

Số: 5148 /QĐ-BNN-BVTV

Hà Nội, ngày 31 tháng 12 năm 2019

QUYẾT ĐỊNH

**Ban hành tài liệu tập huấn khảo nghiệm, bồi dưỡng chuyên môn
và hướng dẫn sử dụng phân bón**

BỘ TRƯỞNG BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

Căn cứ Luật Trồng trọt ngày 19 tháng 11 năm 2018;

Căn cứ Nghị định số 15/2017/NĐ-CP ngày 17 tháng 02 năm 2017 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

Căn cứ Nghị định số 84/2019/NĐ-CP ngày 14 tháng 11 năm 2019 của Chính phủ quy định về quản lý phân bón;

Xét đề nghị của Cục trưởng Cục Bảo vệ thực vật;

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Ban hành kèm theo Quyết định này tài liệu tập huấn khảo nghiệm, bồi dưỡng chuyên môn và hướng dẫn sử dụng phân bón.

Điều 2. Quyết định này có hiệu lực kể từ ngày 01 tháng 01 năm 2020.

Điều 3. Chánh Văn phòng Bộ, Cục trưởng Cục Bảo vệ thực vật, Giám đốc Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn cấp tỉnh, Thủ trưởng các cơ quan, tổ chức và cá nhân có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:

- Như Điều 3;
- Bộ trưởng (để b/c);
- UBND các tỉnh, thành phố trực thuộc TƯ;
- Cổng thông tin điện tử Bộ NN&PTNT;
- Lưu: VT, BVTV.

**KT. BỘ TRƯỞNG
THỨ TRƯỞNG**



Lê Quốc Doanh



BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN



**TÀI LIỆU
TẬP HUẤN KHẢO NGHIỆM, BỒI DƯỠNG CHUYÊN MÔN
VÀ HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHÂN BÓN**

HÀ NỘI - 2019

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN



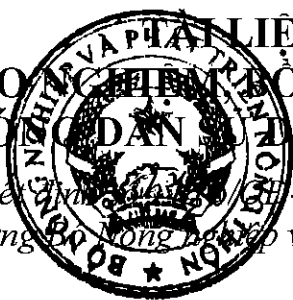
**TÀI LIỆU
TẬP HUẤN KHẢO NGHIỆM, BỒI DƯỠNG CHUYÊN MÔN
VÀ HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHÂN BÓN**

HÀ NỘI - 2019

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

TẬP HUẤN KHẢO SÁT TIỀN ĐIỀU DUỠNG CHUYÊN MÔN VÀ HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHÂN BÓN

*(Ban hành kèm theo Quyết định số 100/BNN-BVTV ngày 31 tháng 1 năm 2019
của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn)*



HÀ NỘI - 2019



MỤC LỤC

Chương I. Quy định chung về tập huấn khảo nghiệm, bồi dưỡng chuyên môn và hướng dẫn sử dụng phân bón	1
1. Tập huấn khảo nghiệm phân bón	1
1.1. Nội dung.....	1
1.2. Trách nhiệm tập huấn và cấp Giấy chứng nhận.....	2
1.3. Yêu cầu về cơ sở, giảng viên và học viên tham gia tập huấn	2
2. Tập huấn, bồi dưỡng chuyên môn về phân bón.....	2
2.1. Nội dung.....	2
2.2. Trách nhiệm tập huấn và cấp Giấy chứng nhận.....	3
2.3. Yêu cầu về cơ sở tập huấn, giảng viên và học viên	3
3. Hướng dẫn sử dụng.....	3
Chương II. Quy định của pháp luật hiện hành về phân bón	4
1. Văn bản quy phạm pháp luật hiện hành về phân bón	4
1.1. Văn bản quy phạm pháp luật quy định về quản lý phân bón.....	4
1.2. Văn bản quy phạm pháp luật liên quan đến lĩnh vực phân bón.....	4
1.3. Các tiêu chuẩn, quy chuẩn về phân bón.....	6
2. Một số nội dung cơ bản quy định về quản lý phân bón tại Luật Trồng trọt, Nghị định số 84/2019/NĐ-CP và Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón	6
Chương III. Kiến thức chuyên môn về phân bón	14
1. Phân loại phân bón	14
2. Phân bón và dinh dưỡng cây trồng	17
2.1. Vai trò của các yếu tố dinh dưỡng đối với cây trồng.....	17
2.1.1. Dinh dưỡng đa lượng	17
2.1.2. Dinh dưỡng trung lượng	22
2.1.3. Vai trò của các nguyên tố vi lượng, nguyên tố đất hiếm và các nguyên tố khác	25
2.2. Vai trò sinh lý của axit amin và chất điều hòa sinh trưởng đối với đời sống thực vật.....	29
2.2.1. Vai trò sinh lý của axit amin	29
2.2.2. Vai trò sinh lý của các chất điều hòa sinh trưởng.....	30
2.3. Cơ chế hút dinh dưỡng của cây và những định luật có liên quan đến dinh dưỡng của cây.....	30
2.3.1. Cơ chế hút dinh dưỡng của cây.....	30
2.3.2. Những định luật có liên quan đến dinh dưỡng của cây	31
3. Đất, phân bón và cây trồng	35

3.1. Tổng quan đất Việt Nam trong sản xuất nông nghiệp	35
3.2. Tính chất một số loại đất chính.....	36
3.2.1. Tính chất lý học	36
3.2.2. Tính chất hóa học.....	37
3.2.3. Tính chất sinh học.....	38
3.3. Độ phì nhiêu của một số loại đất chính	38
3.3.1 Nhóm đất vùng đồng bằng.....	38
3.3.2. Nhóm đất trung du và đồi núi	41
3.4. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng đất-phương pháp phân tích và thang đánh giá..	44
3.4.1. Thành phần cation trao đổi	44
3.4.2. pH đất.....	45
3.4.3. Cácbon hữu cơ tổng số.....	45
3.4.4. Đạm tổng số	46
3.4.5. Hàm lượng lân (tổng số và dễ tiêu).....	46
3.4.6. Hàm lượng kali (tổng số và dễ tiêu)	46
3.4.7. Bazo trao đổi.....	47
3.4.8. Dung lượng cation trao đổi trong đất.....	47
4. Hướng dẫn sử dụng phân bón	47
4.1. Bón phân cân đối, hợp lý	47
4.1.1. Khái niệm.....	47
4.1.2. Nội dung bón phân cân đối, hợp lý.....	48
4.1.3. Vai trò, tác dụng của bón phân cân đối, hợp lý	51
4.2. An toàn trong bảo quản và sử dụng phân bón	52
4.2.1. Tại sao phải an toàn trong bảo quản và sử dụng phân.....	52
4.2.2. Thế nào là an toàn trong bảo quản phân bón	52
4.2.3. Thế nào là an toàn trong sử dụng phân bón.....	53
4.2.4. Quan hệ giữa an toàn trong bảo quản và sử dụng phân bón với nâng cao hiệu lực sử dụng phân bón.....	53
4.2.5. Một số chú ý trong bảo quản và sử dụng phân bón	53
4.2.6. Tổ chức bảo vệ hàng hóa nói chung và phân bón nói riêng	58
4.2.7. Phòng chống lụt bão, thiên tai, sự cố môi trường.....	59
4.2.8. An toàn trong sử dụng phân bón nói chung và phân bón vi sinh vật nói riêng ..	59
4.3. Phương pháp đánh giá và giải pháp nâng cao hiệu quả phân bón	61
4.3.1. Phương pháp đánh giá hiệu quả sử dụng phân bón	61
4.3.2. Các giải pháp nâng cao hiệu quả phân bón.....	65

Chương IV. Khảo nghiệm phân bón	74
1. Nguyên tắc chung về khảo nghiệm phân bón	74
2. Một số nội dung cơ bản của Tiêu chuẩn quốc gia về khảo nghiệm phân bón	75
3. Nguyên tắc lấy mẫu đất trồng trọt trong các hoạt động nghiên cứu, khảo nghiệm phân bón	81
3.1. Yêu cầu chung của lấy mẫu đất	81
3.2. Dụng cụ, thiết bị và vật chứa mẫu đất	81
3.3. Các bước tiến hành lấy mẫu	82
3.3.1. Xác định vị trí lấy mẫu	82
3.3.2. Xác định độ sâu tối đa lấy mẫu	85
3.3.3. Cách lấy mẫu đơn	85
3.3.4. Tạo mẫu hỗn hợp, mẫu phòng thử nghiệm, mẫu lưu	87
3.3.5. Ghi nhãn và niêm phong	88
3.3.6. Bảo quản và vận chuyển	88
3.3.7. Lập biên bản lấy mẫu	88
3.4. Nguyên tắc xác định số mẫu chung đại diện dựa vào diện tích và tính đồng nhất của khu đất lấy mẫu	89
3.5. Nguyên tắc xác định số mẫu đơn tạo thành mẫu chung	89
3.6. Khối lượng mẫu phòng thử nghiệm và mẫu đơn tối thiểu	90
4. Bố trí và phân tích kết quả thí nghiệm	91
4.1. Bố trí thí nghiệm 1 nhân tố	91
4.1.1. Sắp xếp tuần tự	91
4.1.2. Sắp xếp hoàn toàn ngẫu nhiên	92
4.1.3. Bố trí kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ	92
4.1.4. Bố trí ô vuông la tinh (LS: Latin Square)	93
4.2. Bố trí thí nghiệm 2 nhân tố	93
4.2.1. Kiểu tổ hợp hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD)	93
4.2.2. Kiểu tổ hợp khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB)	93
4.2.3. Kiểu chia ô lớn ô nhỏ (Split-plot)	93
4.2.4. Bố trí thí nghiệm kiểu chia băng (Strip-Plot hay Criss Cross)	94
4.3. Bố trí thí nghiệm 3 nhân tố	95
4.4. Mô hình phân tích kết quả thí nghiệm 1 nhân tố	95
4.4.1. Kiểu thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD)	95
4.4.2. Kiểu thiết kế khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB)	99
4.4.3. Phân tích kết quả của thí nghiệm thiết kế theo kiểu ô vuông La tinh (LS)	102

4.5. Phân tích kết quả thí nghiệm 2 nhân tố.....	107
4.5.1. Thí nghiệm 2 nhân tố thiết kế tổ hợp khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB).....	107
4.5.2. Phân tích kết quả thí nghiệm thiết kế chia ô lớn ô nhỏ (Split-Plot).....	112
5. Phương pháp theo dõi, thu thập các chỉ tiêu đánh giá cây trồng	131
5.1. Phương pháp theo dõi, thu thập các chỉ tiêu đánh giá cây hằng năm.....	131
5.1.1. Nhóm cây lương thực.....	131
5.1.2. Cây rau	147
5.1.3. Cây công nghiệp ngắn ngày	156
5.2. Phương pháp theo dõi, thu thập các chỉ tiêu đánh giá cây lâu năm.....	169
5.2.1. Cây cam quýt (cây ăn quả).....	169
5.2.2. Cây cà phê.....	169
6. Lấy mẫu phân bón.....	170
6.1. Phương pháp lấy mẫu	170
6.2. Hướng dẫn thực hành.....	170
6.2.1. Thực hành lấy mẫu tại cơ sở sản xuất.....	170
6.2.2. Thực hành lấy mẫu tại cửa hàng buôn bán phân bón	171
Phụ lục	173
Mẫu số 01	173
Mẫu số 02.....	174
Tài liệu tham khảo	175

Chương I

QUY ĐỊNH CHUNG VỀ TẬP HUẤN KHẢO NGHIỆM, BỒI DƯỠNG CHUYÊN MÔN VÀ HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHÂN BÓN

Thực hiện Luật Trồng trọt năm 2018, Nghị định số 84/2019/NĐ-CP ngày 14 tháng 11 năm 2019 của Chính phủ quy định về quản lý phân bón, Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn ban hành tài liệu tập huấn khảo nghiệm, bồi dưỡng chuyên môn và hướng dẫn sử dụng phân bón. Quy định chung về nội dung tập huấn khảo nghiệm, bồi dưỡng chuyên môn và hướng dẫn sử dụng phân bón bao gồm:

1. Tập huấn khảo nghiệm phân bón

1.1. Nội dung

Nội dung tập huấn khảo nghiệm phân bón bao gồm 3 phần (Lý thuyết, thực hành và kiểm tra cuối khóa) và được tập huấn trong thời gian 10 ngày (8 tiết/ngày, 4 tiết/buổi).

Phần 1. Lý thuyết (06 ngày)

1. Các quy định của pháp luật hiện hành về phân bón (Chương II):

(1) Các văn bản quy phạm pháp luật hiện hành về phân bón;

(2) Một số nội dung cơ bản quy định về quản lý phân bón.

2. Kiến thức chuyên môn về phân bón (Chương III):

(1) Phân loại phân bón;

(2) Phân bón và dinh dưỡng cây trồng;

(3) Đất, phân bón và cây trồng;

(4) Hướng dẫn sử dụng phân bón.

3. Khảo nghiệm phân bón (Chương IV):

(1) Nguyên tắc chung về khảo nghiệm phân bón;

(2) Một số nội dung cơ bản của tiêu chuẩn quốc gia về khảo nghiệm phân bón;

(3) Nguyên tắc lấy mẫu đất trồng trọt trong các hoạt động nghiên cứu, khảo nghiệm;

(4) Bố trí và phân tích kết quả thí nghiệm;

(5) Phương pháp theo dõi, thu thập các chỉ tiêu đánh giá cây trồng;

(6) Phương pháp lấy mẫu phân bón.

Phần 2. Thực hành (03 ngày)

1. Bố trí thí nghiệm trên đồng ruộng, lấy mẫu đất, thu thập các chỉ tiêu đánh giá về cây trồng đối với cây hàng năm;

2. *Bố trí thí nghiệm trên đồng ruộng, lấy mẫu đất, thu thập các chỉ tiêu đánh giá về cây trồng đối với cây lâu năm;*

3. *Lấy mẫu phân bón.*

Phần 3. Ôn tập và kiểm tra (01 ngày)

Học viên tham gia tối thiểu 40 tiết tập huấn lý thuyết và tham gia đầy đủ số buổi tập huấn thực hành được tham dự kiểm tra cuối khóa.

1.2. Trách nhiệm tập huấn và cấp Giấy chứng nhận

Cục Bảo vệ thực vật chủ trì, phối hợp với các trường, viện tổ chức tập huấn và cấp Giấy chứng nhận tập huấn khảo nghiệm phân bón (theo mẫu số 01 của tài liệu này) đối với học viên có kết quả bài kiểm tra cuối khóa đạt trên 50% điểm tuyệt đối.

1.3. Yêu cầu về cơ sở, giảng viên và học viên tham gia tập huấn

Cơ sở tập huấn phải có đủ điều kiện về cơ sở vật chất, trang thiết bị phục vụ cho việc tập huấn về lý thuyết và thực hành đáp ứng yêu cầu về nội dung tập huấn và số lượng học viên tham dự.

Giảng viên tập huấn phải có trình độ thạc sỹ trở lên và có ít nhất 3 năm kinh nghiệm về nội dung được mời tham gia giảng dạy.

Học viên tham gia tập huấn phải có trình độ đại học trở lên một trong các chuyên ngành về lĩnh vực trồng trọt, bảo vệ thực vật, nông hóa thổ nhưỡng, nông học, hóa học, sinh học (viên chức hoặc hợp đồng lao động không xác định thời hạn hoặc hợp đồng lao động xác định thời hạn tối thiểu 12 tháng).

2. Tập huấn, bồi dưỡng chuyên môn về phân bón

2.1. Nội dung

Nội dung tập huấn, bồi dưỡng chuyên môn về phân bón gồm 3 phần (Lý thuyết, thực hành và kiểm tra cuối khóa) và được tập huấn trong thời gian 3 ngày (8 tiết/ngày, 4 tiết/buổi).

Phần 1. Lý thuyết (1,5 ngày)

1. Các quy định của pháp luật hiện hành về phân bón (Chương II)

(1) *Các văn bản quy phạm pháp luật hiện hành về phân bón;*

(2) *Một số nội dung cơ bản quy định về quản lý phân bón.*

2. Kiến thức chuyên môn về phân bón (Chương III)

(1) *Phân loại phân bón;*

(2) *Phân bón và dinh dưỡng cây trồng;*

(3) *Đất, phân bón và cây trồng;*

(4) *Hướng dẫn sử dụng phân bón.*

Phần 2. Đi thực tế (01 ngày)

Thăm quan, học tập cách bảo quản phân bón thực tế tại cơ sở sản xuất hoặc kho chứa phân bón;

Thăm quan, học tập cách sử dụng, phương pháp bón phân thực tế trên đồng ruộng.

Phần 3. Ôn tập và kiểm tra (1/2 ngày)

Học viên tham gia tối thiểu 10 tiết tập huấn lý thuyết và tham gia đầy đủ số buổi đi thực tế được tham dự kiểm tra cuối khoá.

2.2. Trách nhiệm tập huấn và cấp Giấy chứng nhận

Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn cấp tỉnh hoặc Chi cục Trồng trọt và Bảo vệ thực vật/cơ quan chuyên ngành bảo vệ và kiểm dịch thực vật chủ trì, phối hợp với các hiệp hội, hội về phân bón, doanh nghiệp tổ chức tập huấn, bồi dưỡng chuyên môn về phân bón cho người trực tiếp buôn bán phân bón theo quy định tại điểm c khoản 2 Điều 42 Luật Trồng trọt và các tổ chức, cá nhân có nhu cầu; cấp Giấy chứng nhận tập huấn, bồi dưỡng chuyên môn về phân bón (theo mẫu số 02 của Tài liệu này) đối với học viên có kết quả bài kiểm tra cuối khoá đạt trên 50% điểm tuyệt đối.

2.3. Yêu cầu về cơ sở tập huấn, giảng viên và học viên

Cơ sở tập huấn, bồi dưỡng chuyên môn về phân bón phải có đủ điều kiện về cơ sở vật chất, trang thiết bị phục vụ cho việc tập huấn về lý thuyết và đi thực tế đáp ứng yêu cầu về nội dung tập huấn và số lượng học viên tham dự.

Giảng viên tập huấn phải có trình độ đại học trở lên và có ít nhất 3 năm kinh nghiệm về nội dung được mời tham gia giảng dạy.

Tổ chức, cá nhân có nhu cầu tập huấn, bồi dưỡng chuyên môn về phân bón đăng ký với Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn hoặc Chi cục Trồng trọt và Bảo vệ thực vật/cơ quan chuyên ngành bảo vệ và kiểm dịch thực vật tại địa phương để tham gia tập huấn.

3. Hướng dẫn sử dụng

Căn cứ vào điều kiện thực tế về đất đai, khí hậu, cây trồng và hướng dẫn sử dụng của nhà sản xuất, các tổ chức, cá nhân sử dụng phân bón bảo đảm hiệu quả, an toàn cho người, vật nuôi, môi trường, an toàn thực phẩm theo nguyên tắc đúng loại đất, đúng loại cây, đúng liều lượng, đúng thời điểm, đúng cách theo hướng dẫn tại mục 4 “Hướng dẫn sử dụng phân bón” Chương III của Tài liệu này.

Chương II

QUY ĐỊNH CỦA PHÁP LUẬT HIỆN HÀNH VỀ PHÂN BÓN

1. Văn bản quy phạm pháp luật hiện hành về phân bón

1.1. Văn bản quy phạm pháp luật quy định về quản lý phân bón

(1) Luật Trồng trọt năm 2018.

(2) Nghị định số 84/2019/NĐ-CP ngày 14/11/2019 của Chính phủ quy định về quản lý phân bón.

(3) Thông tư số 09/2019/TT-BNNPTNT ngày 27/8/2019 của Bộ Nông nghiệp và PTNT ban hành quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón (QCVN 01-189:2019/BNNPTNT).

1.2. Văn bản quy phạm pháp luật liên quan đến lĩnh vực phân bón

a) Về chất lượng sản phẩm hàng hóa

(1) Luật chất lượng sản phẩm hàng hóa năm 2007.

(2) Nghị định số 74/2018/NĐ-CP ngày 15/5/2018 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 132/2008/NĐ-CP.

(3) Nghị định số 154/2018/NĐ-CP ngày 09/11/2018 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung, bãi bỏ một số quy định về điều kiện đầu tư, kinh doanh trong lĩnh vực quản lý nhà nước của Bộ Khoa học và Công nghệ và một số quy định về kiểm tra chuyên ngành.

(4) Nghị định số 107/2016/NĐ-CP ngày 01/7/2016 của Chính phủ quy định về điều kiện kinh doanh doanh dịch vụ đánh giá sự phù hợp.

(5) Nghị định số 67/2009/NĐ-CP ngày 03/8/2009 của Chính phủ sửa đổi một số điều của Nghị định số 127/2007/NĐ-CP và Nghị định số 132/2008/NĐ-CP.

(6) Nghị định số 132/2008/NĐ-CP ngày 31/12/2008 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Chất lượng sản phẩm, hàng hóa.

(7) Thông tư số 26/2012/TT-BKHCN ngày 12/12/2012 của Bộ Khoa học và Công nghệ quy định việc kiểm tra nhà nước về chất lượng hàng hóa lưu thông trên thị trường.

(8) Thông tư số 12/2017/TT-BKHCN ngày 28/9/2017 của Bộ Khoa học và Công nghệ sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư số 26/2012/TT-BKHCN.

b) Về tiêu chuẩn, quy chuẩn

(1) Luật Tiêu chuẩn và quy chuẩn kỹ thuật năm 2006 (Luật số 68/2006/QH11 ngày 29/6 /2006).

(2) Nghị định số 78/2018/NĐ-CP ngày 16/5/2018 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 127/2007/NĐ-CP.

(3) Nghị định số 67/2009/NĐ-CP ngày 03/8/2009 của Chính phủ sửa đổi một số điều của Nghị định số 127/2007/NĐ-CP và Nghị định số 132/2008/NĐ-CP.

(4) Nghị định số 127/2007/NĐ-CP ngày 01/8/2007 của Chính phủ quy định chi tiết thi hành một số điều của Luật Tiêu chuẩn và Quy chuẩn kỹ thuật.

(5) Thông tư số 28/2012/TT-BKHCN ngày 12/12/2012 của Bộ Khoa học và Công nghệ quy định về công bố hợp chuẩn, công bố hợp quy và phương thức đánh giá sự phù hợp với tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật.

(6) Thông tư số 02/2017/TT-BKHCN, ngày 31/3/2017 của Bộ Khoa học và Công nghệ sửa đổi, bổ sung một số điều của Thông tư số 28/2012/TT-BKHCN.

c) Về xử phạt vi phạm hành chính

(1) Luật xử lý vi phạm hành chính năm 2012 (Luật số 15/2012/QH13 ngày 20/6/2012).

(2) Nghị định số 55/2018/NĐ-CP ngày 16/4/2018 của Chính phủ quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực phân bón.

(3) Nghị định số 119/2017/NĐ-CP ngày 01/11/2017 của Chính phủ Quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực tiêu chuẩn, đo lường và chất lượng sản phẩm, hàng hóa.

(4) Nghị định số 97/2017/NĐ-CP ngày 18/8/2017 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 81/2013/NĐ-CP.

(5) Nghị định số 28/2017/NĐ-CP ngày 20/3/2017 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 131/2013/NĐ-CP và Nghị định số 158/2013/NĐ-CP.

(6) Nghị định số 155/2016/NĐ-CP ngày 18/11/2016 của Chính phủ quy định về xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực bảo vệ môi trường.

(7) Nghị định số 45/2016/NĐ-CP ngày 26/5/2016 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 127/2013/NĐ-CP (Xử phạt VPHC đối với hành vi vi phạm trong nhập khẩu phân bón chưa thông quan).

(8) Nghị định số 49/2016/NĐ-CP ngày 27/5/2016 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 109/2013/NĐ-CP.

(9) Nghị định số 124/2015/NĐ-CP ngày 19/11/2015 của Chính phủ sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 185/2013/NĐ-CP.

(10) Nghị định số 185/2013/NĐ-CP ngày 15/11/2013 của Chính phủ quy định xử phạt vi phạm hành chính trong hoạt động thương mại, sản xuất, buôn bán hàng giả, hàng cấm và bảo vệ quyền lợi người tiêu dùng.

(11) Nghị định số 167/2013/NĐ-CP ngày 12/11/2013 của Chính phủ quy định xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực an ninh, trật tự, an toàn xã hội; phòng, chống tệ nạn xã hội; phòng cháy và chữa cháy; phòng, chống bạo lực gia đình.

(12) Nghị định số 158/2013/NĐ-CP ngày 12/11/2013 của Chính phủ quy định xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực văn hóa, thể thao, du lịch và quảng cáo.

(13) Nghị định số 127/2013/NĐ-CP ngày 15/10/2013 của Chính phủ quy định xử phạt vi phạm hành chính và cưỡng chế thi hành quyết định hành chính trong lĩnh vực hải quan (xử phạt VPHC đối với hành vi vi phạm trong nhập khẩu phân bón chưa thông quan).

(14) Nghị định số 109/2013/NĐ-CP ngày 24/09/2013 của Chính phủ quy định xử phạt vi phạm hành chính trong lĩnh vực quản lý giá, phí, lệ phí, hóa đơn.

(15) Nghị định số 81/2013/NĐ-CP ngày 19/7/2013 của Chính phủ Quy định chi tiết một số điều và biện pháp thi hành Luật Xử lý vi phạm hành chính.

d) Văn bản quy phạm pháp luật về nhãn hàng hóa

(1) Nghị định số 43/2017/NĐ-CP ngày 14/4/2017 của Chính phủ về nhãn hàng hóa.

(2) Thông tư số 05/2019/TT-BKHHCN ngày 26/6/2019 của Bộ Khoa học và Công nghệ quy định chi tiết thi hành một số điều của Nghị định số 43/2017/NĐ-CP ngày 14 tháng 4 năm 2017 của Chính phủ về nhãn hàng hóa.

1.3. Các tiêu chuẩn, quy chuẩn về phân bón

(1) QCVN 01-189:2019/BNNPTNT về chất lượng phân bón.

(2) TCVN 9486:2018 Phân bón - Phương pháp lấy mẫu.

(3) TCVN 12105:2018 Phân bón vi sinh vật - Lấy mẫu.

(4) TCVN 12719:2019 Khảo nghiệm phân bón cho cây trồng hằng năm.

(5) TCVN 12720:2019 Khảo nghiệm phân bón cho cây trồng lâu năm.

(6) TCVN về phương pháp thử các chỉ tiêu chất lượng phân bón (chi tiết tại QCVN 01-189:2019/BNNPTNT).

2. Một số nội dung cơ bản quy định về quản lý phân bón tại Luật Trồng trọt, Nghị định số 84/2019/NĐ-CP và Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón

Luật Trồng trọt được Quốc hội thông qua ngày 19 tháng 11 năm 2018, có hiệu lực kể từ ngày 01 tháng 01 năm 2020 bao gồm 7 Chương, 85 Điều:

Chương I - Những quy định chung (từ Điều 1 đến Điều 9);

Chương II - Giống cây trồng (từ Điều 10 đến Điều 35);

Chương III - Phân bón (từ Điều 36 đến Điều 54);

Chương IV - Canh tác (từ Điều 55 đến Điều 74);

Chương V - Thu hoạch, sơ chế, bảo quản, chế biến, thương mại và quản lý chất lượng sản phẩm cây trồng (từ Điều 75 đến Điều 81);

Chương VI - Quản lý nhà nước về hoạt động trồng trọt (từ Điều 82 đến

Điều 83);

Chương VII - Điều khoản thi hành (từ Điều 84 đến Điều 85).

Nghị định số 84/2019/NĐ-CP quy định chi tiết một số điều tại Chương III của Luật Trồng trọt bao gồm 6 Chương, 29 Điều:

Chương I - Quy định chung (từ Điều 1 đến Điều 4);

Chương II - Cấp, cấp lại, gia hạn, hủy bỏ quyết định công nhận phân bón lưu hành và quyết định công nhận tổ chức khảo nghiệm phân bón (từ Điều 5 đến Điều 11);

Chương III - Cấp, cấp lại, thu hồi giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất, buôn bán phân bón (từ Điều 12 đến Điều 18);

Chương IV - Nhập khẩu phân bón, kiểm tra nhà nước về nhập khẩu phân bón, lấy mẫu và quảng cáo phân bón (từ Điều 19 đến Điều 24);

Chương V - Trách nhiệm quản lý nhà nước về phân bón (từ Điều 25 đến Điều 26);

Chương VI - Điều khoản thi hành (từ Điều 27 đến Điều 29).

Một số nội dung cơ bản quy định về quản lý phân bón tại Luật Trồng trọt, Nghị định số 84/2019/NĐ-CP và Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng phân bón như sau:

a) Về phân loại phân bón

Phân bón được phân loại thành 03 nhóm bao gồm nhóm phân bón hóa học (còn gọi là phân bón vô cơ), nhóm phân bón hữu cơ và nhóm phân bón sinh học (Điều 3 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP). Mỗi nhóm phân bón được phân loại chi tiết trong quy chuẩn kỹ thuật quốc gia QCVN 01-189:2019/BNNPTNT ban hành kèm theo Thông tư số 09/2019/TT-BNNPTNT ngày 27/8/2019 của Bộ trưởng Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn căn cứ theo thành phần, hàm lượng hoặc chức năng của chỉ tiêu chất lượng chính.

b) Về công nhận phân bón lưu hành

- Phân bón là hàng hóa kinh doanh có điều kiện và phải được cấp Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam trừ phân bón hữu cơ được sản xuất để sử dụng không vì mục đích thương mại, phân bón được nhập khẩu quy định tại khoản 2 Điều 44 của Luật Trồng trọt; phân bón được sản xuất để xuất khẩu theo hợp đồng với tổ chức, cá nhân nước ngoài (Điều 36 Luật Trồng trọt).

- Phân bón phải được khảo nghiệm trước khi được công nhận lưu hành trừ các loại phân bón không phải khảo nghiệm (Điều 39 Luật Trồng trọt). Các loại phân bón không phải khảo nghiệm bao gồm (1) phân bón hữu cơ sử dụng để bón rẫy có thành phần chỉ là chất hữu cơ tự nhiên, đáp ứng chỉ tiêu chất lượng theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia; (2) phân bón vô cơ đơn sử dụng để bón rẫy có thành phần chỉ chứa đạm (N) hoặc lân (P) hoặc kali (K), đáp ứng chỉ tiêu chất lượng theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia; (3) phân bón vô cơ phức hợp sử dụng để bón rẫy trong thành phần chỉ chứa các nguyên tố dinh dưỡng đạm (N), lân (P), kali (K)

được liên kết với nhau bằng các liên kết hóa học, đáp ứng chỉ tiêu chất lượng theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia; (4) phân bón được cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền công nhận là tiên bộ kỹ thuật.

c) Về khảo nghiệm phân bón

- Việc khảo nghiệm phân bón thực hiện theo tiêu chuẩn quốc gia (TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019) do tổ chức được công nhận đủ điều kiện thực hiện khảo nghiệm (Điều 39 Luật Trồng trọt). Tổ chức khảo nghiệm phân bón phải bảo đảm các điều kiện sau đây (Điều 40 Luật Trồng trọt, Điều 9 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP):

(1) Người trực tiếp phụ trách khảo nghiệm và người thực hiện khảo nghiệm phải có trình độ từ đại học trở lên thuộc một trong các chuyên ngành về trồng trọt, bảo vệ thực vật, nông hóa thổ nhưỡng, khoa học đất, nông học, hóa học, sinh học và phải tham gia tập huấn khảo nghiệm phân bón theo hướng dẫn của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

(2) Tổ chức khảo nghiệm phân bón phải có đủ số lượng nhân lực thực hiện khảo nghiệm trong đó, ngoài người trực tiếp phụ trách khảo nghiệm phải có tối thiểu 05 nhân lực chính thức thực hiện khảo nghiệm (viên chức hoặc hợp đồng lao động không xác định thời hạn hoặc hợp đồng lao động xác định thời hạn tối thiểu 12 tháng);

(3) Có đầy đủ cơ sở vật chất, trang thiết bị theo tiêu chuẩn quốc gia về khảo nghiệm phân bón (TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019).

- Tổ chức khảo nghiệm phân bón có quyền (1) tiến hành khảo nghiệm phân bón trên cơ sở hợp đồng với tổ chức, cá nhân đề nghị; (2) được thanh toán chi phí khảo nghiệm phân bón trên cơ sở hợp đồng với tổ chức, cá nhân đề nghị. Và có nghĩa vụ (1) đáp ứng điều kiện quy định tại Điều 40 Luật Trồng trọt, Điều 9 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP; (2) thực hiện khảo nghiệm phân bón khách quan, chính xác; (3) tuân thủ đúng tiêu chuẩn, quy trình kỹ thuật và yêu cầu khảo nghiệm; (4) báo cáo kết quả khảo nghiệm và chịu trách nhiệm trước pháp luật về kết quả khảo nghiệm; (5) lưu giữ nhật ký đồng ruộng, số liệu thô, đề cương khảo nghiệm, báo cáo kết quả khảo nghiệm trong thời gian là 05 năm kể từ ngày kết thúc khảo nghiệm; (6) chấp hành việc thanh tra, kiểm tra, giám sát hoạt động khảo nghiệm của cơ quan nhà nước có thẩm quyền; (7) bồi thường thiệt hại theo quy định của pháp luật; (8) gửi đề cương khảo nghiệm phân bón cho cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền nơi khảo nghiệm trước khi tiến hành khảo nghiệm; (9) hằng năm, báo cáo kết quả hoạt động khảo nghiệm phân bón với Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn hoặc báo cáo đột xuất theo yêu cầu (Điều 52 Luật Trồng trọt).

d) Về sản xuất phân bón

- Tổ chức, cá nhân sản xuất phân bón phải có Giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất phân bón và điều kiện cấp Giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất phân bón (Điều 41 Luật Trồng trọt, Điều 12 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP) bao gồm:

Có địa điểm sản xuất, diện tích nhà xưởng phù hợp với quy mô sản xuất; Khu sản xuất có tường, rào ngăn cách với bên ngoài; có nhà xưởng kết cấu vững chắc; tường, trần, vách ngăn, cửa bảo đảm yêu cầu về kiểm soát chất lượng;

Có dây chuyền, máy móc, thiết bị phù hợp với quy trình sản xuất từng loại, dạng phân bón: Dây chuyền, máy móc, thiết bị sản xuất phân bón phải phù hợp với quy trình sản xuất từng loại phân bón, dạng phân bón quy định tại Phụ lục II ban hành kèm theo Nghị định này;

Có phòng thử nghiệm hoặc có hợp đồng với tổ chức thử nghiệm được chỉ định để đánh giá các chỉ tiêu chất lượng phân bón do mình sản xuất: Có phòng thử nghiệm được công nhận phù hợp với tiêu chuẩn ISO 17025 hoặc có hợp đồng với tổ chức thử nghiệm được chỉ định theo quy định của pháp luật về chất lượng sản phẩm, hàng hóa trừ các cơ sở chỉ hoạt động đóng gói phân bón;

Có hệ thống quản lý chất lượng phù hợp và được cập nhật với tiêu chuẩn do tổ chức tiêu chuẩn hóa quốc tế ban hành về quản lý chất lượng: Có hệ thống quản lý chất lượng được công nhận phù hợp với ISO 9001 hoặc tương đương, đối với cơ sở mới thành lập, muộn nhất sau 01 năm kể từ ngày cấp Giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất phân bón;

Có khu vực chứa nguyên liệu và khu vực thành phẩm riêng biệt;

Người trực tiếp điều hành sản xuất phải có trình độ từ đại học trở lên thuộc một trong các chuyên ngành về trồng trọt, bảo vệ thực vật, nông hóa thú nhưỡng, khoa học đất, nông học, hóa học, sinh học.

- Giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất phân bón có thời hạn là 05 năm và được cấp lại (Điều 41 Luật Trồng trọt).

- Tổ chức, cá nhân buôn bán phân bón phải có Giấy chứng nhận đủ điều kiện buôn bán phân bón; trường hợp buôn bán phân bón do mình sản xuất thì không phải có Giấy chứng nhận đủ điều kiện buôn bán phân bón. Điều kiện cấp Giấy chứng nhận đủ điều kiện buôn bán phân bón (Điều 42 Luật Trồng trọt) bao gồm:

Có địa điểm giao dịch hợp pháp, rõ ràng;

Có đầy đủ hồ sơ, giấy tờ truy xuất nguồn gốc phân bón theo quy định;

Người trực tiếp buôn bán phân bón phải được tập huấn, bồi dưỡng chuyên môn về phân bón theo hướng dẫn của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, trừ trường hợp đã có trình độ từ trung cấp trở lên thuộc một trong các chuyên ngành về trồng trọt, bảo vệ thực vật, nông hóa thú nhưỡng, khoa học đất, nông học, hóa học, sinh học.

- Việc xuất khẩu phân bón thực hiện theo quy định của pháp luật về thương mại, quản lý ngoại thương hoặc theo yêu cầu của nước nhập khẩu (Điều 43 Luật Trồng trọt).

đ) Về nhập khẩu phân bón

Tổ chức, cá nhân có phân bón đã được cấp Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam được nhập khẩu hoặc ủy quyền nhập khẩu phân bón

trong Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam và không cần Giấy phép nhập khẩu phân bón, trường hợp ủy quyền nhập khẩu thì tổ chức, cá nhân nhận ủy quyền phải xuất trình giấy ủy quyền của tổ chức, cá nhân có phân bón đã được cấp Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam cho cơ quan Hải quan, cơ quan kiểm tra nhà nước (Điều 44 Luật Trồng trọt và Điều 19 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP). Trường hợp nhập khẩu phân bón chưa được công nhận lưu hành tại Việt Nam phải có Giấy phép nhập khẩu phân bón bao gồm:

Phân bón để khảo nghiệm;

Phân bón dùng cho sân thể thao, khu vui chơi giải trí;

Phân bón sử dụng trong dự án của nước ngoài tại Việt Nam;

Phân bón làm quà tặng, làm hàng mẫu;

Phân bón tham gia hội chợ, triển lãm;

Phân bón phục vụ nghiên cứu khoa học;

Phân bón làm nguyên liệu để sản xuất phân bón khác;

Phân bón tạm nhập, tái xuất hoặc phân bón quá cảnh hoặc chuyển khẩu qua cửa khẩu Việt Nam; phân bón gửi kho ngoại quan; phân bón nhập khẩu vào khu chế xuất.

Ngoài các giấy tờ, tài liệu theo quy định về nhập khẩu hàng hóa thì tổ chức, cá nhân nhập khẩu phân bón phải nộp (trực tiếp hoặc thông qua Hệ thống Một cửa quốc gia) cho cơ quan Hải quan: Thông báo kết quả kiểm tra nhà nước chất lượng phân bón nhập khẩu đối với phân bón đã được cấp Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam và (1) phân bón dùng cho sân thể thao, khu vui chơi giải trí; (2) phân bón sử dụng trong dự án của nước ngoài tại Việt Nam; (3) phân bón làm nguyên liệu để sản xuất phân bón khác (Điều 44 Luật Trồng trọt và Điều 19 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP).

e) Về quản lý chất lượng và kiểm tra nhà nước về chất lượng phân bón

- Phân bón được quản lý chất lượng theo quy định của pháp luật về chất lượng sản phẩm, hàng hóa. Tổ chức đánh giá sự phù hợp thực hiện hoạt động thử nghiệm, giám định, kiểm định, chứng nhận chất lượng phục vụ quản lý nhà nước đối với phân bón phải được chứng nhận lĩnh vực hoạt động theo quy định của pháp luật về điều kiện kinh doanh dịch vụ đánh giá sự phù hợp và được Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn chỉ định theo quy định của pháp luật về chất lượng sản phẩm, hàng hóa. Việc lấy mẫu phân bón để thử nghiệm chất lượng phục vụ quản lý nhà nước phải do người có Giấy chứng nhận lấy mẫu phân bón thực hiện (Điều 45 Luật Trồng trọt).

- Phương pháp lấy mẫu áp dụng theo Tiêu chuẩn quốc gia về lấy mẫu phân bón (Điều 22 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP).

- Phân bón nhập khẩu phải được kiểm tra nhà nước về chất lượng, trừ (1) phân bón để khảo nghiệm; (2) phân bón làm quà tặng, làm hàng mẫu; (3) phân bón tham gia hội chợ, triển lãm; (4) phân bón phục vụ nghiên cứu khoa học; (5)

phân bón tạm nhập, tái xuất hoặc phân bón quá cảnh hoặc chuyển khẩu qua cửa khẩu Việt Nam; phân bón gửi kho ngoại quan; phân bón nhập khẩu vào khu chế xuất (Điều 46 Luật Trồng trọt).

- Quy định về chứng nhận hợp quy và công bố hợp quy tại mục 4.2. và 4.3 QCVN 01-189:2019/BNNPTNT.

g) Về đặt tên, ghi nhãn, quảng cáo

- Tên phân bón khi đăng ký không được trùng với tên phân bón đã được cấp Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam; không làm hiểu sai lệch về bản chất, công dụng, thành phần và loại phân bón; không được vi phạm truyền thống lịch sử, văn hóa, đạo đức và thuần phong mỹ tục của dân tộc; trùng cách đọc hoặc cách viết với tên của lãnh tụ, anh hùng dân tộc, danh nhân, các loại thực phẩm, đồ uống, dược phẩm. Không sử dụng tên cơ quan nhà nước, đơn vị vũ trang nhân dân, tổ chức chính trị, tổ chức chính trị - xã hội, tổ chức chính trị xã hội - nghề nghiệp, tổ chức xã hội, tổ chức xã hội - nghề nghiệp để làm toàn bộ hoặc một phần tên riêng của phân bón, trừ trường hợp có sự chấp thuận của cơ quan, tổ chức, đơn vị có liên quan (Điều 47 Luật Trồng trọt).

- Phân bón khi lưu thông trên thị trường phải được ghi nhãn theo quy định của pháp luật về nhãn hàng hóa và bao gồm (1) loại phân bón; (2) mã số phân bón; (3) đối với phân bón lá phải ghi rõ cụm từ “Phân bón lá”. Nội dung ghi trên nhãn phải đúng với nội dung trong Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam (Điều 48 Luật Trồng trọt).

- Tổ chức, cá nhân quảng cáo phân bón thực hiện theo quy định của pháp luật về quảng cáo (Điều 49 Luật Trồng trọt).

h) Về quyền và nghĩa vụ

- Tổ chức, cá nhân sản xuất phân bón có quyền (1) sản xuất phân bón được công nhận lưu hành tại Việt Nam; (2) sản xuất phân bón để xuất khẩu theo hợp đồng với tổ chức, cá nhân nước ngoài; (3) quảng cáo phân bón theo quy định tại Điều 49 của Luật Trồng trọt; (4) được buôn bán phân bón do mình sản xuất, và có nghĩa vụ (1) duy trì đầy đủ các điều kiện sản xuất phân bón quy định tại Điều 41 của Luật Trồng trọt trong quá trình hoạt động sản xuất phân bón; (2) sản xuất phân bón đúng Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia và tiêu chuẩn công bố áp dụng; (3) thực hiện đúng nội dung của Giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất phân bón; (4) thử nghiệm đối với từng lô phân bón thành phẩm trước khi đưa ra lưu thông trên thị trường. Lưu kết quả thử nghiệm theo hạn sử dụng của lô phân bón và bảo quản mẫu lưu trong thời gian là 06 tháng kể từ khi lấy mẫu; (5) thu hồi, xử lý phân bón không bảo đảm chất lượng và bồi thường thiệt hại theo quy định của pháp luật; (6) chấp hành việc thanh tra, kiểm tra của cơ quan nhà nước có thẩm quyền; (7) tổ chức tập huấn, hướng dẫn sử dụng phân bón; bồi dưỡng, tập huấn chuyên môn cho người lao động trực tiếp sản xuất phân bón; (8) hằng năm, báo cáo tình hình sản xuất, xuất khẩu, nhập khẩu phân bón với cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền hoặc báo cáo đột xuất khi có yêu cầu; (9) chấp hành quy định của pháp luật về phòng cháy và chữa cháy, hóa chất, lao động, môi trường và quy định khác của

pháp luật có liên quan (Điều 50 Luật Trồng trọt).

- Tổ chức, cá nhân buôn bán phân bón có quyền (1) buôn bán phân bón được công nhận lưu hành tại Việt Nam; (2) được cung cấp thông tin và hướng dẫn sử dụng, bồi dưỡng chuyên môn phân bón. Và có nghĩa vụ (1) duy trì đầy đủ các điều kiện buôn bán phân bón quy định tại Điều 42 của Luật Trồng trọt trong quá trình buôn bán phân bón; (2) bảo quản phân bón ở nơi khô ráo, không để lẫn với các loại hàng hóa khác làm ảnh hưởng đến chất lượng phân bón; (3) kiểm tra nguồn gốc phân bón, nhãn phân bón, dấu hợp chuẩn, dấu hợp quy và các tài liệu liên quan đến chất lượng phân bón; (4) chấp hành việc thanh tra, kiểm tra của cơ quan nhà nước có thẩm quyền; (5) cung cấp chứng từ hợp pháp để truy xuất nguồn gốc phân bón; (6) bồi thường thiệt hại theo quy định của pháp luật; (7) hướng dẫn sử dụng phân bón theo đúng nội dung ghi trên nhãn phân bón; (8) chấp hành quy định của pháp luật về phòng cháy và chữa cháy, hóa chất, lao động, môi trường và quy định khác của pháp luật có liên quan (Điều 51 Luật Trồng trọt).

- Người lấy mẫu phân bón có quyền (1) được cung cấp thông tin có liên quan đến hoạt động lấy mẫu phân bón; (2) được tập huấn về lấy mẫu phân bón. Và có nghĩa vụ (1) thực hiện lấy mẫu theo đúng tiêu chuẩn quốc gia về lấy mẫu phân bón, bảo đảm khách quan; (2) bảo mật thông tin, số liệu liên quan đến việc lấy mẫu, trừ trường hợp cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền yêu cầu báo cáo; (3) chịu trách nhiệm trước pháp luật về hoạt động lấy mẫu phân bón (Điều 53 Luật Trồng trọt).

- Tổ chức, cá nhân sử dụng phân bón có quyền (1) được cung cấp thông tin và hướng dẫn sử dụng phân bón; (2) yêu cầu cơ sở mua bán phân bón hướng dẫn sử dụng phân bón theo đúng nội dung của nhãn phân bón; (3) được bồi thường thiệt hại theo quy định của pháp luật. Và có nghĩa vụ (1) sử dụng phân bón theo đúng hướng dẫn ghi trên nhãn; (2) sử dụng phân bón bảo đảm hiệu quả, an toàn cho người, vật nuôi, môi trường, an toàn thực phẩm theo nguyên tắc đúng loại đất, đúng loại cây, đúng liều lượng, đúng thời điểm, đúng cách (Điều 54 Luật Trồng trọt).

i) Về hồ sơ, trình tự, thủ tục và thẩm quyền

- Hồ sơ, trình tự và thẩm quyền cấp, cấp lại, gia hạn Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam được quy định tại Điều 5, 6, 7 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP.

- Hồ sơ, trình tự và thẩm quyền cấp Quyết định công nhận tổ chức khảo nghiệm phân bón quy định tại Điều 10 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP.

- Thẩm quyền cấp, cấp lại, thu hồi Giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất phân bón, Giấy chứng nhận đủ điều kiện buôn bán phân bón và kiểm tra duy trì điều kiện quy định tại Điều 13 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP.

- Hồ sơ cấp, cấp lại Giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất, buôn bán phân bón được quy định chi tiết tại Điều 14, 15, 16 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP.

- Trình tự cấp, cấp lại Giấy chứng nhận đủ điều kiện sản xuất phân bón, Giấy chứng nhận đủ điều kiện buôn bán phân bón quy định tại Điều 17 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP.

- Hồ sơ, trình tự và thẩm quyền cấp Giấy phép nhập khẩu phân bón quy định tại Điều 20 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP.

- Hồ sơ, trình tự, nội dung và thẩm quyền kiểm tra nhà nước về chất lượng phân bón nhập khẩu phân bón quy định tại Điều 21 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP.

- Hồ sơ, trình tự, nội dung và thẩm quyền kiểm tra nhà nước về chất lượng phân bón nhập khẩu được quy định tại Điều 21 Nghị định số 84/2017/NĐ-CP; Lấy mẫu, thử nghiệm phân bón được quy định tại Điều 22 Nghị định số 84/2017/NĐ-CP.

- Nội dung, thời gian tập huấn và thẩm quyền cấp Giấy chứng nhận lấy mẫu phân bón quy định tại Điều 23 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP.

- Trình tự, thủ tục, thẩm quyền xác nhận nội dung quảng cáo phân bón được quy định tại Điều 24 Nghị định số 84/2017/NĐ-CP.

Chương III

KIẾN THỨC CHUYÊN MÔN VỀ PHÂN BÓN

1. Phân loại phân bón

Phân bón được phân loại thành 03 nhóm (vô cơ, hữu cơ, sinh học) tại Điều 3 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP và mỗi nhóm được phân loại chi tiết tại QCVN 01-189:2019/BNNPTNT như sau:

“2.1.1. Phân loại phân bón thuộc nhóm phân bón hóa học (còn gọi là phân bón vô cơ) theo thành phần, hàm lượng hoặc chức năng của các nguyên tố dinh dưỡng trong phân bón đối với cây trồng

a) Phân bón đa lượng là phân bón trong thành phần chứa ít nhất 01 nguyên tố dinh dưỡng đa lượng và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

b) Phân bón trung lượng là phân bón trong thành phần chứa ít nhất 01 (đối với phân bón lá) hoặc 02 (đối với phân bón rễ) nguyên tố dinh dưỡng trung lượng, có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này, không bao gồm đá vôi, thạch cao, đá macno, đá đolomit ở dạng khai thác tự nhiên chưa qua quá trình xử lý, sản xuất thành phân bón;

c) Phân bón vi lượng là phân bón trong thành phần chứa ít nhất 01 nguyên tố dinh dưỡng vi lượng và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

d) Phân bón vô cơ cải tạo đất là phân bón có tác dụng cải thiện tính chất lý, hóa, sinh học của đất để tạo điều kiện thuận lợi cho cây trồng sinh trưởng, phát triển, được sản xuất từ nguyên liệu chính là các chất vô cơ hoặc hữu cơ tổng hợp và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

đ) Phân bón hóa học nhiều thành phần (còn gọi là phân bón vô cơ nhiều thành phần) là phân bón hóa học được sản xuất từ nguyên liệu chính là các chất vô cơ hoặc hữu cơ tổng hợp và được phối trộn thêm một hoặc nhiều chất là chất hữu cơ tự nhiên, chất sinh học hoặc vi sinh vật có ích và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

2.1.2. Phân loại phân bón đa lượng theo thành phần hoặc liên kết hóa học của các nguyên tố dinh dưỡng trong phân bón

a) Phân bón vô cơ đơn (còn gọi là phân bón đơn) là phân bón trong thành phần chỉ chứa 01 nguyên tố dinh dưỡng đa lượng và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

b) Phân bón vô cơ phức hợp (còn gọi là phân bón phức hợp) là phân bón trong thành phần chỉ chứa các nguyên tố dinh dưỡng đa lượng được liên kết với nhau bằng các liên kết hóa học và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

c) Phân bón vô cơ hỗn hợp (còn gọi là phân bón hỗn hợp) là phân bón

trong thành phần có chứa ít nhất 02 nguyên tố dinh dưỡng đa lượng, được sản xuất bằng cách phối trộn từ các loại phân bón khác nhau và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

d) Phân bón đa lượng-trung lượng (còn gọi là phân bón đa-trung lượng) là phân bón vô cơ trong thành phần chứa ít nhất 01 nguyên tố dinh dưỡng đa lượng và một nguyên tố dinh dưỡng trung lượng, có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

đ) Phân bón đa lượng-vi lượng (còn gọi là phân bón đa-vi lượng) là phân bón vô cơ trong thành phần chứa ít nhất 01 nguyên tố dinh dưỡng đa lượng và 01 nguyên tố dinh dưỡng vi lượng, có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

e) Phân bón đa lượng-trung lượng-vi lượng (còn gọi là phân bón đa-trung-vi lượng) là phân bón vô cơ trong thành phần chứa ít nhất 01 nguyên tố dinh dưỡng đa lượng, 01 nguyên tố dinh dưỡng trung lượng và 01 nguyên tố dinh dưỡng vi lượng, có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

2.1.3. Phân loại phân bón thuộc nhóm phân bón hữu cơ theo thành phần hoặc chức năng của thành phần hoặc quá trình sản xuất

a) Phân bón hữu cơ là phân bón có thành phần chỉ là chất hữu cơ tự nhiên và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

b) Phân bón hữu cơ cải tạo đất là phân bón có tác dụng cải thiện tính chất lý, hoá, sinh học của đất để tạo điều kiện thuận lợi cho cây trồng sinh trưởng, phát triển, được sản xuất từ nguyên liệu chính là các chất hữu cơ tự nhiên (không bao gồm các chất hữu cơ tổng hợp) và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

c) Phân bón hữu cơ nhiều thành phần là phân hữu cơ được sản xuất từ nguyên liệu chính là các chất hữu cơ tự nhiên (không bao gồm các chất hữu cơ tổng hợp) và được phối trộn thêm một hoặc nhiều chất vô cơ, chất sinh học, vi sinh vật có ích, có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

2.1.4. Phân loại phân bón thuộc nhóm phân bón sinh học theo thành phần hoặc chức năng của thành phần trong phân bón

a) Phân bón sinh học là loại phân bón được sản xuất thông qua quá trình sinh học hoặc có nguồn gốc tự nhiên, trong thành phần có chứa 01 hoặc nhiều chất sinh học (axít humic, axít fulvic, axít amin, vitamin hoặc các chất sinh học khác) và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

b) Phân bón vi sinh vật (còn gọi là phân bón vi sinh) là phân bón chứa vi sinh vật có ích có khả năng tạo ra các chất dinh dưỡng hoặc chuyển hóa thành các chất dinh dưỡng trong đất mà cây trồng có thể sử dụng được và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

c) Phân bón sinh học cải tạo đất là phân bón có tác dụng cải thiện tính chất lý, hoá, sinh học của đất để tạo điều kiện thuận lợi cho cây trồng sinh

trưởng, phát triển, được sản xuất thông qua quá trình sinh học hoặc có nguồn gốc tự nhiên, trong thành phần chứa một hoặc nhiều chất sinh học, vi sinh vật có ích và có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này;

d) Phân bón sinh học nhiều thành phần là phân sinh học được sản xuất thông qua quá trình sinh học hoặc có nguồn gốc tự nhiên, trong thành phần chính có chứa 01 hoặc nhiều chất sinh học (axít humic, axít fulvic, axít amin, vitamin, các chất sinh học khác hoặc vi sinh vật có ích) và được phối trộn thêm một hoặc nhiều chất vô cơ, chất hữu cơ tự nhiên, có chỉ tiêu chất lượng chính đáp ứng quy định tại Quy chuẩn này.

2.1.5. Phân bón có chất điều hòa sinh trưởng là một trong các loại phân bón quy định tại các mục 2.1.1; 2.1.2; 2.1.3; 2.1.4 của Quy chuẩn này được bổ sung 01 hoặc nhiều chất điều hòa sinh trưởng có tổng hàm lượng các chất điều hòa sinh trưởng nhỏ hơn 0,5% khối lượng.

2.1.6. Phân bón có chất tăng hiệu suất sử dụng là một trong các loại phân bón quy định tại các mục 2.1.1; 2.1.2; 2.1.3; 2.1.4 của Quy chuẩn này được phối trộn với chất làm tăng hiệu suất sử dụng.

2.1.7. Phân bón có khả năng tăng miễn dịch cây trồng là một trong các loại phân bón quy định tại các mục 2.1.1; 2.1.2; 2.1.3; 2.1.4 của Quy chuẩn này có chứa chất làm tăng miễn dịch của cây trồng.

2.1.8. Phân bón có đất hiếm là một trong các loại phân bón quy định tại các mục 2.1.1; 2.1.2; 2.1.3; 2.1.4 của Quy chuẩn này được bổ sung một hoặc nhiều nguyên tố Scandium (số thứ tự 21) hoặc Yttrium (số thứ tự 39) hoặc một trong các nguyên tố thuộc dãy Lanthanides (số thứ tự từ số 57-71: Lanthanum, Cerium, Praseodymium, Neodymium, Promethium, Samarium, Europium, Gadolinium, Terbium, Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium, Lutetium) trong bảng tuần hoàn các nguyên tố hóa học (bảng tuần hoàn Mendeleev).

2.1.9. Phân loại phân bón theo phương thức sử dụng

a) Phân bón rễ là loại phân bón sử dụng để cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng thông qua bộ rễ hoặc có tác dụng cải tạo đất;

b) Phân bón lá là loại phân bón sử dụng để cung cấp chất dinh dưỡng cho cây trồng thông qua thân, lá.

2.2. Yêu cầu về chỉ tiêu chất lượng phân bón

Phân bón phải được cấp Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam và phải đáp ứng các chỉ tiêu chất lượng chính, chỉ tiêu chất lượng bổ sung phải đăng ký trong Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam (sau đây gọi là chỉ tiêu chất lượng bổ sung phải đăng ký), mức sai lệch giữa kết quả thử nghiệm so với mức đăng ký trong Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam (sau đây gọi là mức sai lệch so với mức đăng ký) và mức sai lệch giữa kết quả thử nghiệm so với mức quy định (sau đây gọi là mức sai lệch so với mức quy định) được chấp nhận về chỉ tiêu chất lượng quy định tại Phụ lục I, II, III của Quy chuẩn này.

Ngoài chỉ tiêu chất lượng chính, chỉ tiêu chất lượng bổ sung phải đăng ký, tổ chức, cá nhân được đăng ký chỉ tiêu chất lượng bổ sung quy định tại Bảng 24 Phụ lục II của Quy chuẩn này trong Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam (sau đây gọi là chỉ tiêu chất lượng bổ sung được đăng ký).

Phân bón trong thành phần chứa một hoặc nhiều chất điều hòa sinh trưởng có hàm lượng hoặc tổng hàm lượng $>0,005\%$ khối lượng phải đăng ký các chất điều hòa sinh trưởng trong Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam; hàm lượng hoặc tổng hàm lượng (trường hợp có từ hai chất điều hòa sinh trưởng trở lên) chất điều hòa sinh trưởng trong phân bón phải nhỏ hơn $0,5\%$ khối lượng.

Chỉ tiêu chất lượng phân bón công bố hợp quy phải đúng với chỉ tiêu chất lượng phân bón trong Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam.

2.3. Yếu tố hạn chế trong phân bón (yếu tố gây hại)

Phân bón phải đáp ứng yêu cầu về yếu tố hạn chế quy định tại Phụ lục IV của Quy chuẩn này. Đối với phân urê, phân amoni sulphat, phân amoni clorua, phân lân nung chảy, phân superphosphat đơn, phân superphosphat kép, phân superphosphat giàu, phân diamoni phosphat, phân urê-vi lượng, phân amoni sulphat-vi lượng, phân amoni clorua-vi lượng, phân lân nung chảy-vi lượng, phân superphosphat đơn-vi lượng, phân superphosphat kép-vi lượng, phân superphosphat giàu-vi lượng, phân diamoni phosphat-vi lượng phải đăng ký trong Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam các yếu tố hạn chế và hàm lượng các yếu tố hạn chế đáp ứng quy định tại Phụ lục IV của Quy chuẩn này và công bố hợp quy phải đúng với yếu tố hạn chế trong Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam.

