ปนลงไปในปุ๋ยผสมด้วย อัตราส่วนวัตถุกันชื้นที่นิยมกันคือใช้ ๑๐๐ ก.ก. ต่อปุ๋ยผสมหนัก ๑ ตัน แต่ในกรณีที่ปุ๋ยผสมมีปุ๋ยอินทรีย์เป็นปุ๋ยผสมร่วมกับปุ๋ยเคมี ก็ไม่มีความจำเป็นต้องใส่วัตถุกันชื้น

ปฏิกริยาความเป็นกรดของปุ๋ยผสมบางชนิด เมื่อบรรจุอยู่ในกระสอบจะทำให้กระสอบถูกกัดเปื่อยและขาดเร็ว ดังนั้นจึงควรป้องกันโดยการใส่ปูนดิบอัตรา ๓๐๐ ก.ก. หรือปูนขาวในอัตรา ๒๐๐ ก.ก. ต่อปุ๋ยผสม (มีซูเปอร์ฟอสเฟท) หนัก ๑ ตัน แต่ถ้าปุ๋ยผสมนั้นไม่มีปฏิกริยาเป็นกรดเพราะมีส่วนผสมของแคลเซียมไซยานาไมด์ หรือหินปูนโดโลไมท์

ต่าง ๆ อยู่แล้วก็ไม่จำเป็นต้องใส่ปูนขาว การใส่ปูนขาวนอกจากจะให้ประโยชน์ในการลดความเป็นกรดของปุ๋ยผสมซึ่งบรรจุในกระสอบแล้ว เมื่อนำปุ๋ยผสมที่มีปูนรวมอยู่ด้วยมาใช้จะเป็นการช่วยลดปฏิกริยาความเป็นกรดที่ปุ๋ยเหลือไว้ในดินลงไปได้มาก แต่ข้อสำคัญก็คือ อย่าใส่ปูนในปุ๋ยผสมมากเกินอัตราที่กำหนด เพราะจะทำให้ปุ๋ยผสมมีคุณสมบัติเป็นด่างมาก ทำให้ธาตุไนโทรเจนในปุ๋ยระเหยสูญเป็นแก๊สไปได้มาก และทำให้ธาตุฟอสฟอรัสบางส่วนถูกยึดไว้และเปลี่ยนรูปไปเป็นในรูปที่ไม่ละลายเป็นประโยชน์ต่อพืช.

ตารางที่ ๕ ตารางแสดงน้ำหนักปุ๋ยเดี่ยวที่จะต้องใช้เพื่อให้ธาตุอาหาร N, P_2O_5 และ K_2O ในปริมาณต่าง ๆ

— น้ำหนักปุ๋ยที่จะต้องใช้เป็นกิโลกรัม —

ชนิดปุ๋ยที่ใช้ผสม	ปริมาณน้ำหนักธาตุอาหารพืชต่าง ๆ เป็นกิโลกรัม									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ปุ๋ยไนโทรเจน (N)										
Ammonium nitrate (35 % N)	29	57	86	114	143	171	200	229	257	286
Ammonium sulphate (20 % N)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Ammonium chloride (24 % N)	42	83	125	167	208	250	292	333	375	417
Calcium nitrate (15 % N)	67	133	200	267	333	400	467	533	600	667
Calcium cyanamide (21 % N)	48	95	143	190	238	286	333	381	429	476
Sodium nitrate (16 % N)	62	125	187	250	312	375	437	500	562	625
Urea (46 % N)	22	43	65	87	109	130	152	174	196	217
เลือดแห้ง (13 % N)	77	154	231	308	385	462	538	615	692	769
ปลาป่น (9.5 % N)	105	210	316	421	526	632	737	842	947	1053
มูลค้างคาว (8 % N)	125	250	375	500	625	750	875	1000	1125	1250
กากเมล็ดฝ้าย (7 % N)	143	286	429	571	714	857	1000	1143	1286	1429
ปุ๋ยฟอสเฟท (P_2O_5)										
Superphosphate (20 % P_2O_5)	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
Double superphosphate (45 % P_2O_5)	22	44	67	89	111	133	155	178	200	222
Rock phosphate (36 % P_2O_5)	28	55	83	111	139	169	194	222	250	278
Basig slag (12 % P_2O_5)	83	167	250	333	417	500	583	667	750	833
Calcium metaphosphate (62 % P_2O_5)	16	32	48	64	81	97	113	129	145	161
กระดูกป่น (25 % P_2O_5)	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400

ตารางที่ ๕ (ต่อ)

— น้ำหนักปุ๋ยที่จะต้องใช้เป็นกิโลกรัม —

ชนิดปุ๋ยที่ใช้ผสม	ปริมาณน้ำหนักธาตุอาหารพืชต่าง ๆ เป็นกิโลกรัม									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
ปุ๋ยโปแตส (K_2O)										
Muriate of potash (60 ٪ K_2O)	17	33	50	67	83	100	117	133	150	167
Potassium sulphate (50 ٪ K_2O)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Manure salt (25 ٪ K_2O)	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
Sulphate of potash magnesia (25 ٪ K_2O)	40	80	120	160	200	240	280	320	360	400
ต้นยาสูบบดแล้ว (6 ٪ K_2O)	167	333	500	667	833	1000	1167	1333	1500	1667

หลักการผสมปุ๋ย

ปุ๋ยต่างๆต่อไปนี้สามารถผสมร่วมกันได้และไม่สามารถผสมร่วมกันได้	แอมโมเนียม ซัลเฟต	ยูเรีย	แอมโมเนียมไนเตรท	แอมโมเนียมคลอไรด์	แคลเซียมไซยานาไมด์	ซูเปอร์ฟอสเฟต	แมกนีเซียมฟอสเฟต	โปแตสเซียมซัลเฟต	โปแตสเซียมคลอไรด์	ปูนขาว	ก๊าก๊ถั่ว	กระดูกป่น	ปุ๋ยหมัก	ขี้เถ้าต้นไม้
แอมโมเนียม ซัลเฟต	■	△	△	△	×	○	△	○	○	×	○	○	×	×
ยูเรีย	△	■	×	△	△	×	○	○	△	△	△	○	△	△
แอมโมเนียมไนเตรท	△	×	■	×	×	△	△	△	△	×	△	△	×	×
แอมโมเนียมคลอไรด์	△	△	×	■	×	△	△	△	△	△	○	○	×	×
แคลเซียมไซยานาไมด์	×	△	×	×	■	×	○	△	△	○	○	○	×	○
ซูเปอร์ฟอสเฟต	○	×	△	△	×	■	×	○	○	×	○	○	○	×
แมกนีเซียมฟอสเฟต	△	○	△	△	○	×	■	△	○	○	○	○	△	○
โปแตสเซียมซัลเฟต	○	○	△	○	△	○	△	■	○	△	○	○	○	△
โปแตสเซียมคลอไรด์	○	△	△	△	△	○	○	○	■	△	○	○	○	△
ปูนขาว	×	△	×	×	○	×	○	△	△	■	○	○	×	○
ก๊าก๊ถั่ว	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○	○
กระดูกป่น	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	■	○	○
ปุ๋ยหมัก	×	△	×	×	×	○	△	○	○	×	○	○	■	×
ขี้เถ้าต้นไม้	×	△	×	×	○	×	○	△	△	○	○	○	×	■

หมายเหตุ ○ สามารถผสมร่วมกันได้

△ สามารถผสมร่วมกันได้แต่ต้องใช้ทันที

× ไม่สามารถผสมร่วมกันได้

ปูนชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการเกษตร

ปูนชนิดต่าง ๆ ที่ใช้กันอยู่ในการกสิกรรมเพื่อใส่แก้ความเป็นกรดในดินและเพื่อปรับปรุงลักษณะของดินให้มีสภายสมบัติดีขึ้น ตลอดจนช่วยเพิ่มธาตุแคลเซียมและแมกนิเซียมในดินให้เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยตรง ปูนชนิดสำคัญ ๆ ที่ใช้กันอยู่เพื่อประโยชน์ดังกล่าวมีดังนี้ :—

หินปูน (Limestone)

หินปูนหมายถึงหินชนิดต่างๆ ซึ่งมีส่วนประกอบของแคลเซียมคาบอเนท ($CaCO_3$) และแมกนิเซียมคาบอเนท ($MgCO_3$) อยู่สูง ถ้าหินปูนชนิดใดมีส่วนประกอบของแมกนิเซียมคาบอเนทสูง ก็เรียกหินปูนชนิดนั้นว่า **หินปูนโดโลไมท์** (Dolomitic Limestone) ประสิทธิภาพของหินปูนที่จะไปทำปฏิกริยากับดินที่เป็นกรด เพื่อช่วยลดความเป็นกรดลง จะรวดเร็วหรือช้าเพียงใดย่อมแล้วแต่ขนาดความหยาบ และคุณภาพละเอียดของหินปูน ที่ใช้ของหินปูนเอง หินปูนที่บดละเอียดมากย่อมถือว่าเป็นหินปูนที่มีคุณค่าดีกว่าหินปูนซึ่งบดอย่างหยาบ ๆ และสามารถใช้ในจำนวนน้อยกว่าหินปูนที่บดหยาบ ซึ่งจะใช้ให้ได้ผลดีเท่ากันต้องใช้ในจำนวนมากกว่าหินปูนชนิดที่บดละเอียดแล้วมาก แต่เนื่องจากหินปูนที่บดละเอียดมีราคาสูงกว่าชนิดที่ยังหยาบอยู่เพราะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการบดสูง ดังนั้นในที่ใดซึ่งมีแหล่งของหินปูนตามธรรมชาติอยู่แล้ว ก็อาจลดความจำเป็นที่จะต้องใช้ปูนที่บดละเอียดเพื่อต้องการให้การใส่ปูนนั้นมีประสิทธิภาพสูงลงไปได้มาก โดยใช้หินปูนที่ไม่ต้องละเอียดมากนัก เพราะในที่เช่นนั้นสามารถจะใส่หินปูนในจำนวนมากขึ้นเพื่อทดแทนกับประสิทธิภาพของปูนที่ลดลงไป เนื่องจากความหยาบของปูนที่ใช้นั้นได้ แต่ในที่ ๆ อยู่ห่างไกลจากแหล่งหินปูนซึ่งต้องเสียค่าขนส่งปูนแพง ย่อมมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ปูนละเอียดที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อจำกัดปริมาณที่จำเป็นต้องใช้ให้ลดลง

ปกติแล้วถือกันว่าหินปูนที่จะใช้ได้ผลดี ในการ ใส่เพื่อแก้ ความเป็นกรด ในดินนั้นจะต้องนำมาบดให้ละเอียดจน ๕๐ ٪ ของผงปูนที่บดได้ทั้งหมดมีขนาดเล็กพอที่จะรอดผ่านรู

ตะแกรงร่อนซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรู ๐.๒๕ ม.ม. และ ๓๐ ٪ ของผงปูนทั้งหมดก็จะต้องขนาดเล็กพอที่จะผ่านลวดรูตะแกรงร่อน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กลงไปอีกเพียง ๐.๑๕ ม.ม. แม้ว่าผงปูนยิ่งละเอียดเท่าใดก็ยิ่งมีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ตาม แต่ค่าใช้จ่ายในการบดหินปูนก็ย่อมต้องแพงขึ้นไปตามส่วนด้วย

นอกจากขนาดของเมล็ดปูนหรือความละเอียดของปูนแล้ว คุณภาพของปูนแต่ละชนิดที่ขุดมาใช้ก็มีแตกต่างกัน ทั้งนี้แล้วแต่หินปูนชนิดนั้นจะมีความบริสุทธิ์ของแคลเซี่ยมคาบอเนทอยู่กี่เปอร์เซ็นต์ ปกติแล้วหินปูนที่มีเกรดพอใช้ได้หรือมีคุณค่าในการทำลายกรดในดินได้ดีจะต้องมีส่วนประกอบของแคลเซียมคาบอเนทอยู่ไม่ต่ำกว่า ๘๐ ٪ ในบางประเทศได้มีกฎหมายควบคุมขนาดของเมล็ดปูนและคุณภาพหรือเกรดของแคลเซียมคาบอเนท ในปูนที่ผลิตเพื่อใช้ในการเกษตรให้มีมาตรฐานในระดับสูงพอควร

ในดินที่เป็น กรดและมี การขาดแคลน ธาตุแมกนิเซียมมากมัก นิยมใช้ หินปูนชนิดโดโลไมท์ ซึ่งให้ผลดีกว่าเพราะมีธาตุแมกนิเซียมอยู่ในหินปูนสูง โดยทั่ว ๆ ไปแล้วการใช้หินปูนดิบชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้ว แม้จะใส่ในจำนวนมากเกินขนาดก็ไม่ปรากฏว่าเป็นพิษหรือทำอันตรายต่อพืชเหมือนกับการใช้ปูนเผาหรือปูนขาว ซึ่งมีความแรงและปฏิกริยารวดเร็วกว่าปูนดิบมาก

ปูนมาร์ (Marl)

มาร์ คือหินปูนแคลเซียมคาบอเนทชนิดหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติและพบกันมากในดินใต้หนองน้ำหรือใต้ทะเลสาป มาร์มีลักษณะเป็นผงยุ่ยและนุ่มโดยมีดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุตลอดจนแมกนิเซียมคาบอเนทปะปนอยู่ด้วย แต่ตามปกติแล้วมาร์มีส่วนประกอบของแมกนิเซียมคาบอเนทอยู่น้อยกว่าหินปูนชนิดอื่น ๆ คุณภาพของปูนมาร์ในการใช้เป็นปูนเพื่อแก้ความเป็นกรดของดินแตกต่างไปตามชนิดของปูนมาร์ที่ขุดได้ เนื่องจากปูนมาร์ที่ขุดได้มีความชื้นสูง ก่อนใช้จึงจำเป็นต้องตากให้แห้งเสียก่อน โดยไม่จำเป็นต้องบดให้ละเอียดอีกแต่อย่างใด เพราะปกติปูนมาร์เป็นผงยุ่ยดีอยู่แล้ว

ปูนเผาและปูนชื้น (Burned and Hydrated Lime)

ปูนเผาหรือปูนชื้น ผลิตได้โดยการนำหินปูนดิบทั่ว ๆ ไป ซึ่งมีแคลเซียมและแมกนิเซียมคาบอเนท ($CaCo_3$ และ $MgCo_3$) เป็นส่วนประกอบสำคัญมาเผาในความร้อนสูงกว่า ๙๐๐ องศาเซ็นติเกรด เมื่อหินปูนถูกความร้อนขนาดนั้นก็จะขับแก๊สคาบอนไดอ็อกไซด์ (CO_2) ให้ระเหยออกไปหมด คงเหลือเป็นแคลเซียมและแมกนิเซียมอ็อกไซด์ (CaO และ MgO) ซึ่งเรียกว่า ปูนเผา เมื่อเติมน้ำลงไปในปูนเผา (Burned Lime) ก็จะได้ปูนชื้น (hydrated lime) ซึ่งเป็นแคลเซียมและแมกนิเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$ และ $Mg(OH)_2$) ปูนเผา หรือปูนชื้นนี้จะมีฤทธิ์ความเป็นด่างแรงและแสดงปฏิกริยาเร็วกว่าหินปูนดิบมาก การใช้ปูนเผาหรือปูนชื้นจึงจำเป็นที่จะต้องปฏิบัติด้วยความระมัดระวัง อย่าใส่ให้มากเกินขนาดและต้องใส่ก่อนปลูกพืชอย่างน้อย ๒ อาทิตย์ การใส่ก็ต้องหว่านให้สม่ำเสมอและพยายามให้คลุกเคล้ากับดินผิวหน้าให้มากที่สุด มิฉะนั้นอาจจะเกิดผลร้ายแก่พืชที่ปลูกได้ง่ายที่สุด

ขี้เถ้า

ไม้เนื้อแข็งสด ๆ เมื่อถูกนำมาเผาจนเป็นเถ้าถ่านแล้ว ขี้เถ้านั้นจะมีแคลเซียมอ็อกไซด์ (CaO) ประมาณ ๓๐—๔๐ ٪ และมีโปแตช (K_2O) อยู่ ๔—๖ ٪ นอกจากนั้นก็มีซิลิกา (SiO_2) และแร่ธาตุอื่น ๆ อยู่บ้างอย่างละเล็กละน้อย การใช้ขี้เถ้าปริมาณมาก ๆ แทนการใช้ปูนมักจะให้ผลดีในการแก้ความเป็นกรดของดินไม่แพ้หินปูนทั่ว ๆ ไป เพราะขี้เถ้าจะไปช่วยเพิ่มธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในดินได้ทางหนึ่งด้วย

วัตถุที่ใช้ใส่เพื่อปรับปรุงแก้ไขดินที่เป็นด่าง

ดินบางแห่งซึ่งมีปริมาณเกลือสูงเกินปกติ (High Salinity) มักจะปลูกพืชไม่ได้ผล จำเป็นที่จะต้องปรับปรุงดินนั้นให้มีสภาพดีขึ้น โดยวิธีพยายามชะล้างเอาปริมาณเกลือให้ออกจากดินให้มากที่สุด การชะล้างนี้ทำได้โดยการทดน้ำจืดเข้าไปขังไว้ชั่วขณะหนึ่ง

แล้วจึงระบายน้ำซึ่งชะล้างเกลือแล้วออกทั้งเสีย สำหรับดินที่เป็นด่างมาก ๆ (High Alkalinity) อาจปรับปรุงแก้ไขได้ด้วยการใส่ผงกำมะถันหรือยิบซั่มอย่างใดอย่างหนึ่งหรือใช้ทั้ง ๒ อย่างรวมกัน การใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟทซึ่งมีธาตุกำมะถันอยู่สูงเสมอ ๆ ก็อาจช่วยลดความเป็นด่างของดินได้บ้าง

วัตถุที่ใช้ใส่เพื่อปรับปรุงสภายสมบัติของดิน

ดินที่มีลักษณะแน่นทึบ หรือเหนียวจัด ซึ่งเรียกว่าเป็นดินที่มีสภายสมบัติ (Physical Properties) เลวนั้น เป็นดินที่ไม่เหมาะสมในการปลูกพืชเพื่อให้ได้ผลสูง แม้ดินนั้นจะมีอาหารพืชสมบูรณ์แล้วก็ตาม การแก้ไขปรับปรุงดินซึ่งมีลักษณะเลวเช่นนั้น ทำได้โดยการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ต่าง ๆ เช่น ปุ๋ยคอก, ปุ๋ยหมัก, ปุ๋ยพืชสด ฯลฯ และการปฏิบัติดังกล่าวจะต้องทำอย่างสม่ำเสมอในระยะเวลานานติดต่อกันไป การใส่ผงยิบซั่มหรือหินปูนต่าง ๆ ก็มีส่วนช่วยให้เม็ดดินเหนียวจับตัวเป็นเม็ดก้อนเล็ก ๆ (Aggregrating) ซึ่งจะช่วยให้ดินเหนียวซึ่งมีขนาดเม็ดดินละเอียดยึดกันจนแน่นทึบกลับโปร่งขึ้นได้มาก ทำให้อากาศและน้ำในดินถ่ายเทได้สะดวกยิ่งขึ้นเหมาะกับความเจริญเติบโตของรากพืช ขณะนี้ได้มีการประดิษฐวัตถุเทียมหลายชนิดที่จะใช้ใส่เพื่อปรับปรุงคุณลักษณะหรือสภายสมบัติของดินให้ดีขึ้น เช่น **เซลลูโลสกัม** (Cellulose gums) **โปลิอีเล็กโตรไลท์ส** (Polyelectrolytes) **โปลิอคริเลทส์** (Polyacrylates) ฯลฯ แต่วัตถุเทียมต่าง ๆ เหล่านี้ยังมีราคาแพงจนไม่สามารถจะนำไปใช้ในดินเพาะปลูกธรรมดาทั่ว ๆ ไปได้ ในขณะนี้จึงปรากฏว่าคงใช้กันอยู่ในวงจำกัดเฉพาะแปลงเพาะเม็ดพืชชนิดซึ่งมีราคาสูง และใช้ในเนื้อที่เล็ก ๆ เท่านั้น เพื่อช่วยป้องกันมิให้ดินผิวหน้าแตกระแหงเป็นแผ่นและช่วยให้ดินโปร่งซุยขึ้น

หลักในการพิจารณาปัญหาเรื่องการใช้ปุ๋ย

ในการพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสม เพื่อจะให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพและให้ผลกำไรตอบแทนสูง สำหรับที่ใดที่หนึ่งนั้นจำเป็นที่จะต้องพิจารณาถึงปัญหา

ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอยู่ ณ ที่นั้น ๆ หลายแง่หลายมุมด้วยกัน เช่น ปัญหาเรื่องชนิดและคุณสมบัติของดิน, การปฏิบัติในการเตรียมดินและบำรุงดิน, ชนิดของพืชที่จะปลูก, ดินฟ้าอากาศซึ่งรวมทั้งอุณหภูมิ, แสงแดด ตลอดจนความสมบูรณ์ของน้ำฝนที่บริเวณนั้นจะได้รับ ซึ่งปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าวมานี้มักจะแตกต่างกันไปในแต่ละท้องถิ่น หรือแม้แต่ในท้องถิ่นเดียวกันก็ยังอาจมีบางปัญหาแตกต่างกันไปในไร่นาแต่ละแห่งด้วย ปัญหาต่าง ๆ ที่ใช้เป็นหลักในการพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ยอาจจะแยกให้ละเอียดได้ดังต่อไปนี้

ปัญหาเรื่องดิน

ปัญหาสำคัญ ๆ เกี่ยวกับดินโดยตรงที่จะต้องนำมาประกอบในการพิจารณาเพื่อให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพสูง คือ

๑. ปริมาณธาตุอาหารสำคัญ ๆ ซึ่งพืชจะใช้ได้ที่มีอยู่แล้วในดินนั้น

๒. ปฏิกริยาความเป็นกรด หรือด่างของดิน

๓. ชนิดของดิน เช่น เป็นดินเหนียว, ดินร่วน, หรือดินทราย ฯ ล ฯ

๔. ลักษณะความรุนแรงซึ่งเกิดจากการพังทะลายของผิวดินหน้า

๕. คุณสมบัติในการระบายน้ำของดิน

๖. วิธีปฏิบัติการใด ๆ ซึ่งกระทำต่อดินนั้น

การทราบถึงปริมาณธาตุอาหาร ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อพืชที่มีอยู่เดิมแล้วในดินจะช่วยทำให้การพิจารณาเกี่ยวกับปริมาณและสัดส่วนของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมสำหรับจะใช้ในที่นั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น เพราะการใช้ปุ๋ยในดินที่อุดมสมบูรณ์ด้วยธาตุอาหารพืชอยู่แล้วจะช่วยให้ผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้นได้น้อยกว่าในดินซึ่งตามปกติมีธาตุอาหารพืชอยู่ต่ำ ซึ่งการใช้ปุ๋ยในดินเช่นนั้น จะทำให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นโดยการใช้ปุ๋ยสูงมาก หากไม่มีปัญหาอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องอยู่ในดินนั้น สำหรับการจะใส่ปุ๋ยชนิดใดในจำนวนมากน้อยเท่าใดดีก็ย่อมแล้วแต่ปริมาณมากหรือน้อยของธาตุอาหารแต่ละชนิดที่ดินนั้นมีอยู่ เช่น ดินในประเทศสหรัฐอเมริกา โดยทั่ว ๆ ไปปรากฏว่าขาดแคลนธาตุไนโทรเจนยิ่งกว่าธาตุฟอสฟอรัส การใช้ปุ๋ยที่ให้ธาตุไนโทรเจนในการเพิ่มผลผลิตของพืชจึงมีความสำคัญยิ่งกว่า และให้ผลเพิ่มตอบ

แทนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยประเภทที่ให้ธาตุอาหารอื่น ๆ แต่ดินในประเทศไทยส่วนมากขาดแคลนธาตุฟอสฟอรัสมากกว่า การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสจึงจำเป็นมากและให้ผลตอบแทนสูง แม้แต่ที่ดินซึ่งอยู่ในระยะไม่ห่างไกลจากกันมากนักแต่มีชนิดของดินต่างกัน ก็ยังมีการขาดแคลนธาตุอาหารชนิดใดชนิดหนึ่งต่างกันมาก เช่น พื้นที่นาแถบบริเวณบางเขน ซึ่งชนิดของดินถูกจัดอยู่ในประเภท **ดินเหนียว กรุงเทพ ฯ** (Bangkok Clay) ซึ่งมีธาตุอาหารฟอสฟอรัสในดินต่ำกว่าธาตุอื่น ๆ ปรากฏว่าการใช้ปุ๋ยฟอสเฟท แม้เพียงอย่างเดียวในดินนี้ก็ช่วยให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นสูงมากอยู่แล้ว ในขณะเดียวกับที่ผลตอบสนองที่จะได้รับจากการใช้ปุ๋ยไนโทรเจนอย่างเดียวในดินชนิดนี้ จะไม่ปรากฏเลยถ้าไม่มีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟทร่วมอยู่ด้วย แต่ในดินนาแถบรังสิตซึ่งเป็นดินเหนียวและลักษณะของดินถูกจัดเข้าอยู่ในประเภท **ดินเหนียวองค์รักษ์** (Onkarak Clay) นั้น กลับมีการขาดแคลนธาตุอาหารและการให้ผลตอบสนองจากการใช้ปุ๋ยประเภทต่าง ๆ แตกต่างกันไปอย่างตรงกันข้าม กล่าวคือ ดินนารังสิตขาดแคลนธาตุไนโทรเจนมากกว่า และการใช้ปุ๋ยประเภทไนโทรเจนแม้เพียงอย่างเดียวก็ช่วยให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นได้ มีวิธีการต่าง ๆ หลายวิธีที่จะช่วยให้สามารถทราบได้ว่าดินแห่งใดขาดแคลนธาตุอะไรมากหรือน้อย และสมควรใส่ปุ๋ยชนิดใด ในอัตรามากน้อยเท่าใด ซึ่งวิธีการต่าง ๆ นี้จะได้กล่าวให้ละเอียดในบทหลัง ๆ แต่ควรทราบไว้ด้วยเลยว่าในกระบวนวิธีการต่าง ๆ ที่จะกล่าวถึงซึ่งเป็นวิธีที่ดีที่สุด และให้ผลแน่นอนกว่าวิธีอื่น ๆ คือวิธีทดลองใส่ปุ๋ยกับพืชที่ปลูกในที่นั้น ๆ โดยตรง (Field Experiments)

ปฏิกิริยาความเป็นกรดหรือด่างของดิน (Soil Reaction) นั้น สามารถตรวจวัดออกมาได้เป็นหน่วยค่าของ p^H การตรวจระดับปฏิกิริยาในดินนอกจากจะทำให้ทราบว่าดินนั้นเป็นกรดหรือด่างมากน้อยแค่ไหน ยังช่วยให้ทราบถึงปริมาณปูนที่จะใส่เมื่อดินมี p^H เป็นกรด หรือปริมาณยิบซั่ม หรือผงกำมะถันที่เหมาะสมในการแก้ความเป็นด่าง ในกรณีซึ่งดินนั้นมีค่าของ p^H เป็นด่างด้วย นอกจากนี้การทราบความเป็นกรดและด่างของดินหรือค่า p^H ของดินยังเป็นสิ่งสำคัญมากในการพิจารณาเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยสำหรับพืชนั้น ๆ เช่นหากตรวจพบว่าดินนั้นมีปฏิกิริยาเป็นกรด ก็ทราบได้ทันทีว่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่จะละลายเป็นประโยชน์ต่อพืช ซึ่งจะได้จากการใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทในดินนั้นจะลดน้อยลงไปกว่าปกติมาก การใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทในดินกรดให้ได้ผลอาจจะต้องใช้ในปริมาณมากกว่า

ตารางที่ ๖. แสดงผลการวิเคราะห์สภายสมบัติของดินนาตามท้องถิ่นต่าง ๆ ของประเทศไทย รวม ๓ ปี, พ.ศ. ๒๕๐๒–๒๕๐๔ เพื่อแยกหาส่วนประกอบของเม็ดดินขนาดต่าง ๆ และจัดชนิดของดินนาเข้าเป็นหมวดหมู่ตามความหยาบและละเอียดของเนื้อดิน*

— จำนวนตัวอย่างที่พบและเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากตัวอย่างดินทั้งหมด —

จำนวนตัวอย่างที่ทดสอบ		ชนิดของดิน (Soil Texture[1]) แบ่งได้เป็น ๑๐ ชนิด									
		Clay	Clay Loam	Sandy Clay Loam	Sandy Clay	Sandy Loam	Loamy Sand	Loam	Silt Loam	Silty Clay	Silty Clay Loam
กลาง	166	98	22	6	—	15	3	10	5	3	4
		59.0%	13.2%	3.6%	—	9.0%	1.8%	6.0%	3.0%	1.8%	2.4%
เหนือ	48	15	12	8	—	5	—	8	—	—	—
		31.2%	25.0%	16.7%	—	10.4%	—	16.7%	—	—	—
ตะวันออกเฉียงเหนือ	93	12	3	3	1	44	7	20	1	—	2
		12.9%	3.2%	3.2%	1.1%	47.3%	7.5%	21.5%	1.1%	—	2.1%
ใต้	23	8	5	1	1	3	—	2	—	2	1
		34.8%	21.7%	4.3%	4.3%	13.0%	—	8.7%	—	8.7%	4.3%
เฉลี่ยทั่วประเทศ	330	133	42	18	2	67	10	40	6	5	7
		40.3%	12.7%	5.4%	0.6%	20.3%	3.0%	12.1%	1.8%	1.5%	2.1%

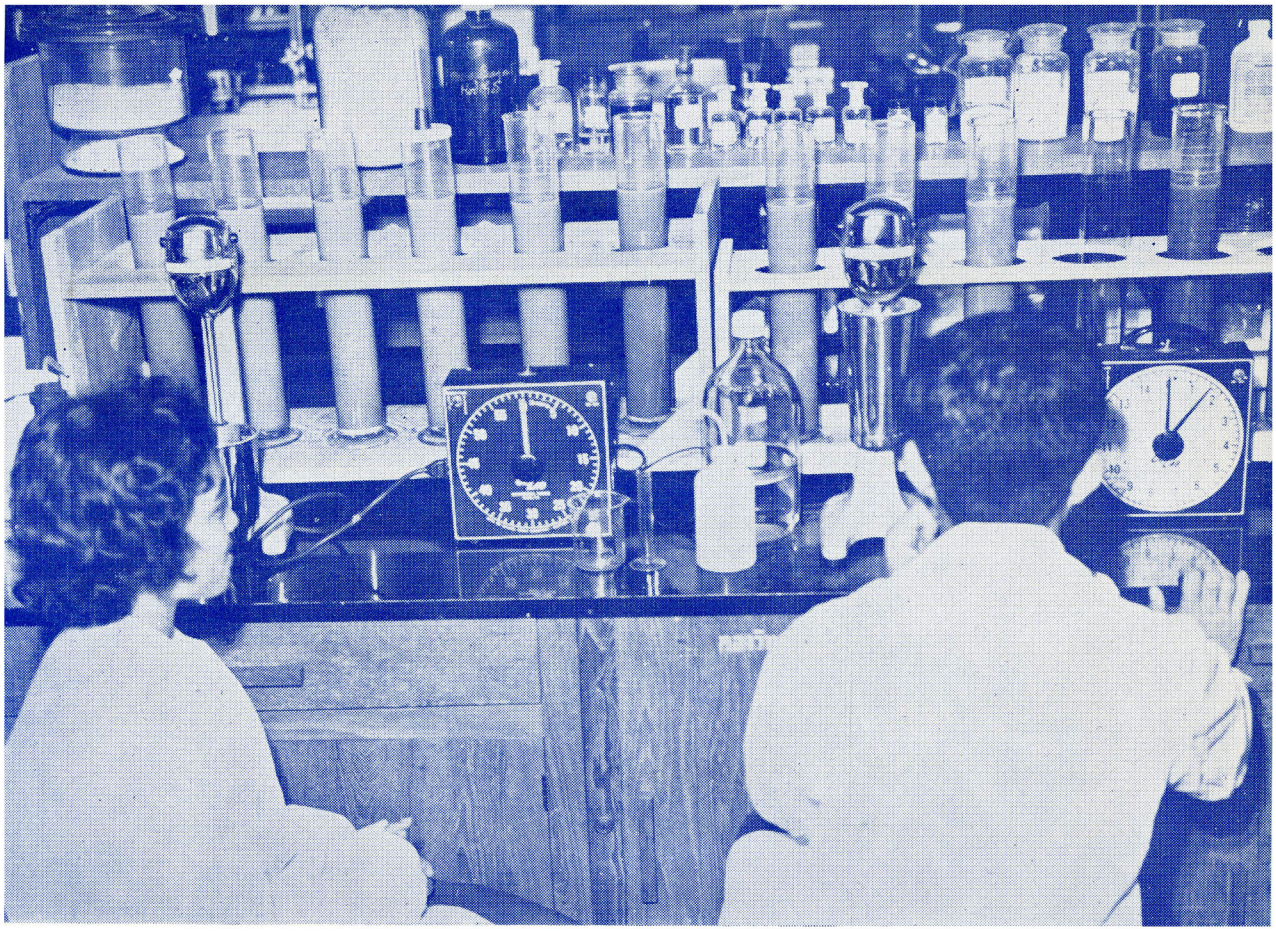
* รวบรวมจากรายงานการวิเคราะห์ดินนาของราษฎรที่ทำการทดลองปุ๋ย ตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๒–๒๕๐๔ ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน กองวิทยาการ

1 ชนิดของเนื้อดิน (Textural Classes)

Clay	ดินเหนียว	Loamy Sand	ดินทรายร่วน
Clay Loam	ดินร่วนปนดินเหนียว	Loam	ดินร่วน
Sandy Clay Loam	ดินร่วนปนดินเหนียวและทราย	Silt Loam	ดินร่วนปนตะกอน
Sandy Clay	ดินเหนียวปนทราย	Silty Clay	ดินเหนียวร่วน
Sandy Loam	ดินร่วนทราย	Silty Clay Loam	ดินร่วนปนดินเหนียวและตะกอน

ที่จะใช้กับดินที่มีปฏิกิริยาหรือค่า pH เป็นกลาง หรือเป็นกรดเล็กน้อย และอาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการใส่ปุ๋ยในดินนั้นเสียใหม่ เพื่อลดการสูญเสียประสิทธิภาพของปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทที่ใส่ ยิ่งไปกว่านั้นหากพบว่าปฏิกิริยาความเป็นกรดในดินสูงมากจนถึงขนาดที่จะทำให้ธาตุอะลูมินั่มและแมงกานิสในดินละลายออกมามากเกินไปจนเกิดเป็นพิษแก่พืชแล้ว ก็จำเป็นต้องเพ่งเล็งถึงการใส่ปูนเพื่อลดความเป็นกรดในดินนั้นเสียก่อนทำการใส่ปุ๋ย เพราะการใส่ปุ๋ยใด ๆ ในดินที่เป็นกรดอย่างแรงเช่นนั้น ย่อมจะไม่ได้รับประโยชน์ตอบแทนเท่าที่ควร ประโยชน์ของการใช้ปุ๋ยต่าง ๆ โดยเฉพาะปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทในดินกรดเช่นนี้ จะมีมากขึ้นก็ต่อเมื่อได้มีการใส่ปูนเพื่อปรับปรุงปฏิกริยาในดินให้เหมาะสม และเพื่อช่วยป้องกันมิให้เกิดการละลายของธาตุอาหารบางอย่างในปริมาณที่เข้มข้นมากจนเกิดเป็นพิษต่อพืช และในขณะเดียวกันก็ช่วยให้ประสิทธิภาพในการละลายของปุ๋ยอื่น ๆ ดีขึ้นด้วย นอกจากนี้การใส่ปูนในดินที่ปลูกพืชตระกูลถั่วจะช่วยให้การปฏิบัติงานของแบกทีเรียในปมรากถั่ว (nodule bacteria) รวมทั้งจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ที่เป็นประโยชน์ในดินเจริญขยายพันธุ์ได้มากขึ้น และทำหน้าที่ในการดูดธาตุไนโทรเจนจากอากาศมาสะสมไว้ในดินได้มากขึ้น ซึ่งประโยชน์ต่าง ๆ ที่จะได้รับจากการใส่ปูนเพื่อปรับปฏิกริยาที่เป็นกรดมากในดินให้ลดลงเป็นปกติดังกล่าวมาแล้ว อาจจะช่วยลดความจำเป็นที่จะต้องใช้ปุ๋ยไนโทรเจน และปุ๋ยฟอสฟอรัสในปริมาณสูงในดินนั้นนั้นลงไปได้มาก

ในดินที่มีปฏิกริยาเป็นด่าง การใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัสประเภทที่ไม่ละลายน้ำ (no water soluble phosphate) เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟท หรือไฮเปอร์ฟอสเฟท มักจะไม่ให้ประโยชน์แก่พืช นอกจากจะใส่ปุ๋ยดังกล่าวในจำนวนสูงกว่าปกติมาก ในดินที่มีสภาพเป็นด่างมาก ๆ นั้นมักจะมีการขาดแคลนธาตุอาหารประเภทใช้น้อยต่าง ๆ เช่น ธาตุเหล็ก, โมลิบดินั่ม, ฯลฯ ได้ง่าย การใส่ปุ๋ยโปแตสเซี่ยมในดินที่เป็นด่างเพื่อให้ได้ผลก็อาจจะต้องใช้ในปริมาณสูงกว่าปกติ เพราะประสิทธิภาพในการละลายของปุ๋ยโปแตสเซี่ยมในสภาพดินที่เป็นด่างจะมีต่ำกว่าปกติมาก คุณค่าของปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟทหรือยูเรียเมื่อใช้ในดินที่เป็นด่างมาก ๆ ก็ปรากฏว่าลดลงไปไม่น้อย เนื่องจากปุ๋ยไนโทรเจนดังกล่าว เมื่อกระทบและทำปฏิกริยากับด่างในดินก็จะสูญเสียธาตุไนโทรเจนโดยระเหยเป็นแก๊สไปได้บ้าง