Phân bón không được chứa hoạt chất thuốc bảo vệ thực vật. Trường hợp phân bón chứa chất sinh học có chức năng cung cấp dinh dưỡng cho cây trồng hoặc cải tạo đất đồng thời có chức năng phòng chống sinh vật gây hại phải đăng ký và được Cục Bảo vệ thực vật xem xét, công nhận trong Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam đối với từng phân bón cụ thể”.

2. Phân bón và dinh dưỡng cây trồng

2.1. Vai trò của các yếu tố dinh dưỡng đối với cây trồng

Để sinh trưởng và phát triển bình thường cây trồng sử dụng 20 nguyên tố cơ bản, trong đó có 6 nguyên tố cấu tạo và 14 nguyên tố phát triển cần thiết: C, H, O, N, P, S (cấu tạo), Ca, Mg, K, Fe, Mn, Mo, Cu, B, Zn, Cl, Na, Co, V, Si (phát triển). Dưới đây trình bày 17 nguyên tố cây hấp thu qua rễ.

2.1.1. Dinh dưỡng đa lượng

2.1.1.1. Vai trò của đạm (N)

Tỷ lệ đạm trong cây biến động trong phạm vi $0,5\%$ (rom rạ) đến 6% (bèo hoa dâu), trong hạt biến động từ $0,8 - 1,2\%$ (hạt thóc) đến $5,5 - 7,5\%$ (hạt đậu tương) so với chất khô. Giữa các bộ phận trong cây tỷ lệ đạm giảm dần theo thứ tự sau đây: hạt \rightarrow lá \rightarrow thân \rightarrow rễ.

Dạng hút: NH_4^+ , NO_3^- và cây hút cả urê.

Đạm là yếu tố quan trọng hàng đầu đối với cơ thể sống vì đạm là thành phần cơ bản của prôtein - chất biểu hiện có sự sống tồn tại.

Đạm là thành phần của các enzym, chất xúc tác sinh học, khiến cho các quá trình sống trong cây có thể thực hiện được ở điều kiện áp suất và nhiệt độ bình thường trong cơ thể sống.

Đạm nằm cùng với lân trong axit desoxyribonucleic (ADN) và axit ribonucleic (ARN), nơi khu trú các thông tin di truyền của nhân bào.

Đạm là thành phần của diệp lục, nơi thực hiện các phản ứng quang hợp.

Đạm kích thích sự phát triển của bộ rễ, giúp cây trồng huy động mạnh mẽ các chất khoáng khác trong đất.

Do vậy, đạm đóng vai trò vô cùng quan trọng trong sự phát triển của cây.

Đạm được xem là yếu tố có ảnh hưởng gần như là quyết định đến năng suất và chất lượng sản phẩm.

Cây hút đạm từ đất chủ yếu dưới dạng anion nitrat (NO_3^-) và cation amôn (NH_4^+). Ngoài ra cây cũng có thể hút một lượng nhỏ đạm hữu cơ dễ thủy phân phân tử lượng nhỏ. Khi đánh giá khả năng cung cấp đạm cho cây của đất có thể dựa vào hàm lượng đạm thủy phân trong đất.

Trong cây, nitrat (NO_3^-) được hút vào sẽ bị khử thành amôn (NH_4^+), NH_4^+ kết hợp với các xêto axit, hình thành trong quá trình hô hấp, tạo thành axit amin và prôtêin.

Do vậy, khi đất cung cấp nhiều N - NO_3 mà điều kiện khử NO_3^- thành NH_4^+ không thuận lợi (thiếu vi lượng cần cho hoạt động của men chuyển hóa chẳng hạn), đạm trong cây tồn tại nhiều dưới dạng NO_3^- không lợi cho người tiêu thụ sản phẩm. Quá trình quang hợp không cung cấp đủ glucit và quá trình hô hấp không cung cấp đủ xêto axit cho cây, đạm trong cây lại tồn tại nhiều dưới dạng NH_4^+ độc cho cây.

Cây hút đạm nhiều thì cũng hút nhiều các nguyên tố khác. Bón nhiều đạm cũng phải bón nhiều nguyên tố khác một cách cân đối mới có năng suất cao, phẩm chất nông sản tốt.

Được bón đủ đạm lá cây có màu xanh tươi, sinh trưởng khỏe mạnh, chồi búp phát triển nhanh, cành quả phát triển nhiều, lúa đẻ nhánh khỏe. Đó là những cơ sở để cây trồng cho năng suất cao.

Bón thừa đạm, do cây phải hút nhiều nước để giảm nồng độ amôn (NH_4^+) trong cây nên tỷ lệ nước trong thân lá cao, thân lá vươn dài, mềm mại, che bóng lẫn nhau, lại ảnh hưởng đến quang hợp, đối với lúa thì dễ bị lép đổ. Đạm hữu cơ hòa tan (amin, amit) trong cây nhiều, cây dễ mắc bệnh. Bón nhiều đạm tỷ lệ diệp lục trong lá cao lá có màu xanh tối lại hấp dẫn côn trùng nên thường bị sâu phá hoại mạnh. Bón thừa đạm quá trình sinh trưởng sinh dưỡng (phát triển thân lá) bị kéo dài; quá trình sinh trưởng sinh thực (hình thành hoa, quả, hạt) bị chậm lại.

Cây thành thực muện.

Bón thừa đạm phẩm chất nông sản kém, giá trị sinh học thấp: tỷ lệ NO_3^- trong rau, quả dễ vượt quá ngưỡng cho phép, rau có vị nhạt, thậm chí đắng. Tỷ lệ nước trong rau, củ cao khó bảo quản. Tỷ lệ hydrat cacbon thấp, tỷ lệ đạm cao đưa muối dễ bị khú.

Cam, quýt bón nhiều đạm mã xấu đi.

Bón thừa đạm, cây không dùng hết, đất không giữ lại được (như trên các loại đất nhẹ, nghèo chất hữu cơ) nên đạm (kể cả NO_3^- và NH_4^+) bị kéo xuống sâu, hoặc bị cuốn theo nước mặt, làm ô nhiễm nguồn nước, kể cả nước mặt và nước ngầm.

Trong cây đạm rất linh động, khi đất thiếu đạm hay cây không hút đủ đạm, đạm có thể chuyển từ lá già về nuôi các lá non nên lá già rụng sớm. Hiện tượng thiếu đạm thể hiện ở các lá già trước.

Đối với các cây ăn quả, cây lâu năm đến cuối vụ sinh trưởng lá già rụng đi, đạm được chuyển về tích lũy vào thân và rễ làm nguồn dự trữ cho mùa phát triển sau.

Thiếu đạm cây sinh trưởng phát triển kém, còi cọc, chồi búp bị thui chột. Chè phát sinh búp mù nhiều.

Cây thiếu đạm buộc phải hoàn thành chu kì sống nhanh, thời gian tích lũy ngắn, năng suất thấp.

2.1.1.2. Vai trò của lân (P)

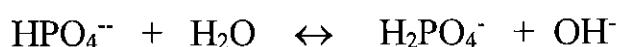
Trong cây, tính theo chất khô, tỷ lệ lân trong thân lá biến động từ 0,2% P_2O_5 (rơm rạ lúa) đến 0,6 - 0,7% P_2O_5 (thân lá đậu tương); trong hạt biến động từ 0,48% P_2O_5 (hạt thóc) đến 1,0 - 1,2% P_2O_5 (hạt đậu tương). Như vậy, là cây bộ đậu chứa nhiều lân hơn cây ngũ cốc và lân có nhiều ở hạt.

Dạng hút: H_2PO_4^- (primary phosphate) HPO_4^{2-} (Orthophosphat) và cả phosphat hữu cơ dễ hoà tan như: nucleic và phytin.

Cũng như đạm, trong các cơ quan non đang phát triển tỷ lệ lân cao. Lân có thể được vận chuyển từ các lá già về các cơ quan non, cơ quan đang phát triển để dùng vào việc tổng hợp chất hữu cơ mới. Do vậy, triệu chứng thiếu lân xuất hiện ở các lá già trước.

Lân trong cây đại bộ phận nằm dưới dạng hữu cơ, chỉ có một phần nhỏ nằm dưới dạng vô cơ.

Lân vô cơ nằm dưới dạng các octophosphat, đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành hệ thống đệm trong tế bào nhờ sự chuyển hóa giữa các ion phot phát:



Sự chuyển hóa này cũng cung cấp thêm H^+ cho quá trình khử NO_3^- thành NH_4^+ , có lợi cho việc tổng hợp prôtêin. Cho nên dinh dưỡng lân có liên quan đến dinh dưỡng đạm của cây. Lân vô cơ cũng là nguồn dự trữ cần thiết cho việc

tổng hợp lân hữu cơ.

Lân hữu cơ bao gồm axit photphoglyxêric, axit nuclêic, các chất dự trữ cao năng adênôzin điphốtphat (ADP), adênôzin triphốtphat (ATP), coenzim (nicotinamit-adenin-dinucleotit photphat NADP), lêxitin, photpholipit, ... đó là các chất đóng vai trò quan trọng trong hoạt động sống của cây.

Axit phosphoglyxeric hình thành trong giai đoạn đầu của quá trình quang hợp có tác động như là chất khởi động quá trình quang hợp của cây xanh.

Axit nuclêic trong nhân bào quyết định việc sinh sôi nảy nở của tế bào.

ADP và ATP là những hợp chất cao năng cung cấp năng lượng cho các hoạt động sống của cây.

NADP là một coenzim quan trọng, vận chuyển H^+ trong quá trình khử NO_3^- thành NH_4^+ , thúc đẩy việc tổng hợp prôtêin trong cây.

Lêxitin là hợp chất lân hữu cơ có nhiều trong hạt, khi thủy phân sẽ cung cấp lân vô cơ, là thức ăn dự trữ cần thiết cho quá trình nảy mầm của hạt.

Photpholipit là thành phần quan trọng của màng tế bào (membrane), có chức năng bảo vệ cho tế bào giúp cây chịu đựng được các điều kiện bất thuận.

Do vai trò sinh lý của lân, cây rất cần lân trong thời kỳ sinh trưởng đầu (phát triển rễ), trong giai đoạn hình thành hạt, giúp cây chống đỡ với điều kiện bất thuận (hạn và rét). Dinh dưỡng lân có liên quan mật thiết với dinh dưỡng đạm. Cây được bón cân đối đạm - lân sẽ phát triển xanh tốt, khỏe mạnh (ít sâu bệnh), nhiều hoa, sai quả và phẩm chất nông sản tốt. Người ta xem lân là yếu tố của sự phát triển, kích thích quá trình chín.

Cây lúa được bón đủ lân để khỏe, bộ rễ phát triển tốt, trổ và chín sớm (ngay cả trong điều kiện nhiệt độ thấp - A. Doberman và ctv, 2000). Lúa được bón đủ lân thì hạt mẩy, sáng.

Lúa thiếu lân cây còi cọc, đẻ nhánh kém, bộ lá lúa ngắn, phiến lá hẹp, lá có tư thế dựng đứng và có màu xanh tối, số lá, số bông và số hạt trên bông đều giảm. Thiếu lân vừa phải các lá non có vẻ bình thường song các lá già hơn chuyển sang màu nâu rồi chết.

Thiếu lân, đường tích lũy có khuynh hướng tạo thành antôxian nên nhiều loại cây trồng khi thiếu lân lá chuyển sang màu tím đỏ (huyết dụ ở ngô) hay đỏ.

Lân đóng góp vào quá trình hình thành chất béo và tổng hợp prôtêin trong cây. Cây bộ đậu, cây lấy dầu cần được cung cấp đủ lân. "Không lân, không vôi thì thôi trồng lạc" là tổng kết của nông dân ta về vai trò của lân đối với cây bộ đậu và lấy dầu.

Lân thúc đẩy việc ra rễ, đặc biệt là rễ bên và lông hút. Lân, do vậy đặc biệt quan trọng trong thời gian sinh trưởng đầu. Trong qui trình bón, phân lân thường được bón lót.

Trong ruộng lúa thiếu lân thì không thấy có tảo phát triển.

Cây ăn quả thiếu lân quả xấu xí.

2.1.1.3. Vai trò của kali (K)

Khác với đạm và lân, tỷ lệ kali trong thân, lá cao hơn tỷ lệ kali trong hạt. Tỷ lệ K_2O trong thân lá lúa biến động trong khoảng 0,60 - 1,50% trong khi tỷ lệ K_2O trong hạt gạo biến động trong khoảng 0,30 - 0,45%. Tỷ lệ K_2O trong lá cây thuốc lá đặc biệt cao, đến 4,5 - 5,0% theo chất khô.

Các loại cây có nhu cầu kali cao như hướng dương, thuốc lá, củ cải đường và các loại cây ăn củ như khoai tây, tỷ lệ kali trong lá cũng cao.

Dạng hút: K^+

Trong thời kỳ cây đang phát triển tỷ lệ kali ở bộ phận non, ở các cơ quan đang hoạt động cao hơn ở các bộ phận già. Khi đất không cung cấp đủ kali thì kali ở các bộ phận già được chuyển về các bộ phận non, về cơ quan hoạt động mạnh hơn để bảo đảm cho các hoạt động sinh lý của cây tiến hành được bình thường. Do vậy, hiện tượng thiếu kali xuất hiện ở các lá già trước.

Khác với đạm và lân, kali trong cây không nằm trong thành phần cấu tạo của bất kỳ hợp chất hữu cơ nào. Kali trong cây nằm dưới dạng ion trong dịch bào và một phần nhỏ kết hợp với chất hữu cơ trong tế bào chất.

Cây lúa thiếu kali lá có màu lục tối trong khi mép lá có màu nâu hơi vàng. Thiếu kali nghiêm trọng trên đỉnh lá có vết hoại tử màu nâu tối trong khi các lá già phía dưới thường có vết bệnh tiêm lửa. Ngô thiếu kali lá bị mềm đi, uốn cong như gợn sóng và có màu vàng sáng. Khoai tây thiếu kali lá quăn xuống, quanh gân lá có màu xanh lục, sau đó mép lá chuyển sang màu nâu.

Khi tỷ lệ kali trong cây giảm xuống chỉ còn bằng 1/2 đến 1/3 so với bình thường mới thấy xuất hiện triệu chứng thiếu kali trên lá. Cho nên khi để triệu chứng thiếu kali xuất hiện trên lá thì năng suất đã giảm do thiếu kali mà việc bón kali không bù đắp được. Do vậy, không nên đợi đến lúc xuất hiện triệu chứng thiếu kali rồi mới bón kali cho cây.

Vai trò sinh lý của kali bắt nguồn từ đặc tính vật lý của nguyên tố kali: ion kali rất dễ hydrat hóa.

Trong các tế bào thực vật, kali tồn tại dưới dạng ion ngậm nước. Nhờ hình thức tồn tại này kali rất linh động, nó có thể di chuyển được ngay trong các vi cấu trúc trong tế bào.

Nhờ trạng thái hydrat hóa, kali có thể len lỏi vào giữa các bào quan để trung hòa các axit ngay trong quá trình được tạo thành, như các axit của chu trình Krebs, khiến cho các axit này không bị ứ lại, nhờ vậy mà quá trình hô hấp không bị ức chế. Kali len lỏi vào trong lòng các phiến lục lạp, lôi cuốn các sản phẩm của quá trình quang hợp về các cơ quan dự trữ, do vậy mà quá trình quang hợp được liên tục. Thiếu kali việc chuyển vận đường được hình thành qua quá trình quang hợp ở lá về các cơ quan dự trữ gặp khó khăn. Thí dụ ở cây mía dinh dưỡng kali bình thường tốc độ vận chuyển đường từ lá xuống thân là 2,5 cm/phút, thì ở cây mía thiếu kali tốc độ vận chuyển đó giảm xuống chỉ còn bằng một nửa.

Quá trình peptit hóa các nguyên tử kali ngậm nước cho phép kali thâm ướt các á cấu trúc. Sự có mặt khắp nơi của các á cấu trúc khiến kali đóng vai trò chất hoạt hóa phổ biến nhất. K^+ thỏa mãn yêu cầu hydrat hóa các prôtêin và các chất keo khác trong tế bào khiến các chức năng nội bào tiến triển được bình thường.

Kali một mặt, do làm tăng áp suất thẩm thấu mà tăng khả năng hút nước của bộ rễ, mặt khác lại điều khiển hoạt động của khí khổng khiến cho nước không bị mất quá mức, ngay cả trong lúc gặp khô hạn. Nhờ tiết kiệm được nước mà kali tăng cường khả năng chống hạn cho cây.

Hiện nay người ta ghi nhận kali có thể hoạt hóa được đến 60 loại men trong cơ thể thực vật. Trong hoạt động hoạt hóa, kali vừa đóng vai trò trực tiếp, như một coenzim, vừa đóng vai trò gián tiếp, như một chất xúc tác. Do vậy mà trong các mô phân sinh rất giàu kali.

Do tác động đến quá trình hô hấp và quang hợp, kali ảnh hưởng tích cực đến việc trao đổi đạm và tổng hợp prôtit. Thiếu K^+ mà nhiều $N-NH_4^+$, NH_4^+ tích lũy, độc cho cây. Kali thúc đẩy việc tổng hợp prôtit do vậy mà hạn chế việc tích lũy nitrat trong lá. Thiếu kali đạm hữu cơ hòa tan tích lũy tạo thức ăn dồi dào cho nấm nên cây dễ mắc bệnh. Kali hạn chế tác hại của việc bón thừa đạm.

Kali có vai trò ngược lại với canxi trong việc cân bằng nước trong cây. Kali làm tăng sức trương, tăng áp suất thẩm thấu trong tế bào nên tăng sức chống hạn và chống rét cho cây.

Bón đủ kali các bó mạch, mô chống đỡ phát triển đầy đủ khiến cho cây cứng cáp, cây ngũ cốc đỡ bị đổ ngã. Cây lấy sợi được cung cấp đủ kali chất lượng sợi được bảo đảm.

Kali xúc tiến quá trình quang hợp, tạo đường bột và vận chuyển đường bột về cơ quan dự trữ nên cây lấy đường, cây ăn củ, ăn quả cần được cung cấp nhiều kali.

2.1.2. Dinh dưỡng trung lượng

2.1.2.1. Vai trò của canxi (Ca)

Về mặt sinh lý dinh dưỡng, canxi kết tủa axit pectic tạo thành pectat canxi, thành phần quan trọng trong vách tế bào. Canxi do vậy giữ cho thành tế bào được vững chắc. Bón đủ canxi khả năng chịu vận chuyển của quả tăng lên.

Hàm lượng tổng số trong cây: 0,2 - 1,0.

Dạng hút: Ca^{++} .

Canxi duy trì cân bằng anion - cation trong tế bào.

Trong sinh lý dinh dưỡng, Ca^{++} đối kháng với nhiều cation khác (Mg^{++} , K^+ , Na^+ , NH_4^+) nên canxi hạn chế sự xâm nhập quá đáng các cation này vào tế bào. Trong trường hợp thiếu canxi cây dễ bị ngộ độc các nguyên tố vi lượng. Canxi được xem là yếu tố chống độc cho cây.

Trong môi trường nhân tạo, thiếu Ca^{++} chức năng sinh lý của rễ không

bình thường, cây không đồng hóa được nitrat (NO_3^-) và thấy có hiện tượng tích lũy glucit trong tế bào. Trao đổi chất trong cây bị rối loạn khi môi trường dinh dưỡng thiếu canxi. Lúa thiếu Ca^{++} cây mẫn cảm hơn với ngộ độc sắt (A. Dobermann và T. Fairhurst, 2000).

Ca^{++} làm giảm tính thấm nước của màng tế bào, làm giảm việc hút nước của cây mà lại tăng cường việc thoát hơi nước. Đối với việc tiết kiệm nước tác dụng của Ca^{++} ngược lại tác dụng của K^+ .

Canxi thường không di chuyển trong cây nên triệu chứng thiếu canxi thường xuất hiện ở các cơ quan dự trữ và quả. Thiếu canxi chồi tận cùng và đầu chóp rễ ngừng phát triển. Rốn quả cà chua bị đen cũng là do thiếu canxi.

Về mặt dinh dưỡng, do nhu cầu cân đối $\text{Ca}/\text{Mg} > 1$, đứng về mặt dinh dưỡng lượng Ca^{++} trao đổi trong đất thấp nhất là 0,4 ldl/100g đất.

Về mặt cải tạo đất khi $\text{Ca}^{++} < 2$ ldl/100g đất đã cần phải bón vôi (Mandra, 1975).

Theo Lê Văn Tiêm (2003), đất đỏ vàng và nâu đỏ của Việt Nam hàm lượng $\text{Ca}^{++} < 2$ ldl/100g đất là nghèo.

2.1.2.2. Vai trò của magie (Mg)

Hàm lượng tổng số trong cây: 0,1 - 0,4;

Dạng hút: Mg^{++}

Magie kích thích hoạt động của nhiều loại men. Magie là thành phần của diệp lục cho nên magie liên quan đến việc đồng hóa CO_2 và tổng hợp prôtêin. Magie cũng điều chỉnh pH và cân bằng cation-anion nội bào. Magie rất linh động, sẵn sàng di trú từ các lá già đến các lá non hơn cho nên triệu chứng thiếu magie có khuynh hướng xuất hiện ở các lá già trước.

Tùy theo tình hình năng suất, chế độ bón phân hóa học và thành phần cơ giới đất mà tính toán bù đủ lượng magie bị lấy đi theo sản phẩm thu hoạch và việc rửa trôi magie.

Đối với cây trồng khi lượng magie trao đổi đạt 0,28 - 0,40 ldl/100g đất, tùy theo loại đất và cây, cây trồng không phản ứng với việc bón magie nữa (Lombin và Fayemi, 1975).

2.1.2.3. Vai trò của lưu huỳnh (S)

Hàm lượng tổng số trong cây: 0,1 - 0,4;

Dạng hút: SO_4^-

Lưu huỳnh là thành phần của các axit amin quan trọng (xystin, xystêin và mêtionin). S không có trong diệp lục song lại có vai trò tích cực trong việc tổng hợp diệp lục cho cây xanh. Trong thành phần prôtêin có lưu huỳnh nên không thể thiếu lưu huỳnh khi cây tổng hợp prôtêin, lưu huỳnh cũng có trong thành phần của tiamin và biotin, hai kích thích tố thực vật (phytohocmon) cần cho việc trao đổi hydrat cacbon. Lưu huỳnh cũng tham gia một số phản ứng oxyhóa - khử

trong tế bào.

Các cây bộ đậu, cây lầy dậu, cây bộ thập tự, cây gia vị là những cây có nhu cầu S cao. Đất cát, đất bạc màu nghèo chất hữu cơ thường nghèo lưu huỳnh. Đất bazan nghèo lưu huỳnh dễ bị bạc lá (Tôn Nữ Tuấn Nam, 2000).

Các vùng gần các trung tâm đô thị, khu công nghiệp sử dụng than và dầu làm nhiên liệu, môi trường không khí bị ô nhiễm SO₂ cây thường không thiếu lưu huỳnh.

2.1.2.4. Vai trò của silic (SiO₂)

Đây là một nguyên tố dinh dưỡng đang được chú ý nghiên cứu.

Hàm lượng trong cây: thường 0,2 - 2% chất khô trong cỏ, 0,002 - 0,02% trong chất khô loại cỏ tử diệp. Và cũng có cây chứa đến 10% Si.

Dạng hút: Monosilic axít, Si(OH)₄ cũng có thể hoà tan trong nước để cây hấp thu.

Si là một nguyên tố khá linh động, nó có khả năng thay đổi cấu trúc khi gặp điều kiện thời tiết khắc nghiệt và nhờ khả năng này nó có thể kiểm soát và điều hòa nhiệt độ và các thay đổi bất thường khác bởi sự thay đổi cấu trúc của nó ở thành tế bào, khi các tương tác với axit silic (hình thành liên kết este) sẽ dẫn đến tích tụ một lượng lớn silic vào cấu trúc thành tế bào trưởng thành. Như vậy silic tăng khả năng chịu hạn của cây do các vai trò sau:

- Biểu bì thực vật kiểm soát sự thoát hơi nước thông qua sự đóng mở của khí khổng. Sự mất nước xảy ra qua khí khổng mất đi 5% đến 10% toàn bộ sự mất nước của lá. Si được vận chuyển lên lớp biểu bì thực vật tạo nên một biểu bì thực vật hai lớp và hơi nước khi đi qua biểu bì hai lớp này sẽ bị màng Si làm giảm đi. Si đã tạo nên một lớp màng dày 2,5 micromet (µm) giữa các lớp biểu bì. Cấu trúc màng này thường dày 0,1 micromet (µm) vỏ lá gạo và cấu trúc, nhờ cấu trúc này đã giúp cho cây lúa giảm sự thoát hơi nước đi 30% .

- Hợp chất silicification of trichomes được hình thành trong cây trồng; chính hợp chất này đã làm tăng cường hoạt động hấp thụ bức xạ sáng ngắn và tăng cường phát bức xạ sóng dài làm mát lá cây. Hoặc chúng làm tăng các lớp không khí trên bề mặt lá giúp cho cơ chế truyền năng lượng của thực vật được tốt hơn.

Si tăng cường sức đề kháng cho cây chống lại các loại côn trùng và vi sinh vật gây hại như: sâu ăn tạp, rầy, bọ chích hút, nấm và vi khuẩn.. Đây chính là vai trò đa chức năng của Si. Cây được cung cấp hoặc hút đủ Si sẽ góp phần gia tăng rất đáng kể năng suất, đặc biệt cây lúa rất cần silic; chất silic sẽ giúp thân lúa khỏe mạnh, cứng cáp, chịu ngập và chịu gió tốt.

Triệu chứng thiếu Si được thể hiện như sau: đối với cây lúa lá mềm, rủ xuống dẫn đến sự che bóng lẫn nhau và làm giảm hoạt động quang hợp nên giảm năng suất hạt. Sự xuất hiện của bệnh tăng, như bệnh đạo ôn (do *Pyricularia oryzae* gây ra) hoặc đốm nâu (do *Helminthosporium oryzae* gây ra). Thiếu Si trầm trọng giảm số bông/m² và số hạt chắc/bông. Cây lúa thiếu Si rất mẫn cảm với sự đổ cây.

2.1.3. Vai trò của các nguyên tố vi lượng, nguyên tố đất hiếm và các nguyên tố khác

Các nguyên tố vi lượng (Zn, Cu, Fe, Mn, B, Mo, Co) là các nguyên tố về mặt hàm lượng chỉ chiếm 10^{-5} đến 10^{-4} so với khối lượng khô, cây trồng có nhu cầu bón không nhiều. Song trong hoạt động sống của cây các nguyên tố này có vai trò xác định không thể thiếu và không thể thay thế bằng các nguyên tố khác được.

Trước đây vai trò của các nguyên tố vi lượng ít được chú ý vì nhu cầu vi lượng thấp, lại thường được đưa vào cùng với phân chuồng và các loại phân đa lượng khác.

Sau này các loại phân đạm, lân, kali đơn chất, đậm đặc và tinh khiết được bón ngày càng nhiều (phân urê chỉ có đạm, phân DAP chỉ có N và P). Bón nhiều phân thì năng suất cao song cũng khai thác triệt để các nguyên tố vi lượng trong đất mà nguồn cung cấp lại không có. Dần dần qua thực tiễn sản xuất người ta nhận thức ngày càng rõ hơn vai trò không thể thiếu được của các nguyên tố vi lượng.

Thiếu nguyên tố vi lượng thì cây mắc bệnh và phát triển không bình thường, song nhiều nguyên tố vi lượng lại là các kim loại nặng nếu thừa thì độc cho cả cây và người dùng sản phẩm.

Cây thiếu vi lượng là do đất thiếu vi lượng (thiếu tuyệt đối). Cây thiếu vi lượng còn là do nhiều nguyên nhân khác, như bón nhiều vôi, pH tăng, làm nhiều nguyên tố vi lượng (Fe, Mn, Cu, Zn) bị cố định lại cây không đồng hóa được. Cây bị đói vi lượng còn do đối kháng về mặt dinh dưỡng như bón nhiều kali cây hút B ít đi gây hiện tượng thiếu B làm cây mắc bệnh (thối nõn dưa do thiếu B).

Việc quan sát cây trồng để xác định thiếu dinh dưỡng rất khó vì các triệu chứng trên lá thường không đặc trưng. Thí dụ thiếu đạm, thiếu lưu huỳnh, thiếu sắt, thiếu molybden rất khó phân biệt triệu chứng nếu chỉ quan sát trên bộ lá.

Muốn đánh giá việc thiếu vi lượng nếu không qua phân tích đất và lá thì phải dựa đầy đủ vào quá trình hình thành đất, nghiên cứu bản đồ địa chất, lịch sử sử dụng đất đai (chế độ canh tác, chế độ bón phân, loại phân đã sử dụng, mức độ thâm canh, tình hình sử dụng vôi và việc bón phân hữu cơ).

Phân vi lượng thường được cung cấp qua lá để tránh bị đất cố định. Phun qua lá việc cung cấp vi lượng vừa kịp thời vừa trực tiếp, lại tiết kiệm hơn.

2.1.3.1. Vai trò của kẽm (Zn)

Hàm lượng tổng số trong cây: 25 - 150 ppm, nếu ít hơn 20 ppm biểu hiện thiếu, hơn 400 ppm biểu hiện độc Zn.

Dạng hút: Zn^{++} , dạng phức hữu cơ, phân tử và hút được qua lá.

Zn cần cho nhiều chức năng hóa sinh cơ bản trong cây như: tổng hợp xytôchrom và nuclêôtit, trao đổi auxin, tạo diệp lục, hoạt hóa men và duy trì độ bền vững của màng tế bào.

Liên quan đến sự tổng hợp sinh học của axit indole axetic.

Thành phần thiết yếu của một giống men metallo-enzym-cacbonic

anhydrazaza, alcohol dehydrogenaza, v.v.

Đóng một vai trò trong quá trình tổng hợp axit nucleic và protein.

Giúp cho việc sử dụng lân và đạm trong cây.

Zn tích lũy trong rễ song lại có thể di chuyển từ rễ đến các bộ phận đang phát triển khác trong cây. Trong tán lá cây Zn lại di chuyển rất ít, đặc biệt là khi cây thiếu đạm. Triệu chứng thiếu Zn thường thấy trên lá non và lá bánh tẻ.

Rất nhiều cây trồng có phản ứng tích cực với Zn, nhất là trên đất đã liên tục được bón nhiều lân.

2.1.3.2. Vai trò của đồng (Cu)

Hàm lượng tổng số trong cây: 5 - 20 ppm, dưới 4 ppm trong chất khô biểu hiện thiếu Cu.

Dạng hút: Cu^{++} , dạng phức hữu cơ và hút cả qua lá.

Cu cần cho việc tổng hợp licnin (lignin) (và do vậy đóng góp vào việc bảo vệ màng tế bào), có tác dụng chống ôxy. Cu xúc tiến việc oxy hóa axit ascorbic (Vitamin C), hoạt hóa các men oxidaza, phenolaza và plastoxyanin. Cu là tác nhân điều chỉnh trong các phản ứng men (tăng cường, ổn định và hạn chế) và là chất xúc tác các phản ứng oxy hóa - khử. Thành phần của men cytochrom oxydaza và thành phần của nhiều enzym - phenolaza, lactaza, v.v.

Xúc tiến hình thành vitamin A trong cây.

Đồng đóng vai trò then chốt trong các quá trình: trao đổi đạm, prôtêin và hocmon; quang hợp và hô hấp; hình thành hạt phấn và thụ tinh.

Đồng thường được cung cấp dưới dạng thuốc trừ nấm. Nếu đã dùng thuốc bảo vệ thực vật có Cu thường không phải lo cây thiếu Cu.

Trồng cây trên đất than bùn, đất lầy thụt cây thường phản ứng tốt với việc bón Cu.

2.1.3.3. Vai trò của sắt (Fe)

Hàm lượng tổng số trong cây: 50 - 250 ppm, trong lá hàm lượng dưới 50 ppm thì biểu hiện thiếu Fe.

Dạng hút: Fe^{++} , Fe^{+++} và cả dạng hợp chất sắt hữu cơ, chelat Fe.

Fe cần cho việc vận chuyển electron trong quá trình quang hợp và các phản ứng oxy hóa - khử trong tế bào. Fe nằm trong thành phần của Fe - porphyrin và ferredoxin, rất cần cho pha sáng của quá trình quang hợp, ... Fe hoạt hóa nhiều enzym như catalaza, succinic dehydrogenaza và aconitaza.

Thiếu Fe việc hút K bị hạn chế. Ở các chân đất kiềm, đất hình thành trên đá vôi, đất đòi quá trình oxy hóa mạnh cây thường hay thiếu Fe.

2.1.3.4. Vai trò của mangan (Mn)

Hàm lượng tổng số trong cây: Biến thiên rất lớn từ 20 - 500 ppm, trong lá hàm lượng dưới 25 ppm thì biểu hiện thiếu Mn.

Dạng hút: Mn^{++} , dạng phức hữu cơ và cả hút được qua lá.

Mangan tham gia các phản ứng oxyhóa - khử trong hệ thống vận chuyển electron và thải O_2 trong quá trình quang hợp. Mn cũng hoạt hóa nhiều enzym như ôxidaza, perôxidaza, dehydrôgenaza, decarbôxilaza và kinaza.

Mangan cần thiết cho các quá trình sau đây: hình thành và ổn định lục lạp; tổng hợp prôtêin; khử nitrat (NO_3^-) thành amôn (NH_4^+) trong tế bào; tham gia chu trình axit tricacbôxylic (TCA). Mn^{++} xúc tác việc hình thành axit phôtphatidic trong việc tổng hợp phôtpholipid để xây dựng màng tế bào. Mn làm dịu độc Fe đối với cây.

Nhu cầu mangan của cây thường xuất hiện ở đất có pH > 5,8. Ở đất chua hơn thường đất đã thỏa mãn hoàn toàn nhu cầu Mn của cây (Katalymov M.V.1965).

2.1.3.5. Vai trò của bo (B)

Hàm lượng trong cây: đơn tử diệp: 6 - 18 ppm, song tử diệp thường cao hơn: 20 - 60 ppm. Ở trong lá thường chứa 20 ppm và thấp hơn trong trường hợp xuất hiện hiện tượng thiếu B.

Dạng hút: cây hút B theo phương thức nào nay chưa rõ. Có thể theo dòng nước từ rễ đi vào.

Ở trong đất tồn tại dạng khó tan axit boric (H_3BO_3 , pH = 9,2), có một lượng rất ít ở dạng $B_4O_7^{--}$, $H_2BO_3^-$, BO_3^{--} .

B có vai trò hàng đầu trong việc xây dựng cấu trúc và tạo độ bền chắc cho màng nguyên sinh chất. B cần cho việc trao đổi hydrat cacbon, vận chuyển đường, tổng hợp nuclêôtit và licnin (lignin) hóa thành tế bào. Thiếu B đình sinh trưởng chết, nên giai đoạn phân hóa bông lúa mà thiếu B thì lúa không có bông. Thiếu B làm giảm sức sống của hạt phấn.

B không có mặt trong các men và không ảnh hưởng đến hoạt động men.

Việc định lượng B bón cần phải căn cứ vào đặc điểm sinh học của cây và tính chất đất. Ngưỡng thiếu và ngưỡng độc B của các loại cây mẫn cảm với B như: dưa chuột, đậu đũa, chanh, nho rất gần nhau, nên không cần thận bón thừa B sẽ có tác dụng tiêu cực.

2.1.3.6. Vai trò của molipđen (Mo)

Hàm lượng tổng số trong cây: khoảng 1% trong chất khô, nhỏ hơn 0,2% biểu hiện thiếu Mo.

Dạng hút: MoO_4^{--} : Trong cây Mo tập trung trong men khử nitrat (NO_3^-), nên cây thiếu Mo thì quá trình khử nitrat thành amôn (NH_4^+) trong cây không được thực hiện, nên cây đồng hóa NO_3^- mà vẫn thiếu protid và tích lũy NO_3^- .

Molipđen do vậy rất cần cho các vi sinh vật cố định N tự do cũng như vi sinh vật cố định N cộng sinh.

Cũng chính vì vậy cây bộ đậu cần được cung cấp đủ Mo. Thiếu Mo cũng

có triệu chứng như thiếu N.

Việc thiếu molipden thường xảy ra trên đất chua. Khi tăng mỗi đơn vị pH thì lượng ion molybdat (MoO_4^-) có thể tăng 10 lần nếu đất có Mo.

Bón vôi làm tăng Mo dễ tiêu vì tăng pH. Các loại phân gây chua lại làm giảm Mo dễ tiêu. Do vậy bón nhiều và bón liên tục các loại phân gây chua sẽ mở rộng việc thiếu Mo.

Cây chỉ cần rất ít Mo (vài mg/ha) và thường dự trữ Mo trong hạt đã đủ phòng chống việc thiếu Mo cho cây trồng sau này. Weir và Hudson (1966) đã nhận xét: hầu như không thấy ngô, trồng ngay cả trên đất nghèo Mo, có triệu chứng thiếu Mo khi hàm lượng Mo trong hạt ngô cao hơn 0,08 mg/kg hạt, nhưng lại có triệu chứng thiếu Mo nếu hàm lượng Mo trong hạt xuống dưới 0,02 mg/kg hạt.

2.1.3.7. Vai trò của coban (Co)

Hàm lượng trong cây: 0,02 - 0,5% trong chất khô.

Dạng hút: chưa rõ cơ chế.

Chủ yếu cần cho sự hoạt động của vi sinh vật.

2.1.3.8. Vai trò của clo (Cl)

Là nguyên tố dinh dưỡng mới phát hiện giữa thế kỷ 20.

Hàm lượng tổng số trong cây: 0,2 - 2% trong chất khô, có trường hợp trong lá chứa đến 10%. Nồng độ Cl trong một số bộ phận quan trọng của cây từ 0,5 - 2% sẽ làm giảm năng suất. Trong lá mía, ngô, đại mạch, rau muống, cà chua hàm lượng nhỏ hơn 4% năng suất giảm đáng kể.

Dạng hút: Cl^- qua rễ và cả qua khí khổng lá.

Thành phần của axit auxin cloroindole - 3 axetic mà ở các hạt chưa chín nó chiếm vị trí của axit indole axetic.

Thành phần của nhiều hợp chất tìm thấy trong vi khuẩn và nấm.

Kích thích hoạt động của một số enzym và ảnh hưởng đến sự chuyển hóa hydrat cacbon và khả năng giữ nước của mô thực vật.

2.1.3.9. Vai trò của natri (Na)

Hàm lượng trong cây: Biến thiên lớn từ 0,1 - 10% chất khô.

Dạng hút: Na^+

2.1.3.10. Vai trò của vônphoram (V)

Hàm lượng trong cây: khoảng 1 ppm.

Dạng hút: chưa rõ cơ chế.

Cần thiết cho sự hoạt động của vi sinh vật.

2.1.3.11. Nguyên tố đất hiếm (đất hiếm)

Đất hiếm là tên gọi thông thường của các oxit của phần lớn những nguyên tố nhóm IIIB trong bảng tuần hoàn các nguyên tố, gồm 17 nguyên tố: scandi, ytri, lantan và dãy lantanoid.

Nguyên tố đất hiếm gồm 15 nguyên tố (kim loại) có số thứ tự từ 57 đến 71, cộng thêm ytri ($Z=39$) thuộc nhóm IIIB bảng tuần hoàn các nguyên tố. Có cấu tạo lớp điện tử ngoài cùng ($6s^2$) giống nhau, chỉ khác nhau ở lớp 4f phía trong nên chúng có tính chất hoá học gần giống nhau. Được chia thành 2 nhóm:

Nhóm xeri (nhóm đất hiếm nhẹ) gồm lantan, xeri, praseodim, neodim, prometi, samari, europi.

Nhóm ytri (nhóm đất hiếm nặng) gồm gadolini, ytri, tecbi, dysprosi, honmi, eribi, tuli, ytecbi, luteti.

Được sử dụng nhiều trong các ngành công nghiệp luyện kim, thuỷ tinh, đồ gốm, kỹ thuật điện tử; điều chế các chất xúc tác, v.v...

2.2. Vai trò sinh lý của axit amin và chất điều hòa sinh trưởng đối với đời sống thực vật

Axit amin và chất điều hoà sinh trưởng có vai trò hết sức quan trọng đối với đời sống thực vật. Axit amin tham gia vào thành phần cấu tạo của protein. Các chất điều hoà sinh trưởng là những chất có bản chất hoá học khác nhau nhưng đều có tác dụng điều tiết các quá trình sinh trưởng, phát triển của cây từ lúc tế bào trứng thụ tinh phát triển thành phôi cho đến khi cây ra hoa, kết quả, hình thành cơ quan sinh sản, dự trữ và kết thúc cho kỳ sống của mình.

2.2.1. Vai trò sinh lý của axit amin

Axit amin là những hợp chất hữu cơ chứa đạm có công thức: $R-CH(NH_2)-COOH$.

Hiện nay người ta phát hiện được khoảng 100 axit amin, nhưng chỉ có 20 axit amin tham gia vào thành phần của protein. Các axit amin được điều chế bằng cách thuỷ phân protein trong môi trường axit hoặc kiềm.

Trong cơ thể thực vật axit amin được hình thành do quá trình kết hợp giữa NH_3 , do rễ cây hút từ đất với xetô axit là sản phẩm của quá trình hô hấp.

Trong cơ thể thực vật axit amin là nguồn nguyên liệu để tổng hợp protein - thành phần chính của nguyên sinh chất, enzym, các hooc môn.

Hầu hết các axit amin đều có khả năng tạo phức chelat nội với các nguyên tố hoá trị 2.

Trong tự nhiên hợp chất hữu cơ quan trọng quyết định sự sống của thế giới động vật và thực vật, đều là các hợp chất kiểu chelat như: clorophyl - sắc tố quang hợp của thực vật, hemoglobin - sắc tố hô hấp của động vật bậc cao và người, hemoxiamin - sắc tố hô hấp của loại nhuyễn thể. Trong các hợp chất này, các nguyên tử kim loại là các tác nhân tạo phức chất như: Mg^{++} , Fe^{++} , Cu^{++} , đều được gắn vào photphitin giống nhau về cấu trúc, chỉ khác nhau về các gốc R. Qua đó ta thấy axit amin đóng vai trò sinh lý quan trọng trong đời sống của thực

vật, nó là nguồn nguyên liệu tổng hợp protein thành phần chính của nguyên sinh chất, của enzym và của hooc môn.

Do có khả năng tạo phức chelat tương tự như chlorophyl với hầu hết các nguyên tố vi lượng Mg^{++} , Fe^{++} , Cu^{++} , Zn^{++} , Mn^{++} , chlorophyl nên người ta sử dụng axit amin phối hợp với các nguyên tố vi lượng trong chế phẩm vi lượng để chuyển vi lượng sang dạng phức chelat để cây trồng dễ sử dụng hơn, như các chế phẩm Pherala của Anh, Nanzdum, Neugol, Omaza của Thái Lan. Ở Việt Nam có chế phẩm Komix được sản xuất bằng sự phối hợp các nguyên tố vi lượng với dịch đậm chiết ra từ một loại giun hồng và chế phẩm phun qua lá Thiên Nông được sản xuất bằng cách phối chế các nguyên tố vi lượng với dịch đậm thủy phân từ cá, rong biển.

Để chiết rút axit amin người ta sử dụng các nguyên liệu là các sản phẩm phụ của động vật và thực vật có chứa protein. Hàm lượng protein cao nhất trong nguyên liệu bột máu (801 g/kg), tiếp đến là bột nhộng tằm lá dâu - 686 g/kg, bột lông vũ - 685 g/kg, bột nhộng tằm lá sắn - 611 g/kg và bột bã gan - 508 g/kg.

2.2.2. Vai trò sinh lý của các chất điều hòa sinh trưởng (Auxin, Gibberellin và Cytokinin, ...)

Auxin, gibberellin và cytokinin thuộc nhóm các chất kích thích sinh trưởng (stimulator). Các chất này có tác dụng kích thích sinh trưởng, phát triển của thực vật.

Auxin có tác dụng sinh lý rất nhiều mặt lên các quá trình sinh trưởng của tế bào, hoạt động của tầng phát sinh, sự hình thành rễ, hiện tượng ưu thế ngọn, tính hướng của thực vật, sự sinh trưởng của quả và tạo quả không hạt.

Gibberellin kích thích mạnh mẽ sự sinh trưởng kéo dài của thân, sự vươn dài của lóng cây họ lúa. Hiệu quả này có được là do ảnh hưởng kích thích đặc trưng của GA lên pha dẫn của tế bào theo chiều dọc.

Cytokinin kích thích sự phân chia tế bào mạnh mẽ. Vì vậy người ta xem chúng như là chất hoạt hoá sự phân chia tế bào. Có được hiệu quả này là do cytokinin hoạt hoá mạnh mẽ sự tổng hợp axit nucleic và protein.

2.3. Cơ chế hút dinh dưỡng của cây và những định luật có liên quan đến dinh dưỡng của cây

2.3.1. Cơ chế hút dinh dưỡng của cây

- Muốn cây hút được thức ăn trong đất (các ion) thì điều đầu tiên là các ion phải được tiếp xúc với bề mặt bộ rễ. Có 3 phương thức tiếp xúc:

+ Nhờ nội lực mà các ion tiếp xúc được với bề mặt bộ rễ bằng phương thức trao đổi ion.

+ Nhờ sự khuếch tán trong dung dịch của các ion.

+ Nhờ lưu lượng nước trong dung dịch đất (Mass flow). Phần lớn các ion canxi, magie và một phần nitơ, sulfua cung cấp cho cây trồng bằng phương thức lưu lượng nước. Nhưng ngược lại, photpho, kali lại bằng phương thức khuếch

tán là chủ yếu.

- Tính chất lý, hoá đất và loại phân bón ảnh hưởng rất lớn đến các quá trình trên.

- Bón phân làm tăng nồng độ dung dịch đất, do đó ảnh hưởng đến sự khuếch tán, đến sự tiếp xúc của các ion với bề mặt bộ rễ.

- Hàm lượng keo sét, độ ẩm và nhiệt độ đất ảnh hưởng đến quá trình tiếp xúc, khuếch tán của các ion đến bề mặt bộ rễ theo quy luật của vật lý.

- Việc hút dinh dưỡng của cây là rất phức tạp, hiện nay tạm thời thống nhất các ion đi vào bộ rễ theo cơ chế:

+ Trao đổi;

+ Khuếch tán;

+ Trao đổi chất.

- Cả 3 cơ chế hấp thu gắn liền với diện tích mặt ngoài và diện tích mặt trong của bộ rễ.

+ Các ion đi đến mặt ngoài của bộ rễ là một quá trình đơn giản: hấp thu khuếch tán và hấp thu trao đổi;

+ Nhưng các ion đi vào bên trong của bộ rễ là một sự trao đổi chất.

Có nghĩa là sự tiêu hao năng lượng của tế bào cho cơ chế hút theo kiểu này.

2.3.2. Những định luật có liên quan đến dinh dưỡng của cây

2.3.2.1. Định luật tối thiểu (*The law of minimum*)

Justus Von Liebig là một nhà hoá học Đức năm 1862 đã nêu ra định luật tối thiểu về phản ứng của cây trồng đối với phân bón.

Định luật viết: “Tất cả các đất trồng đều chứa một hoặc nhiều yếu tố dinh dưỡng tối đa và tối thiểu. Năng suất cây trồng đều có mối quan hệ trực tiếp với các yếu tố tối thiểu này, có thể đó là canxi, kali, nitrogen, phosphor, magie hoặc các chất dinh dưỡng khác. Đó là yếu tố chi phối, ức chế, ... năng suất. Nguyên tố tối thiểu này có thể là canxi... làm cho năng suất chững lại và không tăng trưởng, mặc dầu tổng số các yếu tố kali, silic, photphoric axit, ... được nâng lên hàng trăm lần”.

Định luật tối thiểu của Liebig thời đó đã làm cơ sở cho việc phát triển nền công nghiệp phân bón ở Đức và nhiều nước trên thế giới. Và mãi cho đến ngày nay, định luật đó đang còn có ý nghĩa rất lớn trong việc nghiên cứu, ứng dụng các loại phân bón vào sản xuất nông nghiệp.

Vận dụng định luật này từ năm đầu thập kỷ 70 thế kỷ 20 đến nay chúng ta khuyến cáo sử dụng phân lân cho nhiều loại cây trồng, nhất là với các giống lúa mới trên nhiều loại đất, mang lại hiệu quả rất lớn cho sản xuất nông nghiệp.

2.3.2.2. Định luật về mối quan hệ giữa sự phát triển của cây trồng với các yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển của Mitcherlick

Sự phát triển của cây trồng chịu tác động của nhiều yếu tố ngoại cảnh. Người ta đã thống kê được 52 yếu tố, trong đó có yếu tố về phân bón. Năm 1909 nhà khoa học Đức đã nêu lên định luật với 2 nội dung:

- Năng suất có thể tăng lên do một yếu tố riêng rẽ thậm chí khi yếu tố đó không tồn tại ở mức tối thích.

- Việc nâng cao năng suất cây trồng do kết quả nâng cao yếu tố phát triển riêng rẽ sẽ giảm dần một cách tương xứng từ điểm năng suất tối đa có thể đạt được nhờ việc nâng cao yếu tố phát triển từng phần.

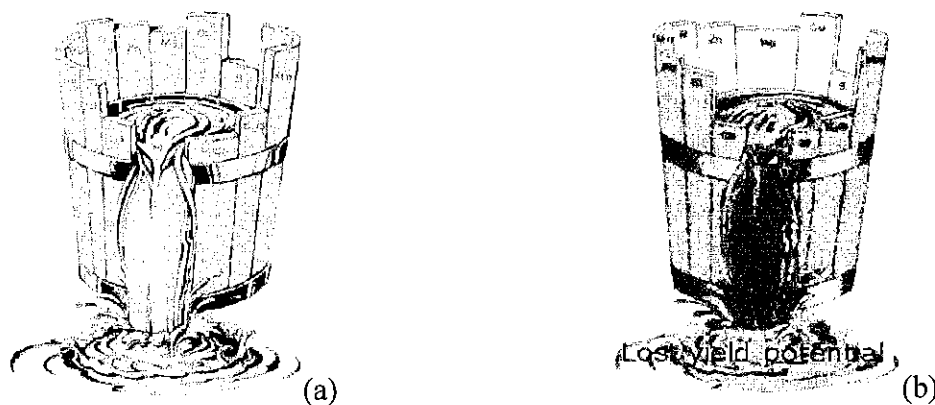
Năng suất cây trồng phụ thuộc vào nguyên tố phân bón có tỷ lệ thấp nhất so với yêu cầu của cây trồng. Theo định luật này người ta xem năng suất cây trồng như mức nước trong thùng được cấu tạo bằng nhiều thanh gỗ.

Thùng a năng suất phụ thuộc hàm lượng N; Thùng b năng suất phụ thuộc vào hàm lượng P_2O_5 , sau khi nâng được hàm lượng N trong đất.

Mỗi thanh gỗ đại diện cho một nguyên tố phân bón. Năng suất cây trồng phụ thuộc vào thanh gỗ thấp nhất. Theo định luật này thì yếu tố tối thiểu cứ luân phiên nhau xuất hiện.

Thật ra định luật tối thiểu là kết quả tất nhiên của phương pháp nghiên cứu cô lập từng yếu tố, không nghiên cứu quan hệ giữa đất và cây trong một mối quan hệ tương tác lẫn nhau trong một hệ cân bằng toàn cục. Bón phân chạy theo qui luật tối thiểu sẽ không bao giờ giải quyết được sự mất cân đối dinh dưỡng nên yếu tố tối thiểu sẽ cứ luân phiên xuất hiện.

Định luật này hiện nay được xem là định luật Yếu tố hạn chế thiếu được phát biểu như sau:



Hình 1. Thùng gỗ diễn đạt luật tối thiểu của Liebig, 1843

Việc thiếu một nguyên tố dinh dưỡng dễ tiêu đối với cây trồng trong đất (yếu tố hạn chế thiếu) hạn chế hiệu lực của các nguyên tố khác và do vậy làm giảm năng suất cây trồng.

Trong thực tế, khi hàm lượng một nguyên tố nào đó trong đất vượt quá nhu cầu của cây, không cân đối với các nguyên tố khác thì chính nguyên tố đó lại hạn chế tác dụng của các nguyên tố khác. Định luật tối thiểu của Liebig có

thể mở rộng thành định luật về yếu tố hạn chế như sau: đất thiếu hay thừa một nguyên tố dinh dưỡng dễ tiêu (nào đó) so với yêu cầu của cây cũng đều làm giảm hiệu quả của các nguyên tố khác và do đó làm giảm năng suất của cây.

Có tác giả tách thành luật tối thiểu (ứng với việc thiếu) và luật tối đa (ứng với việc thừa).

Định luật của Mitcherlick hiện đang được ứng dụng rộng rãi để tính toán mối quan hệ giữa năng suất cây trồng với các yếu tố dinh dưỡng cây trồng, cũng như các yếu tố khác trong phương trình:

$$Y = ax^2 - bx + c$$

Một ví dụ chứng minh:

Trong một thí nghiệm phân bón, cho ngô chẳng hạn, người ta tăng dần lượng phân bón và ghi lại năng suất ở mỗi mức bón tương ứng, thì thấy như sau:

- Công thức không bón, năng suất được 40,9 tạ/ha
- Công thức bón 40 N/ha năng suất đạt 56,5 tạ/ha tăng 15,6 tạ/ha so với không bón
- Công thức bón 80 N/ha năng suất đạt 70,8 tạ/ha tăng 29,9 tạ/ha so với không bón
- Công thức bón 120 N/ha năng suất đạt 76,2 tạ/ha tăng 35,3 tạ/ha so với không bón
- Công thức bón 160 N/ha năng suất đạt 79,9 tạ/ha tăng 39,0 tạ/ha so với không bón

+ Tính hiệu suất chung:

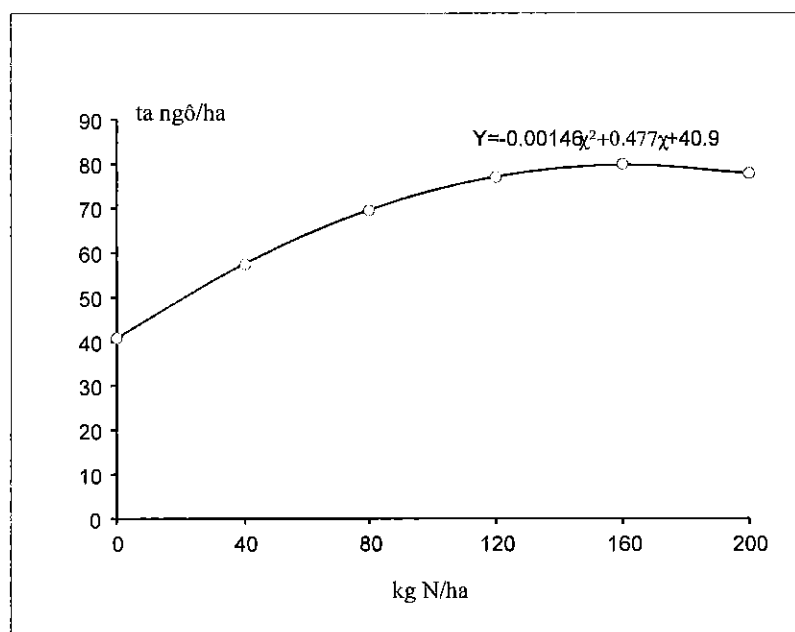
- Bón mức 40 kg N/ha hiệu suất đạm bón là 39 kg ngô/1 kg đạm bón
- Bón mức 80 kg N/ha hiệu suất đạm bón là 37,37 kg ngô/1 kg N bón
- Bón mức 120 kg N/ha hiệu suất đạm bón là 29,41 kg ngô/1 kg N bón
- Bón mức 160 kg N/ha hiệu suất đạm bón là 24,37 kg ngô /1 kg N bón.

+ Tính hiệu suất phân khoảng từng 40 kg N bón một thì thấy:

- 40 kg N đầu tiên hiệu suất là 39 kg ngô/1 kg N bón.
- 40 kg N thứ hai hiệu suất là 35,76 kg ngô/1 kg N bón.
- 40 kg N thứ ba hiệu suất là 13,50 kg ngô/1 kg N bón
- 40 kg N thứ tư hiệu suất là 9,25 kg ngô/1 kg N bón.

Bội thu không hẳn tỉ lệ thuận với việc bón thêm vì tăng lượng phân bón lên gấp đôi mà bội thu không tăng gấp 2, mà về mặt hiệu suất lại giảm dần. Lợi nhuận của nhà nông giảm dần.

Nếu biểu thị trên một hệ trục tọa độ, trong đó trục tung là năng suất, trục hoành là lượng phân đạm bón, ta được đồ thị biểu diễn sự biến thiên của năng suất theo lượng bón (đồ thị 1) sau đây:



Hình 2. Tương quan giữa lượng N bón và năng suất ngô

Đồ thị là một parabol, đường biểu diễn của phương trình bậc hai, có dạng tổng quát là:

$$Y = ax^2 - bx + c.$$

Trong thí dụ này đó là phương trình bậc 2 cụ thể sau :

$$Y = - 0,00146 x^2 + 0,477 X + 40,9$$

Điểm uốn parabol thể hiện đường biểu diễn hàm số bắt đầu uốn xuống, tọa độ điểm uốn là điểm cực đại của đường cong biểu diễn. Nếu x là lượng N bón thì x là lượng bón tối đa, bón thêm phân bắt đầu làm giảm năng suất. Đó là Lượng bón tối đa về mặt kỹ thuật (maximum technique).

Do vậy muốn tính mức bón tối đa kỹ thuật ta tìm đạo hàm của hàm số trên.

$$Y' = -2 ax + b$$

Điểm uốn xuất hiện khi $Y' = 0 \text{ -----} > 2 ax = b$

$$X = \frac{b}{2a}$$

Lượng bón tối đa kỹ thuật ở đây là $0,477/ 2 * 0,00146 = 164,5 \text{ kg N/ha}$.

Nghĩa là về mặt kỹ thuật, bón quá mức này ngô sẽ giảm năng suất.

Khi tính hiệu suất phân bón theo từng nấc ta thấy: lượng phân bón từ nấc dưới lên nấc trên hiệu suất phân bón giảm đi rất nhanh.

Mục đích của người sản xuất không phải chỉ nhằm đạt năng suất cao nhất mà là tìm lợi nhuận cao nhất. Do đó phải tìm lượng bón tối thích kinh tế.

Lượng bón đạt lợi nhuận cao nhất là lượng bón mà ở đó hiệu suất một kilô phân bón thêm đủ bù đắp được chi phí sản xuất tăng lên do bón thêm một kilô phân đó hoặc tối thiểu là trả đủ tiền mua một kilô phân bón để bón thêm. Giả sử để mua 1 kilô phân đạm người nông dân phải bán 5 kilô ngô hạt thì theo phương

trình trên lượng bón tối thích mà người nông dân có thể chấp nhận được là:

$$X = \frac{Y'-b}{-2a} = \frac{0,05 - 0,477}{-0,00292} = 146 \text{ kg}$$

Y' là chi phí bỏ ra để bón 1 kg N (tương đương tiền bán 5 kg ngô, hay là 0,05 tạ).