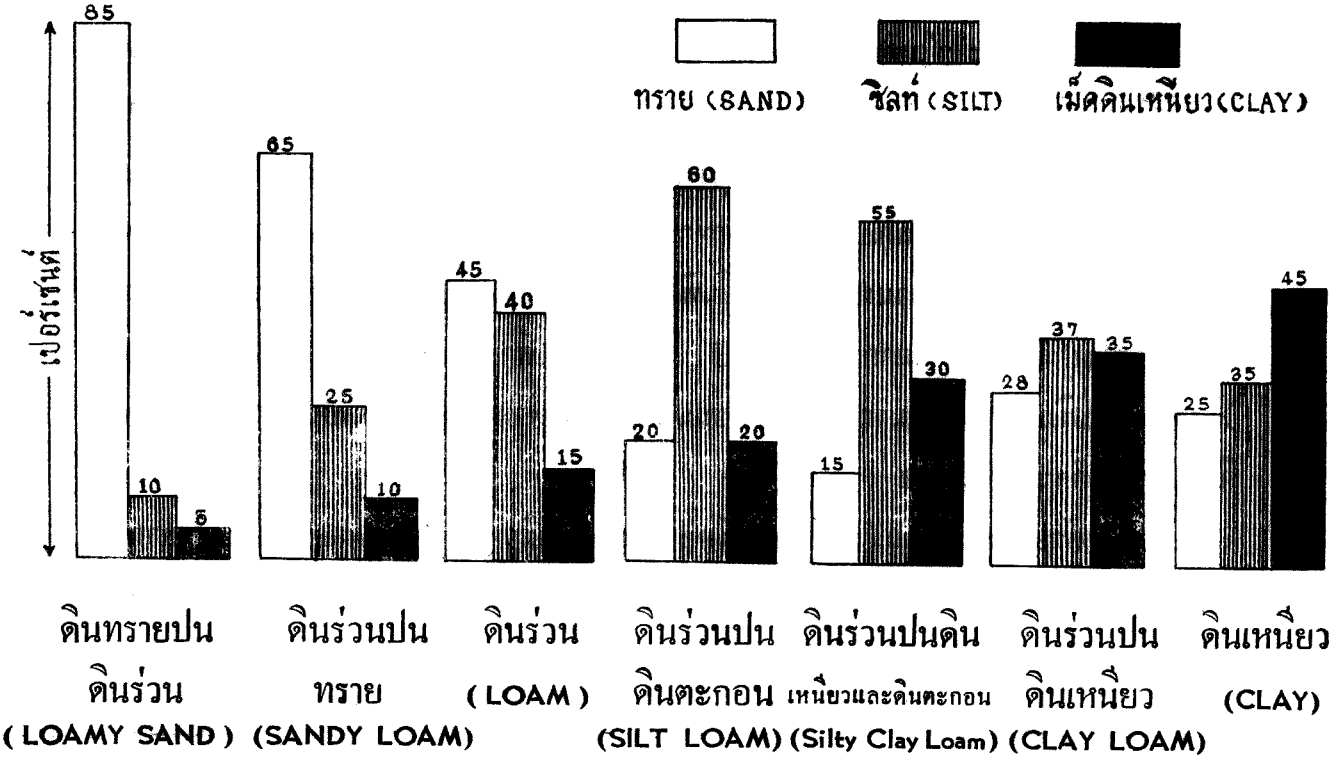
ภาพที่ ๑ เจ้าหน้าที่กำลังทำการวิเคราะห์สกายสมบัติของดิน (Mechanical Analysis) เพื่อแยกหาส่วนประกอบของเม็ดดินขนาดต่าง ๆ เช่น ทราย ซิลท์ และเม็ดดินเหนียว เพื่อจัดจำแนกชนิดของดิน (Soil Texture) ซึ่งเก็บส่งมาจากดินนาตามท้องถิ่นต่าง ๆ (ห้องปฏิบัติงานวิเคราะห์ดิน กองวิทยาการ)

ชนิดของดิน (Soil Texture) ซึ่งแบ่งแยกออกได้หลายชนิด เช่น ดินเหนียว, ดินร่วน, ดินทราย ฯลฯ มีความสำคัญเกี่ยวข้องกับการพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ยอยู่มากเหมือนกัน ดินทรายหรือเรียกง่าย ๆ ว่าดินหยาบ โดยปกติมีความสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชต่ำกว่าดินเหนียวหรือดินละเอียด การใส่ปุ๋ยในดินทรายเพื่อให้ได้ผลจึงมักจะต้องใช้ปุ๋ยในปริมาณที่มากกว่าที่จะใช้ในดินเหนียว วิธีการใส่ปุ๋ยเพื่อให้ได้ผลสูงก็จำเป็นจะต้องทำปราณีตกว่าวิธีใส่ปุ๋ยที่ใช้กับดินเหนียว เช่นต้องมีการแบ่งใส่ปุ๋ยหลาย ๆ ครั้งแทนที่จะใส่ปุ๋ยทั้งหมดเพียงครั้งเดียว เนื่องจากดินหยาบมีส่วนประกอบซึ่งเป็นเมล็ดดินเหนียวอยู่น้อยทำให้ดินหยาบมีคุณสมบัติในการยึดหรือแลกเปลี่ยนธาตุอาหารพืชได้ต่ำ การใช้ปูนเพื่อแก้ความเป็นกรดในดินหยาบ จึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษในเรื่องจำนวนปูนที่ใส่ยิ่งกว่าในดินเหนียว เพราะการใช้ปูนในปริมาณมากเกินขนาดไป แม้เพียงเล็กน้อยก็อาจจะเป็นอันตรายแก่พืชได้ง่าย ซึ่งปริมาณปูนที่ว่ามากเกินขนาดเช่นนั้นปกติแล้วสำหรับในดินเหนียวจะไม่ปรากฏว่าถึงกับทำให้เกิดผลร้ายแก่พืช

ลักษณะความรุนแรงของการพังทะลายของดินผิวหน้า (Erosion) อันเนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น ถูกกระแสร์น้ำเซาะดิน, ถูกลมพายุพัดหอบเอาผิวดินไป ฯลฯ เป็นเครื่องสังเกตุได้อย่างดีถึงการเสื่อมความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืชในดิน ดินที่ปรากฏว่ามีการพังทะลายจนมีผิวดินหน้าเหลืออยู่น้อย ซึ่งแสดงว่าดินนั้นได้สูญเสียธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์แก่พืชไปมากแล้ว ก็จำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ยในปริมาณที่สูงกว่าในดินที่ยังไม่ปรากฏว่ามีการพังทะลายของผิวดินหน้าหรือมีเพียงเล็กน้อย การพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในปริมาณสูงในดินที่มีการพังทะลายมากเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการปรับปรุงผลผลิตในดินนั้นให้สูงขึ้น นอกจากนี้การปรับปรุงแก้ไขวิธีการปลูกพืชตลอดจนชนิดของพืชที่ปลูกเพื่อยับยั้งการพังทะลายของดินผิวหน้าไม่ให้เกิดขึ้นต่อไป ตลอดจนวิธีการเพิ่มปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน เพื่อทดแทนกับที่ดินสูญเสียไปก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องได้รับการพิจารณาปฏิบัติเป็นพิเศษอีกทางหนึ่งด้วย

คุณสมบัติของดินในการที่จะระบายน้ำได้ดีเลวเพียงใดย่อมมีความสำคัญเกี่ยวข้องกับการพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ยเหมือนกัน ปกติการปลูกพืชในดินที่แน่นทึบซึ่งระบายน้ำได้เลว

กราฟแสดงส่วนประกอบของเม็ดดินขนาดต่าง ๆ ในชนิดของดิน (Soil–Texture) ซึ่งทำให้ดินนั้น ๆ มีคุณสมบัติในแง่ความหยาบและละเอียด (Texture) แตกต่างกันออกไป



ดินทรายปนดินร่วน (LOAMY SAND)	ดินร่วนปนทราย (SANDY LOAM)	ดินร่วน (LOAM)	ดินร่วนปนดินตะกอน (SILT LOAM)	ดินร่วนปนดินเหนียวและดินตะกอน (Silty Clay Loam)	ดินร่วนปนดินเหนียว (CLAY LOAM)	ดินเหนียว (CLAY)

ขนาดของเม็ดดินชนิดต่าง ๆ (Size of Soil Separates)*

ชนิดของเม็ดดิน		เส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดดินเป็นมิลลิเมตร
Gravel	(กรวด)	2.0 และใหญ่กว่านี้ขึ้นไป
Coarse sand	(ทรายหยาบ)	0.2 —2.0
Fine sand	(ทรายละเอียด)	0.02—0.2
Silt	(ดินตะกอน)	0.002—0.02
Clay	(ดินเหนียว)	0.002 และเล็กกว่านี้

* ขนาดของเม็ดดินนี้ กำหนดขึ้นโดย The International Society of Soil Scientists.

และมีการถ่ายเทอากาศในดินได้น้อยนั้นมักจะไม่ให้ผลผลิตของพืชสูงเท่าที่ควร แม้จะมีธาตุอาหารพืชอยู่ในดินอย่างพอเพียงแล้วก็ตาม การลงทุนปรับปรุงบำรุงดินนั้นด้วยการใส่ปุ๋ยอย่างเดียวมักจะเสี่ยงต่อการขาดทุนได้ง่าย หากจะใช้ปุ๋ยก็จำเป็นต้องใช้ในปริมาณที่น้อยกว่าปกติ จนกว่าจะได้รับการปรับปรุงแก้ไขให้ดินนั้นมีคุณสมบัติในการระบายน้ำและถ่ายเทอากาศในดินดีขึ้นเสียก่อนจึงจะสามารถใส่ปุ๋ยในปริมาณสูงขึ้น เพื่อให้ผลกำไรตอบแทนมากขึ้นได้

ความแตกต่างในวิธีปฏิบัติการใด ๆ เช่น การไถ, คราด, การทดน้ำ, ระบายน้ำ การใส่ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ หรือปุ๋ยมูลสัตว์ ฯลฯ ซึ่งกระทำต่อดิน มักจะมีส่วนทำให้ดินแปรสภาพความสมบูรณ์แตกต่างกันไปได้มาก แม้จะเป็นดินชนิดเดียวกันหรืออยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน สภาพความสมบูรณ์ของดินซึ่งแตกต่างกันไปเนื่องจากปฏิบัติการต่าง ๆ ที่ได้กระทำต่อดินดังกล่าว ย่อมจะทำให้การพิจารณาอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมสำหรับดินแห่งเดียวกันพลอยแตกต่างกันไปด้วย เช่นดินผืนหนึ่งใช้ปลูกข้าวติดต่อกันเป็นเวลานานโดยไม่เคยมีการใส่ปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยเคมีเลย ส่วนดินอีกผืนหนึ่งซึ่งอยู่ติดกัน และมีปฏิกริยาเป็นกรดเช่นเดียวกับดินผืนแรกแต่ใช้วิธีการปลูกพืชตระกูลถั่วหมุนเวียนสลับกับข้าว และมีการใช้ปุ๋ยและปูนมาบ้าง เมื่อถึงเวลาที่จะพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ยสำหรับดินทั้ง ๒ ผืนที่ยกตัวอย่างมาแล้วนั้น ก็จำเป็นที่จะต้องให้ดินผืนแรกซึ่งปลูกแต่ข้าวติดต่อกัน และไม่ได้รับการปฏิบัติเพื่อบำรุงดินแต่อย่างใด ได้รับการใส่ปุ๋ยและปูนในปริมาณที่สูงกว่าดินอีกผืนหนึ่งซึ่งมีวิธีการปลูกพืชและการใส่ปุ๋ยและปูนที่เหมาะสมเพื่อบำรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นอย่างดีมาบ้างแล้ว

ปัญหาเรื่องฝนฟ้าอากาศ

ลมฟ้าอากาศ (Climate) นอกจากจะมีอิทธิพลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและแตกต่างในทางกำเนิดตามธรรมชาติของดินแต่ละเขตแล้ว ยังมีความสำคัญต่อความเหมาะสมของชนิดพืชที่จะปลูกในเขตนั้น ๆ ด้วย ในการพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ย ณ ที่ใดที่หนึ่งจึงต้องนำปัญหาเรื่องลมฟ้าอากาศ เช่น อุณหภูมิ, ปริมาณน้ำฝน และความสม่ำเสมอของฝน, ความสั้นและยาวของวัน ตลอดจนฤดูกาลปลูกพืช ฯลฯ มาประกอบในการ

พิจารณาด้วย เช่นในท้องถิ่นที่มีอุณหภูมิต่ำซึ่งมีอากาศหนาว อาจพิจารณาได้ว่าการเน่าเปื่อยสลายตัวของอินทรีย์วัตถุเพื่อให้ธาตุอาหารในโทรเจนแก่พืชในดินจะมีน้อย และช้ากว่าในเขตอบอุ่นหรือร้อน ดังนั้นการใช้ปุ๋ยไนโทรเจนในดินน้อาจจะต้องใช้ในอัตราสูงกว่าดินในเขตร้อน การใส่ปุ๋ยอย่างเพียงพอในที่ ๆ มีอากาศหนาวจัดได้เคยปรากฏในที่บางแห่งว่าช่วยให้พืชที่ปลูกมีความทนทานต่อความหนาวได้ดีกว่าพืชที่ไม่ได้รับปุ๋ย

จำนวน น้ำฝน และความ สม่ำเสมอ ของฝนมีความ สำคัญไม่น้อยในการ พิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ย เพราะเป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าในดินที่ขาดน้ำนั้นการใช้ปุ๋ยไม่สู้ให้ผลดีนัก และบางครั้งอาจจะทำให้ผลผลิตลดลงไปกว่าไม่ใส่ปุ๋ยได้ หากที่นั้นไม่ได้รับน้ำจากคูคลองเข้ามาช่วย ทั้งนี้เพราะการใส่ปุ๋ยในระยะแรกในขณะที่ยังไม่มีฝนหรือน้ำเพียงพอจะไปช่วยเร่งให้พืชในระยะแรกเจริญเติบโตเร็วกว่าปกติ ซึ่งทำให้พืชต้องใช้น้ำมากขึ้นตามส่วน เป็นเหตุให้น้ำซึ่งมีจำกัดอยู่แล้วเกิดไม่เพียงพอในระยะหลังเมื่อพืชที่เจริญเติบโตเต็มที่ในระยะแรก เพราะการใส่ปุ๋ยต้องมาพบกับความขาดแคลนน้ำในระยะหลัง ก็อาจจะเกิดความเสียหายได้ง่ายและรุนแรงยิ่งกว่าพืชที่ไม่ใส่ปุ๋ยเสียอีก โดยเฉพาะในที่ ๆ มีน้ำจำกัดอยู่แล้ว แต่ถ้าหากที่ดินนั้นสามารถได้น้ำชลประทานตามเวลาที่ต้องการ ปัญหายุ่งยากดังกล่าวนี้ก็จะไม่เกิดขึ้น เมื่อพิจารณาถึงดินในบริเวณที่มีฝนตกมาก มีโอกาสที่จะให้ผลผลิตของพืชสูงกว่าเพราะมีน้ำให้พืชอย่างสมบูรณ์ แต่ในขณะเดียวกันดินนั้นก็มีโอกาสที่จะเสื่อมความสมบูรณ์ได้ง่ายกว่าเพราะธาตุอาหารพืชในดินนั้นถูกชะล้างสูญเสียไปได้มากกว่า เมื่อพิจารณาถึงผลได้และผลเสียทั้ง ๒ ประการมาประกอบกันเข้าแล้วก็ย่อมมีเหตุผลที่จะต้องใส่ปุ๋ยในดินที่มีน้ำบริบูรณ์ในอัตราสูงกว่าปกติที่จะใช้ในที่ ๆ ขาดฝน นอกจากนี้มักปรากฏเสมอว่าในที่ ๆ มีฝนตกน้อยและไม่มีการชลประทานช่วยมักจะปลูกพืชในที่นั้นได้ครั้งเดียวจึงไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในอัตราสูงแต่สำหรับที่ ๆ มีน้ำชลประทาน หรือฝนบริบูรณ์และทำการปลูกพืชได้มากกว่าปีละครั้งนั้นกลับมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ปุ๋ยในอัตราสูงเพื่อให้ได้ผลผลิตตอบแทนสูงที่สุด หากมิฉะนั้นประโยชน์ที่จะได้รับจากการชลประทานและน้ำฝนก็จะน้อยไม่คุ้มค่าที่สมควรจะได้รับ

ในที่ ๆ ฤดูกาลปลูกพืชมีระยะสั้นเนื่องจากมีฝนจำกัด การใช้ปุ๋ยฟอสเฟทอาจจะต้องใช้ในอัตราสูงกว่าปกติเพื่อช่วยเร่งให้พืชสุกเร็วขึ้นทันฤดูกาล แต่การใส่ปุ๋ยไนโทรเจน

ในอัตราสูงอาจจะไม่สมควรทำ เพราะปุ๋ยไนโทรเจนจะไปเพิ่มความเจริญเติบโตของพืชมากเกินไป ทำให้ยืดระยะเวลาการสุกของพืชและการเก็บเกี่ยวให้ล่าช้าออกไปกว่าฤดูกาลที่เหมาะสม และหากยิ่งที่ดินนั้นขาดธาตุฟอสเฟท และโปแตสเซียมอยู่ด้วยแล้ว ก็ยิ่งทำให้พืชที่ปลูกเสียหายหนักขึ้นหรือมีความต้านทานต่อโรคน้อยลงไป

ปัญหาเรื่องพืชที่ปลูก

เนื่องจากพืชแต่ละชนิดมีความสามารถในการนำเอาธาตุอาหารต่าง ๆ จากดินไปใช้ประโยชน์ได้ในจำนวนมากน้อยไม่เท่ากัน ดังนั้นความต้องการปุ๋ยซึ่งให้ธาตุอาหารต่าง ๆ จึงแตกต่างกันไปตามชนิดพืชด้วย เช่น ในที่ดินแห่งหนึ่งซึ่งถ้าต้องการปลูกข้าวให้ได้ผลผลิตสูงที่สุดต้องใส่ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟทเพื่อให้ธาตุไนโทรเจนในอัตรา ๑๖ ก.ก. ต่อไร่ (ใช้ ๘๐ ก.ก. แอมโมเนียมซัลเฟท ๒๐ % N) แต่ถ้าต้องการปลูกข้าวโพดในที่แห่งเดียวกันให้ได้ผลสูงที่สุดนั้น อาจต้องใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟทเพื่อให้ธาตุไนโทรเจนในอัตรา ๒๒ ก.ก. ต่อไร่ (๑๑๐ ก.ก. แอมโมเนียมซัลเฟท) ซึ่งเป็นอัตราปุ๋ยที่สูงกว่าข้าว เนื่องจากข้าวโพดมีความสามารถใช้ ประโยชน์ จากปุ๋ยไนโทรเจน ในการสร้าง ผลผลิตได้ใน อัตราสูงกว่าที่ข้าวใช้ ความสามารถของพืชต่าง ๆ ในการจะดูดเอาธาตุอาหารไปใช้เป็นประโยชน์ได้นั้นมีแตกต่างกันมาก เช่น พืชจำพวกถั่วต่าง ๆ สามารถนำเอาธาตุฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และแคลเซียมไปใช้ได้ในปริมาณมากกว่าที่ข้าวหรือธัญญพืชอื่น ๆ นำไปใช้ ในขณะเดียวกันธัญญพืชต่าง ๆ รวมทั้งข้าวก็นำเอาธาตุไนโทรเจนไปใช้ในปริมาณสูงกว่าถั่วมาก สิ่งสำคัญซึ่งเป็นสาเหตุทำให้พืชต่าง ๆ ดูดเอาธาตุอาหารไปใช้ได้มากน้อยกว่ากัน คือ คุณสมบัติของรากตลอดจนขนาดและจำนวนรากซึ่งแผ่ขยายออกไปของพืชแต่ละชนิด พืชที่มีรากยาวลึกและมีปริมาณรากแผ่ขยายไปไกลย่อมจะมีโอกาสดูดเอาธาตุอาหารในดินได้ในปริมาณมากกว่าพืชมีรากสั้นและไม่แตกแขนง คุณสมบัติโดยเฉพาะตามธรรมชาติของรากพืชแต่ละชนิดที่จะสามารถดูดธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ก็แตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด เช่น พืชตระกูลถั่วมีรากซึ่งมีคุณสมบัติในการดูดธาตุฟอสฟอรัสจากปุ๋ยฟอสเฟทชนิดที่ไม่ละลายน้ำ เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟท ได้ดีกว่ารากพืชชนิดอื่น ๆ รากพืชบางชนิดมีคุณสมบัติในการดูดธาตุอาหารประเภท

ตารางที่ ๗. ตารางแสดงปริมาณธาตุอาหารบางอย่างในที่ดินที่พืชบางชนิดนำมาใช้สร้างผลผลิต

— น้ำหนักธาตุเป็นกิโลกรัมต่อไร่ —

ชนิดและส่วนของพืชที่วิเคราะห์	ผลผลิตต่อไร่	ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่วิเคราะห์พบในพืชบางชนิด					
		N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S
ธัญญพืช							
ข้าว (เมล็ด)	64 ถัง[1]	8.72	3.09	1.82	0.54	0.73	0.54
ข้าว (ฟาง)	1,000 ก.ก.	5.64	1.45	13.09	1.64	0.91	—
ข้าวโพด (เมล็ด)	80 ถัง	15.64	6.36	4.00	1.10	1.10	1.27
ข้าวโพด (ต้น)	45,000 ก.ก.	14.54	4.36	12.36	2.72	1.09	1.09
ข้าวฟ่าง (เมล็ด)	48 ถัง	8.73	4.54	2.36	0.73	0.91	0.91
ข้าวฟ่าง (ต้น)	1,200 ก.ก.	11.45	3.45	16.90	5.27	3.27	—
ข้าวสาลี (เมล็ด)	32 ถัง	9.27	4.18	2.36	0.18	1.09	0.54
ข้าวสาลี (ต้น)	600 ก.ก.	3.27	7.27	5.09	1.09	0.54	0.91
ผลไม้และผัก							
ส้ม	7,168 ก.ก.	16.16	24.92	56.30	2.08	0.80	0.64
แอ๊ปเบิ้ล	3,400 ก.ก.	0.36	0.73	4.36	0.91	0.73	1.27
กะหล่ำปลี	4,000 ก.ก.	10.91	3.64	15.45	1.82	0.73	4.00
หอมหัวใหญ่	3,000 ก.ก.	8.18	3.64	6.91	2.00	0.36	3.27
มันฝรั่ง	320 ถัง	15.09	5.82	24.54	0.54	1.09	1.09
มันเทศ	160 ถัง	6.73	3.64	13.45	0.54	1.09	0.73
มะเขือเทศ	4,800 ก.ก.	6.00	4.00	15.82	0.73	1.27	1.45

ตารางที่ ๗ (ต่อ)

— น้ำหนักธาตุเป็นกิโลกรัมต่อไร่ —

ชนิดและส่วนของพืชที่วิเคราะห์	ผลผลิตต่อไร่	ปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ที่วิเคราะห์พบในพืชบางชนิด					
		N	P_2O_5	K_2O	Ca	Mg	S
พืชอื่น ๆ							
ฝ้าย (เมล็ดและเส้นใย)	273 ก.ก.	6.91	2.91	2.73	0.36	0.73	0.36
ยาสูบ (ใบ)	273 ก.ก.	8.18	1.82	10.91	9.82	2.36	1.82
ถั่วเหลือง (เมล็ด)[2]	24 ถัง	20.00	4.36	6.00	0.91	0.91	0.54
ถั่วลิสง	400 ก.ก.	14.54	2.73	2.36	0.18	0.54	0.91
อ้อย	12 ตัน	17.45	9.82	49.09	5.09	4.36	4.36

1 = ถังข้าวเปลือก

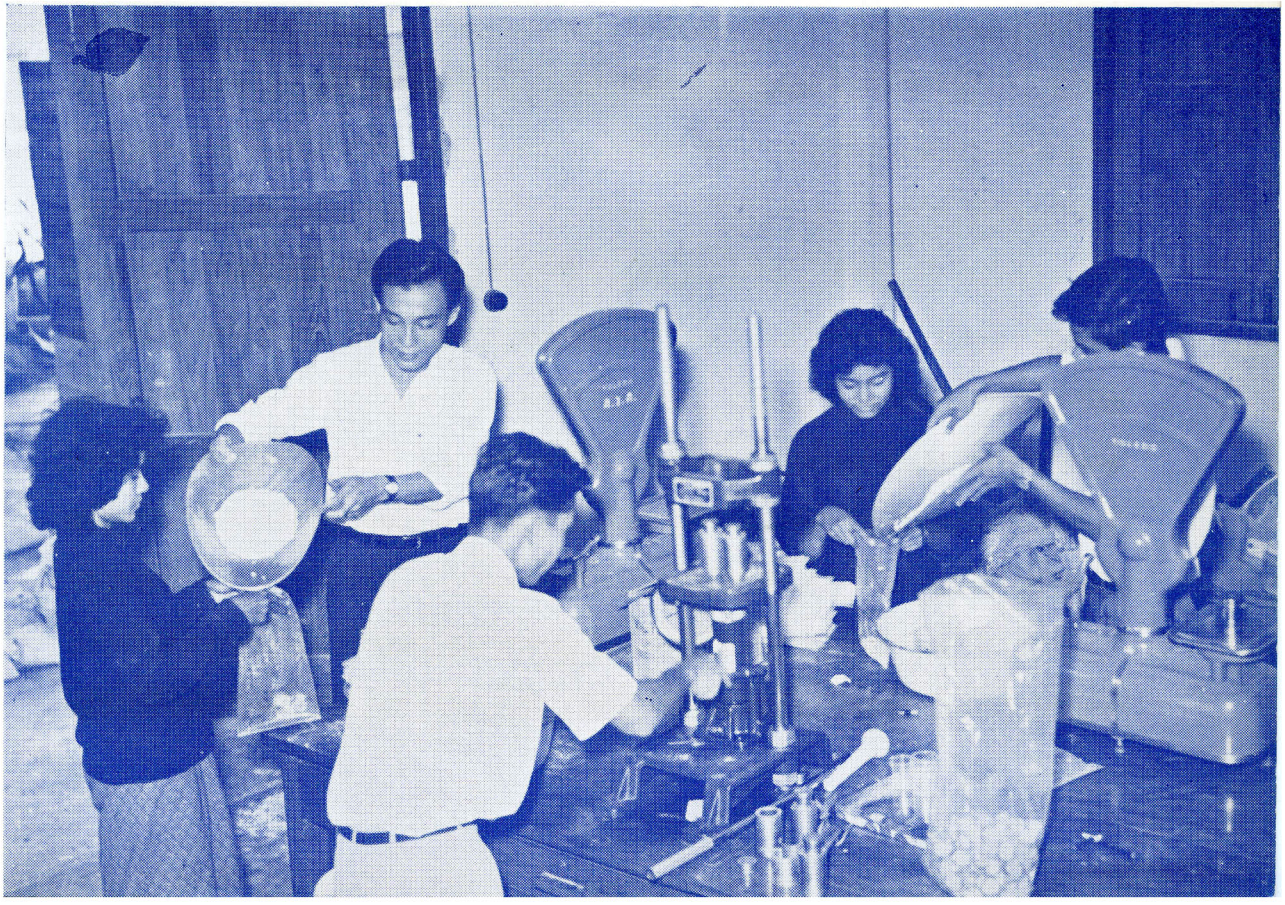
2 = พืชตระกูลถั่วต่าง ๆ สามารถนำแก๊สไนโทรเจนจากอากาศมาใช้ได้เองโดยรากปม (nodules)

ใช้น้อยในดินได้ต่ำมาก เมื่อปลูกในที่ดินซึ่งมีธาตุอาหารประเภทใช้น้อยอยู่น้อยและจำกัด ก็มักจะแสดงอาการขาดแคลนธาตุอาหารได้ง่าย ทั้ง ๆ ที่พืชอื่น ๆ ซึ่งมีความต้องการใช้ธาตุอาหารประเภทใช้น้อยเท่า ๆ กัน กลับสามารถดูดเอาธาตุต่าง ๆ ไปใช้ได้โดยไม่เดือดร้อน เมื่อปลูกอยู่บนที่แห่งเดียวกัน ในดินที่ขาดธาตุไนโทรเจนซึ่งปลูกพืชอื่น ๆ ไม่ให้ผล หากลองปลูกพืชตระกูลถั่วในดินนั้นอาจได้รับผลสูงได้ ถ้าดินนั้นมีจำนวนแบกทีเรียปมถั่ว (Rhizo-bium) อยู่มากพอที่พืชตระกูลถั่วจะสร้างรากปมซึ่งสามารถสะสมธาตุไนโทรเจนจากอากาศมาใช้ได้เอง แต่ถ้าดินนั้นปราศจากแบกทีเรียปมถั่วแล้วการปลูกพืชตระกูลถั่วก็ให้ผลไม่แตกต่างกับการปลูกพืชอื่น ๆ เหมือนกัน คือ มีความจำเป็นที่จะต้องใช้ธาตุไนโทรเจนจากดินเช่นเดียวกับพืชอื่น ๆ

ระบบการใช้ที่ดินในการปลูกพืช ก็มีความสำคัญมากในการพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ย เช่นในดินซึ่งใช้ปลูกข้าวซ้ำกันทุก ๆ ปี โดยไม่มีการปลูกพืชอื่นสลับบ้าง ธาตุอาหารไนโทรเจนในดินนั้นจะถูกนำออกไปใช้มากกว่าธาตุฟอสฟอรัสและโปแตสเซียม หากต้องมีการใส่ปุ๋ยเพื่อรักษาผลผลิตของข้าวในดินนั้นให้สูงอยู่เสมอ ก็จำเป็นต้องใส่ปุ๋ยไนโทรเจนในอัตราสูงตลอดไปทุก ๆ ปี โดยอาจลดอัตราปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่จะใส่ในปีหลัง ๆ ให้น้อยลงไปได้ แต่ถ้าดินแห่งนั้นใช้ปลูกพืชตระกูลถั่วติดต่อกันไปนาน ๆ การใส่ปุ๋ยไนโทรเจนในปีหลัง ๆ ก็อาจจะไม่มีความจำเป็น แต่กลับมีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมในระดับสูงทุก ๆ ปี ดังนั้นจึงเห็นได้ว่าหากสามารถใช้ที่ดินนั้นปลูกข้าวและถั่วสลับกันไป ก็จะช่วยให้ธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ในดินถูกนำไปใช้เท่าเทียมกัน และทำให้ธาตุอาหารพืชแต่ละธาตุมีอยู่ในดินในปริมาณที่สมดุลย์กันดียิ่งขึ้น และยังช่วยให้สามารถลดการใช้ปุ๋ยบางอย่างลงไปได้มาก เช่นกรณีย์ของการปลูกข้าวตามหลังพืชตระกูลถั่ว ซึ่งสามารถสะสมไนโทรเจนเก็บไว้ในดินได้เองอย่างเพียงพอ ก็อาจจะไม่มีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยไนโทรเจนมาก และถั่วที่ปลูกตามหลังข้าวก็อาจใช้ปุ๋ยฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมซึ่งเหลืออยู่ในดินจากการใส่ปุ๋ยข้าวให้เป็นประโยชน์ได้ดีขึ้น

ราคาของผลิตผลที่จะได้รับจากการปลูกพืชต่อเนื่องที่มีความสำคัญไม่น้อยในการพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ย หากพืชที่ปลูกให้ผลผลิตที่มีราคาสูงต่อไร่ โอกาสที่จะใช้ปุ๋ยใน

ภาพที่ ๒ เจ้าหน้าที่แผนกดินและปุ๋ยกำลังอัดปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทผสมกับดินด้วยเครื่องอัด เพื่อให้เป็นก้อน สำหรับส่งไปทดลองเปรียบเทียบวิธีการใส่ปุ๋ยฟอสเฟทแบบหว่าน (Broadcasting Method) และแบบใส่ลึกลงไปในดิน (Localized Deep Application) ในห้องปฏิบัติการชั่งปุ๋ย ของกองวิทยาการ.



อัตราหนัก ๆ และได้รับผลตอบแทนซึ่งมีกำไรสูงย่อมมีมากกว่าการปลูกพืชที่มีราคาค่างวดต่ำ เพราะการใช้ปุ๋ยอัตราสูงในพืชที่มีราคาถูก ย่อมทำให้การใช้ปุ๋ยนั้นเสี่ยงต่อการขาดทุนได้ง่าย เนื่องจากผลผลิตที่ได้รับเพิ่มขึ้นนั้นมีราคาไม่คุ้มกันกับราคาของปุ๋ยในอัตราสูงที่ใส่ ปัญหาเรื่องการใช้ปุ๋ยจะมีกำไรหรือขาดทุนนี้เป็นปัญหาสำคัญที่สุด เพราะอุดมการณ์ของการใช้ปุ๋ยนั้นอยู่ตรงจุดเดียวที่ว่า ทำอย่างไรกสิกรจึงจะใช้ปุ๋ยในอัตราที่พอเหมาะ และให้ผลตอบแทนคิดเป็นเงินที่จะได้รับสูงที่สุดด้วย การใช้ปุ๋ยในอัตราที่สูงเกินไปจนได้รับผลไม่คุ้มค่าปุ๋ยหรือให้กำไรต่ำเนื่องจากทุนค่าปุ๋ยสูงก็ดี หรือการใช้ปุ๋ยในอัตราที่ต่ำเกินไปจนไม่ได้รับผลตอบแทนหรือให้ผลตอบแทนน้อยเกินไปก็ดี ล้วนแต่เป็นปัญหาที่มีความสำคัญเท่า ๆ กัน ซึ่งจะต้องหลีกเลี่ยงอย่าให้ปรากฏขึ้นได้ในการใช้ปุ๋ย

ความแตกต่างของสภาพการปลูกพืชที่ปรากฏในที่ดินแต่ละแห่ง มีผลทำให้การพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ยพลอยต่างกันไปด้วย สภาพการปลูกพืชที่แตกต่างกันซึ่งอาจจะยกเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบให้เห็นได้ง่าย ก็คือ สภาพการปลูกข้าวในประเทศฟิลลิปปินส์ ซึ่งนาข้าวส่วนใหญ่อยู่ในที่ดอน ซึ่งเรียกว่า "การทำนาดอน" แตกต่างกว่าสภาพการปลูกข้าวในประเทศไทย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นนาที่ลุ่ม ซึ่งมีน้ำขังอยู่เสมอ ในดินนาที่มีสภาพจมน้ำ เช่นประเทศไทยนั้นปุ๋ยไนโทรเจนในรูปแอมโมเนียมอาจจะเป็นชนิดของปุ๋ยไนโทรเจนที่เหมาะสมดีที่สุด แต่ในสภาพนาดอนซึ่งข้าวที่ปลูกมักมีรากลึกและแผ่ขยายออกไปหาอาหารในดินได้ดีกว่านั้น การใช้ปุ๋ยไนโทรเจนในรูปอื่น ๆ อาจให้ผลดีกว่าในรูปแอมโมเนียม และในสภาพเช่นนั้นอาจใช้ปุ๋ยในจำนวนที่น้อยกว่าโดยให้ผลดีเท่า ๆ กันได้

มีความรู้ที่น่าสนใจอย่างหนึ่งที่ควรทราบไว้ก็คือ ในโลกนี้มีพันธุ์ข้าวหลายพันธุ์ เช่นพันธุ์ข้าวฟอตูนาต้า (Fortunata) ของฟิลลิปปินส์ ฯลฯ ที่สามารถขึ้นได้ดีทั้งในที่ลุ่มมีน้ำท่วมและในที่ดอนซึ่งแห้ง และโดยทั่ว ๆ ไปแล้วสำหรับพันธุ์ข้าวที่สามารถขึ้นได้ในที่ดอนโดยเฉพาะเมื่อพยายามนำไปปลูกในสภาพที่ลุ่มซึ่งมีน้ำขังก็ยังคงให้ผลดีเป็นปกติอยู่ แต่น่าประหลาดที่พันธุ์ข้าวโดยเฉพาะซึ่งปลูกได้ผลก็ต่อเมื่อปลูกในที่ลุ่มมีน้ำขังกลับไม่สามารถให้ผลและทนความแห้งแล้งได้เมื่อนำพันธุ์นั้นไปปลูกในที่ดอนซึ่งขาดน้ำ

การทราบถึงวิธีการปฏิบัติดูแลรักษาพืชที่ปลูกที่ใช้ปฏิบัติกันอยู่เฉพาะที่หนึ่ง ๆ ก็อาจช่วยให้การวินิจฉัยถึงอัตราปุ๋ยสำหรับจะใช้กับที่นั้นเป็นไปอย่างเหมาะสมยิ่งขึ้น หากที่ใด

ที่มีการปฏิบัติดูแลรักษาพืชเป็นอย่างดี เช่น รักษาความสะอาดของแปลงพืชให้ปราศจากหญ้า มีการปฏิบัติในการป้องกันโรค และแมลงโดยสม่ำเสมอ และใช้พันธุ์ดีที่ให้ผลสูง ที่ดินนั้นๆ ก็ย่อมจะสามารถเพิ่มอัตราปุ๋ยที่จะใช้ให้สูงขึ้นกว่าปกติได้ เพราะวิธีปฏิบัติที่ดีต่าง ๆ นั้น ต่างก็มีผลร่วมกันช่วยทำให้ผลผลิตที่ได้รับจากการใช้ปุ๋ยอัตราสูงในที่นั้นสูงขึ้นได้อีกมาก

การนำเอาส่วนต่าง ๆ ของพืชที่เหลือหลังจากการเก็บเกี่ยวออกจากไร่นา เพื่อไปทำประโยชน์อย่างอื่น เช่น การตัดตอซังข้าว เพื่อใช้ประโยชน์ในการปลูกเห็ดหรือใช้คลุมแปลงสวนผัก ฯลฯ หากปฏิบัติกันอยู่เป็นประจำเสมอ ๆ เมื่อถึงเวลาที่จะต้องพิจารณาถึงชนิดและจำนวนปุ๋ยที่จะใช้ในปีต่อไป ก็จำต้องพิจารณาถึงชนิดและจำนวนปุ๋ยที่จะต้องใส่ทดแทนกับจำนวนธาตุอาหารที่ประกอบอยู่ในตอซังซึ่งเป็นส่วนที่ดินต้องสูญเสียไปด้วย เนื่องจากตอซังหรือลำต้นของพืชนั้นได้ถูกนำออกจากที่ดินเสียแล้ว แทนที่จะปล่อยทิ้งไว้ให้กลับเข้าไปอยู่ในดินตามเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมซึ่งเป็นธาตุที่มีปริมาณมากกว่าธาตุอื่น ๆ ที่ประกอบอยู่ในตอซัง ก็อาจจะกลายเป็นความจำเป็นในระยะเวลาเร็วขึ้นกว่าปกติ

คุณสมบัติของปุ๋ยประเภทต่าง ๆ และวิธีใช้

เนื่องจากปุ๋ยแต่ละชนิดเมื่อใส่ลงไปในดินแล้วเกิดมีปฏิกริยาที่จะสลายปล่อยธาตุอาหารในดินให้พืชใช้ได้แตกต่างกัน และในการใส่ปุ๋ยลงไปในดินจำนวนหนึ่งนั้นพืชหาได้รับประโยชน์จากปุ๋ยนั้น ๆ เต็มตามจำนวนที่ใส่ไม่ คงใช้ประโยชน์ได้เพียงส่วนน้อยของจำนวนทั้งหมดที่ใส่ลงไปเท่านั้น และระยะเวลาก่อนที่ปุ๋ยแต่ละชนิดจะเป็นประโยชน์แก่พืชได้หลังจากใส่ลงไปในดินแล้วก็แตกต่างกัน ดังนั้นปัญหาการใช้ปุ๋ยให้มีประสิทธิภาพสูงจึงอยู่ที่ว่า ทำอย่างไรพืชจึงจะสามารถใช้ประโยชน์จากปุ๋ยจำนวนที่ใส่นั้นให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้ และสามารถใช้ประโยชน์ได้เหมาะสมทันแก่เวลาที่พืชต้องการด้วย เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวมาแล้วนั้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจอย่างดีถึงคุณสมบัติของปุ๋ยแต่ละชนิดในการสลายให้ธาตุอาหารแก่พืช เทคนิควิธีใส่ปุ๋ยตลอดจนจังหวะเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการใส่ปุ๋ย ความผิดพลาดในการใช้ปุ๋ยเนื่องจากความไม่เข้าใจถึงคุณสมบัติของปุ๋ยและวิธี

ใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้องตามความเหมาะสมย่อมจะทำให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยลดลงไปมาก และทำให้ประโยชน์ที่ปุ๋ยนั้นจะให้แก่พืชมีน้อยลงไป

ปุ๋ยฟอสฟอรัส

ปุ๋ยฟอสฟอรัสประเภทที่ละลายน้ำได้ง่ายเช่น ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท ฯ ล ฯ นั้น เมื่อใส่ลงไปในดินจะทำปฏิกริยากับดินที่เป็นกรดและมักจะกลับกลายเป็น สารประกอบ ฟอสเฟทที่ละลายน้ำได้ยาก ซึ่งทำให้เกิดประโยชน์ต่อพืชได้น้อยลง สาเหตุที่ทำให้ปุ๋ยฟอสเฟท ซึ่งปกติอยู่ในรูปที่ละลายน้ำได้ง่ายอยู่แล้วนั้นต้องถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่ละลายน้ำได้ยากขึ้น เมื่อไปทำปฏิกริยากับดินกรดนั้นเราเรียกว่า "ฟอสฟอรัสถูกดินยึดไว้" * (Phosphate Fixation) ปริมาณที่ธาตุฟอสฟอรัสจากปุ๋ยจะถูกดินยึดไว้มากน้อยหรือรุนแรงแค่ไหน ย่อมแล้วแต่ชนิดและลักษณะของดินที่ทำการใส่ปุ๋ยและวิธีการใส่ปุ๋ยที่ใช้ปฏิบัติอยู่ในดินเหนียวจัดและมีปฏิกริยาเป็นกรดมากก็จะมีการยึดธาตุฟอสฟอรัสไว้ไม่ให้เป็นประโยชน์ต่อพืช โดยเกิดมีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบฟอสฟอรัสให้อยู่ในรูปสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำมากขึ้น ในดินที่มีลักษณะดังกล่าว หากใช้วิธีใส่ปุ๋ยโดยการหว่านปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทให้กระจัดกระจายไปบนผิวดินอย่างธรรมดา อาจจะทำให้ฟอสฟอรัสจากปุ๋ยเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ต่ำมาก ไม่เกิน ๑๐ เปอร์เซ็นต์ ของปุ๋ยฟอสฟอรัสจำนวนทั้งหมดที่ใส่ แต่ถ้าได้เปลี่ยนวิธีการใส่ปุ๋ยในดินนี้เสียใหม่ โดยใช้วิธีใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทลงเป็นกลุ่มหรือเป็นทาง ๆ ตามแถวของพืชที่ปลูกแทนที่จะหว่านให้ปุ๋ยกระจัดกระจายตกอยู่ทั่วไปทั้งผืนดิน ก็อาจจะช่วยลดการถูกยึดของธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยลงไปได้มาก ทำให้ประสิทธิภาพของปุ๋ยที่จะให้ประโยชน์แก่พืชมีมากขึ้นกว่าการใช้วิธีหว่านถึง ๓ เท่า หรืออีกนัยหนึ่งพืชอาจสามารถใช้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทได้ถึง ๓๐ เปอร์เซ็นต์ของจำนวนของปุ๋ยทั้งหมด สาเหตุที่วิธีใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทโดยใช้วิธีใส่เป็นแถวให้ผลดีกว่าใช้วิธีหว่านทั่ว ๆ ไป ก็เพราะว่าการหว่านปุ๋ยให้กระจัดกระจายไปทั่ว ๆ จะทำให้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทแทบทั้งหมดมีโอกาสกระจายและทำปฏิกริยากับเม็ดดิน ทำให้ฟอสฟอรัสในเม็ดปุ๋ยส่วนใหญ่ถูกดินยึดไว้ได้มากโดยมีเพียงส่วนน้อยที่จะ

เป็นประโยชน์แก่พืชได้ ส่วนวิธีการใส่ปุ๋ยลงไปเป็นทางตามแถวใกล้บริเวณรากพืชซึ่งทำให้มีปุ๋ยเข้มข้นอยู่ในบริเวณจำกัดนั้น แม้ว่าส่วนหนึ่งของปุ๋ยจะถูกกับดินในบริเวณที่ปุ๋ยตกอยู่และถูกดินยึดเอาไว้บ้าง ก็เป็นการยึดไว้ในบริเวณที่จำกัด เมื่อถึงขีดอิ่มตัวซึ่งดินในบริเวณที่ถูกปุ๋ยไม่สามารถจะยึดได้อีกต่อไป ก็จะยังคงมีปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทซึ่งดินยึดไว้ไม่ได้เหลือพอที่จะให้พืชได้ใช้อีกมาก ตามปกติดินซึ่งมีส่วนประกอบของดินเหนียวสูงมักจะมีคุณสมบัติในการยึดธาตุฟอสฟอรัสในปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทได้สูงกว่าดินทราย และดินที่มีปฏิกริยาเป็นกรดจัดก็มีส่วนทำให้เกิดการยึดธาตุฟอสฟอรัสรุนแรงกว่าดินที่เกือบจะเป็นกลาง หรือเป็นด่างเล็กน้อย

ปุ๋ยฟอสฟอรัสประเภทที่ไม่ละลายน้ำหรือละลายได้ยาก เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟทต่างๆ (rock phosphate) ไฮเปอร์ฟอสเฟท (Hyper phosphate) ฯ ล ฯ เมื่อใส่ลงไปในดินจะไม่ละลายออกมาเพื่อให้ธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชได้ทันทีเหมือนปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทหรือปุ๋ยฟอสเฟทประเภทที่ละลายน้ำได้ง่ายอื่น ๆ ปุ๋ยประเภทนี้จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้ ก็ต่อเมื่อเมล็ดปุ๋ยทั้งหมดทำปฏิกริยากับกรดในดินเพื่อให้เกิดการละลายโดยทั่วถึงเสียก่อน ดังนั้นวิธีการใส่ปุ๋ยประเภทนี้ให้มีประสิทธิภาพสูงจึงแตกต่างกว่าวิธีการใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทหรือปุ๋ยฟอสเฟทประเภทที่ละลายน้ำได้ง่ายอื่น ๆ อย่างตรงกันข้าม กล่าวคือ แทนที่จะใช้วิธีใส่เพื่อพยายามหลีกเลี่ยงให้มากที่สุดที่จะมิให้ปุ๋ยส่วนใหญ่กระทบกับดิน วิธีใส่ปุ๋ยฟอสเฟทประเภทที่ละลายได้ยากนี้กลับมีจุดประสงค์ที่พยายามจะให้ปุ๋ยทั้งหมดได้มีโอกาสตกกระจัดกระจายและคลุกเคล้าสัมผัสกับเม็ดดินผิวหน้าให้มากที่สุด เพื่อให้เมล็ดปุ๋ยส่วนใหญ่ทำปฏิกริยากับดินทั่ว ๆ ไปจะได้ละลายได้มากและเร็วขึ้น ปุ๋ยฟอสเฟทประเภทที่ไม่ละลายน้ำ เช่น ปุ๋ยหินฟอสเฟท ฯ ล ฯ ซึ่งถือว่ามีคุณภาพดีนั้นจะต้องมีขนาดเม็ดละเอียดหรือป่นที่สุด เพราะยิ่งละเอียดเท่าใดก็ยิ่งทำให้เม็ดปุ๋ยมีโอกาสสัมผัสกับดินและละลายออกมาเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากขึ้นและรวดเร็วขึ้นเท่านั้น ปุ๋ยหินฟอสเฟทหรือปุ๋ยฟอสเฟทประเภทที่ไม่ละลายอื่น ๆ ซึ่งถือกันว่าเป็นปุ๋ยฟอสเฟทที่มีคุณภาพในการให้ธาตุฟอสฟอรัสแก่พืช เพื่อนำมาใช้ใส่ในดินนาที่เป็นกรดเพื่อเป็นปุ๋ยฟอสฟอรัสแก่ข้าว ปรากฏว่าโดยทั่ว ๆ ไปให้ผลดีไม่แพ้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทซึ่งเป็นปุ๋ยฟอสเฟทมาตรฐานและถือว่ามีคุณภาพสูงอยู่แล้ว โดยเหตุที่ปุ๋ย

หินฟอสเฟทมีราคาถูกกว่าปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท เพราะเพียงแต่นำมาบดก็ใช้เป็นปุ๋ยได้โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการทางเคมีมาก่อนเหมือนปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท ดังนั้นการใช้ปุ๋ยหินฟอสเฟทในดินบางแห่งที่เป็นกรดอาจจะให้ผลเพิ่มที่มีกำไรดีกว่าปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท

เวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยฟอสเฟทประเภทที่ละลายน้ำได้ง่ายทั่ว ๆ ไป ควรใส่ก่อนการปลูกหรือปักดำเพียงวันหรือสองวัน การใส่ปุ๋ยฟอสเฟทเพื่อเป็นปุ๋ยแต่งหน้าหรือโดยแบ่งใส่หลายครั้งมักจะไม่ได้ผลดีขึ้นและส่วนใหญ่ไม่นิยมปฏิบัติกัน ผลของการทดลองปุ๋ยในประเทศอินเดีย ได้ให้ข้อสังเกตไว้ว่าประสิทธิภาพของปุ๋ยฟอสเฟททุกชนิดจะสูงขึ้นเมื่อใส่ร่วมกับปุ๋ยคอกหรือปุ๋ยหมัก เนื่องจากปุ๋ยฟอสเฟทที่ไม่ละลายน้ำต้องใช้เวลานานในดินก่อนที่จะละลายให้ธาตุฟอสฟอรัสแก่พืชได้ ดังนั้นเวลาที่เหมาะสมในการใส่ปุ๋ยประเภทนี้จึงนิยมใส่ก่อนปลูกพืชหรือก่อนปักดำประมาณ ๑—๒ อาทิตย์ เพื่อให้เวลาสำหรับปุ๋ยนั้นในการไปทำปฏิกริยากับดินเพื่อจะได้ละลายออกมาให้มากที่สุด

ปุ๋ยโปแตสเซียม

ปัญหาเรื่องดินยึดธาตุ โปแตสจากปุ๋ย โปแตสเซียมที่ใส่ ไม่สู้จะมีมากเหมือนปุ๋ยฟอสฟอรัส แม้ว่าเม็ดดินเหนียวอาจยึดปุ๋ยโปแตสเซียมได้บ้างก็ตาม โดยปกติแล้วธาตุโปแตสจากปุ๋ยจะเคลื่อนที่ในดินได้มากกว่าธาตุฟอสฟอรัสซึ่งเคลื่อนที่ได้น้อยและช้ามาก หลักทั่ว ๆ ไปที่ใช้ในการใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมก็คล้ายคลึงกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัส คือ ใส่เป็นแถวหรือใส่เฉพาะในบริเวณรอบ ๆ รากพืช และใส่ครั้งเดียวก่อนปลูก หรืออาจใส่พร้อมกับปุ๋ยฟอสเฟทก็ได้ นอกจากในดินหยาบหรือดินทราย ซึ่งมีการชะล้างแคลนหรือสูญเสียธาตุโปแตสเซียมมาก ก็อาจใช้วิธีแบ่งใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมมากกว่าหนึ่งครั้ง เพื่อให้ธาตุโปแตสเซียมแก่พืชได้ดีและสม่ำเสมอขึ้น แต่ในดินปกติทั่ว ๆ ไปแล้ว การแบ่งใส่ปุ๋ยโปแตสเซียมมากกว่าหนึ่งครั้งไม่ปรากฏว่าให้ประโยชน์ดีกว่าใส่ครั้งเดียวก่อนปลูก

๓ กล่าวโดยกำเนิดตามธรรมชาติแล้ว ดินที่อยู่ทางแถบที่มีอากาศร้อน เช่นดินในประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งรวมทั้งดินในประเทศไทย มักจะไม่ค่อยขาดแคลนธาตุโปแตสเซียมเหมือนดินที่อยู่ในแถบอบอุ่นหรือแถบหนาว แม้กระนั้นดินที่ไม่ขาดแคลนธาตุ

โปรแตสเซี่ยมนี้ หากมีแต่การใส่เพียงปุ๋ยไนโทรเจนและฟอสฟอรัสติดต่อกันไปนาน ๆ ก็จะเกิดมีการขาดแคลนโปแตสเซี่ยมขึ้นในดินนั้นได้ง่าย เช่นดินบางแห่งทางแถบอาฟริกาตะวันออก ซึ่งโดยปกติไม่เคยปรากฏมาก่อนว่าขาดแคลนธาตุโปแตสเซี่ยม แต่เดี๋ยวนี้ดินดังกล่าวกลับมีความจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยโปแตสเซี่ยมในอัตราสูง เพราะเกิดขาดแคลนธาตุนี้เป็นส่วนมาก เนื่องจากปุ๋ยโปแตสเซี่ยมชนิดต่าง ๆ เช่น โปแตสเซี่ยมคลอไรด์และโปแตสเซี่ยมซัลเฟทนั้นมีคุณสมบัติทางเคมีเป็นเกลือ ดังนั้นหากใส่ปุ๋ยนี้ในดินเป็นจำนวนมากก็จะทำให้มีความเข้มข้นของเกลือในดินสูงขึ้นจนเป็นอันตรายแก่ต้นพืชที่มีอายุน้อย หรือทำลายความงอกของเมล็ดพืชที่ปลูกได้ง่าย เพื่อหลีกเลี่ยงอันตรายดังกล่าว การใช้ปุ๋ยโปแตสเซี่ยมจึงต้องระวังในการใส่ให้อยู่ในอัตราที่เหมาะสมไม่มากเกินไป และในการใส่ต้องระวังให้ปุ๋ยนี้อยู่ห่างจากรากอย่าให้ปุ๋ยในปริมาณที่เข้มข้นกระทบกับรากโดยตรงได้ ในกรณีที่ต้องการใส่ปุ๋ยโปแตสเซี่ยมเป็นทางตามแถวของพืชที่ปลูก หรือใส่ในบริเวณรอบ ๆ โคนต้นพืชที่มีอายุน้อย ก็ควรใส่ปุ๋ยนี้ให้ห่างจากเมล็ดพืชหรือรากพืชในระดับอย่างน้อย ๕ เซ็นติเมตร

ปุ๋ยไนโทรเจน

ปุ๋ยไนโทรเจนไม่ว่าชนิดใดก็ตามที่ไม่อยู่ในรูปของไนเทรท (Nitrate) เช่นปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท, ยูเรีย ฯ ล ฯ รวมทั้งปุ๋ยคอกด้วยนั้น เมื่อใส่ลงไปในดินจะต้องถูกจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ในดินเปลี่ยนแปลงให้ปุ๋ยสลายตัวไปเป็นรูปของไนเทรทเสียก่อน จึงจะเป็นธาตุอาหารไนโทรเจนที่พืชจะใช้ได้ ในระหว่างระยะเวลาที่เกิดมีการเปลี่ยนแปลงของปุ๋ยไนโทรเจนให้เป็นไนเทรทดังกล่าว ไนเทรทไนโทรเจนบางส่วนที่สลายตัวออกมาจากปุ๋ยอาจถูกน้ำฝนชะล้างหายไปในดินได้ง่าย โดยเฉพาะในดินซึ่งมีลักษณะเป็นดินทรายและอยู่ในที่ๆ มีฝนตกชุก หากใส่ปุ๋ยไนโทรเจนทั้งหมดเพียงครั้งเดียวก่อนปลูก มักจะไม่ให้ผลดีเท่ากับการแบ่งใส่ปุ๋ยไนโทรเจนหลาย ๆ ครั้ง เพราะส่วนใหญ่ของปุ๋ยไนโทรเจนที่ใส่ครั้งเดียวเป็นจำนวนมากนั้นอาจสูญหายไปได้มาก โดยที่รากพืชไม่สามารถจะดูดเอาไปใช้ได้หมดในระยะแรก ในระยะต่อมาภายหลังพืชอาจขาดแคลนธาตุไนโทรเจนได้โดยง่าย ดังนั้นวิธีใส่ปุ๋ยไนโทรเจนโดยแบ่งใส่หลาย ๆ ครั้งในระยะเวลาต่าง ๆ เพื่อที่จะให้มีธาตุไนโทรเจนอยู่ใน

บริเวณรากพืชในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของพืชอยู่ตลอดเวลา จึงช่วยให้การใช้ปุ๋ยไนโทรเจนมีประสิทธิภาพสูงยิ่งขึ้น สำหรับในดินทรายหรือในท้องถิ่นที่มีฝนตกหนักซึ่งเป็นดินที่มีการสูญหายของธาตุไนโทรเจนจากปุ๋ยโดยถูกน้ำฝนชะล้างไปได้มากนั้น หากใช้ปุ๋ยไนโทรเจนชนิดที่อยู่ในรูปของแอมโมเนียมก็จะช่วยลดการสูญหายของปุ๋ยไนโทรเจน ในดินได้มากกว่าการใช้ปุ๋ยที่อยู่ในรูปของไนเทรท เนื่องจากปุ๋ยไนโทรเจนในรูปของแอมโมเนียมนั้นมีคุณสมบัติที่สามารถจะยึดเกาะกับอนุภาคเม็ดดินเหนียวได้ การเปลี่ยนแปลงจากแอมโมเนียมให้เป็นไนเทรทต่อไปก็เป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ ค่อยเป็นค่อยไป ต่างกว่าปุ๋ยไนโทรเจนในรูปของไนเทรทซึ่งเป็นรูปสารประกอบไนโทรเจนซึ่งพร้อมที่จะให้พืชใช้ได้ทันที โดยมิต้องใช้เวลาเปลี่ยนแปลงให้เป็นอย่างอื่นอีก หากพืชไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้หมดภายในระยะเวลาอันสั้น ไนเทรทที่เหลือก็จะสูญหายไปได้เร็วโดยถูกน้ำฝนชะล้างไป เพราะอนุภาคเม็ดดินเหนียวไม่มีคุณสมบัติที่จะดูดยึดไนเทรทได้เหมือนแอมโมเนียม ในประเทศอินเดียได้พบว่าการปลูกพืชคลุมบนดินหรือการปลูกพืชหมุนเวียนเพื่อให้ดินนั้นมีพืชปกคลุมอยู่เสมอ เป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยสงวนไนเทรทในดินไว้มิให้สูญหายไปได้ ดีกว่าปล่อยที่ดินนั้นให้ว่างเปล่าโดยไม่มีพืชปกคลุมอยู่แต่อย่างใด

วิธีการใส่ปุ๋ยไนโทรเจนที่นิยมปฏิบัติกันอยู่ทั่ว ๆ ไปนั้น คือใช้วิธีหว่านปุ๋ยทั้งหมดครั้งเดียวก่อนปลูก แต่ในกรณีที่ดินที่จะใส่ปุ๋ยเป็นดินทรายหรืออยู่ในเขตที่มีฝนตกชุกและหนักหรือในการปลูกพืชซึ่งมีอายุนาน ควรจะแบ่งปุ๋ยทั้งหมดออกเป็น ๒ หรือ ๓ ส่วนเพื่อหว่านในระยะเวลาต่าง ๆ กัน

ปุ๋ยรวม

ปุ๋ยรวมซึ่งมีธาตุอาหารสำคัญของพืช ๒ หรือ ๓ ธาตุ รวมอยู่ในปุ๋ยอันเดียวกันกัน เป็นที่นิยมใช้กันมากในประเทศสหรัฐอเมริกา, คานาดา, สหราชอาณาจักรและประเทศต่าง ๆ ในยุโรป เนื่องจากปุ๋ยรวมส่วนมากมักจะมีสัดส่วนของฟอสฟอรัสและโปแตสเซี่ยมสูงกว่าเมื่อเทียบกับธาตุไนโทรเจน ดังนั้นเวลาที่เหมาะสมสำหรับทำการใส่ปุ๋ยรวมชนิดนี้ก็คือหลักเดียวกับการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสและปุ๋ยโปแตสเซี่ยม คือใส่ทั้งหมดครั้งเดียวก่อนปลูก

ความจริงแล้วปุ๋ยรวมที่มีสัดส่วนของธาตุอาหารต่าง ๆ รวมกันอยู่อย่างเหมาะสม ขณะนี้มีอยู่หลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีสัดส่วนผสมแตกต่างกันไปตามสภาพที่ดินขาดแคลนธาตุใดมากหรือน้อยเช่นในสหภาพอาฟริกาใต้ซึ่งดินส่วนใหญ่ขาดแคลนธาตุฟอสฟอรัสมากกว่าธาตุอื่น ๆ ก็มักจะนิยมใช้ปุ๋ยรวมชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุฟอสฟอรัสอยู่สูงกว่าไนโทรเจนและโปแตสเซี่ยม ในกรณีที่มีการปลูกพืชที่มีอายุนานและพืชนั้นมีความต้องการธาตุไนโทรเจนสูง การใส่ปุ๋ยรวมซึ่งปกติมีเปอร์เซ็นต์ธาตุไนโทรเจนค่อนข้างต่ำเพียงครั้งเดียวก่อนปลูก อาจจะไม่เป็นการเพียงพอที่จะให้ธาตุไนโทรเจนแก่พืชในระยะหลัง ๆ ได้ ดังนั้นนอกจากการใส่ปุ๋ยรวมก่อนปลูกตามปกติแล้ว ยังอาจจะมีการใส่ปุ๋ยเดี่ยวพวกไนโทรเจนไปเพิ่มเติมให้แก่พืชอีกเป็นพิเศษในระยะหลัง ซึ่งเรียกวิธีใส่ปุ๋ยไนโทรเจนเพิ่มเติมในระยะหลังตามความเหมาะสมของพืชนี้ว่าเป็นวิธีการใส่ปุ๋ยแต่งหน้า (Top Dressing) สำหรับการใส่ปุ๋ยรวมชนิดที่มีความเข้มข้นของธาตุไนโทรเจนและโปแตสเซี่ยมสูงเป็นจำนวนมาก ๆ ก็จำเป็นมากเหมือนกันที่จะต้องระมัดระวังมิให้ปุ๋ยนั้นถูกกับเมล็ดพืชหรือรากพืชที่ปลูกโดยตรง เพราะอาจจะเป็นเหตุให้ธาตุไนโทรเจนและโปแตสเซี่ยมในปริมาณที่เข้มข้นนั้น ทำลายความงอกของเมล็ด หรือความเจริญของต้นอ่อนได้

ปุ๋ยที่ให้อาหารอื่น ๆ

ในดินบางแห่งซึ่งอยู่ในเขตที่มีฝนตกหนักหรือในดินซึ่งใส่ปุ๋ยไนโทรเจน ฟอสฟอรัส และโปแตสเซี่ยมในปริมาณมากติดต่อกันไปนานหลาย ๆ ปี อาจเกิดมีการขาดแคลนธาตุอาหารประเภทใช้น้อย (Micro—nutrients) ขึ้นได้ โดยเฉพาะถ้าดินนั้นเป็นดินทรายหรือดินที่มีปฏิกริยาเป็นด่าง (Calcareous Soil) การขาดแคลนธาตุอาหารประเภทใช้น้อยในดินดังกล่าวนี้ บางครั้งรุนแรงมากถึงกับพืชที่ปลูกแสดงลักษณะอาการของโรคขาดธาตุอาหาร พืชอาจถึงกับตาย หรือมิฉะนั้นก็ให้ผลผลิตลดลงไปอย่างมาก วิธีที่จะแก้ไขการขาดแคลนธาตุอาหารประเภทนี้ทำได้โดยการใส่ปุ๋ย หรือวัตถุต่าง ๆ ที่มีธาตุอาหารประเภทใช้น้อย ซึ่งมีจำนวนไม่เพียงพอในดิน ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องใส่ธาตุอาหารประเภทใช้น้อยเพื่อแก้ไขความขาดแคลนในดินดังกล่าวมาแล้ว จำต้องใช้ในจำนวนที่พอเหมาะอย่าให้เกินขนาด

ไปได้ มิฉะนั้นจะเกิดอันตรายแก่พืชได้โดยง่าย เพราะพืชต้องการใช้ธาตุอาหารประเภทนี้ในปริมาณที่น้อยมากจริง ๆ การใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารประเภทใช้น้อยนี้โดยวิธีผสมละลายกับน้ำฉีดให้ซึมซาบเข้าไปทางใบหรือลำต้นพืช ปรากฏว่าให้ผลในการแก้อาการที่พืชแสดงความขาดแคลนธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ได้ผลรวดเร็วดีกว่าการใส่ลงไปในดิน แต่เนื่องจากใบและลำต้นมีความสามารถในการดูดธาตุอาหารได้น้อยกว่ารากพืชมาก การใส่โดยฉีดเข้าทางใบจึงต้องผสมน้ำยาสำหรับฉีดให้มีความเข้มข้นต่ำมากที่สุด (ไม่เกิน ๒–๕ ٪) และต้องคอยหมั่นฉีดอยู่เสมอ ๆ เป็นประจำจึงจะได้ผล ในดินที่เราทราบอยู่แล้วว่าขาดแคลนธาตุอาหารประเภทใช้น้อยอย่างรุนแรงก็อาจใช้ปุ๋ยต่าง ๆ ที่ให้ธาตุอาหารประเภทนี้ผสมกับปุ๋ยธรรมดาใส่ลงไปในดินพร้อมกันไปเลยก่อนปลูกก็ได้ แต่การใส่ปุ๋ยผสมดังกล่าวต้องใช้ด้วยความระมัดระวังควรพยายามหว่านปุ๋ยผสมให้สม่ำเสมอที่สุด มิฉะนั้นอาจมีปุ๋ยผสมไปตกเป็นกระจุกอยู่ ณ ที่แห่งใดแห่งหนึ่งมากเกินขนาดไปจนเกิดเป็นพิษแก่พืชในบริเวณนั้นได้ โอกาสที่จะมีการขาดแคลนธาตุเหล็ก แมงกานิส และสังกะสีในดินมักจะเกิดขึ้นได้เสมอในดินที่ที่เป็นด่างหรือดินที่ได้รับการใส่ปูนมากจนเกินขนาด ส่วนการขาดแคลนธาตุโบรอนและทองแดงนั้นมักจะพบมากในดินทรายซึ่งมีปฏิกริยาเป็นกรด

วิธีแก้ไขอาการที่พืชแสดงว่าขาดธาตุเหล็ก อาจทำได้โดยการฉีดน้ำยา ซึ่งมีส่วนผสมของเหล็กซัลเฟท (Ferrous Sulphate) ๒ ก.ก. กับปูนขาว ๑ ก.ก. ในน้ำ ๒๐๐ ลิตรซึ่งเคยปรากฏว่าให้ผลดีมาแล้วในการฉีดสัปรสซึ่งขาดแคลนธาตุเหล็กที่มลรัฐฮาวาย

น้ำยาสำหรับใช้ฉีดเพื่อแก้ไขความขาดแคลนธาตุสังกะสีโดยทั่ว ๆ ไป ใช้สังกะสีซัลเฟท (Zinc Sulpate) ๒ ก.ก. ผสมกับน้ำ ๒๐๐ ลิตร ในกรณีที่ต้องการใส่ลงไปในดินเพื่อเพิ่มธาตุสังกะสี ซึ่งมีปริมาณขาดแคลนอยู่ในดินก็อาจใช้สังกะสีซัลเฟทใส่ลงไปในดินในอัตรา ๑.๕ — ๕ ก.ก. ต่อไร่

สำหรับพืชที่ปรากฏอาการขาดธาตุแมงกานิสนั้น นิยมใช้น้ำยาฉีดซึ่งมีส่วนผสมของแมงกานิสซัลเฟท (Manganese Sulphate) กับปูนขาวประมาณ ๑ — ๒ ก.ก. ต่อน้ำ ๒๐๐ ลิตร ในดินที่ขาดธาตุแมงกานีสมากก็ควรใส่แมงกานิสซัลเฟทในอัตรา ๕ — ๑๐ ก.ก. ลงไปในดินตามแต่ความรุนแรงของการขาดแคลนธาตุนั้น

การขาดธาตุโบรอน แก้ได้ด้วยการใส่ผงโบแล็กซ์ (Borax) ในอัตราไร่ละ ๕ – ๓๕ ก.ก. หรือหากจะใช้วิธีฉีดเข้าทางใบพืชก็ใช้น้ำยาที่มีผงโบแล็กซ์ผสมกับปูนขาวในอัตรา ๑ – ๒ ก.ก. ละลายในน้ำ ๒๐๐ ลิตร

ในดินที่ขาดธาตุทองแดง ควรใส่จุณสี (Copper Sulphate) ในอัตรา ๑ – ๖ ก.ก. ต่อไร่ หากจะใส่ให้พืชทางใบในรูปน้ำยาฉีดก็ใช้อัตราผสมระหว่างจุณสี ๑ – ๒ ก.ก. ต่อน้ำ ๒๐๐ ลิตร

การขาดแคลนธาตุโมลิบดินั้มมักเกิดขึ้นในดินทรายที่เป็นกรด และพืชที่แสดงอาการขาดแคลนธาตุโมลิบดินั้มได้ง่ายที่สุดคือพืชตระกูลถั่ว วิธีแก้ไขอาจใช้โซเดียมโมลิบเดท หรือแอมโมเนียมโมลิบเดท (Sodium or Ammonium Molybdate) ในจำนวนเพียงเล็กน้อยใส่ลงไปในดิน โดยใช้อัตราเพียง ๗ – ๑๖ กรัมเท่านั้น หากต้องการผสมน้ำยาเพื่อฉีดเข้าทางใบก็ต้องผสมให้เจือจางอย่างมากโดยไม่เกิน ๑๐ กรัม ต่อน้ำ ๑๒๐๐ ลิตร

ในดินที่เป็นกรดซึ่งมีการขาดแคลนธาตุแคลเซียมและแมกนิเซียม ควรใช้ปูนแคลเซียมคาบอเนท หรือปูนโดโลไมท์ ๑ – ๒ ตัน ต่อไร่ แต่ถ้าหากการขาดแคลนธาตุแมกนิเซียมเกิดขึ้นในดินที่เป็นกลางหรือเป็นด่างแล้ว การใส่ปูนโดโลไมท์ในดินที่มีปฏิกริยาเช่นนั้น อาจให้ผลช้าและไม่ทันการ สู้การใช้แมกนิเซียมซัลเฟท (Magnesium Sulphate) ซึ่งมีปฏิกริยาในการแสดงผลรวดเร็วกว่าไม่ได้

การขาดแคลนธาตุกำมะถัน ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ทั้งในดินที่เป็นกรดและเป็นด่างนั้น อาจแก้ได้โดยการใส่ผงกำมะถันในอัตรา ๗ – ๑๖ ก.ก. หรือจะใช้ยิบซั่ม (Calcium Sulphate) ใส่ในอัตรา ๑๖ – ๗๕ ก.ก. ต่อไร่ก็ได้ นอกจากนี้การเลือกชนิดของปุ๋ยวิทยาศาสตร์ซึ่งมีกำมะถันเป็นส่วนประกอบอยู่สูง เช่น ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟทและซูเปอร์ฟอสเฟท หรือโปแตสเซียมซัลเฟทเพื่อเป็นปุ๋ยสำหรับใส่เป็นประจำ ณ ที่นั้น ๆ ก็นับเป็นการช่วยเพิ่มเติมธาตุกำมะถันในดินได้มากอีกทางหนึ่งด้วย

วิธีใส่ปุ๋ย

การที่จะกำหนดตายตัวถึงวิธีใส่ปุ๋ยสำหรับจะใช้ปฏิบัติในดินทั่ว ๆ ไปนั้นย่อมไม่สามารถที่จะทำได้ เพราะลักษณะและคุณสมบัติของดินแต่ละท้องถิ่นหรือแม้แต่ในท้องถิ่น

เดียวกันอยู่คนละแห่งนั้นไม่เหมือนกัน ชนิดของพืชที่ปลูก ฝนฟ้าอากาศ ฯ ล ฯ ก็อาจแตกต่างกันไปได้มาก การที่จะใช้วิธีใส่ปุ๋ยวิธีไหนจึงจะดีหรือควรจะใส่เวลาไหนจึงจะให้พืชได้รับประโยชน์จากปุ๋ยมากที่สุดนั้น จึงอยู่ที่ผู้ใช้ปุ๋ยจะต้องพิจารณาเอาเองตามความเหมาะสม การทดลองเปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆ ในการใส่ปุ๋ยแก่พืชที่ปลูกอยู่ในพื้นที่ดินแต่ละแห่ง ซึ่งแตกต่างกันนั้นจะช่วยให้สามารถทราบถึงวิธีการใส่ปุ๋ย และเวลาใส่ปุ๋ยที่เหมาะสมได้แน่นอนดียิ่งขึ้น แม้จะไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวในเรื่องวิธีการใส่ปุ๋ยที่ดีและเหมาะสมที่สุดสำหรับในที่หนึ่งที่ใดโดยเฉพาะดังกล่าวมาแล้วก็ตาม แต่โดยทั่ว ๆ ไปแล้ววิธีการใส่ปุ๋ยที่ปฏิบัติกันอยู่เป็นส่วนใหญ่ ขณะนี้มีด้วยกัน ๔ วิธีคือ (๑) ใช้วิธีหว่านปุ๋ยให้กระจัดกระจายทั่วไปบนผิวดิน (Broadcasting) (๒) ใช้วิธีใส่ปุ๋ยให้ปุ๋ยอยู่ลึกลงไปในผิวดิน (Placement) (๓) ใส่ปุ๋ยให้อยู่ลึกลงไปในดิน โดยให้ปุ๋ยอยู่ใกล้ ๆ กับตำแหน่งที่เมล็ดหรือรากพืชอยู่ (Localized Placement) (๔) ใส่ปุ๋ยในรูปน้ำยาผสมโดยการฉีดเข้าไปทางใบหรือลำต้น (Foliar Application)

ก่อนที่จะเลือกใช้วิธีการใส่ปุ๋ยวิธีใดวิธีหนึ่งที่จะให้ได้รับผลดีที่สุดนั้น ควรต้องคำนึงถึงปัญหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องโดยละเอียดเสียก่อน เช่น ชนิดของดิน ความชุ่มชื้นในดิน คุณสมบัติของเม็ดดินในการยึดธาตุอาหารจากปุ๋ยมากหรือน้อย? วิธีการเตรียมดิน ชนิดของพืชที่ปลูก ลักษณะของรากพืชตามธรรมชาติมีความสามารถดูดธาตุอาหารได้เพียงไร? ชนิดของปุ๋ยและจำนวนที่ใช้ ค่าแรงงานในการใส่ปุ๋ย ตลอดจนเครื่องมือสำหรับใส่ปุ๋ย (ถ้ามี)