146 kg N gọi là lượng bón tối thích về mặt kinh tế.

3. Đất, phân bón và cây trồng

3.1. Tổng quan đất Việt Nam trong sản xuất nông nghiệp

Để có thể xây dựng các loại bản đồ đất, xác định chính xác các tính chất đất, trên cơ sở đó đánh giá chất lượng đất đai và quy hoạch sử dụng chúng bền vững, có hiệu quả và bảo vệ môi trường sinh thái, cần phải có hệ phân loại đất vừa mang tính lý luận vừa có ý nghĩa thực tiễn trong sản xuất. Hiện nay trên Thế giới tồn tại ba khuynh hướng phân loại đất chính: (1) Hệ PLĐ của Liên Bang Nga; (2) Hệ PLĐ của Bộ Nông nghiệp Mỹ USDA-Soil Taxonomy; (3) Hệ PLĐ của FAO. Hệ thống phân loại đất theo trường phái phát sinh học của Liên bang Nga, đang phổ biến và được áp dụng rộng rãi nhất. Theo hệ thống phân loại này, bản đồ đất Việt Nam tỷ lệ 1/1.000.000 được chia thành 12 nhóm và 28 loại đất chính (Bảng 1).

Bảng 1. Diện tích các loại đất trên Bản đồ Đất Việt Nam, tỷ lệ 1/1.000.000

TT	Loại đất	Diện tích (ha)	Tỷ lệ (%)
I	Nhóm đất cát biển	462.700	1,40
1	Đất cồn cát trắng, vàng	188.500	0,57
2	Đất cồn cát đỏ	87.800	0,26
3	Đất cát biển	186.400	0,57
II	Nhóm đất mặn	1.955.300	5,72
4	Đất mặn sú, vẹt, đước	716.000	2,17
5	Đất mặn	1.139.300	3,76
III	Nhóm đất phèn	1.702.200	5,93
6	Đất phèn nhiều	576.900	1,75
7	Đất phèn trung bình và ít	1.125.300	3,41
IV	Nhóm đất lầy và than bùn	182.300	0,56
8	Đất lầy	127.800	0,39
9	Đất than bùn	54.500	0,17
V	Nhóm đất phù sa	3.122.700	9,47
10	Đất phù sa của hệ thống sông Hồng	764.200	2,32
11	Đất phù sa của hệ thống sông Cửu Long	902.500	2,74
12	Đất phù sa các sông khác	1.456.000	4,41
VI	Nhóm đất xám bạc màu	3.238.000	9,82
13	Đất xám bạc trên phù sa cổ	1.449.900	4,40
14	Đất xám bạc glây trên phù sa cổ	491.100	1,49

15	Đất xám bạc trên đá cát và đá macma axit	1.297.000	3,93
VII	Nhóm đất xám nâu vùng bán khô hạn	70.000	0,21
16	Đất xám nâu vùng bán khô hạn	70.000	0,21
VIII	Nhóm đất đen nhiệt đới	364.200	1,10
17	Đất đen	364.200	1,10
IX	Nhóm đất đỏ vàng	16.507.700	50,04
18	Đất nâu tím trên bazan	3.200	0,01
19	Đất nâu đỏ trên các đá macma bazơ và trung tính	2.431.800	7,37
20	Đất nâu vàng trên các đá macma bazơ và trung tính	154.800	0,46
21	Đất đỏ nâu trên đá vôi	185.300	0,56
22	Đất đỏ vàng phát triển trên đá sét và đá biến chất	6.039.200	18,31
23	Đất đỏ vàng trên đá macma axit	4.620.800	14,01
24	Đất vàng nhạt trên đá cát	2.627.600	7,97
25	Đất vàng nâu trên phù sa cổ	445.000	1,35
X	Nhóm đất mùn vàng đỏ trên núi	3.688.000	11,18
26	Đất mùn vàng đỏ trên núi	3.688.000	11,18
XI	Nhóm đất mùn trên núi cao	163.200	0,49
27	Đất mùn trên núi cao	163.200	0,49
XII	Nhóm đất xói mòn mạnh trơ sỏi đá	440.800	1,35
28	Đất xói mòn mạnh trơ sỏi đá	440.800	1,35
	<i>Núi đá</i>	<i>1.019.000</i>	<i>3,09</i>
	<i>Sông hồ</i>	<i>58.900</i>	<i>0,19</i>
	Tổng cộng:	32.975.000	100,00

Nguồn: Ban Biên tập Bản đồ Đất Việt Nam (1978). Bản đồ Đất Việt Nam, tỷ lệ 1/1.000.000.

3.2. Tính chất một số loại đất chính

3.2.1. Tính chất lý học

TT	Loại đất	Tỷ trọng	Dung trọng	Độ xốp (%)	SCADR	Độ ẩm cây héo	Thành phần cơ giới (% cấp hạt mm)		
							Cát	Limon	Sét
1	Đất cát biển	2,6-2,7	1,25-1,34	~50	18-26	2-3	80-85	10-15	1,5-6,0
2	Đất mặn	2,5-2,6	1,0-1,4	48-62	33,0-34,5	7,4-7,8	22-30	40-45	40-48
3	Đất phèn	2,4-2,6	0,9-1,2	58-60	38,5	17,3	25-30	40-45	25-30
4	Đất phù sa hệ thống sông Hồng	2,5-2,8	0,8-1,2	60-64	38,5-45,6	11,0-24,0	14-21	54-57	21-31
5	Đất phù sa hệ thống sông Thái Bình	2,5-2,6	0,9-1,3	~50	33-35	7,0-8,5	8,5-10	54-58	33-38
6	Đất phù sa úng nước	2,6-2,7	0,9-1,25	55-66	36-39	11-12	2-3	62-67	30-36
7	Đất xám bạc màu	2,6-2,7	1,4-1,5	40-47	24-27	7-8	22-24	62-64	10-12
8	Đất nâu đỏ trên bazan	2,5-2,6	0,9-1,1	58-60	50-55	24-26	12-15	13-21	67-72

9	Đất đỏ nâu trên đá vôi	2,7-2,8	0,95-0,97	64-65	34-40	24-25	17-19	33-35	47-48
10	Đất vàng đỏ trên macma axit	2,5-2,6	1,0-1,1	54-56	-	-	25-30	40-43	30-32
11	Đất đỏ vàng trên đá sét, biến chất	2,6-2,7	1,4-1,5	43-45	25,5-27,5	14,1-14,8	21,1	52,7	26,2
12	Đất vàng nhạt trên đá cát	2,6-2,7	1,5-1,6	39-43	20,3-25,7	8,5-10,7	70-72	20-22	8-10
13	Đất nâu vàng trên phù sa cổ	2,5-2,6	1,4-1,6	< 40	30-32	13,2-14,2	35-37	40-45	20-25
14	Đất mùn vàng đỏ trên núi	2,7-2,8	0,7-0,8	68-75	-	-	13-19	57-58	25-30

Ghi chú: SCAĐR-sức chứa ẩm đồng ruộng

Nguồn: Đỗ Đình Thuận (1994). Những thông tin cơ bản về đất Việt Nam. Tài liệu Tập huấn về sử dụng phân bón cân đối để tăng năng suất cây trồng và cải thiện môi trường-FADINAP/SFRI (số liệu lấy bình quân của nhiều phẫu diện nghiên cứu, ở độ sâu 0-15, 0-20 cm).

3.2.2. Tính chất hóa học

TT	Loại đất	Tổng số (%)				Đề tiêu (mg/100g đ)		Trao đổi (ldl/100g đất)			Độ no bazơ (%)
		Hữu cơ	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	DTHT	
1	Đất cát biển	0,5-1,0	0,05-0,07	0,03-0,05	0,2-0,4	3-5	2-4	1,3-1,7	0,9-1,2	3-7	40
2	Đất mặn	1,1-2,5	0,09-0,12	0,08-0,13	1,7-2,1	8-10	30-45	5,6-8,7	7,0-11,5	12-20	60-70
3	Đất phèn	1,3-2,6	0,10-0,24	0,03-0,08	1,4-1,7	2,5-3,5	10-20	3,1-6,2	2,8-7,3	13-23	< 40
4	Đất phù sa hệ thống sông Hồng	1,2-1,8	0,12-0,26	0,08-0,13	1,7-2,2	12-15	15-25	7,1-15,4	1,8-5,7	14-25	80-85
5	Đất phù sa hệ thống sông Cửu Long	1,5-2,9	0,15-0,32	0,09-0,13	1,6-2,0	5-7	15-20	4,2-9,4	3,5-9,6	12-18	65-80
6	Đất phù sa hệ thống sông Thái Bình	0,9-1,4	0,07-0,12	0,05-0,10	1,4-1,7	4-6	5-8	3,8-5,2	2,3-3,9	8-14	65-75
7	Đất phù sa úng nước	1,3-3,0	0,11-0,29	0,04-0,08	1,6-2,1	3-5	8-10	4-5	1,7-3,5	10-18	~50
8	Đất xám bạc màu	0,8-1,1	0,04-0,08	0,03-0,06	0,2-0,4	4-5	5-6	0,8-3,6	0,3-2,0	4-7	43-58
9	Đất nâu đỏ trên bazan	3,0-3,5	0,16-0,25	0,2-0,3	0,5-0,7	5-7	10-15	0,8-1,5	0,7-1,2	12-15	37-40
10	Đất đỏ nâu trên đá vôi	2,5-4,2	0,1-0,3	0,1-0,2	0,8-1,0	5-10	10-15	7-10	5-8	24-26	58-65
11	Đất vàng đỏ trên macma axit	1,5-3,0	0,1-0,2	0,03-0,06	1,8-2,0	5-7	10-15	3,5-4,0	3,2-3,8	9-15	40-50
12	Đất đỏ vàng	1,8-	0,1-	0,03-	0,2-	1-1,2	1-5	1,2-	1,2-	14-	45-

	trên đá sét, biến chất	2,6	0,2	0,05	0,3			2,0	1,6	16	48
13	Đất vàng nhạt trên đá cát	1,0- 1,2	0,1- 0,15	0,04- 0,06	0,5- 0,7	1-1,1	1-4	1,2- 1,5	1,0- 1,5	10- 12	42- 43
14	Đất nâu vàng trên phù sa cổ	1,0- 2,0	0,1- 0,16	0,04- 0,06	0,7- 0,8	2-5	3-7	1,3- 2,0	1,1- 1,5	12- 16	43- 50

Ghi chú: DTHT-dung tích hấp thu

Nguồn: Đỗ Đình Thuận (1994). Những thông tin cơ bản về đất Việt Nam. Tài liệu Tập huấn về sử dụng phân bón cân đối để tăng năng suất cây trồng và cải thiện môi trường-FADINAP/SFRI (Số liệu lấy bình quân của nhiều phẫu diện nghiên cứu, ở độ sâu 0-15, 0-20 cm).

3.2.3. Tính chất sinh học

Học thuyết phát sinh của V. V. Dokuchaev đã chỉ ra rằng sinh vật là một trong năm yếu tố chính hình thành đất. Sau khi đất được tạo thành nó giữ một vai trò quan trọng trong việc giao lưu với các quyển khác trong sinh quyển. Đặc biệt đất là nơi để thực hiện hàng loạt các chu trình chuyển hoá vật chất, trao đổi dinh dưỡng và dòng năng lượng để tạo nên sự phát triển và độ phì nhiêu của đất, mà trong đó mọi hoạt động sống của vi sinh vật (VSV) trong đất giữ vai trò quyết định. Vì vậy mà sinh vật đất không những là thành phần không thể tách rời được của đất mà còn là một trong những chỉ tiêu đánh giá độ phì nhiêu của đất. Mặt khác chính đất mới là môi trường tạo điều kiện thuận lợi cho sinh vật phát triển và tham gia tích cực vào các quá trình chuyển hoá vật chất trong tự nhiên.

Theo tính toán của các nhà khoa học cho thấy: trên 1 ha đất trồng trọt (độ sâu 20 - 30 cm) có từ 5 - 7 tấn vi khuẩn, từ 2 - 3 tấn nấm men, nấm mốc, xạ khuẩn, động vật nguyên sinh, ... và từ 3 - 4 tấn động vật không xương sống (như giun, ấu trùng, các lớp sâu bọ, tuyến trùng, ...). Rõ ràng ngoài chức năng tham gia vào các quá trình chuyển hoá vật chất chính ở trong đất, các sinh vật đất sau một chu kỳ sống chúng đã để lại một lượng sinh khối đáng kể góp phần tạo nên độ phì nhiêu của đất. Tuy nhiên mọi hoạt động của sinh vật đất, cũng như sinh khối của chúng để lại cho đất lại hoàn toàn phụ thuộc vào những yếu tố tác động làm ảnh hưởng tới sự thay đổi môi trường đất như khí hậu, tính chất đất, ... Những yếu tố này lại tác động đến các tác động tương hỗ giữa các nhóm sinh vật sống trong đất. Vì thế một ngành khoa học mới sinh thái đất được hình thành vào những năm giữa của thế kỷ XX.

Những đặc điểm khác nhau của môi trường đất đã tạo nên tính đa dạng về thành phần của sinh vật đất, nó góp phần tạo nên sự phong phú của quần thể sinh vật đất.

3.3. Độ phì nhiêu của một số loại đất chính

3.3.1 Nhóm đất vùng đồng bằng

3.3.1.1. Đất cát

Tuy diện tích không lớn nhưng đất cát có khả năng cho sản phẩm nông nghiệp rất đa dạng và rất cần cho cư dân sống trên vùng đất này. Tại các tỉnh

ven biển miền Trung trên đất cát biển có các cây trồng chủ yếu là màu (khoai lang, lạc, đậu đỗ...) và các giải rừng phi lao (*Casuarina*) và các loại keo (*Acacia*) phòng hộ, ngăn cản các luồng cát di động. Đất cát thường có thành phần cơ giới (TPCG) thô (tỷ lệ cát phổ biến > 80%), kết cấu rời rạc, nghèo dinh dưỡng. Hàm lượng chất hữu cơ (mùn), đạm (N), lân (P_2O_5) và kali (K_2O) tổng số và dễ tiêu đều thấp đến rất thấp; dung tích hấp thu rất thấp, thường chỉ đạt < 10 ldl/100g đất; khả năng giữ nước và chất dinh dưỡng rất kém. Trong nhóm đất này chỉ có loại đất cát biển là có độ phì khá hơn các loại đất cát khác (chất hữu cơ khoảng 1%). Sử dụng và cải tạo đất cát ven biển bằng cách cải thiện TPCG, tăng khả năng giữ độ ẩm và dưỡng chất là biện pháp cần thiết.

3.3.1.2. Đất mặn

Là đất phù sa bị nhiễm mặn dưới các hình thức khác nhau (nước biển tràn vào, mặn do nước mạch...). Tuy đất có độ phì nhiều khá (hàm lượng chất hữu cơ thường đạt khoảng 1,5 - 3%; hàm lượng kali và lân dễ tiêu khá cao: tương ứng 10 mg và 40 mg/100g đất) nhưng lại bị hạn chế bởi độ mặn cao (độ dẫn điện - EC trong dung dịch bão hòa thường > 4 dS/m).

Đất mặn sú, vẹt, đước là đất chưa thuần thực (n -value < 0,7); ngập triều, bão hòa muối NaCl, nên không dùng cho sản xuất nông nghiệp đước. Loại đất này là đất ngập nước dưới rừng ngập mặn với thảm thực vật chủ yếu là đước (*Rhizophora*), vẹt (*Bruiera*), bần (*Sonneratia caseolaria*), dừa nước (*Nipa fruticosa*), ... đất thường có TPCG là thịt nặng đến sét; hàm lượng chất hữu cơ tương đối cao 2 - 3%; lân và kali tổng số tương đối khá, nhưng hàm lượng dễ tiêu lại thấp (đặc biệt là lân dễ tiêu chỉ đạt < 10 mg/100g đất). Trên đất này duy trì rừng ngập mặn (mangroves) kết hợp nuôi trồng là biện pháp tốt nhất. Sau một thời gian dài, quá trình bồi tụ đước tiếp tục có thể quai đê lấn biển, cải tạo thì mới sử dụng cho sản xuất nông nghiệp đước.

Đất mặn nhiều có hàm lượng Cl^- > 0,25%; tổng số muối tan > 1% là yếu tố hạn chế chính trong sản xuất nông nghiệp, mặc dù các yếu tố độ phì nhiều tự nhiên tương đối khá (hàm lượng chất hữu cơ biến động trong khoảng 2 - 2,5%, kali là lân tổng số tương đối khá, TPCG chủ yếu là thịt trung bình). Các biện pháp thủy lợi quai đê ngăn mặn, dùng nước ngọt rửa mặn là cần thiết để có thể thâm canh từng vụ, trồng cây lương thực.

Đất mặn trung bình và ít chiếm diện tích lớn nhất trong nhóm đất mặn, đã được sử dụng khá triệt để cho sản xuất nông nghiệp. Trên đất này yếu tố hạn chế chính vẫn là độ mặn, tuy không cao như ở đất mặn nhiều, nhưng vẫn gây ảnh hưởng xấu đến năng suất cây trồng. Đất có TPCG là thịt trung bình đến nặng, hàm lượng chất hữu cơ khá (xấp xỉ 2%); kali tổng số khá. Đất mặn trung bình và ít thường phân bố ở những địa hình tương đối cao hơn so với các loại đất mặn khác, do đó, nhiều nơi có hệ thống thủy lợi tưới tiêu riêng biệt, rửa mặn khá tốt, thường thu được năng suất cây trồng khá cao, ít thua kém so với đất phù sa màu mỡ.

Trên đất mặn các giống cây đặc sản thường cho phẩm chất cao (lúa tám thơm, tám xoan, thuốc Lào, ...).

3.3.1.3. Đất phèn

Được hình thành từ sản phẩm bồi tụ phù sa với vật liệu sinh phèn (sulfidic materials)-pyrit. Trong điều kiện khử, vật liệu sinh phèn sẽ hình thành đất phèn tiềm tàng và khi bị oxy hóa, tầng pyrit sẽ tạo nên Jarosit (có màu vàng rom), hình thành tầng phèn (sulfuric horizon) là tầng chẩn đoán của đất phèn hoạt động (hay còn gọi là đất phèn hiện tại). Đặc điểm cơ bản và cũng là yếu tố hạn chế chính của chúng trong sản xuất nông nghiệp là phân bố ở địa hình thấp, trũng; đất chua thuận thực; thường gầy mạnh ở các tầng dưới; hàm lượng lưu huỳnh cao (đối với đất phèn tiềm tàng); hàm lượng các độc tố như Al^{+3} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , SO_4^- cao; pH_{KCl} thường thấp dưới 3,5 (đối với đất phèn hoạt động). Đất phèn thường có hàm lượng chất hữu cơ cao (khoảng 3 - 5%), mức độ phân giải thấp; hàm lượng lân và kali dễ tiêu thấp (tương ứng là 3 và 15 mg/100g đất).

Đối với đất phèn cần áp dụng các biện pháp thủy lợi tưới tiêu riêng biệt, làm giảm độc tố trong đất, bón phân cân đối, chọn cây trồng thích hợp và bố trí cơ cấu hợp lý, một mặt bảo đảm an ninh lương thực, mặt khác giữ môi trường sinh thái và đa dạng sinh học.

3.3.1.4. Đất phù sa

Là nhóm đất màu mỡ nhất của Việt Nam trong loại hình thổ nhưỡng vùng đồng bằng, ít có các yếu tố hạn chế đến sản xuất nông nghiệp. Đất phù sa của VN thường phân bố ở giữa khối đất bồi tụ hai đồng bằng tam giác lớn là đồng bằng sông Cửu Long và đồng bằng sông Hồng và tại các sông khác của miền Trung. Đất phù sa được chia thành 3 loại: đất phù sa của hệ thống sông Hồng, sông Cửu Long và các sông khác.

Đất phù sa của hệ thống sông Hồng có TPCG chủ yếu là thịt trung bình đến nặng; trị số pH nước thường là trung tính; hàm lượng chất hữu cơ trung bình đến khá, biến động trong khoảng 1,2-1,8%; đạm tổng số trung bình đến khá (0,12-0,26%); hàm lượng lân và kali tổng số khá, tương ứng 0,1 và 2%; lân và kali dễ tiêu cũng khá cao, tương ứng 15 và 25 mg/100g đất. Dung tích hấp thu của đất này thường biến động trong khoảng 15 đến 25 ldl/100g đất; độ no bazơ (BS) trung bình, thường biến động trong khoảng 40 - 50%.

Đất phù sa của hệ thống sông Cửu Long cũng có các đặc tính độ phì nhiêu tương tự như của đồng bằng sông Hồng, tuy nhiên TPCG có nặng hơn do đặc điểm của vật liệu phù sa; dung tích hấp thu thấp hơn và hàm lượng chất hữu cơ thường cao hơn (biến động trong khoảng 2 - 2,7%).

Đất phù sa của hệ thống các sông khác thường chua hơn, các đặc tính độ phì nhiêu cũng thấp hơn so với đất phù sa của sông Hồng và sông Cửu Long. Đất có trị số pH thường dưới 7; độ no bazơ dưới 50%; dung tích hấp thu trung bình đến thấp (biến động trong khoảng 8 - 15 ldl/100g đất).

Bón phân cân đối cho các loại cây trồng, tránh bóc lột đất và hoàn thiện các công trình thủy lợi nhằm ổn định và nâng cao năng suất, sản lượng lương thực và bảo vệ các loại đất phù sa là những mục tiêu cần thiết.

3.3.1.5. Đất glây

Hầu hết các loại đất trong nhóm đất này được hình thành từ các vật liệu không gắn kết, trong môi trường ngập nước và yếm khí, cấu trúc đất không rõ; bị glây mạnh trong vòng 0 - 50 cm hay trong toàn phần phẫu diện. Đất có TPCG nặng; thường chua (pH_{KCl} khoảng 4); hàm lượng chất hữu cơ trung bình đến khá (1,5 - 2,5%); nghèo lân tổng số (0,02 - 0,09%) và rất nghèo lân dễ tiêu (1 - 5 mg/100g đất); kali tổng số trung bình (xấp xỉ 1%) nhưng hàm lượng dễ tiêu nghèo (5 - 10 mg/100g đất). Đất có tổng các cation kiềm trao đổi thấp (dưới 6 ldl/100g đất) và dung tích hấp thu thấp (<10 ldl/100g đất). Đất glây thường chứa nhiều độc tố bất lợi cho cây trồng như Al^{+3} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , H_2S , ...

Các biện pháp canh tác cải tạo đất glây như tiêu úng, làm đất thoáng khí, giảm độc tố trong đất; bón phân cân đối và tìm chọn cơ cấu cây trồng và loại hình sử dụng đất thích hợp (lúa - vọt - cá) là những biện pháp cơ bản trên vùng đất này.

3.3.2. Nhóm đất trung du và đồi núi

Các loại đất chính trên vùng trung du và đồi núi chiếm diện tích gần 24 triệu ha (khoảng 27% diện tích tự nhiên), phân bố hầu như ở khắp cả nước và giữ vai trò hết sức quan trọng trong sản xuất nông lâm nghiệp và đời sống kinh tế, xã hội, an ninh quốc phòng của Việt Nam. Sau đây là đặc điểm cơ bản của một số loại đất chính trong nhóm này.

Được hình thành và phát triển trên các mẫu chất là phù sa cổ, đá macma axit và đá cat; thường phân bố ở vùng trung du, trên những địa hình tương đối bằng phẳng, ít dốc, dễ làm đất... song lại có nhiều yếu tố hạn chế cho sản xuất nông nghiệp. Đất thường chua đến rất chua (pH_{KCl} biến động trong khoảng 3,5 - 4,5); các đặc tính độ phì nhiêu tự nhiên thấp. Hàm lượng chất hữu cơ nghèo đến rất nghèo (0,5-1,2%); hàm lượng các chất tổng số và dễ tiêu rất nghèo (đạm tổng số: 0,04 - 0,08%; lân tổng số: 0,03 - 0,06%; kali tổng số: 0,2 - 0,4%; lân dễ tiêu: 4 - 5 mg/100g đất; kali dễ tiêu: 5 - 6 mg/100g đất). Đặc biệt dung tích hấp thu rất thấp (4 - 7 ldl/100g đất) và độ no bazơ thấp dưới 50%. Đất có TPCG nhẹ (tỷ lệ cát chiếm khoảng 30 - 50%), tầng mặt có cấu trúc kém, thường bị hạn nặng vào mùa khô. Tuy có độ phì nhiêu tự nhiên thấp, song nhiều địa phương đã áp dụng các biện pháp canh tác tổng hợp nên đã tăng sản lượng trên vùng đất này.

Tăng cường khả năng giữ ẩm và dưỡng chất; tăng lượng hữu cơ bằng bón phân chuồng, phân xanh, vùi phế phụ phẩm nông nghiệp; thay đổi cấu trúc đất; tăng dung tích hấp thu; hoàn thiện hệ thống tưới tiêu; tìm cơ cấu cây trồng phù hợp là những biện pháp tích cực nhằm khai thác có hiệu quả và bảo vệ đất.

3.3.2.1. Đất xám có tầng loang lổ

Các mẫu chất hình thành nên đất này cũng là phù sa cổ, đá macma axit và đá cát... Loại đất này thường phân bố ở vùng trung du (phần lớn ở miền Bắc), trên những địa hình tương đối bằng phẳng, ít dốc, đan xen với đất xám bạc màu ở những vùng cao hơn. Đất có cơ giới nhẹ trên mặt nhưng xuống tầng dưới tỷ lệ sét tăng nhanh đột ngột tạo nên một tầng đất chặt (dung trọng khoảng 1,2 - 1,4 g/cm³), có tầng loang lổ đỏ vàng là bằng chứng của tích tụ sắt, nhôm. Thường

gặp tầng đá ong ở dưới, độ sâu tùy thuộc vào địa hình. Đất có độ phì nhiêu thấp: chua (pH_{KCl} khoảng 3,5 - 4,5); nghèo mùn và các chất dinh dưỡng (hàm lượng chất hữu cơ < 1%; lân tổng số < 0,04%; kali tổng số biến động trong khoảng 0,1 - 0,5%; tổng các cation kiềm trao đổi thấp và dung tích hấp thu thấp dưới 7 ldl/100g đất).

Do hình thành trên những vùng có địa hình cao nên canh tác trên loại đất này cần chú ý đến hệ thống thủy lợi, tưới ít nhưng chia làm nhiều lần, tránh để nước chảy tràn mạnh, gây trôi lở lớp đất mặt. Các biện pháp kỹ thuật canh tác khác cũng được áp dụng như với đất xám bạc màu.

3.3.2.2. Đất xám glây

Phân bố xen kẽ với các loại đất xám bạc màu và đất xám có tầng loang lổ nhưng ở các vùng thấp trũng hơn. Do vậy, đất thường có hàm lượng chất hữu cơ khá hơn 2 loại đất kia (chất hữu cơ biến động trong khoảng 1,5 - 3%, có nơi 4 - 5%). Các đặc tính độ phì nhiêu khác cũng tương tự như đất xám bạc màu và đất xám có tầng loang lổ.

Do ở địa hình thấp, trũng nên trên đất này xây dựng hệ thống thủy lợi hoàn chỉnh và bón phân cân đối, đặc biệt chú trọng phân lân và kali là những biện pháp cần thiết. Các biện pháp canh tác thích hợp trên vùng đất này cũng cần được xem trọng.

3.3.2.3. Đất xám feralít phát triển trên đá sét và đá biến chất

Với diện tích khoảng 6,9 triệu ha loại đất này phân bố hầu khắp trên cả nước và giữ vai trò quan trọng trong sản xuất nông nghiệp vùng đồi núi. Được hình thành và phát triển trên các đá bột kết hạt mịn, phiến thạch sét, phillit, paragonai... nên khi phong hóa cho các loại đất thường có thành phần cơ giới nặng. Vùng đất Vĩnh Phúc, Phú Thọ, Hà Giang, Tuyên Quang, Yên Bái, Bắc Cạn... có đất phát triển trên đá phiến mica, paragonai với địa hình đồi bát úp. Vùng Cao Bằng, Lạng Sơn, Bắc Giang, Hòa Bình lại tập trung khá nhiều phát triển trên các đá phiến màu tím và các đá phiến thạch sét khác trên địa hình đồi cao và cao nguyên. Trong khi đó Bắc Giang, Quảng Ninh lại ở trên bề mặt một bàn bình nguyên cổ bị mài mòn và ở miền Trung lại phát triển chủ yếu trên các nhánh và chân của dãy Trường Sơn.

Đất xám feralít phát triển trên đá sét và đá biến chất có một số tính chất chung sau: đất hình thành trên những độ cao khác nhau với những cấp dốc khác nhau. Có màu đỏ vàng (2,5 - 10 YR) đậm dần xuống các tầng dưới. Độ dày tầng đất từ 0,60 - 1,20 m (tầng đất dày hơn phát hiện được trên đá phiến mica ở Vĩnh Phúc, Phú Thọ, Tuyên quang...). Sự phân tầng thể hiện rất rõ, phẫu diện thường có đủ 3 tầng A, B, C. Nhìn chung, đất kém toi xốp (độ xốp khoảng 40%). Đất phát triển trên đá phiến thạch sét màu tím và đá phiến mica có kết cấu tốt và toi xốp hơn. Thành phần cơ giới: tầng mặt trung bình (tỷ lệ thịt khoảng 40%), tầng dưới thịt nặng đến sét (sét vật lý khoảng 50%). Đất chua (pH_{KCl} : 4,0 - 4,5). Hàm lượng chất hữu cơ biến động từ 1,8 đến 2,5%; đạm tổng số biến động từ 0,1% đến 0,2%; hàm lượng các chất dễ tiêu nghèo: lân khoảng 1 - 5 mg/100g đất, kali dưới

5 mg/100g đất. Kali tổng số từ trung bình đến khá (0,5 - 1%), đất phát triển trên phiến mica giàu kali hơn (> 1,5%). Trên đất này các biện pháp chống xói mòn như nông lâm kết hợp, băng chắn, nương đồi, ... tăng độ che phủ thảm thực vật; tăng khả năng giữ ẩm, thay đổi cấu tạo đất là những biện pháp cần thiết.

3.3.2.4. Đất xám feralít phát triển trên đá macma axit

Các đá macma axit gồm nhiều loại (như granit, liparit, poocphia, thạch anh) và phân bố rộng khắp các vùng đồi núi và cao nguyên Việt Nam.

Do đá macma thường tạo nên địa hình dốc, quá trình phong hóa yếu và nằm trên đá mẹ axit nên tầng đất thường mỏng (bình quân thường dày khoảng 1 m). Có màu đỏ vàng (2,5-10 YR). Thành phần cơ giới của đất thường là trung bình, do bị rửa trôi nên tầng mặt có thể nhẹ hơn tầng dưới. Trên mặt cắt của phẫu diện có nhiều hạt thạch anh sắc cạnh còn sót lại. Đất chua ($\text{pH}_{\text{KCl}} \approx 4$). Tầng mùn mỏng, chất hữu cơ biến động 1,5 - 2%. Hàm lượng lân tổng số thấp (0,03 - 0,06%); kali tổng số khá (1,8 - 2%); lân dễ tiêu thấp (5 - 7 mg/100g đất); kali dễ tiêu trung bình (10 - 15 mg/100g đất). Hàm lượng các cation kiềm trao đổi thấp (Ca^{++} khoảng 3 - 4 ldl/100g đất; Mg^{++} khoảng 2 - 3 ldl/100g đất); dung tích hấp thu trong đất cũng thấp, biến động trong khoảng 5 - 10 ldl/100g đất.

Loại đất này rất dễ bị xói mòn, rửa trôi, thoái hóa. Nhiều nơi có độ dốc nhỏ có thể áp dụng các biện pháp canh tác phù hợp, chống xói mòn. Giữ rừng và trồng rừng, áp dụng các biện pháp làm tăng khả năng giữ ẩm, giữ chất dinh dưỡng trên đất này cần được xem trọng.

3.3.2.5. Đất xám feralít phát triển trên đá cát

Phát trên các đá mẹ chứa nhiều thạch anh (như đá cát kết, quaczit...) khó phong hóa nên tầng đất thường mỏng (0,5 - 1 m) và thành phần cơ giới nhẹ. Đất có màu vàng nhạt (10YR - 2,5 Y). Đất bị rửa trôi, xói mòn mạnh. Đất chua ($\text{pH}_{\text{KCl}} \approx 4 - 4,5$); nghèo mùn (chất hữu cơ 1 - 1,5%); rất nghèo các chất dễ tiêu (lân: 1 - 2 mg/100g đất; kali: 1 - 4 mg/100g đất). Hàm lượng các cation kiềm trao đổi thấp, khoảng 2,5 - 3,5 ldl/100g đất; dung tích hấp thu thấp (<10 ldl/100g đất). Do địa hình dốc, dễ xói mòn nên thường bị khô hạn nghiêm trọng.

Đây là loại đất xấu ở vùng đồi núi, cần chống xói mòn là hết sức cần thiết đối với loại đất này.

3.3.2.6. Đất xám feralít phát triển trên phù sa cổ

Đất này thường phát triển trên các dải đồi lượn sóng thấp, thoải, quá trình rửa trôi và đá ong hóa mạnh. Trong phẫu diện đất thường có tầng cuội, sỏi tròn cạnh nhiều kích thước hoặc tầng kết von, đá ong cứng chặt. Đất có màu vàng nâu (7,5 - 10 YR); thành phần cơ giới nhẹ, các tầng dưới nặng hơn; chua ($\text{pH}_{\text{KCl}} \approx 4 - 4,5$); nghèo chất dinh dưỡng. Hàm lượng chất hữu cơ từ nghèo đến trung bình, biến động từ 1,0 đến 1,5%; lân tổng số nghèo (0,06%); lân dễ tiêu thấp (2 - 5 mg/100g đất); kali tổng số và dễ tiêu rất nghèo (tương ứng 0,08% và 4 - 5 mg/100g đất). Độ no bazơ thấp (<30%), lượng nhôm di động khá cao, có khi lên tới 17 mg/100g đất.

Tuy tầng đất mỏng song cũng khá thuận lợi cho sản xuất nông nghiệp do vị trí ở gần các khu vực dân cư, lại có mức nước ngầm nông. Để khắc phục các yếu tố hạn chế trong sản xuất cần áp dụng các biện pháp như: tăng độ tơi xốp của đất, khả năng hấp thu, bón đủ và cân đối các loại phân.

3.3.2.7. Đất đỏ phát triển trên đá bazan

Vùng đất đỏ phát triển trên đá bazan thường có địa hình đồi tương đối bằng phẳng hoặc lượn sóng (Xuân Lộc, Do, Phú Quỳ) hay địa hình cao nguyên tương đối bằng (Tây Nguyên) và phân bố tập trung, liền khoảnh. Đất đỏ tầng dày (nhiều nơi dày hơn 10 m) gần như đồng nhất từ trên xuống dưới và có màu từ 2,5 YR - 10 YR. Thành phần cơ giới đất thường nặng (tỷ lệ sét thường > 50%), nhưng do kết cấu tốt nên đất vẫn tơi xốp, thoáng khí (dung trọng khoảng 1 kg/dm³ và độ xốp khoảng 50 - 60%). Đất chua (pH_{KCl} khoảng 4 - 4,5); hàm lượng chất hữu cơ cao 3 - 3,5%, nơi có rừng có thể đạt > 4%. Thành phần mùn chủ yếu là các axit fulvic. Axit mùn thường tồn tại ở dạng tự do, dễ di động, tầng đất mùn dày. Đất có hàm lượng đạm cao (N: 0,16 - 0,25%), lân tổng số hầu như cao nhất trong các loại đất (0,2 - 0,3%). Độ no bazơ thấp (< 40%); dung tích hấp thu dưới 15 ldl/100g đất. Có quá trình tích lũy Fe, Al tương đối và tuyệt đối. Mức độ feralít hóa khá mạnh, tỷ lệ SiO₂/R₂O₃ trong keo thường dưới 1,5.

Trên đất này tăng cường khả năng giữ ẩm, khả năng hấp thu, chống xói mòn bằng các kỹ thuật canh tác trên đất dốc và bón phân cân đối là những biện pháp cơ bản nhằm ổn định và nâng cao độ phì nhiêu đất.

3.3.2.8. Đất đỏ phát triển trên đá vôi

Đất đỏ trên đá vôi hình thành và phát triển trên sản phẩm phong hóa ở những vùng chân núi đá vôi (thường phát triển dạng địa hình caxtơ) khá dốc, xen kẽ với những thung lũng hẹp nên tính chất khá phức tạp. Đất bị chia cắt, phân tán, không đồng đều về độ dày, mức độ xói mòn, độ ẩm và chất dinh dưỡng. Đất thường có TPCG nặng, tỷ lệ sét khá cao, thường > 50%; cấu tượng khá tốt, độ xốp đạt trên 50%. Sức chứa ẩm đồng ruộng khá cao nhưng tốc độ thấm mạnh nên thường thiếu nước trầm trọng vào mùa khô. Đất có hàm lượng chất hữu cơ khá cao (2,5 - 3,5%, nơi còn rừng có thể tới 4%); hàm lượng lân và kali tổng số khá (tương ứng là 0,1 - 0,2% và 0,8 - 1,0%) trong khi đó hàm lượng lân và kali dễ tiêu không cao (tương ứng là 5 - 10 mg/100g đất và 10 - 15 mg/100g đất; độ no bazơ > 50% và dung tích hấp thu 20 - 25 ldl/100g đất, mặc dù đất chua (pH_{KCl} ≈ 4 - 4,5).

Chống xói mòn, rửa trôi bằng các kỹ thuật canh tác trên đất dốc; tăng khả năng giữ ẩm, bón phân cân đối, chú trọng phân bón sinh học...là biện pháp cơ bản trên loại đất này.

3.4. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng đất - phương pháp phân tích và thang đánh giá

3.4.1. Thành phần cấp hạt

- Phương pháp phân tích: theo TCVN 8567-2010; cụ thể như sau: đất

được xử lý bằng oxy già (H_2O_2) 30-35% để loại chất hữu cơ. Khuếch tán keo bằng Natri Hexametaphosphat/Natri Cacbonat, lắng đất để qua đêm. Sét và thịt được tách ra khỏi cát bằng cách lọc qua rây ướt (50 μm) và xác định bằng phương pháp pipét. Cát được tách bằng rây khô (Phương pháp pipét).

- Thang đánh giá:

Tỷ lệ các cấp hạt (%)			Thành phần cấp hạt
Sét	Thịt	Cát	
0-10	0-15	85-100	1. Cát
0-15	0-30	70-90	2. Cát pha thịt
0-20	0-50	45-85	3. Thịt pha cát
8.0-28	28-50	22-52	4. Thịt
0-28	50-80	0-50	5. Thịt pha limon
0-12	80-100	0-20	6. Limon
20-35	0-28	45-80	7. Thịt pha sét và cát
28-40	40-72	0-20	8. Thịt pha sét và limon
28-40	15-52	20-45	9. Thịt pha sét
40-60	40-60	0-20	10. Sét pha limon
35-55	0-20	45-65	11. Sét pha cát
40-100	0-40	0-45	12. Sét

3.4.2. pH đất

- Phương pháp phân tích: pH_{H_2O} theo TCVN 6862-2000, pH_{KCl} theo TCVN 6862-2000); cụ thể như sau: Đo bằng pH-meter trong huyền phù theo tỷ lệ đất/dung dịch là 1 : 2,5 (nước cất hoặc KCl 1M tùy theo xác định pH_{H_2O} hoặc pH_{KCl}).

- Thang đánh giá độ chua đất dựa vào chỉ số pH:

pH_{H_2O}		pH_{KCl}	
Giá trị	Đánh giá	Giá trị	Đánh giá
< 4,0	Rất chua	< 4,5	Rất chua
4,0-4,9	Chua nhiều	4,6-5,0	Chua vừa
5,0-5,4	Chua	5,1-5,5	Chua nhẹ
5,5-5,9	Hơi chua	5,6-6,0	Gần trung tính
6,0-7,5	Trung tính	> 6,0	Trung tính
7,6-8,4	Hơi kiềm		
8,5-9,4	Kiềm		
> 9,5	Kiềm mạnh		
(nguồn: FAO-UNESCO)		(nguồn: Sổ tay phân tích-ĐHTH Hà Nội)	

3.4.3. Cácbon hữu cơ tổng số

- Phương pháp phân tích: theo TCVN 8941-2011; cụ thể như sau: tác động chất hữu cơ với hỗn hợp Kali Bicromat ($K_2Cr_2O_7$) N/3 trong Axit Sunfuric (H_2SO_4) 25N và chuẩn độ Bicromat dư bằng muối Mohr (Ferrous Sulphate) với chỉ thị màu BDS (Barium Diphenylamine Sulphonate) (Phương pháp Walkley-Black).

- Thang đánh giá:

Giá trị OC (%)	Thang đánh giá
< 0,4	Rất thấp
0,5-0,9	Thấp
1,0-1,9	Trung bình
2,0-5,0	Cao
> 5,0	Rất cao

(nguồn: FAO-UNESCO)

3.4.4. Đạm tổng số

- Phương pháp phân tích: theo TCVN 6498-1999; cụ thể như sau: phá hủy mẫu bằng Axit Sunfuric, chuyển N hữu cơ về dạng Sunphat Amon-(NH₄)₂SO₄, cho kiềm tác động chuyển về dạng NH₃ và được thu vào dung dịch Axit Boric, chuẩn độ với axit tiêu chuẩn (HCl 0,01N) (Phương pháp Kjeldahl).

- Thang đánh giá:

Giá trị N (%)	Thang đánh giá
< 0,1	Đất nghèo N
0,1-0,2	Đất trung bình
> 0,2	Đất giàu N

(nguồn: Đất Việt Nam-Hội KH Đất)

3.4.5. Hàm lượng lân (tổng số và dễ tiêu)

- Phương pháp phân tích:

+ Lân tổng số: theo TCVN 8940-2011; cụ thể như sau: sử dụng Axit Pecloric cùng H₂SO₄ phân hủy và hòa tan các hợp chất photpho trong đất; xác định hàm lượng lân bằng phương pháp trắc quang (Spectrophotometer).

+ Lân dễ tiêu: theo TCVN 8942-2011; cụ thể như sau: chiết rút P bằng dung dịch NH₄F 0,03M/HCl 0,1M; so màu ở trên máy chiết quang chọn lọc ở bước sóng 882 nm (Phương pháp Bray II).

- Thang đánh giá:

Lân tổng số	Lân dễ tiêu	Đánh giá
P ₂ O ₅ (%)	P ₂ O ₅ (mg/100g đất)	
< 0,06	< 5	Đất nghèo P
0,06-0,10	5,0-10,0	Đất trung bình
> 0,10	> 10,0	Đất giàu P

(nguồn: Đất Việt Nam-Hội KH Đất)

3.4.6. Hàm lượng kali (tổng số và dễ tiêu)

- Phương pháp phân tích:

+ Kali tổng số: theo TCVN 8660-2011; cụ thể như sau: Phân hủy và hòa tan mẫu bằng hỗn hợp 2 axit H₂SO₄ và HClO₄; xác định hàm lượng K trong dung dịch bằng quang kế ngọn lửa (Flamephotometer).

+ Kali dễ tiêu: theo TCVN 8662-2011; cụ thể như sau: chiết rút mẫu bằng Amôn Axetat, xác định hàm lượng K trong dung dịch bằng quang kế ngọn lửa.

- Thang đánh giá:

Kali tổng số	Kali dễ tiêu	Đánh giá
K₂O (%)	K₂O (mg/100g đất)	
< 1,0	< 10,0	Đất nghèo K
1,0-2,0	10,0-20,0	Đất trung bình
> 2,0	> 20,0	Đất giàu K
(nguồn: Đất Việt Nam-Hội KH Đất)		

3.4.7. Bazo trao đổi

- Phương pháp phân tích: theo TCVN 8569-2010; cụ thể như sau: xác định bằng cách tác động mẫu với Amôn Axetat 1M (NH₄OAc) ở pH = 7. Các cation Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ được đo trong dịch chiết và đo trên máy Quang phổ hấp phụ nguyên tử.

- Thang đánh giá:

Tổng các Bazo [Ca+Mg+K+Na] (cmol(+)/kg đất)	Thang đánh giá
< 1,0	Rất thấp
1,0-3,9	Thấp
4,0-7,9	Trung bình
8,0-15,9	Cao
> 16,0	Rất cao

3.4.8. Dung lượng cation trao đổi trong đất

- Phương pháp phân tích: theo TCVN 8568-2010; cụ thể như sau: trao đổi bằng NH₄OAc (Amôn Axetat) ở pH = 7, rửa bằng cồn 80%, trao đổi NH₄ bằng KCl 1 M ở pH = 2,5. Xác định NH₄ trong dung dịch theo Kjeldahl, hấp thụ NH₃ bằng HBO₃, chuẩn độ bằng HCl 0,01 N.

- Thang đánh giá:

Giá trị CEC, ldl/100g đất	Thang đánh giá
< 4,0	Rất thấp
4,0-9,9	Thấp
10,0-19,9	Trung bình
20,0-39,9	Cao
> 40,0	Rất cao

4. Hướng dẫn sử dụng phân bón

4.1. Bón phân cân đối, hợp lý

4.1.1. Khái niệm

Bón phân là một trong những biện pháp kỹ thuật được thực hiện phổ biến, thường mang lại hiệu quả lớn, nhưng cũng chiếm phần khá cao trong chi phí sản xuất nông nghiệp.

Bón phân cân đối, hợp lý được hiểu là cung cấp cho cây trồng đúng các chất dinh dưỡng thiết yếu, đủ liều lượng, tỷ lệ thích hợp, thời gian bón đúng thời

điểm cho từng đối tượng cây trồng, đất, mùa vụ cụ thể, đảm bảo năng suất.

4.1.2. Nội dung bón phân cân đối, hợp lý

Nội dung bón phân cân đối, hợp lý là sử dụng lượng phân bón thích hợp cho cây đảm bảo tăng năng suất cây trồng với hiệu quả kinh tế cao nhất, không để lại các hậu quả tiêu cực lên nông sản và môi trường sinh thái. Nói một cách ngắn gọn, bón phân cân đối, hợp lý là thực hiện 5 đúng và một cân đối:

(1) Đúng loại đất

Mỗi loại đất trồng có đặc điểm và các tính chất hoá học, lý học, sinh học khác nhau. Các yếu tố dinh dưỡng trong đất có mối tác động qua lại cũng khác nhau, khi thì tương hỗ, lúc lại đối kháng và có mối liên quan rất chặt với độ phì nhiêu tự nhiên/loại đất nên cần lưu ý khi sử dụng các loại phân bón khác nhau.

Dựa trên những kết quả nghiên cứu thuộc Chương trình BALCROP/IPI-PPI-PPIC tại các vùng của Việt Nam (Nguyen Van Bo, E.Mutert, Cong Doan Sat, 2003), các mối quan hệ sau cần được tính đến khi xác định các công thức bón phân cân đối cho cây trồng loại đất, đó là:

- Đối với đất phèn, đất dốc, chua: cần lưu ý bón cân đối giữa các phân bón đạm và lân. Trên các loại đất này, hiệu lực của đạm chỉ có thể phát huy khi bón trên nền có phân lân thông qua việc giảm đáng kể lượng N tiêu tốn để tạo ra một đơn vị sản phẩm. Trên đất phèn, giá trị hiệu lực tương hỗ N-P có thể đạt trên 2 tấn thóc/ha, giảm đáng kể lượng N tiêu tốn để tạo ra một tấn thóc. Còn trên đất đỏ vàng, giá trị tương hỗ N-P có thể đạt 1,4-1,6 tấn ngô hạt/ha (Nguyễn Văn Bộ, 2013).

- Đối với các loại đất nghèo kali: cần lưu ý bón cân đối giữa các phân bón đạm và kali. Trên đất cát biển, đất xám bạc màu thường nghèo kali nên hiệu lực phân đạm có thể tăng lên gấp 2 lần khi có bón kali. Trên các loại đất này, khi không bón kali hệ số sử dụng đạm chỉ đạt 15-30%, trong khi có bón kali hệ số này tăng lên đến 50%. Như vậy, trong nhiều trường hợp, năng suất tăng không hẳn là do bón kali mà là kali đã có tác dụng tương hỗ, làm cây hút được nhiều đạm và các chất dinh dưỡng khác hơn từ đất và phân bón.

- Đối với những loại đất thiếu hụt các nguyên tố dinh dưỡng trung lượng, vi lượng (trung lượng, vi lượng là yếu tố hạn chế) thì cần phải lưu ý bón cân đối giữa các phân bón đa lượng, trung lượng và vi lượng, đặc biệt là các mối quan hệ P-Ca, N-S, N-Mg, ... và vi lượng. Việc sử dụng liên tục SA, SSP làm đất giàu lưu huỳnh quá mức. Ngược lại, việc sử dụng liên tục urê, DAP, phân lân nung chảy chắc chắn sẽ dẫn đến thiếu lưu huỳnh, hay sử dụng DAP và supe lân cũng sẽ dẫn đến thiếu Mg, ... Do vậy, trong cân đối dinh dưỡng, việc luôn luôn bổ sung các loại phân có chứa nhiều thành phần dinh dưỡng bao giờ cũng cho hiệu quả cao nhất. Việc hình thành các loại phân bón chuyên dùng NPK, phân chức năng chính là đi theo hướng này.

Ngoài ra, đất chua không bón các loại phân có tính axit. Ngược lại, trên đất kiềm không nên bón các loại phân có tính kiềm.

(2) Đúng loại cây

Trong cách hiểu thông thường bón phân là cung cấp chất dinh dưỡng cho cây. Vì vậy, đối tượng của việc bón phân là cây trồng.

Tuy vậy, thực tế cho thấy, một lượng khá lớn chất dinh dưỡng của cây, nhất là các nguyên tố vi lượng, cây được tập đoàn vi sinh vật đất cung cấp thông qua việc phân huỷ các chất hữu cơ hoặc cố định từ không khí. Nhiều công trình nghiên cứu khoa học cho thấy bón phân để kích thích và tăng cường hoạt động của tập đoàn vi sinh vật đất cho phép cung cấp cho cây một lượng chất dinh dưỡng dồi dào về số lượng và tương đối cân đối về các chất. Trong trường hợp này thay vì bón phân nhằm vào đối tượng là cây trồng, có thể bón phân nhằm vào đối tượng là tập đoàn vi sinh vật đất.

Trong một số trường hợp cây trồng sinh trưởng và phát triển tốt tạo nên nguồn thức ăn dồi dào cho sâu bệnh tích lũy và gây hại nặng. Càng bón thêm phân, cây lại sinh trưởng thêm, sâu bệnh lại phát sinh nhiều hơn và gây hại nặng hơn. Ở những trường hợp này, bón phân cần nhằm đạt mục tiêu là ngăn ngừa sự tích lũy và gây hại của sâu bệnh.

Bón phân trong một số trường hợp có tác dụng làm tăng khả năng chống chịu của cây trồng đối với các điều kiện không thuận lợi trong môi trường và với sâu bệnh gây hại. Đặc biệt các loại phân kali phát huy tác dụng này rất rõ. Như vậy, bón phân không phải lúc nào cũng là để cung cấp thêm chất dinh dưỡng, thúc đẩy sinh trưởng và phát triển của cây trồng. Có những trường hợp cây trồng cần được bón phân để tác động theo chiều hướng ngược lại: cần kìm hãm bớt tốc độ tăng trưởng và phát triển của cây trồng, làm tăng tính chống chịu của chúng lên.

(3) Đúng liều lượng

Phân bón có chức năng cung cấp chất dinh dưỡng hoặc có tác dụng cải tạo đất để tăng năng suất, chất lượng cho cây trồng

Mỗi loại phân bón phát huy hiệu quả làm tăng năng suất, chất lượng cây trồng ở một liều lượng nhất định. Liều lượng bón tối ưu của mỗi loại phân bón đã được các nhà sản xuất xác định thông qua quá trình nghiên cứu, khảo nghiệm và khuyến cáo cho người sử dụng trên nhãn bao bì và các tài liệu khuyến cáo kèm theo. Nếu sử dụng phân bón quá liều lượng thường dẫn đến giảm hiệu quả kinh tế của việc sử dụng phân bón. Đối với các loại phân bón hoá học, sử dụng quá liều lượng sẽ có thể gây ô nhiễm môi trường đất. Đối với phân bón lá, sử dụng quá liều lượng có thể dẫn đến giảm chất lượng vệ sinh an toàn của nông sản. Thêm vào đó, sử dụng phân bón quá liều lượng có thể làm giảm khả năng chống chịu của cây trồng, tạo thuận lợi cho sâu, bệnh gây hại dẫn đến giảm năng suất, chất lượng sản phẩm cây trồng. Sử dụng phân bón không đủ liều lượng theo khuyến cáo của nhà sản xuất sẽ làm giảm hiệu lực làm tăng năng suất, chất lượng sản phẩm cây trồng.

Do vậy, để bảo đảm phát huy hiệu quả nông học, hiệu quả kinh tế của phân bón và giảm thiểu tác động tiêu cực của phân bón đến môi trường thì cần phải bón phân đúng liều lượng cho từng loại cây trên từng loại đất và từng thời điểm.

(4) Đúng thời điểm

Nhu cầu đối với các chất dinh dưỡng của cây thay đổi tùy theo các giai đoạn sinh trưởng và phát triển. Có nhiều giai đoạn sinh trưởng cây cần đạm nhiều hơn kali, có nhiều giai đoạn cây cần kali nhiều hơn đạm. Bón đúng thời điểm cây cần phân mới phát huy được tác dụng.

Thời tiết có ảnh hưởng đến chiều hướng tác động và hiệu quả của phân bón. Mưa làm rửa trôi phân bón gây lãng phí lớn. Nắng gắt cùng với tác động của các hoạt động phân bón có thể cháy lá, hỏng hoa, quả. Trong điều kiện khí hậu, thời tiết và sản xuất của nước ta đối với các loại cây ngắn ngày, mỗi năm có 3 - 4 vụ, thậm chí 8 - 9 vụ sản xuất. Đặc điểm sinh trưởng và phát triển của cây trồng ở từng vụ có khác nhau, cho nên nhu cầu đối với các nguyên tố dinh dưỡng cũng như phản ứng đối với tác động của từng yếu tố dinh dưỡng cũng khác nhau.

Do vậy, việc lựa chọn loại phân bón và xác định thời điểm bón phân cần căn cứ theo giai đoạn sinh trưởng, phát triển của cây trồng theo từng mùa vụ đồng thời cũng cần phải căn cứ vào tình hình thời tiết, khí hậu để điều chỉnh thời gian bón phân cho phù hợp nhằm nâng cao hiệu suất sử dụng phân bón.

(5) Đúng cách

Tùy theo loại phân bón (phân bón thông thường, phân bón nhả chậm, phân bón hoà tan, ...), dạng phân bón (dạng viên, bột, hạt, lỏng), thời kỳ bón (bón lót trước khi gieo trồng, bón lót đầu vụ, bón thúc đẻ nhánh, bón thúc ra hoa, bón thúc nuôi hạt/củ, ...), điều kiện canh tác khác nhau để áp dụng cách bón phân khác nhau như bón vào hố, bón vào rãnh, bón rải trên mặt đất, bón đúi vào gốc, pha thành dung dịch để tưới, hoà vào nước phun lên lá, bón phân kết hợp với hệ thống tưới v.v.

Lựa chọn cách bón phân thích hợp góp phần nâng cao hiệu quả sử dụng phân bón trong việc làm tăng năng suất, chất lượng cây trồng, đồng thời giảm chi phí bón phân (giảm công lao động và lượng phân bón).

(6) Bón cân đối

Cây trồng có yêu cầu đối với các chất dinh dưỡng ở những lượng nhất định với những tỷ lệ nhất định giữa các chất. Thiếu một chất dinh dưỡng nào đó, cây sinh trưởng và phát triển kém, ngay cả những khi có các chất dinh dưỡng khác ở mức thừa thãi.

Các nguyên tố dinh dưỡng không chỉ tác động trực tiếp lên cây mà còn có ảnh hưởng qua lại trong việc phát huy hoặc hạn chế tác dụng của nhau.

Đối với mỗi loại cây trồng có những tỷ lệ khác nhau trong mức cân đối các yếu tố dinh dưỡng. Tỷ lệ cân đối này cũng thay đổi tùy thuộc vào lượng phân bón được sử dụng. Tỷ lệ cân đối giữa các nguyên tố dinh dưỡng cũng khác nhau ở các loại đất khác nhau.

Điều cần lưu ý là không được bón phân một chiều, chỉ sử dụng một loại phân mà không chú ý đến việc sử dụng các loại đất khác.

Bón phân không cân đối không những không phát huy được tác dụng tốt của các loại phân, gây lãng phí mà còn có thể gây ra những tác dụng không tốt đối với năng suất cây trồng và đối với môi trường.

Bón phân cân đối có các tác dụng tốt là:

- Ổn định và cải thiện độ phì nhiêu của đất, bảo vệ đất chống rửa trôi, xói mòn.

- Tăng năng suất cây trồng, nâng cao hiệu quả của phân bón và của các biện pháp kỹ thuật canh tác khác.

- Tăng phẩm chất nông sản.

- Bảo vệ nguồn nước, hạn chế chất thải độc hại gây ô nhiễm môi trường.

4.1.3. Vai trò, tác dụng của bón phân cân đối, hợp lý

Một số vai trò, tác dụng của bón phân cân đối hợp lý:

- Một chế độ bón phân hợp lý đảm bảo duy trì độ phì nhiêu của đất. Qua các vụ trồng trọt, đất không bị kiệt quệ, tiêu hao chất dinh dưỡng mà trái lại độ phì nhiêu của đất được thực hiện trên cơ sở sau mỗi vụ trồng trọt các loại cây trồng để lại cho đất một lượng chất hữu cơ đáng kể. Mặt khác, chế độ bón phân hợp lý còn làm giàu thêm và tăng cường khả năng hoạt động của tập đoàn vi sinh vật có ích trong đất. Cùng với sự hoạt động sôi động của tập đoàn vi sinh vật, các chất dinh dưỡng của cây được giải phóng, chuyển sang dạng dễ tiêu, dễ sử dụng đối với cây trồng.

- Chế độ bón phân hợp lý và cân đối đảm bảo không ngừng cải thiện các đặc tính vật lý và sinh học của đất. Đất tốt nói chung, là loại đất giàu các chất dinh dưỡng, có kết cấu vật lý tốt, và có hoạt động sinh học cao. Ba đặc điểm này có liên quan mật thiết với nhau, là tiền đề và điều kiện của nhau. Bón phân hợp lý không những chỉ chú ý đến việc cung cấp thêm các chất dinh dưỡng cho cây mà còn làm tốt thêm các đặc tính vật lý và sinh học của đất.

- Chế độ bón phân hợp lý góp phần nâng cao khả năng hoạt động và tính hữu ích của tập đoàn vi sinh vật đất. Tập đoàn vi sinh vật đất có vai trò rất to lớn và quan trọng trong chu trình chuyển hoá các chất. Tập đoàn vi sinh vật đất gồm rất nhiều loài thuộc các lớp, bộ sinh vật khác nhau: nấm, vi khuẩn, xạ khuẩn, tuyến trùng, v.v. Tùy thuộc vào hoạt động của tập đoàn sinh vật này mà chất hữu cơ trong đất được khoáng hoá nhanh hoặc chậm, cấu trúc của đất tốt hoặc xấu, chất dinh dưỡng cho cây ở trong đất nhiều hoặc ít.