ผลที่จะได้รับจากการใส่ปุ๋ยโดยใช้วิธีการใส่ปุ๋ยต่าง ๆ กันนั้นให้ผลแตกต่างกันไม่น้อย ยิ่งในพืชที่มีอายุสั้นซึ่งมีระยะเวลาที่จะเจริญเติบโตในดินได้น้อยอยู่แล้ว วิธีการใส่ปุ๋ยอย่างปราณีตและเหมาะสมเพื่อให้พืชที่ปลูกมีโอกาสได้รับปุ๋ยมากที่สุด และในระยะเวลารวดเร็วก็ยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากรากของพืชทุกชนิดสามารถจะดูดธาตุอาหารจากปุ๋ยได้ก็แต่ในดินซึ่งอยู่รอบ ๆ บริเวณที่รากแผ่ขยายไปถึงเท่านั้น ปุ๋ยที่อยู่ห่างไกลจากรัศมีที่รากจะเจริญไปถึงนั้น พืชไม่สามารถจะใช้ประโยชน์ได้ ดังนั้นในวิธีการใส่ปุ๋ยทุกชนิดจึงถือหลักสำคัญที่จะพยายามใส่ปุ๋ยให้อยู่ใกล้รากพืช เพื่อให้รากพืชสามารถดูดธาตุอาหารได้ทุกเวลาที่ต้องการ และต้องพยายามหาวิธีการใส่ปุ๋ยที่จะลดปริมาณของธาตุอาหารในปุ๋ย

ซึ่งจะหมดประโยชน์แก่พืชไปเพราะถูกดินยึดไว้ให้มากที่สุด เช่นในการใส่ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟทในดินที่เป็นกรดและมีการยึดธาตุอาหารมาก ก็ใช้วิธีใส่ปุ๋ยลงตามแถวของพืช (Band Treatment) แทนที่จะใช้วิธีหว่านทั่ว ๆ ไปอย่างธรรมดา เว้นแต่ดินบางแห่งซึ่งเคยปรากฏว่าการใส่ปุ๋ยลงตามแถวของพืชไม่ปรากฏว่าให้ผลดีกว่าการใส่ปุ๋ยโดยใช้วิธีหว่านแล้ว ก็มักนิยมใช้วิธีหว่านซึ่งสะดวกกว่า ถูกกว่า และรวดเร็วกว่ากัน

การใส่ปุ๋ยโดยใช้วิธีหว่านอาจทำได้หลายวิธี เช่นหว่านปุ๋ยก่อนไถ หว่านก่อนปลูก หลังจากไถ และเตรียมดินเสร็จแล้ว หรือหว่านหลังจากปลูกพืชแล้ว ซึ่งการหว่านปุ๋ยภายหลังที่พืชขึ้นแล้วนี้เรียกว่าเป็นการใส่ปุ๋ยแต่งหน้า (Side Dressing = สำหรับการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าแก่พืชที่ปลูกเป็นแถวห่าง หรือ Top Dressing = สำหรับการใส่ปุ๋ยแต่งหน้าในพืชที่ไม่ปลูกเป็นแถวหรือมีระยะระหว่างแถวแคบ) การหว่านปุ๋ยมีจุดประสงค์เพื่อต้องการให้ปุ๋ยกระจัดกระจายไปตกลงบนผิวดินทั่วทั้งผืนอย่างสม่ำเสมอ เป็นการช่วยให้ทุกส่วนของผิวดินได้รับปุ๋ยโดยเฉลี่ยอย่างทั่วถึง และช่วยป้องกันมิให้ปุ๋ยไปตกอยู่ ณ ที่ใดที่หนึ่งโดยเฉพาะมากจนเกินขนาด จนอาจถึงกับเกิดผลร้ายแก่พืชที่ปลูก การหว่านปุ๋ยทำได้โดยใช้แรงคนหว่านหรือใช้เครื่องหว่าน ในกระบวนการใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ นั้นปรากฏว่าปุ๋ยไนโทรเจนนิยมใช้วิธีหว่านมากที่สุด ในดินหยาบหรือดินทรายหรือในการปลูกพืชที่มีอายุนานมักนิยมใช้วิธีการใส่ปุ๋ยไนโทรเจนแต่งหน้า หรือแบ่งใส่ปุ๋ยไนโทรเจนในระยะเวลาต่าง ๆ หลังจากการปลูกพืชในการหว่านปุ๋ยไนโทรเจนแต่งหน้านี้ ไม่ควรหว่านขณะที่ใบของพืชที่ขึ้นอยู่กำลังเปียกน้ำ เพราะจะเป็นอันตรายแก่ใบได้ง่าย เนื่องจากมีความเข้มข้นของปุ๋ยละลายออกมาบนใบสูงมาก

ในปัจจุบันนี้ประเทศที่มีการกสิกรรมเจริญก้าวหน้ามาก ๆ มักนิยมใช้เครื่องบินหว่านปุ๋ยแต่งหน้า ซึ่งปรากฏว่าทำได้รวดเร็วดีกว่า และเสียค่าใช้จ่ายถูกกว่าใช้คนหว่าน เพราะมีเนื้อที่เพาะปลูกซึ่งจะต้องใส่ปุ๋ยกว้างใหญ่มากและแรงงานมีจำกัดและแพง เช่นในประเทศนิวซีแลนด์ เฉพาะปี พ.ศ. ๒๔๙๙ ได้มีการหว่านปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟททางเครื่องบินเป็นปริมาณปุ๋ยหนักถึง ๑ ล้านตันในเนื้อที่ ๑๐ ล้านไร่ ตามปกติเครื่องบินที่ใช้หว่านปุ๋ยลำหนึ่งบรรทุกปุ๋ยได้ประมาณเที่ยวละ ๓๐๐—๗๐๐ ก.ก. ในหนึ่งวันอาจหว่านปุ๋ยได้

ประมาณ ๑๐—๖๐ เมตริกตัน ในบางกรณีการหว่านปุ๋ยและยาฆ่าแมลงอาจทำพร้อมกันไปได้โดยทางเครื่องบิน

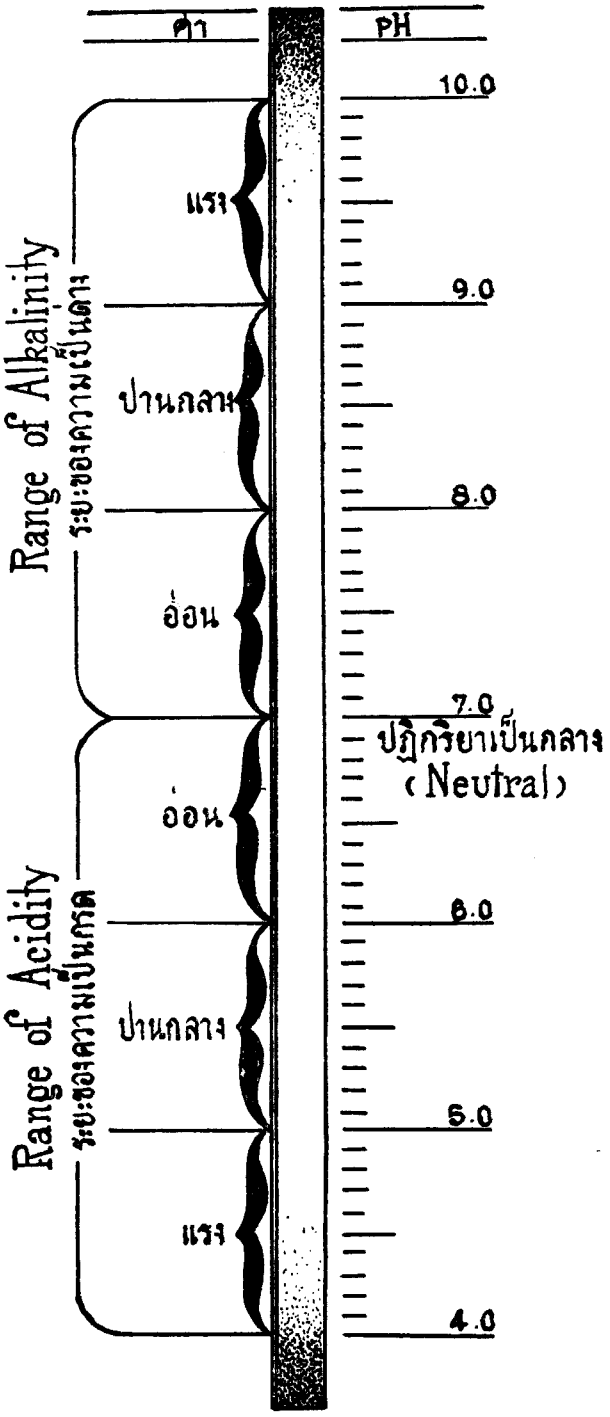
ในการใส่ปุ๋ย โดยใช้วิธีใส่ให้ลึกลงไปใต้ผิวดินจำเป็นต้องใช้เครื่องมือสำหรับใส่ปุ๋ย เครื่องมือดังกล่าวอาจประดิษฐ์หรือดัดแปลงทำอย่างง่าย ๆ ขึ้นใช้เองได้ โดยให้เครื่องมือนั้นสามารถเซาะดินให้เป็นร่อง ๆ ตามแนวของพืชที่ปลูกพร้อม ๆ กับโรยปุ๋ยตามไปด้วย ในกรณีที่ไม่สามารถหาเครื่องมือได้อาจจะใช้วิธีปั้นปุ๋ยเป็นก้อนโดยผสมกับดินแล้วฝังลงไปใต้ดินใกล้รากพืช ในประเทศญี่ปุ่นการใส่ปุ๋ยไนโทรเจนในนาข้าวโดยใส่ให้ลึกลงไปในผิวดินหน้าปรากฏว่าให้ผลผลิตของข้าวเพิ่มขึ้นกว่าใส่โดยวิธีหว่าน แต่ในดินที่เป็นทรายวิธีหว่านให้ผลดีกว่า เพราะปุ๋ยไนโทรเจนที่ใส่ลงไปในดินทรายมีโอกาสซึมหายไปในดินได้ง่ายอยู่แล้ว วิธีการใส่ปุ๋ยไนโทรเจนให้อยู่ลึกลงไปในดินซึ่งปฏิบัติกันอยู่ในประเทศญี่ปุ่นนั้นใช้วิธีหว่านปุ๋ยลงไปให้กระจัดกระจายทั่วๆ ไปบนผิวดินเสียก่อนแล้วจึงไถกลบลงไปใต้ดินก่อนที่จะปล่อยน้ำเข้านา ในการปล่อยน้ำเข้านานี้เขาพยายามทำทันทีที่ไถกลบปุ๋ยแล้ว เพื่อช่วยลดการเปลี่ยนแปลงของปุ๋ยที่ใส่ให้เป็นไนเทรท โดยการกระทำของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดิน เพราะถ้าสารประกอบไนโทรเจนในปุ๋ยที่ใส่ถูกเปลี่ยนไปเป็นไนเทรทเร็วเกินไปในระยะแรกที่ข้าวยังมีความต้องการใช้น้อยอยู่ ก็จะทำให้ไนเทรทที่เหลือส่วนมากมีโอกาสซึมหายไปในดินได้เร็วเกินไป จึงมีจุดประสงค์ที่พยายามให้ปุ๋ยไนโทรเจนส่วนใหญ่คงอยู่ในดินในรูปของแอมโมเนีย (Ammonia) ซึ่งเป็นรูปไนโทรเจนที่รากข้าวก็ดูดไปใช้ได้ และดินก็ยังสามารถยึดส่วนที่เหลือไว้มิให้สูญหายได้ง่ายและเร็วอีกด้วย ตามปกติแล้วในการใส่ปุ๋ยไนโทรเจนให้ลึกลงไปในดิน เพื่อเป็นปุ๋ยรองพื้นก่อนปลูกที่ปฏิบัติกันอยู่ในประเทศญี่ปุ่นดังกล่าวแล้วนั้น ใช้ปุ๋ยประมาณ ๘๐ ٪ ของจำนวนปุ๋ยที่ต้องการจะใส่ทั้งหมด ส่วนอีก ๒๐ ٪ ของปุ๋ยที่เหลือใช้หว่านเป็นปุ๋ยแต่งหน้าก่อนที่ข้าวจะเริ่มออกดอกประมาณ ๒๕ วัน

วิธีใช้ปูน

ดินแต่ละแห่งมีปฏิกริยาความเป็นกรดหรือเป็นด่างมากและน้อยต่างกัน ซึ่งสาเหตุที่ทำให้ดินมีปฏิกริยาเป็นกรดตลอดจน อิทธิพล ของปฏิกริยาในดิน ที่มีต่อการ ละลาย ของธาตุ

อาหารพืชต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่ในดินและในปุ๋ยที่ใส่ได้อธิบายมาแล้วในตอนแรก ๆ สำหรับดินนาส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีปฏิกริยาเป็นกรดส่วนมาก แม้ว่าจะมีพืชบางชนิดที่ชอบขึ้นในดินที่มีปฏิกริยาเป็นกรดหรือด่างในระยะต่างกันมาก แต่ก็ปรากฏว่าพืชแทบทุกชนิดขึ้นอยู่ได้ในดินที่มีขอบเขตปฏิกริยาทั้งที่เป็นกรดหรือด่างอยู่ในระหว่าง pH ๓.๕ – ๙.๕ ในดินที่มีค่า pH สูงหรือต่ำกว่านี้แทบจะกล่าวได้ว่าไม่มีพืชชนิดใดขึ้นอยู่ได้เลย พืชส่วนมากชอบขึ้นในดินที่มี pH ๖.๕ ข้าวชอบดินที่มี pH ระหว่าง ๕.๐ – ๖.๕ ปฏิกริยาความเป็นกรดในดินมีอิทธิพลต่อความเจริญของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดินมาก รวมทั้งจุลินทรีย์ในดินที่ทำให้เกิดโรคพืชบางชนิดด้วย ตามปกติแล้วเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นตัวทำให้เกิดโรคมีความสามารถทนต่อความเป็นกรดของดินได้น้อยกว่าพืชที่ปลูก เราอาจจะนำประโยชน์ของปฏิกริยาในดินจากแง่นี้มาใช้ในการป้องกันโรคพืชหรือลดความรุนแรงของโรคพืชบางชนิดได้ เช่นในดินปลูกยาสูบหรือมันฝรั่ง ซึ่งมีโรคเน่าเกิดขึ้นมาก หากแก้ไขปรับปรุงดินเสียใหม่โดยจัดให้ดินมีระดับ pH เป็นกรดมากขึ้นประมาณ ๕.๐–๖.๕ ก็จะช่วยป้องกัน หรือบรรเทาความเสียหายเนื่องจากโรคเน่าดังกล่าวลงได้มาก เพราะในระดับปฏิกริยาที่เป็นกรดขนาดนั้น ตัวเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคเน่าจะเจริญและขยายพันธุ์ได้ไม่ดี แต่ยาสูบหรือมันฝรั่งยังคงสามารถเจริญเติบโตได้ดีเป็นปกติในปฏิกริยาของดินขนาดนั้น ในดินเหนียวที่มีอินทรีย์วัตถุสูง และในดินทรายที่มีอินทรีย์วัตถุต่ำ แม้จะนำตัวอย่างดินทั้งสองชนิดนี้มาตรวจวัดปฏิกริยาในดินได้ค่าของ pH ออกมาเท่า ๆ กัน เช่นมี pH ๕.๐ เท่า ๆ กัน แต่เมื่อถึงเวลาพิจารณาถึงจำนวนปูนที่จะใส่เพื่อลดความเป็นกรดในดินให้น้อยลง หรืออีกนัยหนึ่งเพื่อเพิ่มค่าของ pH ในดินทั้งสองชนิดนี้ให้สูงขึ้นจนมีค่า pH ๖.๕ เหมือน ๆ กัน ปรากฏว่าปริมาณปูนที่ต้องใช้สำหรับดินทั้งสองชนิดนี้ต่างกันมาก กล่าวคือ จำนวนปูนที่จะต้องใช้กับดินเหนียวในการยกระดับ pH ขึ้นเท่า ๆ กันนี้ ต้องมากกว่าจำนวนปูนที่จะต้องใช้กับดินทรายมาก เหตุที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะเม็ดดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุซึ่งมีอยู่มากในดินเหนียวต่างก็มีคุณสมบัติในการดูดยึดธาตุต่าง ๆ ในดิน รวมทั้งธาตุไฮโดรเจนได้ในปริมาณมากกว่าดินทรายซึ่งมีเม็ดดินเหนียวและอินทรีย์วัตถุน้อย ในดินเหนียวจึงมีธาตุไฮโดรเจนซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดปฏิกริยาเป็นกรดเกาะอยู่ในดินในปริมาณมากกว่าในดินทราย ดังนั้น

ระยะปฏิกริยาความเป็นกรดและด่างของดิน



ปฏิกริยาความเป็นกรดและด่างของดิน เราสามารถวัดค่าออกมาได้ง่ายเป็นค่าของ **pH** ระยะความเป็นกรดและด่างของปฏิกริยาในดินนั้นแบ่งออกได้เป็นค่าของ **pH** ตั้งแต่ 1 ถึง 14 หน่วย ดินที่มีค่า **pH** 7.0 คือ ดินที่มีปฏิกริยาเป็นกลาง (**neutral**) ดินที่มีค่า **pH** ต่ำกว่า 7.0 ลงมาเป็นดินที่มีปฏิกริยาเป็นกรด (**acid**) หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า "ดินเปรี้ยว" ส่วนดินที่มีค่า **pH** สูงกว่า 7.0 ขึ้นไปเป็นดินที่มีปฏิกริยาเป็นด่าง (**alkaline**) หรือ "ดินหวาน"

ดินที่มี **pH** 5.0 มีความเป็นกรดมากเป็น 10 เท่าของดินที่มี **pH** 6.0 และในทำนองเดียวกันดินที่มี **pH** 4.0 ก็มีความเป็นกรดแรงกว่าดินที่มี **pH** 5.0 เป็น 10 เท่า ดังนั้นดินที่มีค่า **pH** ต่างกันเพียง 2 หน่วยจะมีความเป็นกรดหรือด่างต่างกัน 100 เท่า เช่นดินที่มี **pH** 4.0 จะมีความเข้มข้นของกรดในดินแรงกว่าดินมี **pH** 6.0 ถึง 100 เท่า และจะมีความเป็นกรดแรงกว่าดินที่มี **pH** 7.0 ถึง 1,000 เท่า หรือจะมีความเป็นกรดแรงกว่าดินที่มี **pH** 8.0 ถึง 10,000 เท่า ตามลำดับ

ตามปกติแล้วดินที่ใช้ในการเพาะปลูกทั่ว ๆ ไป มีระยะปฏิกริยาในดินอยู่ในระหว่าง **pH** 4.0 – 8.0

ตารางที่ ๙. แสดงผลการตรวจวัดปฏิกริยาความเป็นกรดและด่างของตัวอย่างดินนาตามท้องถิ่นต่าง ๆ ของประเทศไทย รวม ๓ ปี พ.ศ. ๒๕๐๒ และ ๒๕๐๔*

— จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบและคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากตัวอย่างดินทั้งหมด —

ภาค	จำนวนตัวอย่างดินที่ทดสอบ	ค่า pH ที่วัดได้ในระยะต่าง ๆ กัน					
		3–3.5	3.6–4.5	4.6–5.5	5.6–6.5	6.6–7.5	7.6–8.5
กลาง	166	1	22	77	55	8	3
		0.6%	13.2%	46.4%	33.1%	4.8%	1.8%
เหนือ	48	—	—	22	22	4	—
		—	—	45.8%	45.8%	8.3%	—
ตะวันออก–เฉียงเหนือ	93	—	2	51	33	5	2
		—	2.1%	54.8%	35.5%	5.4%	2.1%
ใต้	23	—	6	15	2	—	—
		—	26.1%	65.2%	8.7%	—	—
เฉลี่ยทั่วประเทศ	330	1	30	165	112	17	5
		0.3%	9.1%	50.0%	33.9%	5.1%	1.5%

* รวบรวมจากรายงานการทดลองวิเคราะห์ดินนาของราษฎรที่ทำการทดลองปุ๋ยตั้งแต่ปี พ.ศ. ๒๕๐๒–๒๕๐๔ ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน กองวิทยาการ.

ภาพที่ ๓ เจ้าหน้าที่กำลังทำการตรวจวัดค่า p^H ของตัวอย่างดินนาตามท้องถิ่นต่าง ๆ โดยใช้เครื่อง p^H Meter ในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดินของกองวิทยาการ.

จำนวนปูนแคลเซียมคาบอร์เนทที่จะต้องใส่ เพื่อเข้าไปทำปฏิกริยาแลกเปลี่ยนกับไฮโดรเจนในดิน จึงย่อมต้องใช้มากกว่าที่จะต้องใช้กับดินทรายมาก จากตัวอย่างที่กล่าวมาแล้วข้างต้น แสดงให้เห็นว่าในการพิจารณาถึงจำนวนปูนที่จะต้องใส่เพื่อแก้ความเป็นกรดในดินหรือเพื่อยกระดับปฏิกริยาในดินให้มี pH ที่เหมาะสมนั้นเพียงแต่รู้ว่าดินนั้นมีค่าของ pH ซึ่งวัดได้จากตัวอย่างดินเท่านั้นยังไม่เพียงพอที่จะประมาณจำนวนปูนที่จะต้องใช้อย่างถูกต้องได้ จำเป็นที่จะต้องพิจารณาต่อไปอีกถึงชนิดและลักษณะของดินนั้น ๆ ด้วย เช่น ดินนั้นเป็นดินเหนียวหรือดินทราย และมีอินทรีย์วัตถุอยู่มากน้อยแค่ไหน? นอกจากนี้หลักสำหรับใช้ประกอบในการพิจารณาอัตราของปูนที่จะใส่ต่อไร่ ยังต้องคำนึงถึงปฏิกริยาในดินที่เหมาะสมแก่พืชแต่ละชนิดที่จะปลูก ตลอดจนคุณภาพและความละเอียดของปูนชนิดต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ด้วย ในดินที่ทำการเพาะปลูกทั่ว ๆ ไปนั้น การตรวจวัดค่าของ pH ในดินเพื่อให้ทราบว่าดินนั้นมีปฏิกริยาเป็นกรดหรือด่างขนาดไหนเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นมากสำหรับจะใช้เป็นหลักในการปรับปรุงให้ดินนั้นมีปฏิกริยาเหมาะสมกับความเจริญเติบโตของพืชดียิ่งขึ้น วิธีตรวจวัดปฏิกริยาหรือค่า pH ในดินอย่างหยาบ ๆ ทำได้โดยการใช้น้ำยาซึ่งมีส่วนผสมของเคมีภัณฑ์ซึ่งเมื่อหยดลงไปทำปฏิกริยากับตัวอย่างดินแล้วทำให้น้ำยาเกิดเปลี่ยนเป็นสีต่าง ๆ และโดยการเปรียบเทียบความแตกต่างของสีที่เกิดขึ้นจะทำให้เราสามารถทราบถึงตำแหน่งหรือค่า pH ของดินนั้น ๆ ได้ แต่เนื่องจากการตรวจปฏิกริยาในดินโดยใช้วิธีเทียบสีดังกล่าวมาแล้ว เป็นการตรวจที่ค่อนข้างหยาบ และมีโอกาสผิดพลาดได้มาก นอกจากการตรวจนั้นกระทำโดยผู้ชำนาญจริง ๆ ดังนั้นวิธีตรวจปฏิกริยาในดินส่วนมากจึงใช้วิธีตรวจอย่างละเอียด โดยนำตัวอย่างดินที่ขุดได้มาตรวจวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีเครื่องมือสำหรับการตรวจค่า pH- โดยเฉพาะ การตรวจค่า pH ของดินในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน (Soil Testing Laboratory) นี้ใช้เครื่องตรวจ pH ไฟฟ้า (electrometric pH — meter) ซึ่งสามารถตรวจวัดค่า pH ได้ละเอียดและแน่นอนมาก และสามารถวัดค่า pH ในตัวอย่างดินเป็นจำนวนมาก ๆ ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากการตรวจวัดค่าของ pH โดยละเอียดแล้วในห้องปฏิบัติการยังมีวิธีตรวจเพื่อให้ทราบต่อไปอีกว่า ดินนั้นต้องการใส่ปูนในอัตราไร่ละเท่าใดได้อย่างแน่นอนอีกด้วย

เมื่อได้ประมาณจำนวนปูนที่จะใส่แล้ว ก็อาจจะใช้ปูนหว่านก่อนทำการไถดิน หรือหว่านเมื่อไถแล้วและคราดลงไป หากจำนวนปูนที่จะต้องใส่มีมากก็ควรแบ่งใส่หลาย ๆ ครั้งในระยะห่างกันแต่ละครั้งพอสมควร โดยถือหลักทั่ว ๆ ไปว่าไม่ให้ใส่ปูนในคราวเดียวกันมากเกินไปจนไปเปลี่ยนค่าของ pH ในดินให้สูงเกิน ๑ หน่วย เช่นในดินที่มี pH ๔.๕ และต้องการจะใส่ปูนเพื่อยกระดับ pH ในดินให้สูงขึ้นเป็น pH ๖.๕ ก็ควรใส่ปูนในปีแรกในจำนวนเท่าที่สามารถจะยกระดับ pH ของดินขึ้นเป็น pH ๕.๕. ก่อนก็พอ ในปีที่สองจึงค่อยใส่เพิ่มเติมเพื่อยกระดับ pH ในดินเป็น ๖.๕ ตามที่ต้องการ หรือถ้าหากทำได้ จะแบ่งเฉลี่ยปูนทั้งหมดใส่ ๓ ปี ก็จะยิ่งทำให้การใช้ปูนนั้นปลอดภัยขึ้น ควรหมั่นตรวจวัดดูความเปลี่ยนแปลงของ pH ในดิน เพื่อทราบผลจากการใส่ปูนแต่ละปีหลังจากเก็บเกี่ยวพืชแล้ว เพราะปกติแม้ว่าปูนในดินจะมีโอกาสถูกน้ำชะล้างไปได้ช้ากว่าปุ๋ยไนโทรเจนมาก แต่ก็ยังเร็วกว่าปุ๋ยฟอสฟอรัส ดังนั้นการใส่ปูนในปีที่สองหลังจากตรวจวัดค่าของ pH ซึ่งเป็นผลมาจากการใส่ปูนในปีแรก อาจจะต้องเพิ่มปริมาณปูนมากขึ้นกว่าที่ได้กำหนดไว้แต่แรกก็ได้

ตามปกติแล้วดินที่มีปฏิกริยาเป็นด่าง (Alkali Soils) มักจะเป็นดินเหนียวซึ่งประกอบด้วยธาตุโซเดียม (Sodium Clay) สูงหรือมีโซเดียมคาบอเนทอยู่ในดินมาก วิธีแก้ไขปรับปรุงโดยการใส่วัตถุที่ให้ธาตุแคลเซียมต่าง ๆ เช่น ยิบซั่มลง ไปในดินเพื่อให้ธาตุแคลเซียมไปแทนที่ธาตุโซเดียมในเม็ดดินเหนียวให้มากที่สุด จะช่วยลดความเป็นด่างของดินเนื่องจากมีธาตุโซเดียมลงไปได้ การใส่ผงยิบซั่ม (Calcium Sulphate) ให้คลุกเคล้ากับดินผิวหน้าและมีการทดน้ำเข้าไปชะล้างธาตุโซเดียมจากดินให้ละลายออกมามาก ๆ แล้วจึงระบายน้ำออกทิ้งไปก็เป็นวิธีที่ใช้ได้ผลดีมากในการปรับปรุงแก้ไขดินที่เป็นด่าง เพราะหลังจากใส่ผงยิบซั่มลงไปในดินแล้ว โซเดียมคาบอเนทในดินจะเข้าทำปฏิกริยากับยิบซั่มแล้วเปลี่ยนเป็นแคลเซียมคาบอเนท (Calcium Carbornate) ส่วนโซเดียมซัลเฟท (Sodium Sulphate) ที่ได้หลังจากการทำปฏิกริยาแล้วก็จะละลายและถูกชะล้างออกมาจากดินพร้อมกับน้ำที่ถูกระบายออกทิ้ง แต่ถ้าความเป็นด่างของดินเกิดขึ้นจากมูลเหตุที่ดินมีแคลเซียมคาบอเนทอยู่มาก วิธีแก้ไขโดยการใช้ผงกำมะถัน (Sulphur) ก็จะให้ผลในการไปทำปฏิกริยาลดความเป็นด่างในดินได้คล้ายคลึงกัน โดยผงกำมะถันเมื่อใส่ลงไปในดินก็จะถูกจุลินทรีย์ในดินเปลี่ยนแปลงไปตามลำดับจนกระทั่งเป็นกรดกำมะถัน (Sulphuric Acid)

ตารางที่ ๙. ปริมาณหินปูนดิบที่ใช้ยกระดับ **pH** ของชั้นดินผิวหน้าลึก ๗ นิ้ว ที่แนะนำให้ใช้ทั่ว ๆ ไปสำหรับแก้ความเป็นกรดของดิน[1]

ชนิดของดิน	หินปูนแคลเซียมคาบอเนท เพื่อยกระดับ ของดินจาก		
	pH 3.5–4.5	pH 4.5–5.5	pH 5.5–6.5
	– กิโลกรัมต่อไร่[2] –		
ดินทรายและดินร่วนทราย	120	120	160
ดินร่วนทราย	—	200	280
ดินร่วน	—	320	400
ดินร่วนปนตะกอน	—	480	560
ดินร่วนปนดินเหนียว	—	600	800
ดินเหนียว	900	1200	1400

1 รวบรวมจากหนังสือ "Liming Soils for Better Farming" —Farmers' Bulletin No. 2032 ของ United States Department of Agriculture และจากรายงานผลการตรวจหาความต้องการปูนในดินชนิดต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน กองวิทยาการ

2 ในกรณีที่ใช้ปูนเผา ก็ใช้เพียง ๑/๒ ของอัตราหินปูนดิบที่กำหนดไว้ให้ในตาราง และถ้าเป็นปูนขี้นก็ใช้เพียง ๓/๔ ของอัตราหินปูนดิบ อัตราหินปูนที่กำหนดไว้ให้นี้เป็นอัตราโดยประมาณเท่านั้น ถ้าหากดินชนิดต่าง ๆ เหล่านี้มีอินทรียวัตถุต่ำก็ควรลดปริมาณหินปูนลง ๒๕ เปอร์เซ็นต์ และถ้ามีอินทรียวัตถุสูงก็เพิ่มปริมาณหินปูนขึ้นอีก ๒๕ เปอร์เซ็นต์จากปริมาณที่แนะนำไว้ในตารางนี้.

ซึ่งกรดกำมะถันที่ได้นี้จะไปทำปฏิกริยากับด่างแคลเซียมคาบอเนทในดิน เพื่อเปลี่ยนไปเป็นแคลเซียมซัลเฟทซึ่งละลายน้ำได้ง่ายต่อไป อย่างไรก็ตามสิ่งสำคัญที่จะขาดเสียมิได้ในการแก้ความเป็นด่างของดินจะโดยใช้ผงกำมะถันหรือยิบซั่มก็ดี คือ ความจำเป็นที่จะต้องมีน้ำเพียงพอที่จะทดเข้ามาในพื้นดินแล้วระบายน้ำเพื่อชะล้างด่างทิ้ง หากปราศจากน้ำเสียแล้วการแก้ไขก็จะไม่บังเกิดผลแต่ประการใด ปฏิกริยาความเป็นด่างของดินหรือจำนวนยิบซั่มที่เหมาะสมสำหรับใส่เพื่อลด pH ของดินให้ต่ำลงหรืออีกนัยหนึ่งเพื่อลดความเป็นด่างของดินลงนั้น ทราบได้โดยการตรวจวิเคราะห์ดินทางเคมี เช่นเดียวกับการตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรด ในดินที่เป็นด่างมาก ๆ อาจจะต้องใช้ยิบซั่มในอัตราถึง ๘ ตันต่อไร่ แต่สำหรับดินที่เป็นด่างปานกลางโดยทั่ว ๆ ไปแล้วใช้ยิบซั่มในอัตรา ๑—๒ ตันต่อไร่ก็พอ ในการใส่ยิบซั่มควรแบ่งใส่หลาย ๆ ครั้งหรือหลาย ๆ ปี ไม่ควรใส่เกินปีละ ๑๖๐ ก.ก. และต้องพยายามไถคราดกลับไปกลับมาให้ยิบซั่มที่หว่านไว้ทั่วไปนั้น คลุกเคล้ากับดินผิวหน้าอย่างสม่ำเสมอดีที่สุด เพราะการใส่ยิบซั่มในปริมาณมากเกินขนาดและคลุกเคล้าดินไม่ทั่วถึง จะทำให้ดินผิวหน้ากลับปฏิกริยาเป็นกรดโดยรวดเร็ว ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อพืชได้ง่าย สำหรับการใส่ผงกำมะถันนั้นควรพิจารณาใช้เฉพาะกรณีที่ดินเป็นด่าง เนื่องจากมีแคลเซียมคาบอเนทอยู่สูงเท่านั้น

บริการทางเกษตรที่รัฐ ฯ ให้แก่กสิกรในประเทศเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย

เนื่องจากความรู้ความสามารถของกสิกรที่จะช่วยตนเอง ในการวางโครงการจัดระบบบำรุงรักษาความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยการใช้ปุ๋ยอย่างมีประสิทธิภาพนั้นมีอยู่อย่างจำกัดมาก ปัญหาและวิธีการบำรุงรักษาดินดังกล่าวล้วนเป็นปัญหาทางเทคนิค ซึ่งกสิกรไม่สามารถจะไปปฏิบัติเพื่อค้นหาด้วยตนเองได้ จำเป็นที่จะต้องได้รับความช่วยเหลือจากรัฐ ฯ เป็นผู้บริการให้ ดังนั้นรัฐบาลของทุกประเทศจึงมีหน่วยงานโดยเฉพาะที่ทำหน้าที่บริการ และให้ความช่วยเหลือทางวิชาการในเรื่องการใช้ปุ๋ยแก่กสิกรของประเทศอย่างกว้างขวาง วิธีการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยที่รัฐ ฯ เป็นผู้จัดดำเนินการเอง เพื่อนำความรู้ที่ได้รับไปส่งเสริมให้เป็นประโยชน์ต่อราษฎรต่อไปนั้นมีสาระสำคัญดังนี้

๑) งานจัดระบบจำแนกชนิดของดิน (Soil Classification)

งานสำรวจและทำแผนที่ชนิดดินเป็นงานสำคัญ ที่ได้ดำเนินอยู่เกือบทุกประเทศ ซึ่งวิธีการตลอดจนความละเอียดของงานนี้อาจมีแตกต่างกันไปบ้างในประเทศต่าง ๆ ดังที่ทราบกันดีแล้วว่าดินแต่ละชนิดที่ไม่เหมือนกันมักมีความแตกต่างกันมาก ในความต้องการปุ๋ยตลอดจนถึงผลตอบสนองที่จะได้รับจากการใส่ปุ๋ยในพืชต่าง ๆ ที่ปลูกในดินนั้นด้วย ดังนั้นการจัดจำแนกชนิดของดินต่าง ๆ ให้เข้าอยู่เป็นหมวดหมู่ โดยการดำเนินงานสำรวจและทำแผนที่ดินที่ใช้ประกอบการกสิกรรมภายในประเทศ จึงเป็นรากฐานช่วยให้การเลือกที่สำหรับทำการทดลองปุ๋ยเป็นไปอย่างรัดกุมและมีประสิทธิภาพดีขึ้น โดยสามารถจะใช้ความรู้ในเรื่องชนิดของดินไปเลือกที่ดิน ซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ กันได้กว้างขวางและรวดเร็วยิ่งขึ้นกว่าที่จะดำเนินการเลือกที่ดินสำหรับทดลองปุ๋ยตามยถากรรมโดยไม่คำนึงถึงชนิดดิน โดยอาศัยการรวบรวมผลของการทดลองปุ๋ยจากที่หลาย ๆ แห่ง ซึ่งปฏิบัติอยู่ในดินชนิดหรือประเภทเดียวกัน จะช่วยให้ทราบถึงความอุดมสมบูรณ์ตามปกติของดินชนิดนั้น ตลอดจนความต้องการปุ๋ยของพืชแต่ละชนิด ฯ ล ฯ ที่ปลูกในดินชนิดเดียวกัน โดยเฉลี่ยได้อย่างละเอียดและแน่นอนดียิ่งขึ้น ช่วยให้สามารถลดความจำเป็นที่จะต้องมีจำนวนแปลงทดลองปุ๋ยมาก ๆ แห่งลงไปได้ และช่วยให้การแนะนำปุ๋ยสามารถทำได้แน่นอนรัดกุมและรวดเร็วขึ้น เพราะผลเฉลี่ยได้รับจากการทดลองในหลาย ๆ การทดลอง ในที่ดินซึ่งถูกจัดอยู่ในดินชนิดเดียวกันอาจจะนำไปใช้แนะนำให้ปฏิบัติเป็นผลดีในที่ดินอื่น ๆ ซึ่งมีคุณลักษณะจัดเข้าอยู่ในดินชนิดเดียวกันหรือมีความละม้ายคล้ายคลึงกันต่อไปได้ โดยไม่จำเป็นจะต้องไปทำการทดลองปุ๋ยใหม่ในที่นั้นเสียก่อน