Bón phân hữu cơ, ngoài việc cung cấp nguyên liệu chuyển hoá cho tập đoàn vi sinh vật, còn bổ sung thêm vào đất nhiều loài vi sinh vật mà ở trong đất các loài này có ít vì bị các loài vi sinh vật đối kháng tiêu diệt.

Bón phân vô cơ hợp lý tạo điều kiện môi trường thuận lợi cho tập đoàn vi sinh vật tăng cường hoạt động.

- Bón phân hợp lý làm tăng hiệu quả sử dụng phân bón. Thay vì có hệ số sử dụng phân bón hiện nay là 40 - 50%, bón phân hợp lý có thể nâng cao số sử

dụng này lên 60 - 70% và cao hơn. Hiệu quả của phân bón không chỉ ở việc cung cấp trực tiếp chất dinh dưỡng cho cây mà còn ở nâng cao đặc tính vật lý của đất, tăng cường hoạt động của tập đoàn sinh vật trong đất. Tất cả những yếu tố này tạo điều kiện để tiết kiệm lượng phân bón được sử dụng trong sản xuất. Trong điều kiện chi phí cho phân bón chiếm tỷ trọng khá lớn trong chi phí sản xuất, thì việc tiết kiệm trong sử dụng phân bón mang lại cho nông dân khoản tiền không nhỏ.

- Với những ưu điểm trình bày trên đây, bón phân hợp lý góp phần không nhỏ vào việc tăng năng suất cây trồng. Trên cơ sở đa dạng hoá sản xuất, tăng năng suất cây trồng đối với tất cả các loài trong cơ cấu, tạo nên nguồn thu nhập đáng kể cho nông dân. Nếu như 1 hecta trồng lúa với năng suất 10 tấn/năm, cho thu nhập vào khoảng 15 triệu đồng Việt Nam, thì khi chuyển sang đa dạng hoá trồng trọt thu được trên 1 ha lên 40 - 50 triệu đồng, gấp 3 - 4 lần trồng lúa. Trong số giá trị gia tăng này, bón phân hợp lý, có đóng góp vào khoảng 30 - 40%, có nghĩa là vào khoảng trên dưới 10 triệu đồng/ha/năm.

Cần có cách nhìn tổng hợp, toàn diện: khi bón phân cho cây không thể chỉ xuất phát từ cách nhìn chật hẹp là cung cấp một số chất dinh dưỡng cho cây. Cần thấy rõ là bón phân có những tác động sâu sắc lên toàn bộ hệ sinh thái đồng ruộng.

Bón phân không thể chỉ nhằm vào việc làm tăng năng suất cây trồng mà còn phải thấy trách nhiệm bảo vệ môi trường sinh thái. Bên cạnh tăng năng suất cây trồng, bón phân còn phải đảm bảo cho chất lượng nông sản.

4.2. An toàn trong bảo quản và sử dụng phân bón

4.2.1. Tại sao phải an toàn trong bảo quản và sử dụng phân

Theo khoản 1 Điều 36 Luật Trồng trọt: Phân bón là hàng hóa kinh doanh có điều kiện và phải được cấp Quyết định công nhận phân bón lưu hành tại Việt Nam. Theo đó, phân bón phải được bảo quản một cách an toàn trong sản xuất, kinh doanh, vận chuyển và sử dụng nhằm chống thất thoát, cháy nổ, suy giảm chất lượng, khối lượng, gây ô nhiễm môi trường và làm ảnh hưởng đến các hoạt động kinh tế và xã hội khác. An toàn trong bảo quản và sử dụng phân bón còn làm tăng hiệu quả kinh tế.

4.2.2. Thế nào là an toàn trong bảo quản phân bón

An toàn trong bảo quản phân bón là biện pháp, hoạt động trong quá trình bảo quản phân bón nhằm đạt các tiêu chuẩn qui định về an toàn bảo đảm hàng hóa nói chung và phân bón nói riêng. Các qui định cụ thể phụ thuộc vào số lượng, chất lượng phân bón, qui cách đóng gói và các biện pháp sử dụng về sau:

Bao gồm an toàn kho chứa và vận hành

An toàn khi bốc dỡ

An toàn trước các nguy cơ cháy nổ

An toàn trong việc bảo quản và lưu giữ số liệu (xuất, nhập)

An toàn trong việc bảo đảm chất lượng và số lượng

An toàn cho con người và môi trường tại nơi bảo quản và khu vực xung quanh

An toàn khi có các nguy cơ, sự cố về môi trường.

4.2.3. Thế nào là an toàn trong sử dụng phân bón

An toàn trong sử dụng phân bón là biện pháp, là hoạt động bắt buộc trong quá trình sử dụng phân bón nhằm bảo đảm việc sử dụng phân bón có tác dụng nâng cao năng suất, chất lượng nông sản, không làm nguy hại đến môi trường (đất, nước, không khí, con người, vật nuôi), đời sống vi sinh vật, đa dạng sinh học đồng thời góp phần nâng cao hiệu lực, hiệu quả của việc sử dụng phân bón. Các qui định cụ thể phụ thuộc vào số lượng, chất lượng, liều lượng phân bón sử dụng, tùy theo tình hình đặc điểm cây trồng, thời tiết, khí hậu, đất đai, mùa vụ và các qui định riêng rẽ khác. Sao cho sản phẩm cây trồng thu được đạt chất lượng mong muốn.

4.2.4. Quan hệ giữa an toàn trong bảo quản và sử dụng phân bón với nâng cao hiệu lực sử dụng phân bón

Bảo quản và sử dụng phân bón an toàn có giá trị đặc biệt trong việc nâng cao hiệu lực phân bón, muốn như vậy, người sử dụng cần nắm vững quan hệ đất, cây, môi trường và khí hậu. Theo đó chất lượng phân bón phải được bảo đảm, bón phân theo đúng nhu cầu của cây trồng và mục đích năng suất mong muốn. Việc bón thừa hay thiếu các chất dinh dưỡng đều dẫn đến hiệu lực phân bón thấp, gây lãng phí và làm ảnh hưởng xấu đến môi trường, chất lượng và năng suất nông sản.

4.2.5. Một số chú ý trong bảo quản và sử dụng phân bón

4.2.5.1. Bảo quản theo dạng phân bón

(1) Phân bón dạng rắn

- Phân bón phải được bảo quản trong bao gói kín, tránh tạt nhiễm; các bao gói phải đảm bảo sạch, khô.

- Phân bón phải được bảo quản trong kho, có kệ lót/giá cao ráo, không bị ánh nắng chiếu trực tiếp.

- Nhiệt độ thích hợp của kho bảo quản phân bón vi sinh vật từ 5°C đến 30°C.

- Thông gió tự nhiên khi có điều kiện thuận lợi.

(2) Phân bón dạng lỏng

- Phân bón phải được bảo quản trong bồn chứa, thùng, téc,... được đậy kín, tránh tạt nhiễm. Tránh đựng phân bón quá tải.

- Phân bón phải được bảo quản trong kho; khô ráo, thoáng mát.

- Đảm bảo bồn chứa, đường ống và van phù hợp với từng loại phân bón, chống ăn mòn. Đảm bảo tất cả các phụ kiện của bồn chứa, thùng, téc đều không được làm xáo trộn trong quá trình bảo quản; khóa tất cả các van đóng khi không sử dụng. Bồn chứa, thùng, téc phải được bảo dưỡng thường xuyên.

4.2.5.2. Bảo quản theo điều kiện khác nhau trong quá trình lưu kho, vận chuyển

(1) Bảo quản trong kho

(a) Nguyên tắc chung

- Kho chứa phân bón đảm bảo vệ sinh, ngăn nắp, chống chuột.
- Đảm bảo khô ráo, không ẩm mốc, sinh vật, côn trùng gây hại; chống nóng, tránh tiếp xúc trực tiếp dưới ánh nắng mặt trời và thuốc bảo vệ thực vật. Kho chứa phải đảm bảo phòng chống cháy nổ, lụt bão.
- Có kệ kê lót hoặc giá đựng phân bón.
- + Kệ lót, giá đỡ có tác dụng chống ẩm trực tiếp từ mặt đất, chống vi sinh vật, côn trùng gây hại.
- + Kệ lót, giá đỡ đảm bảo các yêu cầu sau: có độ vững chắc, chịu được trọng tải của hàng hóa, cấu tạo đơn giản, có thể thay thế lẫn nhau và phù hợp với tính chất của các loại phân bón.
- + Xác định yêu cầu kệ lót, giá đỡ phải căn cứ đồng thời vào các yếu tố sau: Tính chất và đặc điểm của loại phân bón, tình trạng bao bì, cấu tạo, vị trí nên kho và tình hình thời tiết nơi bảo quản.
- Kiểm tra kỹ hàng hóa trước khi nhập kho, tránh vi sinh vật gây hại xâm nhiễm.
- Tùy theo loại, tính chất, đặc điểm, cách bao gói và yêu cầu bảo quản của từng loại phân bón để chất xếp các loại phân bón; đảm bảo tiết kiệm diện tích, dung tích kho, thuận tiện cho công tác xuất, kiểm tra, kiểm kê, chăm sóc, bảo vệ các loại phân bón. Không để lẫn loại phân bón này chất xếp với loại phân bón khác hoặc để quá sát nhau. Chất xếp các loại phân bón trong kho phải theo một thứ tự nhất định; giữa các gian, giá, kệ phải có lối đi hợp lý.
- Căn cứ và điều kiện thực tế của kho như: kho kiên cố, kho bán kiên cố; sức chứa và thời gian sử dụng của kho để sắp xếp lượng và loại phân bón phù hợp.
- Các loại phân bón nhập kho, sau khi được phân bổ, chất xếp cần phải chăm sóc một cách thường xuyên trong quá trình lưu kho.
- Bên cạnh việc bảo quản trong kho, cần vệ sinh xung quanh nhà kho đảm bảo sạch, giữ độ ẩm cần thiết, tránh vi sinh vật gây hại, mối và chống chuột.

Các phương pháp chất xếp phân bón

- Phương pháp xếp đồng: áp dụng cho những loại hàng có bao bì ngoài, có độ cứng nhất định, quy cách, kích thước giống hoặc gần giống nhau. Có hai hình thức xếp đồng là xếp đồng hình lập phương và xếp đồng hình kim tự tháp.

+ Xếp đồng hình lập phương: chia làm 5 loại sau:

1) Xếp thẳng: là xếp đồng từ dưới lên trên, hàng hóa lớp trên giống lớp dưới. Hình thức này thích hợp với các loại phân bón đóng bao. Ưu điểm của hình thức này là kích thước (chiều rộng, chiều dài, chiều cao) của đồng hàng không bị hạn chế. Khi xuất hàng có thể lấy ra từng lớp mà

không ảnh hưởng tới toàn bộ lô hàng.

2) Xếp theo chiều ngược nhau: mỗi lớp hai bao dọc xếp vuông góc với một bao ngang, lớp trên xếp theo chiều ngược lại với lớp dưới. Hình thức này áp dụng cho những loại bao bì chiều dài gấp đôi chiều rộng. Ưu điểm là làm cho đống hàng vững chắc.

3) Xếp theo kiểu chữ thập: lớp trên xếp ngang qua lớp dưới. Hình thức này áp dụng cho những loại bao bì chiều dài lớn hơn chiều rộng. Ưu điểm là làm cho chông hàng rất vững chắc. Nhược điểm là mỗi lớp lại phải quay hướng đưa hàng vào xếp.

4) Xếp theo kiểu miệng giếng: mỗi lớp có bốn bao nối nhau và vuông góc với nhau, làm thành bốn góc vuông, giữa để trống. Lớp trên giống lớp dưới nhưng lệch đi để khe tiếp giáp giữa hai bao hàng của lớp trên không trùng với khe của hai bao hàng lớp dưới. Cứ như vậy, mỗi bao lớp trên sẽ đè vuông góc xuống mặt của hai bao lớp dưới. Ưu điểm của hình thức này là thoáng khí, dễ thoát nhiệt.

5) Xếp cách ván: tương tự như xếp thẳng nhưng giữa các lớp có thanh đệm bằng gỗ hoặc bằng sắt để tăng cường sự thoáng khí, độ vững chắc của đống hàng và dễ để kiểm kê. Khi xếp hàng theo hình lập phương cần quy định cự ly hợp lý giữa các đống hàng và tường cột, chiều cao của đống hàng đối với từng loại hình kể trên.

+ Xếp đống hình kim tự tháp: áp dụng với những loại hàng đựng trong bao bì có kích thước giống nhau hoặc tương tự nhau nhưng không hoàn toàn đồng nhất; những loại hàng hóa chứa trong bao bì mềm. Theo cách xếp này, lớp trên nhỏ hơn lớp dưới. Ưu điểm là chông hàng rất vững chắc, trọng lượng phân bố đều, đống hàng tương đối cao. Nhược điểm là không tận dụng triệt để dung tích kho.

- Xếp trên giá: áp dụng với những loại hàng lẻ, nhiều loại, nhiều kiểu với số lượng ít, khối lượng không lớn, yêu cầu bảo quản cao. Ví dụ các loại phân bón lá. Khi xếp trên giá cần chú ý:

+ Quy định số lượng hàng xếp trên giá; sắp xếp phải ngăn nắp, trật tự.

+ Căn cứ vào từng loại hàng cần bảo quản và điều kiện thiết bị hiện có để quy định mặt hàng và số lượng hàng cần chất xếp.

+ Phải tận dụng diện tích và dung tích của giá.

(b) Phân khu trong kho phù hợp

- Giá để các mặt hàng có quy cách giống nhau hoặc gần giống nhau; phân khu vực theo lô, mẻ sản xuất hoặc thời gian nhập hàng.

- Căn cứ vào số lượng phân bón và quy cách cụ thể để xác định vị trí cho từng mặt hàng có thể chứa trong vị trí đó; đảm bảo nguyên tắc “dễ nhìn, dễ thấy, dễ lấy, dễ kiểm tra”.

- Căn cứ vào tính chất và đặc điểm của từng loại phân bón để phân bố và sắp xếp tại nơi bảo quản thích hợp với tính chất vật lý, hóa học và sinh học của

phân bón.

- Căn cứ vào điều kiện luân chuyển của các loại phân bón, khối lượng, kích thước và hình thức bao bì. Đối với loại phân bón có yêu cầu luân chuyển lớn, nên để ở những khu vực thuận tiện cho việc vận chuyển. Nên chia kho làm nhiều gian, mỗi gian chứa một loại phân bón.

(c) Chăm sóc kho hàng

- Không chế độ ẩm: ba chỉ tiêu về độ ẩm gồm: độ ẩm tuyệt đối, độ ẩm bão hòa và độ ẩm tương đối. Độ ẩm tương đối thấp thì không khí khô, nước dễ bốc hơi. Độ ẩm tương đối cao thì không khí ẩm, nước khó bốc hơi. Độ ẩm của vật tư hàng hóa phụ thuộc vào độ ẩm của không khí bao quanh và thay đổi theo nhiệt độ không khí. Độ ẩm của không khí thay đổi lại phụ thuộc vào nhiệt độ, lượng nước và tốc độ gió của môi trường xung quanh.

Các phương pháp không chế độ ẩm:

Thông gió: hai phương pháp để thông gió là thông gió tự nhiên và thông gió nhân tạo. Thông gió tự nhiên là lợi dụng lúc không khí ngoài kho khô ráo, mát mẻ hơn không khí trong kho thì mở cửa kho để hạ thấp ẩm độ và nhiệt độ trong kho.

Hút ẩm: sử dụng máy hút ẩm hoặc chất hút ẩm (vôi sống, canxiclorua, tro, trấu, xỉ than, ...).

Sử dụng hệ thống thoát nước: để đề phòng mưa hoặc khi dùng nước xong, kho phải có hệ thống thoát nước, nền kho phải cao hơn so với khu vực xung quanh. Nền kho khô, độ ẩm trong kho sẽ giảm xuống.

- Không chế nhiệt độ cao: khi nhiệt độ không khí thay đổi, nhiệt độ của hàng hóa cũng thay đổi. Nhiệt độ quá cao có thể làm cho các loại phân bón dễ bị thay đổi chất lượng, mật độ vi sinh vật trong phân bón giảm. Nhiệt độ tăng làm cho thể tích của hàng hóa ở dạng lỏng tăng, có thể tràn ra ngoài bao bì làm hư hỏng và biến dạng bao bì. Nhiệt độ cao còn là điều kiện thuận lợi cho các loại sinh vật và côn trùng gây hại phát triển.

Các phương pháp không chế nhiệt độ: thông gió tự nhiên, che phủ.

- Không chế ánh nắng mặt trời: ánh nắng mặt trời là một trong những yếu tố bên ngoài gây nên những biến đổi xấu cho hàng hóa. Khi hàng hóa bị ánh nắng chiếu vào, với thời gian nhất định sẽ bị thay đổi về chất lượng.

Các phương pháp không chế tác động của ánh nắng mặt trời:

Che đậy: không được để phân bón vi sinh vật ngoài trời nắng. Trường hợp phải để hàng ngoài trời hoặc hàng đang trên đường vận chuyển thì phải che phủ cẩn thận. Dụng cụ che phủ thường là vải bạt, tấm cốt, nilon màu, ... Tại các kho bảo quản, các cửa có rèm, phen để che.

Bao gói: phân bón vi sinh vật phải được bao gói. Đây cũng là phương pháp hạn chế tác động của ánh nắng.

- Phòng trừ mối: mối là tác nhân phá hại nghiêm trọng. Mối không chỉ

phá hủy hàng hóa mà đục cả các vật liệu bằng xelluloza như: cột, xà nhà, cánh cửa, bục, bệ, bao bì, giấy, gỗ, ... nền tường, mái kho có thể do mối xông mà sụp đổ. Mối còn nhả nước, tha đất ướt vào kho gây thêm ẩm ướt và làm bản kho, hàng hóa.

Các biện pháp phòng trừ mối

Phòng: phòng ngay từ khi xây kho; chất hàng hóa đúng quy định, đảm bảo chống được mối xâm nhập, thuận tiện cho việc kiểm tra, vệ sinh thông gió, loại bỏ các vật mà mối có thể làm điểm tựa để xâm nhập vào hàng hóa; cách ly chân, kệ, giá, bục xếp hàng với nền kho, rắc thuốc diệt trùng; thực hiện tốt chế độ quản lý kho hàng hóa, đảm bảo kho khô, thoáng và kiểm tra thường xuyên để phát hiện mối.

Diệt mối: diệt trực tiếp - khi phát hiện được tổ mối, đào lên, lấy hết rác ở tổ, tưới thuốc rồi lấp lại. Tổ dưới đất, dùng 5 lít thuốc crezon, tổ trong tường hay trên trần dùng 2 - 3 lít FQG 1. Hoặc diệt gián tiếp - như mối tập trung đến một vị trí nhất định, dùng thuốc bột phun vào nơi có mối xuất hiện.

(2) Bảo quản trong quá trình vận chuyển

- Trong quá trình vận chuyển, mẫu cần được bảo quản theo điều kiện ghi trên bao bì của sản phẩm. Nếu nhà sản xuất không có yêu cầu gì, mẫu được giữ trong tối, thoáng khí, giữ mẫu ở nhiệt độ từ 20°C đến 25°C hoặc nhiệt độ tương đương với điều kiện ban đầu của mẫu;

- Không được làm cho phân bón vi sinh vật bị khô hoặc trở nên sũng nước, tránh để mẫu bị đè nén vật lý, duy trì tính nguyên vẹn của mẫu;

- Tránh làm bục, rách bao bì, tránh trộn lẫn;

- Tránh tiếp xúc trực tiếp dưới ánh nắng mặt trời, đảm bảo độ ẩm, nhiệt độ thích hợp tránh làm thay đổi chất lượng cũng như số lượng phân bón.

- Đối với phân bón dạng lỏng: đóng tất cả nắp, van của bồn, thùng, téc, ... chứa phân bón khi vận chuyển.

4.2.5.3. Bảo quản trong quá trình bốc xếp

- Tránh làm bục, rách bao bì; không làm rơi vãi, trộn lẫn phân bón;

- Tránh tiếp xúc trực tiếp dưới ánh nắng mặt trời;

- Đối với phân bón dạng lỏng: đóng tất cả nắp, van của bồn, thùng, téc, ... chứa phân bón khi bốc xếp.

4.2.5.4. Bảo quản trong phòng thử nghiệm

- Tiếp nhận, sắp xếp, bảo quản các mẫu lưu và tổ chức thanh lý mẫu sau khi hết thời hạn lưu mẫu.

- Bảo quản mẫu ở điều kiện ghi trên bao bì sản phẩm hoặc nhiệt độ phòng (từ 20°C đến 25°C). Khu vực lưu chứa mẫu cần tránh điều kiện ẩm thấp hoặc ánh nắng chiếu trực tiếp ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

- Không khí trong phòng luôn được thông thoáng trong kho lưu mẫu; thường xuyên theo dõi nhiệt độ, độ ẩm.

- Phần mẫu lưu do người phụ trách lưu mẫu tiếp nhận và quản lý. Các mẫu lưu phải được sắp xếp theo trật tự để có thể lấy ra nhanh chóng khi cần thiết. Lấy mẫu ra khỏi kho khi được phép của người phụ trách lưu mẫu.

- Thời hạn bảo quản lưu mẫu là 6 tháng kể từ ngày lưu mẫu. Trường hợp mẫu lưu bị hỏng trước thời hạn qui định và có khả năng gây ảnh hưởng xấu đến các mẫu khác thì người phụ trách kho lưu mẫu phải báo cáo với phụ trách chất lượng xin hủy mẫu. Sau khi hủy mẫu người phụ trách chất lượng phải thông báo cho khách hàng gửi mẫu biết.

4.2.6. Tổ chức bảo vệ hàng hóa nói chung và phân bón nói riêng

4.2.6.1. Mục tiêu

- Tổ chức tốt công tác bảo vệ kho hàng, đảm bảo an toàn về người và tài sản.

- Nâng cao tinh thần trách nhiệm, ý thức cảnh giác trong việc phòng chống cháy nổ, phòng gian bảo mật và phòng chống lũ lụt.

4.2.6.2. Nội dung

(1) Phòng cháy

- Nguyên nhân cháy nổ: do tia lửa, ngọn lửa trực tiếp; tia lửa điện; nhiệt do ma sát, va chạm; nguồn nhiệt do tia sáng mặt trời.

- Biện pháp phòng cháy, nổ: ngăn không cho nguồn lửa xuất hiện, ngăn không cho chất cháy ở gần nguồn lửa, giảm khối lượng chất cháy, ngăn các đường phát triển của lửa, sử dụng các vật liệu chống cháy (sơn chống cháy, vật liệu chống cháy, ...).

(2) Chữa cháy

- Nguyên lý chữa cháy: nguyên lý của chữa cháy trước hết cũng dựa vào nguyên lý của phòng cháy. Ngoài ra còn dựa vào nguyên lý: sự cháy sẽ được chấm dứt khi giảm tốc độ cháy của vật liệu đang cháy tới mức tối thiểu và phân tán nhanh nhiệt lượng của đám cháy ra ngoài.

- Các phương pháp chữa cháy:

+ Làm loãng chất tham gia phản ứng (chất cháy và chất ôxy hóa) bằng cách đưa vào vùng cháy những khí không tham gia phản ứng như CO_2 , N_2 ...;

+ Ức chế phản ứng cháy bằng cách đưa vào vùng cháy những chất tuy có tham gia phản ứng nhưng có khả năng biến đổi chiều của phản ứng từ sinh nhiệt thành thu nhiệt như CCL_4 , BrCH_3 , ...;

+ Ngăn cách không cho ôxy thâm nhập vào vùng cháy bằng cách sử dụng bột, cát, chăn thấm nước phủ lên đám lửa;

+ Làm lạnh vùng cháy đến nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ bốc cháy của vật liệu;

+ Sử dụng phương pháp tổng hợp: trong thực tế, các phương pháp chữa

cháy không chỉ dựa trên một nguyên lý dập tắt đám cháy, mà chính là sự kết hợp của nhiều nguyên lý. Có như vậy đám cháy mới được dập tắt nhanh chóng. Ví dụ: đầu tiên chữa cháy bằng phương pháp làm lạnh, sau đó bằng phương pháp cách ly.

- Các phương tiện chữa cháy, nổ: chất chữa cháy (nước các loại bột, khí chữa cháy, thuốc chữa cháy, bột hòa không khí); phương tiện chữa cháy cơ giới (các loại xe chữa cháy, các loại máy bơm chữa cháy, ...; phương tiện chữa cháy thông dụng (các loại vòi, ống hút chữa cháy; các loại trụ nước, cột lấy nước chữa cháy; các loại thang chữa cháy; các loại bình chữa cháy (kiểu xách tay, kiểu xe đẩy); bình bột, bình bọt, bình khí.

4.2.6.3. Bảo vệ

Có đủ tường rào bảo vệ quanh kho, có cửa ngõ vững chắc, kín đáo và trang bị then, có khóa đầy đủ cho từng gian kho, nhà kho. Với kho có trần phải che dầy kín các ô trống để ngăn kẻ gian xâm nhập. Với những kho có điều kiện tốt thì trang bị hệ thống đèn bảo vệ.

4.2.7. Phòng chống lụt bão, thiên tai, sự cố môi trường

- Kho hàng phải được xây ở nơi cao ráo, thoáng mát. Hằng năm, trước mùa mưa bão, phải có kế hoạch và tổ chức tu sửa, chằng chống chu đáo để tránh đổ kho, ướt hàng. Chuẩn bị đầy đủ dụng cụ che dầy, thuyền mảng cứu hàng bị ngập.

- Trong và sau lũ lụt phải làm tốt việc xử lý, thanh lý hàng hóa, tài sản hư hỏng, làm tổng vệ sinh và sửa kho, che dầy hàng và hạn chế đến mức thấp nhất những hư hại do bão lũ gây ra và sớm đưa kho trở lại hoạt động bình thường.

- Ở các vùng trũng, ven sông, ven suối cần khống chế mức tồn kho đảm bảo lưu thông hàng hóa. Số còn lại, tổ chức đưa lên khu cao.

- Cần tính đến các sự cố môi trường ở các khu vực có nguy cơ sạt lở, động đất và các sự cố khác.

4.2.8. An toàn trong sử dụng phân bón nói chung và phân bón vi sinh vật nói riêng

4.2.8.1. Nguyên tắc

- Sử dụng phân bón nói chung theo nguyên tắc năm đúng: đúng loại đất, đúng loại cây, đúng liều lượng, đúng thời điểm, đúng cách.

Riêng đối với phân bón vi sinh vật cần chú ý:

- Không sử dụng phân bón vi sinh vật quá hạn sử dụng.

- Không để nơi quá ẩm và quá nóng, dưới ánh nắng mặt trời.

- Không sử dụng đồng thời phân bón vi sinh vật với phân bón vô cơ, thuốc bảo vệ thực vật.

- Phân bón vi sinh vật trong bao gói chưa dùng hết cần bao gói kín, cất đúng nơi qui định.

- Tập huấn những quy định về vệ sinh an toàn lao động đối với những người sử dụng phân bón vi sinh vật và trang bị bảo hộ lao động.

4.2.8.2. An toàn lao động khi sử dụng phân bón vi sinh vật

- Trong quá trình sản xuất, lấy mẫu, kiểm định phân vi sinh vật có sử dụng các đèn diệt khuẩn bằng tia tử ngoại có tác dụng diệt khuẩn cao. Nhưng tia tử ngoại có khả năng xâm nhập yếu, không đi qua được các loại thủy tinh thông thường, cũng dễ bị hấp thụ bằng các hạt bụi. Vì vậy, để khử trùng không khí cần chiếu tia tử ngoại từ 30 phút đến vài giờ tùy theo mức độ nhiễm bẩn của không khí. Cần lưu ý tia tử ngoại có khả năng gây viêm cấp tính đối với giác mạc mắt của người, gây hậu quả làm chảy nước mắt và làm sợ ánh sáng ngay từ sau khi bị chiếu. Vì vậy, người lao động cần tránh không để tia tử ngoại chiếu trực tiếp hay chiếu phản xạ lên mắt. Một số vật liệu như giấy trắng có khả năng phản xạ tia tử ngoại rất tốt. Không ở trong buồng vô trùng khi đang bật đèn tử ngoại.

- Để tránh khả năng ảnh hưởng xấu tới môi trường do sản xuất phân vi sinh vật, đối với các dụng cụ nuôi cấy vi sinh vật đã sử dụng xong, trước khi rửa cần phải khử trùng bằng nồi hấp áp lực. Phải đổ lên bề mặt các môi trường đặc đã dùng xong một lớp dung dịch khử trùng và giữ yên một ngày rồi mới đổ môi trường đi và cọ rửa. Cần rửa sạch tay chân bằng xà phòng sau khi làm việc.

- Phân bón vi sinh vật được sản xuất từ các chủng vi sinh vật khác nhau, trong khi sản xuất cũng có thể có những vi sinh vật gây hại cho người do đó cần phải có các dụng cụ bảo vệ khi tiếp xúc. Cần trang bị cho người lao động những trang bị bảo hộ lao động sau: quần áo vải, mũ vải, giày vải bạt thấp cổ, găng tay cao su, khẩu trang, xà phòng.

- Chỉ sử dụng những loại phân bón vi sinh vật có độ an toàn của các chủng vi sinh vật chứa trong phân và chỉ tiêu chất lượng ghi trong nhãn rõ ràng, có tác dụng tốt đối với cây trồng và đất trồng. Chất lượng và hiệu quả của phân, mức độ an toàn của phân vi sinh vật này phải được kiểm nghiệm, xác định trực tiếp trên cây trồng theo quy phạm khảo nghiệm và được thực hiện tại các phòng thí nghiệm được công nhận hay chỉ định.

- Người sử dụng phân vi sinh cần được trang bị: quần áo bảo hộ, giày và mũ bằng vải, khẩu trang, găng tay cao su, xà phòng. Sau khi bón phân cần tắm rửa sạch bằng xà phòng.

4.2.8.3. An toàn khi sử dụng phân bón lá

Khi sử dụng phân bón vi sinh vật dạng lỏng, phun qua lá cần chú ý cần chú ý một số quy định về vệ sinh an toàn lao động sau:

- Cần tập huấn những quy định về vệ sinh an toàn lao động đối với những người tham gia phun phân bón vi sinh vật và trang bị cho họ các trang bị bảo hộ lao động như: quần áo bảo hộ không thấm nước, mũ vải, ủng cao su, găng tay cao su, khẩu trang, xà phòng, ...

- Để phun phân bón được đều, không nên cố gắng phun hết dung dịch phân bón ngay trong 1 lần mà nên dành 1 phần đáng kể để phun bổ sung. Hướng

đi của người phun, cần sao cho gió không thổi tạt phân bón vào người.

- Để đảm bảo hiệu quả đối với cây trồng, tránh gây ảnh hưởng xấu, cần phun đúng giai đoạn cây có nhu cầu cao, vào lúc chiều mát, lặng gió. Nếu trời mưa thì không nên phun phân bón.

- Không ăn, uống, hút thuốc trong khi phun phân bón.

- Trường hợp bị dung dịch phân dính vào da, mắt, niêm mạc miệng và mũi phải rửa ngay bằng nước sạch, nếu cần phải đưa đến bác sĩ.

- Phân bón đã pha còn thừa, không được đổ ở nơi gần nguồn nước của người và động vật, ao hồ nuôi trồng thủy sản. Phân bón trong bao gói chưa dùng hết cần bao gói kín, cất đúng nơi qui định.

- Bình phun và các dụng cụ cân đong pha phân bón lá, dụng cụ bảo hộ lao động được rửa sạch, bảo dưỡng và cất đúng nơi qui định. Sau khi phun phân bón phải được tắm giặt, nghỉ ngơi.

4.2.8.4. An toàn khi sử dụng các loại phân bón có các dư lượng đặc thù (phân chứa nitrat, phân lân, các phân bón chứa chất vi lượng)

Những loại phân này nếu sử dụng quá nhiều có thể gây phú dưỡng nguồn nước hoặc ô nhiễm kim loại nặng, hoặc dư lượng tồn dư trong nông sản vượt quá mức mong muốn nên rất cần được cảnh báo và theo dõi trong quá trình sử dụng lâu dài.

4.2.8.5. An toàn khi sử dụng phối hợp các loại phân bón

Cần có kiến thức chuyên môn cần thiết hoặc xin ý kiến chuyên gia về việc pha trộn, sử dụng đồng thời nhiều loại phân bón để bảo đảm hiệu lực phân bón, hoạt tính phân bón và các tác động xấu đến môi trường, vật nuôi, tránh lãng phí khi sử dụng phân bón.

4.3. Phương pháp đánh giá và giải pháp nâng cao hiệu quả phân bón

4.3.1. Phương pháp đánh giá hiệu quả sử dụng phân bón

4.3.1.1. Kinh tế phân bón

Điều quan trọng trong quản lý dinh dưỡng là làm thế nào để sử dụng dinh dưỡng có hiệu quả cao nhất. Ở những nước đang phát triển như ở Việt Nam, nông nghiệp phải được ưu tiên phát triển hàng đầu, tuy vậy năng suất cây trồng trên một đơn vị diện tích không thể phản ánh hết hiệu quả kinh tế của quá trình sản xuất nông nghiệp nói chung và bón phân nói riêng.

Lợi nhuận từ một đơn vị diện tích được tính toán dựa trên giá trị nông sản bán được (lượng nông sản * giá nông sản hiện hành) và chi phí sản xuất, phản ánh hiệu quả đích thực của một biện pháp nông nghiệp tương ứng, trong đó có biện pháp bón phân.

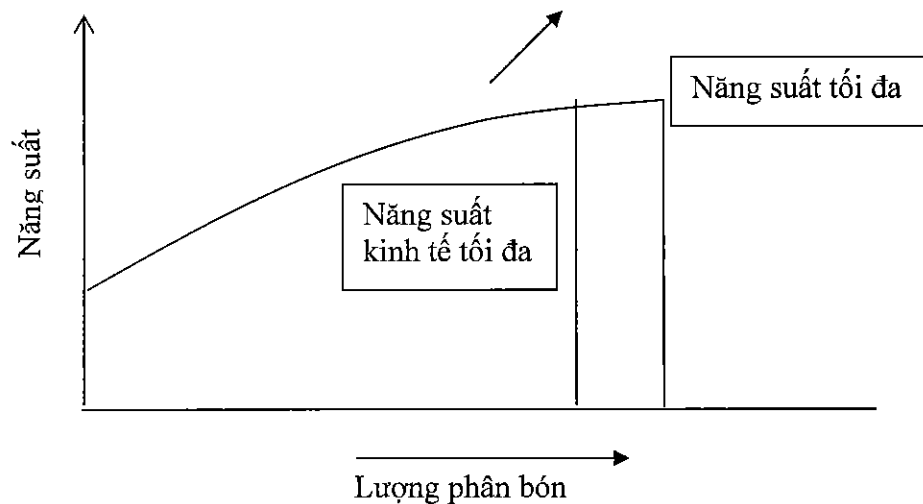
Xác định lượng phân bón nào đem lại lợi nhuận tối đa cần phải tính được chi phí phân bón (lượng bón * giá phân bón hiện hành) và hiệu quả thu được (lượng nông sản * giá nông sản).

(a) Năng suất tối đa

Năng suất tối đa là năng suất của bất kỳ của cây trồng nào đạt được cao nhất trong một hệ sinh thái nông nghiệp nhất định dưới một kỹ thuật canh tác tiên tiến tại thời điểm hiện hành.

(b) Năng suất kinh tế tối đa

Năng suất kinh tế tối đa là năng suất của bất kỳ một loại cây trồng nào cho lãi suất cao nhất tính theo giá thời điểm hiện hành.



Hình 1. Năng suất tối đa và năng suất kinh tế tối đa

Năng suất kinh tế tối đa có giá trị khác nhau ở trên loại đất và cách bố trí cây trồng khác nhau trên mỗi loại đất.

Khi trong đất thiếu những chất dinh dưỡng cần thiết, để đạt năng suất mong muốn cần phải bổ sung dinh dưỡng thông qua phân bón. Lượng bón ban đầu làm tăng năng suất khá lớn, càng gia tăng mức bón bổ sung tiếp theo năng suất tuy có tăng nhưng lượng tăng năng suất giảm dần. Đến một lượng bón nào đó giá trị tăng năng suất thêm (đầu ra) chỉ bằng mức đầu tư phân bón (đầu vào). Tại đó là lượng phân bón cho lợi nhuận tối đa. Bón lượng phân cao hơn mức này năng suất tuy có tăng thêm nhưng lợi nhuận thu được sẽ nhỏ hơn so với chi phí phân bón (phương trình 1 và 2).

Lượng phân bón cho năng suất tối đa đối với một loại cây trồng trong một điều kiện nào đó không cho lợi nhuận tối đa. Tuy nhiên khi cây trồng có phản ứng mạnh với lượng phân bón và khi tỷ lệ giữa giá phân bón và giá nông sản có chiều hướng thuận lợi (trong trường hợp giá phân bón giảm, giá nông sản tăng) thì lượng phân bón có lợi nhuận tối đa tiến sát gần tới lượng phân bón cho năng suất tối đa.

- Điểm có lợi nhuận cao nhất là năng suất kinh tế tối đa

Lượng phân bón đạt lợi nhuận cao nhất rất khó xác định ngay cả trong thí nghiệm chính quy hoàn chỉnh. Tuy nhiên, kết hợp những kết quả nghiên cứu đồng ruộng và kinh nghiệm thực tế sản xuất cho phép khuyến cáo lượng phân

cần thiết để đạt lợi nhuận tối đa của cây trồng khác nhau trên các vùng sinh thái khác nhau ở các mức quản lý khác nhau.

(c) Tỷ lệ giá phân bón và giá nông sản

Lượng phân bón để đạt lợi nhuận tối đa phụ thuộc rất lớn vào tỷ lệ giữa giá phân bón và giá nông sản.

Mối tương quan giữa năng suất và lượng chất dinh dưỡng bón cho cây thể hiện bằng phương trình bậc hai có dạng:

$$Y = A + BX - CX^2 \quad (1)$$

(Trong đó: Y là năng suất cây trồng, kg/ha, A là mức năng suất ở ô không bón phân, B và C là hệ số góc của phương trình).

Lượng phân bón tối ưu khi $\Delta Y/\Delta X = 0$ là điểm mà trên đó tỷ lệ $\Delta Y/\Delta X =$ tỷ giá phân bón/giá nông sản bán ra.

$$\Delta Y/\Delta X = P_x/G_p \quad (2)$$

(P_x : Giá một kg phân bón, G_p : Giá một kg nông sản)

Từ phương trình $Y = A + BX - CX^2$ ta có thể tính lượng phân bón đạt kinh tế tối đa bằng phương trình:

$$X = (P_x/G_p - B)/2C$$

Ví dụ: Giữa năng suất lúa xuân và lượng đạm có mối quan hệ theo phương trình bậc hai sau:

$$Y = 3983 + 53,2x - 0,255x^2$$

Ta có thể tính được lượng đạm bón để đạt năng suất tối đa khi đạo hàm của phương trình bằng 0:

$$Y' = 53,2 - 2 \times 0,255X = 0$$

$$X = 53,2/2 \times 0,255 = 104,3 \text{ kg N/ha}$$

Từ phương trình (2) ta có thể tính được lượng phân bón cho kinh tế tối đa như sau:

Giá: 1 kg ure 4000 đồng quy ra 8700 đồng/kg N, 1 kg thóc 2400 đồng. Ta có: $X = (P_x/G_p - B)/2C$ thay vào ta có: $X = (8700/2400 - 53,2)/ - 2 \times 0,255 = 97,2 \text{ kg N/ha}$.

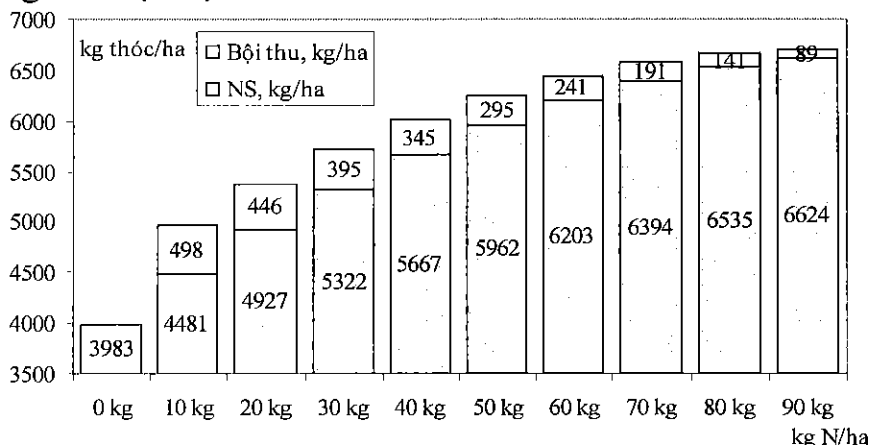
Từ phương trình ta có nhận xét sau:

- Tỷ lệ giữa giá phân bón và giá nông sản càng thấp thì lượng phân bón để đạt lợi nhuận cao càng lớn và tiến dần tới lượng phân bón đạt giá trị cực đại

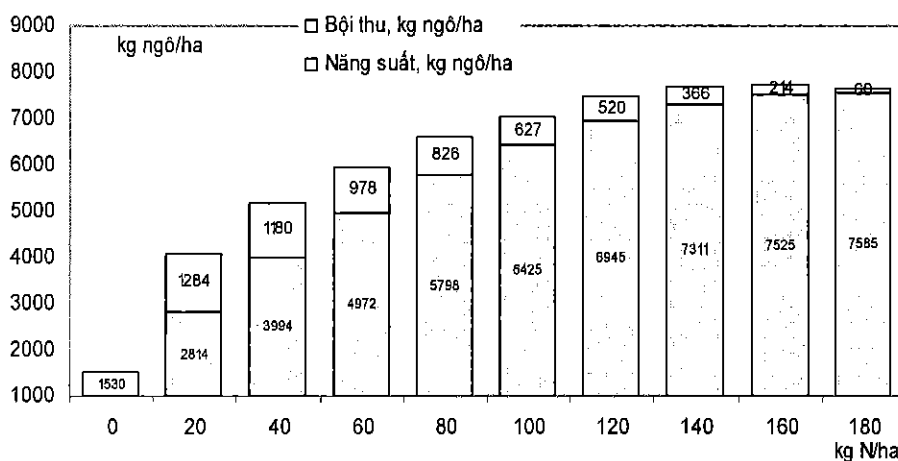
- Khi giá phân bón ổn định, giá nông sản tăng thì lượng phân bón đạt hiệu quả cao sẽ tiến gần tới lượng phân bón để đạt giá trị năng suất cực đại.

- Khi giá phân bón giảm, giá nông sản tăng thì lượng phân bón đạt hiệu quả cao sẽ tiến gần tới lượng phân bón để đạt giá trị năng suất cực đại.

- Khi giá phân bón tăng giá nông sản giảm và giá phân bón tăng, giá nông sản ổn định thì lượng phân bón để đạt hiệu quả kinh tế thấp hơn lượng phân bón để đạt năng suất cực đại.



Hình 3.1.2. Diễn biến năng suất và bội thu năng suất khi tăng liều lượng đạm bón cho lúa



Hình 3.1.3. Diễn biến năng suất và bội thu năng suất ngô khi bón tăng liều lượng đạm

4.3.1.2. Hiệu quả sử dụng phân bón

(a) Hiệu quả nông học

+ Khái niệm:

Hiệu quả nông học của phân bón được tính bằng số lượng nông sản (sản phẩm chính) tính bằng kg trên 1 kg chất dinh dưỡng bón vào đất (N, P₂O₅ và K₂O), hay lượng nông sản chính tăng thêm tính bằng kg trên 1 kg thương phẩm bón vào (đạm ure, SSP, MOP).

+ Công thức: $A_i = (N_f - N_o) / F$

(A_i là hiệu quả nông học = kg nông sản (sản phẩm chính)/kg chất dinh dưỡng hoặc kg nông sản trên 1 kg phân thương phẩm f là năng suất trên ô bón phân. N_o: năng suất trên ô không bón phân hay nền).

+ Thí dụ:

Năng suất lúa xuân trên ô bón đầy đủ N100, 60 P₂O₅, 60 K₂O là 6.500

kg/ha, năng suất trên ô 60 P₂O₅, 60 K₂O là 4.500 kg/ha.

Hiệu quả nông học của phân đạm trên nền 60 P₂O₅, 60 K₂O là:

Tính cho 1 kg N: AN = (6.500 – 4.500)/100 = 20 kg/1 kg N

Tính cho 1 kg phân urê: AN = (6.500 – 4.500)/220 = 9,1 kg/1 kg ure

(b) Hiệu quả sinh lý của phân bón

+ Khái niệm: hiệu quả sinh lý của 1 chất dinh dưỡng (N, P₂O₅, K₂O) là số kg nông sản thu được trên 1 kg chất dinh dưỡng (N, P₂O₅, K₂O) cây trồng hút được từ phân bón.

+ Công thức: $S_i = (N_f - N_o)/(U_f - U_o)$

(Trong đó: S_i là hiệu quả sinh lý của phân bón tính bằng kg nông sản trên 1 kg chất dinh dưỡng hút được từ phân bón. U_f là lượng dinh dưỡng hút được từ phân bón. U_o là lượng chất dinh dưỡng hút được từ ô không bón phân)

+ Thí dụ: Cũng thí dụ như trên ta có:

$$S_n = (6.500 - 4500)/(110,5 - 69,8) = 2000/40,7 = 49,1 \text{ kg}$$

(c) Hệ số bón phân

+ Khái niệm: hệ số bón phân tính theo chất dinh dưỡng là tỷ lệ % lượng dinh dưỡng (N, P₂O₅, K₂O) cây trồng hút được so với lượng dinh dưỡng bón vào đất.

+ Công thức:

$$X_f = (U_f - U_o)/F \times 100$$

(X_f là hiệu quả bón phân (%), U_f là lượng dinh dưỡng (kg/ha) hút được từ ô bón phân, U_o là lượng dinh dưỡng (kg/ha) hút được từ đất hoặc ô nền).

+ Thí dụ: từ 2 thí dụ trên ta có

$$X_f = (110,5 - 69,8)/100 = 40,7\%$$

Ghi chú: $U_f = A_f \times C_{af} + B_f \times C_{bf}$

$$U_o = A_o \times C_{ao} + B_o \times C_{bo}$$

(U_f và U_o là lượng chất dinh dưỡng tích lũy ở ô bón phân và ô không bón phân (hoặc nền); A_f và B_f là sản phẩm chính và sản phẩm phụ trên ô bón phân (kg/ha); A_o và B_o là sản phẩm chính và sản phẩm phụ trên ô không bón phân (hoặc nền) (kg/ha); C_{af} và C_{bf} là hàm lượng chất dinh dưỡng trong sản phẩm chính và phụ ở ô bón phân (% chất khô); C_{ao}, C_{bo} là hàm lượng chất dinh dưỡng trong sản phẩm chính và phụ ở ô không bón phân hoặc nền (% chất khô).

4.3.2. Các giải pháp nâng cao hiệu quả phân bón

Nâng cao hiệu quả sử dụng phân bón hiện nay là yêu cầu cấp thiết. Vấn đề không chỉ là hiệu quả về kinh tế, cho dù chi phí phân bón chiếm tới gần 50% tổng giá thành của sản phẩm trồng trọt, mà còn là bảo vệ tài nguyên và môi trường vì hầu hết phân vô cơ (trừ đạm) đều được sản xuất từ các nguyên liệu hóa thạch, không tái tạo. Thêm nữa, nâng cao hiệu quả sử dụng còn có ý nghĩa giảm

thất thoát và như vậy đã trực tiếp góp phần bảo vệ môi trường.

Thời gian qua, đã có nhiều nghiên cứu của các nước và một số ở Việt Nam về giải pháp nâng cao hiệu quả sử dụng phân bón, từ công nghệ đến kỹ thuật sử dụng cũng như đào tạo người nông dân. Căn cứ vào các tồn tại và nguyên nhân hiệu quả sử dụng phân bón thấp đã nêu ở trên, một số giải pháp chủ yếu cần thực hiện trong giai đoạn hiện nay được đề xuất như sau:

4.3.2.1. Nghiên cứu phân bón mới, phân bón chức năng

Thời gian qua có khá nhiều công nghệ mới được ứng dụng trong lĩnh vực sản xuất phân bón, trong đó nổi lên là công nghệ nano, công nghệ điều tiết chuyển hóa hoặc ức chế chuyển hóa dinh dưỡng, công nghệ bọc... Tại Hội thảo của Hiệp hội phân bón thế giới tổ chức tại Bắc Kinh 16-17/9/2013, TS Charlotte Hebebrand, Chủ tịch Hiệp hội đã nêu ra 4 nhóm phân bón phải ưu tiên phát triển thời gian tới là: (i) phân bón phân giải chậm và điều khiển được (Slow - and controlled release fertilizers); (ii) phân bón có chức năng ổn định (Stabilized fertilizers); (iii) phân bón bổ sung vi lượng (Fertilizers supplemented with micronutrients) và phân bón lỏng, hòa tan phù hợp cho tưới cùng với phân bón và phân bón lá (Soluble/liquid fertilizers/fertigation, foliar sprays). Điều này cũng hoàn toàn phù hợp với chiến lược mà Trung tâm nghiên cứu phát triển phân bón thế giới (IFDC) đã khởi động vào năm 2010 là phát triển “Phân bón thế hệ mới” (Virtual Fertilizer Research Center, launched in 2010 by IFDC: Creating the next generation of fertilizers)¹.

(a) Công nghệ Nano

Nano (nm) là đơn vị chiều dài bằng một phần tỷ mét (10^{-9} m). Với mắt thường, chúng ta chỉ có thể nhìn thấy những vật có kích thước lớn hơn 10.000 nm. Để dễ so sánh, một sợi tóc có đường kính bằng 80.000 nm.

Người phát minh ra thuật ngữ và công nghệ nano là nhà vật lý nổi tiếng của Hiệp hội Vật lý Mỹ, Tiến sỹ Richard Feynman. Vào ngày 29/12/1959 ông nêu ra ý tưởng: điều gì sẽ xảy ra nếu chúng ta sắp xếp lại các nguyên tử theo trình tự định sẵn theo ý tưởng của mình. Như vậy, kỹ thuật nano là kỹ thuật kiểm soát sự sắp xếp hay sắp xếp lại vật chất ở mức độ nguyên tử hay phân tử.

Như vậy, việc tạo ra các loại phân bón với các kích thước hạt ở mức độ nano sẽ cho phép gia tăng bề mặt tiếp xúc với cây trồng, dễ dàng đi qua các lỗ trên mặt lá, trong rễ cây hay khí khổng. Thêm nữa, nhiều vật liệu khi kích thước được thu nhỏ xuống dưới 50nm sẽ thể hiện hàng loạt tính chất mới mà ở dạng vật chất bình thường chúng không có. Ví dụ: silic, ở dạng thường chúng cách điện nhưng ở dạng nano chúng lại dẫn điện; hay đồng, ở dạng thường chúng rất dễ uốn, dễ dát mỏng và dễ kéo sợi, nhưng khi ở kích thước nano thì chúng lại rất cứng². Như vậy, nếu phân bón được sản xuất ở dạng nano thì hiệu suất sử dụng sẽ tăng lên gấp nhiều lần do khả năng đi vào cây trồng nhanh, nhiều. Hiện tại, công nghệ nano mới chỉ ứng dụng vào sản xuất một số phân bón vi lượng hoặc

¹ Charlotte Hebebrand, 2013.

² Jason C. White, 2013.

phân bón có điều hòa sinh trưởng.

(b) Sử dụng các chất điều tiết quá trình chuyển hóa dinh dưỡng khi bón vào đất

Hiện tại, chúng ta đang ứng dụng thành công chế phẩm N-(n-Butyl) Thiophosphoric Triamite (NBTP) dưới tên gọi Agrotain để sản xuất Urea 46A⁺ (đạm vàng) cũng như các sản phẩm khác có chứa đạm tại Công ty phân bón Bình Điền và do Công ty Humix giới thiệu. Cơ chế tác dụng của Agrotain là hoạt chất NBTP sẽ ức chế men ureaza phân hủy đạm và do vậy quá trình giải phóng N cho cây sử dụng dưới dạng NH₄⁺ hoặc NO₃⁻ sẽ chậm hơn, làm giảm mất đạm khi cây chưa sử dụng hết³. Nhờ vậy, bón đạm vàng có thể giảm được tới 25-30% lượng đạm bón.

Có cùng nguồn gốc xuất xứ từ Hoa Kỳ như Agrotain và có lẽ cũng có cơ chế tác động tương tự (song chưa được công bố chi tiết), NEB26 (Nutrient Enhancing Balancer) khi phối trộn với Urea cho màu xanh và cũng có hiệu quả tiết kiệm đạm tới 25% theo các tài liệu mới công bố. Lưu ý rằng: Agrotain tại Hoa Kỳ dùng để bọc urea cũng tạo màu xanh.

Với lân, vừa qua cũng đã ứng dụng thành công chế phẩm AVAIL, có xuất xứ từ Hoa Kỳ. Sản phẩm có dạng lỏng, chứa đến 40% hoạt chất chính là Copolymer gồm acid Maleic và acid Itaconic là các hợp chất hữu cơ tự nhiên. Đặc điểm của AVAIL là có cấu trúc đa phân tử, khả năng trao đổi cation rất cao (1800 meq/100g polyme), không bị ảnh hưởng bởi pH, nhiệt độ hoặc cường độ của các ion. Các loại phân lân dạng rắn hay dạng lỏng khi được trộn (bọc) bằng AVAIL đều thể hiện hiệu lực cao trên các loại đất.

Như vậy, nếu đẩy mạnh việc áp dụng các chất điều tiết quá trình chuyển hóa dinh dưỡng khi bón vào đất nêu trên hoặc các chất điều tiết khác sẽ góp phần nâng cao hiệu suất sử dụng phân bón hiện nay.

(c) Sản xuất phân bón nhả chậm

Nhiều năm qua, một loạt các loại phân bón nhả chậm được nghiên cứu để đáp ứng nhu cầu của sản xuất, đó là urê viên to (2-3 g/viên) dùng cho bón dúi gốc (hiện nay, ý tưởng bón dúi gốc của IRRI những năm 70 của thế kỷ trước với urê viên to (Urea Super Granule) và urê bọc lưu huỳnh (Sulphur Coated Urea), đang được phát triển thành chương trình phân viên dúi bao gồm cả đạm, lân và kali với hàng vạn nông dân đang áp dụng, nhất là tại các tỉnh miền núi). Các loại phân bón xử lý bọc với Agrotain, NEB26 hay AVAIL đều có thể xếp vào nhóm phân bón nhả chậm này.

(d) Phân bón chức năng

Xu thế hiện nay là sản xuất phân bón chức năng, cả đa lượng, trung lượng, vi lượng và hữu cơ, cả phân bón gốc và phân bón lá, đáp ứng chính xác nhu cầu về từng yếu tố dinh dưỡng với tỉ lệ thích hợp. Theo xu hướng này chúng ta có phân bón chuyên cây, trong một cây lại có phân bón chuyên theo mục tiêu

³ Chi tiết cơ chế tác động của NBTP có thể tham khảo tại Kỷ yếu Hội thảo "Nâng cao hiệu quả quản lý và sử dụng phân bón tại Việt Nam, Cần thơ ngày 5/3/2013. NXB Nông nghiệp, 2013.

như: ra rễ nhanh, đẻ nhánh tập trung, ra hoa hay hạn chế rụng hoa, đậu trái, tăng kích thước trái... Lại cũng có loại phân hướng vào xử lý các yếu tố hạn chế trong đất như hạ phèn. Phân bón vi sinh vật, hữu cơ vi sinh hay hữu cơ khoáng cũng có các loại chuyên dùng hay chức năng.

4.3.2.2. Nghiên cứu dài hạn để xác định công thức phân bón phù hợp

Hiện nay, gần như chúng ta xác định hiệu lực phân bón để xây dựng công thức bón phân chỉ dựa trên các thí nghiệm ngắn hạn nên không phản ánh đúng hiệu lực của từng yếu tố dinh dưỡng, nhất là với một số nguyên tố có hiệu lực tồn dư cao. Chính vì vậy, nhiều liều lượng, phân bón khuyến cáo cao hơn rất nhiều nhu cầu của cây trồng. Những nghiên cứu gần đây của chúng tôi trên các thí nghiệm kéo dài 6-8 vụ với lúa, 4 năm với cà phê, ngô cho thấy hoàn toàn có thể bón cách vụ với lân trên đất phù sa, đất xám bạc màu, đất đỏ vàng. Trên đất phù sa với lúa cũng có thể giảm 50% lượng kali bón mà không hề làm giảm năng suất. Như vậy, rất cần thiết tiến hành các thí nghiệm dài hạn tại một số vùng sinh thái trọng điểm để làm cơ sở khuyến cáo phân bón hiệu quả. Tại Rothamstate (Anh) họ tiến hành những thí nghiệm dài hạn hàng trăm năm. Chúng ta cũng có một số thí nghiệm dài hạn về phân bón cần khai thác, đó là: (i) thí nghiệm chính quy với lúa trên đất phù sa tại Viện Lúa đồng bằng sông Cửu Long (27 năm với 26 vụ đông xuân và 27 vụ hè thu); (ii) thí nghiệm chính quy với lúa trên đất xám bạc màu tại Trung tâm nghiên cứu đất, phân bón và môi trường vùng trung du (Viện Thổ nhưỡng Nông hóa) tại Hiệp Hòa, Bắc Giang với 18 vụ xuân và 18 vụ mùa (từ 1996). Ngoài ra tại đây cũng có một thí nghiệm dài hạn (từ 1996) với cơ cấu 3 vụ, ngoài công thức phân bón vô cơ còn có hữu cơ và vùi lại phế phụ phẩm của cây trồng vụ trước cho cây trồng vụ sau. Một mảnh ruộng cây chay (lúa) từ 1968 để theo dõi biến động của độ phì nhiêu đất; (iii) Thí nghiệm chính quy, dài hạn với sắn tại Trung tâm nghiên cứu và phát triển Nông nghiệp Hưng Lộc, Đồng Nai thuộc Viện Khoa học kỹ thuật nông nghiệp miền Nam.

4.3.2.3. Đánh giá đất định kỳ để phát hiện yếu tố hạn chế xuất hiện theo thời gian

Trong nông nghiệp, mỗi loại đất đều được đặc trưng bởi độ phì nhiêu tự nhiên và độ phì nhiêu thực tế, trong đó hai phạm trù này khi thì đồng nhất, khi không đồng nhất. Nhiệm vụ của các nhà nghiên cứu về phân bón và dinh dưỡng cây trồng là làm sao để độ phì nhiêu tự nhiên chuyển hóa được thành độ phì nhiêu thực tế và với nông nghiệp thâm canh thì phải làm cho độ phì nhiêu thực tế cao hơn độ phì nhiêu tự nhiên thông qua hiệu quả sản xuất. Như vậy, việc xác định yếu tố hạn chế có trong đất nhằm tìm giải pháp khắc phục là điều kiện cơ bản để xây dựng công thức bón phân hợp lý, nhất là trong việc lựa chọn chủng loại phân bón và thời kỳ bón phù hợp.