โดยการประสานงานร่วมกัน แลกเปลี่ยนความรู้เรื่องงานสำรวจดินซึ่งกันและกันอยู่เสมอ ทำให้นักวิทยาศาสตร์ทางวิชาการสำรวจดิน (Soil Surveyor) ของประเทศต่าง ๆ แทบทุกแห่งในโลก สามารถร่วมกันกำหนดวิธีจัดระบบจำแนกประเภทชนิดดินอย่างง่าย ๆ เป็นมาตรฐานสากลขึ้นสำหรับใช้เป็นหลักปฏิบัติเหมือน ๆ กันในประเทศต่าง ๆ เป็นผลสำเร็จ ซึ่งทำให้งานสำรวจและจัดชนิดของดินทวีความสำคัญ และเกิดประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางมากในขณะนี้ เพราะเมื่อชนิดของดินถูกจัดเข้าเป็นหมวดหมู่โดยอาศัยหลักเกณฑ์เหมือน ๆ กัน

เช่นนี้ ก็จะสามารถเปรียบเทียบผลของการทดลองปุ๋ยในระหว่างประเทศต่าง ๆ ได้ง่าย ต่อไปในอนาคตวิธีการใด ๆ เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยในพืชต่าง ๆ ซึ่งปรากฏว่าให้ผลดีแล้วในประเทศหนึ่งก็อาจจะนำไปใช้ในอีกประเทศหนึ่ง ซึ่งมีลักษณะชนิดดินจัดอยู่ในจำพวกเดียวกัน หรือใกล้เคียงกันได้โดยตรง หรือเพียงแต่ดัดแปลงบ้างเล็กน้อย

๒) การทดลองปุ๋ยในไร่นา (Field Experimentation)

แม้ว่าขณะนี้ จะมีวิธีการต่าง ๆ หลายวิธีที่ใช้สำหรับช่วยให้ทราบถึงสภาพการขาดแคลนธาตุอาหารพืชของดินตลอดจนชนิดและอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมจะใช้กับพืชต่าง ๆ ในดินที่มีลักษณะแตกต่างกันก็ตาม แต่ในกระบวนวิธีการต่าง ๆ เหล่านั้นถือกันว่าการทดลองใช้ปุ๋ยกับพืชที่ปลูกในไร่นาโดยตรงเป็นวิธีการที่ให้ผลแน่นอนเชื่อถือได้ดีที่สุดสำหรับจะนำไปแนะนำให้บังเกิดผลดีแก่กสิกร ถึงแม้ว่าการทดลองปุ๋ยนี้จะเป็นงานละเอียดต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานค่อนข้างสูงและใช้เวลานานก็ตาม

เนื่องจากลักษณะและชนิดของดิน, ชนิดของพืช พันธุ์พืชที่ปลูก รวมทั้งฝนฟ้าอากาศ และฤดูกาลปลูกพืช ตลอดจนสภาพสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งแตกต่างกันอย่างมากในแต่ละท้องถิ่นนั้น ทำให้ผลตอบสนองจากการใส่ปุ๋ยโดยวิธีต่าง ๆ และในชนิดและอัตราต่าง ๆ ที่จะได้รับในที่ดินแต่ละแห่งแตกต่างกันไปได้มาก การที่จะทราบได้แน่นอนถึงปัญหาในการใช้ปุ๋ยที่ให้ผลดีที่สุดเพื่อแนะนำส่งเสริมแก่กสิกรให้ปฏิบัติอย่างทั่วถึงได้ จึงจำเป็นต้องมีการดำเนินการทดลองปุ๋ยกับพืชชนิดต่าง ๆ ให้มีจำนวนมากที่สุดในดินแต่ละชนิด การทดลองปุ๋ยดังกล่าวจะต้องดำเนินติดต่อกันไปเป็นเวลาหลาย ๆ ปี เพื่อรวบรวมเอาผลเฉลี่ยของการใช้ปุ๋ยที่อาจแตกต่างกันไป เนื่องจากสภาพความปรวนแปรของฝนฟ้าอากาศในแต่ละปีเข้าไว้ด้วย การทดลองปุ๋ยในท้องถิ่นนั้น ส่วนใหญ่ควรจะมุ่งดำเนินการทดลองเพื่อหาชนิดของปุ๋ย และอัตราปุ๋ย ตลอดจนปูนที่เหมาะสมสำหรับใช้ในพืชต่าง ๆ ในท้องถิ่นแต่ละแห่ง เพราะเป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่า ในท้องถิ่นแต่ละแห่งผลผลิตที่จะได้รับเพิ่มขึ้นจากการใส่ปุ๋ยในอัตราต่ำมากเกินไป ย่อมจะได้รับผลน้อยมาก จำเป็นที่จะต้องใช้ปุ๋ยในอัตราสูงขึ้น จึงจะให้ผลผลิตเพิ่มสูงและมีกำไรตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยสูงที่สุด ในทำนองเดียวกัน การใส่ปุ๋ย

ในอัตราสูงเกินขอบเขตที่ดินแห่งนั้นต้องการ ก็มักจะทำให้ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นเริ่มลดต่ำลงมา จนอาจต้องประสบกับการขาดทุนจากการใช้ปุ๋ยนั้นได้ เนื่องจากดินชนิดต่าง ๆ ในท้องถิ่นแต่ละแห่งย่อมมีขอบเขตของอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมไม่เหมือนกัน ดังนั้นในการทดลองปุ๋ยขั้นแรกในท้องถิ่นใดท้องถิ่นหนึ่งนั้น จึงสมควรที่จะต้องมีอัตราปุ๋ยสำหรับทดลองต่างๆ กันหลายอัตรา โดยให้มีทั้งอัตราปุ๋ยที่เชื่อว่าเป็นอัตราที่ต่ำกว่าปกติ และอัตราปุ๋ยที่สูงมากจนเกินความต้องการรวมอยู่ในอัตราปุ๋ยหลาย ๆ อัตรานั้นด้วย เมื่อนำผลผลิตที่ได้จากผลการทดลองใส่ปุ๋ยหลาย ๆ อัตรา ตั้งแต่ต่ำสุดไปหาสูงที่สุดตามลำดับนั้นมาเปรียบเทียบกันโดยใช้เส้นกราฟ เราก็สามารถทราบได้แน่นอนทันทีว่า ปุ๋ยแต่ละอัตราที่ใช้สำหรับท้องถิ่นนั้น ๆ ให้ผลเพิ่มขึ้นอย่างไร ? ปุ๋ยอัตราใดให้ผลผลิตต่ำที่สุด และปุ๋ยอัตราสูงเท่าใดจึงจะให้ผลผลิตสูงที่สุด ซึ่งปุ๋ยในอัตราที่สูงไปกว่านั้นไม่ช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นอีกต่อไป เราจะพบว่าในระหว่างอัตราปุ๋ยต่าง ๆ หลายอัตราที่ทดลองนั้น จะมีอัตราหนึ่งซึ่งเหมาะสมที่สุดสำหรับใช้ ณ ที่นั้น ซึ่งอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมที่สุดดังกล่าวนี้ไม่จำเป็นที่จะต้องเป็นอัตราปุ๋ยที่ให้ผลผลิตของพืชเพิ่มขึ้นสูงที่สุดเสมอไป หากเพียงแต่ว่าเป็นอัตราที่ให้ผลผลิตเพิ่มขึ้น เมื่อคิดคำนวนออกมาเป็นเงิน และหักค่าปุ๋ยออกแล้วให้เงินกำไรสุทธิต่อไร่สูงที่สุดเท่านั้น ทั้งนี้เพราะจุดประสงค์สำคัญที่สุดในการใช้ปุ๋ยของชาวนา ก็เพื่อต้องการจะได้กำไรตอบแทนสูงที่สุดจากการลงทุนซื้อปุ๋ยมาใส่ หาใช่ประสงค์แต่จะได้รับผลผลิตสูงที่สุด แต่มีกำไรน้อยไม่ ตามปกติแล้วอัตราปุ๋ยที่ให้ผลผลิตสูงที่สุดมักจะเป็นอัตราที่ให้กำไรน้อย เนื่องจากเป็นอัตราสูง และต้องลงทุนค่าปุ๋ยแพง

ในการทดลองปุ๋ยทุกอย่างถ้าเราสามารถปฏิบัติได้ในดินหลาย ๆ ชนิด และให้ในดินแต่ละชนิดมีจำนวนแปลงทดลองปุ๋ยกระจัดกระจายออกไปหลาย ๆ แห่งได้มากเท่าใด ก็ยิ่งทำให้เรามีโอกาสเฉลี่ยผลของการใช้ปุ๋ยในดินชนิดหนึ่ง ๆ ได้แน่นอนดียิ่งขึ้นเท่านั้น ต่างกว่าการเฉลี่ยผลการทดลองจากแปลงทดลองเพียงไม่กี่แห่ง ซึ่งแต่ละแห่งอาจให้ผลแตกต่างกันมากทำให้ผลเฉลี่ยการใช้ปุ๋ยสำหรับดินชนิดนั้นไม่เป็นตัวแทนของผลได้ที่แน่นอนพอที่จะใช้แนะนำแก่กสิกรอย่างกว้างขวางได้

ในกรณีที่การทดลองปุ๋ย ยังไม่อาจดำเนินการได้อย่างทั่วถึงในดินชนิดต่าง ๆ การหาผลเฉลี่ยของการใช้ปุ๋ยก็อาจทำได้อย่างกว้าง ๆ ก่อน โดยเฉลี่ยผลเป็นภาค ๆ ไป แม้ว่าการใช้ผลของการทดลองปุ๋ยที่เฉลี่ยไว้เป็นภาค ๆ ดังกล่าวนี้ไปแนะนำแก่กสิกร จะไม่สู้

ให้ประโยชน์นัก เนื่องจากในภาคหนึ่งอาจจะมีชนิดดินต่าง ๆ อยู่หลายชนิด และผลการใช้ปุ๋ยในที่ดินแต่ละแห่งมีความแตกต่างกันมากก็ตาม แต่ผลของการทดลองปุ๋ยที่เฉลี่ยไว้อย่างกว้าง ๆ นี้ก็ยังให้ประโยชน์อยู่มากในการช่วยให้ทราบข้อมูลสำคัญ ๆ เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยในภาคใหญ่ ๆ แต่ละภาคของประเทศได้ การทราบข้อมูลสำคัญ ๆ เกี่ยวกับชนิดและอัตราปุ๋ยของแต่ละภาคนั้นได้เคยปรากฏว่ามีความสำคัญ และให้ประโยชน์อย่างมากในการนำมาใช้เป็นหลักพิจารณาจัดวางนโยบายส่งเสริมการใช้ปุ๋ย และในการผลิตพืชผลสำคัญของประเทศให้มีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น เช่นประเทศสหราชอาณาจักร เมื่อสมัยเริ่มสงครามโลกครั้งที่ ๒ ซึ่งเป็นขณะที่การผลิตเสบียงอาหารไว้ใช้อย่างเพียงพอในระหว่างสงคราม หมายถึงการช่วยให้ประเทศอังกฤษรอดจากความขาดแคลนอาหาร และสามารถดำเนินการสงครามไปได้ตลอดรอดฝั่ง ในการวางแผนการเพื่อเร่งผลิตผลทางอาหารในประเทศ สหราชอาณาจักรได้ใช้ความรู้ที่ได้รับจากการทดลองปุ๋ยนับจำนวนพัน ๆ แห่งทั้งในสหราชอาณาจักร เดนมารค สวีเดนตอนใต้ และปรัสเซียตะวันออก มาเป็นหลักสำคัญในการวางนโยบายด้วย ความรู้ที่เป็นผลสรุปของการทดลองปุ๋ยอย่างกว้าง ๆ ที่ใช้เป็นแนวทางสำหรับการพิจารณาเรื่องการใช้ปุ๋ย ซึ่งมีอยู่ในประเทศอย่างจำกัดให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการเร่งเพิ่มผลผลิตของพืชสำคัญ ๆ ในขณะนั้นมีสาระสำคัญ อาทิเช่น

๑) สำหรับความจำเป็นที่จะใช้ปุ๋ยในพืชที่ใช้หัวและราก (เช่น มันฝรั่ง หอม) โดยทั่ว ๆ ไปในสหราชอาณาจักร อาจจะลดอัตราปุ๋ยฟอสเฟทและโปแตชให้ต่ำลงกว่าที่เคยใช้ได้ แต่ปุ๋ยไนโทรเจนยังไม่ควรจะลดอัตราให้ต่ำกว่าที่เคยใช้อยู่

๒) หนทางที่จะช่วยให้ผลผลิตทางกสิกรรมในสหราชอาณาจักร เพิ่มขึ้นได้อีกมากมายนั้น ทำได้โดยเพิ่มปริมาณปุ๋ยไนโทรเจนที่ใช้ในพืชต่าง ๆ โดยเฉพาะพวกธัญญพืชให้สูงยิ่งขึ้น

๓) ในการจัดสรรปุ๋ยโปแตชซึ่งมีอยู่ในจำนวนจำกัดมากในระยะนั้น เพื่อนำไปใช้กับพืชต่าง ๆ ตามความจำเป็นมากน้อยตามลำดับ และให้ได้รับผลผลิตตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยโปแตชสูงที่สุดนั้น มันฝรั่งเป็นพืชที่ควรจะพิจารณาใช้ก่อนเป็นอันดับแรก

ประโยชน์ของการค้นพบจุดสำคัญจากการทดลองปุ๋ยที่สหราชอาณาจักรนำไปใช้ในการวางนโยบายเร่งผลผลิตของประเทศดังได้ยกตัวอย่างมานี้ นับว่ามีความสำคัญไม่น้อย

ภาพที่ ๔ หลังจากหน่วยสำรวจดินของกองวิทยาการ กรมการข้าว ได้ออกสนามเพื่อสำรวจลักษณะดิน (Reconnoissance Soil Survey) ซึ่งแตกต่างกันไปตามท้องถิ่นต่าง ๆ เสร็จแล้ว ก็รวบรวมรายละเอียดผลการสำรวจมาทำแผนที่ดินอย่างละเอียดในห้องปฏิบัติการ เพื่อแบ่งแยกจำแนกประเภทและชนิดของดินตามความเหมาะสมกับชนิดของพืชที่จะปลูก และการใช้ประโยชน์จากที่ดินต่าง ๆ เหล่านั้น ในทางกสิกรรมอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ (Soil Capabilities) ต่อไป.

ภาพที่ ๕ ภาพแปลงทดลองปุ๋ยในนาแบบหนึ่ง ซึ่งแม้จะเป็นวิธีการละเอียดที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายและเวลาสูงกว่าในการดำเนินงาน แต่ก็เป็นวิธีที่ให้ผลแน่นอนที่สุดในการตรวจสอบความต้องการปุ๋ย และปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยเพื่อให้คำแนะนำแก่ชาวนา ในปี พ.ศ. ๒๕๐๔ กรมการข้าว มีแปลงทดลองปุ๋ยแบบต่าง ๆ ทั่วประเทศ ๒๓๘ แปลง.

ในการที่ประเทศอื่น ๆ จะใช้ปรับปรุงนโยบายจัดสรรปุ๋ยอย่างประหยัด และช่วยให้การใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตมีประสิทธิภาพสูงด้วยเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับประเทศที่ยังไม่สามารถผลิตปุ๋ยได้เองหรือผลิตได้เพียงบางชนิด หากปราศจากการทดลองปุ๋ยเป็นจำนวนมากพอ การสรุปผลของการใช้ปุ๋ยเพื่อเป็นแนวทางในการวางนโยบายที่มีประสิทธิภาพสูงในการเพิ่มผลผลิตของประเทศโดยการใช้ปุ๋ยดังกล่าวมาแล้วนั้น ย่อมไม่อาจจะทำได้

เนื่องจากคำแนะนำปุ๋ยซึ่งจัดไว้เป็นภาคใหญ่ ๆ นั้น มักจะกว้างเกินไปไม่ละเอียดพอที่จะช่วยให้กสิกรได้รับผลสมบูรณ์อย่างทั่วถึง เมื่อนำไปปฏิบัติตามในท้องถิ่นต่าง ๆ ของภาค ดังนั้นเมื่อมีการทดลองปุ๋ยขยายจำนวนเพิ่มขึ้นจนมากพอที่จะสามารถหาผลเฉลี่ยให้ละเอียดและแคบลงไปอีก โดยแบ่งย่อยออกไปตามลักษณะดินแต่ละชนิด (Soil Type) ก็จะทำให้คำแนะนำปุ๋ยนั้นเกิดประโยชน์แก่ชาวนาทั่ว ๆ ไปของแต่ละภาคได้แน่นอนดียิ่งขึ้น หรือถ้ายิ่งสามารถหาผลเฉลี่ยให้แคบลงไปอีกตามลักษณะวิธีการปลูกพืช การขลประทาน ฯ ล ฯ ในชนิดของดินแต่ละชนิดในแต่ละภาคได้ ก็ยิ่งจะทำให้คำแนะนำปุ๋ยนั้นมีความละเอียดแน่นอนและเป็นประโยชน์แก่กสิกรในแต่ละท้องถิ่นมาก อย่างไรก็ตามการที่จะบรรลุผลสำเร็จในการให้คำแนะนำปุ๋ยอย่างละเอียดเฉพาะแต่ละท้องถิ่นดังกล่าวมานี้ได้ มิใช่สิ่งที่จะทำได้ง่าย ๆ จำต้องอาศัยเวลานาน และต้องมีโครงการทดลองปุ๋ยระยะยาวที่แน่นอนและประกอบด้วยจำนวนแปลงทดลองปุ๋ยที่มากพอจริง ๆ

ในการดำเนินการทดลองปุ๋ยในท้องถิ่น เพื่อศึกษาหาชนิดปุ๋ยและอัตราปุ๋ยที่เหมาะสมหรือวิธีการใส่ปุ๋ยที่ถูกต้อง ฯ ล ฯ นั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้แปลงทดลองตั้งอยู่ในที่ดินที่เป็นตัวแทนของชนิดดินส่วนใหญ่ที่ใช้ในการปลูกพืชในท้องถิ่นนั้นจริง ๆ เพื่อที่จะให้ได้รับผลการทดลองปุ๋ยที่เป็นตัวแทน ณ ที่นั้น สำหรับแนะนำส่งเสริมแก่กสิกรในท้องถิ่นด้วยความเชื่อมั่นดียิ่งขึ้น ในระยะเวลา ๑๐ กว่าปีที่ผ่านมาปรากฏว่าวิทยาการเกี่ยวกับเทคนิคในการวางแผนผังทดลองปุ๋ย (Field Plot Technique) ได้เจริญก้าวหน้าขึ้นอย่างมาก ช่วยให้งานทดลองปุ๋ยที่ดำเนินอยู่ในระยะหลัง ๆ นี้ให้ผลละเอียดและเชื่อถือได้ดีขึ้นกว่าแต่ก่อนมาก เพราะวิธีการวางแผนทดลองปุ๋ยอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการนั้นสามารถจะช่วยขจัดความคลาดเคลื่อนของผลการใช้ปุ๋ยที่ได้รับ อันเนื่องมาจากความไม่สม่ำเสมอของดินซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้การใช้ปุ๋ยแต่ละอัตรา ในที่ดินนั้นให้ความแตกต่างผิดไป

จากความเป็นจริง วิธีการวางแผนทดลองปุ๋ยตามหลักวิชาการโดยมีการทำซ้ำ (replicates) และมีการสุ่ม (random) ให้ตำหรับปุ๋ยแต่ละตำหรับที่ทำการทดลองกระจัดกระจายกันไปในตำแหน่งต่าง ๆ ของบริเวณที่ดินที่ทำการทดลอง ประกอบกับการวิเคราะห์ตัวเลขผลได้ทางสถิติ (Statistical Analysis) ฯลฯ เหล่านี้ จะช่วยให้สามารถทราบได้แน่นอนถึงความแตกต่างอย่างแท้จริงของผลผลิตอันเนื่องมาจากการใส่ปุ๋ยเท่านั้น ส่วนความแตกต่างอันเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดินไม่สม่ำเสมอกัน ซึ่งถือเป็นความคลาดเคลื่อนอย่างสำคัญซึ่งดินมีอยู่แต่เดิมในแต่ละซ้ำ (replicates) จะถูกดึงออกไปเสียจากผลของความแตกต่างทั้งหมดที่ได้รับจากการทดลองปุ๋ยแต่ละอัตรา คงเหลือแต่ความแตกต่างที่เนื่องจากใส่ปุ๋ยอย่างแท้จริงเท่านั้น

นอกจากการทดลองปุ๋ยอย่างละเอียด (Detailed Experiment) เพื่อค้นหาปัญหาสำคัญ ๆ ต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย ซึ่งมักจะทำอยู่ตามปกติในสถานีทดลองของภาคต่าง ๆ จะมีความสำคัญมาก ในการที่จะช่วยให้ได้มาซึ่งความรู้ข้อมูลแง่ต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยอย่างละเอียดแน่นอนแล้ว การดำเนินการทดลองปุ๋ยอย่างง่าย ๆ (Simple Fertilizer Test) ในไร่นาของราษฎรให้มากแห่งและกระจัดกระจายออกไปในท้องถิ่นต่าง ๆ ก็นับว่าให้ประโยชน์และมีความสำคัญอยู่ไม่น้อย ยิ่งในขณะนี้ประโยชน์และความสำคัญของการทดลองปุ๋ยอย่างง่าย ๆ ในนาราษฎรก็เป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายมากขึ้นในประเทศต่าง ๆ เพราะการทดลองปุ๋ยในนาราษฎรนี้เป็นการทำการทดลองปุ๋ยในไร่นาตามสภาพอันแท้จริงที่กสิกรปฏิบัติกันอยู่ โดยมิได้มีการดัดแปลงวิธีการที่ชาวนาในท้องถิ่นใช้กันอยู่ตามปกติแต่อย่างใด แม้แต่พันธุ์ข้าวปลูกก็เป็นพันธุ์ที่ชาวนานิยมใช้กันอยู่เป็นประจำในท้องถิ่น และที่ดินส่วนใหญ่ก็เป็นที่ ๆ มีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับต่ำเนื่องจากไม่เคยมีการใส่ปุ๋ยมาก่อน ดังนั้นผลการทดลองปุ๋ยที่ได้รับจากการทดลองในนาของกสิกรดังกล่าวย่อมเชื่อได้ว่าเป็นผลที่เกิดจากการปรับปรุงด้วยการใส่ปุ๋ยอย่างแท้จริง จึงสามารถที่จะนำผลที่ได้รับนั้นไปแนะนำให้กสิกรในท้องถิ่นปฏิบัติตามได้ด้วยความมั่นใจดียิ่งขึ้น นอกจากนี้การทำแปลงทดลองปุ๋ยในนาของกสิกรยังให้ประโยชน์อย่างมาก ในการเป็นแปลงสาธิตแสดงผลของการใส่ปุ๋ยให้กสิกรในบริเวณนั้นได้สังเกตุเห็นด้วยตาตนเองอยู่ตลอดระยะเวลา นับเป็นการช่วยกระตุ้นให้ชาวนาเกิดความสนใจและเห็นคุณค่าของการใช้ปุ๋ย ซึ่งเป็นประโยชน์

ตารางที่ ๑๐ แสดงผลผลิตเฉลี่ยเป็นภาค ๆ ของข้าวที่ได้จากการทดลองใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ในนาราษฎร ประจำปี พ.ศ. ๒๕๐๒–๒๕๐๓

ภาค	จำนวนแห่งที่ทดลอง	ผลผลิตเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย (ก.ก./ไร่)	ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (ก.ก./ไร่) เมื่อใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ*							L.S.D. 5%
			N	P	K	NP	NK	PK	NPK	
เหนือ	๑	384	52	42	35	118	62	37	102	43
			13.5%	10.9%	9.1%	30.7%	16.1%	9.6%	26.5%	
กลาง	53	284	72	68	51	129	88	81	142	19
			25.3%	23.9%	17.9%	45.4%	30.9%	28.5%	50.0%	
ตะวันออกเฉียงเหนือ	38	182	48	57	28	126	82	94	186	30
			26.3%	31.3%	15.3%	69.2%	45.0%	51.6%	102.1%	
ผลเฉลี่ยทุกภาค	100	254	61	58	41	126	83	82	154	
			24.0%	22.8%	16.1%	49.6%	32.6%	32.2%	60.6%	

* ชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใช้

N = ใช้ในอัตรา ๖ ก.ก. ของ N ต่อไร่ หรือใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20%N) อัตรา ๓๐ ก.ก./ไร่

P = ใช้ในอัตรา ๖ ก.ก. ของ P_2O_5 ต่อไร่ หรือใช้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท (20%P_2O_5) อัตรา ๓๐ ก.ก./ไร่

K = ใช้ในอัตรา ๖ ก.ก. ของ K_2O ต่อไร่ หรือใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ (60%K_2O) อัตรา ๑๐ ก.ก./ไร่

ตารางที่ ๑๑ แสดงผลผลิตเฉลี่ยเป็นภาค ๆ ของข้าวที่ได้จากการทดลองใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ในนาราษฎร ประจำปี พ.ศ. ๒๕๐๓–๒๕๐๔

ภาค	จำนวนแห่งที่ทดลอง	ผลผลิตเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย (ก.ก./ไร่)	ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (ก.ก./ไร่) เมื่อใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ*							L.S.D. 5 %
			N_2	P_4	N_2P_4	N_4P_4	N_6P_4	N_3P_4	$N_8P_4K_4$	
เหนือ	7	440	35 8.0%	53 12.0%	71 16.1%	103 23 4%	111 25.2%	119 27.0%	158 35.9%	30
กลาง	31	278	43 15.5%	68 24.5%	106 38.1%	128 46.0%	135 48.6%	163 58.6%	178 64.0%	27
ตะวันออกเฉียงเหนือ	32	187	26 13.9%	49 26.2%	86 46.0%	107 57.2%	124 66 3%	145 77.5%	174 93.0%	19
ใต้	7	395	19 4.8%	40 10.1%	65 16.4%	107 27.0%	126 31.8%	106 26.8%	127 32.1%	29
ผลเฉลี่ยทุกภาค	77	265	33 12.4%	57 21.5%	91 34 3%	115 43.3%	128 48.3%	147 55.4%	168 63 3%	

* **ชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใช้**

N_2 = ๒ ก.ก. N ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20 % N) อัตรา ๑๐ ก.ก. ต่อไร่

N_4 = ๔ ก.ก. N ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20 % N) อัตรา ๒๐ ก.ก. ต่อไร่

N_6 = ๖ ก.ก. N ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20 % N) อัตรา ๓๐ ก.ก. ต่อไร่

N_8 = ๘ ก.ก. N ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20 % N) อัตรา ๔๐ ก.ก. ต่อไร่

P_4 = ๔ ก.ก. P_2O_5 ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอส.ฟท ($20 \% P_2O_5$) อัตรา ๒๐ ก.ก. ต่อไร่

K_4 = ๔ ก.ก. K_2O ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยโปแตสเซี่ยมคลอไรด์ ($60 \% K_2O$) อัตรา ๖.๗ ก.ก. ต่อไร่

ตารางที่ ๑๒ แสดงผลผลิตเฉลี่ยเป็นภาค ๆ ของข้าวที่ได้จากการทดลองใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ในนาราษฎร ประจำปี พ.ศ. ๒๕๐๔–๒๕๐๕

ภาค	จำนวนแห่งที่ทดลอง	ผลผลิตเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย (ก.ก./ไร่)	ผลผลิตและเปอร์เซ็นต์ของผลผลิตที่เพิ่มขึ้น (ก.ก./ไร่) เมื่อใส่ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ *							L.S.D. 5%
			N_2	P_4	N_2P_4	N_4P_4	N_6P_4	N_8P_4	$N_8P_4K_4$	
เหนือ	16	409	54 13.3%	85 16.8%	92 22.5%	101 24.7%	111 24.3%	128 31.3%	133 32.6%	35
กลาง	57	316	52 16.5%	62 19.6%	102 32.4%	119 37.7%	131 41.4%	150 47.5%	140 44.4%	20
ตะวันออกเฉียงเหนือ	31	198	37 18.6%	68 34.3%	112 56.8%	134 67.9%	162 82.1%	165 83.6%	212 107.2%	13
ใต้	6	268	59 21.9%	116 43.3%	197 73.5%	207 77.3%	205 76.3%	202 75.3%	189 70.5%	111
ผลเฉลี่ยทุกภาค	110	293.61	48 16.5%	70 23.8%	109 37.1%	126 42 9%	141 48.0%	154 52.4%	162 55.2%	

* ชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใช้

N_2 = ๒ ก.ก. N ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20% N) อัตรา ๑๐ ก.ก. ต่อไร่

N_4 = ๔ ก.ก. N ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20% N) อัตรา ๒๐ ก.ก. ต่อไร่

N_6 = ๖ ก.ก. N ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20% N) อัตรา ๓๐ ก.ก. ต่อไร่

N_8 = ๘ ก.ก. N ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20% N) อัตรา ๔๐ ก.ก. ต่อไร่

P_4 = ๔ ก.ก. P_2O_5 ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท (20% P_2O_5) อัตรา ๒๐ ก.ก. ต่อไร่

K_4 = ๔ ก.ก. K_2O ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ (60% K_2O) อัตรา ๖.๗ ก.ก. ต่อไร่

อย่างมากในการส่งเสริมกสิกรให้ใช้ปุ๋ยบำรุงดินให้แพร่หลายขึ้น แต่การทดลองปุ๋ยในนาราษฎรตามท้องถิ่นต่าง ๆ นั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้รับการควบคุมจากเจ้าหน้าที่ ทั้งในการดำเนินงานและการเก็บเกี่ยวเพื่อหาตัวเลขผลผลิต ที่ได้รับจากการทดลองปุ๋ยอย่างทั่วถึงทุกแห่ง หากมิฉะนั้นผลการทดลองส่วนมากจะมีโอกาสผิดพลาดจากความเป็นจริงได้ง่าย ซึ่งการนำผลการทดลองปุ๋ยที่ผิดพลาด หรือตรงกันข้ามกับความเป็นจริงไปแนะนำแก่กสิกรโดยความรู้เท่าไม่ถึงการนั้น นอกจากจะไม่ช่วยให้ชาวนาได้รับประโยชน์อันใดแล้ว ยังอาจเกิดผลร้ายแก่กสิกรเมื่อปฏิบัติตามได้ ซึ่งจะเป็นเหตุให้การส่งเสริมการใช้ปุ๋ยแก่กสิกรทั่ว ๆ ไปในอนาคตประสพความล้มเหลวได้ง่าย เนื่องจากชาวนาอาจเกิดความผิดหวังและเสื่อมศรัทธาในคุณค่าของการใช้ปุ๋ย

การทดลองปุ๋ยในกระถาง (Vegetative Test)

การทดลองใส่ปุ๋ยกับพืชที่ปลูกในกระถางหรือที่นิยมเรียกกันอีกอย่างหนึ่งว่า Pot-Test ก็เป็นวิธีหาความต้องการธาตุอาหารปุ๋ยในดินที่ปลูกพืชต่าง ๆ วิธีหนึ่งที่นิยมใช้กันอยู่อย่างกว้างขวางมากแม้ในปัจจุบันนี้ หลักวิธีการปฏิบัติก็คล้ายคลึงกับการทดลองปุ๋ยในนา (Field Experiment) แต่ต่างกันตรงที่แทนที่จะนำปุ๋ยต่าง ๆ ไปทดลองปฏิบัติเป็นแปลง ๆ ในไร่นาโดยตรง วิธีนี้กลับใช้เพียงการขุดเอาดินผิวหน้า (ลึกประมาณ ๗ นิ้ว) จากที่ดินที่ต้องการทำการทดลองปุ๋ยเพื่อนำมาใส่ในกระถางซึ่งมีขนาดใหญ่พอที่จะ บรรจุดินในปริมาณเพียงพอและมีเนื้อที่พอปลูกพืชให้เจริญได้เป็นปกติ โดยอนุโลมว่าความเจริญเติบโตหรือผลผลิตของพืชที่ปลูกในดินในกระถางซึ่งถือเป็นตัวแทนของดินในไร่นา คงจะให้ผลไม่แตกต่างกว่าที่จะได้รับเมื่อนำไปปฏิบัติในไร่นามากนัก แม้ว่าการใช้ประโยชน์หรือความแน่นอนของผลการทดลองปุ๋ยในกระถางจะมีน้อยและจำกัดมากก็ตาม แต่เนื่องจากการทดลองในกระถางเป็นวิธีที่สามารถจะทำการทดลองเป็นจำนวนมาก ๆ กระถางได้สะดวกใช้เวลารวดเร็วกว่าและไม่เปลืองแรงงานและเนื้อที่มากเหมือนการทดลองในไร่นา จึงเหมาะสมสำหรับการทดลองในปัญหาใหม่ ๆ ที่ต้องการศึกษาเพื่อบุกเบิกปัญหากว้าง ๆ เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยในขั้นแรกก่อน (Preliminary Study) โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับปัญหาการทดลองซึ่งยังเป็น

ปัญหาที่เลื่อนลอยมากและยังคาดไม่ได้เลยว่าจะให้ผลเป็นอย่างไร และผลที่ได้นั้นคุ้มกับที่จะนำไปทดลองปฏิบัติในไร่นาไหม ? แม้กระนั้นก็ยังปรากฏในบางกรณีว่าการทดลองปุ๋ยในกระถางเพื่อศึกษาปัญหาการใช้ปุ๋ยบางอย่าง ถ้าสามารถทำการสังเกตและบันทึกผลทั้งในด้านความเจริญเติบโตและผลผลิตของพืชที่ปลูกได้อย่างละเอียดทุกระยะแล้ว ก็ให้ผลเปรียบเทียบที่พอจะเชื่อถือได้ไม่เลวนัก แต่ส่วนมากแล้วถือกันว่าผลการทดลองปุ๋ยในกระถางเป็นเพียงผลการตรวจสอบการใช้ปุ๋ยอย่างหยาบ ๆ เพื่อให้เกิดความรู้กว้าง ๆ พอเป็นแนวทางในขั้นแรกเท่านั้น จึงยังไม่สามารถอาศัยผลนี้ไปแนะนำการใช้ปุ๋ยแก่เกษตรกรอย่างจริงจังได้จนกว่าจะได้คัดเลือกผลการใช้ปุ๋ยต่าง ๆ ที่น่าสนใจจากการทดลองในกระถางเสียก่อนแล้วนำไปทดลองปฏิบัติในไร่นาโดยตรงอีกครั้งหนึ่งเพื่อศึกษาผลตามสภาพความเป็นจริงต่อไป เหตุที่การทดลองในกระถางยังไม่ถือว่าอยู่ในสภาพที่จะให้ผลเชื่อถือได้แน่นอนนั้นก็เนื่องจากสภาพการทดลองปลูกพืชในกระถางยังมีข้อเสียอยู่หลายประการซึ่งทำให้ผลของการใช้ปุ๋ยในกระถางผิดพลาดไปจากที่จะได้รับจริง ๆ ในไร่นา อาทิเช่น ดินที่บรรจุอยู่ในกระถางมักจะมีอุณหภูมิหรือความอบอุ่นสูงกว่าดินที่อยู่ในไร่นาตามธรรมชาติ ความอบอุ่นนี้ อาจจะช่วยให้ความเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของชีวภาพต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ เช่น แบกทีเรียในดินเพิ่มขึ้นกว่าดินในไร่นาตามปกติ และในการขุดเอาดินผิวหน้ามาบรรจุในกระถางก็ดี ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพต่าง ๆ ในดินนั้นอาจทำให้สภายสมบัติของดินในกระถางเปลี่ยนรูปไปจากเดิมมากน้อยตามกาลเวลา มูลเหตุต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนี้อาจจะทำให้ผลการทดลองในกระถางที่ได้รับแตกต่างไปจากที่ควรจะได้รับในไร่นาจริงๆ ได้ง่าย นอกจากนั้นสภาพสิ่งแวดล้อมอื่น เช่น น้ำที่ใช้ปลูกพืชในกระถางก็มีคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างกว่าสภาพน้ำที่ใช้ในไร่นา และการปลูกพืชให้ขึ้นอยู่ในภาชนะต่าง ๆ ซึ่งมีปริมาตรจำกัด เช่น กระถางนี้ ย่อมจะทำให้ความเจริญเติบโตของรากถูกจำกัด หรือผิดไปจากความจริงตามธรรมชาติได้ไม่มากก็น้อย

การตรวจวิเคราะห์ดินทางเคมีอย่างละเอียดและอย่างหยาบ ๆ
(Chemical Soil Analyses and Quick Test)

วิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อแยกหาส่วนประกอบของธาตุอา-

หารสำคัญ ๆ ของพืชที่มีอยู่ในตัวอย่างดินที่เก็บมาจากที่ ๆ ต้องการทราบความต้องการธาตุอาหารปุ๋ย เป็นวิธีการที่ได้รับการสนใจและศึกษากันอยู่อย่างแพร่หลายในหมู่นักเคมีดิน (Soil Chemist) ของประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก หลักสำคัญของการใช้วิธีวิเคราะห์ดินนี้ก็โดยการใช้น้ำยาต่างๆและวิธีการทางเคมีเข้าไปสกัดเอาแต่ธาตุอาหารพืชในดินเฉพาะส่วนที่เชื่อว่าอยู่ในรูปธาตุอาหารที่รากพืชสามารถจะดูดไปใช้ได้ให้ละลายออกมาเพื่อวัดปริมาณดู

จริงอยู่ถึงแม้ว่าวิธีการวิเคราะห์โดยใช้น้ำยาต่าง ๆ เพื่อสกัดธาตุอาหารพืชดังกล่าว จะเป็นวิธีทางเคมีที่ไม่ยุ่งยากอะไรนักก็ตาม แต่ปัญหาสำคัญที่ยุ่งยากมากอยู่ที่ว่าจะใช้วิธีการใด หรือน้ำยาชนิดใดในความเข้มข้นขนาดไหนจึงจะเหมาะสมและให้ผลเชื่อถือได้ว่าปริมาณธาตุอาหารที่สกัดออกมาได้นั้นเป็นส่วนที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้จริง ๆ เพราะวิธีการวิเคราะห์แต่ละวิธี และน้ำยาแต่ละอย่าง ที่มีความเหมาะสมและให้ผลแน่ นอนในที่หนึ่งอาจจะไม่ให้ผลหรือให้ผลแตกต่างกันมากเมื่อใช้กับดินในอีกที่หนึ่ง เนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีซึ่งสลับซับซ้อนมากในดินแต่ละแห่งทำให้ดินแต่ละชนิดมีปฏิกริยาต่างกันต่อ น้ำยา แต่ละชนิดและวิธีการวิเคราะห์ทางเคมีที่ใช้ด้วย เป็นผลทำให้ปริมาณธาตุอาหารที่ถูกสกัดแล้ววัดออกมาได้นั้น อาจจะมีมากหรือน้อยกว่าปริมาณที่จะละลายออกมาจากดินให้พืชได้ใช้จริง ๆ ดังนั้นจำนวนธาตุอาหารพืชชนิดต่าง ๆ ที่ทำการวิเคราะห์ออกมาได้นั้นจึงไม่สู้จะมีความหมายอย่างใด ในการใช้เป็นประโยชน์สำหรับคาดคะเนว่าดินนั้นมีสภาพความสมบูรณ์ของธาตุอาหารที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชมากหรือน้อยแค่ไหน ? หรือมีการขาดแคลนธาตุอาหารพืชและจำเป็นต้องใส่ปุ๋ยชนิดใดลงไปเพิ่มเติมเพื่อให้ผลผลิตของพืชที่ปลูกสูงขึ้น ประโยชน์ของการวิเคราะห์ดินจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อได้มีการทดลองใช้ปุ๋ยอย่างเพียงพอใน บริเวณดินที่เก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์นั้นเพื่อใช้ผลผลิตของพืชที่ได้รับจากการใส่ปุ๋ยชนิดต่าง ๆ มาประกอบกับผลการวิเคราะห์ดิน ณ ที่นั้นด้วย โดยการนำผลการทดลองใส่ปุ๋ยมาเปรียบเทียบกับปริมาณธาตุอาหารพืชที่มีอยู่แล้วในดินซึ่งวิเคราะห์ได้ก่อนใส่ปุ๋ยดังกล่าว จะช่วยชี้ให้ทราบได้แน่นอนว่า ปริมาณธาตุอาหารที่เราวิเคราะห์ได้นั้น เป็นปริมาณที่เพียงพอแก่พืชที่ปลูกในดินนั้นหรือไม่ อาทิเช่น จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดินแห่งหนึ่งก่อนการทดลองใส่ปุ๋ยปรากฏว่ามีปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (Available P) ที่จะเป็นประโยชน์แก่พืชได้ 10

ภาพที่ ๖ การทดลองปุ๋ยข้าวในกระถาง (Pot Experiment) เป็นวิธีการที่ประหยัดวิธีหนึ่ง ซึ่งเหมาะสำหรับการทดลองเพื่อศึกษาขั้นแรกในปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการใช้ปุ๋ย ปัญหาน่าสนใจใด ๆ ที่ค้นพบจากการทดลองในกระถางนี้ จะถูกนำไปทำการทดลองในนาโดยตรงเพื่อศึกษาผลให้ละเอียดใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงต่อไป กระถางทดลองนี้อยู่ในกรงตาข่ายของกองวิทยาการ เพื่อป้องกันการทำลายของนกหรือหนูในระยะที่ข้าวออกรวง

p.p.m. * เมื่อได้ทดลองใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสจำนวนหนึ่งลงไปเพิ่มเติมในดินแล้ว ปรากฏว่าทำให้ผลผลิตของพืชที่ปลูกเพิ่มสูงขึ้นกว่าไม่ใส่ปุ๋ยมากก็แสดงให้ทราบได้ทันทีว่าจำนวนธาตุฟอสฟอรัส 10 p.p.m. ที่วิเคราะห์ได้นั้นยังนับว่าเป็นปริมาณธาตุฟอสฟอรัสในดินที่ไม่เพียงพอแก่ความต้องการของพืช ดังนั้นเมื่อใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุฟอสฟอรัสเพิ่มเติมลงไปอีกจึงช่วยทำให้พืชได้รับธาตุฟอสฟอรัสเป็นอาหารมากขึ้นและทำให้สามารถสร้างผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย ในทำนองเดียวกัน ถ้าปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้จำนวนหนึ่งจากตัวอย่างดินแห่งหนึ่ง สมมุติว่ามีฟอสฟอรัส (P) อยู่ 30 p.p.m. และเมื่อทดสอบใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเพิ่มเติมลงไปแล้วไม่ปรากฏว่าทำให้ผลผลิตของพืชสูงขึ้นกว่าไม่ใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสเช่นนี้ ก็เป็นเครื่องพิสูจน์ให้เราทราบและสามารถกำหนดได้ทันทีว่าปริมาณธาตุฟอสฟอรัส 30 p.p.m. ที่วิเคราะห์ได้นั้นเป็นปริมาณฟอสฟอรัสที่ดินมีอยู่อย่างเพียงพอแล้วสำหรับการปลูกพืช ต่อไปหากไปตรวจพบตัวอย่างดินแห่งอื่น ๆ มีปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ออกมาได้เท่านี้หรือสูงกว่านี้ ก็อาจจะใช้ความรู้ที่ได้รับนี้แนะนำไปได้ทันทีว่าดินแห่งนั้นมีธาตุฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืชอยู่อย่างเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นที่จะต้องใส่ปุ๋ยฟอสเฟทเพิ่มเติมอีกแต่อย่างใด สำหรับในกรณีของการใช้ผลวิเคราะห์ธาตุอื่น ๆ ในดินเพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ยก็คงใช้หลักอย่างเดียวกัน คือ ต้องเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์อย่างแน่นอนระหว่างผลการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุนั้น ๆ กับผลการทดลองใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุนั้น ๆ โดยต้องทำการทดลองปุ๋ยอย่างเพียงพอเสียก่อน หลักสำคัญซึ่งเป็นอุดมการณ์ของการวิเคราะห์ดิน หรืออีกนัยหนึ่งประโยชน์อย่างสมบูรณ์ที่จะได้จากการวิเคราะห์ดิน สรุปแล้วจึงขึ้นอยู่ตรงจุดเดียวที่ว่าทำอย่างไรจึงจะสามารถให้ผลการวิเคราะห์ดินแต่ละแห่งมีความสัมพันธ์ (Correlation) กับผลที่จะได้รับจากการทดลองใส่ปุ๋ยในดินแต่ละชนิดอย่างแน่นอนเชื่อถือได้จริง ๆ เพราะหากปราศจากเสียซึ่งความสัมพันธ์ (Correlation) กับผลการทดลองปุ๋ยดังกล่าวแล้ว การวิเคราะห์ดินย่อมปราศจากความหมาย และแทบจะไม่เกิดประโยชน์อันใดในการที่จะใช้ผลตัวเลขจากการวิเคราะห์นั้นไปแนะนำเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยแก่กสิกร ดังนั้นยิ่งสามารถปรับปรุงให้วิธีการวิเคราะห์ดิน (Chemical Soil Analysis) ให้ผลการวิเคราะห์มีความสัมพันธ์กับ

---

10 p.p.m. * (part per million) หมายถึง ๑๐ ส่วนของน้ำหนักธาตุ ที่มีอยู่ต่อล้านส่วนน้ำหนักดิน หรืออีกนัยหนึ่งดินมีธาตุนั้นอยู่ .๐๐๑ เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

ผลการทดลองปุ๋ย (Field Experiment) ในดินอย่างละเอียดและแน่นอนเท่าใด ก็ยิ่งทำให้ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิเคราะห์ดินมีมากขึ้นเท่านั้น หรือกล่าวง่าย ๆ อีกนัยหนึ่งก็คือการวิเคราะห์ดินและการทดลองปุ๋ยจำเป็นจะต้องทำควบคู่กัน ไป ให้มากที่ สุด จึงจะ ได้รับประโยชน์อย่างสมบูรณ์ทั้งจากการวิเคราะห์ดินและการทดลองปุ๋ยต่าง ๆ

แต่ความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างผลการวิเคราะห์ดินและผลจากการทดลองใส่ปุ๋ยนั้นหาใช่เป็นสิ่งที่จะทำให้เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ ไม่ เพราะดังที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าดินแต่ละแห่งตามปกติมีคุณสมบัติทั้งทางเคมีที่สลับซับซ้อน และทางฟิสิกซ์ซึ่งแตกต่างกันอยู่มากทำให้งานเก็บตัวอย่างดิน ให้ได้ตัวแทนของดินชนิดต่าง ๆ ครบทุกชนิด ตลอดจนการทำการทดลองปุ๋ยในพืชต่าง ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์กับผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินเหล่านั้นเป็นงานใหญ่ที่กว้างขวางมากเกินกว่าที่กำลังคนและเงินค่าใช้จ่ายใน การดำเนินงานที่มีอยู่ตามปกติจะสามารถทำให้เป็นผลสำเร็จโดยสมบูรณ์ภายในระยะเวลาอันสั้นได้ ดังนั้นแม้แต่ประเทศที่ มีการกสิกรรม เจริญก้าว หน้าซึ่งมีเจ้าหน้าที่งบประมาณมากพอสำหรับทุ่มเทในงานด้านนี้กันมานานแล้ว ในขณะนี้ก็ยังไม่สามารถจะได้รับผลของการหาความสัมพันธ์ที่แน่นอนน้อยอย่างสมบูรณ์เป็นที่น่าพอใจได้ ทั้งนี้เพราะยังมีปัญหาต่าง ๆ อีกหลายประการเข้ามาเกี่ยวข้องทำให้เกิดมีหลายกรณีที่ความสัมพันธ์ดังกล่าวไม่อาจเป็นไปอย่างแน่นอนได้ ปัญหาต่าง ๆ ที่เข้ามาเกี่ยวข้องทำให้ยากแก่การหาความสัมพันธ์ที่แน่นอนนั้น มีอาทิเช่น ความละเอียดปราณีตในการเก็บตัว อย่างดิน ที่เชื่อว่า เป็นตัวแทน ของดินอย่าง แท้จริงเพื่อ นำมาวิเคราะห์อย่างหนึ่ง และอีกอย่างหนึ่งคือการวิเคราะห์ โดยทั่ว ๆ ไปตามปกตินั้นเราทำการวิเคราะห์แต่ตัวอย่างดินผิวหน้า (ลึกประมาณ ๗ นิ้ว) เท่านั้น จึงไม่สามารถจะทราบได้ว่าดินชั้นล่าง ๆ ที่อยู่ลึกลงไปมีส่วนช่วยให้ธาตุอาหารต่างๆ ที่จะเป็นประโยชน์แก่พืชที่ปลูก ณ ที่นั้นมากน้อยแค่ไหน ? นอกจากนี้ความแตกต่างเกี่ยวกับอายุการปลูก, ฤดูกาลปลูก ระบบความเจริญของรากพืชในการดูดอาหารของพืชแต่ละชนิด ก็เป็นสาเหตุสำคัญอย่างหนึ่งซึ่งทำให้การอาศัยผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารพืชที่ดินขาดแคลน เพื่อแนะนำการใช้ปุ๋ยไม่ให้ผลแน่นอนสำหรับพืชทั่ว ๆ ไปได้ เพราะผลการวิเคราะห์ซึ่งจะใช้แนะนำการใส่ปุ๋ยได้ผลดีแก่พืชชนิดหนึ่ง อาจจะไม่ได้ผลหรือไม่ให้ผลแน่นอนเมื่อใช้กับพืชชนิด

อื่น ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันอยู่มากดังกล่าว แม้จะปลูกอยู่ในดินแห่งเดียวกันก็ตาม สาเหตุสำคัญอีกอย่างหนึ่งก็ คือ ความไม่แน่นอนของระดับน้ำในดินในฤดูกาลหนึ่ง ๆ ซึ่งอาจจะเพิ่มระดับขึ้นมาและจำกัดมิให้รากพืชบางชนิดหยั่งลึกลงไปในดินได้ตามปกติ ทำให้พืชสามารถใช้อาหารในดินได้ในปริมาณต่าง ๆ ซึ่งมีแตกต่างกันไปสำหรับพืชแต่ละชนิด ปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้การใช้ผลการวิเคราะห์ดินสำหรับแนะนำการใช้ปุ๋ยแก่พืชทั่ว ๆ ไปให้ผลอย่างกว้างขวางและแน่นอนนั้นในหลายกรณีต้องเป็นไปได้อย่างจำกัดมาก ดังนั้นวิธีดีที่สุดในการให้คำแนะนำปุ๋ยโดยอาศัยผลจาก การวิเคราะห์ดิน จึงจำเป็น ที่จะต้อง ประกอบด้วยกันทั้งการพิจารณาถึงปริมาณธาตุอาหารพืชในดินเองและความสามารถของต้นพืชในการใช้ธาตุอาหารเหล่านั้นด้วย เพราะพืชที่ปลูกย่อมเป็นเครื่องวัดได้อย่างดีถึงสภาพความสมบูรณ์ของธาตุอาหารต่าง ๆ ที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชในดินว่ามีอยู่เพียงพอหรือไม่เพียงใด ดังนั้นแม้ว่าผลการวิเคราะห์ดินจะปรากฏว่ามีธาตุอาหารพืชอยู่สูงเพียงใด แต่ถ้าหากพืชที่ปลูกนั้นไม่แสดงว่าสามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ เนื่องจากความสามารถของรากพืชในการดูดอาหารมีน้อยหรือถูกสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ในดินมาจำกัด หรือรากพืชเองมีคุณสมบัติในการดูดอาหารพืชได้ต่ำ หรือจะเนื่องจากเหตุใด ๆ ก็ตาม ในกรณีเช่นนี้ก็ต้องถือว่าปริมาณธาตุอาหารที่วิเคราะห์ได้นั้นเป็นปริมาณที่ดินมีอยู่ไม่เพียงพอกับความ ต้องการของพืช จึงจำเป็นต้องแนะนำให้ใส่ปุ๋ยเพื่อให้ธาตุอาหารที่ขาดแคลนนั้นเพิ่มเติมลงไป

ยังมีปัญหายุ่งยากอีกอย่างหนึ่งเกี่ยวกับความไม่แน่นอนในการใช้ผลการวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดิน (Percent Organic Matter) เพื่อประมาณปริมาณธาตุอาหารไนโทรเจนในดินที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืช ทั้งนี้เนื่องจากอินทรีย์วัตถุในดินแต่ละแห่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันและมีการเปลี่ยนแปลงสภาพได้ไม่แน่นอน จึงทำให้ปริมาณธาตุไนโทรเจนที่จะสลายตัวจากอินทรีย์วัตถุพลอยแตกต่างกันไปด้วย เช่น ดินที่อยู่ในเขตที่มีอากาศร้อนและชุ่มชื้นก็มักปรากฏว่าอัตราการเน่าเปื่อยของอินทรีย์วัตถุ โดยการกระทำของจุลินทรีย์ต่าง ๆ ในดินจะเกิดขึ้นรวดเร็วกว่าและจะมีธาตุไนโทรเจนสลายตัวออกมาในปริมาณสูงกว่า ในดิน ที่อยู่ในเขตที่มีอากาศหนาวและแห้งแล้ง ซึ่งแม้จะเป็นดินที่พบว่ามีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุอยู่สูงก็ตามแต่เนื่องจากมีการเน่าเปื่อยสลายตัวได้น้อยและช้ากว่า ดังนั้นเมื่อเปรียบเทียบกันแล้วจึงมี

โอกาสที่จะให้ธาตุอาหารไนโทรเจนแก่พืชได้ในปริมาณน้อยกว่ากันมาก โดยเหตุที่อุณหภูมิ ความชุ่มชื้นในดิน ตลอดจนปริมาณและการปฏิบัติงานของจุลินทรีย์ในดินในระยะเวลาต่าง ๆ ของแต่ละปี จะพบว่ามีความแตกต่างกันมากแม้แต่ดินบริเวณเดียวกัน ซึ่งรายละเอียดเกี่ยวกับความแตกต่างเหล่านี้ การวิเคราะห์ดินไม่อาจจะบอกให้ทราบได้ ความแตกต่างดังกล่าวนี้มีอิทธิพลโดยตรงต่อการเน่าเปื่อยสลายตัวของอินทรีย์วัตถุในดินทำให้อัตราเน่าเปื่อยและปริมาณธาตุไนโทรเจน ที่ จะเกิดขึ้น มีมาก หรือ น้อยไม่คงที่อาจ เปลี่ยนแปลงได้รวดเร็วเสมอในระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง ดังนั้นเพียงอาศัยจากผลการวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์อินทรีย์ วัตถุ ใน ดิน อย่างเดียว เพื่อ คาดคะเน ปริมาณ ธาตุ ไนโทรเจน ที่จะเป็น ประโยชน์ ต่อพืชได้จริง ๆ ในฤดูกาลปลูกพืชครั้งต่อไปจึงไม่อาจจะให้ผลแน่นอนเสมอไปได้ และบางครั้งยังมีโอกาสผิดพลาดจากความเป็นจริงได้ง่ายด้วยซ้ำ ดังที่เคยมีตัวอย่างปรากฏเสมอ ๆ ว่าแม้ในดินบางแห่งผลการวิเคราะห์จะบอกว่าดินนั้นมีเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุสูงกว่าปกติก็จริง แต่กลับพบว่าดินนั้นมีการขาดแคลนธาตุไนโทรเจนอย่างมาก และมีความจำเป็นต้องได้รับการใส่ปุ๋ยไนโทรเจนเพื่อ เพิ่มผลผลิต ของพืช ไม่แตก ต่าง ไป กว่าดินแห่งอื่น ๆ ที่วิเคราะห์ได้เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุในอัตราต่ำกว่าปกติมาก ความไม่แน่นอนต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วทั้งหมดนี้ล้วนเป็นสาเหตุสำคัญทำให้การหาความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างผลการวิเคราะห์อินทรีย์วัตถุในดินเพื่อหาปริมาณ ธาตุไนโทรเจน กับผลการ ทดลองใส่ปุ๋ย ไนโทรเจนในดินแต่ละแห่งเป็นไปด้วยความยากลำบากมาก.

ตารางที่ ๑๓ ปริมาณอินทรีย์วัตถุที่วิเคราะห์ในดินนาตามท้องถิ่นต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย แสดงให้เห็นว่าดินนาส่วนมากมีอินทรีย์วัตถุต่ำและต้องการปุ๋ยในโทรเจนสูง*

ภาค	จำนวนตัวอย่างดินที่วิเคราะห์	เปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุ				
		ต่ำกว่า 1	1.1–2.0	2.1–3.0	3.1–4.0	4.1–5.0
		— จำนวนตัวอย่างดินที่ตรวจพบและเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากตัวอย่างทั้งหมด—				
กลาง	166	41 24.7%	76 55.8%	37 22.3%	7 4.2%	5 3.0%
เหนือ	48	10 20.8%	21 43.7%	13 27.1%	1 2.1%	3 6.2%
ตะวันออก–เฉียงเหนือ	93	75 80.6%	15 16.1%	3 3.2%	— —	— —
ใต้	23	1 4.3%	13 56.6%	8 34.8%	1 4.3%	— —
เฉลี่ยทั่วประเทศ	330	127 38.5%	125 37.9%	61 18.5%	9 2.7%	8 2.4%

* รวบรวมจากรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากนาราษฎรตามจังหวัดต่าง ๆ ที่ทำการทดลองปุ๋ย (พ.ศ. ๒๕๐๒–๒๕๐๔) ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน กองวิทยาการ

ตารางที่ ๑๔ ปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่วิเคราะห์ได้ในดินนาตามท้องถิ่นต่าง ๆ ทั่วประเทศไทย แสดงให้เห็นว่าดินนาส่วนมากมีฟอสฟอรัสในระดับต่ำมากและต้องการปุ๋ยฟอสเฟทสูง*

ภาค	จำนวนตัวอย่างดินที่วิเคราะห์	ปริมาณธาตุฟอสฟอรัส (p.p.m. of Phosphorus)			
		ต่ำกว่า 10	10.1–30.0	30.1–50.0	สูงกว่า 50
	— จำนวนตัวอย่างดินที่ตรวจพบและเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากตัวอย่างทั้งหมด —				
กลาง	166	102	48	10	6
		61.4%	28.9%	6.0%	3.6%
เหนือ	48	33	13	—	2
		68.7%	27.1%	—	4.2%
ตะวันออก – เฉียงเหนือ	93	79	10	3	1
		84.9%	10.7%	3.2%	1.1%
ใต้	23	16	6	—	1
		69.6%	26.1%	—	4.3%
เฉลี่ยทั้งประเทศ	330	230	77	13	10
		69.7%	23.3%	3.9%	3.0%

* รวบรวมจากรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากนาราษฎรตามจังหวัดต่าง ๆ ที่ทำการทดลองปุ๋ย (พ.ศ. ๒๕๐๒–๒๕๐๔) ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน กองวิทยการ

ตารางที่ ๑๕ ปริมาณธาตุโปแตสเซี่ยมในดินนาตามท้องถิ่นต่างๆทั่วประเทศไทย แสดงให้เห็นว่าดินนาส่วนมากมี โปแตสเซี่ยม ที่เป็น ประโยชน์ ต่อพืชน้อยกว่าระดับปกติ และต้องการปุ๋ยโปแตช*

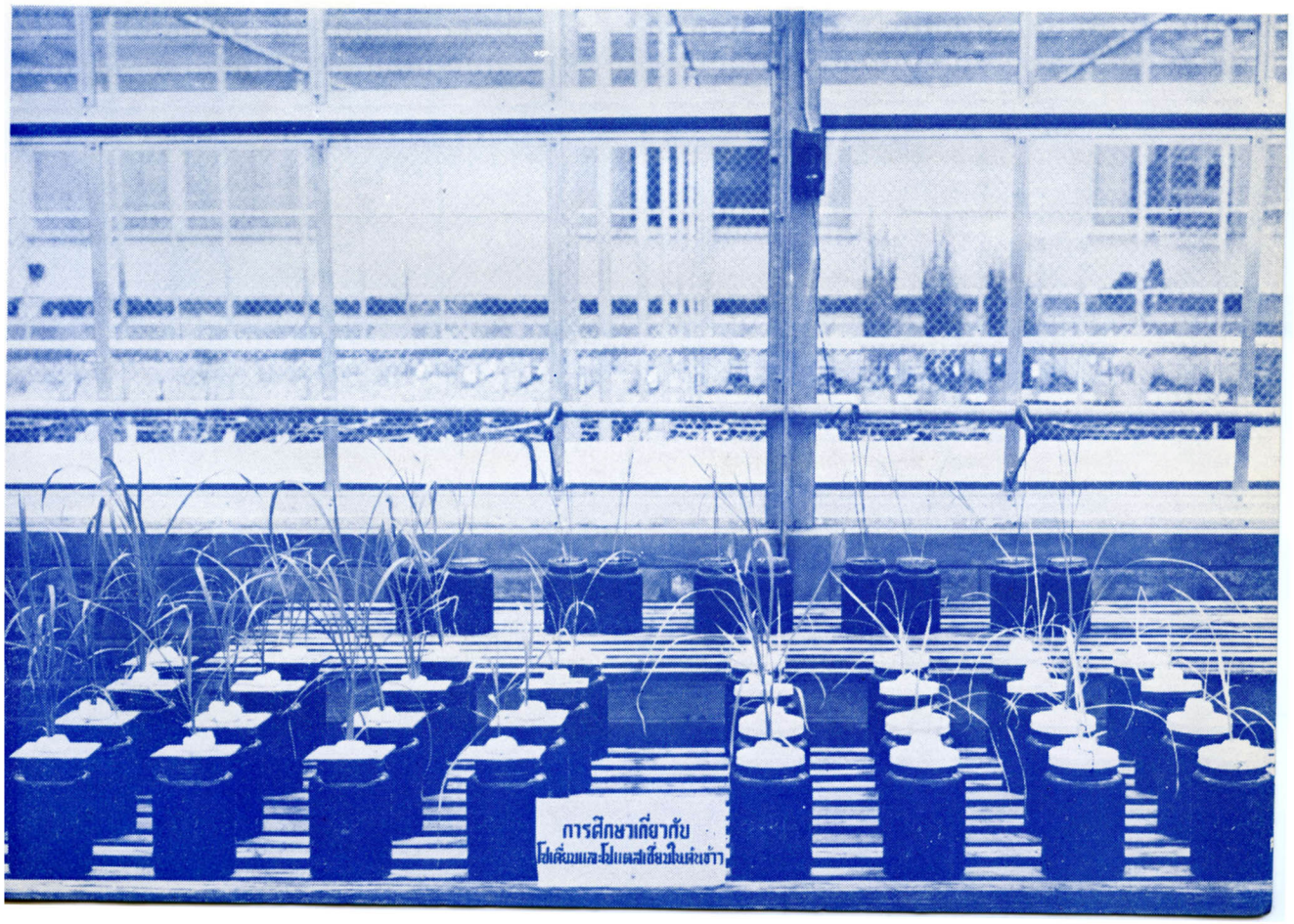
ภาค	จำนวนตัวอย่างดินที่วิเคราะห์	ปริมาณธาตุโปแตสเซียม(p.p.m.of Potassium)	
		ต่ำกว่า 80	สูงกว่า 80
	— จำนวนตัวอย่างดินที่ตรวจพบและเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์จากตัวอย่างทั้งหมด —		
กลาง	166	109 65.7%	57 34.3%
เหนือ	48	33 68.7%	15 31.2%
ตะวันออก – เฉียงเหนือ	93	79 84.9%	14 15.0%
ใต้	23	17 73.9%	6 27.9%
เฉลี่ยทั้งประเทศ	330	238 72.1%	92 27.9%

* รวบรวมจากรายงานผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินจากนาราษฎรตามจังหวัดต่าง ๆ ที่ทำการทดลองปุ๋ย (พ.ศ. ๒๕๐๒–๒๕๐๔) ของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน กองวิทยาการ

การตรวจหาความขาดแคลนธาตุอาหารพืชต่าง ๆ และความต้องการปุ๋ยและปูนในไร่นาอย่างหยาบ ๆ นั้น อาจทำได้โดยใช้วิธีตรวจวิเคราะห์ดินแบบง่าย ๆ ที่เรียกกันว่า Quick Test การตรวจวิเคราะห์ดินแบบนี้ทำได้ง่ายและรวดเร็วโดยไม่ต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง หรือวิธีการที่ยุ่งยากเหมือนการวิเคราะห์ดินแบบละเอียดในห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ดิน (Soil Testing Laboratory) ผู้ตรวจวิเคราะห์สามารถจะนำหีบบรรจุเครื่องมือตรวจดินแบบสนามนี้ไปปฏิบัติได้ในไร่นาทุกแห่งที่ต้องการจะตรวจ โดยไม่จำเป็นต้องนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ แม้ว่าวิธีวิเคราะห์แบบง่าย ๆ นี้จะให้ผลละเอียดและเชื่อถือได้ไม่ดีเท่ากับการวิเคราะห์ดินแบบละเอียดก็ตาม แต่ถ้าหากได้ปฏิบัติโดยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญในเรื่องการตรวจดินเป็นอย่างดีมาแล้ว ก็ปรากฏว่าวิธีนี้ให้ผลเชื่อถือได้ไม่เลวนัก เพราะอย่างน้อยก็ช่วยให้สามารถทราบเค่า ๆ เกี่ยวกับสภาพความสมบูรณ์ของดินได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งแม้ว่าจะทราบได้อย่างไม่ละเอียดแน่นอนนักก็ยังพอจะใช้เป็นแนวทางสำหรับพิจารณาหาวิธีการปรับปรุงแก้ไขความสมบูรณ์ของดิน ให้เหมาะสมกับพืชที่จะปลูกได้ดีกว่าที่จะทำไปอย่างเดาสุ่มโดยปราศจากความรู้อะไรเกี่ยวกับดินเอาเสียเลย ข้อที่ควรระมัดระวังในการตรวจวิเคราะห์ดินแบบง่าย ๆ นี้ก็คือ หากปฏิบัติโดยผู้ที่ขาดความรู้ความชำนาญก็อาจทำให้การตรวจและการวิจารณ์ หรือการอ่านผลการตรวจผิดพลาดหรือไขว้เขวไปได้ง่ายมาก ทั้งนี้เพราะในการวิจารณ์ผลของการวิเคราะห์ดินอย่างหยาบ ๆ นี้ จำเป็นที่จะต้องใช้ความรู้ละเอียดหลาย ๆ อย่าง ที่เกี่ยวข้องกับดินที่ตรวจมาประกอบในการพิจารณาผลยิ่งกว่าที่ต้องการสำหรับการตรวจในห้องปฏิบัติการเสียอีก ผู้ตรวจวิเคราะห์ดินแบบง่าย ๆ นี้ให้ได้ผลดีจะต้องใช้ผลการตรวจวิเคราะห์ไปพิจารณาร่วมกับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอยู่ในดินนั้น เช่น ต้องทราบถึงชนิดของดิน วิธีการต่าง ๆ ที่เจ้าของที่ดินเคยได้ปฏิบัติในดินนั้น ชนิดและลักษณะของพืชที่ปลูก ฯ ล ฯ เป็นอย่างดีเสียก่อนจึงจะสามารถใช้ผลการตรวจวิเคราะห์ดินแบบง่ายนี้แนะนำการใช้ปุ๋ยและปูน หรือวิธีการปรับปรุงอื่น ๆ ในดินนั้นได้อย่างใกล้เคียง

เท่าที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด จะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ดินไม่ว่าจะด้วยวิธีใด ๆ ให้ได้ผลโดยสมบูรณ์ จำเป็นที่จะต้องให้ผลการวิเคราะห์ดินมีความสัมพันธ์กับผลการ

ภาพที่ ๗ การปลูกข้าวในขวดบรรจุน้ำยา (Nutriculture) ซึ่งมีสัดส่วนผสมของเคมีภัณฑ์ที่ให้ธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ละลายอยู่ในปริมาณต่าง ๆ กัน เพื่อศึกษาดูว่าธาตุโซเดียม (Na) จะทำหน้าที่เป็นธาตุอาหารของข้าวแทนธาตุโปแตสเซียม (K) ได้หรือไม่ และเพียงใด ก็เป็นวิธีการทดลองเพื่อศึกษาให้ทราบความรู้ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการธาตุอาหารของข้าวได้ดีวิธีหนึ่งโดยสามารถศึกษาควบคู่กับการวิเคราะห์ชิ้นส่วนของพืชทางเคมีได้ทุกระยะ การทดลองปลูกข้าวในน้ำยานี้ตั้งอยู่ในเรือนกระจก (Greenhouse) ของกองวิทยาการ.



ใช้ปุ๋ยเป็นอย่างดีเสียก่อน โดยเหตุที่การทดลองปุ๋ยเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ดินอย่างแยกไม่ออกเช่นนี้ แทบทุกประเทศจึงได้พยายามขยายงานทดลองปุ๋ยในพืชสำคัญ ๆ ให้มากขึ้นพร้อม ๆ กับปรับปรุงการวิเคราะห์ดินให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนขณะนี้แทบจะกล่าวได้ว่าการวิเคราะห์ดินนับเป็นบริการทางเกษตรที่สำคัญยิ่งอันหนึ่งของรัฐ ๆ ที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างกว้างขวางมากแก่กสิกรทั่วไปในประเทศต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์ดินที่มีประสิทธิภาพสูงดังกล่าวทำให้สามารถให้คำแนะนำแก่กสิกรในปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับการปรับปรุงความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยการใช้ปุ๋ย และช่วยให้สามารถแก้ไขปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่าง ๆ เกี่ยวกับดินได้โดยรวดเร็วและให้ผลใกล้เคียงกับความจริงมากยิ่งขึ้น ดังจะเห็นได้ว่าแม้แต่ในประเทศอินเดียขณะนี้ก็มีสถานีตรวจวิเคราะห์ดิน (Soil Testing Laboratory) ทั้งที่ตั้งอยู่ในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค เปิดบริการวิเคราะห์ดินแก่ประชาชนทั่วไปถึง ๒๓ แห่งแล้ว และยังคาดกันว่าจะมีการขยายเพิ่มจำนวนขึ้นอีกหลายแห่งในไม่ช้านี้ สำหรับประเทศไทยในขณะนี้แม้จะปรากฏว่างานวิเคราะห์ดินได้รับความสนใจ และปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นก็ตาม แต่ก็นับว่ายังอยู่ในระยะเริ่มแรกซึ่งยังไม่สู้แพร่หลายนัก เพราะกสิกรส่วนใหญ่ยังขาดความเข้าใจในเรื่องการวิเคราะห์ดิน และยังมีการใช้ปุ๋ยกันอยู่เป็นส่วนน้อยประกอบทั้งการวิเคราะห์ยังอยู่ในระยะที่จำเป็นต้องหาความสัมพันธุ์ที่แน่นอนกับการทดลองปุ๋ย ซึ่งยังคงมีปริมาณงานน้อยอยู่มากในขณะนี้ สถานที่ที่พอจะถือได้ว่าสามารถให้บริการช่วยเหลือวิเคราะห์ดินแก่กสิกรได้บ้างในปัจจุบันนี้ เท่าที่ทราบมีอยู่เพียง ๓ แห่งเท่านั้น คือ กองกสิกรรมเคมี กรมกสิกรรม กองวิทยาการ กรมการข้าว โรงงานยาสูบ กรมสรรพสามิต

การตรวจโดยใช้วิธีดูลักษณะอาการขาดธาตุอาหารของพืช และการวิเคราะห์ต้นพืช (Deficiency Symptom and Tissue Testing)

วิธีเก่าแก่ดั้งเดิมวิธีหนึ่ง ที่ใช้ในการตรวจดูความขาดแคลนธาตุอาหารพืชในดินเพื่อทราบความต้องการปุ๋ยของพืช คือใช้วิธีสังเกตุดูลักษณะอาการของพืชที่กำลังขึ้นอยู่ว่าแสดงอาการขาดแคลนธาตุอาหารชนิดใด และจำเป็นต้องแก้ไขด้วยการใส่ปุ๋ยอย่างไร วิธีนี้

เป็นวิธีที่ยังคงใช้กันอยู่แม้กระทั่งทุกวันนี้ เนื่องจากได้มีการค้นคว้าปรับปรุงวิธีการให้มีความละเอียดแน่นอนขึ้นเรื่อย ๆ จึงปรากฏว่าขณะนี้ผู้ที่มีความชำนาญและเคยฝึกฝนใช้วิธีสังเกตนี้อยู่เสมอ ๆ สามารถจะอ่านลักษณะอาการของพืชที่ปลูก ซึ่งแสดงความผิดปกติ เนื่องจากขาดแคลนธาตุอาหารบางชนิดได้ผลใกล้เคียงดีพอใช้ ได้มีการพิมพ์หนังสือคู่มือ ซึ่งประกอบด้วยภาพสี แสดงอาการการขาดแคลนธาตุอาหารชนิดต่าง ๆ ของพืชสำคัญ ๆ ออกเผยแพร่ในขณะนี้หลายเล่ม ซึ่งช่วยให้การสังเกตดูอาการดังกล่าวสามารถเปรียบเทียบได้ผลแน่นอนดียิ่งขึ้น

ดังได้กล่าวมาแล้วในบทแรก ๆ ว่า วิธีสันนิษฐานโดยสังเกตจากการแสดงลักษณะอาการที่ปรากฏให้เห็นไม่ว่าจะทางสีหรือความเจริญเติบโตของพืช ในบางกรณีอาจจะไม่สู้ได้ผลดีนัก เนื่องจากมักจะมีความสับสน และมีโอกาสผิดพลาดในการอ่านอาการได้ง่ายเมื่อพืชแสดงลักษณะอาการคล้ายคลึงกันมาก แม้จะขาดธาตุอาหารชนิดที่ต่างกัน เพื่อขจัดปัญหาความสงสัยในการดูลักษณะอาการดังกล่าว จึงได้มีการใช้วิธีวิเคราะห์ต้นพืชที่กำลังแสดงลักษณะอาการ เพื่อพิสูจน์หาปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ในต้นพืชที่สงสัยว่ามีไม่เพียงพอในต้นพืช ซึ่งเรียกกันว่า Tissue Testing

ถึงแม้ว่าในระยะเพียงไม่กี่ปีที่ผ่านมานี้ การวิเคราะห์ต้นพืชจะได้รับความสนใจศึกษาค้นคว้ากันอยู่ทั่ว ๆ ไป เพื่อหาส่วนต่าง ๆ ของต้นพืชที่เหมาะสมในการนำมาวิเคราะห์ก็ยังไม่ปรากฏผลที่ยืนยันกันได้ทั่วไปว่า มีคุณค่าหรือความแน่นอน ถึงขนาดที่จะใช้ในการประมาณความต้องการปุ๋ยในพืชต่าง ๆ ซึ่งปลูกอยู่ในสภาพดินฟ้าอากาศต่าง ๆ กันได้ คงปรากฏว่าให้ผลจำกัดเพียงเฉพาะแห่ง ซึ่งการตรวจวิเคราะห์และการวิจารณ์ผลนั้น ๆ กระทำโดยผู้ชำนาญการจริง ๆ และส่วนมากที่ได้ผลก็ใช้กับพืชสวนผลไม้ซึ่งเป็นไม้ยืนต้นและมีอายุนาน การตรวจวิเคราะห์พืชจะให้ผลอย่างสมบูรณ์ ก็ต่อเมื่อได้มีการค้นคว้าอย่างละเอียดเพียงพอแล้วว่า ในพืชต่าง ๆ ขณะที่ปลูกอยู่นั้น ในระยะใดและในดินฟ้าอากาศเช่นไร จะต้องมีส่วนประกอบของธาตุอาหารพืชอยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืชในปริมาณเท่าใด จึงจะถือว่าพืชมีอยู่เพียงพอเป็นปกติ และหากวิเคราะห์ได้ในปริมาณน้อยกว่าระดับปกตินี้จะต้องอยู่ใน