Chúng ta biết rằng, theo định luật tối thiểu, các yếu tố dinh dưỡng hạn chế trong đất luân phiên xuất hiện và không bao giờ có thể xử lý triệt để. Với chúng ta, yếu tố hạn chế đầu tiên là đạm, sau đó là lân trong những thập kỷ 70 của thế kỷ trước và kali trong thập niên cuối thế kỷ 20. Hiện nay, các yếu tố hạn chế trung và

vi lượng cũng đã xuất hiện ở các mức độ khác nhau nhưng không vì thế mà mỗi mùa vụ, mỗi loại giống lại không xuất hiện trở lại các yếu tố hạn chế đa lượng.

Theo kết quả nghiên cứu nguyên nhân xuất hiện các yếu tố hạn chế chủ yếu là do: (i) gieo trồng giống mới, nhất là các giống lai, giống năng suất cao nên nhu cầu dinh dưỡng tăng lên; (ii) tăng vụ với hệ số sử dụng đất đạt 2-3, thậm chí 4 lần làm cho đất bị suy kiệt dinh dưỡng, tích lũy tương đối các yếu tố độc hại; (iii) bón phân không cân đối và (iv) hạn chế việc sử dụng phân hữu cơ do thay đổi tập quán chăn nuôi, sử dụng phế phụ phẩm nông nghiệp. Tất nhiên, yếu tố tự nhiên vốn có trong mỗi loại đất đều góp phần vào việc thúc đẩy nhanh hay chậm hơn sự hình thành các yếu tố hạn chế mới.

4.3.2.4. Nhập khẩu thiết bị và công nghệ mới cho sản xuất phân bón

Có thể nói chúng ta đã và đang cố gắng tiếp cận công nghệ mới trong sản xuất phân bón. Tuy nhiên, với những nhà máy cũ, việc nâng cấp không phải là điều dễ dàng. Chỉ có công nghệ mới với thiết bị hiện đại mới cho phép tạo ra phân bón chất lượng cao. Tại Việt Nam, sản xuất NPK trên nền urea hóa lỏng mà Bình Điền đi đầu ứng dụng là một thành tựu công nghệ mới nhất mà các nước phát triển đang ứng dụng rộng rãi. Với công nghệ này, cho phép sản xuất các sản phẩm phân bón NPK dạng một hạt có hàm lượng nitơ cao nên có thể đưa tổng hàm lượng các chất dinh dưỡng cao hơn, đồng thời làm giảm đáng kể chi phí vận chuyển (tương tự các loại phân phức hợp của nước ngoài như Nitrophosca), thay vì phổ biến là các loại phân NPK trộn đơn thuần (mixed). Ngoài ra, công nghệ sản xuất phân phức hợp còn cho phép hạn chế những yếu tố mà theo phương pháp hiện nay khó thực hiện như S.

4.3.2.5. Lựa chọn nguồn nhập khẩu, nhập khẩu phân bón công nghệ cao, phân bón chức năng và phẩm cấp cao

Hàng năm chúng ta vẫn phải nhập khẩu hàng triệu tấn phân bón, những loại mà chúng ta không thể sản xuất, do vậy việc lựa chọn nguồn cung ứng là vô cùng quan trọng. Đã đến lúc phải chuyển dần nguồn cung cấp, ngay cả với các sản phẩm truyền thống như Urea, SA, DAP hay KCl để tránh sản phẩm chất lượng không đảm bảo hoặc được sản xuất bằng công nghệ lạc hậu làm cho dinh dưỡng dễ tiêu thấp, thậm chí chứa quá nhiều yếu tố phi dinh dưỡng. Hiện tại chúng ta nhập quá nhiều phân bón các loại từ Trung Quốc, vì vậy Chính phủ nên có chính sách để điều tiết hài hòa hơn với các thị trường khác để đảm bảo tránh bị phụ thuộc quá nhiều vào một thị trường. Theo AgroMonitor, chỉ trong 11 tháng của năm 2013 chúng ta nhập khẩu trên 2,26 triệu tấn phân bón các loại từ Trung Quốc, chiếm hơn 90% tổng lượng phân bón nhập khẩu, trong đó urea chiếm 93,6%; DAP chiếm 91%, SA chiếm 55,6% và kali 23,4%. Chúng tôi cũng lưu ý khi nhập phân bón kali từ Lào, cần phải xem hàm lượng Na trong phân bón có quá cao không khi mà chúng ta chỉ đánh giá, phân tích qua chỉ tiêu kali tổng số.

Xu thế của thế giới là tăng cường sản xuất phân bón chức năng, đáp ứng đúng yêu cầu của cây trồng qua mỗi thời kỳ cũng như mục tiêu sản phẩm để đạt hiệu quả cao nhất. Các phân bón chức năng hiện nay tập trung nhiều trong phân

bón lá và vi sinh vật, nên việc kiểm tra chất lượng rất khó khăn, do vậy cần lựa chọn nhà sản xuất uy tín đã được kiểm chứng.

4.3.2.6. Ứng dụng công nghệ thông tin trong quản lý, khuyến cáo sử dụng

Hiện nay, công nghệ thông tin đang được ứng dụng ngày một rộng rãi trong khuyến cáo sử dụng phân bón. Các phần mềm như Nutrient Manager, Crop Manager... trong đó chứa đựng các thông tin cơ bản về đất, yếu tố khí hậu, thời tiết, mùa vụ và các công cụ để nông dân đưa yêu cầu thông qua internet trên điện thoại, ipad, máy tính để lựa chọn công thức, chủng loại, liều lượng và tỉ lệ bón phù hợp cho mỗi thời kỳ sinh trưởng, trên từng loại đất và loại cây trồng để đạt năng suất mục tiêu.

4.3.2.7. Thiết kế, chế tạo công cụ để sử dụng phân bón 5 đúng

Đã có khá nhiều nghiên cứu tạo ra các công cụ đơn giản mà hiệu quả để nông dân có thể tự mình đưa ra quyết định bón phân hợp lý theo nguyên tắc “5 đúng” (đúng loại đất, đúng loại cây, đúng liều lượng, đúng thời điểm và đúng cách). Có thể kể ra các công cụ như KIT chẩn đoán (Liên xô cách đây trên nửa thế kỷ đã có hộp Prianishnikov). Với bộ dụng dịch gọn nhẹ, thao tác đơn giản, cán bộ khuyến nông hay người nông dân có thể kiểm tra một số yếu tố thiết yếu có trong đất như pH, dinh dưỡng dễ tiêu... để làm căn cứ bón phân. Các bộ KIT hiện nay chưa được phổ biến rộng do các thông số thu thập còn mang tính định tính nên cần cải tiến hơn nữa.

Sử dụng máy đo diệp lục tố thông qua chỉ số SPAD (Soil and Plant Analyzer Development) là phương pháp hiện đại và chính xác để đo hàm lượng diệp lục trong lá, qua đó xác định nhu cầu bón phân đạm rất hiệu quả. Người ta biết rằng, để đạt năng suất lúa tối đa, hàm lượng N trong lá phải đạt trên $1,4g/m^2$ lá và hàm lượng đạm này tương đương với số đo trên SPAD là 35.

Gần đây, Viện Nghiên cứu Lúa Quốc tế đã phát triển và chuyên giao bảng so màu lá lúa LCC (Leaf color chart). Với thang màu đơn giản, nông dân hoàn toàn có thể biết tình trạng dinh dưỡng đạm của cây lúa để bón phân kịp thời.

Chẩn đoán nhu cầu dinh dưỡng qua phân tích lá là phương pháp xác định tình trạng dinh dưỡng của cây trồng chính xác và đầy đủ nhất để có thể đưa ra quyết định bón phân hợp lý nhất với nhiều yếu tố dinh dưỡng. Tuy nhiên, cho dù phương pháp này có chất lượng chẩn đoán cao song đòi hỏi phải có phòng phân tích chất lượng, chi phí tốn kém nên thường chỉ áp dụng cho các trang trại cây lâu năm giá trị cao như cà phê, cao su, hồ tiêu, v.v.

4.3.2.8. Nghiên cứu quy trình bón phân hợp lý

Theo công bố của IFA, các nước càng giàu có, họ sử dụng phân bón càng hiệu quả hơn do họ có công nghệ, thiết bị và phương pháp quản lý dinh dưỡng cây trồng tốt. Tính chung, trong 3 thập niên gần đây, hiệu suất sử dụng phân đạm (NUE) tại các nước phát triển tăng lên còn tại các nước đang phát triển,

hoặc là giảm xuống hoặc không được cải thiện¹.

(a) Nghiên cứu cân đối dinh dưỡng và quản lý dinh dưỡng tổng hợp

Bón phân cân đối được hiểu là cung cấp cho cây trồng các nguyên tố dinh dưỡng thiết yếu với liều lượng đúng, tỉ lệ thích hợp, thời gian bón hợp lý cho từng đối tượng cây trồng, đất, mùa vụ cụ thể đảm bảo năng suất cao, chất lượng nông sản tốt và an toàn môi trường. Kết quả tổng kết của FAO trên phạm vi toàn thế giới cho thấy có ít nhất 10 nguyên nhân chính làm giảm hiệu lực phân bón, trong đó bón phân cân đối giữ vai trò quan trọng nhất, có thể làm giảm tới 50% cho cùng một lượng bón.

Thêm nữa, các yếu tố dinh dưỡng cũng có mối tác động qua lại, khi thì tương hỗ, lúc lại đối kháng và có mối liên quan rất chặt với độ phì nhiêu tự nhiên/loại đất nên cần lưu ý khi sử dụng các loại phân bón khác nhau. Dựa trên những kết quả nghiên cứu thuộc Chương trình BALCROP/IPI-PPI-PPIC tại các vùng của Việt Nam (Nguyen Van Bo, E.Mutert, Cong Doan Sat, 2003), các mối quan hệ sau cần được tính đến khi xác định các công thức bón phân cân đối cho cây trồng, đó là:

- Cân đối hữu cơ-vô cơ: tỉ lệ dinh dưỡng tốt nhất từ hai nguồn dinh dưỡng này là 30-70%. Khi mối quan hệ này được đảm bảo, hữu cơ sẽ nâng cao hiệu quả sử dụng đạm, lân (thông qua giảm cố định lân với Fe, Al và Ca) và giảm lượng bón kali (do hàm lượng kali phân chuồng cao).

- Cân đối N-P có hiệu quả rất cao trên đất phèn, đất dốc, chua. Trên các loại đất này, hiệu lực của đạm chỉ có thể phát huy khi bón trên nền có phân lân thông qua việc giảm đáng kể lượng N tiêu tốn để tạo ra một đơn vị sản phẩm. Trên đất phèn, giá trị hiệu lực tương hỗ N-P có thể đạt trên 2 tấn thóc/ha, giảm đáng kể lượng N tiêu tốn để tạo ra một tấn thóc. Còn trên đất đỏ vàng, giá trị tương hỗ N-P có thể đạt 1,4-1,6 tấn ngô hạt/ha (Nguyễn Văn Bộ, 2013).

- Cân đối N-K rất có ý nghĩa trên đất nghèo kali. Trên đất cát biển, đất xám bạc màu giá trị tương hỗ có thể đạt tương ứng 1,0-1,5 tấn thóc/ha và 3-4 tấn ngô hạt/ha nhờ hiệu lực phân đạm có thể tăng lên gấp 2 lần khi có bón kali. Trên các loại đất này, khi không bón kali hệ số sử dụng đạm chỉ đạt 15-30%, trong khi có bón kali hệ số này tăng lên đến 50%. Như vậy, trong nhiều trường hợp, năng suất tăng không hẳn là do bón kali mà là kali đã có tác dụng tương hỗ, làm cây hút được nhiều đạm và các chất dinh dưỡng khác hơn từ đất và phân bón.

Cân đối đạm-lân-kali cũng cần xem xét đến ảnh hưởng của yếu tố mùa vụ. Những nghiên cứu gần đây cho thấy trong vụ mùa, hè thu khi nhiệt độ không khí cao hơn, chất lượng ánh sáng tốt hơn, cây trồng có khả năng huy động nguồn lân và kali từ đất nhiều hơn nên cần phải điều chỉnh lượng bón cho phù hợp, theo hướng giảm bớt. Ngược lại trong điều kiện nhiệt độ thấp, thời tiết âm u cần bón kali cao hơn.

Ngoài các dinh dưỡng đa lượng, đã đến lúc cũng cần xem xét đến cân đối

¹ Charlotte Hebebrand, 2013.

với trung lượng và vi lượng bởi trên nhiều loại đất chúng đã trở thành yếu tố hạn chế, nhất là các mối quan hệ P-Ca, N-S, N-Mg... và vi lượng. Việc sử dụng liên tục SA, SSP làm đất giàu lưu huỳnh quá mức. Ngược lại, việc sử dụng liên tục urê, DAP, phân lân nung chảy chắc chắn sẽ dẫn đến thiếu lưu huỳnh, hay sử dụng DAP và supe lân cũng sẽ dẫn đến thiếu Mg... Do vậy, trong cân đối dinh dưỡng, việc luôn luôn bổ sung các loại phân có chứa nhiều thành phần dinh dưỡng bao giờ cũng cho hiệu quả cao nhất. Việc hình thành các loại phân bón chuyên dùng NPK, phân chức năng chính là đi theo hướng này.

(b) Bón phân theo vùng chuyên biệt (Site-Specific Nutrient Management- SSNM)

Là phương pháp quản lý dinh dưỡng cụ thể cho từng vùng đất, thậm chí từng thửa ruộng do IRRI khởi xướng và triển khai. Triết lý của SSNM là cung cấp cho cây trồng đúng bằng những gì cây trồng cần dựa trên các thí nghiệm ô khuyết, có tính đến khả năng cung cấp dinh dưỡng từ đất.

(c) Mở rộng các chương trình Quản lý tổng hợp

Mở rộng các chương trình Quản lý tổng hợp như: Dinh dưỡng cây trồng tổng hợp (Integrated Plant Nutrient System - IPNS), Cây trồng tổng hợp (Integrated Crop Management - ICM). Các chương trình này lồng ghép tổng hòa các mối quan hệ đất, cây trồng, phân bón và các yếu tố khí hậu, thời tiết.

4.3.2.9. Khai thác tối đa và hiệu quả nguồn hữu cơ làm phân bón

Hiện nay, do áp lực thâm canh, thiếu hụt lao động nên nông dân đã quá lạm dụng phân vô cơ mà quên lãng phân hữu cơ. Một hệ canh tác chỉ bền vững, độ phì nhiêu đất được ổn định và cải thiện khi có sự hài hòa giữa hữu cơ và vô cơ. Ngoài ra, việc khai thác hiệu quả các nguồn phân hữu cơ, phế phụ phẩm nông nghiệp còn làm trong sạch môi trường chăn nuôi, giảm phát thải khí nhà kính, đồng thời cung cấp một lượng lớn chất dinh dưỡng. Theo tính toán, với đàn gia súc như hiện nay thì hàng năm chúng ta có thể cung cấp cho sản xuất khoảng 120-150 triệu tấn phân chuồng, song trên thực tế, con số này không đạt quá 30%, do hình thức chăn nuôi công nghiệp, không sử dụng chất độn chuồng... Chính đây cũng là một trong các nguyên nhân mà chúng ta đang lãng phí thêm 45-50 triệu tấn rơm rạ không được tái sử dụng mà phần lớn bị đốt lãng phí. Với số lượng rơm rạ này nếu được tái sử dụng thì ngoài chất hữu cơ để tạo nền thâm canh, các chất dinh dưỡng trung và vi lượng khác thì cho cây trồng còn có thể được cung cấp 315-350 ngàn tấn N, 100-115 ngàn tấn P_2O_5 và 780-870kg K_2O /năm.

4.3.2.10. Đào tạo và tập huấn

Nông dân là người trực tiếp sử dụng phân bón, do vậy cần trang bị cho họ kiến thức tối thiểu để họ lựa chọn đúng loại phân bón, biết phân biệt phân bón giả, nhái nhãn mác cũng như biết sử dụng chúng hợp lý. Do vậy, hệ thống khuyến nông cần phối hợp với các doanh nghiệp, viện nghiên cứu và trường đại học để thống nhất phương pháp đào tạo, giáo trình nhằm giảm chi phí đào tạo cho Doanh nghiệp đồng thời cũng thường xuyên cung cấp thông tin chính thống cho nông dân thông qua phương tiện truyền thông đa dạng.

Một nguồn lực quan trọng nhưng chúng ta không quan tâm là đào tạo đội ngũ các nhà khoa học nghiên cứu về phân bón. Các trường đại học nông nghiệp đã bỏ hẳn chuyên ngành nông hóa. Vậy với trên 10 triệu tấn phân bón/năm, giá trị tương đương 28% kim ngạch xuất khẩu nông sản (năm 2013 chúng ta xuất khẩu 13,13 tỉ USD của ngành trồng trọt) ai sẽ giúp cải tiến và nâng cao hiệu lực phân bón, đó là chưa kể chúng ta bị hạn chế trong tiếp cận thông tin với công nghệ mới của thế giới.

4.3.2.11. Tăng cường năng lực và hiệu quả quản lý

Nâng cao hiệu quả quản lý nhà nước về phân bón góp phần quan trọng cho việc nâng cao chất lượng, hiệu quả sử dụng phân bón. Do vậy cần phải tiếp tục tăng cường năng lực quản lý trong thời gian tới. Một số giải pháp cụ thể như:

Tăng cường năng lực phòng kiểm nghiệm chất lượng phân bón, xây dựng tiêu chuẩn, quy chuẩn, phương pháp thử, đào tạo nghiệp vụ về công tác kiểm tra, lấy mẫu, phân tích, tổ chức hội nghị, hội thảo về quản lý phân bón.

Thực hiện cập nhật thống kê định kỳ hàng năm về tình hình sản xuất, xuất nhập khẩu và sử dụng phân bón để có thể cân đối cung cầu và điều tiết thị trường hiệu quả. Xác định được lượng urê, DAP, SA, kali và cả phân lân chế biến được sử dụng cho sản xuất phân NPK để xác định chính xác cân đối cung cầu về phân bón trong nước.

Thường xuyên kiểm tra điều kiện sản xuất và lưu giữ phân bón; thường xuyên kiểm tra chất lượng sản phẩm và đôi khi cả nguyên liệu.

Định kỳ công bố tên sản phẩm, doanh nghiệp vi phạm pháp luật, làm phân bón kém chất lượng, phân bón giả, phân bón nhái nhãn mác để bảo vệ người sản xuất chân chính và người nông dân, tạo nên một thị trường lành mạnh và minh bạch.

Chương IV

KHẢO NGHIỆM PHÂN BÓN

1. Nguyên tắc chung về khảo nghiệm phân bón

Khảo nghiệm phân bón là hoạt động theo dõi, đánh giá các chỉ tiêu nhằm xác định phương thức sử dụng, tác động đến môi trường, hiệu quả nông học, hiệu quả kinh tế của phân bón.

Khảo nghiệm phân bón trước ngày Nghị định số 108/2017/NĐ-CP có hiệu lực thi hành được quy định tại Nghị định số 202/2013/NĐ-CP. Khảo nghiệm phân bón giai đoạn này được thực hiện theo quy phạm khảo nghiệm phân bón ban hành kèm theo Thông tư số 41/2014/TT-BNNPTNT ngày 13 tháng 11 năm 2014 của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Từ ngày 20 tháng 9 năm 2017, khảo nghiệm phân bón thực hiện theo quy phạm quy định tại Phụ lục II ban hành kèm theo Nghị định số 108/2017/NĐ-CP. Từ ngày 01 tháng 01 năm 2020, theo quy định tại Luật Trồng trọt, khảo nghiệm phân bón thực hiện theo Tiêu chuẩn quốc gia về khảo nghiệm phân bón.

Theo quy định tại Luật Trồng trọt:

- Phân bón phải được khảo nghiệm trước khi được công nhận lưu hành trừ các loại phân bón không phải khảo nghiệm (Điều 39 Luật Trồng trọt). Các loại phân bón không phải khảo nghiệm bao gồm (1) phân bón hữu cơ sử dụng để bón rẫy có thành phần chỉ là chất hữu cơ tự nhiên, đáp ứng chỉ tiêu chất lượng theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia; (2) phân bón vô cơ đơn sử dụng để bón rẫy có thành phần chỉ chứa đạm (N) hoặc lân (P) hoặc kali (K), đáp ứng chỉ tiêu chất lượng theo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia; (3) Phân bón vô cơ phức hợp sử dụng để bón rẫy trong thành phần chỉ chứa các nguyên tố dinh dưỡng đạm (N), lân (P), kali (K) được liên kết với nhau bằng các liên kết hóa học, đáp ứng chỉ tiêu chất lượng theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia; (4) Phân bón được cơ quan quản lý nhà nước có thẩm quyền công nhận là tiến bộ kỹ thuật.

- Phân bón được khảo nghiệm cả diện rộng và diện hẹp; khảo nghiệm diện rộng chỉ được tiến hành sau khi kết thúc khảo nghiệm diện hẹp (Điều 39 Luật Trồng trọt).

- Việc khảo nghiệm phân bón thực hiện theo tiêu chuẩn quốc gia (TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019) do tổ chức được công nhận đủ điều kiện thực hiện khảo nghiệm (Điều 39 Luật Trồng trọt). Tổ chức khảo nghiệm phân bón phải bảo đảm các điều kiện sau đây (Điều 40 Luật Trồng trọt, Điều 9 Nghị định số 84/2019/NĐ-CP):

(1) Người trực tiếp phụ trách khảo nghiệm và người thực hiện khảo nghiệm phải có trình độ từ đại học trở lên thuộc một trong các chuyên ngành về trồng trọt, bảo vệ thực vật, nông hóa thổ nhưỡng, khoa học đất, nông học, hóa học, sinh học và phải tham gia tập huấn khảo nghiệm phân bón theo hướng dẫn của Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn;

(2) Tổ chức khảo nghiệm phân bón phải có đủ số lượng nhân lực thực hiện khảo nghiệm trong đó, ngoài người trực tiếp phụ trách khảo nghiệm phải có tối thiểu 05 nhân lực chính thức thực hiện khảo nghiệm (viên chức hoặc hợp đồng lao động không xác định thời hạn hoặc hợp đồng lao động xác định thời hạn tối thiểu 12 tháng).

(3) Có đầy đủ cơ sở vật chất, trang thiết bị theo tiêu chuẩn quốc gia về khảo nghiệm phân bón (TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019).

- Lượng phân bón được sản xuất, nhập khẩu để khảo nghiệm được xác định dựa trên liều lượng bón cho từng loại cây trồng và diện tích khảo nghiệm thực tế cho 01 phân bón trên một đối tượng cây trồng hằng năm không vượt quá 10 ha, cây trồng lâu năm không vượt quá 20 ha được tính bằng tổng diện tích các ô khảo nghiệm diện hẹp và khảo nghiệm diện rộng (Điều 39 Luật Trồng trọt và mục 4 của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019).

2. Một số nội dung cơ bản của Tiêu chuẩn quốc gia về khảo nghiệm phân bón

Tiêu chuẩn quốc gia về khảo nghiệm bao gồm TCVN 12719:2019 khảo nghiệm phân bón cho cây trồng hằng năm và TCVN 12720:2019 khảo nghiệm phân bón cho cây trồng lâu năm.

TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019 bao gồm 5 mục và 02 Phụ lục:

1. Phạm vi áp dụng
2. Tài liệu viện dẫn
3. Thuật ngữ và định nghĩa
4. Yêu cầu về khảo nghiệm
5. Yêu cầu về cơ sở vật chất, trang thiết bị đối với tổ chức khảo nghiệm
6. Phụ lục A. Nguyên tắc tính giá phân bón để tính hiệu quả kinh tế của khảo nghiệm
7. Phụ lục B. Báo cáo kết quả khảo nghiệm phân bón

Một số nội dung cơ bản của Tiêu chuẩn quốc gia về khảo nghiệm phân bón như sau:

(1) Khảo nghiệm phân bón cho cây trồng hằng năm và cây trồng lâu năm về nội dung, phương pháp, đánh giá kết quả khảo nghiệm và yêu cầu về cơ sở vật chất, trang thiết bị đối với tổ chức được quy định tại mục 1 của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019.

(2) Phân bón khuyến cáo sử dụng cho loại cây trồng nào thì thực hiện khảo nghiệm trên loại cây trồng đó (Mục 4.1 của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019).

(3) Phân bón khuyến cáo sử dụng cho nhiều hoặc tất cả các loại cây trồng trong cùng một nhóm (nhóm cây lương thực, nhóm cây rau, nhóm cây công nghiệp ngắn ngày, nhóm cây hoa hằng năm, nhóm cây được liệu hằng năm và

nhóm cây hằng năm khác hoặc nhóm cây ăn quả, nhóm cây công nghiệp dài ngày, nhóm cây hoa lâu năm, nhóm cây dược liệu lâu năm và nhóm cây lâu năm khác) thì phải thực hiện khảo nghiệm tối thiểu trên 03 loại cây trồng thuộc nhóm đó (Mục 4.1. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019).

(4) Khảo nghiệm diện hẹp phải được tiến hành ít nhất ở 2 địa điểm khác nhau về loại đất. Loại đất khác nhau được xác định theo TCVN 9487:2012 hoặc theo bản đồ đất (còn gọi là bản đồ thổ nhưỡng) cấp tỉnh. Nếu khảo nghiệm phân bón chuyên dùng cho một loại đất thì được tiến hành ở 02 địa điểm thuộc 02 xã/phường khác nhau trên cùng loại đất (Mục 4.2. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019).

(5) Thời gian khảo nghiệm (quy định tại Mục 4.2. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019) bao gồm:

- Cây hằng năm:

+ Khảo nghiệm diện hẹp: tại mỗi địa điểm phải thực hiện ít nhất 02 vụ gieo trồng khác nhau đối với loại cây gieo trồng nhiều vụ trong năm, ít nhất qua 01 vụ thu hoạch đối với cây thu hoạch một vụ trong năm, tất cả các lần thu hoạch đối với cây lưu gốc thu hoạch nhiều lần trong năm. Đối với phân bón cải tạo đất phải thực hiện lặp lại ít nhất 02 năm liên tiếp.

+ Khảo nghiệm diện rộng: tại mỗi địa điểm phải thực hiện ít nhất 02 vụ gieo trồng tương ứng vụ gieo trồng trong khảo nghiệm diện hẹp đối với cây gieo trồng nhiều vụ trong năm, ít nhất qua 01 vụ thu hoạch đối với cây thu hoạch một vụ trong năm, tất cả các lần thu hoạch đối với cây lưu gốc thu hoạch nhiều lần trong năm.

- Cây lâu năm:

+ Khảo nghiệm diện hẹp: tại mỗi địa điểm phải thực hiện ít nhất 01 năm và phải theo dõi, đánh giá tất cả các chu kỳ thu hoạch trong năm. Cây trồng trong thí nghiệm khảo nghiệm ở 02 địa điểm khác nhau phải có giai đoạn sinh trưởng giống nhau (cùng ở giai đoạn vườn ươm hoặc giai đoạn kiến thiết cơ bản hoặc giai đoạn kinh doanh). Đối với phân bón cải tạo đất phải thực hiện lặp lại ít nhất 02 năm liên tiếp.

+ Khảo nghiệm diện rộng tại mỗi địa điểm phải thực hiện ít nhất 01 năm và phải theo dõi, đánh giá tất cả các chu kỳ thu hoạch trong năm tương ứng với các chu kỳ trong khảo nghiệm diện hẹp. Cây trồng trong thí nghiệm khảo nghiệm ở 02 địa điểm khác nhau phải cùng giai đoạn sinh trưởng.

(6) Số lượng công thức khảo nghiệm cho một phân bón tối thiểu 03 công thức (03 liều lượng) khảo nghiệm trong khảo nghiệm diện hẹp và ít nhất 01 công thức khảo nghiệm trong khảo nghiệm diện rộng được đánh giá đạt yêu cầu trong khảo nghiệm diện hẹp. Số lượng phân bón khảo nghiệm trong mỗi khảo nghiệm không được lớn hơn 04 phân bón và phải cùng phương thức sử dụng bón rễ hoặc bón lá (quy định tại Mục 4.2. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019).

(7) Trường hợp cần đánh giá hiệu suất sử dụng phân bón hoặc hiệu quả

kinh tế sử dụng phân bón thì phải bổ trí thêm công thức nền cùng với công thức khảo nghiệm và công thức đối chứng (trừ khảo nghiệm phân bón lá sử dụng nước làm đối chứng, không sử dụng phân bón lá khác làm đối chứng). Công thức nền (quy định tại Mục 4.2. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019) bao gồm:

- Công thức nền là công thức có sử dụng các loại phân bón với cùng liều lượng và phương pháp bón như công thức khảo nghiệm và công thức đối chứng (không bao gồm phân bón khảo nghiệm và phân bón đối chứng).

- Trường hợp công thức khảo nghiệm và công thức đối chứng chỉ sử dụng phân bón khảo nghiệm và phân bón đối chứng (không bao gồm các loại phân bón khác) thì công thức nền là công thức không sử dụng phân bón.

(8) Công thức đối chứng là công thức có sử dụng phân bón hoặc sử dụng nước (trường hợp khảo nghiệm phân bón lá) làm đối chứng để có căn cứ đánh giá phân bón khảo nghiệm (quy định tại Mục 4.2. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019) bao gồm:

- Đối với phân bón rễ: Phân bón sử dụng làm đối chứng là phân bón đang sử dụng tại địa phương nơi khảo nghiệm cùng loại với phân bón khảo nghiệm hoặc phân bón đang sử dụng phổ biến tại địa phương nơi khảo nghiệm. Số lần bón, thời kỳ bón, liều lượng bón, kỹ thuật bón và các yếu tố kỹ thuật canh tác khác sử dụng trong công thức đối chứng theo thực tế đang áp dụng tại địa phương nơi khảo nghiệm.

- Đối với phân bón lá: Phân bón sử dụng làm đối chứng là phân bón đang được sử dụng phổ biến tại địa phương nơi khảo nghiệm có thành phần, đặc tính tương đương với phân bón khảo nghiệm hoặc sử dụng nước với lượng và thời kỳ phun tương ứng với lượng nước và thời kỳ phun sử dụng để pha phân bón ở công thức khảo nghiệm. Phân bón sử dụng bón rễ và các yếu tố kỹ thuật canh tác khác áp dụng theo thực tế tại địa phương nơi khảo nghiệm.

Ghi chú: Trong khảo nghiệm có thể bổ trí thêm các công thức đối chứng phụ nếu tổ chức, cá nhân có phân bón khảo nghiệm thấy cần thiết.

(9) Diện tích mỗi ô khảo nghiệm (quy định tại Mục 4.2. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019) bao gồm:

- Cây hằng năm: diện tích mỗi ô khảo nghiệm diện hẹp tối thiểu là 20 m², tổng diện tích mỗi ô khảo nghiệm diện rộng tối thiểu là 500 m², riêng cây hoa, cây dược liệu và rau tối thiểu là 200 m².

- Cây lâu năm: diện tích mỗi ô khảo nghiệm diện hẹp tối thiểu 100 m² hoặc diện tích tương đương với diện tích trồng tối thiểu 10 cây đối với các loại cây có mật độ trồng ≤ 1.000 cây/ha và diện tích tương đương với diện tích trồng tối thiểu 20 cây đối với các loại cây có mật độ trồng > 1.000 cây/ha, tổng diện tích mỗi ô khảo nghiệm diện rộng tối thiểu là 1.000 m² hoặc tối thiểu bằng diện tích quy đổi tương đương với diện tích trồng 100 cây đối với các loại cây có mật độ trồng ≤ 1.000 cây/ha và tối thiểu bằng diện tích quy đổi tương đương với diện tích trồng 200 cây đối với các loại cây có mật độ trồng > 1.000 cây/ha

(10) Khảo nghiệm diện hẹp được bố trí theo phương pháp thí nghiệm đồng ruộng kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ, mỗi công thức thí nghiệm khảo nghiệm được lặp lại tối thiểu 03 lần; khảo nghiệm diện rộng được bố trí theo kiểu tuần tự hoặc ngẫu nhiên không cần lặp lại (quy định tại Mục 4.2. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019).

(11) Các khảo nghiệm phân bón phải thu thập chỉ tiêu quy định tại điểm a, b và một hoặc nhiều chỉ tiêu quy định tại điểm c, d, đ, e tùy thuộc đặc tính, công dụng của phân bón khảo nghiệm để đánh giá hiệu quả nông học (bội thu năng suất cây trồng, hiệu suất sử dụng phân bón), hiệu quả kinh tế của phân bón, tác động đến môi trường và làm cơ sở đưa ra hướng dẫn sử dụng (quy định tại Mục 4.2. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019) bao gồm:

a) Chỉ tiêu chất lượng và yếu tố hạn chế (đối với phân bón phải đáp ứng yêu cầu về yếu tố hạn chế theo quy định hiện hành về chất lượng phân bón) của phân bón khảo nghiệm và phân bón đối chứng;

b) Năng suất cây trồng;

c) Bội thu năng suất cây trồng;

d) Hiệu suất sử dụng phân bón;

đ) Hiệu quả kinh tế sử dụng phân bón;

e) Chỉ tiêu chất lượng sản phẩm cây trồng đối với phân bón có tác dụng nâng cao chất lượng sản phẩm; chỉ tiêu hóa học, lý học, sinh học của đất được cải thiện đối với phân bón có chất cải tạo đất; lượng phân bón sử dụng tiết kiệm đối với phân bón có bổ sung chất tăng hiệu suất sử dụng; khả năng miễn dịch của cây trồng đối với phân bón có khả năng tăng miễn dịch cây trồng; chỉ tiêu về môi trường đối với phân bón có hiệu quả về môi trường.

(12) Phương pháp thu thập (quy định tại Mục 4.2. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019) bao gồm:

- Cây hàng năm:

+ Khảo nghiệm diện hẹp: năng suất cây trồng thu hoạch toàn ô thí nghiệm; các chỉ tiêu chất lượng sản phẩm cây trồng, khả năng tăng miễn dịch của cây trồng và chỉ tiêu khác về cây trồng thu thập tối thiểu 10 cây/ô khảo nghiệm; các chỉ tiêu về tính chất đất, môi trường đất thu thập tối thiểu 01 mẫu đất/ô khảo nghiệm, các mẫu đất được lấy theo phương pháp 5 điểm đường chéo tại mỗi ô khảo nghiệm;

+ Khảo nghiệm diện rộng: năng suất cây trồng xác định theo năng suất thực thu hoặc tại 5 điểm theo phương pháp đường chéo trong mỗi ô khảo nghiệm; thu thập trên diện tích tối thiểu là 10 m²/điểm, riêng đối với cây rau, cây dược liệu và cây hoa thu thập trên diện tích tối thiểu là 4 m²/điểm; các chỉ tiêu chất lượng sản phẩm cây trồng, khả năng tăng miễn dịch của cây trồng và chỉ tiêu khác về cây trồng thu thập tại 5 điểm theo phương pháp đường chéo trong mỗi ô khảo nghiệm; thu thập tối thiểu 10 cây/điểm; các chỉ tiêu về tính chất đất,

môi trường đất thu thập tối thiểu 01 mẫu đất/ô khảo nghiệm, các mẫu đất được lấy theo phương pháp 5 điểm đường chéo tại mỗi ô khảo nghiệm;

- Cây lâu năm:

+ Khảo nghiệm diện hẹp: năng suất cây trồng thu hoạch toàn ô thí nghiệm; khảo nghiệm diện rộng xác định theo năng suất thực thu hoặc tại 5 điểm theo phương pháp đường chéo trong mỗi ô khảo nghiệm; thu thập tối thiểu 5 cây/điểm với cây có mật độ trồng ≤ 1.000 cây/ha và tối thiểu 10 cây/điểm với cây có mật độ trồng >1.000 cây/ha;

+ Khảo nghiệm diện rộng: năng suất cây trồng được xác định theo năng suất thực thu hoặc tại 5 điểm theo phương pháp đường chéo trong mỗi ô khảo nghiệm; thu thập tối thiểu 5 cây/điểm với cây có mật độ trồng ≤ 1.000 cây/ha và tối thiểu 10 cây/điểm với cây có mật độ trồng >1.000 cây/ha; các chỉ tiêu chất lượng sản phẩm cây trồng, khả năng tăng miễn dịch của cây trồng và chỉ tiêu khác về cây trồng thu thập tại 5 điểm theo phương pháp đường chéo trong mỗi ô khảo nghiệm; thu thập tối thiểu 3 cây/ô khảo nghiệm đối với cây trồng lâu năm có mật độ ≤ 1.000 cây/ha và ít nhất 05 cây/ô thí nghiệm đối với cây trồng lâu năm có mật độ trồng > 1.000 cây/ha; các chỉ tiêu về tính chất đất, môi trường đất thu thập tối thiểu 01 mẫu đất/ô khảo nghiệm, các mẫu đất được lấy theo phương pháp 5 điểm đường chéo tại mỗi ô khảo nghiệm.

(13) Bội thu năng suất cây trồng, hiệu suất sử dụng phân bón và hiệu quả kinh tế sử dụng phân bón được tính toán theo công thức cụ thể (quy định tại Mục 4.2. của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019).

(14) Nguyên tắc tính giá phân bón để tính hiệu quả kinh tế của khảo nghiệm theo quy định tại Phụ lục A của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019.

(15) Trước khi thực hiện khảo nghiệm, tổ chức, cá nhân có phân bón phải phối hợp với tổ chức được chỉ định đủ điều kiện khảo nghiệm lập và phê duyệt đề cương khảo nghiệm theo các nội dung quy định của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019. Đề cương khảo nghiệm phân bón phải bao gồm các nội dung:

Tên, địa chỉ của tổ chức, cá nhân có phân bón khảo nghiệm.

Tên phân bón; loại phân bón; phương thức sử dụng (bón rễ/bón lá); chỉ tiêu chất lượng; các yếu tố hạn chế (nếu có); đặc tính, công dụng chủ yếu của phân bón khảo nghiệm.

Nguồn gốc xuất xứ phân bón (tạo ra trong nước, nhập khẩu, kết quả nghiên cứu, chuyển giao, ...).

Cây trồng và loại đất khảo nghiệm.

Địa điểm, thời gian khảo nghiệm diện hẹp; địa điểm, thời gian khảo nghiệm diện rộng (dự kiến).

Các công thức khảo nghiệm diện hẹp [công thức khảo nghiệm, công thức đối chứng, công thức nền (nếu có)]; công thức khảo nghiệm diện rộng (dự kiến).

Sơ đồ bố trí thí nghiệm khảo nghiệm diện hẹp và diện rộng.

Các chỉ tiêu theo dõi, phương pháp thu thập, xử lý số liệu.

Các biện pháp kỹ thuật áp dụng trong thí nghiệm: cách bón phân, mật độ gieo trồng, bảo vệ thực vật, tưới tiêu, ...

Phần xác nhận: có chữ ký của người lập đề cương, xác nhận của tổ chức, cá nhân có phân bón khảo nghiệm và của tổ chức đủ điều kiện thực hiện khảo nghiệm.

(16) Báo cáo kết quả khảo nghiệm phân bón quy định tại Phụ lục B của TCVN 12719:2019 và TCVN 12720:2019.

(17) Sau khi kết thúc khảo nghiệm, tổ chức khảo nghiệm phải đánh giá về trình tự, nội dung và kết quả khảo nghiệm phân bón. Phân bón khảo nghiệm được đăng ký công nhận lưu hành phải có kết quả khảo nghiệm đáp ứng yêu cầu sau:

Đối với các loại phân bón vô cơ (trừ phân bón cải tạo đất, phân bón có khả năng tăng miễn dịch cây trồng, phân bón có hiệu quả về môi trường), hiệu lực làm tăng so với đối chứng về năng suất (BT_{ns}) hoặc hiệu quả kinh tế (HQ_{ss}) hoặc hiệu suất sử dụng phân bón (HS_{ss}) $\geq 10\%$ với mức ý nghĩa thống kê ($p=\alpha$) $\leq 0,05$ trong khảo nghiệm diện hẹp và $\geq 10\%$ trong khảo nghiệm diện rộng.

Đối với các loại phân bón hữu cơ, phân bón sinh học (trừ phân bón cải tạo đất, phân bón có khả năng tăng miễn dịch cây trồng, phân bón có hiệu quả về môi trường) hiệu lực làm tăng so với đối chứng về năng suất (BT_{ns}) hoặc hiệu quả kinh tế (HQ_{ss}) hoặc hiệu suất sử dụng phân bón (HS_{ss}) $\geq 5\%$ với mức ý nghĩa thống kê ($p=\alpha$) $\leq 0,05$ trong khảo nghiệm diện hẹp và $\geq 5\%$ trong khảo nghiệm diện rộng.

Đối với phân bón cải tạo đất, phân bón có khả năng tăng miễn dịch cây trồng, phân bón có hiệu quả về môi trường phải có số liệu chứng minh về tính chất đất được cải thiện, khả năng làm tăng miễn dịch cây trồng, chất lượng môi trường được cải thiện so với công thức đối chứng ở mức ý nghĩa thống kê ($p=\alpha$) $\leq 0,05$.

(18) Tổ chức khảo nghiệm phân bón phải đáp ứng yêu cầu về cơ sở vật chất, trang thiết bị bao gồm:

Có hoặc thuê đất đủ diện tích đất để bố trí khảo nghiệm trên đồng ruộng gồm (1) có ít nhất 02 loại đất; (2) diện tích đất khảo nghiệm tối thiểu 1.000 m² mỗi loại.

Có hoặc thuê địa điểm văn phòng phù hợp: có phòng làm việc; phòng hoặc khu vực để xử lý và lưu mẫu khảo nghiệm.

Có trang thiết bị (máy tính, máy in, máy/thiết bị ghi hình), phần mềm phục vụ cho việc xử lý số liệu thống kê kết quả khảo nghiệm.

Có phòng thử nghiệm được cơ quan có thẩm quyền công nhận hoặc có hợp đồng với phòng thử nghiệm được chỉ định để kiểm tra chất lượng phân bón và phòng thử nghiệm được công nhận, chứng nhận đối với các chỉ tiêu liên quan đến nội dung khảo nghiệm phân bón.

Có bộ dụng cụ lấy mẫu phân bón theo quy định tại các TCVN lấy mẫu

phân bón.

Trang thiết bị phục vụ khảo nghiệm gồm (1) dụng cụ, thiết bị đo lường đã được kiểm định hoặc hiệu chuẩn theo quy định của pháp luật về đo lường, bao gồm cân có độ chính xác từ 0,1 - 0,01 g, micro-pipet, ống đong chia độ và các dụng cụ, thiết bị đo lường khác có độ chính xác đáp ứng yêu cầu khảo nghiệm (nếu có); (2) dụng cụ để thiết kế, triển khai thí nghiệm, bao gồm thước xác định diện tích ô thí nghiệm, bình hoặc máy phun, bảng, biển hiệu phục vụ thí nghiệm khảo nghiệm, dụng cụ hoặc thiết bị để xử lý và bảo quản mẫu, dụng cụ lấy mẫu đất, dụng cụ lấy mẫu sản phẩm cây trồng và các dụng cụ cần thiết khác theo yêu cầu của khảo nghiệm (nếu có); (3) trang thiết bị bảo hộ lao động, bao gồm quần áo bảo hộ lao động, khẩu trang, ủng, găng tay, kính bảo hộ lao động.

3. Nguyên tắc lấy mẫu đất trồng trọt trong các hoạt động nghiên cứu, khảo nghiệm phân bón

Mẫu đất được lấy trong các hoạt động nghiên cứu, khảo nghiệm, đánh giá trên đồng ruộng là mẫu đất đại diện, mang đầy đủ các đặc tính đặc trưng của một tầng thổ nhưỡng thuộc khu vực sản xuất cần nghiên cứu, khảo nghiệm, đánh giá, có thể đáp ứng yêu cầu mức tin cậy nào đó về mặt thống kê.

Nguyên tắc này áp dụng cho việc lấy mẫu đất trồng trọt ở tầng canh tác (độ dày tối đa 60 cm đối với đất trồng các cây trồng hàng năm và độ dày tối đa 120 cm đối với đất trồng các loại cây ăn quả và cây công nghiệp lâu năm) để phân tích, đánh giá các chỉ tiêu chất lượng đất, các yếu tố hạn chế liên quan đến năng suất và chất lượng sản phẩm cây trồng.

3.1. Yêu cầu chung của lấy mẫu đất

- Nắm rõ mục đích của chương trình lấy mẫu và các chỉ tiêu phân tích để xác định phương pháp lấy mẫu, bảo quản và vận chuyển mẫu phù hợp.

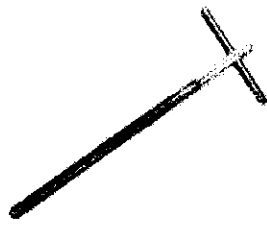
- Tuân thủ nguyên tắc lấy mẫu ngẫu nhiên, điển hình, mẫu được lấy phải đại diện một cách khách quan và chính xác cho khu đất cần nghiên cứu/đánh giá.

- Loại bỏ hoặc giảm thiểu tới mức có thể các yếu tố gây sai số trong suốt các quá trình lấy mẫu (chuẩn bị dụng cụ, vật liệu, chọn vị trí, khoan/đào lấy mẫu, rút gọn mẫu, bao gói và ghi nhãn), bảo quản và vận chuyển sao cho tính chất của mẫu không thay đổi khi mang về tới phòng phân tích.

3.2. Dụng cụ, thiết bị và vật chứa mẫu đất

1- Dụng cụ khoan đất tiêu chuẩn: một số loại khoan thông dụng như khoan bầu, khoan ống, khoan máng, ... có dạng hình ống với đường kính từ 2-5cm làm bằng thép không gỉ, vành đầu ống ở một phía được mài sắc để dễ ấn xuống đất, đầu kia thường được hàn tay cầm tạo thành dạng chữ T;

2- Dụng cụ đào đất: sử dụng dầm, xẻng, mai, thuổng bằng thép không gỉ để lấy mẫu tầng mặt độ sâu không quá 30 cm khi không có khoan chuyên dụng hoặc khi cần đào hố tạo ra mặt cắt ở độ sâu phù hợp sau đó sử dụng khoan để lấy mẫu đất ở các tầng sâu trên 30 cm;



Khoan máng dài



Khoan bầu



Búa



Thuồng

3- Búa đóng để hỗ trợ việc khoan mẫu trong trường hợp đất cứng, nhiều sỏi đá và lấy mẫu tầng sâu;

4- Dao nhỏ bằng thép không gỉ để cắt đất;

5- Thìa mỏng để lấy mẫu từ trong khoan;

6- Hộp đựng cụ lấy mẫu xác định dung trọng, độ xốp (nếu yêu cầu);

7- Xẻng nhỏ để trộn mẫu;

8- Thùng, xô và/hoặc mảnh vải bạt/nylon để trộn mẫu và chia mẫu;

9- Túi nylon hoặc hộp đựng mẫu với số lượng và kích cỡ phù hợp;

10- Thùng đựng mẫu và bảo quản mẫu (có thiết bị làm lạnh nếu yêu cầu);

11- Ghim, giây buộc nếu túi hay hộp đựng mẫu không có rãnh hay khuy cài;

12- Các vật liệu làm sạch dụng cụ như giấy, khăn sạch để làm sạch các dụng cụ giữa các lần lấy mẫu;

13- Nhãn và dấu niêm phong hoặc giấy dán niêm phong đã đóng dấu;

14- Bút ghi nhãn lên túi nylon, bút ghi chép thông thường;

15- Thước dây dài, cờ cắm đánh dấu để xác định vị trí và đánh dấu điểm;

16- Biên bản lấy mẫu và sổ ghi chép đồng ruộng;

17- Thiết bị định vị toàn cầu nếu yêu cầu để xác định tọa độ điểm (GPS);

18- Máy ảnh (nếu yêu cầu);

19- Sơ đồ, bản đồ về hiện trạng sử dụng đất khu vực lấy mẫu;

20- Quần áo, giày ủng, khẩu trang, gang tay bảo hộ lao động;

Yêu cầu chung đối với các dụng cụ, đặc biệt là các dụng cụ để lâu không sử dụng cần phải làm sạch trong quá trình chuẩn bị trước khi mang đi sử dụng.

3.3. Các bước tiến hành lấy mẫu

Các bước triển khai một chương trình lấy mẫu đất được tóm tắt ở Hình 1 và quy trình lấy mẫu đất được mô phỏng ở Hình 1.

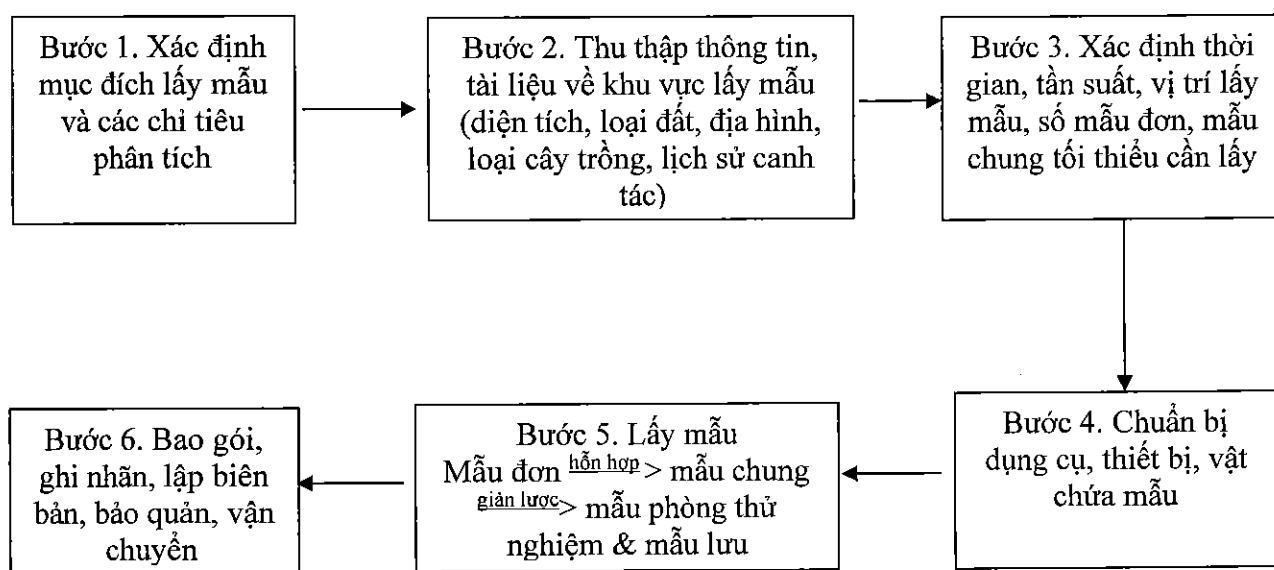
3.3.1. Xác định vị trí lấy mẫu

Các vị trí lấy mẫu được xác định dựa theo nguyên tắc ngẫu nhiên theo một trong các phương pháp sau:

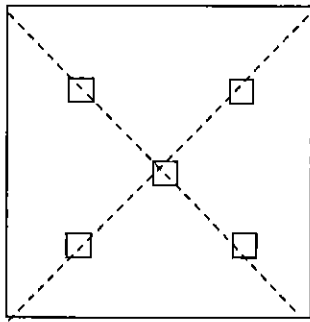
- 1) Kiểu 5 điểm đường chéo (Hình 2a);
- 2) Kiểu 5 điểm đường chéo phát triển theo tuyến dọc hoặc tuyến ngang theo hình dạng của khu đất lấy mẫu (Hình 2c và Hình 2d);
- 3) Kiểu 5 điểm đường chéo phát triển theo các 2 hướng tạo thành kiểu mạng lưới nhiều điểm trong trường hợp khu đất vuông với diện tích lớn và/hoặc khu đất có mức độ đồng nhất không cao (Hình 2e);
- 4) Kiểu đường ziczag chữ W (Hình 2b) trường hợp khu đất dài và hẹp, số điểm sẽ phục thuộc vào mức độ đồng nhất của ruộng trên thực tế để quyết định;
- 5) Kiểu mạng lưới tọa độ hình quạt trường hợp đánh giá chất lượng đất liên quan đến nguồn nhiễm bản (Hình 2f).

Tùy vào diện tích, hình dạng khu vực lấy mẫu, mức độ đồng đều của khu vực đất lấy mẫu về tính chất đất đai, địa hình, mức độ đầu tư thâm canh và kỹ thuật canh tác, số hộ tham gia, loại cây trồng, khoảng cách tới nguồn gây ô nhiễm, ... trong điều kiện thực tế để chọn phương pháp xác định điểm cho phù hợp.

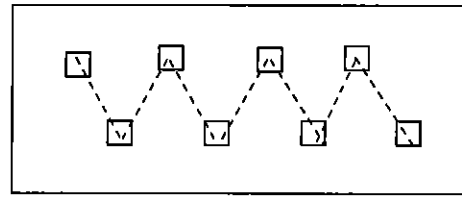
Mức độ đồng đều càng giảm hoặc diện tích khu đất càng lớn thì số vị trí lấy mẫu đơn cũng như số điểm lấy mẫu càng tăng nhằm mục đích sao cho các mẫu đơn khi hỗn hợp lại tạo ra mẫu chung mang tính đại diện điển hình cho khu đất cần đánh giá. Số vị trí hay mẫu đơn để thiết lập một mẫu chung luôn ≥ 5 .



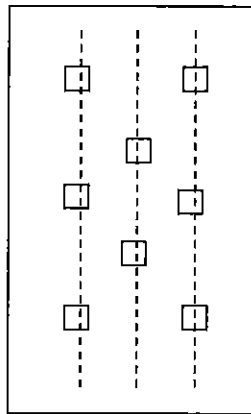
Hình 1: Trình tự triển khai một chương trình lấy mẫu



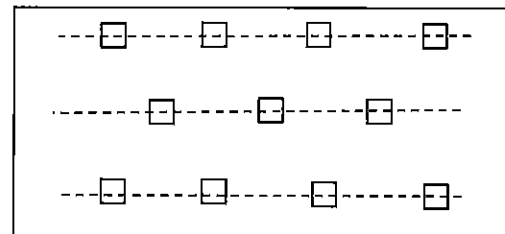
Hình 2a. Theo 5 điểm đường chéo



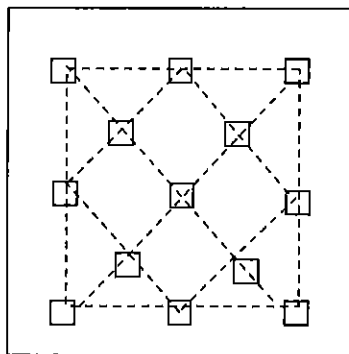
Hình 2b. Theo đường zigzag



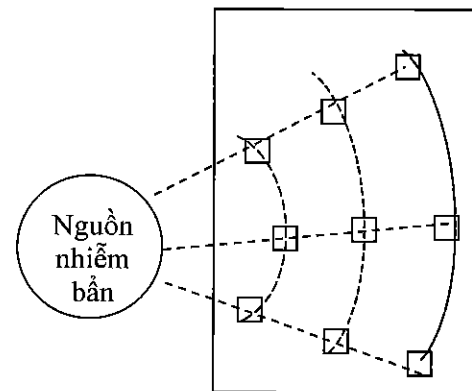
Hình 2c. Phát triển kiểu đường chéo theo tuyến dọc



Hình 2d. Phát triển kiểu đường chéo theo tuyến ngang



Hình 2e. Kiểu mạng lưới nhiều điểm
(Kiểu đường chéo phát triển các hướng)



Hình 2f. Kiểu mạng lưới tọa độ hình quạt

Hình 2. Hình điểm lấy mẫu trên các ruộng sản xuất khác nhau

Một số yêu cầu khi chọn vị trí lấy mẫu: Tránh lấy mẫu tại các vị trí đầu bờ, rìa thửa, khu đất trũng hoặc cao. Trong một số trường hợp mẫu yêu cầu được lấy ở một số vị trí xác định ví dụ như để theo dõi động thái hay phân tích một số chỉ tiêu vật lý thì mỗi mẫu đơn sẽ là một Mẫu phòng thử nghiệm.

3.3.2. Xác định độ sâu tối đa lấy mẫu (độ dày tầng đất lấy mẫu)

Xác định độ dày tầng đất lấy mẫu cần dựa trên điều kiện thực tế của khu đất lấy mẫu về loại đất, kỹ thuật làm đất, loại cây trồng.

Các loại đất (đất phù sa, đất xám bạc màu, đất cát, đất đỏ vàng trên núi, ...), kỹ thuật làm đất (lên luống cao, thấp hay không lên luống, ...), các loại cây trồng (cây ăn quả, cây công nghiệp lâu năm, cây hàng năm, cây trồng cạn, cây trồng nước, cây lấy củ, cây rau ăn lá) khác nhau sẽ dẫn đến sự khác nhau về độ sâu tầng đất canh tác, phạm vi hoạt động của bộ rễ cây trồng hay độ sâu tầng đất bị tác động. Do vậy, việc quyết định lấy mẫu ở độ sâu bao nhiêu, chia làm mấy tầng lấy mẫu cần phải dựa trên điều kiện đất đai, kỹ thuật canh tác và hiện trạng cây trồng trên thực tế để quyết định. Trong một số trường hợp đặc biệt còn phải phục thuộc vào mục tiêu chương trình lấy mẫu và các chỉ tiêu phân tích.

Đối với các chương trình nghiên cứu, đánh giá chất lượng đất canh tác liên quan đến sản phẩm cây trồng thì độ dày tối đa của tầng canh tác lấy mẫu theo loại cây trồng có thể như sau:

Loại cây trồng	Độ sâu tối đa có thể lấy mẫu ^(*)
Đối với đất trồng các loại rau, quả, cây lương thực mà thu hoạch sản phẩm trên mặt đất (các loại rau gia vị: mùi tây, rau húng, thì là, ngò, tía tô, kinh giới; rau ăn lá, ăn hoa: rau cải, ngọn rau bí, ngọn susu, cần tây, tỏi tây, súp lơ; lúa, ngô, ...).	30 cm
Đối với đất trồng các loại rau, quả, cây lương thực thu hoạch sản phẩm dưới mặt đất như cà rốt, khoai tây, củ cải, khoai lang, sắn, ...	60 cm
Đối với đất trồng cây công nghiệp như chè, cà phê, cao su, điều và cây ăn quả lâu năm như nhãn, vải, cam, bưởi...	120 cm

(*) Tác giả đề xuất dựa trên chiều dày vùng rễ các loại cây trồng hoạt động và độ dày tầng đất canh tác tối đa của các loại đất ở Việt Nam.

Riêng trường hợp mẫu đất dùng để kiểm tra vi sinh vật và vi rút thường lấy mẫu ở tầng sâu 0-5 cm và tầng sâu 5-20 cm.

3.3.3. Cách lấy mẫu đơn

a) Dùng khoan chuyên dụng lấy mẫu

Tiến hành theo các bước sau:

- 1- Gạt nhẹ các tàn dư thực vật chưa phân hủy trên mặt đất tại vị trí lấy mẫu đã chọn;
- 2- Đặt khoan (đã được làm sạch) vuông góc với mặt đất tại điểm lấy mẫu, vừa ấn khoan vừa xoay tay vặn để mũi khoan đạt tới độ sâu yêu cầu sau đó rút khoan từ từ lên khỏi mặt đất (vừa rút vừa xoay nhẹ), đặt khoan nằm lên mặt đất;
- 3- Dùng dao chuyên dụng gạt nhẹ lớp đất mỏng phủ trên bề mặt đất trong khoan;
- 4- Quan sát màu sắc và cấu trúc vật lý để xác định điểm phân tầng của đất, đánh dấu điểm chuyển lớp hay phân tầng của đất trong khoan; đồng thời quan sát xem đất có bị lẫn phân bón mới được bón hay không vì nếu đất có lẫn

phân bón mới bón thì có thể chọn lại vị trí khoan hoặc xác định lại thời gian lấy mẫu theo yêu cầu của chương trình lấy mẫu;

5- Dùng thìa hoặc dao chuyên dụng lấy đất trong khoan ra trong phạm vi tầng đất cần lấy đã được đánh dấu, cho mẫu vào túi đựng mẫu đã chuẩn bị (đã ghi nhãn);

6- Xác định độ sâu tầng lấy mẫu, ghi lại vào túi đựng mẫu và biên bản lấy mẫu;

Tiếp tục khoan ở các vị trí bên để lấy cho đủ lượng mẫu đơn yêu cầu ở mỗi điểm lấy mẫu, mỗi điểm lấy mẫu cần khoan ít nhất 3 vị trí;

b) Không có khoan chuyên dụng, dùng xẻng, mai, thuổng lấy mẫu

Tiến hành theo các bước sau:

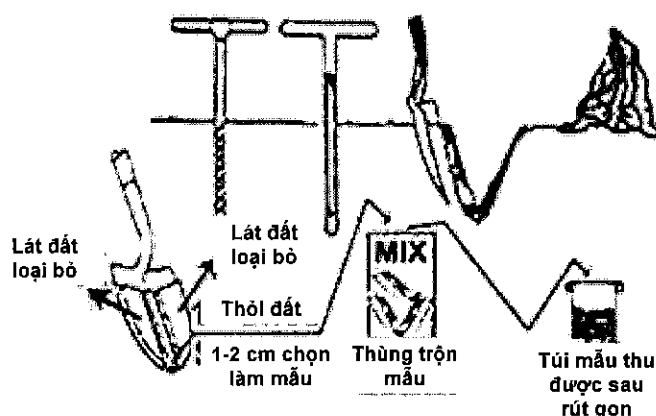
1- Đào vuông góc với mặt đất sâu khoảng độ tầng đất yêu cầu để tạo ra mặt cắt thẳng đứng đủ để quan sát màu sắc, cấu trúc sự phân tầng của đất;

2- Đánh dấu điểm chuyển lớp hay phân tầng của đất cần lấy mẫu, đồng thời quan sát xem đất có bị lẫn phân bón mới được bón hay không;

3- Dùng xẻng nhỏ hay dầm đặt vuông góc với mặt đất, cách mép hố đã đào 1-2 cm để cắt một lát đất mỏng 1-2 cm theo phương thẳng đứng hết tầng đất đã đánh dấu theo yêu cầu lấy mẫu; đặt xẻng đất lấy được lên mặt đất, dùng dao cắt dọc theo chiều phẳng diện để lấy một hoặc hai thời đất ở giữa (loại bỏ bớt đất ở 2 bên mép), lượng đất lấy mỗi lần khoảng 100-150 g, cho mẫu vào túi đựng mẫu đã chuẩn bị (đã ghi nhãn);

4- Xác định độ sâu tầng lấy mẫu, ghi lại vào túi đựng mẫu và biên bản lấy mẫu;

Tiếp tục lấy mẫu ở các vị trí bên cạnh hoặc lấy ở cạnh khác của hố đã đào để lấy cho đủ lượng mẫu đơn yêu cầu tối thiểu; mỗi điểm lấy mẫu cần lấy ít nhất ở 3 vị trí.



Hình 3. Cách lấy mẫu đất tầng mặt

- Một số lưu ý khi tiến hành:

+ Trước khi khoan hay đào để lấy mẫu cần quan sát hiện trạng bề mặt đất tại điểm đặt khoan để tránh các vị trí thường được bón phân tập trung, cụ thể là:

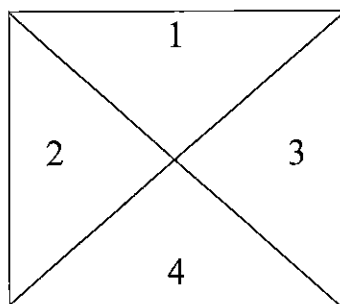
Tránh vị trí gần gốc, rạch ở ruộng trồng rau;

Tránh vành đai bón phân quanh gốc cây ở vườn quả;

Tránh vị trí bón phân giữa hai hàng chè ở đất trồng chè;

+ Không lấy mẫu đất vào thời điểm đất vừa được bón/rải phân.

+ Đất lấy với lượng đều nhau từ trên xuống dưới theo mặt cắt tầng thổ nhưỡng để phân đất được lấy đặc trưng cho toàn bộ tầng thổ nhưỡng nơi có sự phân bố của bộ rễ cây trồng đang theo dõi hoặc tầng đất mà chương trình nghiên cứu, đánh giá yêu cầu.



Hình 4. Giản lược mẫu theo phương pháp đường chéo

3.3.4 Tạo mẫu hỗn hợp, mẫu phòng thử nghiệm, mẫu lưu

a) *Mẫu hỗn hợp:*

Mẫu đơn ở các điểm sau khi lấy trộn lại với nhau tạo thành mẫu hỗn hợp.

b) *Mẫu phòng thử nghiệm:*

+ Với các loại đất khô, bờ rời như đất tầng canh tác (tầng mặt) trồng cây trồng cạn, đất cát, ... có thể tiến hành rút gọn mẫu hỗn hợp tạo thành Mẫu phòng thử nghiệm ngay trên đồng ruộng sau làm nhỏ và trộn đều mẫu hỗn hợp bằng cách làm nhỏ và dàn mỏng mẫu lên một tấm lược mẫu (làm bằng thép không gỉ) sau đó chia thành 4 phần bằng nhau theo đường chéo (Hình 4) lấy 2 phần đối diện (phần 1 và 4 hoặc 2 và 3) trộn lại tạo thành mẫu rút gọn.

+ Với đất tươi kết dính thành cục khó làm nhỏ và trộn đều như đất có thành phần cơ giới nặng trên đồi trồng cây ăn quả, đất ruộng lúa ngập nước, đất lấy ở tầng sâu, ... thì mẫu hỗn hợp thu được từ các mẫu đơn trên đồng ruộng thường được mang toàn bộ về phòng phân tích coi như là mẫu phòng thử nghiệm hoặc việc rút gọn mẫu được tiến hành ở trong quá trình xử lý mẫu ở phòng thử nghiệm sau khi đất đã được phơi khô và làm nhỏ. Việc rút gọn cũng giống như phương pháp trong Hình 5.

c) *Mẫu lưu*

+ Với các loại đất khô, bờ rời như đất tầng canh tác (tầng mặt) trồng cây trồng cạn, đất cát, ... thì có thể lấy mẫu lưu từ phần còn lại trong quá trình rút gọn mẫu thiết lập Mẫu phòng thử nghiệm.

+ Với đất tươi kết dính thành cục khó làm nhỏ và trộn đều như đất có thành phần cơ giới nặng trên đồi trồng cây ăn quả, đất ruộng lúa ngập nước, đất lấy ở tầng sâu, ... thì việc thiết lập mẫu lưu sẽ được tiến hành bằng cách tăng số mẫu đơn lấy ở tất cả các điểm, mỗi mẫu đơn tại mỗi điểm trộn với mẫu đơn

của các điểm khác tạo thành các mẫu hỗn hợp sử dụng làm Mẫu phòng thử nghiệm và mẫu lưu.

Trường hợp cần phân tích các chỉ tiêu dễ biến đổi như NH_4^+ , NO_3^- , Fe^{2+} , Fe^{3+} ,... hay phân tích vi sinh vật thì phải lưu mẫu đất tươi, bảo quản mẫu trong túi kín (để hạn chế tiếp xúc không khí), bảo quản lạnh và mẫu đất lưu phải được lấy ngay trên đồng ruộng hoặc ngay sau khi mang mẫu về tới phòng thí nghiệm, khi đất còn ở trạng thái tươi.

3.3.5. Ghi nhãn và niêm phong

Nhãn được gắn vào túi đựng mẫu phải đảm bảo có các thông tin sau:

- 1- Ngày lấy mẫu;
- 2- Ký hiệu mẫu: ký hiệu mẫu cố gắng phản ánh các thông tin được mã hóa về khu đất/địa điểm lấy mẫu, loại đất, loại cây trồng, ...;
- 3- Độ sâu tầng lấy mẫu;
- 4- Địa điểm lấy mẫu (nếu chưa được mã hóa trong ký hiệu mẫu): số lô thửa, khu đồng, thôn, xã, ...
- 5- Loại đất, loại cây trồng (nếu chưa được mã hóa trong ký hiệu mẫu)
- 6- Tên chủ hộ hay chủ cơ sở sản xuất;

Ngoài ra có thể ghi thêm các thông tin khác như người lấy mẫu, hiện trạng sản phẩm cây trồng hay giai đoạn sinh trưởng cây trồng, ... Nếu không ghi vào nhãn thì nên ghi chép các thông tin quan sát được vào sổ ghi chép hiện trường hoặc biên bản lấy mẫu. Hướng dẫn cơ sở cách bảo quản mẫu lưu để sử dụng trong trường hợp cần phúc kiểm. Túi mẫu nên được niêm phong có chữ ký của chủ cơ sở và người lấy mẫu.

3.3.6. Bảo quản và vận chuyển

- Mẫu đất để phân tích hoá học được bảo quản và vận chuyển trong các túi, hộp bằng vật liệu không ảnh hưởng đến tính chất hóa học của đất.

- Mẫu đất để phân tích phát hiện sinh vật và vi rút gây bệnh được bảo quản và vận chuyển trong túi vô trùng và được bảo quản trong thùng lạnh ở nhiệt độ khoảng $1-5^\circ\text{C}$ và chuyển đến phòng thí nghiệm càng nhanh càng tốt (thường không chậm hơn 48 h sau khi lấy).

- Mẫu đất để phân tích Fe^{3+} hay một số chỉ tiêu mà có thể bị biến đổi khi tiếp xúc với oxi trong không khí thì khi bao gói cố gắng không tạo ra các khoảng trống bên trong túi.

- Mẫu đất lấy nguyên trạng để phân tích các chỉ tiêu vật lý (dung trọng, tỷ trọng, độ xốp, ...) thì không được làm thay đổi cấu trúc của mẫu bao gói và vận chuyển mẫu.

3.3.7. Lập biên bản lấy mẫu

Biên bản lấy mẫu được lập sau khi lấy mẫu ngay tại hiện trường có sự

chứng kiến và xác nhận của các bên tham gia: đại diện nhà sản xuất, chủ doanh nghiệp, hay cơ quan quản lý, kinh doanh, sản phẩm (cơ quan yêu cầu lấy mẫu), người lấy mẫu, đại diện cơ quan lấy mẫu hay cơ quan cấp chứng chỉ.

3.4. Nguyên tắc xác định số mẫu chung đại diện dựa vào diện tích và tính đồng nhất của khu đất lấy mẫu

Khu đất lấy mẫu được coi là đồng nhất nếu thuộc cùng:

- 1) Loại đất (theo nguồn gốc phát sinh học đất);
- 2) Địa hình (cao, vùn, thấp, dốc, ...);
- 3) Lịch sử canh tác;
- 4) Hiện trạng cây trồng, mức độ thâm canh, kỹ thuật canh tác
- 5) Nguy cơ bị ảnh hưởng bởi các nguồn nhiễm bản gần khu vực (nếu có).

Khu đất lấy mẫu được coi là không đồng nhất nếu có sự khác nhau rõ rệt về một trong các yếu tố trên, có khả năng dẫn đến sự khác nhau tương ứng về tính chất của đất (lý học, hóa học hay sinh học) mà có thể nhận biết được bằng quan trắc trên thực tế qua các biểu hiện như cấu trúc đất hay thành phần cơ giới đất (đất kết dính, đất bờ rời, đất thịt, đất cát, đất nhiều sỏi đá, ...), màu sắc, chất hữu cơ, độ dày tầng canh tác, ...

- *Số mẫu chung đại diện cho một khu đất đồng nhất:*

+ Nếu diện tích ≤ 5 ha: 1 mẫu chung đại diện

+ Nếu diện tích > 5 ha: chia ra thành các phần nhỏ hơn để lấy mẫu sao cho 1 mẫu chung đại diện không quá 5 ha.

- *Khu đất lấy mẫu không đồng nhất:* phải chia khu đất lấy mẫu thành các khu nhỏ đồng nhất hơn:

+ Mỗi khu đất nhỏ sau khi chia được lấy mẫu chung đại diện không quá 5 ha.

+ Với đất đồi dốc cần phải lấy mẫu chung đại diện cho từng khu vực đỉnh đồi, sườn đồi và chân đồi; nếu sườn đồi hoặc chân đồi nằm ở các hướng khác nhau (ví dụ như sườn đồi phía đông và sườn đồi phía tây) thì cần phải lấy mẫu chung đại diện cho mỗi hướng.

+ Trong trường hợp lấy mẫu một khu đất gồm thửa ruộng của nhiều hộ tham gia (gọi n là số hộ tham gia) thì số thửa ruộng hay số hộ được lấy mẫu chung tối thiểu luôn $> \sqrt{n}$ nếu $n > 3$ hoặc bằng n nếu $n \leq 3$.

3.5. Nguyên tắc xác định số mẫu đơn tạo thành mẫu chung

Mức độ đồng đều càng giảm hoặc diện tích khu đất càng lớn thì số điểm lấy mẫu càng tăng nhằm mục đích sao cho các mẫu đơn lấy ở các điểm lấy mẫu khi hỗn hợp lại tạo ra mẫu hỗn hợp mang tính đại diện điển hình cho khu đất cần đánh giá.

- Số mẫu đơn tối thiểu để thiết lập một mẫu hỗn hợp đại diện cho một khu đất lấy mẫu tối thiểu phải ≥ 5 .

- Trường hợp chương trình lấy mẫu yêu cầu lấy mẫu đất cùng với mẫu sản phẩm cây trồng thì nên lấy các mẫu đất và cây ở các địa điểm tương ứng. Trong trường hợp này việc xác định số mẫu đơn tối thiểu được lấy trong một khu đất đồng nhất trước hết dựa trên diện tích khu đất như trong Bảng 1. Trên cơ sở số mẫu đơn tối thiểu dựa vào diện tích kết hợp với hình dạng và mức độ đồng đều của khu đất để xác định số điểm, vị trí điểm và số mẫu đơn cần lấy.

Bảng 1. Số số mẫu đơn để thiết lập một mẫu chung ở các khu đất đồng nhất có diện tích khác nhau

TT	Diện tích khu lấy mẫu đồng nhất lấy 1 mẫu chung đại diện	Số mẫu đơn tối thiểu cần lấy để thiết lập 1 mẫu chung
1	$\leq 0,1$ ha	5
2	Tên 0,1 ha đến 1 ha	6
3	Trên 1 ha đến 5 ha	8

- Trường hợp khu vực lấy mẫu gồm nhiều thửa của nhiều hộ tham gia có điều kiện sản xuất hay mức độ thâm canh giống nhau thì số ruộng lấy mẫu (n) tối thiểu phải lớn hơn căn bậc hai của tổng số thửa (N) trong khu lấy mẫu ($n > \sqrt{N}$). Số lượng mẫu tối thiểu tính theo căn bậc hai số hộ đưa ra.

Trường hợp số thửa ruộng hay số hộ tham gia $N \leq 3$ thì mẫu đơn được lấy ở tất cả các hộ.

- Đối với các khu đất đã bị ô nhiễm hoặc có nguy cơ bị ô nhiễm cao bởi các nguồn nhiễm bản thì số lượng mẫu cần phải tăng lên, mức độ tăng tùy theo loại, mức độ và độ phân tán của chất nhiễm bản.

3.6. Khối lượng mẫu phòng thử nghiệm và mẫu đơn tối thiểu

- Khối lượng mẫu phòng thử nghiệm tối thiểu: Trong phân tích đánh giá các chỉ tiêu chất lượng đất phục vụ sản xuất cây trồng, khối lượng mẫu phòng thử nghiệm yêu cầu mang về phòng phân tích tối thiểu thông thường là 1 kg đất tươi.

- Khối lượng mẫu đơn tối thiểu cần lấy sẽ phục thuộc vào số điểm lấy mẫu và số lần rút gọn để đáp ứng lượng mẫu phòng thử nghiệm là 1 kg đất tươi. Ngoài ra khối lượng mẫu đơn cần lấy còn phụ thuộc vào số mẫu lưu, số mẫu lặp do cơ quan đánh giá yêu cầu.

Công thức xác định khối lượng mẫu đất đơn tối thiểu để tạo thành 1 mẫu phòng thử nghiệm hay 1 mẫu lưu, mẫu lặp:

$$m = \frac{A}{a} \times 2^k$$

Trong đó:

m: khối lượng mẫu đất đơn tối thiểu cần lấy (kg)

A : khối lượng mẫu phòng thử nghiệm yêu cầu (kg, thường bằng 1 kg)

a : số mẫu đơn (bằng số điểm lấy mẫu)

k : số lần giản lược mẫu ($k = 0, 1, 2, \dots$)

$k = 0$: có thể áp dụng đối với đất ướt, keo dính (đất ruộng hay đất thịt nặng hoặc đất ở tầng sâu) vì khó làm nhỏ và chia đều trên đồng ruộng;

$k = 1$ hoặc 2 : có thể áp dụng đối với đất khô, bờ rời (đất cây trồng cạn tầng mặt hay đất thành phần cơ giới nhẹ như đất cát) dễ làm nhỏ, chia đều hoặc trường hợp diện tích khu đất lớn và mức độ đồng đều không cao.

- Để phát hiện sinh vật và vi rút gây bệnh khi lấy mẫu phải tuân theo nguyên tắc vô trùng để loại trừ việc mẫu bị nhiễm bẩn thêm do lấy mẫu, lượng mẫu phòng thử nghiệm tối thiểu để phân tích vi sinh vật trong phòng không được ít hơn 200 g.

- Trường hợp lấy mẫu xác định một số tính chất lý học như dung trọng, tỷ trọng, độ xốp thì mẫu phải được lấy dưới dạng mẫu đất giữ nguyên trạng thái đồng ruộng bằng các dụng cụ chuyên dụng để lấy một khối nguyên đất với thể tích không nhỏ hơn 100 cm^3 . Trường hợp này mỗi mẫu đơn sẽ là một mẫu phòng thử nghiệm.

4. Bố trí và phân tích kết quả thí nghiệm

Mục tiêu: Nhằm trang bị các kiến thức giúp người học hiểu được các nội dung có liên quan đến điều kiện thực hiện thí nghiệm, để xây dựng, thiết kế thí nghiệm 1 nhân tố và 2 nhân tố và ứng dụng toán thống kê để phân tích kết quả thí nghiệm sau khi kết thúc. Biết công bố kết quả nghiên cứu trên các tạp chí khoa học hay trong các báo cáo khoa học.

Nội dung:

(1) Thí nghiệm 1 nhân tố:

i: Sắp xếp tuần tự

ii: Sắp xếp hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD)

iii: Sắp xếp khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB)

iv: Sắp xếp ô vuông la tinh (LS)

(2) Thí nghiệm 2 nhân tố

i: Kiểu tổ hợp các mức của 2 nhân tố (CRD) và (RCB)

ii: Kiểu chia ô lớn, ô nhỏ (Split-Plot)

(3) Thí nghiệm 3 nhân tố

i: Kiểu tổ hợp (CRD) hoặc (RCB)

ii: Kiểu chia ô lớn ô nhỏ ô nhỏ (Split-Split-plot) .

4.1. Bố trí thí nghiệm 1 nhân tố

Trong thực tế, đối với nhiều thí nghiệm ta thường sử dụng các kiểu sắp xếp các công thức thí nghiệm theo các kiểu sau:

4.1.1. Sắp xếp tuần tự

Đây là kiểu sắp xếp hay dùng đối với thí nghiệm khảo sát tập đoàn giống cây trồng (hay lưu trữ và bảo tồn các nguồn gen). Do có thể có nhiều dòng, giống cần được khảo sát hay bảo tồn (có thể hàng trăm) nên kiểu thiết kế này không cần

nhắc lại (mỗi công thức chỉ có 1 ô). Thứ tự của các công thức do người làm thí nghiệm tự đưa ra, tuy nhiên cần phải hợp lý và có tính khoa học. Điều này có nghĩa là: sau khi đã gán cho mỗi công thức một số thứ tự, người làm thí nghiệm sẽ sắp xếp theo thứ tự của các công thức đã được xác định. Thí dụ

Đ/C	1	2	3	4	5	Đ/C	6	7	8	9	10	Đ/C	11	...
-----	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	----	-----	----	-----

Tuỳ điều kiện cụ thể ta có thể xác định cách bao nhiêu công thức lại có 1 công thức đối chứng?

Theo sơ đồ trên thì cứ 5 công thức ta lại bố trí 1 Đ/C (kiểu 5 cách 1) và gọi là tuần tự 1 hàng. Trong thực tế, cũng tuỳ theo điều kiện đất cụ thể mà ta có thể bố trí nhiều hàng hay chỉ 1 hàng.

Đ/C	1	2	3	4	5	Đ/C	6	7	8	9	10	Đ/C
Đ/C	11	12	13	14	15	Đ/C	16	17	18	19	20	Đ/C

Sơ đồ như trên gọi là kiểu tuần tự 2 hàng.

Do sắp xếp tuần tự không nhắc lại, nên mỗi công thức chỉ có 1 quần thể cây trồng. Do vậy, không phân tích kết quả thí nghiệm và tính sai số ở mức độ quần thể được. Song, người làm thí nghiệm có thể áp dụng phân tích kết quả ở mức độ cá thể. Nếu áp dụng phân tích kết quả theo mô hình phân tích phương sai hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD:Completely randomized design).

4.1.2. Sắp xếp hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD:Completely Randomized Design)

Khi các công thức được xác định một cách hoàn toàn ngẫu nhiên vào các ô (hay các vị trí) thí nghiệm. Sao cho, mỗi ô hay mỗi đơn vị thí nghiệm đều có cơ hội hoàn toàn như nhau để nhận được bất kỳ một công thức nào đó. Theo kiểu này, mọi sự sai khác ngoài yếu tố thí nghiệm giữa các ô hay các đơn vị thí nghiệm đều được coi là sai số thí nghiệm. Kiểu sắp xếp này cũng chỉ thích hợp với các thí nghiệm trong phòng hoặc trong chậu vại. Cách lấy ngẫu nhiên có thể bằng bảng số ngẫu nhiên, rút con bài, bỏ thăm và theo phần mềm trên máy vi tính.

4.1.3. Bố trí kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB hay RCBD:randommized Complete Block Design)

Kiểu sắp xếp này được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu thí nghiệm đồng ruộng, khi số công thức không quá lớn (thí nghiệm 1 nhân tố) và biết trước chiều hướng biến động độ phì của đất thí nghiệm. Đặc trưng của kiểu bố trí này là: tạo ra các khối có kích thước bằng nhau, trong đó mỗi khối bao gồm đầy đủ các công thức của 1 lần nhắc lại.

Kỹ thuật tạo khối: Mục tiêu chính của tạo khối là giảm sai số thí nghiệm bằng việc hạn chế sự đóng góp của nguồn biến động đã biết trong các đơn vị thí nghiệm. Có thể thực hiện điều này bằng cách nhóm các đơn vị thí nghiệm vào các khối, mà ta coi sự khác nhau trong mỗi khối là tối thiểu và sự khác nhau giữa các khối là tối đa. Chỉ có biến động trong mỗi khối mới mới được coi là thành phần của sai số thí nghiệm. Việc tạo khối là hiệu quả nhất để giảm sai số

thí nghiệm, khi biết trước được sự biến động của của đất thí nghiệm. Hình dạng mảnh đất thí nghiệm, hướng của khối (lần nhắc lại) cũng cần quan tâm để sắp đặt sao cho sự khác nhau giữa các khối càng lớn và trong cùng khối càng nhỏ càng tốt.

Việc ngẫu nhiên hoá sơ đồ thí nghiệm có thể tiến hành trên máy vi tính, rút thăm hay tra bảng số ngẫu nhiên.

4.1.4. Bố trí ô vuông la tinh (LS: Latin Square)

Đặc trưng chính của kiểu sắp xếp ô vuông la tinh là: Khả năng xử lý cùng một lúc hai nguồn biến động đã biết (2 chiều) giữa các đơn vị thí nghiệm (các công thức). Vì hai khối (dọc và ngang) là độc lập, thay cho chỉ có một khối của thiết kế RCB. Trong thiết kế này hai khối vuông góc với nhau và được sắp xếp đảm bảo ngẫu nhiên nhưng trên mỗi khối (hàng), mỗi khối (cột) mỗi công thức chỉ xuất hiện đúng 1 lần. Ta có thể ước lượng được biến động của các khối hàng và các khối cột để tách chúng ra khỏi sai số thí nghiệm.

Kiểu sắp xếp ô vuông la tinh chỉ thích hợp cho thí nghiệm ngoài đồng khi độ phì đất thay đổi theo 2 hướng vuông góc nhau hay theo 1 hướng nhưng lại có ảnh hưởng dư thừa từ vụ trước. Kiểu này thích hợp khi số công thức thí nghiệm từ 4 đến 8. Cũng vì hạn chế này mà sắp xếp ô vuông la tinh không được sử dụng rộng rãi trong các thí nghiệm nông nghiệp.

Quá trình ngẫu nhiên hoá sơ đồ thí nghiệm đơn giản nhất là dùng bảng số ngẫu nhiên.

4.2. Bố trí thí nghiệm 2 nhân tố

4.2.1. Kiểu tổ hợp hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD)

Đây là kiểu sắp xếp phù hợp cho thí nghiệm trong phòng hay trong chậu vại. các nguyên tắc sắp xếp cũng giống như với thí nghiệm 1 nhân tố. Chỉ khác trong các công thức có sự tham gia của 2 nhân tố nghiên cứu. Khi phân tích kết quả phải tách và đánh giá được vai trò của từng nhân tố và tương tác của 2 nhân tố trong kết quả nghiên cứu.

4.2.2. Kiểu tổ hợp khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB)

Đây là kiểu sắp xếp phù hợp cho thí nghiệm ngoài đồng, các nguyên tắc sắp xếp cũng giống như với thí nghiệm 1 nhân tố. Chỉ khác trong các công thức có sự tham gia của 2 nhân tố nghiên cứu. Khi phân tích kết quả phải tách và đánh giá được vai trò của từng nhân tố và tương tác của 2 nhân tố trong kết quả nghiên cứu.

4.2.3. Kiểu chia ô lớn ô nhỏ (Split-plot)

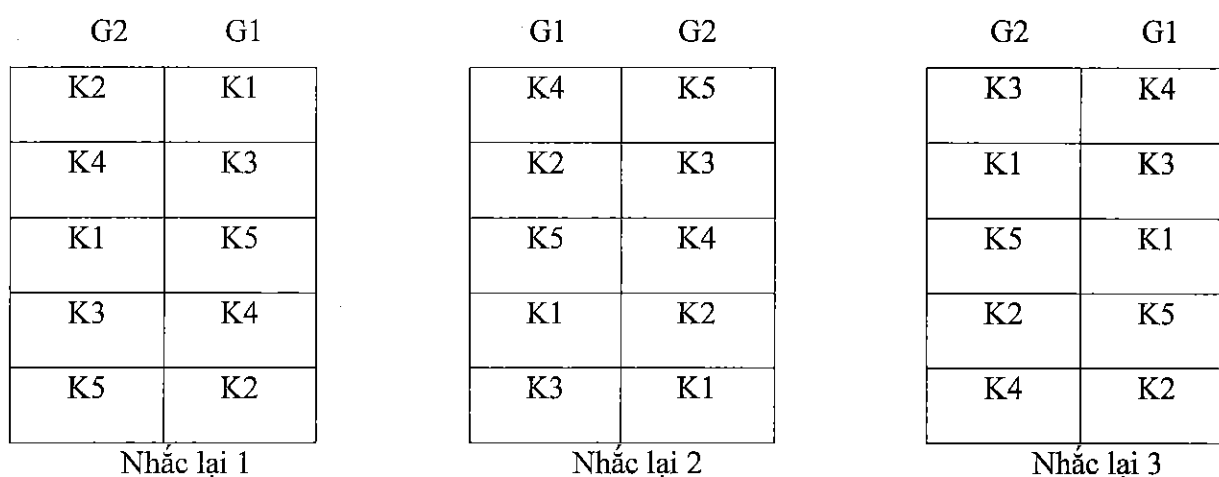
Kiểu thiết kế này phù hợp hơn kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ. Theo thiết kế Split-Plot ta chỉ định 1 nhân tố cho vào ô chính hay ô lớn còn nhân tố kia cho vào ô phụ ô nhỏ. Nhân tố ở ô lớn gọi là nhân tố phụ (ít hay không cần quan tâm kỹ), còn nhân tố ở ô nhỏ gọi là nhân tố chính có vai trò quan trọng hơn cần độ chính xác cao hơn (cần quan tâm nhiều trong nghiên cứu) .

Để ngẫu nhiên hoá sơ đồ thí nghiệm kiểu Split-Plot có thể thực hiện trên máy vi tính thông qua các phần mềm riêng biệt. Song phải qua 2 lần cho 2 nhân tố thí nghiệm (1 quy trình hay lần 1 cho ô to trước và 1 lần cho ô nhỏ vào mỗi mảnh của ô to).

Thí dụ: Nghiên cứu ảnh hưởng của lượng kali bón cho 2 giống lúa Hương Việt 3 và Hương Cốm trong vụ xuân trên đất phù sa sông Hồng.

Nhân tố kali (K) bón 5 mức: (0; 30; 60; 90; 120) kg K_2O /ha là nhân tố chính đặt trong ô bé.

Nhân tố giống (G) có 2 giống là nhân tố trong ô lớn. Ta có sơ đồ thiết kế như hình sau:



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm 2 nhân tố kiểu Split-Plot

4.2.4. Bố trí thí nghiệm kiểu chia băng (Strip-Plot hay Criss Cross)

Đây là kiểu thiết kế rất phù hợp với thí nghiệm 2 nhân tố, trong đó ta yêu cầu độ chính xác của tương tác của 2 nhân tố cao hơn hiệu quả của 1 trong 2 nhân tố. Điều này tương ứng ta sử dụng 3 cỡ mảnh (ô) khác nhau:

- (i) Mảnh dài đứng (cột) cho nhân tố thứ nhất (nhân tố đứng)
- (ii) Mảnh dài ngang (hàng) cho nhân tố thứ 2 (nhân tố chiều ngang)
- (iii) Mảnh tương tác, cho tương tác giữa 2 nhân tố

Mảnh dài đứng và mảnh dài ngang luôn luôn trực giao với nhau. Tuy nhiên, không có mối quan hệ của kích thước ô. Song trong thiết kế Strip-Plot mảnh tương tác là nhỏ nhất.

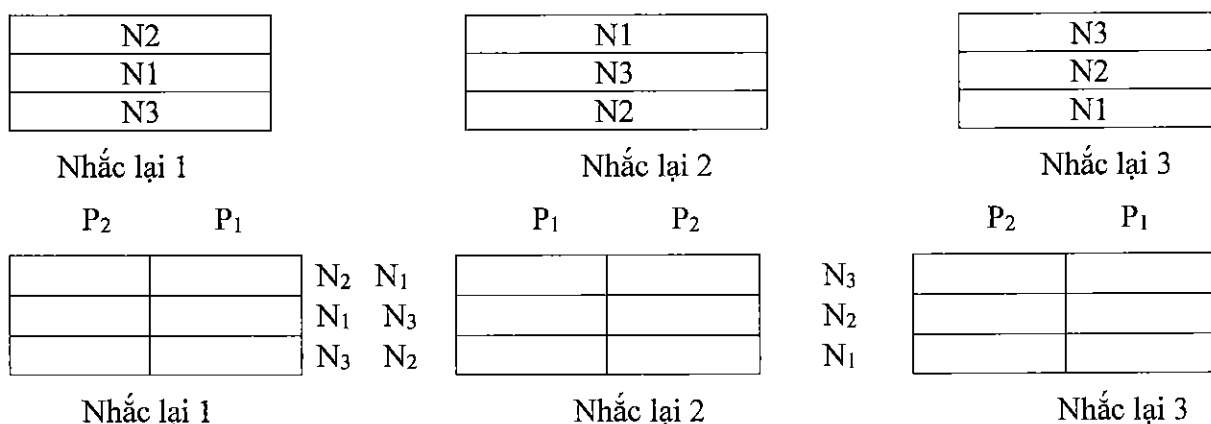
Quá trình ngẫu nhiên hoá sơ đồ thí nghiệm thiết kế Strip-Plot có 2 bước độc lập, một cho nhân tố dài ngang và m cho nhân tố dài đứng. Trật tự hình thành 2 quá trình không đặt quan trọng cho nhân tố nào. Ta có thể sắp xếp sơ đồ thí nghiệm kiểu thiết kế Strip-Plot qua thí dụ sau:

Thí dụ: Ta có thí nghiệm với 3 mức đạm (N: nhân tố ngang) với 2 mức lân (P_2O_5 nhân tố đứng) với 3 lần nhắc lại).

Bước 1: Ấn định 3 mức N ($N_1; N_2; N_3$) mảnh ngang bằng việc chia diện tích đất thí nghiệm thành 3 khối (3 lần nhắc) và chia mỗi khối thành 3 dải ngang

(trật tự theo phương thức hoàn toàn ngẫu nhiên tương ứng có 3 công thức) như hình 3.2.

Bước 2: Ấn định mảnh đứng bằng cách chia mỗi khối thành 2 cột tương ứng 2 mức lân (P_1 và P_2)



4.3. Bố trí thí nghiệm 3 nhân tố

Cũng giống như thí nghiệm 2 nhân tố, trong thí nghiệm mà thành phần của yếu tố thí nghiệm có mặt 3 nhân tố đồng thời cùng tác động đến một đối tượng. Thường có các kiểu thiết kế thí nghiệm phù hợp với điều kiện thực hiện thí nghiệm như: Thí nghiệm được thực hiện trong phòng, trong chậu vại thường cũng được sắp xếp kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD). Nếu trên đồng ruộng có thể bố trí kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB). Tuy nhiên, hai kiểu trên chỉ có một loại đơn vị (hay ô) thí nghiệm, mà trong đó có mặt đồng thời tác động của 3 nhân tố (vai trò đóng góp riêng của từng nhân tố A;B;C. Vai trò tương tác của 2 nhân tố theo từng cặp.

(AB); (AC); (BC). Cuối cùng là tương tác của cả 3 nhân tố (ABC). Song, hiện nay kiểu thiết kế trên đồng ruộng cho 3 nhân tố với các vai trò quan trọng (hay cần quan tâm) khác nhau đó là kiểu thiết kế Split-Split-Plot. Như vậy sẽ có 3 loại ô thí nghiệm là: ô lớn; ô vừa và ô nhỏ. Trong đó nhân tố thí nghiệm được đặt trong ô lớn sẽ có vai trò kém quan trọng nhất. Sau đó ô vừa cho nhân tố có vai trò quan trọng trung bình (hay vừa phải). Trong ô vừa còn có tác động phối hợp của 2 nhân tố nằm ở ô to và nhân tố nằm trong ô vừa. Với nhân tố cần được quan tâm nhiều nhất đặt trong ô bé và đồng thời tác động phối hợp của 2 nhân tố ở ô vừa với ô nhỏ và cả 3 tổ thấy trong ô nhỏ. Thí nghiệm sẽ có sai số của 3 loại ô khác nhau.

4.4. Mô hình phân tích kết quả thí nghiệm 1 nhân tố

4.4.1. Kiểu thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD)

4.4.1.1. Mô hình toán học

Việc tính toán và kết luận dựa trên một số giả thiết thể hiện trong mô hình sau:

$$x_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij} \quad (3.1)$$

Trong đó: x_{ij} là giá trị hay kết quả của công thức thứ i ở lần nhắc lại thứ j

μ là trung bình trung toàn thí nghiệm (không phân biệt công thức và nhắc lại)

α_i là ảnh hưởng của nhân tố thí nghiệm ở công thức thứ i

e_{ij} là sai số ngẫu nhiên

Các sai số e_{ij} được giả thiết độc lập và có phân phối chuẩn với kỳ vọng bằng 0 và phương sai σ^2 .

4.4.1.2. Các bước tính

Để biết được các bước tính ta tham khảo thí dụ sau:

Thí dụ 3.1: Nghiên cứu xác định liều lượng của một loại phân bón mới với cây cà chua trong vụ đông xuân Thí nghiệm được thực hiện với 5 mức bón và trồng trong chậu với 5 lần nhắc lại. Theo dõi khối lượng quả (gam/quả) có các số liệu như bảng sau:

Mức bón	NL 1	NL 2	NL 3	NL 4	NL 5	T_i	\bar{x}_i
P1	99	88	76	88	94	445	89,0
P2	61	60	79	63	82	345	69,0
P3	82	97	81	95	92	447	89,4
P4	109	107	129	125	124	594	118,8
P5	119	120	137	115	142	633	126,6

Số đơn vị thí nghiệm $N = T * r = 5 * 5 = 25$

Tổng giá trị toàn thí nghiệm G :Grand Total $G = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 x_{ij} = 2464$

Trung bình chung toàn thí nghiệm $\bar{X} = \frac{G}{N} = \frac{2464}{25} = 98,6$ gam/quả

Tính số điều chỉnh (hay hiệu chỉnh) C.F (Correction Factor)

$$C.F = \frac{G^2}{N} = \frac{(2464)^2}{25} = 242.851,81$$

Bước 1: Tính các tổng bình phương gồm:

$$\text{Tổng bình phương toàn bộ (ToT.SS) } ToT.SS = \left[\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 (x_{ij})^2 \right] - C.F \Rightarrow$$

$$(99^2 + 88^2 + \dots + 115^2 + 142^2) - 242.851,81 = 13178,16$$

Tính tổng bình phương do công thức (phân bón: Trea.SS)

$$Trea.SS = \left[\frac{\sum_{i=1}^5 (T_i)^2}{r} \right] - C.F = \left[\frac{445^2 + 345^2 + 447^2 + 594^2 + 633^2}{5} \right] - 242851,81 = 11225,00$$

Tổng bình phương do sai số (E.SS) = ToT.SS - Trea.SS = 13178,16 - 11225,00 = 1953,16

Bước 2: Tính các độ tự do tương ứng (*df*)

Bậc tự do của biến động tổng hợp: $ToT.df = N - 1 = 25 - 1 = 24$

Bậc tự do của biến động do công thức $Trea.SS = T - 1 = 5 - 1 = 4$

Bậc tự do của sai số: $E.df = T(r - 1) = ToT.df - Trea.df = N - T$
 $= 5(5 - 1) = 24 - 4 = 25 - 5 = 20$

Bước 3 Tính các tổng bình phương trung bình (MS phương sai) của các thành phần: Bằng cách lấy các tổng bình phương chia cho các độ tự do tương ứng.

Phương sai do nhân tố thí nghiệm: $Trea.MS = \frac{Trea.Ss}{Trea.df} = \frac{11225,00}{4} = 2806,25$

Phương sai do ngẫu nhiên (sai số): $E.MS = \frac{E.SS}{E.df} = \frac{1953,16}{20} = 97,66$

Bước 4; Tính giá trị F thực nghiệm (F_m) $F_m = \frac{Trea.MS}{E.MS} = \frac{2806,25}{97,66} = 28,73$

Bước 5: Lập bảng phân tích phương sai:

Nguồn Biến động	Tổng bình phương	Bậc tự do	Phương sai	F_m	$F_{\alpha}(\alpha = 0,05; df_1 = 4 \& df_2 = 20)$
Do CT	11225,00	4	2806,25	28,73	2,57
Do sai số	1953,16	20	97,66		
Toàn phần	13178,16	24			

a/ Kết luận: Để kết luận được ta sử dụng bảng kết quả phân tích phương sai trên để kiểm định giả thiết H_0 "không có sự sai khác giữa các giá trị trung bình của các công thức". Hay nói cách khác là "công thức khác nhau không có sự khác nhau".

Quy tắc kiểm định

So sánh giá trị F thực nghiệm với F lý thuyết:

- Nếu F thực nghiệm nhỏ hơn F lý thuyết, trung bình các công thức sai khác không có ý nghĩa.

- Nếu F thực nghiệm \geq F lý thuyết, trung bình các công thức sai khác có ý nghĩa

Trong thí nghiệm trên do giá trị F thực nghiệm (28,73) lớn hơn giá trị F lý thuyết ứng với độ tin cậy 0,95 hay 95%, độ tự do của cột (phương sai do công thức là 4 và độ tự do của phương sai sai số là 20), nên bác bỏ giả thiết H_0 mà phải chấp nhận sự khác nhau giữa các trung bình công thức là có ý nghĩa.

b/ Tính sai số thí nghiệm

$$CV\% = \frac{\sqrt{E.MS}}{\bar{X}} * 100 = \frac{\sqrt{97,66}}{98,6} * 100 = 10,0\%$$

Nếu kết luận sự khác nhau có ý nghĩa ta tiếp tục đi so sánh các giá trị trung bình của công thức (hay gọi là phân tích sự sai khác tại mục 1.5).

Bước 6: So sánh bằng tiêu chuẩn LSD_α (Least Significant Difference), sự sai khác nhỏ nhất có ý nghĩa.

$$LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * E.MS}{r}} * T_{0,05; Edf=20} = \sqrt{\frac{2 * 97,66}{5}} * 2,09 = 13,1 \text{ gam/quả}$$

$LSD_{0,05}$ được dùng để so sánh với giá trị $|d_m| = |\bar{x}_i - \bar{x}_{\neq i}|$. Nếu $|d_m| < LSD_{0,05}$ sự sai khác của trung bình là không có ý nghĩa. Còn ngược lại, Nếu $|d_m| \geq LSD_{0,05}$ sự sai khác của trung bình là có ý nghĩa.

Ta xếp bậc để minh hoạ cụ thể:

\bar{x}_{P5}	\bar{x}_{P4}	\bar{x}_{P3}	\bar{x}_{P1}	\bar{x}_{P2}
126,6	118,8	89,4	89,0	69,0

a _____

b _____

c _____

Sai số chuẩn $ES = \sqrt{\frac{E.MS}{r}} = \sqrt{\frac{97,66}{5}} = 4,42 \text{ gam/quả}$

Cuối cùng công bố kết quả thí nghiệm

STT	Công thức	\bar{x}_i (gam/quả)	Xếp hạng
1	P1	89,0	B
2	P2	69,0	C
3	P3	89,4	B
4	P4	118,8	A
5	P5	126,6	A

$CV(\%) = 10,0$; $LSD_{0,05} = 13,1$ gam/quả và sai số chuẩn $ES = 4,42$ gam/quả.

4.4.2. Kiểu thiết kế khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB)

4.4.2.1. Mô hình toán học

Ta thấy mô hình toán học cho kết quả thí nghiệm sắp xếp khối ngẫu nhiên đầy đủ với 1 nhân tố như sau:

$$x_{i,j} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij} \quad (3.2)$$

Trong biểu thức trên (i lấy từ 1 đến T và j lấy từ 1 đến r). Khối được coi là nhân tố hạn chế và thường giả thiết là ngẫu nhiên. Các tham số trong mô hình chỉ khác so với kiểu thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên là ảnh hưởng của khối β_j .

Các sai số e_{ij} được giả thiết là độc lập và có phân phối chuẩn với kỳ vọng bằng 0; phương sai σ^2 .

Để hiểu rõ về cách phân tích kết quả thí nghiệm của sắp xếp khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB) qua thí dụ sau đây:

4.4.2.2. Các bước tính

Để dễ dàng hiểu được cách phân tích thí nghiệm thiết kế kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ ta có thí dụ sau:

Thí dụ 3.2: Nghiên cứu xác định lượng lân (P_2O_5 kg/ha) bón cho lúa xuân tại Ninh Bình, thí nghiệm được nhắc lại 3 lần (3 khối), theo dõi số hạt chắc/bông ta có các số liệu sau:

P_2O_5	Khối 1	Khối 2	Khối 3	T_i	\bar{x}_i
0	94	106	107	307	102,3
30	100	107	102	309	103,0
60	109	113	105	327	109,0
90	99	113	110	322	107,3
120	90	103	95	288	96,0
R_j	492	542	519	$G = 1553$	$\bar{X} = 103,5$

Ta có $N = 5 * 3 = 15$ ô ; Tổng giá trị của toàn thí nghiệm $G = 1553$ và trung bình toàn thí nghiệm $\bar{X} = 103,5$ hạt chắc/bông

$$\text{Hệ số hiệu chỉnh } CF = \frac{(1553)^2}{15} = 160787,2667$$

Bước 1: Tính các nguồn biến động

+ Biến động tổng hợp

$$ToT.SS = (94^2 + 106^2 + \dots + 113^2 + \dots + 95^2) - 160787,2667 = 665,7333$$

+ Tính biến động do công thức (Lân)

$$Trea.SS = \left[\frac{\sum_{i=1}^5 T_i^2}{r} \right] - C.F = \frac{(288^2 + 322^2 + 327^2 + 309^2 + 307^2)}{3} - 160787,2667 = 308,40$$

+ Tính biến động do khối (nhắc lại)

$$R.SS = \left[\frac{\sum_{j=1}^3 (R_j)^2}{T} \right] - CF = \frac{(492^2 + 542^2 + 519^2)}{5} - 160787,2667 = 250,5333$$

+ Tính + Biến động do sai số:

$$E.SS = ToT.SS - Trea.SS - R.SS = 665,7333 - 308,40 - 250,5333 = 106,800$$

Bước 2: Tính các bậc tự do tương ứng:

+ Bậc tự do tổng hợp: $ToT.df = N - 1 = 15 - 1 = 14$

+ Bậc tự do của công thức: $Trea.df = T - 1 = 5 - 1 = 4$

+ Bậc tự do của khối: $R.df = r - 1 = 3 - 1 = 2$

+ Bậc tự do sai số:

$$E.df = ToT.df - Trea.df - R.df = (T - 1)(r - 1) = 14 - 4 - 2 = (5 - 1)(3 - 1) = 8$$

Bước 3: Tính các tổng bình phương trung bình

+ Tổng bình phương trung bình của công thức:

$$Trea.MS = \frac{Trea.SS}{Trea.df} = \frac{308,400}{4} = 77,10$$

+ Tổng bình phương do khối (nhắc lại)

$$R.MS = \frac{R.SS}{R.df} = \frac{250,5333}{2} = 125,2667$$

+ Tổng bình phương ngẫu nhiên (sai số)

$$E.MS = \frac{E.Ss}{E.df} = \frac{106,800}{8} = 13,35$$

Bước 4: Tính giá trị F thực nghiệm

+ Tính F thực nghiệm do công thức (Lân bón) $F_m = \frac{Trea.MS}{E.MS} = \frac{77,10}{13,35} = 5,78$

+ Tính F thực nghiệm cho khối $F_m = \frac{R.MS}{E.MS} = \frac{125,2667}{13,35} = 9,38$

Bước 5: Lập bảng kết quả phân tích phương sai:

Nguồn BĐ	Giá trị BĐ	Bậc tự do	Phương sai	F_{tn}	$F_{0,05}$
Do Lân	308,400	4	77,10	5,78	3,84
Do nhắc lại	250,5333	2	125,2667	9,38	4,48
Do sai số	106,800	8	13,35		
Tổng hợp	665,7333	14			

a/ Kết luận:

(1) Do $F_{tn}(5,78) > F_{0,05}$ & $df_1 = 4; df_2 = 8$ la(3,84) nên bón lân ở liều lượng khác nhau, dẫn đến năng suất khác nhau có ý nghĩa ở mức tin cậy 95%.

(2) Do $F_{tn}(9,38) > F_{0,05}$ & $df_1 = 2; df_2 = 8$ la(4,48) nên sự khác nhau về năng suất trong các khối (nhắc lại) là có ý nghĩa.

b/ Tính sai số thí nghiệm $CV\% = \frac{\sqrt{13,35}}{103,5} * 100 = 3,53\%$

Bước 6: Tính $LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * 13,35}{3}} * 2,31 = 6,9$ hạt chắc/bông

+ So sánh bằng minh họa theo Duncan

\bar{x}_3	\bar{x}_4	\bar{x}_2	\bar{x}_1	\bar{x}_5
109,0	107,3	103,0	102,3	96,0

a _____

b _____

Tính sai số chuẩn: $ES = \sqrt{\frac{13,35}{3}} = 2,1$ hạt chắc/bông

+ Công bố kết quả

STT	Mức P_2O_5 (kg/ha)	\bar{x}_i hạt chắc/bông	Xếp bậc	Các tham số
1	0	102,3	AB	CV = 3,53% LSD _{0,05} = 6,9 (hạt chắc/bông) ES = 2,1 hạt chắc/bông
2	30	103,0	A	
3	60	109,0	A	
4	90	107,3	A	
5	120	96,0	B	

Nhận xét: Bón lân ở mức 60 kg P_2O_5 /ha cho số hạt chắc/bông cao nhất, nhưng sai khác không có ý nghĩa với bón (30 và 90 cũng như không bón) kg

P_2O_5 /ha (xếp cùng bậc). Bón 120 kg P_2O_5 /ha sai khác cũng không có ý nghĩa so với bón 0 kg P_2O_5 /ha Bón 120 kg P_2O_5 /ha sai khác có ý nghĩa với các mức (30; 60; 90) kg P_2O_5 /ha (số hạt chắc/bông thấp hơn).

+ Xác định được giảm sai số thí nghiệm do tạo khối qua tính hiệu quả tương đối thông qua hệ số chính xác (RE: Relative Efficiency). Điều này được hiểu là sắp xếp kiểu RCB so với CRD sẽ tăng được độ chính xác hơn.

Ta tính RE qua công thức sau:

$$RE = \frac{[(r-1)R.MS] + [r(T-1)E.MS]}{[(T*r)-1]E.MS}$$

Nếu như độ tự do của phương sai ngẫu nhiên (sai số) E.df < 20 thì hệ số chính xác sẽ phải được nhân thêm với một hệ số hiệu chỉnh (Q). Trong đó,

$$Q = \frac{[(r-1)(T-1)+1][T(r-1)+3]}{[(r-1)(T-1)+3][T(r-1)+1]}$$

Sau đó, hệ số chính xác đã được hiệu chỉnh tính như sau: $RE_{HC} = (RE) * Q$

Thay vào thí dụ trên có các giá trị sau:

$$RE = \frac{[(3-1)*125,2667] + [3(5-1)*13,35]}{[(5*3)-1]*13,35} = 2,1976$$

Vì E.df = 8 và < 20 nên ta tính $Q = \frac{[(3-1)(5-1)+1][5(3-1)+3]}{[(3-1)(5-1)+3][5(3-1)+1]} = 0,9669$

Cuối cùng $RE_{HC} = 2,1976 * 0,9669 = 2,125$ hay giá trị tương đối là 212,5%. Như vậy, sắp xếp RCB chính xác hơn được 112,5% so với kiểu CRD.

+ Ta cũng có thể so sánh sự khác nhau giữa các lần nhắc lại (các khối) thông qua LSD của khối $LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * E.MS}{T}} * T_{0,05;E.df}$ Thay các giá trị ta có

$$LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * 13,35}{5}} * 2,31 = 5,3 \text{ hạt chắc/bông}$$

Sau đó minh họa bằng hình học

$x_{j=2}$	$x_{j=3}$	$x_{j=1}$
108,4	103,8	98,4
A _____		
B _____		

4.4.3. Phân tích kết quả của thí nghiệm thiết kế theo kiểu ô vuông La tinh (LS)

Khi đặt thí nghiệm có biến động theo 2 chiều vuông góc, kiểu thiết kế

khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB) không đáp ứng để đem lại độ chính xác cao với kết quả thí nghiệm. Tuy nhiên, kiểu thiết kế ô vuông la tinh (LS: Latin Square Design) có thể giúp ta khắc phục được. Kiểu ô vuông la tinh có đặc điểm: (i) Số lần nhắc lại phải bằng số công thức. (ii) Trên mỗi khối (nhắc lại) mỗi công thức được xuất hiện đúng 1 lần.

4.4.3.1. Mô hình toán học: $x_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \beta_k + e_{ijk}$ (3.3)

Trong biểu thức (3.3) j & k lấy từ 1 đến r (nhưng r = T)

4.4.3.2. Các bước tính: xem xét cụ thể trong thí dụ dưới đây:

Thí dụ (3.3): Có một thí nghiệm so sánh 4 giống lạc địa phương ký hiệu (A;B;C;D), thí nghiệm sắp xếp ô vuông latin. Theo dõi năng suất lạc vỏ (tạ/ha) có kết quả sau đây:

Cột Hàng	1	2	3	4	$\sum R_k$	$\sum T_i$	\bar{x}_i
1	C 10,5	D 7,7	B 12,0	A 13,2	43,4	A 48,0	12,000
2	B 11,1	A 12,0	C 10,3	D 7,5	40,9	B 49,1	12,275
3	D 5,8	C 12,2	A 11,2	B 13,7	42,9	C 43,2	10,800
4	A 1,6	B 12,3	D 5,9	C 10,2	40,0	D 26,9	D = 6,725
$\sum C_j$	39,0	44,2	39,4	44,6	G= 167,2	G= 167,2	$\bar{X} =$ 10,45

Ta có N = 4 * 4 = 16 ô; Tổng giá trị toàn thí nghiệm G = 167,2 và trung bình chung toàn thí nghiệm là 10,45 tạ/ha

Bước 1: Tính các nguồn biến động

Ta cần tính hệ số hiệu chỉnh $CF = \frac{G^2}{N} = \frac{167,2^2}{16} = 1747,24$

+ Biến động toàn phần $ToT.SS = Trea.SS + R_r.SS + R_c.SS + E.SS$

Thay các giá trị cụ thể $ToT.SS = 90,400$

+ Biến động do công thức $Trea.SS = 78,9259$

+ Biến động do khối, Biến động này phải tính riêng biệt cho hàng (Rows) và cho cột (Columns). Công thức tính như sau:

$$R_r.SS. = \left[\frac{\sum_{j=1}^4 (R_j^2)}{so\ cot} \right] - C.F \text{ Thay số vào công thức trên } \rightarrow$$

$$\Rightarrow = \left[\frac{43,4^2 + 40,9^2 + 42,9^2 + 40,0^2}{4} \right] - 1747,24 = 1,9550$$

+ Biến động của khối theo cột

+ Biến động do sai số: $E.SS = 2,72000$

Bước 2: Tính các độ tự do

+ Độ tự do toàn phần: $ToT.df = 16 - 1 = 15$

+ Độ tự do của công thức: $Trea.df = 4 - 1 = 3$

+ Độ tự do của khối hàng $R_r.df = so\ hàng - 1 = 4 - 1 = 3$

+ Độ tự do của khối cột: $R_c.df = so\ cot - 1 = 4 - 1 = 3$

+ Độ tự do của sai số: $E.df = 15 - 3 - 3 - 3 = 6$

Bước 3 : Tính các tổng bình phương trung bình các thành phần:

+ Tổng bình phương trung bình của công thức

$$Trea.MS = \frac{Trea.SS}{Trea.df} = \frac{78,9250}{3} = 26,3083$$

+ Tổng bình phương trung bình của khối theo hàng $R_r.MS = \frac{R_r.SS}{R_r.df}$ thay số vào ta có:

$$R_r.MS = \frac{1,95500}{3} = 0,651666$$

+ Tổng bình phương của khối theo cột $R_c.MS = \frac{R_c.SS}{R_c.df}$ thay số vào ta có:

$$R_c.MS = \frac{6,8000}{3} = 2,26667$$

+ Tổng bình phương trung bình của sai số $E.MS = \frac{E.SS}{E.df} = \frac{2,72000}{6} = 0,453333$

Bước 4: Tính các giá trị F thực nghiệm

+ Tính giá trị F thực nghiệm của công thức $F_m = \frac{Trea.MS}{E.MS} = \frac{26,3083}{0,453333} = 58,03$

+ Tính giá trị F thực nghiệm của khối hàng: $F_m = \frac{R_r.MS}{E.MS} = \frac{0,651666}{0,453333} = 1,437$

+ Tính giá trị F thực nghiệm của khối cột $F_m = \frac{R_c MS}{E.MS} = \frac{2,26667}{0,453333} = 5,000$

Bước 5: Lập bảng phân tích phương sai

Nguồn biến động	Giá trị tổng bình phương	Độ tự do	Tổng bình phương trung bình	F thực nghiệm F_m	$F_{0,05}$
Do công thức	78,9250	3	26,3083	58,03	4,76
Do khối hàng	1,95500	3	0,651666	1,437	
Do khối cột	6,80000	3	2,26667	5,000	
Do sai số	2,72000	6	0,453333		
Tổng hợp	90,4000	15			

a/ Kết luận:

- Do F thực nghiệm bằng 58,03 lớn hơn F lý thuyết ở mức ý nghĩa 5% (4,76) nên các công thức khác nhau cho năng suất khác nhau có ý nghĩa ở mức 5%;

- Đất thí nghiệm theo chiều dọc (khối cột) khác nhau cũng tạo ra sự sai khác có ý nghĩa (F thực nghiệm là 5,000 > 4,76 là F lý thuyết ở mức ý nghĩa 5%). Còn đất theo chiều ngang (khối hàng) tương đối đồng đều (các hàng sự sai khác không có ý nghĩa. Do F thực nghiệm bằng 1,437 nhỏ hơn F lý thuyết là 4,76).

b/ Tính sai số thí nghiệm $CV\% = \frac{\sqrt{E.MS}}{\bar{X}} * 100 = \frac{\sqrt{0,453333}}{10,45} * 100 = 6,44\%$

Bước 6: Tính hiệu quả chênh lệch nhỏ nhất có ý nghĩa

$$LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * 0,453333}{4}} * 2,45 = 1,165 \text{ (tạ/ha)}$$

+ Xếp bậc theo minh hoạ của Duncan

\bar{x}_B	\bar{x}_A	\bar{x}_C	\bar{x}_D
(12,275)	(12,000)	(10,800)	(6,725)
A _____			
B _____			
C _____			

+ Tính sai số chuẩn $SE = \sqrt{\frac{E.MS}{r}} = \sqrt{\frac{0,453333}{4}} = 0,113 \text{ (ạ/ha)}$

+ Công bố kết quả

Công thức	\bar{x}_i (tạ/ha)	Xếp hạng	Các tham số cơ bản
A	12,000	A	CV% = 6,44

B	12,275	A	LSD 5% = 1,165 (tạ/ha) ES = 0,1139tạ/ha)
C	10,800	B	
D	6,275	C	

+ Nhận xét: Hai giống A; B có năng suất sai khác không đáng kể và cao nhất Sau đó là giống C và thấp nhất là giống D. Sự khác nhau của các giống là có ý nghĩa.

Ta cũng tính được hiệu quả tương đối của thiết kế ô vuông la tinh (LS) so với thiết kế hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD) và khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB).