ระดับใดจึงจะถือได้ว่าเป็นระดับที่พืชขาดธาตุอาหาร และจำเป็นต้องได้รับการใส่ปุ๋ยที่ให้ธาตุอาหารที่ขาดแคลนนั้น

การใช้สารกัมมันตภาพรังษีเพื่อการตรวจสอบ (Tracer Technique)

ในระหว่างระยะเวลา ๑๕ ปีที่ผ่านมา ได้มีการใช้ประโยชน์จากสารกัมมันตภาพรังษี (radioactive isotope) และสารที่ไม่มีกัมมันตภาพรังษี (non – radioactive isotope) ชนิดต่าง ๆ ที่เป็นธาตุอาหารสำคัญของพืชในการศึกษาเพื่อตรวจหาความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารในดินกับพืชที่ปลูก ซึ่งเราไม่มีความประสงค์ที่จะกล่าวถึงเรื่องนี้อย่างละเอียด ณ ที่นี้ หากเพียงแต่ประสงค์จะให้ผู้อ่านทราบไว้บ้างพอประดับความรู้ว่า ขณะนี้นักวิทยาศาสตร์ทางดินในประเทศต่าง ๆ ได้มีการนำเอาประโยชน์จากสารกัมมันตภาพรังษีมาใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับดิน และการใช้ปุ๋ยกันอย่างแพร่หลายมาก และต่อไปในอนาคตอันใกล้นี้ การใช้ประโยชน์จากสารกัมมันตภาพรังษีจะนับวันนับจะทวีความสำคัญ และแพร่หลายยิ่งขึ้นในวงการวิจัยค้นคว้าเกี่ยวกับดินและการใช้ปุ๋ยทั่ว ๆ ไป หลักใหญ่ ๆ ของการใช้ประโยชน์จากสารกัมมันตภาพรังษีก็คือ ธาตุอาหารพืชชนิดที่มีกัมมันตภาพรังษีมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างกว่าธาตุอาหารธรรมดา ตรงที่มันสามารถจะแผ่รังษีต่าง ๆ ออกมาได้ จึงสามารถที่จะใช้เครื่องมือตรวจสอบวัดปริมาณรังษีที่แผ่ออกมาได้ทุกขณะ นับตั้งแต่เริ่มใส่สารเหล่านี้ลงไปในดิน จนกระทั่งเมื่อสารนี้ถูกดูดขึ้นไปอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของต้นพืช การวัดปริมาณรังษีเพื่อทราบจำนวนที่แท้จริงของธาตุอาหารในส่วนต่าง ๆ ของพืช หรือการตรวจสอบเพื่อทราบความเป็นไปต่าง ๆ ในการเคลื่อนย้ายธาตุอาหารภายในต้นพืช ฯ ล ฯ เหล่านี้สามารถที่จะติดตามในการตรวจหรือวัดได้ทุกระยะที่ต้องการ ซึ่งการติดตามความเป็นไปในพืชเช่นนี้จะไม่สามารถทำได้ ถ้าใช้สารชนิดเดียวกันแต่เป็นสารธรรมดาที่ไม่ให้กัมมันตภาพรังษี เนื่องจากในแง่ประโยชน์และคุณสมบัติโดยทั่ว ๆ ไปของสารกัมมันตภาพรังษีที่มีต่อพืช และการดูดใช้ธาตุอาหารชนิดนี้ของพืช ไม่มีความแตกต่างไปกว่าสารธรรมดาที่ไม่มีกัมมันตภาพรังษี ดังนั้นการใช้สารกัมมันตภาพรังษีชนิดต่าง ๆ เพื่อเป็นสารติดตามที่ตรวจสอบได้นี้ จึงถูกนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางมากในการวิจัยค้นคว้าทางเกษตรแขนงต่าง ๆ

หลายแขนง โดยเฉพาะในทางดินและปุ๋ยนั้นได้ก่อให้เกิดประโยชน์มากมายในการศึกษาเพื่อทราบปัญหาสำคัญๆ หลายประการ อาทิเช่น ในการศึกษาหาปริมาณของธาตุอาหารจากปุ๋ยที่ใส่ซึ่งพืชใช้ประโยชน์ได้ การเปรียบเทียบสภาพของธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ในดิน ประสิทธิภาพของปุ๋ยต่าง ๆ และปูนชนิดต่าง ๆ ระยะเวลาและวิธีการใส่ปุ๋ยที่เหมาะสม ซึ่งพืชจะได้รับประโยชน์มากที่สุด ความเจริญเติบโต และการปฏิบัติหน้าที่ในการดูดธาตุอาหารต่าง ๆ ของระบบรากพืช ประสิทธิภาพของการใส่ธาตุอาหารปุ๋ยต่าง ๆ โดยวิธีฉีดเข้าทางใบ ฯลฯ

หลักในการพิจารณาเลือกชนิดของปุ๋ยที่จะใช้

เนื่องจากการทดลองค้นคว้าเรื่องปุ๋ย ทำให้เราสามารถทราบความรู้สำคัญข้อหนึ่งว่าปุ๋ยชนิดใดเป็นปุ๋ยที่เหมาะสมและมีราคาถูก ความรู้ดังกล่าวนับว่าสำคัญมากในการที่ชาวนาจะถือเป็นหลักในการพิจารณาเลือกใช้ปุ๋ยชนิดที่มีประสิทธิภาพสูงและราคาถูก ซึ่งจะเป็นการช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อปุ๋ยของชาวนาลงไปได้ไม่น้อย ข้อสำคัญคือชาวนาทั่วไปควรเข้าใจเป็นอย่างดีแล้วว่าธาตุอาหารสำคัญของพืชแต่ละชนิดนั้นอาจหาได้จากปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีอยู่มากมายหลายชนิด และปุ๋ยแต่ละชนิดต่างก็มีคุณภาพต่อพืชมากหรือน้อยต่างกัน รวมทั้งราคาก็อาจจะต่างกันอยู่มาก หากปรากฏผลของการทดลองเปรียบเทียบคุณภาพของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ว่ามีคุณภาพเท่าเทียมกัน สิ่งที่ชาวนาควรจะทำก็คือเลือกใช้ปุ๋ยชนิดที่มีราคาถูกที่สุด ในกรณีที่มีปุ๋ยอยู่หลายชนิดซึ่งต่างก็มีคุณภาพในการเพิ่มผลผลิตมากน้อยกว่ากันและมีราคาถูกแพงกว่ากัน ซึ่งทำให้ชาวนาตัดสินใจได้ยากว่าจะเลือกใช้ปุ๋ยชนิดใดดีนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องได้คำตอบมาจากการทดลองปุ๋ยเพื่อเปรียบเทียบปุ๋ยหลาย ๆ ชนิด เมื่อใช้กับพืชชนิดต่าง ๆ ติดต่อกันเป็นระยะยาวหลาย ๆ ปี การทดลองเปรียบเทียบปุ๋ยดังกล่าวนับว่า เป็นโครงการถาวรที่จะต้องดำเนินเรื่อย ๆ ไปไม่มีที่สิ้นสุดตราบเท่าที่มีการผลิตปุ๋ยชนิดใหม่ ๆ ออกมาสู่ตลาดและมีการผลิตพันธุ์พืชใหม่ ๆ ให้ชาวนาใช้เป็นพันธุ์ปลูก ซึ่งพันธุ์พืชใหม่ ๆ เหล่านี้ยังไม่เป็นที่ทราบกันแน่ชัดว่ามีคุณสมบัติในการใช้ธาตุอาหารปุ๋ยชนิดต่าง ๆ หรือมีความต้องการปุ๋ยเป็นอย่างไร จึงจำเป็นที่จะต้องได้รับการทดสอบการใช้ปุ๋ยเสียก่อน

การสอนให้ชาวนาทั่ว ๆ ไปรู้จักวิธีคำนวนเปรียบเทียบราคาปุ๋ยชนิดต่าง ๆ โดยถือจากปริมาณหรือเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารที่มีปุ๋ยนั้นมีอยู่นับว่ามีความสำคัญมากเป็นอันดับแรกสำหรับการเปรียบเทียบราคาปุ๋ยเดี่ยว (Straight Fertilizer) ซึ่งให้ธาตุอาหารอย่างเดียว เช่น ไนโทรเจนอย่างเดียว หรือฟอทเฟทอย่างเดียวนั้น การคำนวนเปรียบเทียบราคาย่อม

ไม่มีปัญหายุ่งยากอะไร เพราะสามารถเทียบเปอร์เซ็นต์อาหารได้เลย แต่ถ้าเป็นปุ๋ยรวม (Compound Fertilizer) ซึ่งมีธาตุอาหารพืชมากกว่าหนึ่งชนิด การคำนวนเปรียบเทียบราคาระหว่างปุ๋ยรวมชนิดต่าง ๆ ค่อนข้างจะสับสนบ้าง อย่างไรก็ตามปัญหาสำคัญที่น่าวิตกทุกวันนี้ซึ่งเป็นปัญหาที่จะต้องรีบแก้ไขเป็นการด่วน ก็คือปัญหาที่ชาวนาส่วนมากมักจะนิยมซื้อปุ๋ยโดยมุ่งแต่กระสอบที่มีราคาถูกที่สุดหรืออีกนัยหนึ่งซื้อโดยถือราคาของน้ำหนักปุ๋ยในกระสอบเป็นเกณฑ์ โดยหาได้คำนึงถึงว่าปุ๋ยชนิดนั้นมีความเข้มข้นหรือเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารที่จะเป็นประโยชน์ต่อพืชได้มากหรือน้อยแค่ไหน ?

ปริมาณการซื้อปุ๋ยคราวหนึ่ง ๆ ก็มีความสำคัญไม่น้อยในการทำให้ราคาปุ๋ยถูกหรือแพงขึ้นได้ ดังนั้น การซื้อปุ๋ยครั้งหนึ่งคราวละมาก ๆ กระสอบมักจะถูกกว่าการซื้อปุ๋ยหลาย ๆ ครั้งแต่ครั้งละน้อยกระสอบ เพราะการซื้อคราวละมาก ๆ อาจจะได้ส่วนลดจากผู้ขาย แต่ในกรณีที่นำมาใช้กับไร่นาขนาดเล็กซึ่งไม่มีที่เก็บปุ๋ยที่เหมาะสมพอการซื้อปุ๋ยคราวละมาก ๆ อาจจะไม่เหมาะสมในที่ ๆ อยู่ห่างไกลจากคมนาคมซึ่งมักจะประสพปัญหาเกี่ยวกับค่าขนส่งแพงนั้น การพิจารณาเลือกใช้ปุ๋ยชนิดที่มีเปอร์เซ็นต์ธาตุอาหารสูงจะเป็นวิธีหนึ่งที่ลดค่าขนส่งปุ๋ยลงไปได้มาก มีหลายประเทศ เช่น ไต้หวัน ญี่ปุ่น ฯลฯ ซึ่งการซื้อปุ๋ยของกสิกรเป็นไปในรูปของสหกรณ์ โดยรวบรวมสมาชิกกสิกรที่ประสงค์จะใช้ปุ๋ยเป็นกลุ่มก้อน แล้วจึงสั่งปุ๋ยทั้งหมดมาบริการจัดสรรค์กันเอง ซึ่งปรากฏว่าได้รับผลสำเร็จช่วยให้ราคาปุ๋ยถูกลงกว่าที่จะต่างคนต่างซื้อมาก.

นโยบายของรัฐฯ ในการให้การอุดหนุนแก่กสิกรในการใช้ปุ๋ยและปูน

เป็นความจริงที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่า ปัญหาที่เป็นอุปสรรคมิให้ชาวนาใช้ปุ๋ยบำรุงดินและเพิ่มผลผลิตกันอย่างกว้างขวางทุกวันนี้นั้น อยู่ที่ฐานะเศรษฐกิจหรือการเงินของชาวนานั่นเอง ทั้ง ๆ ที่ชาวนาส่วนมากรู้อย่างดีว่าควรจะใช้ปุ๋ยในอัตราและจำนวนเท่าใดจึงจะให้กำไรสูงที่สุด แต่ก็ปรากฏว่าชาวนาส่วนใหญ่ยังไม่สามารถใช้ปุ๋ยกันได้เลย หรือใช้น้อยกว่าจำนวนที่เหมาะสมเนื่องจากไม่มีเงินซื้อ ปัญหาเรื่องเงินนี้จึงนับเป็นปัญหาอุปสรรคสำคัญที่หลายประเทศได้พยายามหาทางแก้ปัญหานี้ โดยการวางนโยบายหรือโครงการสนับสนุนการใช้ปุ๋ยแก่กสิกร เพราะถือว่าการใช้ปุ๋ยเป็นการเพิ่มผลผลิตของพืชผลทางเกษตรที่สำคัญ ๆ ซึ่งใช้เป็นทั้งอาหารและเครื่องนุ่งห่ม การสนับสนุนให้กสิกรใช้ปุ๋ยจึงย่อมจะช่วยให้ประเทศมีฐานะเศรษฐกิจดีและมั่นคงยิ่งขึ้น นโยบายหรือโครงการอุดหนุนการใช้ปุ๋ยของรัฐฯ ซึ่งบริการแก่ประชาชนมีหลายวิธีการ โดยมีหลักการที่จะพยายามสงวนรักษาระดับราคาผลผลิตให้สมดุลย์กับราคาปุ๋ยที่ชาวนาจะใช้ รวมทั้งสนับสนุนการผลิตปุ๋ยภายในประเทศให้ขยายตัวยิ่งขึ้น ในบางกรณีการค้าปุ๋ยของบริษัทจะได้รับเงินอุดหนุนจากรัฐฯ ถ้าบริษัทจำหน่ายปุ๋ยตามราคาที่รัฐฯ กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน หรือบางกรณีย์ชาวนาอาจจะเสียเงินค่าซื้อปุ๋ยแก่บริษัทหรือโรงงานปุ๋ยที่รัฐฯ ได้ควบคุมหรืออุดหนุนเต็มตามราคาของโรงงานหรือบริษัท แต่ชาวนาจะไปเบิกคืนเงินส่วนที่เสียเกินไปได้จากรัฐฯ ทีหลัง

ในบางประเทศ เช่น อียิปต์, อินเดีย แมกซิโก และสหรัฐอเมริกา รัฐบาลเป็นผู้ดำเนินงานโรงงานผลิตปุ๋ยและส่งจำหน่ายปุ๋ยเองเป็นส่วนมาก

ในนิวซีแลนด์การส่งจำหน่ายปูนเพื่อใช้ในการเกษตรซึ่งมีคุณภาพเข้าขั้นมาตรฐานที่กำหนดไว้ จะได้รับการอุดหนุนจากรัฐ ฯ ช่วยออกค่าขนส่งให้แทน

ในอินเดีย ซึ่งมีนโยบายสนับสนุนกสิกรให้ใช้ปุ๋ยอย่างเข้มแข็งนั้น การผลิต การสั่งซื้อจากต่างประเทศ และการจัดส่งจำหน่ายปุ๋ยในโทรเจนทุกชนิดควบคุมโดยรัฐบาลกลาง ซึ่งกำหนดราคาปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟทรวมทั้งค่าขนส่งไว้ด้วย ๓๑๕ รูปีต่อตัน ถึงสถานีปลายทางรถไฟทุกแห่งของประเทศ แต่กฎหมายอนุญาตให้รัฐ ฯ แต่ละรัฐ ฯ คิดค่าขนส่งปุ๋ยเพิ่มเติมจากราคาที่กำหนดไว้ได้อีก ๓๐ รูปีต่อตัน เพื่อใช้สำหรับค่าขนส่งปุ๋ยจากสถานีรถไฟไปยังไร่นาของกสิกร ดังนั้นทุกหนทุกแห่งในประเทศอินเดียไม่ว่าที่ไหน ชาวนาจะซื้อปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟทไม่เกินตันละ ๓๔๕ รูปี ปุ๋ยยูเรียก็เช่นกัน มีราคาตันละ ๖๓๐ รูปีตายตัว ส่วนปุ๋ยฟอสฟอรัสต่าง ๆ เช่น ซูเปอร์ฟอสเฟท และปุ๋ยกระดูกป่นจะได้รับเงินอุดหนุนช่วยเหลือจากรัฐบาลออกให้ ประมาณ ๒๕ เปอร์เซ็นต์ของราคาขาย เงินอุดหนุนช่วยเหลือดังกล่าว ได้มาจากรัฐบาลกลาง และรัฐบาลส่วนภูมิภาคสมทบกันออกคนละครึ่ง

ภายใต้แผนการรณรงค์ของชาติเพื่อผลิตอาหารเพิ่มขึ้น รัฐบาลอินเดียได้ส่งเสริมสนับสนุนให้กสิกรใช้ปุ๋ยพืชสด โดยให้เงินอุดหนุนประมาณครึ่งหนึ่งของราคาพืชปุ๋ยสดที่ใช้

ในประเทศญี่ปุ่นแม้ว่าจะไม่มีการให้เงินอุดหนุนในการซื้อปุ๋ยเคมี แต่ก็มีการให้เงินอุดหนุนในการใช้ปุ๋ยพืชสด โดยรัฐบาลอุดหนุนเงินให้แก่สถานีทดลองที่ปลูกเพื่อผลิตเมล็ดพันธุ์พืชปุ๋ยสดในอัตรา ๓,๓๐๐ เยนต่อเฮกตาร์ (6.25 ไร่ = 1 เฮกตาร์)

ในสหภาพอาฟริกาใต้ รัฐบาลสหภาพให้เงินอุดหนุนผู้ใช้ปุ๋ยที่มีเกรดสูงทุกชนิด

ตันละ ๑ ปอนด์ เงินอุดหนุนนี้บริษัทหรือผู้ผลิตปุ๋ยเป็นผู้เบิกจากรัฐบาลหลังจากที่ส่งปุ๋ยให้ชาวนาที่สั่งแล้ว ชาวนาไม่จำเป็นต้องไปเบิกจากรัฐบาล

รัฐบาลคานาดาก็มีการให้เงินอุดหนุนประมาณ ๖๐ เปอเซ็นต์ ของค่าขนส่งปูนเพื่อการเกษตรจากแหล่งผลิตถึงไร่นาของกสิกร ในประเทศฝรั่งเศสแม้จะไม่มีการให้เงินอุดหนุนในการซื้อปุ๋ยโดยตรง แต่ก็พยายามลดค่าขนส่งปุ๋ยให้ต่ำที่สุดเป็นพิเศษและปุ๋ยทุกชนิดไม่ต้องเสียภาษี

ในนอร์เวย์รัฐบาลเป็นผู้ควบคุมการจำหน่ายปุ๋ยไนโทรเจน โดยกำหนดราคาไว้ตายตัว ราคาจำหน่ายดังกล่าวได้คิดเพิ่มเอาไว้ ๒๕ เปอร์เซ็นต์ เพื่อกันเงินนี้ไปสมทบกับกองเงินอุดหนุนค่าปุ๋ยฟอสเฟทและโปแตส

ในบางประเทศที่มีนโยบายสนับสนุนพืชสำคัญ ๆ โดยเฉพาะก็มีการอุดหนุนค่าปุ๋ยแก่กสิกรเฉพาะที่ปลูกพืชนั้น ๆ เช่น กระทรวงเกษตรของประเทศเอลซาวาดอร์ (ประเทศในอเมริกากลาง) ซึ่งมีนโยบายสนับสนุนการผลิตข้าวโพด ก็รับเป็นผู้จัดสรรปุ๋ยเคมีแก่ชาวไร่ที่ปลูกข้าวโพดในราคาต้นทุน สำหรับประเทศสหรัฐอเมริกานั้นรัฐบาลกลางให้ความช่วยเหลือแก่กสิกรทั้งประเทศในการอนุรักษ์ดินและน้ำ (Soil and Water Conservation) ซึ่งรวมทั้งการใช้ปุ๋ยอยู่ด้วย โดยรัฐบาลออกเงินช่วยเหลือประมาณครึ่งหนึ่งของค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการทั้งหมด สภาคองเกรสอนุมัติเงินอุดหนุนประเภทนี้ปีละประมาณ ๒๕๐ ล้านเหรียญ ในบางประเทศที่มีแผนการผลิตพืชผลทางกสิกรรมที่แน่นอน เช่นประเทศสหรัฐอเมริกา การวางนโยบายส่งเสริมการใช้ปุ๋ยแก่พืชชนิดต่าง ๆ มักจะสอดคล้องกับแผนเศรษฐกิจในการผลิตพืชผลดังกล่าว มีการพยายามดึงดูดให้กสิกรสนใจในการผลิตพืชผลบางชนิดให้มากขึ้นตามนโยบาย เช่น ให้เงินอุดหนุนพิเศษเพื่อเป็นค่าปุ๋ยและปูนแก่กสิกรที่ปลูกพืชชนิดที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ ทั้งนี้เพื่อส่งเสริมให้กสิกรบางส่วนหันจากการปลูกพืชเงินอื่น ๆ มาสนใจในการเลี้ยงสัตว์มากขึ้นตามที่รัฐฯ ต้องการ โดยเหตุที่การอุดหนุนดังกล่าวช่วยให้ปริมาณการผลิตอาหารสัตว์เพิ่มสูงขึ้นและราคาอาหารสัตว์ถูกลง จึงเป็นผลทำให้

การเลี้ยงสัตว์มีทางได้รับกำไรเพิ่มขึ้นและขยายตัวมากขึ้น วิธีการเช่นเดียวกันแต่ใช้กับการผลิตข้าวโดยเฉพาะ ซึ่งรัฐบาลประเทศชิลลอนมีนโยบายที่จะเพิ่มผลผลิตของข้าวซึ่งยังไม่เพียงพอสำหรับใช้ในประเทศ เพื่อให้บรรลุผลดังกล่าวรัฐบาลชิลลอนได้ใช้วิธีช่วยเหลือแก่ชาวนาที่ปลูกข้าวหลายวิธี วิธีหนึ่งก็คือรัฐ ฯ จ่ายเงินช่วยเหลือให้ ๑ ใน ๓ ของค่าปุ๋ยเคมีที่ใช้ในนาข้าว โดยจัดส่งปุ๋ยผ่านทางสหกรณ์ผู้ผลิตและจำหน่ายผลผลิตทางเกษตร (CAPSS) นอกจากนี้ยังมีการกำหนดราคารับซื้อขั้นต่ำไว้แน่นอนสำหรับข้าวเปลือก จากผลของการอุดหนุนเช่นนี้ช่วยทำให้การใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวเพิ่มปริมาณขึ้นอย่างรวดเร็ว จากจำนวนสองสามร้อยตันเพิ่มจนถึงเกือบหมื่นตันในขณะนี้

เมื่อเปรียบเทียบวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางกสิกรรม เพื่อยกระดับเศรษฐกิจของชาติและของกสิกรให้สูงขึ้นนั้น ปรากฏว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นวิธีที่ถูกที่สุดและให้ผลตอบแทนสูงทันต่อเหตุการณ์ ประเทศที่มุ่งทุ่มเทเงินทุนอย่างมหาศาลเพื่อปรับปรุงชลประทานและพัฒนาพื้นที่กสิกรรมใหม่ให้เพิ่มขึ้น จะได้รับผลสำเร็จอย่างสมบูรณ์ได้ก็จำเป็นต้องมีการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่เพิ่มขึ้นด้วย หรืออีกนัยหนึ่งในขณะที่วิศวกรรมการสร้างเขื่อนใหญ่ ๆ เป็นความจำเป็นที่เรียกร้องกันอยู่ทั่วไปในขณะนี้ การส่งเสริมสนับสนุนให้มีการใช้ปุ๋ยในการเพิ่มผลผลิตก็จำเป็นต้องเร่งขยายให้เพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพื่อส่งเสริมให้ประสิทธิภาพในการผลิตพืชผลของประเทศเพิ่มขึ้นในระดับสูงที่สุด

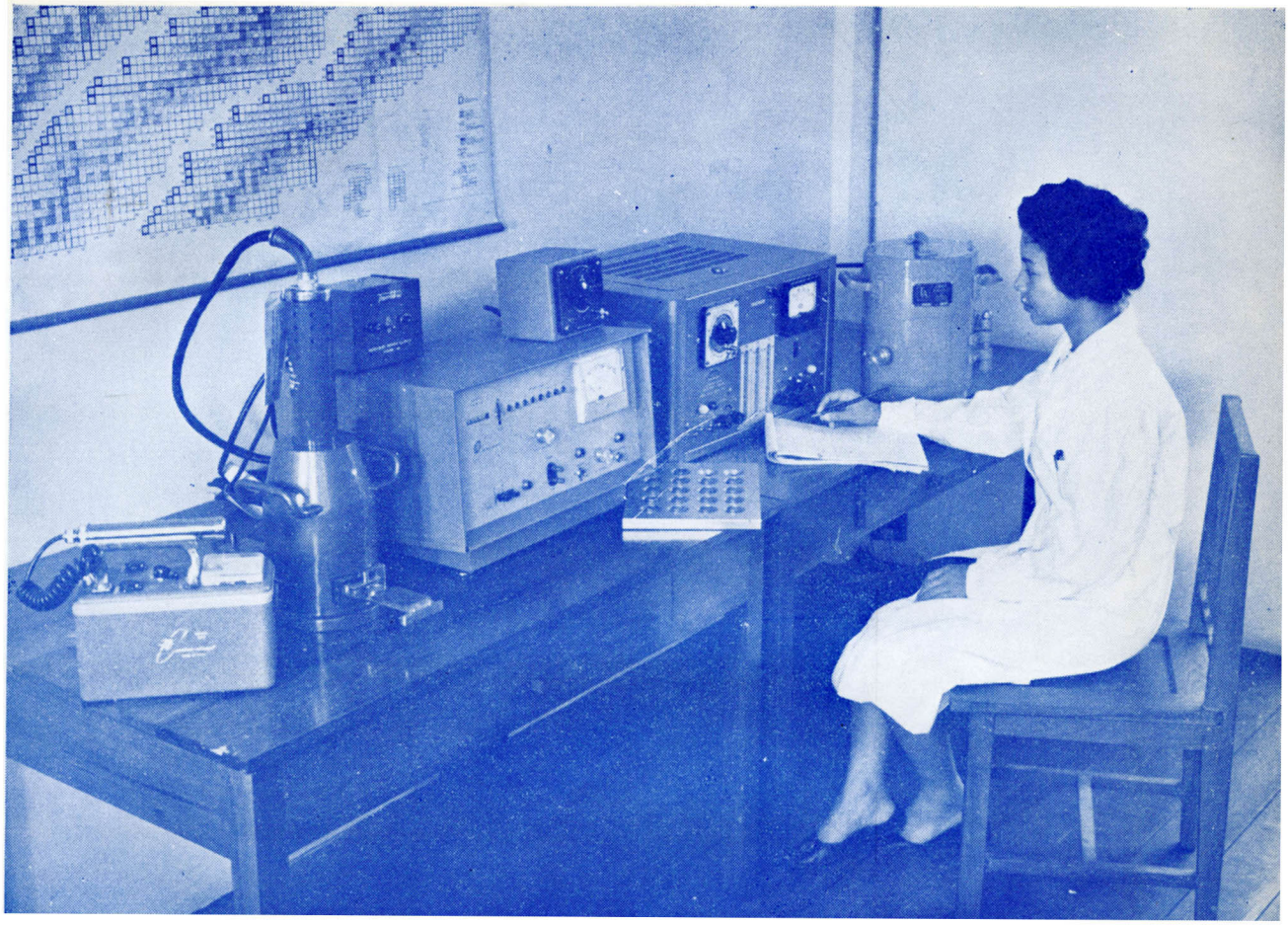
แม้จะมีหลายประเทศ ที่ถือเอาการส่งเสริม สนับสนุนให้มีการ อนุรักษ์ดิน (Soil Conservation) เป็นนโยบายสำคัญในการเกษตรก็ตาม แต่ก็มีบางประเทศที่การดำเนินนโยบายดังกล่าวมิได้รวมเอาการปรับปรุงช่วยเหลือด้วยการใช้ปุ๋ยเข้าไปเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งปรากฏว่าเป็นข้อผิดพลาดอย่างน่าเสียดายข้อหนึ่ง เพราะทำให้งานอนุรักษ์ดินซึ่งต้องลงทุนทุ่มเทเงินทองลงไปอย่างมากมายไม่ประสบผลสำเร็จหรือให้ผลไม่คุ้มค่าเท่าที่ควร ทั้งนี้เพราะในการพังทะลายของดิน (erosion) ซึ่งเกิดขึ้นแทบทุกแห่งในโลกนั้นนั้น มิใช่แต่จะเป็นผลทำให้สูญเสียดินผิวหน้าไปเท่านั้น หากยังรวมถึงธาตุอาหารพืชต่าง ๆ ที่จะต้องพลอย

ภาพที่ ๙ เจ้าหน้าที่กองวิทยาการกำลังทำการใส่ปุ๋ยไอโซโทป P^{32} ในแปลงทดลองศึกษาเปรียบเทียบวิธีการใส่ปุ๋ยฟอสฟอรัสในนาข้าวโดยใช้ปุ๋ยไอโซโทปซูเปอร์ฟอสเฟท ซึ่งกรมการข้าวจัดทำขึ้นโดยความร่วมมือของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency) ในปี พ.ศ. ๒๕๐๕

ภาพที่ ๔ การปักดำข้าวพันธุ์นางมล S – 4 ในแปลงทดลองศึกษาเปรียบเทียบวิธีการใส่ปุ๋ยไอโซโทป P^{32} หลังจากได้ทำการใส่ปุ๋ยไอโซโทปแล้ว.

ภาพที่ ๑๐ เจ้าหน้าที่กองวิทยาการกำลังบันทึกการแตกกอของข้าวในแปลงทดลองปุ๋ยไอโซโทป P^{32} หลังจากปักดำแล้ว ๒๐ วัน ในภาพแสดงเปรียบเทียบให้เห็นถึงการเจริญเติบโตและแตกกอของข้าวในแปลงที่ได้รับการใส่ปุ๋ยไอโซโทปซูเปอร์ฟอสเฟทด้วยวิธีหว่านบนผิวดิน (Treatment 1) กับแปลงข้างเคียงซึ่งได้รับการใส่ปุ๋ยไอโซโทปซูเปอร์ฟอสเฟทในอัตราเดียวกันแต่ใช้ใส่โดยวิธีฝังใต้กอข้าวลึกจากผิวดิน ๑๐ ซ.ม. (Treatment 3)

ภาพที่ ๑๑ เจ้าหน้าที่กองวิทยาการกำลังใช้เครื่องตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพรังษีในต้นข้าวที่ได้รับการใส่ปุ๋ยไอโซโทป P^{32} โดยวิธีหว่านบนผิวดินแล้วสับกลบคลุกเคล้ากับดินผิวหน้าลึก ๒๐ เซ็นติเมตร.



ภาพที่ ๑๒ เจ้าหน้าที่กำลังใช้เครื่องมือตรวจวัดปริมาณรังษีจากตัวอย่างต้นพืช ซึ่งได้รับการใส่ปุ๋ยฟอสเฟทชนิดที่มีสารกัมมันตภาพรังษีฟอสฟอรัส P^{32} ร่วมอยู่ด้วย (ห้องปฏิบัติการไอโซโทป ของกองวิทยาการ กรมการข้าว)

สูญหายไปพร้อมกับดินในปริมาณมากมายเกินกว่าจะประมาณได้ ดังนั้นความพยายามที่จะใช้วิธียับยั้งป้องกันการพังทะลายของดินเพียงด้วยการปลูกพืชคลุมดิน และทุ่มเทเงินไปในการสร้างคันเขื่อนกั้นดินและวิถีการต่าง ๆ ฯ ล ฯ จึงไม่สามารถที่จะช่วยสร้างเสริมให้พื้นดินนั้นกลับมีความอุดมสมบูรณ์อยู่ในระดับสูงตามปกติได้ จำเป็นที่จะต้องแก้ไขปรับปรุงด้วยการใช้ปุ๋ยเข้าอยู่ในแผนงานอนุรักษ์ดิน ซึ่งนับว่าเป็นความจำเป็นและปรากฏเสมอว่าช่วยให้ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานเป็นไปอย่างประหยัด และทำให้การอนุรักษ์นั้นมีประสิทธิภาพสูงและให้ผลสมบูรณ์สมดังความมุ่งหมายยิ่งขึ้น.