+ So với kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên (CRD) ta có:

$$R.E. = \frac{(R_r MS + R_c MS) + [(T - 1) * E.MS]}{(T + 1) * E.MS}$$
 Thay các giá trị vào công thức ta có

$$R.E. = \frac{(0,651666 + 2,26667) + [(4 - 1) * 0,453333]}{(4 + 1) * 0,453333} = 1,8875 \text{ hay } \mathbf{188,75\%}.$$

Nếu coi kiểu CRD có hệ số 1 hay 100% thì kiểu thiết kế ô vuông la tinh (LS) chính xác hơn 88,75%.

+ So với kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB) cần phải tính riêng cho khối hàng và khối cột.

- Tính R.E. theo hàng:

$$R.E. = \frac{R_r MS + [(T - 1) * E.MS]}{T * E.MS} = \frac{0,651666 + [(4 - 1) * 0,453333]}{4 * 0,453333} = 1,1094$$

- Tính R.E. cho khối cột:

$$R.E. = \frac{R_c MS + [(T - 1) * E.MS]}{T * E.MS} = \frac{2,26667 + [(4 - 1) * 0,453333]}{4 * 0,453333} = 2,00$$

Do $E.df < 20$ nên tính hệ số Q: $Q = \frac{[(T - 1)(T - 2) + 1][(T - 1)^2 + 3]}{[(T - 1)(T - 2) + 3][(T - 1)^2 + 1]}$ thay các giá trị ta có

$$Q = \frac{[(4 - 1)(4 - 2) + 1][(4 - 1)^2 + 3]}{[(4 - 1)(4 - 2) + 3][(4 - 1)^2 + 1]} = 1,4$$

Cuối cùng RE hiệu chỉnh: cho khối hàng là $RE_{HC} = 1,1094 * 1,4 = 1,5532$ hay 155,32%

RE cho khối cột $RE_{HC} = 2,00 * 1,4 = 2,800$ hay 280,0%

Ta có nhận xét cụ thể: Thiết kế ô vuông la tinh chính xác hơn khối ngẫu nhiên hoàn chỉnh theo hàng là 55,32% và theo cột là 180,0%.

4.5. Phân tích kết quả thí nghiệm 2 nhân tố

Thực tế cho thấy: Sinh vật (cây trồng và vật nuôi) cùng một lúc chịu tác động của nhiều nhân tố trong môi trường, nên kết quả thí nghiệm 1 nhân tố có những hạn chế nhất định. Do vậy, việc nghiên cứu các thí nghiệm 2 nhân tố là cần thiết và có ý nghĩa.

4.5.1. Thí nghiệm 2 nhân tố thiết kế tổ hợp khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB)

Thường sử dụng kiểu thiết kế này khi phối hợp toàn bộ 2 nhân tố trong các công thức tổ hợp (thí nghiệm chỉ có 1 loại ô).

4.5.1.1. Mô hình toán học

$$x_{ij} = \bar{X} + a_a + b_b + AB_{ab} + r_j + e_{ij} \quad (3.4)$$

Trong biểu thức (3.4): a_a là tác động của nhân tố thí nghiệm A

b_b là tác động của nhân tố thí nghiệm B

AB_{ab} Là tác động tương hỗ của 2 nhân tố thí nghiệm (AB)

Trong mô hình trên tích số của các mức với 2 nhân tố sẽ là số công thức và công thức sẽ lấy chỉ số là i

Tác động (hiệu quả) của công thức chính là tổng của cả 3 bộ phận trên.

4.5.1.2. Bảng phân tích phương sai

Ta có một nghiên cứu so sánh 4 mật độ cấy khác nhau (A) cho 2 giống lúa lai (B) trong vụ xuân trên đất phù sa sông Hồng với 3 lần nhắc lại.

Bảng phân tích phương sai có dạng sau:

Nguồn biến động	Tổng bình phương	Độ tự do	Tổng bình phương trung bình	F thực nghiệm	F _{0,05}	F _{0,01}
Do nhân tố A		a-1 = 3				
Do nhân tố B		b-1 = 1				
Tương tác AB		(a-1)(b-1) = 3				
Nhắc lại		r-1 = 2				
Sai số		(r-1)(ab - 1) = 14				
Toàn bộ		(abr)-1 = 23				

4.5.1.3. Các bước tính

Thí dụ (3.4): Nghiên cứu xác định liều lượng lân (B) bón (kg P₂O₅/ha) cho 2 giống lúa (A) trong vụ xuân. Thí nghiệm được nhắc lại 3 lần. Theo dõi năng suất thực thu (tạ/ha) ta có bảng số liệu sau:

Giống	P ₂ O ₅ B	Kết quả các lần nhắc lại			T _i	\bar{x}_i
		1	2	3		
1	1	33,2	35,6	33,0	101,8	33,93
	2	37,4	39,7	40,0	117,1	39,03

	3	38,5	40,4	42,0	120,9	40,30
2	1	40,7	43,9	44,1	128,7	42,90
	2	45,9	45,4	47,0	138,3	46,10
	3	50,1	51,0	54,5	155,6	51,87
R_j		245,8	256,0	260,6	G = 762,4	$\bar{X} = 42,36$

Ta có Số công thức thí nghiệm : $T = a * b = 2 * 3 = 6$ và $N = (ab) * r = 2*3*3 = 18$ ô

Tổng giá trị toàn thí nghiệm : $G = 762,4$ và
 trung bình chung toàn thí nghiệm $\bar{X} = 42,36$ (tạ/ha)

$$\text{Hệ số hiệu chỉnh } C.F = \frac{(762,4)^2}{18} = 32291,87556$$

Bước 1: Tính các nguồn biến động

$$+ \text{ Biến động tổng hợp } Tot.SS = \left[\sum_{i,j=1}^{18} (x_{i,j})^2 \right] - C.F = 606,724$$

+ Biến động do công thức (trước tiên ta tính như thí nghiệm 1 nhân tố) sau đó sẽ tách tác động của các nhân tố và tương tác của chúng,

$$Trea.SS = \left[\sum_{i=1}^6 \frac{(T_i)^2}{r} \right] - C.F = 572,924$$

$$+ \text{ Biến động do nhắc lại: } R.SS = \left[\sum_{j=1}^3 \frac{(R_j)^2}{T} \right] - C.F = 19,1244$$

$$+ \text{ Biến động của sai số } E.SS = 14,6756$$

Ta phải tách biến động do công thức thành: Tác động của nhân tố (A) giống; tác động của nhân tố (B) lân bón và tác động tương hỗ của cả giống và phân lân bón (AB)

$$Trea.SS = A.SS + B.SS + AB.SS$$

Trong công thức trên: A.SS là biến động của nhân tố A; B.SS là biến động của nhân tố B và AB.SS là biến động tương tác của cả (AB) để thuận tiện trong tính toán ta có bảng số liệu được tổng hợp như sau:

Giống (A)	Phân lân (B:P ₂ O ₅)			Σ A
	1	2	3	
1	101,8	117,1	120,9	339,8
2	128,7	138,3	155,6	422,6
Σ B	230,5	255,4	276,5	G = 762,4

Tính biến động (tổng bình phương) của các nhân tố:

- Tổng bình phương cho A $A.SS = \left[\frac{\sum_1^2 (A)^2}{r * b} \right] - C.F$ thay các giá trị trong bảng tổng

hợp

$$A.SS = \left[\frac{\sum (339,8^2 + 422,6^2)}{3 * 3} \right] - 32291,87556 = 380,880$$

- Tính tổng bình phương của nhân tố B:

$$B.SS = \left[\frac{\sum_1^3 (B)^2}{r * a} \right] - C.F \text{ thay các giá trị tương ứng}$$

$$B.SS = \left[\frac{\sum_1 (230,5^2 + 255,4^2 + 276,6^2)}{3 * 2} \right] - 32291,87556 = 176,7344$$

- Tổng bình phương của tương tác (AB): $AB.SS = Trea.SS - A.SS - B.SS$
 $\Rightarrow AB.SS = 572,924 - 380,880 - 176,7344 = 15,3096$

Bước 2: Tính các độ tự do

+ Độ tự do tổng hợp: $ToT.df = N - 1 = 18 - 1 = 17$

+ Độ tự do của nhân tố A: $A.df = a - 1 = 2 - 1 = 1$

+ Độ tự do của nhân tố B : $B.df = b - 1 = 3 - 1 = 2$

+ Độ tự do của tương tác (AB): $AB.df = (a - 1)(b - 1) = (2 - 1)(3 - 1) = 2$

+ Độ tự do của khối (R) $R.df = 2$

+ Độ tự do của sai số: $E.df = 10$

Bước 3: Tính các tổng bình phương trung bình

+ Do giống (A): $A.MS = \frac{A.SS}{A.df} = \frac{380,880}{1} = 380,880$

+ Do phân lân (B) $B.MS = \frac{B.SS}{B.df} = \frac{176,7344}{2} = 88,3672$

+ Do tương tác (AB) $AB.MS = \frac{AB.SS}{AB.df} = \frac{15,3096}{2} = 7,6548$

$$+ \text{ Do khối (nhắc lại) R: } R.MS = \frac{R.SS}{R.df} = \frac{19,1244}{2} = 9,56222$$

$$+ \text{ Do sai số } E.MS = \frac{E.SS}{E.df} = \frac{14,6756}{10} = 1,46756$$

Bước 4: Tính các trị số F thực nghiệm trong mô hình

$$+ \text{ F thực nghiệm do A } F_a = \frac{A.MS}{E.MS} = \frac{380,880}{1,46756} = 259,53$$

$$+ \text{ Tính F thực nghiệm cho B } F_b = \frac{B.MS}{E.MS} = \frac{88,3672}{1,46756} = 60,21$$

$$+ \text{ Tính F thực nghiệm cho tương tác A B } F_{ab} = \frac{AB.MS}{E.MS} = \frac{7,6548}{1,46756} = 5,22$$

$$+ \text{ Tính F thực nghiệm cho khối R } F_r = \frac{R.MS}{E.MS} = \frac{9,56222}{1,46756} = 6,52$$

Bước 5: Lập bảng kết quả phân tích phương sai

Nguồn biến động	Giá trị biến động	độ tự do	Phương sai	F thực nghiệm	F lý thuyết	
					0,05	0,01
Giống (A)	380,880	1	380,880	259,53	4,96	10,00
Phân (B)	176,734	2	88,3672	60,21	4,10	7,56
Tương tác (AB)	15,3096	2	7,6548	5,22	4,10	7,56
Khối	19,1244	2	9,56222	6,52	4,10	7,56
Sai số	14,6756	10	1,46756			
Toàn bộ	606,724	17				

a/ Kết luận:

Hai giống lạc khác nhau và mức lân bón khác nhau cho năng suất quả thực thu khác nhau có ý nghĩa ở mức 1% (F tính có giá trị 259,53 và 60,21 lớn hơn F lý thuyết ở mức ý nghĩa 1% là 10,00 và 7,56). Nhưng tương tác giữa giống và mức lân bón và khối cho năng suất quả thực thu khác nhau có ý nghĩa ở mức 5% (F tính là 5,22 và 6,52 lớn hơn F lý thuyết ở mức ý nghĩa 5% bằng 4,10).

$$b/ \text{ Tính sai số thí nghiệm: } CV\% = \frac{\sqrt{E.MS}}{\bar{X}} * 100 = \frac{\sqrt{1,46756}}{42,36} * 100 = 2,90\%$$

$$\text{ Sai số chuẩn của toàn thí nghiệm } S.E. = \sqrt{\frac{E.MS}{r}} = \sqrt{\frac{1,46756}{3}} = 0,70 \text{ (tạ/ha)}$$

Bước 6: Tính hiệu quả chênh lệch nhỏ nhất có ý nghĩa ($LSD_{0,05}$).

a/ Tính LSD cho từng thành phần:

$$+ \text{ Tính chung cho tương tác (AB) } LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * E.MS}{r}} * T_{0,05;E..df}$$

$$LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * 1,46756}{3}} * 2,23 = 2,20 \text{ (tạ/ha)}$$

+ Tính LSD cho giống (A) $LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * E.MS}{r * b}} * T_{0,05;E.df}$

$$\Rightarrow LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * 1,46756}{3 * 3}} * 2,23 = 1,27 \text{ (tạ/ha)}$$

+ Tính LSD cho phân lân (B) $LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * E.MS}{r * a}} * T_{0,05;E.df}$

$$\Rightarrow LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * 1,46756}{3 * 2}} * 2,23 = 1,60 \text{ (tạ/ha)}$$

+ Tính LSD cho nhắc lại (khối R) $LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * E.MS}{T}} * T_{0,05;E.df}$

$$\Rightarrow LSD_{0,05} = \sqrt{\frac{2 * 1,46756}{6}} * 2,23 = 1,60 \text{ (tạ/ha)}$$

b/ Minh họa theo Duncan cho các thành phần đã phân tích

+ Cho tương tác của AB

x_6	x_5	x_4	x_3	x_2	x_1
51,87	46,10	42,90	40,30	39,03	33,93
A _____					
B _____					
C _____					
D _____					
E _____					

+ Cho nhân tố giống (A)

x_{a2}	x_{a1}
46,96	37,76
A _____	
B _____	

+ Cho nhân tố B (phân lân)

x_{b3}	x_{b2}	x_{b1}
46,08	42,57	38,42
A _____		

B		
	C	
+ Cho nhắc lại (khối)		
$x_{j=3}$	$x_{j=2}$	$x_{j=1}$
43,43	42,67	40,97
A		
	B	

Công bố kết quả cũng riêng biệt cho từng bộ phận như đã minh họa và nhận xét chi tiết.

4.5.2. Phân tích kết quả thí nghiệm thiết kế chia ô lớn ô nhỏ (Split-Plot)

Trong thiết kế thí nghiệm 2 nhân tố, mà có nhân tố phải thực hiện trên các ô có kích thước lớn và có nhân tố lại cần được thực hiện trong ô nhỏ trên cùng mức của nhân tố ở ô lớn. Hay cũng có khi đang thực hiện thí nghiệm 1 nhân tố, nhưng ta lại muốn bổ sung vào thí nghiệm thêm 1 nhân tố nữa. Thí nghiệm sắp xếp kiểu chia ô (Split-Plot) sẽ nhằm đáp ứng các lý do nêu trên. Thiết kế chia ô thường có r khối (mỗi khối là 1 lần nhắc lại và được coi là yếu tố ngẫu nhiên). Mỗi khối được chia thành a ô lớn dành cho a mức của nhân tố A (nhân tố đòi hỏi phải được thực hiện trên ô lớn). Sau đó, mỗi ô lớn lại được chia thành b ô nhỏ dành cho b mức của nhân tố B (nhân tố cần phải thực hiện trong ô nhỏ, hoặc nhân tố ta muốn bổ sung thêm vào thí nghiệm đang thực hiện đối với nhân tố A). Phân cách bố trí thí nghiệm kiểu này đã được mô tả tại mục (3.2.3).

4.5.2.1. Mô hình toán học

$$x_{ij} = \bar{X} + R_j + a_a + (aR)_{aj} + b_b + (ab)_{ab} + e_{ij} \quad (3.5)$$

Trong đó: R_j là tác động do khối (do nhắc lại)

a_a là tác động của của a mức với nhân tố a

$(aR)_{aj}$ là tác động tương tác của khối với nhân tố A ở ô lớn và được dùng làm sai số ô lớn

b_b là tác động của b mức cho nhân tố B (nhân tố trong ô nhỏ)

$(ab)_{ab}$ là tác động tương tác với 2 nhân tố AB

e_{ij} là sai số được giả thiết là độc lập và có phân phối chuẩn

Trong mô hình trên tích số của các mức với 2 nhân tố sẽ là số công thức và

công thức sẽ lấy chỉ số là i

4.5.2.2. Bảng phân tích phương sai

Giả sử ta có một thí nghiệm có 2 nhân tố gồm: Nhân tố A có 2 mức được thực hiện trên ô lớn và nhân tố B có 4 mức được đặt trong ô nhỏ với 4 lần nhắc lại. Theo mô hình thiết kế Split-Plot bảng phân tích phương sai như sau:

Nguồn biến động	Tổng bình phương	Độ tự do	Tổng bình phương trung bình	F thực nghiệm
Nhắc lại (khôi)		$r-1 = 3$		
Nhân tố ô to (A)		$A-1 = 1$		
Sai số ô to (a)		$(r-1)(a-1) = 3$		
Nhân tố ô nhỏ (B)		$B-1 = 3$		
Tương tác AB		$(a-1)(b-1) = 3$		
Sai số ô nhỏ (b)		$a(r-1)(b-1) = 18$		
Toàn bộ		$(N-1) = 31$		

4.5.2.3. Các bước tính

Thí dụ (3.5): Nghiên cứu ảnh hưởng của 3 lượng vôi (A) đặt trong ô nhỏ ở 2 mật độ trồng (B) trên ô lớn đến năng suất lạc vụ đông (kg/ha). Thí nghiệm được nhắc lại 4 lần theo kiểu chia ô (Split-Plot), kết quả như sau:

Mật độ (B)	Vôi (A)	Kết quả các lần nhắc lại				T_i	\bar{x}_i
		1	2	3	4		
1	1	1397	1674	1054	1062	5187	1246,75
	2	1948	1912	1780	1902	7542	1885,50
	3	1490	1407	1326	1226	5449	1362,25
2	1	1727	1665	1473	1462	6327	1581,75
	2	1495	1506	1691	1680	6372	1593,00
	3	1659	1720	1448	1311	6138	1534,50
R_j		9716	9854	8772	8643	G = 37015	$\bar{X} = 1543,29$

N (số ô nhỏ) = $(abr) = 3 * 2 * 4 = 24$; Số ô lớn $2 * 4 = 8$

Tổng giá trị toàn bộ thí nghiệm $G = 37015$. Trung bình chung toàn thí nghiệm

$$\bar{X} = 1543,29 \text{ (kg/ha). và } C.F = \frac{(G)^2}{N} = \frac{(37015)^2}{24} = 57087926,04$$

Bước 1: Tính các tổng bình phương của các nguồn biến động

+ Biến động tổng hợp $ToT.SS = \left[\sum (x_{ij})^2 \right] - C.F$ Thay các giá trị đã biết trong bảng trên

$$\Rightarrow ToT.SS = (1397^2 + 1948^2 + \dots + \dots + 1680^2 + 1311^2) - C.F = 137524696$$

+ Biến động do khối (nhắc lại)

$$R.SS = \left[\frac{\sum (R_j)^2}{T} \right] - C.F = \left[\frac{(9716^2 + 9884^2 + 8772^2) + 8643}{8} \right] = 202664,7933$$

+ Tính biến động cho sai số của ô lớn:

Để thuận tiện trong tính toán ta có bảng tổ hợp các số liệu sau:

Bảng tổ hợp giữa mật độ (B) với nhắc lại (R)

Mật độ (B)	Nhắc lại (R)				$\sum B$
	1	2	3	4	
1	4835	4993	4160	4190	18178
2	4881	4891	4612	4453	18837
$\sum R_j$	9716	9884	8772	8643	G = 37015

- Tính tổng bình phương cho công thức $Trea.SS = \left[\frac{\sum T_i^2}{r} \right] - C.F$ thay số vào ta

có

$$Trea.SS = \left[\frac{5187^2 + 7542^2 + 5440^2 + 6327^2 + 6372^2 + 6138^2}{4} \right] - 57087926,04 = 858746,71$$

- Tính tổng bình phương của mật độ (ô toB) $B.SS = \left[\frac{\sum B^2}{a * r} \right] - C.F$

Thay các giá trị trong bảng tổ hợp trên vào công thức cụ thể:

$$B.SS = \left[\frac{18178^2 + 18837^2}{3 * 4} \right] - 57087926,04 = 18095,04$$

- Tính tổng bình phương sai số với ô lớn

$$E_B.SS = \left[\frac{\sum (r * B)^2}{a} \right] - C.F - R.SS - B.SS$$

$$E_B.SS = \left[\frac{4835^2 + 4993^2 + \dots + 4612^2 + 4453^2}{3} \right] - C.F - 202664,7933 - 18095,04 = 29570,46$$

- Tính tổng bình phương cho vôi (A) trong ô nhỏ. Ta có bảng tổ hợp số liệu (tương tác) của A*B như sau:

Mật độ (B)	Vôi (A)			$\sum B$
	1	2	3	
1	5187	7542	5449	18178
2	6327	6372	6138	18837
$\sum A$	11514	13914	11587	G=37015

$$A.SS = \left[\frac{\sum_1^3 A^2}{b * r} \right] - C.F. = \left[\frac{11514^2 + 13914^2 + 11587^2}{2 * 4} \right] - C.F = 465844, -85$$

- Tính tổng bình phương của tương tác AB $AB.SS = Trea.SS - A.SS - A.SS$
 $AB.SS = 858746,71 - 18095,04 - 465844,085 = 374807,575$

Ta cũng có thể có công thức tính tổng bình phương tương tác AB nếu không đi tính tổng bình phương cho công thức ($Trea.SS$)

$$AB.SS = \left[\frac{\sum_1^6 (AB)^2}{r} \right] - C.F - B.SS - A.SS$$

+ Tính tổng bình phương cho sai số ô bé (a)

$$E_A.SS = ToT.SS - (R.SS - B.SS - E_B.SS - A.SS - AB.SS) = 284264,9967$$

Bước 2: Tính các độ tự do tương ứng với các biến động

$$ToT.df = 23 \quad R.df = 3 \quad B.df = 1 \quad E_B.df = (r-1)(a-1) = (4-1)(2-1) = 3$$

$$A.df = 2 \quad AB.df = (a-1)(b-1) = (2-1)(3-1) = 2 \quad \text{và}$$

$$E_A.df = (r-1)(b-1) * a = (4-1)(3-1) * 2 = 12$$

Bước 3: Tính các tổng bình phương trung bình (MS)

$$+ \text{ Cho mật độ (B) } B.MS = \frac{B.SS}{B, df} = \frac{18095,04}{1} = 18095,04$$

$$+ \text{ Cho sai số ô lớn } E_B.MS = \frac{E_b.SS}{E_B.df} = \frac{29570,46}{3} = 9856,82$$

$$+ \text{ Cho nhắc lại } R.MS = \frac{R.SS}{R.df} = \frac{202664,7933}{3} = 67554,9311$$

$$+ \text{ Cho nhân tố A (Vôi) } A.MS = \frac{A.SS}{A.df} = \frac{465844,085}{2} = 232922,0425$$

+ Cho tương tác của mật độ với vôi bón (AB)

$$AB.MS = \frac{AB.SS}{AB.df} = \frac{374807,585}{2} = 187403,7925$$

$$+ \text{ Cho sai số ô bé } E_A.MS = \frac{E_A.SS}{E_A.df} = \frac{284264,9967}{12} = 23688,74973$$

Bước 4: Tính các giá trị F thực nghiệm

$$+ \text{ Cho nhân tố mật độ (ô lớn) } F(B) = \frac{B.MS}{E_B.MS} = \frac{18095,04}{9856,82} = 1,84$$

$$+ \text{ Cho nhân tố vôi (A ô nhỏ) } F(A) = \frac{A.MS}{E_A.MS} = \frac{232922,0425}{23688,74973} = 9,83$$

$$+ \text{ Cho tương tác (mật độ với vôi) } F(AB) = \frac{AB.MS}{AB.MS} = \frac{187403,7925}{23688,74973} = 7,91$$

$$+ \text{ Cho nhắc lại (R) } F(R) = \frac{R.MS}{E_A.MS} = \frac{67554,9311}{23688,74973} = 2,85$$

Bước 5 : Lập bảng kết quả phân tích phương sai

Nguồn	Giá trị biến động	Độ tự do	Phương sai	F (thực nghiệm)	F lý thuyết	
					$\alpha = 0,05$	$\alpha = 0,01$
Nhắc lại	202664,7933	3	67554,9311	2,85 ns	3,49	5,95
Mật độ (B)	18095,04	1	18095,04	1,84 ns	10,13	34,12
Sai số ô to	29570,46	3	9856,82			
Do Vôi (A)	465884,085	2	232922,0425	9,83**	3,89	6,93
T. tác(AB)	374807,585	2	187403,7925	7,91**	3,89	6,93
Sai số ô bé	284264,9967	12	23688,74973			
Toàn bộ	1375246,96	23				

a/ Kết luận:

+ Mật độ trồng khác nhau năng suất khác nhau không có ý nghĩa với $\alpha = 5\%$

+ Lượng vôi bón khác nhau cho năng suất khác nhau rõ ràng ở mức ý nghĩa $\alpha = 5\%$

+ Tương tác giữa mật độ gieo và lượng vôi bón khác nhau cho năng suất khác nhau có ý nghĩa với độ tin cậy $P = 95\%$.

+ Đất đai thí nghiệm tương đối đồng đều nên sự sai khác không có ý nghĩa.

b/ Tính sai số thí nghiệm

$$+ \text{Tính sai số thí nghiệm cho ô lớn (Mật độ: B.CV\%)} \quad B.CV\% = \frac{\sqrt{E_B MS}}{\bar{X}} * 100$$

$$\Rightarrow B.CV\% = \frac{\sqrt{9856,82}}{1542,29} * 100 = 6,44\%$$

+ Tính sai số thí nghiệm với ô nhỏ (cho vôi và tương tác của hai nhân tố (A.CV\%))

$$A.CV\% = \frac{\sqrt{E_A MS}}{\bar{X}} * 100 = \frac{\sqrt{23688,74973}}{1542,20} * 100 = 9,98\%$$

Bước 6: Tính các giá trị $LSD_{0,05}$; sai số chuẩn cho các nhân tố trong thí nghiệm và nhắc lại

$$+ LSD_{0,05} \text{ cho mật độ (B) ô lớn } LSD_{0,05}(B) = \sqrt{\frac{2 * E_B MS}{r * a}} * T_{0,05; E.Bdf = 3}$$

$$LSD_{0,05}(B) = \sqrt{\frac{2 * 9856,82}{4 * 3}} * 3,18 = 128,89 \text{ kg/ha}$$

$$B.SE = \sqrt{\frac{E_B MS}{r * a}} = \sqrt{\frac{9856,82}{4 * 3}} = 28,66 \text{ kg/ha}$$

+ Tính $LSD_{0,05}$ cho A (vôi) ô nhỏ

$$LSD_{0,05}(A) = \sqrt{\frac{2 * E_A MS}{r * b}} * T_{0,05; E.A.df = 12}$$

$$LSD_{0,05}(A) = \sqrt{\frac{2 * 23688,74973}{4 * 2}} * 2,18 = 167,76 \text{ kg/ha}$$

$$A.SE = \sqrt{\frac{E_A MS}{r * b}} = \sqrt{\frac{23688,74973}{4 * 2}} = 54,42 \text{ kg/ha}$$

+ Tính $LSD_{0,05}$ cho tương tác (mật độ với vôi: AB)

$$LSD_{0,05}(AB) = \sqrt{\frac{2 * E_A MS}{r}} * T_{0,05; E.Bdf = 12}$$

$$LSD_{0,05}(AB) = \sqrt{\frac{2 * 23688,74973}{4}} * 2,18 = 237,127 \approx 237,13 \text{ kg/ha}$$

$$AB.SE = \sqrt{\frac{E_A MS}{r}} = \sqrt{\frac{23688,74973}{4}} = 75,96 \text{ kg/ha}$$

+ Tính $LSD_{0,05}$ cho nhắc lại

$$LSD_{0,05}(R) = \sqrt{\frac{2 * E_A MS}{T}} * T_{0,05; EBdf = 12}$$

$$LSD_{0,05}(R) = \sqrt{\frac{2 * 23688,74973}{6}} * 2,18 = 193,61 \text{ kg/ha}$$

Tuy nhiên, trong thí dụ này cả nhân tố mật độ (B) và nhắc lại sự khác nhau đều không có ý nghĩa. Do vậy, trong thực tế nếu không sử dụng phần mềm thống kê phân tích kết quả thí nghiệm ta không cần thiết phải tính $LSD_{0,05}$

+ Minh hoạ bằng hình học theo Duncan

- Cho nhân tố vôi (A) $\overline{A_2}$ $\overline{A_3}$ $\overline{A_1}$

1730,25 1448,38 1439,25

A _____

B _____

- Cho tương tác (AB)

$\overline{x_2}$ $\overline{x_5}$ $\overline{x_4}$ $\overline{x_6}$ $\overline{x_3}$ $\overline{x_1}$

1885,50 1593,00 1581,75 1534,50 1362,25 1286,75

A _____

B _____

C _____

Công bố kết quả cũng tương tự như mô hình thí nghiệm 2 nhân tố thiết kế kiểu khối ngẫu nhiên đầy đủ (RCB).

Phụ lục

BẢNG 1. BẢNG CÁC GIÁ TRỊ t_{α} CỦA PHÂN PHỐI t (phân phối Student)

Độ tự do (df)	Mức ý nghĩa (α)		
	0,05	0,01	0,001
1	12,71	63,66	636,58
2	4,30	9,92	31,60
3	3,18	5,84	12,92
4	2,78	4,60	8,61
5	2,57	4,03	6,87
6	2,45	3,71	5,96
7	2,36	3,50	5,41
8	2,31	3,36	5,04
9	2,26	3,25	4,78
10	2,23	3,17	4,59
11	2,20	3,11	4,44
12	2,18	3,05	4,32
13	2,16	3,01	4,22
14	2,14	2,98	4,14
15	2,13	2,95	4,07
16	2,12	2,92	4,01
17	2,11	2,90	3,97
18	2,10	2,88	3,92
19	2,09	2,86	3,88
20	2,09	2,85	3,85
21	2,08	2,83	3,82
22	2,07	2,82	3,79
23	2,07	2,81	3,77
24	2,06	2,80	3,75
25	2,06	2,79	3,73
26	2,06	2,78	3,71
27	2,05	2,77	3,69
28	2,05	2,76	3,67
29	2,05	2,76	3,66
30	2,04	2,75	3,65
40	2,02	2,70	3,55
60	2,00	2,66	3,46
120	1,98	2,62	3,37
∞	1,96	2,58	3,29

Kiểm định hai phía $(|T| > t) = \alpha$

BẢNG 2. CÁC GIÁ TRỊ TỚI HẠN CỦA HÀM PHÂN PHỐI F (FISHER)

($\alpha = 0,05$ (hàng trên) và $\alpha = 0,01$ (hàng dưới))

$\frac{df_1}{df_2}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	161,45 4052,18	199,50 4999,34	215,71 5403,53	224,58 5624,26	230,16 5763,96	233,99 5858,95	236,77 5928,33	238,88 5980,95	240,54 6022,40	241,88 6055,93	242,98 6083,40	243,90 6106,68
2	18,51 98,50	19,00 99,00	19,16 99,16	19,25 99,25	19,30 99,30	19,33 99,33	19,35 99,36	19,37 99,38	19,38 99,39	19,40 99,40	19,40 99,41	19,41 99,42
3	10,13 34,12	9,55 30,82	9,28 29,46	9,12 28,71	9,01 28,24	8,94 27,91	8,89 27,67	8,85 27,49	8,81 27,34	8,79 27,23	8,76 27,13	8,74 27,05
4	7,71 21,20	6,94 18,00	6,59 16,69	6,39 15,98	6,26 15,52	6,16 15,21	6,09 14,98	6,04 14,80	6,00 14,66	5,96 14,55	5,94 14,45	5,91 14,37
5	6,61 16,26	5,79 13,27	5,41 12,06	5,19 11,39	5,05 10,97	4,95 10,67	4,88 10,46	4,82 10,29	4,77 10,16	4,74 10,05	4,70 9,96	4,68 9,89
6	5,99 13,75	5,14 10,92	4,76 9,78	4,53 9,15	4,39 8,75	4,28 8,47	4,21 8,26	4,15 8,10	4,10 7,98	4,06 7,87	4,03 7,79	4,00 7,72
7	5,59 12,25	4,74 9,55	4,35 8,45	4,12 7,85	3,97 7,46	3,87 7,19	3,79 6,99	3,73 6,84	3,68 6,72	3,64 6,62	3,60 6,54	3,57 6,47
8	5,32 11,26	4,46 8,65	4,07 7,59	3,84 7,01	3,69 6,63	3,58 6,37	3,50 6,18	3,44 6,03	3,39 5,91	3,35 5,81	3,31 5,73	3,28 5,67
9	5,22 10,56	4,26 8,02	3,86 6,99	3,63 6,42	3,48 6,06	3,37 5,80	3,29 5,61	3,23 5,47	3,18 5,35	3,14 5,26	3,10 5,18	3,07 5,11
10	4,96 10,04	4,10 7,56	3,71 6,55	3,48 5,99	3,33 5,64	3,22 5,39	3,14 5,20	3,07 5,06	3,02 4,94	2,98 4,85	2,94 4,77	2,91 4,71

Bậc tự do ứng với từ số là df_1 , ứng với mẫu số là df_2

Bảng các giá trị tới hạn $F(\alpha, df_1, df_2)$

df ₁ / df ₂	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	4,84 9,65	3,98 7,21	3,59 6,22	3,36 5,67	3,20 5,32	3,09 5,07	3,01 4,89	2,95 4,74	2,90 4,63	2,85 4,54	2,82 4,46	2,79 4,40
12	4,75 9,33	3,89 6,93	3,49 5,95	3,26 5,41	3,11 5,06	3,00 4,82	2,91 4,64	2,85 4,50	2,80 4,39	2,75 4,30	2,72 4,22	2,69 4,16
13	4,67 9,07	3,81 6,70	3,41 5,74	3,18 5,21	3,03 4,86	2,92 4,62	2,83 4,44	2,77 4,30	2,71 4,19	2,67 4,10	2,63 4,02	2,60 3,96
14	4,60 8,86	3,74 6,51	3,34 5,56	3,11 5,04	2,96 4,69	2,85 4,46	2,76 4,28	2,70 4,14	2,65 4,03	2,60 3,94	2,57 3,86	2,53 3,80
15	4,54 8,68	3,68 6,36	3,29 5,42	3,06 4,89	2,90 4,56	2,79 4,32	2,71 4,14	2,64 4,00	2,59 3,89	2,54 3,80	2,51 3,73	2,48 3,67
16	4,49 8,53	3,63 6,23	3,24 5,29	3,01 4,77	2,85 4,44	2,74 4,20	2,66 4,03	2,59 3,89	2,54 3,78	2,49 3,69	2,46 3,62	2,42 3,55
17	4,45 8,40	3,59 6,11	3,20 5,19	2,96 4,67	2,81 4,34	2,70 4,10	2,61 3,93	2,55 3,79	2,49 3,68	2,45 3,59	2,41 3,52	2,38 3,46
18	4,41 8,29	3,55 6,01	3,16 5,09	2,93 4,58	2,77 4,25	2,66 4,01	2,58 3,84	2,51 3,71	2,46 3,60	2,41 3,51	2,37 3,43	2,34 3,37
19	4,38 8,18	3,52 5,93	3,13 5,01	2,90 4,50	2,74 4,17	2,63 3,94	2,54 3,77	2,48 3,63	2,42 3,52	2,38 3,43	2,34 3,36	2,31 3,30
20	4,35 8,10	3,49 5,85	3,10 4,94	2,87 4,43	2,71 4,10	2,60 3,87	2,51 3,70	2,45 3,56	2,39 3,46	2,35 3,37	2,31 3,29	2,28 3,23
21	4,32 8,02	3,47 5,78	3,07 4,87	2,84 4,37	2,68 4,04	2,57 3,81	2,49 3,64	2,42 3,51	2,37 3,40	2,32 3,31	2,28 3,24	2,25 3,17
22	4,30	3,42	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,26	2,23

df1 \ df2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	7,95	5,66	4,82	4,31	3,99	3,76	3,59	3,45	3,35	3,26	3,18	3,12
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,24	2,20
	7,88	5,66	4,76	4,26	3,94	3,71	3,54	3,41	3,30	3,21	3,14	3,07
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,22	2,18
	7,82	5,61	4,72	4,22	3,90	3,67	3,50	3,36	3,26	3,17	3,09	3,03
25	4,24	3,37	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,20	2,16
	7,77	5,57	4,68	4,18	3,85	3,63	3,46	3,32	3,22	3,13	3,06	2,99
26	4,23	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,39	2,32	2,27	2,22	2,18	2,15
	7,72	5,53	4,64	4,14	3,82	3,59	3,42	3,29	3,18	3,09	3,02	2,96
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,37	2,31	2,25	2,20	2,17	2,13
	7,68	5,49	4,60	4,11	3,78	3,56	3,39	3,26	3,15	3,06	2,99	2,93
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,45	2,36	2,29	2,24	2,19	2,15	2,12
	7,64	5,45	4,57	4,07	3,75	3,53	3,36	3,23	3,12	3,03	2,96	2,90
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,55	2,43	2,35	2,28	2,22	2,18	2,14	2,10
	7,60	5,42	4,54	4,04	3,73	3,50	3,33	3,20	3,09	3,00	2,93	2,87
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,33	2,27	2,21	2,16	2,13	2,09
	7,50	5,39	4,51	4,02	3,70	3,47	3,30	3,17	3,07	2,98	2,91	2,84
32	4,15	3,29	2,90	2,67	2,51	2,40	2,31	2,24	2,19	2,14	2,10	2,07
	7,50	5,34	4,46	3,97	3,65	3,43	3,26	3,13	3,02	2,93	2,86	2,80
34	4,13	3,28	2,88	2,65	2,49	2,38	2,29	2,23	2,17	2,12	2,08	2,05
	7,44	5,29	4,42	3,93	3,61	3,39	3,22	3,09	2,98	2,89	2,82	2,76
36	4,11	3,26	2,87	2,63	2,48	2,36	2,28	2,21	2,15	2,11	2,07	2,03
	7,40	5,25	4,38	3,89	3,57	3,35	3,18	3,05	2,95	2,86	2,79	2,72

df1 df2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
38	4,10	3,24	2,85	2,62	2,46	2,35	2,26	2,19	2,14	2,09	2,05	2,02
	7,35	5,21	4,34	3,86	3,54	3,32	3,15	3,02	2,92	2,83	2,75	2,69
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,25	2,18	2,12	2,08	2,04	2,00
	7,31	5,18	4,31	3,83	3,51	3,29	3,12	2,99	2,89	2,80	2,73	2,66
42	4,07	3,22	2,83	2,59	2,44	2,32	2,24	2,17	2,11	2,06	2,03	1,99
	7,28	5,15	4,29	3,80	3,49	3,27	3,10	2,97	2,86	2,78	2,70	2,64
44	4,06	3,21	2,82	2,58	2,43	2,31	2,23	2,16	2,10	2,05	2,01	1,98
	7,25	5,12	4,26	3,78	3,47	3,24	3,08	2,95	2,84	2,75	2,68	2,62
46	4,05	3,20	2,81	2,57	2,42	2,30	2,22	2,15	2,09	2,04	2,00	1,97
	7,22	5,10	4,24	3,76	3,44	3,22	3,06	2,93	2,82	2,73	2,66	2,60
48	4,04	3,19	2,80	2,57	2,41	2,29	2,21	2,14	2,08	2,03	1,99	1,96
	7,19	5,08	4,22	3,74	3,43	3,20	3,04	2,91	2,80	2,71	2,64	2,58
50	4,03	3,18	2,79	2,56	2,40	2,29	2,20	2,13	2,07	2,03	1,99	1,95
	7,17	5,06	4,20	3,72	3,41	3,19	3,02	2,89	2,78	2,70	2,63	2,56
55	4,02	3,16	2,77	2,54	2,38	2,27	2,18	2,11	2,06	2,01	1,97	1,93
	7,12	5,01	4,16	3,68	3,37	3,15	2,98	2,85	2,75	2,66	2,59	2,53
60	4,00	3,15	2,76	2,53	2,37	2,25	2,17	2,10	2,04	1,99	1,95	1,92
	7,08	4,98	4,13	3,65	3,34	3,12	2,95	2,82	2,72	2,63	2,56	2,50
65	3,99	3,14	2,75	2,51	2,36	2,24	2,15	2,08	2,03	1,98	1,94	1,90
	7,04	4,95	4,10	3,62	3,31	3,09	2,93	2,80	2,69	2,61	2,53	2,47
70	3,98	3,13	2,74	2,50	2,35	2,23	2,14	2,07	2,02	1,97	1,93	1,89
	7,01	4,92	4,07	3,60	3,29	3,07	2,91	2,78	2,67	2,59	2,51	2,45

$\frac{df_1}{df_2}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
75	3,97 6,99	3,12 4,90	2,73 4,05	2,49 3,58	2,34 3,27	2,22 3,05	2,13 2,89	2,06 2,76	2,01 2,65	1,96 2,57	1,92 2,49	1,88 2,43
80	3,96 6,96	3,11 4,88	2,72 4,04	2,49 3,56	2,33 3,26	2,21 3,04	2,13 2,87	2,06 2,74	2,00 2,64	1,95 2,55	1,91 2,48	1,88 2,42
85	3,95 6,94	3,10 4,86	2,71 4,02	2,48 3,55	2,32 3,24	2,21 3,02	2,12 2,86	2,05 2,73	1,99 2,62	1,94 2,54	1,90 2,46	1,87 2,40
90	3,95 6,93	3,10 4,85	2,71 4,01	2,47 3,53	2,32 3,23	2,20 3,01	2,11 2,84	2,04 2,72	1,99 2,61	1,94 2,52	1,90 2,45	1,86 2,39
95	3,94 6,91	3,09 4,84	2,70 3,99	2,47 3,52	2,31 3,22	2,20 3,00	2,11 2,83	2,04 2,70	1,98 2,60	1,93 2,51	1,89 2,44	1,86 2,38
100	3,94 6,90	3,09 4,82	2,70 3,98	2,46 3,51	2,31 3,21	2,19 2,99	2,10 2,82	2,03 2,69	1,97 2,59	1,93 2,50	1,89 2,43	1,85 2,37
125	3,92 6,84	3,07 4,78	2,68 3,94	2,44 3,47	2,29 3,17	2,17 2,95	2,08 2,79	2,01 2,66	1,96 2,55	1,91 2,47	1,87 2,39	1,83 2,33
150	3,90 6,81	3,06 4,75	2,66 3,91	2,43 3,45	2,27 3,14	2,16 2,92	2,07 2,76	2,00 2,63	1,94 2,53	1,89 2,44	1,85 2,37	1,82 2,31
200	3,86 6,76	3,02 4,71	2,63 3,88	2,39 3,41	2,24 3,11	2,12 2,89	2,03 2,73	1,96 2,60	1,90 2,50	1,85 2,41	1,81 2,34	1,78 2,27
400	3,85 6,70	3,00 4,66	2,61 3,83	2,38 3,37	2,22 3,06	2,11 2,85	2,02 2,68	1,95 2,56	1,89 2,45	1,84 2,37	1,80 2,29	1,76 2,23
1000	3,84 6,66	3,00 4,63	2,61 3,80	2,37 3,34	2,22 3,04	2,10 2,82	2,01 2,66	1,94 2,53	1,88 2,43	1,83 2,34	1,79 2,27	1,75 2,20
∞	6,64	4,61	3,79	3,32	3,02	2,81	2,64	2,51	2,41	2,32	2,25	2,19

df1 \ df2	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
1	245,36 6143,00	246,47 6170,01	248,02 6208,66	249,05 6234,27	250,10 6260,35	251,14 6286,43	251,77 6302,26	252,62 6323,68	253,04 6333,92	253,68 6349,76	254,06 6359,54	254,29 6365,59
2	19,42 99,43	19,43 99,44	19,45 99,45	19,45 99,46	19,46 99,47	19,47 99,48	19,48 99,48	19,48 99,48	19,49 99,49	19,49 99,49	19,49 99,50	19,50 99,50
3	8,71 26,92	8,69 26,83	8,66 26,69	8,64 26,60	8,62 26,50	8,59 26,41	8,58 26,35	8,56 26,28	8,55 26,24	8,54 26,18	8,53 26,15	8,53 26,13
4	5,87 14,25	5,84 14,15	5,80 14,02	5,77 13,93	5,75 13,84	5,72 13,75	5,70 13,69	5,68 13,61	5,66 13,58	5,65 13,52	5,64 13,49	5,63 13,47
5	4,64 9,77	4,60 9,68	4,56 9,55	4,53 9,47	4,50 9,38	4,46 9,29	4,44 9,24	4,42 9,17	4,41 9,13	4,39 9,08	4,37 9,04	4,37 9,02
6	3,96 7,60	3,92 7,52	3,87 7,40	3,84 7,31	3,81 7,23	3,77 7,14	3,75 7,09	3,73 7,02	3,71 6,99	3,69 6,93	3,68 6,90	3,67 6,88
7	3,53 6,36	3,49 6,28	3,44 6,16	3,41 6,07	3,38 5,99	3,34 5,91	3,32 5,86	3,29 5,79	3,27 5,75	3,25 5,70	3,24 5,67	3,23 5,65
8	3,24 5,56	3,20 5,48	3,15 5,36	3,12 5,28	3,08 5,20	3,04 5,12	3,02 5,07	2,99 5,00	2,97 4,96	2,95 4,91	2,94 4,88	2,93 4,86
9	3,03 5,01	2,99 4,92	2,94 4,81	2,90 4,73	2,86 4,65	2,83 4,57	2,80 4,52	2,77 4,45	2,76 4,41	2,73 4,36	2,72 4,33	2,71 4,31
10	2,86 4,60	2,83 4,52	2,77 4,41	2,74 4,33	2,70 4,25	2,66 4,17	2,64 4,12	2,60 4,05	2,59 4,01	2,56 3,96	2,55 3,93	2,54 3,91

df ₁ \ df ₂	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
11	2,74 4,29	2,70 4,21	2,65 4,10	2,61 4,02	2,57 3,94	2,53 3,86	2,51 3,81	2,47 3,74	2,46 3,71	2,43 3,66	2,42 3,62	2,41 3,60
12	2,64 4,05	2,60 3,97	2,54 3,86	2,51 3,78	2,47 3,70	2,43 3,62	2,40 3,57	2,37 3,50	2,35 3,47	2,32 3,41	2,31 3,38	2,30 3,36
13	2,55 3,86	2,51 3,78	2,46 3,66	2,42 3,59	2,38 3,51	2,34 3,43	2,31 3,38	2,28 3,31	2,26 3,27	2,23 3,22	2,22 3,19	2,21 3,17
14	2,48 3,70	2,44 3,62	2,39 3,51	2,35 3,43	2,31 3,35	2,27 3,27	2,24 3,22	2,21 3,15	2,19 3,11	2,16 3,06	2,14 3,03	2,13 3,01
15	2,42 3,56	2,38 3,49	2,33 3,37	2,29 3,29	2,25 3,21	2,20 3,13	2,18 3,08	2,14 3,01	2,12 2,98	2,10 2,92	2,08 2,89	2,07 2,87
16	2,37 3,45	2,33 3,37	2,28 3,26	2,24 3,18	2,19 3,10	2,15 3,02	2,12 2,97	2,09 2,90	2,07 2,86	2,04 2,81	2,02 2,78	2,01 2,76
17	2,33 3,35	2,29 3,27	2,23 3,16	2,19 3,08	2,15 3,00	2,10 2,92	2,08 2,87	2,04 2,80	2,02 2,76	1,99 2,71	1,97 2,68	1,96 2,66
18	2,29 3,27	2,25 3,19	2,19 3,08	2,15 3,00	2,11 2,92	2,06 2,84	2,04 2,78	2,00 2,71	1,98 2,68	1,95 2,62	1,93 2,59	1,92 2,57
19	2,26 3,19	2,21 3,12	2,16 3,00	2,11 2,92	2,07 2,84	2,03 2,76	2,00 2,71	1,96 2,64	1,94 2,60	1,91 2,55	1,89 2,51	1,88 2,49
20	2,22 3,13	2,18 3,05	2,12 2,94	2,08 2,86	2,04 2,78	1,99 2,69	1,97 2,64	1,93 2,57	1,91 2,54	1,88 2,48	1,86 2,44	1,84 2,42

df ₂ \ df ₁	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
21	2,20 3,07	2,16 2,99	2,10 2,88	2,05 2,80	2,01 2,72	1,96 2,64	1,94 2,58	1,90 2,51	1,88 2,48	1,84 2,42	1,83 2,38	1,81 2,36
22	2,17 3,02	2,13 2,94	2,07 2,83	2,03 2,75	1,98 2,67	1,94 2,58	1,91 2,53	1,87 2,46	1,85 2,42	1,82 2,36	1,80 2,33	1,78 2,31
23	2,15 2,97	2,11 2,89	2,05 2,78	2,01 2,70	1,96 2,62	1,91 2,54	1,88 2,48	1,84 2,41	1,82 2,37	1,79 2,32	1,77 2,28	1,76 2,26
24	2,13 2,93	2,09 2,85	2,03 2,74	1,98 2,66	1,94 2,58	1,89 2,49	1,86 2,44	1,82 2,37	1,80 2,33	1,77 2,27	1,75 2,24	1,73 2,21
25	2,11 2,89	2,07 2,81	2,01 2,70	1,96 2,62	1,92 2,54	1,87 2,45	1,84 2,40	1,80 2,33	1,78 2,29	1,75 2,23	1,73 2,19	1,71 2,17
26	2,09 2,86	2,05 2,78	1,99 2,66	1,95 2,58	1,90 2,50	1,85 2,42	1,82 2,36	1,78 2,29	1,76 2,25	1,73 2,19	1,71 2,16	1,69 2,13
27	2,08 2,82	2,04 2,75	1,97 2,63	1,93 2,55	1,88 2,47	1,84 2,38	1,81 2,33	1,76 2,26	1,74 2,22	1,71 2,16	1,69 2,12	1,67 2,10
28	2,06 2,79	2,02 2,72	1,96 2,60	1,91 2,52	1,87 2,44	1,82 2,35	1,79 2,30	1,75 2,23	1,73 2,19	1,69 2,13	1,67 2,09	1,66 2,07
29	2,05 2,77	2,01 2,69	1,94 2,57	1,90 2,49	1,85 2,41	1,81 2,33	1,77 2,27	1,73 2,20	1,71 2,16	1,67 2,10	1,65 2,06	1,64 2,04
30	2,04 2,74	1,99 2,66	1,93 2,55	1,89 2,47	1,84 2,39	1,79 2,30	1,76 2,25	1,72 2,17	1,70 2,13	1,66 2,07	1,64 2,03	1,62 2,01

df ₂ \ df ₁	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
32	2,01 2,70	1,97 2,62	1,91 2,50	1,86 2,42	1,82 2,34	1,77 2,25	1,74 2,20	1,69 2,12	1,67 2,08	1,63 2,02	1,61 1,98	1,60 1,96
34	1,99 2,66	1,95 2,58	1,89 2,46	1,84 2,38	1,80 2,30	1,75 2,21	1,71 2,16	1,67 2,08	1,65 2,04	1,61 1,98	1,59 1,94	1,57 1,91
36	1,98 2,62	1,93 2,54	1,87 2,43	1,82 2,35	1,78 2,26	1,73 2,18	1,69 2,12	1,65 2,04	1,62 2,00	1,59 1,94	1,56 1,90	1,55 1,87
38	1,96 2,59	1,92 2,51	1,85 2,40	1,81 2,32	1,76 2,23	1,71 2,14	1,68 2,09	1,63 2,01	1,61 1,97	1,57 1,90	1,54 1,86	1,53 1,84
40	1,95 2,56	1,90 2,48	1,84 2,37	1,79 2,29	1,74 2,20	1,69 2,11	1,66 2,06	1,61 1,98	1,59 1,94	1,55 1,87	1,53 1,83	1,51 1,81
42	1,94 2,54	1,89 2,46	1,83 2,34	1,78 2,26	1,73 2,18	1,68 2,09	1,65 2,03	1,60 1,95	1,57 1,91	1,53 1,85	1,51 1,80	1,49 1,78
44	1,92 2,52	1,88 2,44	1,81 2,32	1,77 2,24	1,72 2,15	1,67 2,07	1,63 2,01	1,59 1,93	1,56 1,89	1,52 1,82	1,49 1,78	1,48 1,75
46	1,91 2,50	1,87 2,42	1,80 2,30	1,76 2,22	1,71 2,13	1,65 2,04	1,62 1,99	1,57 1,91	1,55 1,86	1,51 1,80	1,48 1,76	1,46 1,73
48	1,90 2,48	1,86 2,40	1,79 2,28	1,75 2,20	1,70 2,12	1,64 2,02	1,61 1,97	1,56 1,89	1,54 1,84	1,49 1,78	1,47 1,73	1,45 1,71
50	1,89 2,46	1,85 2,38	1,78 2,27	1,74 2,18	1,69 2,10	1,63 2,01	1,60 1,95	1,55 1,87	1,52 1,82	1,48 1,76	1,46 1,71	1,44 1,69

df1 \ df2	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
55	1,88 2,42	1,83 2,34	1,76 2,23	1,72 2,15	1,67 2,06	1,61 1,97	1,58 1,91	1,53 1,83	1,50 1,78	1,46 1,71	1,43 1,67	1,41 1,64
60	1,86 2,39	1,82 2,31	1,75 2,20	1,70 2,12	1,65 2,03	1,59 1,94	1,56 1,88	1,51 1,79	1,48 1,75	1,44 1,68	1,41 1,63	1,39 1,60
65	1,85 2,37	1,80 2,29	1,73 2,17	1,69 2,09	1,63 2,00	1,58 1,91	1,54 1,85	1,49 1,77	1,46 1,72	1,42 1,65	1,39 1,60	1,37 1,57
70	1,84 2,35	1,79 2,27	1,72 2,15	1,67 2,07	1,62 1,98	1,57 1,89	1,53 1,83	1,48 1,74	1,45 1,70	1,40 1,62	1,37 1,57	1,36 1,54
75	1,83 2,33	1,78 2,25	1,71 2,13	1,66 2,05	1,61 1,96	1,55 1,87	1,52 1,81	1,47 1,72	1,44 1,67	1,39 1,60	1,36 1,55	1,34 1,52
80	1,82 2,31	1,77 2,23	1,70 2,12	1,65 2,03	1,60 1,94	1,54 1,85	1,51 1,79	1,45 1,70	1,43 1,65	1,38 1,58	1,35 1,53	1,33 1,50
85	1,81 2,30	1,76 2,22	1,70 2,10	1,65 2,02	1,59 1,93	1,54 1,83	1,50 1,77	1,45 1,69	1,42 1,64	1,37 1,56	1,34 1,51	1,32 1,48
90	1,80 2,29	1,76 2,21	1,69 2,09	1,64 2,00	1,59 1,92	1,53 1,82	1,49 1,76	1,44 1,67	1,41 1,62	1,36 1,55	1,33 1,49	1,30 1,46
95	1,80 2,28	1,75 2,20	1,68 2,08	1,63 1,99	1,58 1,90	1,52 1,81	1,48 1,75	1,43 1,66	1,40 1,61	1,35 1,53	1,32 1,48	1,29 1,45
100	1,79 2,27	1,75 2,19	1,68 2,07	1,63 1,98	1,57 1,89	1,52 1,80	1,48 1,74	1,42 1,65	1,39 1,60	1,34 1,52	1,31 1,47	1,29 1,43

$\frac{df_1}{df_2}$	14	16	20	24	30	40	50	75	100	200	500	∞
125	1,77 2,23	1,73 2,15	1,66 2,03	1,60 1,94	1,55 1,85	1,49 1,76	1,45 1,69	1,40 1,60	1,36 1,55	1,31 1,47	1,27 1,41	1,25 1,38
150	1,76 2,20	1,71 2,12	1,64 2,00	1,59 1,92	1,54 1,83	1,48 1,73	1,44 1,66	1,38 1,57	1,34 1,52	1,29 1,43	1,25 1,38	1,23 1,34
200	1,74 2,17	1,69 2,09	1,62 1,97	1,57 1,89	1,52 1,79	1,46 1,69	1,41 1,63	1,35 1,53	1,32 1,48	1,26 1,39	1,22 1,33	1,19 1,28
400	1,72 2,13	1,67 2,05	1,60 1,92	1,54 1,84	1,49 1,75	1,42 1,64	1,38 1,58	1,32 1,48	1,28 1,42	1,22 1,32	1,17 1,25	1,13 1,19
1000	1,70 2,10	1,65 2,02	1,58 1,90	1,53 1,81	1,47 1,72	1,41 1,61	1,36 1,54	1,30 1,44	1,26 1,38	1,19 1,28	1,13 1,19	1,09 1,12
∞	1,69 2,09	1,65 2,00	1,57 1,88	1,52 1,79	1,46 1,70	1,40 1,60	1,35 1,53	1,29 1,42	1,25 1,36	1,17 1,25	1,11 1,16	1,05 1,07

5. Phương pháp theo dõi, thu thập các chỉ tiêu đánh giá cây trồng

Để đánh giá hiệu lực khi sử dụng một loại phân bón nào đó, tùy theo mục đích, yêu cầu cụ thể của từng loại phân bón cho từng đối tượng cây trồng cụ thể mà chúng ta có thể sử dụng các phương pháp theo dõi, thu thập số liệu dựa vào các tiêu chuẩn, quy chuẩn đã được ban hành. Các cây trồng khác nhau sẽ sử dụng phương pháp theo dõi khác nhau. Trong tài liệu này, xin giới thiệu các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá đối với một số nhóm cây trồng trong sản xuất nông lâm nghiệp.