ตารางที่ 16 สูตรปุ๋ยเคมีและอัตราที่เหมาะสมสำหรับแนะนำให้กสิกรตามท้องถิ่นต่าง ๆ ของประเทศไทยใช้ในนาข้าว
(รวบรวมจากผลการทดลองเปรียบเทียบตำหรับปุ๋ยเคมีในนาราษฎรทั่วประเทศของกรมการข้าว ปี พ.ศ. ๒๕๐๓–๒๕๐๕)

ภาคเหนือ

สถานที่			ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
							เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
เชียงใหม่		หมู่ที่							— บาทต่อไร่	—	
อ. แม่ริม	ต. ริมเหนือ	(1)	ดินร่วนปนดินเหนียวและทราย	404	N_2P_4	230	116	139	162	185	208
อ. สันทราย	ต. สันทราย	(5)	ดินร่วนปนดินเหนียวและทราย	474	P_4	80	26	34	42	50	58
อ. หางดง	ต. สันผักหวาน	(4)	ดินร่วน	265	P_4	86	30	39	47	56	65
อ. หางดง	ต. หางดง	(1)	—	361	N_4P_4	117	21	33	45	57	68
เชียงราย											
อ. พะเยา	ต. บ้านใหม่	(4)	ดินเหนียว	448	P_4	64	14	21	27	34	40
อ. พาน	ต. บ่าทุ่ง	(3)	ดินเหนียว	484	N_2	99	54	64	74	84	94
อ. เมือง	ต. บัวศรี	(29)	—	364	$N_8P_4K_4$	216	50	72	94	116	137
แพร่											
อ. สูงเม่น	ต. ร่องอากาศ	(2)	ดินร่วน	540 (1)	N_2	193	120	139	159	178	197
				(2)	N_2P_4	209	101	122	143	164	184
อ. เมือง	ต. นาอัทร์	(8)	—	484	$N_8P_4K_4$	240	68	92	116	140	164

ภาคเหนือ

สถานที่			ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่		สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
								เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
แม่ฮ่องสอน		หมู่ที่							—	บาทต่อไร่	—	
อ. เมือง	ต. ผามอง		—	323		$N_8P_4K_4$	264	85	111	137	164	190
ลำปาง												
อ. เมือง	ต. ชมพู	(5)	ดินร่วน	444		N_6P_4	316	146	177	209	241	272
อ. งาว	ต. หลวงใต้	(2)	ดินร่วนปนดินเหนียว	408	(1)	N_6P_4	256	104	129	155	181	206
					(2)	$N_8P_4K_4$	304	112	143	173	204	234
	ต. หลวงใต้	(3)	—	488		$N_8P_4K_4$	184	28	47	65	84	102
อ. ห้างฉัตร	ต. ห้างฉัตร	(6)	ดินร่วนทราย	360		N_2	115	65	77	88	100	111
อ. แม่ทะ	ต. นาครัว	(2)	—	438		N_4P_4	141	39	52	66	81	95
ลำพูน												
อ. เมือง	ต. เวียงยอง	(5)	ดินร่วนปนดินเหนียว	156		N_4P_4	143	40	54	68	83	97
อ. บ้านธาง	ต. แม่แรง	(1)	ดินเหนียว	324	(1)	P_4	102	111	51	62	72	82
					(2)	N_8P_4	215	60	82	103	125	146

ตารางที่ 16 (ต่อ) สูตรปุ๋ยเคมีและอัตราที่เหมาะสมสำหรับแนะนำให้กสิกรตามท้องถิ่นต่าง ๆ ของประเทศไทยใช้ในนาข้าว
(รวบรวมผลการทดลองเปรียบเทียบตำหรับปุ๋ยในนาราษฎรทั่วประเทศของกรมการข้าว ปี พ.ศ. ๒๕๐๓–๒๕๐๕)

ภาคกลาง

สถานที่	ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นแบบเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
					เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
					—	บาทต่อไร	—		
ฉะเชิงเทรา	**หมู่ที่**								
อ. บางน้ำเปรี้ยว ต. โพรงอากาศ	(5)	ดินเหนียว	435 (1)	P_4	85	29	38	47	55	64
			(2)	N_8P_4	148	13	28	43	58	72
อ. บางคล้า ต. ท่าทองหลาง	(1)	ดินร่วนปนดินเหนียว	292	N_6P_4	252	101	126	151	177	202
ต. ท่าทองหลาง	(1)	—	400	N_8P_4	176	33	50	68	86	103
อ. พนมสารคาม ต. หนองยาว	(6)	ดินเหนียว	238	N_6P_4	188	57	76	94	113	132
ต. เมืองเก่า	(4)	—	155	$N_8P_4K_4$	179	24	43	61	79	96
ชลบุรี										
อ. บ้านบึง ต. หนองช้างชวก	(2)	ดินร่วนทราย	361 (1)	N_2P_4	168	72	89	106	123	139
			(2)	$N_8P_4K_4$	268	88	114	141	168	194
อ. พานทอง ต. บางโป่ง	(8)	ดินร่วนทราย	224 (1)	N_4P_4	216	91	112	134	156	177
			(2)	N_8P_4	268	90	124	151	178	204
อ. ปากท่อ ต. ปากท่อ	(1)	—	204	N_2	77	37	64	54	62	69

สถานที่		ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
						เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
ชัยนาท	**หมู่ที่**							— บาทต่อไร่	—	
อ. มโนรมย์ ต. วัดโคก	(3)	—	360	N_2P_4	153	62	77	93	180	123
อ. สรรค์บุรี ต. แพรกศรีราชา	(8)	ดินร่วนปนดินเหนียว	577	N_2P_4	170	74	91	108	125	142
ธนบุรี										
อ. ตลิ่งชัน ต. ทวีวัฒนา	(1)	ดินเหนียว	340	N_2P_4	134	34	47	60	74	87
ต. ศาลาธงเบรน	(6)	—	204 (1)	P_4	116	51	62	74	86	97
			(2)	N_2P_4	123	41	53	65	78	90
อ. ภาษีเจริญ ต. บางไผ่	(7)	ดินร่วนปนตะกอน	324	N_4P_4	140	38	52	66	80	94
ต. บางไผ่	(7)	—	268	P_4	122	55	67	79	92	104
อ. หนองแขม ต. หนองค้างพลู	(1)	ดินเหนียว	147 (1)	N_2	165	100	117	134	150	167
			(2)	N_8P_4	277	104	131	159	187	214
ต. หนองค้างพลู	(7)		285 (1)	P_4	136	65	78	92	106	119
			(2)	N_2P_4	157	64	80	96	112	127

ภาคกลาง

สถานที่	ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
					เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
นครนายก หมู่ที่						—	บาทต่อไร่	—	
อ. บ้านนา ต. บ้านนา (10)	ดินร่วน	113	N_4P_4	107	15	25	36	47	57
อ. ปากพลี ต. เกาะโพธิ์ (1)	—	296	N_8P_4	184	39	57	75	94	112
นครสวรรค์									
อ. เมือง ต. หนองกรด (11)	—	388	N_2	248	156	183	208	233	257
ต. หนองกรด (7)	—	244	N_2P_4	120	39	51	63	75	87
อ. ชุมแสง ต. หนองกะเจา (6)	—	416	N_2P_4	231	116	139	162	186	209
นนทบุรี									
อ. บางใหญ่ ต. บางใหญ่ (3)	ดินเหนียว	486	P_4	56	9	14	20	26	31
อ. ปากเกร็ด ต. ปากเกร็ด (3)	—	128	$N_8P_4K_4$	291	103	132	162	191	220
ต. บางตลาด (1)	—	160	$N_8P_4K_4$	238	66	90	114	138	161
อ. บางบัวทอง ต. บางบัวทอง (2)	—	379	N_4P_4	114	20	31	42	54	65

ภาคกลาง

สถานที่	ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ [1]				
					เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1.100 บาท
นครปฐม หมู่ที่						—	บาทต่อไร่	—	
อ. เมือง ต. สวนป่าน (2)	ดินร่วนปนตะกอน	512 (1)	N_2	38	11	15	19	23	27
		(2)	N_2P_4	80	11	19	27	35	43
อ. สามพราน ต. กระทุ่มล้ม (7)	—	286	N_2	85	44	53	61	70	78
อ. กำแพงแสน ต. ทุ่มกระพังโหม (6)	—	357	N_2P_4	87	16	24	33	42	50
ตราด									
อ. เมือง ต. วังกระแจะ (2)	ดินร่วน	305	N_6P_4	184	53	72	90	109	127
ปราจีนบุรี									
อ. กบินทร์บุรี ต. บ้านนา (3)	—	121	N_2	66	31	38	44	51	58
อ. ประจันตคาม ต. ประจันตคาม (4)	—	161	N_2P_4	81	12	20	28	36	44
ปทุมธานี									
อ. เมือง ต. บางเดื่อ (4)	ดินร่วนปนดินเหนียว	282 (1)	N_2P_4	157	65	81	96	112	128
	และดินตะกอน	(2)	N_2P_4	184	68	87	105	124	142

สถานที่		ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
						เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
ปทุมธานี	หมู่ที่							— บาทต่อไร่	—	
อ. ธัญญบุรี ต. บึงน้ำรักษ์	(2)	ดินเหนียว	301	N_4P_4	168	58	75	91	108	125
ต. บึงสนั่น	(4)	—	268	N_4P_4	187	71	89	108	127	145
อ. ลาดหลุมแก้ว ต. คูขวาง	(1)	ดินร่วนปนดินเหนียว	155	$N_8P_4K_4$	217	53	74	95	117	139
อ. ลำลูกกา ต. บึงลำพร้อย		ดินเหนียว	287	N_4P_4	173	61	78	95	113	130
อ. สามโคก ต. บางเตย	(9)	ดินเหนียว	120	N_6P_4	210	72	93	114	135	156
พระนคร										
อ. ลาดกระบัง ต. ลำปลาทิว	(1)	—	408	N_2P_4	138	51	65	79	93	107
อ. บางเขน ต. คลองถนน	(6)	ดินเหนียว	321 (1)	N_4P_4	93	5	14	24	33	42
			(2)	N_8P_4	132	2	15	28	42	55
อ. หนองจอก ต. ลำผักชี	(9)	ดินเหนียว	344	N_2P_4	96	22	31	41	51	60
อ. มีนบุรี ต. มีนบุรี	(13)	—	374 (1)	$N_8P_4K_4$	288	101	130	150	188	216
			(2)	N_6P_4	240	93	117	141	165	189
อ. บางกะปิ ต. คลองลุ่ม	(1)	—	269	$N_8P_4K_4$	362	153	189	225	262	298

สถานที่			ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ [1]				
							เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
								—	บาทต่อไร่	—	
พระนครศรีอยุธยา		**หมู่ที่**									
อ. ท่าเรือ	ต. ปากท่า	(4)	ดินเหนียว	518	N_2	56	24	29	35	41	66
อ. พาชี	ต. โคกมะม่วง	(7)	—	168	N_4P_4	294	146	175	204	234	263
เพชรบุรี											
อ. เมือง	ต. หนองภัย	(1)	ดินเหนียว	304	N_8P_4	136	5	18	32	46	59
อ. ชะอำ	ต. ท่ายาง	(8)	ดินเหนียว	334	P_4	107	45	55	66	77	87
อ. ท่ายาง	ต. ท่าคอย	(3)	ดินเหนียว	388	N_2	289	187	216	245	274	313
อ. บ้านลาด	ต. บ้านลาด	(7)	ดินเหนียว	418	N_2P_4	89	17	26	35	44	35
				480	N_2	37	11	14	18	22	25
เพชรบูรณ์											
อ. เมือง	ต. นางั่ว	(6)	—	606 (1)	N_2	77	39	47	54	62	70
				(2)	P_4	100	40	50	60	70	80
อ. หล่มสัก	ต. บ่อน้ำเต้า	(1)	—	615 (1)	N_2	62	28	34	41	47	53
				(2)	P_4	84	29	37	45	54	62

สถานที่			ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
							เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
								—	บาทต่อไร่	—	
พิจิตร		**หมู่ที่**									
อ. ตะพานหิน	ต. หนองพยอม	(2)	—	304 (1)	N_6P_4	215	75	97	118	140	161
				(2)	N_8P_4	240	78	102	126	150	174
พิษณุโลก											
อ. วังทอง	ต. วังทอง	(8)	—	134 (1)	N_6P_4	252	101	126	151	177	202
				(2)	N_8P_4	270	99	126	153	180	207
อ. วังทอง	ต. ไชยนาม	(1)	—	204	$N_8P_4K_4$	301	110	148	179	201	241
อ. เมือง	ต. สมอแข	(3)	—	247	$N_8P_4K_4$	276	92	120	148	176	203
ราชบุรี											
อ. เมือง	ต. อ่างทอง	(8)	ดินร่วน	251 (1)	N_2P_4	168	73	90	106	123	140
				(2)	N_8P_4	239	77	101	125	149	172
อ. เมือง	ต. ดอนตะโก	(5)	—	282	P_4	120	54	66	78	90	114
อ. บางแพ	ต. วังเย็น	(8)	ดินเหนียว	437	P_4	66	16	23	29	36	43
อ. ปากท่อ	ต. ปากท่อ	(1)	—	259	$N_8P_4K_4$	260	82	108	134	160	186

สถานที่			ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
							เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
								—	บาทต่อไร่	—	
ราชบุรี		หมู่ที่									
อ. โพธาราม	ต. เจ็ดเสมียน	(2)	ดินเหนียว	210 (1)	N_2	232	147	171	194	217	241
				(2)	N_4P_4	243	110	134	158	183	207
	ต. คลองข่อย	(4)	—	164	N_2P_4	157	65	80	96	112	127
ลพบุรี											
อ. เมือง	ต. บ่าตาล	(2)	ดินเหนียว	280	N_2P_4	197	93	113	132	152	172
อ. บ้านหมี่	ต. โพนทอง	(5)	ดินเหนียว	416	N_6P_4	153	32	47	63	78	94
อ. บ้านหมี่	ต. บ้านกล้วย		—	300	N_6P_4	220	79	101	123	145	167
อ. โคกสำโรง	ต. ห้วยโป่ง	(3)	ดินเหนียว	201 (1)	N_2	123	71	83	95	108	120
				(2)	N_2P_4	160	67	83	99	115	131
สมุทรสาคร											
อ. เมือง	ต. นาดี	(4)	ดินเหนียว	299	N_2P_4	125	42	55	68	80	93
อ. กระทุ่มแบน	ต. อ้อมน้อย	(6)	ดินร่วนปนตะกอน	265 (1)	N_2P_4	162	68	84	101	117	133
			และดินเหนียว	(2)	N_8P_4	239	77	101	125	149	172

สถานที่			ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
							เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
								—	บาทต่อไร่	—	
สระบุรี		หมู่ที่									
อ. บ้านหมอ	ต. บางโขมด	(5)	—	384	N_2P_4	128	45	57	70	83	95
อ. หนองแก	ต. ไผ่ต่ำ	(5)	—	169 (1)	P_4	258	150	176	202	228	254
				(2)	N_6P_4	302	136	166	196	227	257
สิงห์บุรี											
อ. เมือง	ต. ต้นโพธิ์	(5)	ดินร่วนปนดินเหนียว	378	N_8P_4	260	92	118	144	170	195
อ. บางระจัน	ต. โพธิ์ชนไก่	(8)	ดินร่วนปนดินเหนียว	180	N_8P_4	374	172	209	236	284	321
อ. บางระจัน	ต. สิงห์	(3)	—	330	N_4P_4	100	10	20	30	40	50
อ. พรหมบุรี	ต. บางน้ำเชี่ยว	(3)	ดินเหนียว	421	$N_8P_4K_4$	198	33	58	78	98	118
อ. พรหมบุรี	ต. บางน้ำเชี่ยว	(4)	—	345	P_4	135	64	78	91	105	118
อ. อินทบุรี	ต. อินทบุรี	(6)	ดินเหนียว	400	P_4	226	128	151	173	196	219
อุทัยธานี											
อ. เมือง	ต. หนองเต่า	(1)	ดินร่วน	339	N_4P_4	149	44	59	74	89	104
อ. ทัพทัน	ต. ทัพทัน	(4)	ดินร่วนทราย	244	N_6P_4	232	87	110	133	157	180
อ. หนองฉาง	ต. หนองฉาง	(3)	ดินร่วนทราย	448	N_2	288	186	215	244	273	301

ตารางที่ ๑๖ ค. สูตรปุ๋ยเคมีและอัตราที่เหมาะสมสำหรับแนะนำให้เกษตรกรตามท้องถิ่นต่าง ๆ ของประเทศไทยใช้ในนาข้าว
(รวบรวมจากผลการทดลองเปรียบเทียบตำหรับปุ๋ยในนาราษฎรทั่วประเทศของกรมการข้าวปี พ.ศ. ๒๕๐๓—๒๕๐๕)

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานที่	ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ [1]				
					เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
กาฬสินธุ์							— บาทต่อไร่	—	
อ. กุฉินารายณ์ ต. บัวขาว (2)	—	176	$N_8P_4K_4$	304	112	143	173	204	233
ต. แจบแลบ (2)	—	160	$N_8P_4K_4$	320	123	156	188	220	252
อ. กมลาไสย ต. กมลาไสย (11)	—	152	N_2	98	53	63	73	83	92
อ. ยางตลาด ต. ยางตลาด (15)	—	268	N_6P_4	122	10	22	34	47	59
ขอนแก่น									
อ. บ้านไผ่ ต. สวนหม่อน (11)	—	200	N_2P_4	216	106	127	149	171	192
อ. น้ำพอง ต. วังชัย (10)	—	220 (1)	N_4P_4	150	44	59	74	89	104
	—	(2)	N_6P_4	173	45	63	80	98	115
ชัยภูมิ									
อ. เมือง ต.หนองตาแวง (4)	ดินร่วนปนตะกอนและดินเหนียว	244	N_2	148	88	103	118	133	147

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานที่			ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ [1]				
							เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000บาท	เกวียนละ 1,100บาท
นครพนม		หมู่ที่						—	บาทต่อไร่	—	
อ. มุกดาหาร	ต. มุกดาหาร	(6)	—	144	N_8P_4	155	18	34	49	65	80
นครราชสีมา											
อ. ครบุรี	ต. แชะ	(3)	ดินร่วนทราย	524	N_4P_4	132	22	45	58	72	85
	ต. จระเข้หิน	(6)	—	240 (1)	N_2	120	69	81	93	105	117
				(2)	$N_8P_4K_4$	224	56	79	101	124	146
อ. บัวใหญ่	ต. บัวใหญ่	(4)	—	196	N_6P_4	142	24	38	52	66	80
อ. สูงเนิน	ต. สูงเนิน	(3)	—	460	N_4P_4	110	16	27	38	49	60
อ. โนนสูง	ต. ธารประสาท	(11)	—	80 (1)	N_2P_4	278	149	177	204	232	260
				(2)	N_4P_4	305	153	183	214	244	275
บุรีรัมย์											
อ. กระสัง	ต. เมืองไผ่	(3)	ดินร่วนทราย	416	$N_8P_4K_4$	336	132	168	202	236	269
	ต. เมืองไผ่	(4)	—	232	$N_8P_4K_4$	216	50	72	94	116	137

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานที่	ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ [1]				
					เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000บาท	เกวียนละ 1,100บาท
บุรีรัมย์ หมู่ที่							— บาทต่อไร่	—	
อ. เมือง ต. บ้านยาง (2)	—	240 (1)	$N_8P_4K_4$	224	56	79	201	124	146
		(2)	N_8P_4	200	50	70	90	110	130
อ. นางรอง ต. สะเดา (10)	—	224 (1)	N_6P_4	184	53	72	90	109	127
		(2)	N_8P_4	200	50	70	90	110	130
อ. ประโคนชัย ต. ประโคนชัย (3)	—	272 (1)	N_8P_4	192	44	63	82	102	121
		(2)	$N_8P_4K_4$	208	45	66	87	108	128
มหาสารคาม									
อ. กันทรวิชัย ต. โคกพระ (2)	—	210	N_8P_4	353	157	192	228	263	298
ต. ท่าขอนยาง (4)	—	50 (1)	N_4P_4	210	86	107	128	149	170
		(2)	N_6P_4	232	86	110	133	156	179
อ. บรบือ ต. บ่อใหญ่	—	194	$N_8P_4K_4$	413	189	230	272	313	354
อ. เมือง ต. แวงบ่าง (6)	—	168	$N_8P_4K_4$	220	53	79	98	120	142
อ. วาปีปทุม ต. หนองแสง (9)	—	160	N_2P_4	273	145	173	200	227	255

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานที่	ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ *	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ [1]				
					เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000บาท	เกวียนละ 1,100บาท
ร้อยเอ็ด หมู่ที่						—	บาทต่อไร่	—	
อ. เมือง ต. เหนือเมือง (2)	ดินร่วนทราย	112	N_2P_4	273	145	173	200	227	255
ต. รอบเมือง (15)	—	88	N_8P_4	164	24	31	47	64	80
อ. จตุรพักตร์พิมาน ต. หัวช้าง (1)	ดินร่วนทราย	200	N_2	47	18	22	27	31	36
อ. อัวัชบุรี ต. สะบ้า (6)	ดินร่วน	68	N_2P_4	156	64	79	95	111	126
อ. เกษตรวิสัย ต. เกษตรวิสัย (3)	—	216	N_8P_4	194	45	64	84	103.6	122
สกลนคร									
อ. วานรนิวาส ต. วานรนิวาส (5)	—	179	N_8P_4	251	85	100	136	161	186
อ. สว่างดินแดน ต.สว่างดินแดน (2)	ดินร่วน	208	N_2	244	155	180	204	229	253
สุรินทร์									
อ. เมือง ต. เขาใหญ่ (4)	ดินร่วน	122	$N_8P_4K_4$	358	150	186	222	258	294
อ. ท่าตูม ต. เมืองแก (1)	ดินร่วนทราย	369	$N_8P_4K_4$	173	20	38	55	72	90
ต. เมืองแก (2)	—	233	N_4P_4	344	180	214	249	283	317
อ. ปราสาท ต. กังแอบ (1)	ดินร่วนทราย	66	N_6P_4	323	126	158	190	223	255

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานที่			ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้ว โดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
							เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
ศรีษะเกษ		หมู่ที่							— บาทต่อไร่	—	
อ. เมือง	ต. หนองครก	(3)	—	112	$N_8P_4K_4$	323	126	158	190	223	255
อ. อุทุมพรพิสัย	ต. โพธิ์ชัย	(6)	ดินร่วนทราย	168 (1)	N_4P_4	160	52	68	84	100	116
				(2)	$N_8P_4K_4$	216	51	72	94	116	137
	ต. ตาเกษ	(6)	—	187	$N_8P_4K_4$	218	52	74	96	118	140
หนองคาย											
อ. เมือง	ต. กวนจัน	(1)	ดินเหนียว	384 (1)	$N_8P_4K_4$	304	112	143	173	204	234
				(2)	N_2P_4	208	100	121	142	163	183
	ต. กวนจัน	(7)	—	352 (1)	N_8P_4	248	83	108	133	158	182
				(2)	$N_8P_4K_4$	288	101	130	159	188	216
อ. ศรีเชียงใหม่	ต. พรวนพร้าว	(1)	ดินเหนียว	288	$N_8P_4P_4$	344	140	175	209	244	278
	ต. ศรีเชียงใหม่	(1)	—	291 (1)	N_2	86	45	54	62	71	80
				(2)	$N_8P_4K_4$	191	33	52	72	91	110

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

สถานที่	ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
					เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
						—	บาทต่อไร่	—	
อุดรธานี หมู่ที่									
อ. เมือง ต. หนองบังลำภู	(1)	—	228	N_6P_4	216	76	97	119	141	162
ต. บ้านตาด	(14)	—	205	$N_8P_4K_4$	182	27	45	63	82	100
อุบลราชธานี									
อ. คำเขื่อนแก้ว ต. ดงแดนใหม่	(7)	ดินร่วนทราย	104	N_2P_4	88	16	25	34	43	51
ต. ลุมพุก	(2)	—	130	P_4	63	14	20	25	33	39
อ. เดชอุดม ต. สมสะอาด	(3)	ดินเหนียว	204	$N_8P_4K_4$	316	121	152	184	216	247
อ. เดชอุดม ต. นาสวง	(3)	—	204	P_4	85	29	37	46	54	63
อุบลราชธานี									
อ. ตระการพืชผล ต. กสิกร	(1)	—	177	N_8P_4	154	17	32	48	63	78
อ. อำนาจเจริญ ต. มุ่ง	(15)	ดินร่วน	173 (1)	N_6P_4	179	50	68	86	104	122
			(2)	$N_8P_4K_4$	267	87	113	140	167	193
อ. ยโสธร ต. ตาดทอง	(1)	—	108	P_4	72	20	27	34	42	49

ตารางที่ 17 ง. สูตรปุ๋ยเคมีและอัตราที่เหมาะสมสำหรับแนะนำให้กสิกรตามท้องถิ่นต่าง ๆ ของประเทศไทยใช้ในนาข้าว
(รวบรวมจากผลการทดลองเปรียบเทียบตำหรับปุ๋ยในนาราษฎรทั่วประเทศของกรมการข้าว ปี พ.ศ. ๒๕๐๓—๒๕๐๕)

ภาคใต้

สถานที่			ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ[1]				
							เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
								—	บาทต่อไร่	—	
นครศรีธรรมราช		หมู่ที่									
อ. ฉวาง	ต. ฉวาง	(5)	ดินเหนียว	342 (1)	P_4	381	236	274	312	350	388
				(2)	N_6P_4	460	247	293	339	385	431
อ. ทุ่งสง	ต. ชะมาย	(1)	—	304 (1)	N_4P_4	488	281	330	379	428	476
				(2)	N_6P_4	504	277	328	378	429	479
อ. หัวไทร	ต. เขาพังไกร	(5)	ดินเหนียวปนตะกอน	132	N_2P_4	218	107	129	151	173	195
อ. เมือง	ต. ท่าเรือ	(9)	—	502	N_6P_4	155	33	49	64	80	95
อ. เชียงใหญ่	ต. ท้องลำเจียก	(1)	—	507	N_4P_4	124	26	39	51	64	74
อ. ปากพนัง	ต. ปากพนังฝั่งตก	(3)	—	356	N_6P_4	135	19	33	46	60	73
นราธิวาส											
อ. ตากใบ	ต. พร่อน	(4)	ดินร่วนปนดินเหนียว	218	N_6P_4	193	59	79	98	117	137
อ. เมือง	ต. ลำภู	(2)	—	192	N_6P_4	194	60	79	99	118	137

สถานที่			ชนิดของดิน	ผลผลิตของข้าวเปลือกเมื่อไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก. / ไร่	สูตรปุ๋ยเคมีที่แนะนำ*	ผลผลิตข้าวเปลือกที่เพิ่มขึ้นจากไม่ใส่ปุ๋ย ก.ก./ไร่	ผลกำไรเป็นบาทเมื่อหักค่าปุ๋ยแล้วโดยคิดจากราคาข้าวเปลือกระดับต่าง ๆ [1]				
							เกวียนละ 700 บาท	เกวียนละ 800 บาท	เกวียนละ 900 บาท	เกวียนละ 1,000 บาท	เกวียนละ 1,100 บาท
สงขลา									— บาทต่อไร่	—	
อ. เมือง	ต. พะวง	(3)	ดินร่วน	224 (1)	N_2	62	28	34	40	46	52
				(2)	N_6P_4	102	26	36	46	56	66

* **ชนิดและอัตราปุ๋ยที่ใช้ผสม**

N_2 = 2 ก.ก. N ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท (20 ٪ N) ในอัตรา 10 ก.ก. ต่อไร่

N_4 = 4 ก.ก. ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, 20 ,,

N_6 = 6 ก.ก. ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, 30 ,,

N_8 = 8 ก.ก. ,, ,, ,, ,, ,, ,, ,, 40 ,,

P_4 = 4 ก.ก. P_2O_5 ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยซูเปอร์ฟอสเฟท (20 ٪ P_2O_5) ในอัตรา 20 ก.ก. ต่อไร่

K_4 = 4 ก.ก. K_2O ต่อไร่ โดยใช้ปุ๋ยโปแตสเซียมคลอไรด์ (60 ٪ K_2O) ในอัตรา 6.7 ก.ก. ต่อไร่

[1] **ค่าปุ๋ย**

คิดจากราคาปุ๋ยเคมีที่กรมการข้าวจำหน่ายให้แก่ชาวนาในจังหวัดต่าง ๆ ในราคา ก.ก. ละ ๑.๕๐ บาทรวด (ปุ๋ยแอมโมเนียมซัลเฟท ซูเปอร์ฟอสเฟท โปแตสเซียมคลอไรด์)

ตารางที่ ๑๙ แสดงจำนวนผลิตของข้าวเปลือกเป็นถังต่อไร่ ที่จะต้องผลิตให้คุ้มค่าปุ๋ยเคมีเมื่อใช้ในอัตราต่าง ๆ กันในขณะที่ราคาปุ๋ยและราคาข้าวอยู่ในระดับราคาต่าง ๆ กัน

เมื่อราคาปุ๋ยที่ซื้อตันละ	ค่าปุ๋ยเมื่อใช้ในอัตราไร่ละ 40 ก.ก.	เมื่อข้าวเปลือก ๑ เกวียน มีราคาขายอยู่ในราคาระดับต่าง ๆ กันตามลำดับ						
		600 บาท	700 บาท	800 บาท	900 บาท	1,000 บาท	1,100 บาท	1,200 บาท
บาท	บาท	จำนวนข้าวเปลือก ถัง/ไร่ ที่จะต้องผลิตเพิ่มขึ้นให้พอคุ้มค่าปุ๋ย						
1,500	45	7.5	6.5	5.6	5.0	4.5	4.1	3.7
1,400	42	7.0	6.0	5.2	4.6	4.2	3.8	3.5
1,300	39	6.5	5.6	4.9	4.3	3.9	3.5	3.2
1,200	36	6.0	5.1	4.5	4.0	3.6	3.3	3.0
1,100	33	5.5	4.7	4.1	3.7	3.3	3.0	2.7
1,000	30	5.0	4.3	3.8	3.3	3.0	2.7	2.5
900	27	4.5	3.9	3.4	3.0	2.7	2.4	2.3
800	24	4.0	3.4	3.0	2.7	2.4	2.2	2.0
เมื่อราคาปุ๋ยที่ซื้อตันละ	ค่าปุ๋ยเมื่อใช้ในอัตราไร่ละ 40 ก.ก.							
1,500	60	10.0	8.6	7.5	6.7	6.0	5.4	5.0
1,400	56	9.3	8.0	7.0	6.2	5.6	5.1	4.5
1,300	52	8.7	7.4	6.5	5.8	5.2	4.7	4.3
1,200	48	8.0	6.9	6.0	5.3	4.8	4.4	4.0
1,100	44	7.3	6.3	5.5	4.9	4.4	4.0	3.7
1,000	40	6.7	5.7	5.0	4.4	4.0	3.7	3.3
900	36	6.0	5.1	4.5	4.0	3.6	3.3	3.0
800	32	5.3	4.6	4.0	3.6	3.2	2.9	2.7

ตารางที่ ๑๘ (ต่อ)

เมื่อราคาปุ๋ยที่ซื้อตันละ	ค่าปุ๋ยเมื่อใช้อัตราไร่ละ 50 ก.ก.	เมื่อข้าวเปลือก ๑ เกวียน มีราคาขายอยู่ในระดับราคาต่าง ๆ กันตามระดับ						
		600 บาท	700 บาท	800 บาท	900 บาท	1,000 บาบ	1,000 บาท	1,200 บาท
บาท	บาท	จำนวนข้าวเปลือก ถัง/ไร่ ที่จะต้องผลิตเพิ่มขึ้นให้พอคุ้มค่าปุ๋ย						
1,500	75	12.5	10.7	9.4	8.3	7.5	6.8	6.3
1,400	70	11.7	10.0	8.8	7.8	7.0	6.4	5.8
1,300	65	10.8	9.3	8.1	7.2	6.5	5.9	5.4
1,200	60	10.0	8.6	7.5	6.7	6.0	5.4	5.0
1,100	55	9.2	7.9	6.9	6.1	5.5	5.0	4.6
1,000	50	8.3	7.1	6.3	5.6	5.0	4.6	4.2
900	45	7.5	6.4	5.6	5.0	4.5	4.1	3.8
800	40	6.7	5.7	5.0	4.4	4.0	3.7	3.3
เมื่อราคาปุ๋ยที่ซื้อตันละ	ค่าปุ๋ยเมื่อใช้ในอัตราไร่ละ 60 ก.ก.							
1,500	90	15.0	12.9	11.3	10.0	9.0	8.2	7.5
1,400	84	14.0	12.0	10.5	9.4	8.4	7.6	7.0
1,300	78	13.0	11.1	9.8	8.7	7.8	7.1	6.5
1,200	72	12.0	10.3	9.0	8.0	7.2	6.6	6.0
1,100	66	11.0	9.4	8.3	7.3	6.6	6.0	5.5
1,000	60	10.0	8.6	7.5	6.7	6.0	5.4	5.0
900	54	9.0	7.7	6.8	6.0	5.4	4.9	4.5
800	48	8.0	6.9	6.0	5.3	4.8	4.4	4.0

หมายเหตุ : ปุ๋ย ๑ ตัน = ๑,๐๐๐ ก.ก.
ข้าวเปลือก ๑ เกวียน = ๑๐๐ ถัง
ข้าวเปลือก ๑ ถัง = ๑๐ ก.ก.

คำแนะนำประกอบวิธีใช้ตารางที่ ๑๔

ในการพิจารณาเกี่ยวกับอัตราปุ๋ยเคมีที่สมควรจะใช้เพื่อให้ได้รับกำไรตอบแทนคิดเป็นเงินบาทต่อไร่สูงที่สุดนั้น ก่อนอื่น ชาวนาจะต้องทราบราคาปุ๋ยที่ตนสามารถจะซื้อได้ และราคาข้าวเปลือกที่ขายกันอยู่ตามปกติในระยะเวลาต่าง ๆ หลังจากเสร็จฤดูกาลเก็บเกี่ยวแล้วในท้องถิ่นของตน เมื่อได้ทราบราคาปุ๋ยและราคาข้าวโดยประมาณแล้ว ก็จะใช้ประโยชน์ตารางแสดงจำนวนผลผลิตของข้าวเปลือกที่จะต้องผลิตเพิ่มขึ้นพอคุ้มค่าปุ๋ย นี้ โดยสามารถทราบในขั้นแรกได้จากตัวเลขว่าจะต้องผลิตข้าวเปลือกเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนกี่ถังต่อไร่ จึงจะได้เงินพอคุ้มกับเงินที่ลงทุนซื้อปุ๋ยมาใส่ และยังทราบต่อไปอีกว่า ผลผลิตที่คาดว่าจะได้รับเพิ่มขึ้นจากการใช้ปุ๋ยทั้งหมด เมื่อหักต้นทุนค่าปุ๋ยซึ่งคิดเป็นจำนวนข้าวเปลือกออกแล้ว จะเหลือปริมาณข้าวที่ขายได้คิดเป็นเงินกำไรกี่บาทต่อไร่

เนื่องจากราคาข้าวเปลือกและราคาปุ๋ยในแต่ละท้องถิ่น แต่ละปีหรือแม้แต่ในระยะเดือนต่าง ๆ ของปีอาจแตกต่างกันไปได้มาก ดังนั้นการใช้ตารางนี้พิจารณาก่อนการใช้ปุ๋ยนอกจากจะช่วยให้ประโยชน์อย่างมากแก่ชาวนาในการประมาณเงินที่จะได้รับ ตอบแทนหรือกำไรจากการใช้ปุ๋ยแต่ละอัตราแล้ว ยังช่วยให้สามารถทราบได้อีกแน่นอนว่า ขณะใดควรใช้ปุ๋ยอัตราต่ำและเมื่อใดควรใช้ปุ๋ยอัตราสูง จึงจะได้รับผลกำไรตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยต่อเนื้อที่ ๑ ไร่สูงที่สุด

ตัวอย่างเช่น ในคำแนะนำปุ๋ยซึ่งเป็นผลจากการทดลองปุ๋ยที่ อำเภอบางระจัน จังหวัดสิงห์บุรี ปรากฏมีดังนี้ :—

ผลผลิตไม่ใส่ปุ๋ย (นาปกติ) ได้ข้าว ๒๐ ถังต่อไร่

ผลผลิตเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา ๓๐ ก.ก. ต่อไร่ได้ข้าว ๒๗ ถังต่อไร่ หรือผลผลิตเพิ่มขึ้นไร่ละ ๗.๐ ถัง

ผลผลิตเมื่อใส่ปุ๋ยอัตรา ๖๐ ก.ก. ต่อไร่ได้ข้าว ๓๕ ถังต่อไร่ หรือผลผลิตเพิ่มขึ้นไร่ละ ๑๕.๐ ถัง

วิธีคำนวนกำไรจากการใช้ปุ๋ย และการพิจารณาอัตราปุ๋ยที่สมควรจะใช้โดยอาศัยดูจากผลการทดลองปุ๋ย และใช้ตาราง ๑๘ ประกอบ

ก. **ในขณะที่ปุ๋ยที่มีราคาตันละ ๑,๕๐๐ บาท และข้าวเปลือกมีราคาเกวียนละ ๗๐๐ บาท**

๑) เมื่อใช้ปุ๋ยอัตรา ๓๐ ก.ก. ต่อไร่ จะต้องผลิตข้าวเปลือกให้มากขึ้น ๖.๕ ถัง จึงจะคุ้มค่าปุ๋ย (ดูจากตารางที่ ๑๘)

∴ กำไรที่ได้จากการใช้ปุ๋ย ๓๐ ก.ก. = ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด — ผลผลิตที่พอคุ้มทุนค่าปุ๋ย ๓๐ ก.ก.

= ๘.๐ — ๖.๕ ถัง

= ๑.๕ ถังต่อไร่

ราคาข้าวเปลือกถังละ ๗ บาทจะได้กำไร = ๑๐.๕๐ บาทต่อไร่

๒) เมื่อใช้ปุ๋ยอัตรา ๖๐ ก.ก. ต่อไร่ จะต้องผลิตข้าวเปลือกเพิ่มขึ้น ๑๒.๙ ถังต่อไร่จึงจะคุ้มทุนค่าปุ๋ย (ดูจากตารางที่ ๑๘)

∴ กำไรที่จะได้จากการใช้ปุ๋ย ๖๐ ก.ก. = ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด — ผลผลิตที่พอคุ้มทุนค่าปุ๋ย ๖๐ ก.ก.

= ๑๔.๐ — ๑๒.๙ ถัง

= ๑.๑ ถังต่อไร่

ราคาข้าวเปลือกถังละ ๗ บาทจะได้กำไร = ๗.๗๐ บาทต่อไร่

ซึ่งผลที่ได้ดังกล่าวแสดงว่าในขณะที่ปุ๋ยมีราคาตันละ ๑,๕๐๐ บาท และข้าวเปลือกมีราคาเกวียนละ ๗๐๐ บาทนั้น การใช้ปุ๋ยในอัตราต่ำ ๓๐ ก.ก. ต่อไร่ ย่อมมีทางได้รับกำไรตอบแทนสูงกว่าการใช้ปุ๋ยในอัตราสูง ๖๐ ก.ก. ต่อไร่

ข. **ในขณะที่ปุ๋ยมีราคาตันละ ๑,๐๐๐ บาท และข้าวเปลือกมีราคาเกวียนละ ๘๐๐ บาท**

๑) เมื่อใช้ปุ๋ยอัตรา ๓๐ ก.ก. ต่อไร่ จะต้องผลิตข้าวเปลือกให้มากขึ้น ๓.๓ ถังต่อไร่จึงจะคุ้มทุนค่าปุ๋ย (ดูจากตารางที่ ๑๘)

∴ กำไรที่จะได้จากการใช้ปุ๋ย ๓๐ ก.ก. = ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด — ผลผลิตที่พอคุ้มทุนค่าปุ๋ย ๓๐ ก.ก.

= ๙.๐ — ๓.๓ ถัง

= ๕.๗ ถังต่อไร่

ราคาข้าวเปลือกถังละ ๙ บาทจะได้กำไร = ๕๒.๓๐ บาทต่อไร่

๒) เมื่อใช้ปุ๋ยอัตรา ๖๐ ก.ก. ต่อไร่ จะต้องผลิตข้าวเปลือกให้มากขึ้นไร่ละ ๖.๗ ถัง จึงจะคุ้มทุนค่าปุ๋ย (ดูจากตารางที่ ๑๙)

∴ กำไรที่จะได้จากการใช้ปุ๋ย ๖๐ ก.ก. = ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นทั้งหมด — ที่พอคุ้มทุนค่าปุ๋ย ๖๐ ก.ก.

= ๑๕.๐ — ๖.๗ ถัง

= ๗.๓ ถังต่อไร่

ราคาข้าวเปลือกถังละ ๙ บาทจะได้กำไร = ๖๕.๗๐ บาทต่อไร่

ในกรณีหลังนี้จะเห็นได้ว่าในขณะที่ปุ๋ยมีราคาต่ำลง (ราคาตันละ ๑,๐๐๐ บาท) และข้าวเปลือกมีราคาสูงขึ้น (ราคาเกวียนละ ๙๐๐ บาท) การใช้ปุ๋ยในอัตราสูง ๖๐ ก.ก. ย่อมจะได้รับกำไรคิดเป็นเงินต่อไร่สูงกว่าการใช้ปุ๋ยในอัตราต่ำ ๓๐ ก.ก. ต่อไร่ แม้จะอยู่ที่เดียวกัน คือ อำเภอบางระจัน.

อนันต์ โกเมศ
แผนกดินและปุ๋ย
กองวิทยาการ กรมการข้าว

Date Due		
22. NOV. 1973		
-9. JUL. 1974		
29. AUG. 1975		
-4. FEB. 1978		
17 MAR 82		
- 9 OCT 1989		
23 JUN 1999		

พิมพ์ที่ห้างหุ้นส่วนจำกัด การพิมพ์เกื้อกูล 159/7–8 ท่าเขียวไข่กา บางกระบือ พระนคร โทร. ๔๗๘๒๑ นายธวัชชัย ไชยชนะ ผู้พิมพ์และผู้โฆษณา ๒๕๐๕

631.82
กษต
น.2

เกษตร, กระทรวง กรมการข้าว

๖๓๑.๘๒
กษต
น.๒
๑๓๙๙๗

เกษตร, กระทรวง กรมการข้าว
กองวิทยาการ.
หลักการใช้ปุ๋ยเคมี.

631.82
กษต
ฉ.2

ศูนย์บริการเอกสารการวิจัยฯ

BT13897

หลักการใช้ปุ๋ยเคมี