5.1. Phương pháp theo dõi, thu thập các chỉ tiêu đánh giá cây hàng năm

5.1.1. Nhóm cây lương thực

5.1.1.1. Lúa

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống lúa, thí nghiệm được bố trí 3 lần nhắc lại, diện tích một lần nhắc lại là 10 m² (2 m x 5 m). Cần phải theo dõi 29 chỉ tiêu như sau:

Bảng 1. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

Chỉ tiêu	Giai đoạn*	Đơn vị tính hoặc điểm	Mức độ biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1. Sức sống của mạ	2	1 5 9	<i>Khỏe:</i> Cây sinh trưởng tốt, lá xanh, nhiều cây có hơn 1 dảnh <i>Trung bình:</i> Cây sinh trưởng trung bình, hầu hết có 1 dảnh <i>Yếu:</i> Cây mảnh yếu hoặc còi cọc, lá vàng	Quan sát quần thể mạ trước khi nhổ cây
2. Độ dài giai đoạn trổ	6	1 5 9	<i>Tập trung:</i> Không quá 3 ngày <i>Trung bình:</i> 4-7 ngày <i>Dài:</i> Hơn 7 ngày	Quan sát toàn bộ ô thí nghiệm. Cây lúa trổ khi bông thoát khỏi bẹ lá đồng từ 5 cm trở lên
3. Độ thuần đồng ruộng	6-9	1 3 5	<i>Cao:</i> Cây khác dạng <0,3% (lúa lai < 2%) <i>Trung bình:</i> Cây khác dạng ≥0,3 - 0,5% (lúa lai ≥2- 4%) <i>Thấp:</i> Cây khác dạng >0,5% (lúa lai >4%)	Đếm và tính tỷ lệ cây khác dạng trên mỗi ô
4. Độ thoát cỏ bông	7-9	1 5 9	Thoát hoàn toàn Thoát vừa đúng cỏ bông Thoát một phần	Quan sát toàn bộ các cây trên ô.
5. Độ cứng cây	8-9	1 5 9	<i>Cứng:</i> Cây không bị đổ <i>Trung bình:</i> Hầu hết cây bị nghiêng <i>Yếu:</i> Hầu hết cây bị đổ rạp	Quan sát tư thế của cây trước khi thu hoạch
6. Độ tàn lá	9	1 5 9	<i>Muôn:</i> Lá giữ màu xanh tự nhiên <i>Trung bình:</i> Các lá trên biến vàng <i>Sớm:</i> Tất cả lá biến vàng hoặc chết	Quan sát sự chuyển màu của lá
7. Thời gian	9	ngày		Tính số ngày từ khi

sinh trưởng				gieo đến khi khoảng 85 đến 90% số hạt trên bông chín
8. Chiều cao cây	9	cm		Đo từ mặt đất đến đỉnh bông cao nhất (không kể râu hạt). Số cây mẫu: 10
9. Độ rụng hạt	9	1 5 9	<i>Khó rụng</i> : <10% số hạt rụng <i>Trung bình</i> : 10-50% số hạt rụng <i>Dễ rụng</i> : >50% số hạt rụng	Giữ chặt cổ bông và vuốt dọc bông, tính tỷ lệ (%) hạt rụng. Số bông mẫu: 5
10. Số bông hữu hiệu	9	bông		Đếm số bông có ít nhất 10 hạt chắc của một cây. Số cây mẫu: 5
11. Số hạt trên bông	9	hạt		Đếm tổng số hạt có trên bông. Số cây mẫu: 5
12. Tỷ lệ lép	9	%		Tính tỷ lệ (%) hạt lép trên bông. Số cây mẫu: 5
13. Khối lượng 1000 hạt	9	gam		Cân 8 mẫu 100 hạt ở độ ẩm 14%, đơn vị tính gam, lấy một chữ số sau dấu phẩy
14. Năng suất hạt	9	tạ/ha		Cân khối lượng hạt trên mỗi ô ở độ ẩm hạt 14%, đơn vị tính kg/ô, lấy hai chữ số sau dấu phẩy
15. Bệnh đạo ôn hại lá <i>Pyricularia oryzae</i>	2-3	0 1 2 3 4 5 6 7	Không có vết bệnh Vết bệnh màu nâu hình kim châm ở giữa, chưa xuất hiện vùng sản sinh bào tử Vết bệnh nhỏ, tròn hoặc hơi dài, đường kính 1-2 mm, có viền nâu rõ rệt, hầu hết lá dưới có vết bệnh Dạng vết bệnh như điểm ở 2, nhưng vết bệnh xuất hiện nhiều ở các lá trên Vết bệnh điển hình cho các giống nhiễm, dài 3 mm hoặc hơi dài, diện tích vết bệnh trên lá <4% diện tích lá Vết bệnh điển hình: 4-10% diện tích lá Vết bệnh điển hình: 11-25% diện tích lá Vết bệnh điển hình: 26-50% diện	Quan sát vết bệnh gây hại trên lá

		8	tích lá Vết bệnh điển hình: 51-75% diện tích lá	
		9	Hơn 75% diện tích vết bệnh trên lá	
16. Bệnh đạo ôn cổ bông <i>Pyricularia oryzae</i>	8	0	Không có vết bệnh	Quan sát vết bệnh gây hại xung quanh cổ bông
		1	Vết bệnh có trên vài cuống bông hoặc trên gié cấp 2	
		3	Vết bệnh có trên vài gié cấp 1 hoặc phần giữa của trục bông	
		5	Vết bệnh bao quanh một phần gốc bông hoặc phần thân rạ phía dưới trục bông	
		7	Vết bệnh bao quanh toàn cổ bông hoặc phần trục gần cổ bông, có hơn 30% hạt chắc	
		9	Vết bệnh bao quanh hoàn toàn cổ bông hoặc phần thân rạ cao nhất, hoặc phần trục gần gốc bông, số hạt chắc ít hơn 30%	
17. Bệnh bạc lá <i>Xanthomonas oryzae pv. oryzae</i>	5-8	1	1-5% diện tích vết bệnh trên lá	Quan sát diện tích vết bệnh trên lá
		3	6 -12%	
		5	13 -25	
		7	26 -50%	
		9	51-100%	
18. Bệnh khô vằn <i>Rhizoctonia solani</i>	7-8	0	Không có triệu chứng	Quan sát độ cao tương đối của vết bệnh trên lá hoặc bẹ lá (biểu thị bằng % so với chiều cao cây)
		1	Vết bệnh thấp hơn 20% chiều cao cây	
		3	Vết bệnh 20-30% chiều cao cây	
		5	Vết bệnh 31-45% chiều cao cây	
		7	Vết bệnh 46-65% chiều cao cây	
		9	Vết bệnh > 65% chiều cao cây	
19. Bệnh đốm nâu <i>Bipolaris oryzae, Drechslera oryzae</i>	2 và 5-9	0	Không có vết bệnh	Quan sát diện tích vết bệnh trên lá
		1	<4% diện tích vết bệnh trên lá	
		3	4-10% diện tích vết bệnh trên lá	
		5	11-25% diện tích vết bệnh trên lá	
		7	26-75% diện tích vết bệnh trên lá	
		9	>76% diện tích vết bệnh trên lá	
20. Sâu đục thân	3-5 và 8-9	0	Không bị hại	Quan sát số danh chết hoặc bông bạc
		1	1-10% số danh chết hoặc bông bạc	
		3	11-20% số danh chết hoặc bông bạc	
		5	21-30% số danh chết hoặc bông bạc	
		7	31-50% số danh chết hoặc bông bạc	
		9	>51% số danh chết hoặc bông bạc	
21. Sâu cuốn lá <i>Cnaphalocrosis</i>	3-9	0	Không bị hại	Quan sát lá, cây bị hại. Tính tỷ lệ cây bị sâu ăn phần xanh của lá hoặc lá bị cuốn thành ống
		1	1-10% cây bị hại	
		3	11-20% cây bị hại	
		5	21-35% cây bị hại	
		7	36-51% cây bị hại	
		9	>51% cây bị hại	
22. Rầy nâu <i>Ninaparvata lugens</i>	3-9	0	Không bị hại	Quan sát lá, cây bị hại gây héo và chết
		1	Hơi biến vàng trên một số cây	
		3	Lá biến vàng bộ phận chưa bị	

		5	“cháy rầy” Lá bị vàng rõ, cây lùn và héo, ít hơn một nửa số cây bị cháy rầy, cây còn lại lùn nặng	
		7	Hơn một nửa số cây bị héo hoặc cháy rầy, số cây còn lại lùn nặng	
		9	Tất cả cây bị chết	
23. Khả năng chịu hạn	2-7	0	Lá bình thường	Quan sát độ cuộn lá sau thời gian bị hạn ít nhất 1 tuần
		1	Lá bắt đầu cuộn (hình chữ V nông)	
		3	Lá cuộn lại (hình chữ V sâu)	
		5	Lá cuộn hoàn toàn (hình chữ U)	
		7	Mép lá chạm nhau (hình chữ O)	
		9	Lá cuộn chặt lại	
24. Khả năng chịu ngập	2-5	%		Tính tỷ lệ (%) cây sống sau khi bị ngập nước
25. Khả năng chịu lạnh	2	1	Mạ màu xanh đậm	Quan sát sự thay đổi màu sắc lá và sự sinh trưởng khi nhiệt độ xuống dưới 15 °C
		3	Mạ màu xanh nhạt	
	5	Mạ màu vàng		
	7	Mạ màu nâu		
	9	Mạ chết		
	4-9	1	Cây xanh bình thường, sinh trưởng và trổ bình thường	
		3	Cây hơi bị còi, sinh trưởng bị chậm lại	
		5	Cây còi, lá biến vàng, sinh trưởng chậm	
		7	Cây còi cọc nặng, lá vàng, sinh trưởng chậm, trổ không thoát,	
		9	Cây còi cọc nặng, lá màu nâu, sinh trưởng chậm, không trổ	
26. Khả năng chịu nóng	7-9	1	> 80%	Tính tỷ lệ (%) hạt chắc trên bông sau khi gặt nóng. Số cây mẫu: 5
	3	61-80%		
	5	41-60%		
	7	11-40%		
	9	< 11%		
27. Khả năng chịu kiềm, mặn	3-4	1	Sinh trưởng, đẻ nhánh gần như bình thường	Quan sát sự sinh trưởng và đẻ nhánh của cây khi gieo cây trong điều kiện kiềm hoặc mặn
	3	Sinh trưởng gần như bình thường, song đẻ nhánh bị hạn chế, một số lá bị biến màu hoặc cuộn lại		
	5	Sinh trưởng giảm, hầu hết lá bị biến màu hoặc cuộn lại, chỉ rất ít lá vươn dài		
	7	Sinh trưởng hoàn toàn bị kiềm chế, hầu hết lá bị khô, một số cây bị khô		
28. Chất lượng thóc gạo	9			Đánh giá các chỉ tiêu về tỷ lệ xay xát, tỷ lệ gạo nguyên, kích thước hạt gạo, tỷ lệ trắng trong, độ bạc bụng, hàm

				lượng amylose, độ bền gel, nhiệt độ hoá hồ theo tiêu chuẩn hiện hành
29. Chất lượng cơm	9			Đánh giá bằng cảm quan các chỉ tiêu mùi thơm, độ trắng, độ bóng, độ mềm, độ dính và độ ngon theo tiêu chuẩn hiện hành

*Chú thích: **

Các chỉ tiêu được theo dõi, đánh giá vào những giai đoạn sinh trưởng thích hợp của cây lúa. Các giai đoạn sinh trưởng của cây lúa được biểu thị bằng số như sau:

Mã số	Giai đoạn	Mã số	Giai đoạn
1	Nảy mầm	6	Trở bông
2	Mạ	7	Chín sữa
3	Đẻ nhánh	8	Vào chắc
4	Vươn lóng	9	Chín
5	Làm đòng		

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Ngày gieo; thời gian trở bông; thời gian sinh trưởng
- Các yếu tố cấu thành năng suất (cao cây, số bông hữu hiệu/khóm, dài bông, số hạt chắc/bông, khối lượng P1.000 hạt).
- Một số chỉ tiêu chất lượng
- Một số sâu bệnh hại chính (đạo ôn, bạc lá, khô vằn, rầy nâu, sâu cuốn lá, sâu đục thân, ...).

5.1.1.2. Cây ngô

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống ngô, thí nghiệm được bố trí 3 lần nhắc lại, diện tích một lần nhắc lại là 14 m² (2,8 m x 5 m). Cần phải theo dõi 23 chỉ tiêu như sau:

Bảng 2. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp giá

TT	Chỉ tiêu	Giai đoạn	Đơn vị tính hoặc điểm	Mức độ biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1	Ngày gieo		Ngày	Ngày bắt đầu gieo hạt	
2	Ngày mọc	Cây mọc	Ngày	Ngày có trên 50% số cây có bao lá mầm lên khỏi mặt đất (mũi chông)	Quan sát toàn bộ cây/ô
3	Ngày trở cờ	Trở cờ-tung phấn	Ngày	Ngày có trên 50% số cây có hoa nở ở 1/3 trục chính	Quan sát và đếm 10 cây ở 2 hàng giữa của mỗi ô
4	Ngày phun râu	Trở cờ-		Ngày có trên 50% số	Quan sát và đếm 10 cây

		phun râu	Ngày	cây có râu nhú dài từ 2 đến 3cm	ở 2 hàng giữa của mỗi ô
5	Ngày chín	Bấp chín	Ngày	Ngày có trên 75% cây có lá bị khô hoặc chân hạt có chấm đen	Quan sát và đếm 10 cây ở 2 hàng giữa của mỗi ô
6	Chiều cao cây	Bấp chín sũa	Cm		Đo từ gốc sát mặt đất đến đốt phân nhánh cò đầu tiên của 10 cây ở 2 hàng giữa của mỗi ô
7	Chiều cao đóng bắp	Bấp chín sũa	Cm		Đo từ gốc sát mặt đất đến đốt đóng bắp trên cùng (bấp thứ nhất) của 10 cây ở 2 hàng giữa của mỗi ô
8	Trạng thái cây	Bấp bắt đầu chín sấp	1 2 3 4 5	Tốt Khá Trung bình Kém Rất kém	Quan sát đánh giá khả năng sinh trưởng phát triển, độ đồng đều về chiều cao cây, chiều cao đóng bắp, kích thước bắp, sâu bệnh, chống đổ của 10 cây ở 2 hàng giữa của mỗi ô
9	Độ che kín bắp	Bấp chín sấp	1 2 3 4 5	Rất kín: Lá bị kín đầu bắp và vượt khỏi bắp Kín: Lá bị bao kín đầu bắp Hơi hở: Lá bị bao không chặt đầu bắp Hở: Lá bị không che kín bắp để hở đầu bắp Rất hở: Bao bắp rất kém đầu bắp hở nhiều	Quan sát và đánh giá 10 bắp của cây trên 2 hàng giữa của mỗi ô
10	Số bắp/cây	Thu hoạch	Bắp		Đếm tổng số bắp hữu hiệu /tổng số cây hữu hiệu của ô.
11	Chiều dài bắp	Thu hoạch	Cm		Đo từ đáy bắp đến mút bắp của 30 cây mẫu lúc thu hoạch. Chỉ đo bắp thứ nhất của 30 cây mẫu.
12	Đường kính bắp	Thu hoạch	Cm		Đo ở giữa bắp của 30 cây mẫu. Chỉ đo bắp thứ nhất của cây mẫu. Đo phần giữa bắp.
13	Số hàng hạt/bắp	Thu hoạch	Hàng		Đếm số hàng hạt ở giữa bắp. Chỉ đếm bắp thứ nhất của cây mẫu. Hàng hạt được tính khi có >5 hạt.
14	Số hạt/hàng	Thu hoạch	Hạt		Đếm số hạt của hàng có chiều dài trung bình của bắp của 30 cây mẫu. Chỉ

					đếm bắp thứ nhất của cây mẫu.
15	Tỉ lệ khối lượng hạt/khối lượng bắp tươi không có lá bi	Sau thu hoạch	%		Thu bắp, tách hạt, phơi hoặc sấy
16	Dạng hạt	Thu hoạch	1 2 3 4	Đá Bán đá Bán răng ngựa Răng ngựa	Quan sát 30 cây mẫu khi vừa bóc lá bi ra.
17	Màu sắc hạt	Thu hoạch	1 2 3 4 5 6 7	Trắng trong Trắng đục Vàng nhạt Vàng Vàng cam Đỏ Tím	Quan sát 30 cây mẫu khi vừa bóc lá bi ra.
18	Khối lượng 1000 hạt	Sau thu hoạch	Gam		Thực hiện theo phương pháp kiểm nghiệm hiện hành
19	Năng suất hạt khô	Thu hoạch	Tạ/ha		<p>- Thu và đánh dấu các bắp thứ 2 để theo dõi các chỉ tiêu 11, 12, 13, 14, 15 và 16. Cân khối lượng bắp tươi của 10 cây mẫu.</p> <p>- Thu và cân toàn bộ số bắp còn lại ở 2 hàng giữa (thứ 2 và thứ 3) của mỗi ô, sau đó cộng thêm khối lượng bắp tươi của 10 cây mẫu ở trên để tính khối lượng bắp tươi/ô.</p> <p>+ Tính năng suất: Gộp chung và cân khối lượng bắp tươi của 3 lần nhắc (30 cây) vào 1 túi, tách hạt và phơi khô đến độ ẩm 14%. Cân khối lượng hạt khô của 30 cây mẫu và tính năng suất hạt khô theo công thức:</p> $NS = \frac{P_1 \cdot P_2}{S_0 \cdot P_3} \times 10^2 m^2$ <p>P₁: Khối lượng bắp tươi của hàng thứ 2 và hàng thứ 3 ở mỗi ô. S₀: Diện tích hàng ngô thứ 2 và hàng thứ 3 thu hoạch (7 m²). P₂: Khối lượng hạt khô</p>

					<p>của 30 cây mẫu ở độ ẩm 14%.</p> <p>P₃: Khối lượng bắp tươi của 30 cây mẫu.</p> <p>+ Tính năng suất theo phương pháp tính nhanh (tạ/ha):</p> $NS = \frac{P_1 - P_2}{S_0 - P_3} \times (100 - A_0) \times 10^2 m^2$ <p>P₁: Khối lượng bắp tươi của hàng thứ 2 và hàng thứ 3 của mỗi ô.</p> <p>A₀: ẩm độ hạt khi cân khối lượng hạt mẫu.</p> <p>S₀: Diện tích hàng ngô thứ 2 và hàng thứ 3 thu hoạch (6 m²).</p> <p>P₂: Khối lượng hạt của mẫu (cân lúc đo độ ẩm hạt "A₀").</p> <p>P₃: Khối lượng bắp tươi của mẫu.</p> <p>$\frac{P_1 - P_2}{S_0 - P_3}$ = Hệ số qui đổi NS ở (100-14) độ ẩm 14%</p>
20	Năng suất bắp tươi ngô nếp, ngô ngọt	Chín sữa	tạ/ha		Thực hiện như ở mục 19
21	Mức độ nhiễm sâu bệnh hại				
21.1	Sâu đục thân <i>Chilo partellus</i>	Chín sáp	1 2 3 4 5	< 5% số cây bị sâu 5-<15% số cây bị sâu 15-<25% số cây bị sâu 25-<35% số cây bị sâu 35-<50% số cây bị sâu	Đánh giá toàn bộ số cây ở 2 hàng giữa của ô trên 3 lần lặp lại
21.1	Sâu đục thân <i>Chilo partellus</i>	Chín sáp	1 2 3 4 5	< 5% số cây bị sâu 5-<15% số cây bị sâu 15-<25% số cây bị sâu 25-<35% số cây bị sâu 35-<50% số cây bị sâu	Đánh giá toàn bộ số cây ở 2 hàng giữa của ô trên 3 lần lặp lại
21.2	Sâu đục bắp <i>Heliothis zea</i> và <i>H. armigera</i>	Chín sáp	1 2 3 4 5	< 5% số bắp bị sâu 5-<15% số bắp bị sâu 15-<25% số bắp bị sâu 25-<35% số bắp bị sâu 35-<50% số bắp bị sâu	Đánh giá toàn bộ số cây ở 2 hàng giữa của ô trên 3 lần lặp lại.
21.3	Rệp cò <i>Rhopalosiphum maidis</i>	Chín sữa và chín sáp	1 2 3 4	Không có rệp Rất nhẹ: có từ một đến một quần tụ rệp trên lá, cò Nhẹ: xuất hiện một vài quần tụ rệp trên lá, cò Trung bình: số lượng rệp	Đánh giá toàn bộ số cây ở 2 hàng giữa của ô trên 3 lần lặp lại.

			5	lớn, không thể nhận ra các quân tụ rệp Nặng: số lượng rệp lớn, đông đặc, lá và cờ kín rệp	
21.4	Bệnh khảm biến vàng lá do virus	Chín sữa và chín sáp	0 1 2 3 4 5	Không bị bệnh. Rất nhẹ (1-10%). Nhiễm nhẹ (11-25%). Nhiễm vừa (26- 50%). Nhiễm nặng (51-75%). Nhiễm rất nặng >75%.	Tính tỷ lệ diện tích lá bị bệnh Đánh giá toàn bộ số cây ở 2 hàng giữa của ô trên 3 lần lặp lại.
21.5	Bệnh đốm lá lớn <i>Helminthoprium turcicum</i>	Chín sữa và chín sáp	0 1 2 3 4 5	Không bị bệnh. Rất nhẹ (1-10%). Nhiễm nhẹ (11-25%). Nhiễm vừa (26- 50%). Nhiễm nặng (51-75%). Nhiễm rất nặng >75%.	Tính tỷ lệ diện tích lá bị bệnh. Đánh giá toàn bộ số cây ở 2 hàng giữa của ô trên 3 lần lặp lại.
21.6	Bệnh đốm lá nhỏ <i>Helminthoprium maydis</i>	Chín sữa và chín sáp	0 1 2 3 4 5	Không bị bệnh. Rất nhẹ (1-10%). Nhiễm nhẹ (11-25%). Nhiễm vừa (26- 50%). Nhiễm nặng (51-75%). Nhiễm rất nặng >75%.	Tính tỷ lệ diện tích lá bị bệnh Đánh giá toàn bộ số cây ở 2 hàng giữa của ô trên 3 lần lặp lại
21.7	Bệnh khô vằn <i>Rhizoctonia solani f. sp. sasakii</i>	Chín sáp	%		Tỷ lệ cây bị bệnh (%) = (Số cây bị bệnh/tổng số cây điều tra) x 100 Đánh giá toàn bộ số cây ở 2 hàng giữa của ô ở 3 lần lặp lại
21.8	Bệnh thối khô thân cây <i>Fusarium spp.</i>	Chín sáp	%		Tỷ lệ cây bị bệnh (%) = (Số cây bị bệnh/tổng số cây trên ô) x 100 Đánh giá toàn bộ số cây ở 2 hàng giữa của ô trên 3 lần lặp lại
21.9	Bệnh thối đen hạt do <i>Diplodia sp.</i> và <i>Gibberella spp.</i>	Chín sáp	1 2 3 4 5	Không có hạt bị bệnh 1-10 % hạt bị bệnh 11-20 % hạt bị bệnh 21-40 % hạt bị bệnh > 40 % hạt bị bệnh	Đánh giá toàn bộ số cây ở 2 hàng giữa của ô ở 3 lần lặp lại
22	Khả năng chống chịu điều kiện bất thuận	Chín sáp hoặc sau gặp điều kiện bất thuận			Quan sát và đánh giá toàn bộ cây ở 2 hàng giữa trên ô
22.1	Chống đổ				
1	Đổ rẽ	Chín sáp	%		Đếm các cây bị nghiêng một góc bằng hoặc lớn hơn 30 độ so với chiều thẳng đứng của cây
2	Đổ gãy thân	Sau các		Tốt: <5 % cây gãy	Đếm các cây bị gãy ở

		đợt gió to, hạn, rét.	1 2 3 4 5	Khá: 5-15% cây gãy TB: 15-30% cây gãy Kém: 30-50% cây gãy Rất kém: >50% cây gãy	đoạn thân phía dưới bấp khi thu hoạch.
22.2	Chịu hạn				
1	Đánh giá dựa vào trạng thái lá ngô	Ngô 8-9 lá và trước trở 10 ngày	1 2 3 4 5	Tốt: Lá không héo Khá: Mép lá mới cuộn TB: Mép lá hình chữ V Kém: Mép lá cuộn vào trong Rất kém: Lá cuộn tròn	Quan sát lá ngô trong điều kiện có hạn
2	Đánh giá dựa vào khả năng kết hạt của các giống	Thu hoạch	1 2 3 4 5	Tốt: kết hạt kín bấp Khá: kết hạt 70-80% bấp TB: kết hạt 50-60% bấp Kém: kết hạt 30-40% bấp Rất kém: kết hạt 10-20% bấp	Quan sát khả năng kết hạt ngô vào lúc thu hoạch
22.3	Chịu rét	Thu hoạch	1 2 3 4 5	Tốt: kết hạt kín toàn bộ bấp Khá: kết hạt 70-80% bấp TB: kết hạt 50-60% bấp Kém: kết hạt 30-40% bấp Rất kém: kết hạt 10-20% bấp.	Quan sát sự kết hạt của các bấp ngô
23	Chất lượng thử nếm đối với ngô nếp, ngô ngọt	Chín sữa (Sau phun râu 18-20 ngày)			Luộc bấp ngô tươi, lấy 10 bấp ở hàng thứ 1 hoặc thứ 4, luộc chín, nếm và cho điểm
23.1	Độ dẻo		1 2 3 4 5	Rất dẻo Dẻo trung bình Hơi dẻo Ít dẻo Không dẻo	
23.2	Hương thơm		1 2 3 4 5	Rất thơm Thơm Thơm trung bình Hơi thơm Không có mùi thơm	
23.3	Vị đậm		1 2 3 4 5	Vị đậm tốt Vị đậm khá Vị đậm trung bình Vị hơi nhạt Vị nhạt	
23.4	Độ ngọt		1 2 3	Rất ngọt Ngọt Ngọt vừa	

			4	Ít ngọt	
			5	Không ngọt	
23.5	Màu sắc hạt bắp luộc		1	Màu trắng	
			2	Trắng trong	
			3	Trắng đục	
			4	Màu vàng	
			5	Màu tím	
			6	Màu không đồng nhất	

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Ngày gieo; thời gian trỗ cờ; thời gian phun râu; thời gian sinh trưởng
- Chiều cao cây; chiều cao đóng bắp; số bắp/cây; chiều dài bắp; đường kính bắp; số hàng hạt/bắp; số hạt/hàng
- Khối lượng 1.000 hạt; năng suất thực thu
- Một số chỉ tiêu chất lượng đối với ngô nếp, ngô ngọt
- Một số sâu bệnh hại chính (sâu đục thân, đục bắp, rệp cờ, cháy lá, ...).

5.1.1.3. Cây sắn

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống sắn, thí nghiệm được bố trí 3 lần lặp lại, diện tích mỗi lần lặp lại là 32 m² (4 m x 8 m). Cần phải theo dõi 31 chỉ tiêu như sau:

Bảng 3. Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

TT	Chỉ tiêu	Giai đoạn đánh giá	Đơn vị tính hoặc điểm	Mức độ biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1	Số ngày từ trồng đến mọc mầm	Mọc mầm	Ngày	Có 50 % số hom có mầm mọc lên khỏi mặt đất	Quan sát các cây trên ô thí nghiệm
2	Số ngày từ trồng đến bắt đầu phân cành cấp 1	Phân cành	Ngày	Có 50 % số cây bắt đầu phân cành cấp 1	Quan sát các cây trên ô thí nghiệm.
3	Số ngày từ trồng đến thu hoạch	Chín	Ngày	Có trên 85 % số cây đã chín ^(*) .	Quan sát các cây trên ô thí nghiệm
4	Chiều cao cây	Chín	cm		Đo từ sát mặt đất đến đỉnh sinh trưởng của cây. Đo 30 cây mẫu ở 3 hàng giữa của ô thí nghiệm
5	Chiều cao phân cành	Phân cành	cm		Đo từ sát mặt đất đến điểm phân cành cấp 1 của cây. Đo 30 cây mẫu ở 3 hàng giữa của ô thí nghiệm
6	Độ thuần đồng ruộng	9-10 lá	1 2 3	Tốt Khá Trung bình	Quan sát và đếm số cây khác dạng

			4 5	Kém Rất kém	
7	Số thân/khóm	Phân cành	1 3 5	1 thân 2 thân 3 thân	Quan sát và đếm số thân/khóm
8	Phân cành	Phân cành	1 3	Phân cành Không phân cành	Quan sát và đếm số cây phân cành /khóm
9	Màu lá	9-10 lá	1 2 3 4 5 6	Xanh Tím Phớt tím Xanh đậm Xanh Xanh nhạt	Quan sát lá
10	Màu ngọn lá	9-10 lá	1 2 3 4	Xanh Tím Phớt tím Trắng	Quan sát ngọn lá
11	Màu cuống lá	9-10 lá	1 3 5	Xanh Tím Phớt tím	Quan sát cuống lá
12	Màu vỏ thân		1 3 5 7 9	Xanh Tím Xám Xám bạc Nâu	Quan sát vỏ thân
13	Màu hoa	Khi hoa nở 100 %	1 3 5	Vàng Tím Trắng	Quan sát hoa
14	Màu vỏ củ	Thu hoạch	1 3 5 7	- Màu vỏ củ ngoài: Xám Xám bạc Trắng Nâu đen	Quan sát vỏ củ ngoài
			1 3 5	- Màu vỏ củ trong: Trắng Hồng Trắng hồng	Quan sát vỏ củ trong
15	Màu thịt củ	Thu hoạch	1 3	Trắng Trắng đục	Quan sát thịt củ
16	Số cây thu hoạch	Thu hoạch	Cây/ô		Đếm số cây trên ô
17	Số củ/cây	Thu hoạch	củ/cây		Đếm số củ trên cây
18	Khối lượng củ tươi/cây	Thu hoạch	kg		Cân khối lượng củ
19	Năng suất củ tươi	Thu hoạch	tạ/ha		Cân khối lượng củ toàn ô
20	Khối lượng sản lát khô/cây	Thu hoạch	kg		Cân khối lượng sản lát khô/cây
21	Năng suất sản lát khô	Thu hoạch	tạ/ha		Cân khối lượng sản lát khô trên ô
22	Chỉ số thu hoạch		%		NS củ tươi

					Chỉ số TH = $\frac{\text{---}}{\text{NS thân lá + rễ củ}} \times 100$
23	Sùng và môi đục hom	Mọc mầm	%		Tính % số hom bị hại/tổng số hom theo dõi
24	Bệnh đốm nâu lá <i>Cercosporidium heeningii</i>	Phân cành	%		Tính % cây bị bệnh/số cây theo dõi
25	Bệnh khảm lá <i>Mozaic Manihot virusl. Smith</i>	Phân cành	%		Tính % cây bị bệnh/tổng số cây theo dõi
26	Bệnh thối củ <i>Phacolus manihotis Henn</i>	Thu hoạch	%		Tính % củ bị bệnh/tổng số củ theo dõi
27	Khả năng chịu hạn	Sau đợt hạn nặng	1	Rất tốt: lá không héo	Quan sát các cây trên ô và cho điểm
			2	Khá: mép lá hơi cuộn lại	
			3	Trung bình: mép lá cuộn hình chữ V	
			4	Hơi kém: mép lá cuộn vào trong	
			5	Rất kém: lá cuộn tròn	
28	Khả năng chịu rét	Sau đợt rét đậm	1	Rất tốt: cây sinh trưởng phát triển bình thường	Quan sát các cây trên ô và cho điểm
			2	Khá: lá hơi chuyển vàng	
			3	Trung bình: lá chuyển vàng, không rụng lá	
			4	Hơi kém: lá chuyển vàng và rụng 1/3 số lá	
			5	Rất kém: lá chuyển vàng và rụng 2/3 số lá	
29	Khả năng chống đổ				
	- Đổ rễ	Chín	%		Đếm tính tỷ lệ cây đổ rễ
	- Đổ gãy thân	Sau đợt gió to		1 2 3 4 5	Tốt: < 5 % cây gãy Khá: 5-15 % cây gãy Trung bình: 15-30 % cây gãy Kém: 30-50 % cây gãy Rất kém: > 50 % cây gãy
30	Chất lượng củ: - Hàm lượng chất khô	Thu hoạch	%		Khối lượng chất khô tuyệt đối/khối lượng tươi x100
	- Hàm lượng tinh bột	Thu hoạch	%		
	- Màu sắc củ khi luộc	Thu hoạch	1 3	Trắng Trắng đục	Quan sát và cho điểm
31	Chất lượng thử	Thu			

nêm	hoạch			
- Độ xơ		1	Nhiều xơ	Luộc chín, thử nêm và cho điểm
		2	Xơ trung bình	
		3	Không xơ	
- Độ bở		1	Rất bở	
		2	Bở	
		3	Bở trung bình	
		4	Hơi bở	
		5	Không bở	
- Độ dẻo		1	Rất dẻo	
		2	Dẻo	
		3	Không dẻo	
- Vị đắng		1	Rất đắng	
		2	Đắng khá	
		3	Đắng trung bình	
		4	Hơi đắng	
		5	Không đắng	
- Độ ngọt		1	Rất ngọt	
		2	Ngọt khá	
		3	Ngọt trung bình	
		4	Hơi ngọt	
		5	Không ngọt	

Chú thích: (*) Khi cây đã rụng khoảng 2/3 số lá, trên thân còn khoảng từ 7 đến 10 lá đã chuyển màu vàng nhạt và khô héo; đỉnh thân chính dừng sinh trưởng, lớp vỏ biểu bì của thân có màu xám nâu hoặc xám bạc.

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Ngày trồng; thời gian thu hoạch; chiều cao cây
- Số cây thu hoạch trên ô thí nghiệm; số củ/cây
- Khối lượng củ tươi/cây; khối lượng sản lát khô/cây
- Năng suất củ tươi; năng suất sản lát khô; một số chỉ tiêu chất lượng
- Một số sâu bệnh hại chính (sâu đục thân, đục củ, bệnh khảm lá, thối củ, ...)

5.1.1.4. Cây khoai lang

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống khoai lang, thí nghiệm được bố trí 3 lần nhắc lại, diện tích mỗi lần nhắc lại 14 m² (2,8 m x 5 m). Cần phải theo dõi 22 chỉ tiêu như sau:

Bảng 4. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

TT	Chỉ tiêu	Giai đoạn đánh giá	Đơn vị tính hoặc điểm	Mức độ biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1	Số ngày từ trồng đến hồi xanh	Hồi xanh	Ngày	Khi có 70% số khóm đã phục hồi và phát triển	Quan sát các cây trên ô
2	Số ngày từ trồng đến bắt đầu hình thành củ	Hình thành củ	Ngày	Khi có 70% thân phân cành cấp 1	Quan sát các cây trên ô

3	Số ngày từ trồng đến dây phủ kín luống	Phủ luống	Ngày	Khi thân lá phủ kín toàn bộ luống	Quan sát các cây trên ô
4	Thời gian sinh trưởng (Số ngày từ trồng đến thu hoạch)	Thu hoạch	Ngày	Thu hoạch khi củ chín sinh lý, khoảng 1/3 số lá (chủ yếu là lá gốc) chuyển vàng tự nhiên.	Quan sát các cây trên ô
5	Sinh trưởng thân lá	Sau trồng 30, 60 và 90 ngày	1 3 5	Tốt Trung bình Kém	Quan sát các cây trên ô
6	Màu sắc thân	Sau trồng 30 ngày		Tím Xanh Xanh nhạt Màu khác	Quan sát các cây trên ô
7	Dạng thân	Sau trồng 45		Đứng Bán đứng Bò lan	Quan sát các cây trên ô
8	Màu vỏ củ	Thu hoạch		Tím Vàng Trắng đỏ Màu khác	Quan sát màu vỏ củ của mỗi giống
9	Màu ruột củ	Thu hoạch		Tím Vàng Trắng Màu khác	Bỏ củ, quan sát và đánh giá màu của ruột củ
10	Số khóm thu hoạch/ô	Thu hoạch	Khóm/ô		Đếm số khóm thực tế tại mỗi ô thí nghiệm khi thu hoạch
11	Khối lượng thân lá/ô	Thu hoạch	Kg/ô		Cân khối lượng thân lá tại mỗi ô thí nghiệm
12	Số củ và khối lượng củ/ô	Thu hoạch	Gam (g)	- Củ to (khối lượng > 250gam) - Củ trung bình (khối lượng 200-250g) - Củ nhỏ (khối lượng < 200gam)	Phân loại củ theo cỡ củ, đếm số củ và cân riêng từng loại (kg/ô)
13	Sâu đục dây	Khi thu hoạch	%		Điều tra tất cả các khóm có triệu chứng bị hại/ô.
14	Bọ hà	Khi thu hoạch	%		Điều tra tất cả các khóm có triệu chứng bị hại/ô
15	Bệnh xoắn lá	45 và 60 ngày sau trồng	%		Điều tra tất cả các khóm có triệu chứng bị bệnh/ô

16	Bệnh thối đen	Khi bị hại	%		Điều tra tất cả các khóm có triệu chứng bị bệnh/ô
17	Khả năng thích ứng với điều kiện ngoại cảnh bất thuận	Khi gặp điều kiện bất thuận	1 2 3 4 5	Không bị hại Hại nhẹ, hồi phục nhanh Hại trung bình, hồi phục chậm Hại nặng, hồi phục kém Chết hoàn toàn	Quan sát mức độ bị hại và khả năng hồi phục của cây sau khi gặp điều kiện bất thuận, đánh giá và cho điểm
18	Chất lượng thử nếm sau luộc: độ ngọt	Sau thu hoạch 7-10 ngày	1 3 5	Rất ngọt Ngọt Nhạt	Thử nếm và cho điểm
19	Chất lượng thử nếm sau luộc: Độ bở	Sau thu hoạch 7-10 ngày	1 3 5 7	Rất bở Bở Không bở Nhão	Thử nếm và cho điểm
20	Hàm lượng chất khô	Phân tích sau thu hoạch 7-10 ngày	%		Phân tích một lần trong quá trình khảo nghiệm (khi có yêu cầu) theo phương pháp của phòng thử nghiệm được công nhận hoặc chỉ định.
21	Hàm lượng tinh bột	Phân tích sau thu hoạch 7-10 ngày	%		Phân tích một lần trong quá trình khảo nghiệm (khi có yêu cầu) theo phương pháp của phòng thử nghiệm được công nhận hoặc chỉ định.
22	Hàm lượng đường tổng số	Phân tích sau thu hoạch 7-10 ngày	%		Phân tích một lần trong quá trình khảo nghiệm (khi có yêu cầu) theo phương pháp của phòng thử nghiệm được công nhận hoặc chỉ định.

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Ngày trồng; thời gian bắt đầu hình thành củ; thời gian dây phủ kín mặt

lượng; thời gian sinh trưởng

- Số khóm thu hoạch trên ô thí nghiệm; khối lượng thân lá trên ô thí nghiệm; số lượng và khối lượng củ trên ô thí nghiệm; chất lượng ăn tươi

- Một số sâu bệnh hại chính (sâu đục thân, bọ hà, bệnh xoắn lá, thối thân, ...).

5.1.2. Cây rau

5.1.2.1. Cây cải bắp (rau ăn lá)

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống cải bắp, thí nghiệm được bố trí 3 lần nhắc lại, diện tích mỗi lần nhắc lại 13 m² (1,3 m x 10 m). Cần phải theo dõi 30 chỉ tiêu như sau:

Bảng 5. Chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

TT	Chỉ tiêu	Giai đoạn	Đơn vị tính/Điểm	Trạng thái biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1	Ngày gieo	Gieo	ngày		
2	Ngày mọc	Mọc	ngày	Ngày có khoảng 50% số cây theo dõi có 2 lá mầm nhú khỏi mặt đất	Quan sát các cây trên luống gieo
3	Ngày trồng	Cây con	ngày	Cây có 5-6 lá thật	Quan sát
4	Ngày trái lá bành	Giai đoạn trái lá bành	ngày	Ngày có khoảng 50% số cây trên ô ở giai đoạn trái lá bành	Quan sát các cây trên ô
5	Cây: đường kính tán cây	Giai đoạn trái lá bành	cm		Đo 2 đường vuông góc qua tâm cây, lấy giá trị trung bình
6	Lá ngoài: hình dạng phiến lá	Trái lá bành	1 2 3 4 5	Elip đứng Ovan đứng Tròn Elip ngang Hình trứng ngược	Quan sát trên lá ngoài đã phát triển đầy đủ của các cây trên ô
7	Ngày bắt đầu cuộn bắp		ngày	Ngày có khoảng 50% số cây trên ô bắt đầu cuộn bắp	Quan sát các cây trên ô
8	Cây: khối lượng	Giai đoạn chín thu hoạch	kg	Mặt trên của bắp căng nhẵn, mép lá trên cùng hơi cong ra phía ngoài	Cắt sát đất sau đó cân cả cây. Mỗi lần nhắc lấy số liệu của 10 cây và giá trị trung bình
9	Bắp: khối lượng bắp	Giai đoạn chín thu hoạch	kg	Mặt trên của bắp căng nhẵn, mép lá trên cùng hơi cong ra phía ngoài	Lược bỏ các lá không cuộn, cân khối lượng bắp của 10 cây mẫu. Lấy số liệu của 10 bắp và giá trị trung bình
10	Bắp: hình dạng theo mặt cắt dọc	Giai đoạn chín thu hoạch	1 2 3 4 5 6 7	Elip hẹp ngang Elip ngang Tròn Elip đứng Hình trứng ngược Ovan đứng Ovan có góc đầu bắp	Cắt đôi chiều dọc của 10 bắp và quan sát

11	Bấp: chiều cao	Giai đoạn chín thu hoạch	cm		Đo tại vị trí cao nhất của bắp. Lấy số liệu của 10 bắp và giá trị trung bình.
12	Bấp: đường kính	Giai đoạn chín thu hoạch	cm		Đo đường kính mặt cắt ngang phần lớn nhất của bắp. Thực hiện trên 10 cây mẫu.
13	Bấp: độ bao bắp	Giai đoạn chín thu hoạch	1 2 3	Hở Bao một phần Bao hoàn toàn	Quan sát cấu trúc kiểu xếp lá trên đỉnh bắp.
14	Bấp: màu của lá trong	Giai đoạn chín thu hoạch	1 2 3 4	Trắng Vàng Xanh Tím	Xem màu của lá thứ 7 tính từ lá bắp ngoài cùng giai đoạn chín thu hoạch.
15	Bấp: tỉ lệ bắp cuộn	Giai đoạn chín thu hoạch	%		Số bắp cuộn ----- x100 Tổng số cây
16	Bấp: độ chặt	Giai đoạn chín thu hoạch	g/cm ³		Tính theo công thức: G -P = ----- HxD ² x0.523 - G: khối lượng bắp (g) - H: chiều cao bắp (cm) - D: đường kính - P = g/cm ³ (P càng cao bắp càng chặt thể hiện giống tốt) - 0,523 là hệ số quy đổi từ thể tích hình trụ sang hình cầu. (P càng tiến tới 1 thì bắp càng chặt)
17	Thời gian sinh trưởng (thời gian từ gieo đến thu hoạch)	Giai đoạn chín thu hoạch	ngày	Mặt trên của bắp căng nhẵn, mép lá trên cùng hơi cong ra phía ngoài một chút tạo ra một chút gợn lá non ở mép giáp với lá ngoài đó.	Ngày có 50% số cây/ô thu hoạch được.
18	Năng suất sinh khối	Giai đoạn chín thu hoạch	kg/ô		Thu hoạch toàn bộ số cây trên ô. Và tính khối lượng. Lấy 1 chữ số sau dấu phẩy
19	Năng suất bắp	Giai đoạn chín thu hoạch	kg/ô		Tính khối lượng bắp trên ô. Lấy 1 chữ số sau dấu phẩy
20	Bệnh thối nhũn cải bắp <i>Erwinia</i>	Sau trồng 30, 45 và 60	Cấp 1 Cấp 3	<1% diện tích lá bị hại. Từ 1% đến 5% diện tích lá bị hại.	Điều tra trên toàn ô thí nghiệm

	<i>carotovora</i> (Jones) Holland	ngày	Cấp 5 Cấp 7 Cấp 9	>5% đến 25% diện tích lá bị hại. >25% đến 50% diện tích lá bị hại. >50% diện tích lá bị hại.	
21	Đốm lá vi khuẩn <i>Xanthomona</i> <i>s campestris</i> pv. <i>campestris</i> (Pammel) Dowson	Sau trồng 30, 45 và 60 ngày	Cấp 1 Cấp 3 Cấp 5 Cấp 7 Cấp 9	<1% diện tích lá bị hại. Từ 1% đến 5% diện tích lá bị hại. >5% đến 25% diện tích lá bị hại. >25% đến 50% diện tích lá bị hại. >50% diện tích lá bị hại.	Điều tra trên toàn ô thí nghiệm
22	Bệnh thối hạch cải bắp- <i>Sclerotinia</i> <i>sclerotiorum</i> (Lib) de Bary;	Sau trồng 30, 45 và 60 ngày	Cấp 1 Cấp 3 Cấp 5 Cấp 7 Cấp 9	<1% diện tích lá bị hại. Từ 1% đến 5% diện tích lá bị hại. >5% đến 25% diện tích lá bị hại. >25% đến 50% diện tích lá bị hại. >50% diện tích lá bị hại.	Điều tra trên toàn ô thí nghiệm
23	Bệnh đốm vòm- <i>Alternaria</i> <i>brassicae</i> Sacc;	Sau trồng 30, 45 và 60 ngày	Cấp 1 Cấp 3 Cấp 5 Cấp 7 Cấp 9	<1% diện tích lá bị hại. Từ 1% đến 5% diện tích lá bị hại. >5% đến 25% diện tích lá bị hại. >25% đến 50% diện tích lá bị hại. >50% diện tích lá bị hại.	Điều tra trên toàn ô thí nghiệm
24	Sâu tơ <i>Plutella</i> <i>xylostella</i> Linnaeus	Sau trồng 30, 45 và 60 ngày	Cấp 1 Cấp 2 Cấp 3	Nhẹ (xuất hiện rải rác). Trung bình (phân bố dưới 1/3 của thân, lá). Nặng (phân bố trên 1/3 của thân, lá)	Điều tra trên toàn ô thí nghiệm
25	Sâu xanh bướm trắng hại rau cải <i>Pieris rapae</i> L.	Sau trồng 30, 45 và 60 ngày	Cấp 1 Cấp 2 Cấp 3	Nhẹ (xuất hiện rải rác). Trung bình (phân bố dưới 1/3 của thân, lá). Nặng (phân bố trên 1/3 của thân, lá)	Điều tra trên toàn ô thí nghiệm
26	Bọ nhảy sọc cong <i>Phyllotreta</i> <i>striolata</i> Fabricius	Sau trồng 30, 45 và 60 ngày	Cấp 1 Cấp 2 Cấp 3	Nhẹ (xuất hiện rải rác). Trung bình (phân bố dưới 1/3 của thân, lá). Nặng (phân bố trên 1/3 của thân, lá)	Điều tra trên toàn ô thí nghiệm
27	Rệp muội xám cải bắp (rệp cải, rệp muội xám) <i>Brevicoryne</i>	Sau trồng 30, 45 và 60 ngày	Cấp 1 Cấp 2 Cấp 3	Nhẹ (xuất hiện rải rác). Trung bình (phân bố dưới 1/3 của thân, lá). Nặng (phân bố trên 1/3 của thân, lá)	Điều tra trên toàn ô thí nghiệm

	<i>brassicae</i> L.				
28	Khả năng chống chịu các điều kiện ngoại cảnh bất thuận	Khi gặp điều kiện bất thuận	1 3 5 7 9	Không bị hại. Hại nhẹ nhưng phục hồi nhanh. Hại trung bình, phục hồi chậm. Hại nặng, hồi phục kém (sinh trưởng phát triển kém biểu hiện qua các bộ phận của cây: Héo, chuyển màu...) Chết hoàn toàn	Đánh giá mức độ bị hại và khả năng phục hồi của cây sau khi bị hạn, nóng, úng, sương muối. Cho điểm theo thang điểm từ 1-9
29	Chất lượng sau thu hoạch: Hàm lượng chất khô; Hàm lượng Vitamin C; Hàm lượng đường tổng số	Giai đoạn chính thu hoạch	% mg/100g mg/100g		Phân tích một lần trong quá trình khảo nghiệm (khi tác giả có yêu cầu) theo phương pháp của phòng thử nghiệm được công nhận hoặc chỉ định (mẫu mang đi phân tích không để quá 2 ngày sau khi thu hoạch)
30	Khẩu vị (độ giòn, ngọt)	Giai đoạn chín thu hoạch	1 2 3 4 5	Rất ngon Ngon Trung bình Kém Rất kém	Ngay sau khi thu hoạch về tiến hành luộc chín, thử nếm cảm quan rồi cho điểm.

Ghi chú: Các tính trạng 8, 9, 10, 11, 12. Mỗi lần nhắc thực hiện trên 10 cây mẫu và tính giá trị trung bình

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Ngày gieo; thời gian trải lá bàng; đường kính tán; thời gian bấp bắt đầu cuộn; chiều cao bấp; đường kính bấp; khối lượng cây; khối lượng bấp; thời gian sinh trưởng

- Một số sâu bệnh hại chính (sâu tơ, sâu xanh, bệnh thối nhũn, ...).

5.1.2.2. Cà chua (rau ăn quả)

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống cà chua, thí nghiệm được bố trí 3 lần nhắc lại, diện tích mỗi lần nhắc lại 15 m² (1,5 m x 10 m). Cần phải theo dõi 19 chỉ tiêu như sau:

Bảng 6. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

TT	Chỉ tiêu	Giai đoạn	Đơn vị tính/Điểm	Mức độ biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1	Kiểu hình sinh trưởng	Ra hoa	1	<i>Hữu hạn</i> : Cây ra hoa rõ, thân chính ngừng sinh trưởng	Quan sát đặc tính ra hoa và sinh trưởng của các cây trên ô
			2	<i>Bán hữu hạn</i> : Trung gian giữa hữu hạn và vô hạn	
			3	<i>Vô hạn</i> : Cây ra hoa, thân chính vẫn tiếp tục sinh trưởng	
2	Ngày ra hoa	Ra hoa	ngày	Ngày có khoảng 50% số cây trên ô có hoa đầu	Quan sát các cây trên ô
3	Màu vai quả	Trước khi quả chín	1 9	Không có Có	Quan sát quả trước khi chín, chùm quả 2 đến chùm quả 3
4	Ngày thu quả đợt 1	Quả chín	ngày	Ngày có khoảng 50% số cây trên ô có quả chín có thể thu hoạch	Quan sát các cây trên ô
5	Ngày kết thúc thu hoạch	Quả chín	ngày	Ngày thu hết quả thương phẩm	Quan sát các cây trên ô
6	Màu quả chín	Quả chín	1	Đỏ	Quan sát khi quả chín hoàn toàn, chùm quả 2 đến chùm quả 3
			2	Hồng	
			3	Vàng	
			4	Màu khác	
7	Dạng quả theo mặt cắt dọc	Quả chín	1	Dẹt: dưới 0,6	Quan sát mặt cắt đi qua đỉnh và đáy quả, chùm quả 2 đến chùm quả 3. Đo và tính tỷ lệ chiều cao/đường kính của quả Số quả mẫu: 10/lần nhắc
			3	Tròn dẹt: 0,6 đến dưới 0,9	
			5	Tròn: 0,9 đến 1,1	
			7	Tròn dài: trên 1,1 đến 1,3	
8	Độ cứng của quả	Quả chín	3	Mềm	Dùng tay nắn khi quả chín hoàn toàn, chùm quả 2 đến chùm quả 3
			5	Trung bình	
			7	Cứng	
9	Tỷ lệ quả nứt	Quả chín	%		Quan sát quả chín hoàn toàn, tính tỷ lệ quả bị nứt
10	Đường kính quả	Quả chín	cm		Đo đường kính mặt cắt ngang phần lớn nhất của quả, chùm quả 2 đến chùm quả 3. Số quả mẫu: 10/lần nhắc
11	Độ dày thịt quả	Quả chín	mm		Đo từ vỏ đến chỗ tiếp xúc ngăn hạt tại phần lớn nhất của quả, chùm quả 2 đến chùm quả 3. Số quả mẫu: 10/lần nhắc

12	Số quả /cây	Quả chín	quả		Tổng số quả của các lần thu trên cây. Số cây mẫu: 5/lần nhắc
13	Khối lượng quả/cây	Quả chín	kg		Tổng khối lượng quả thu trên cây. Số cây mẫu: 5/lần nhắc
14	Năng suất	Quả chín	kg/ô		Tổng khối lượng quả đến kết thúc thu hoạch, (lấy 1 chữ số sau dấu phẩy)
15	Bệnh mốc sương (<i>Phytophthora infestans</i> Debary)	Sau trồng 30, 60 và 90 ngày	1 3 5 7 9	Không bệnh Có dưới 20% diện tích thân lá nhiễm bệnh Có 20% đến 50% diện tích thân lá nhiễm bệnh Có trên 50% đến 75% diện tích thân lá nhiễm bệnh Có trên 75% đến 100% diện tích thân lá nhiễm bệnh	Quan sát mức độ nhiễm bệnh trên thân lá
16	Bệnh vi rút	Từ trồng đến thu hoạch	% cây		Đếm số cây có triệu chứng bệnh, tính tỷ lệ % cây bệnh
17	Bệnh héo xanh vi khuẩn <i>Ralstonia solanaceum</i> Smith	Từ trồng đến thu hoạch	% cây		Đếm số cây có triệu chứng bệnh, tính tỷ lệ % cây bệnh
18	Sâu xanh đục quả <i>Heliothis armigera</i> Hiibner	Đậu quả đến thu hoạch	% quả		Đếm số quả bị hại, tính tỷ lệ % quả bị hại
19	Chất lượng quả sau thu hoạch: - Độ Brix - Hàm lượng chất khô - Hàm lượng đường tổng số - Hàm lượng vitamin C - Hàm lượng a xít	Quả chín	% % % chất khô mg/100g %		Phân tích một lần trong quá trình khảo nghiệm. Phân tích sau khi thu mẫu không quá 3 ngày; chùng quả 2 đến chùng quả 3; theo phương pháp của phòng thử nghiệm được công nhận hoặc chỉ định.

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Ngày gieo; thời gian ra hoa; thời gian thu lứa quả đầu tiên; thời gian kết thúc thu hoạch

- Đường kính quả; độ dày thịt quả; số quả/cây

- Khối lượng quả/cây; năng suất; chất lượng (độ brix, Vitamin C, ...)
- Một số sâu bệnh hại chính (mốc sương, xoắn lá, héo xanh, ...).

5.1.2.3. Khoai tây (rau ăn củ)

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống khoai tây, thí nghiệm được bố trí 3 lần nhắc lại, diện tích mỗi lần nhắc lại 9 m² (1,2 m x 7,5 m). Cần phải theo dõi 29 chỉ tiêu như sau:

Bảng 7. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

TT	Chỉ tiêu	Giai đoạn đánh giá	Đơn vị tính hoặc điểm	Mức độ biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1	Ngày mọc	Mọc	Ngày	Khi có 70% số khóm/ô mọc khỏi mặt đất	Quan sát toàn bộ số khóm /ô
2	Số khóm mọc/ô	Sau trồng 30 ngày	Khóm	Mầm cây lộ rõ trên mặt đất	Đếm số khóm mọc/ô
3	Ngày xuống dây (thời gian sinh trưởng)	Sau trồng 80 ngày	Ngày	Khi có 70% thân lá chuyển màu vàng tự nhiên, vỏ củ nhẵn bóng và rắn chắc.	Quan sát toàn bộ số khóm /ô
4	Sinh trưởng của cây	Sau mọc 45 ngày	3 5 7	Kém Trung bình Tốt	Quan sát toàn bộ số khóm/ô
5	Độ đồng đều giữa các khóm	Sau mọc 45 ngày	3 5 7	Kém Trung bình Tốt	Quan sát toàn bộ số khóm/ô
6	Dạng cây	Sau mọc 45 ngày		Đứng Nửa đứng Bò	Quan sát toàn bộ số khóm/ô
7	Độ dài tia củ	Thu hoạch	3 5 7	Ngắn Trung bình Dài	Quan sát tia củ của từng giống và đánh giá
8	Bệnh mốc sương (<i>Phytophthora infestans</i>)	Sau mọc 45 đến 75 ngày	1 3 5 7 9	Không bị bệnh Nhẹ, <20% diện tích thân lá nhiễm bệnh Trung bình, 20 đến 50% diện tích thân lá nhiễm bệnh Nặng, >50 đến 75% diện tích thân lá nhiễm bệnh Rất nặng, >75% diện tích thân lá nhiễm bệnh	Quan sát diện tích vết bệnh trên thân lá, đánh giá và cho điểm
9	Bệnh đốm lá (<i>Alternaria Solani</i>)	Sau mọc 30 đến 45 ngày	1 3 5 7 9	Không bệnh Nhẹ, <20% diện tích thân lá nhiễm bệnh Trung bình, 20 đến 50% diện tích thân lá nhiễm bệnh Nặng, >50 đến 75% diện tích thân lá nhiễm bệnh Rất nặng, >75% diện tích	Quan sát diện tích vết bệnh trên thân lá, đánh giá và cho điểm

				thân lá nhiễm bệnh	
10	Bệnh vi rút	Sau mọc 15, 30 và 45 ngày	%	Tất cả các khóm có triệu trùng bị bệnh/ô.	Đếm số cây có triệu chứng bệnh tại mỗi lần nhắc
11	Bệnh héo xanh do vi khuẩn (<i>Pseudomonas Solanasearumh ay Ralstoiria Solanasearum. Erwinia ssp, Corynebacteriu m spedonicum</i>)	Sau mọc đến thu hoạch	%	Cây chết héo xanh	Đếm số cây có triệu chứng bệnh tại mỗi lần nhắc
12	Bệnh héo vàng do nấm (<i>Verticilium albo-atrum, Fusarium spp.</i>)	Sau mọc đến thu hoạch	%	Cây chết héo vàng.	Đếm số cây có triệu chứng bệnh tại mỗi lần nhắc
13	Sâu xám (<i>Agrotis ypsilon Rottemberg</i>)	Sau mọc 15, 30 và 45 ngày	%	Cây bị cắn đứt ngang thân	Đếm số cây bị hại tại mỗi lần nhắc
14	Rệp gốc (<i>Rhopalosiphum ufiabdominalis</i>)	Sau mọc 15, 30 và 45 ngày	0	Không bị hại	Quan sát giá mức độ bị hại và khả năng hồi phục của cây sau khi gặp điều kiện bất thuận, đánh giá và cho điểm
			1	Bị hại nhẹ	
			3	Một số cây có lá bị héo	
			5	Tất cả các cây có lá bị héo, cây sinh trưởng chậm	
			7	Trên 50% số cây bị chết	
9	Tất cả các cây bị chết				
15	Nhện trắng (<i>Polyphagonem us latus</i>)	Sau mọc 15, 30 ngày	0	Không bị hại	Quan sát và đánh giá
			1	Bị hại nhẹ	
			3	Một số cây có lá bị hại	
			5	Tất cả các cây có lá bị hại, cây sinh trưởng chậm	
			7	Trên 50% số cây bị chết, số còn lại ngừng sinh trưởng	
9	Tất cả các cây bị chết				
16	Bọ trĩ (<i>Frankiniella spp</i>)	Sau mọc 15, 30 ngày	0	Không bị hại	Quan sát và đánh giá
			1	Bị hại nhẹ	
			3	Một số cây có lá bị hại	
			5	Tất cả các cây có lá bị hại, cây sinh trưởng chậm	
			7	Trên 50% số cây bị chết. số còn lại ngừng sinh trưởng	
9	Tất cả các cây bị chết				
17	Khả năng thích ứng với điều kiện ngoại cảnh bất thuận	Khi gặp điều kiện bất thuận	1	Không bị hại	Quan sát và đánh giá
			2	Hại nhẹ, hồi phục nhanh	
			3	Hại trung bình, hồi phục chậm	
			4	Hại nặng hồi phục kém	
			5	Chết hoàn toàn	

18	Dạng củ	Sau khi thu hoạch	1 2 3 4 5 6	Tròn Ovan ngắn Ovan Ovan dài Dài Rất dài	Quan sát các củ và đánh giá
19	Màu vỏ củ	Thu hoạch	1 2 3 4 5 6 7 8	Kem nhạt Vàng Đỏ Đỏ một phần Xanh Xanh một phần Nâu đỏ Màu khác	Quan sát vỏ củ và đánh giá
20	Màu thịt củ	Khi thu hoạch	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Trắng Kem Vàng nhạt Vàng trung bình Vàng đậm Đỏ Đỏ một phần Xanh Xanh một phần Màu khác	Cắt đôi củ và quan sát thịt củ
21	Độ sâu mắt củ	Thu hoạch	1 3 5 7 9	Rất nông Nông Trung bình Sâu Rất sâu	Quan sát mắt củ và đánh giá
22	Số khóm thu/ô	Thu hoạch	khóm		Đếm số khóm thực tế tại mỗi ô thí nghiệm khi thu hoạch
23	Số củ và khối lượng củ/ô	Thu hoạch	%	Củ to (đường kính >50 mm) Củ trung bình (Đường kính 30-50mm) Củ nhỏ (Đường kính <30mm)	Phân loại và đếm số củ theo đường kính
24	Khối lượng củ không đạt thương phẩm/ô	Thu hoạch	Kg/ô		Cân tổng số củ bị bệnh, củ dị dạng tại mỗi lần nhắc
25	Chất lượng thử nếm củ sau luộc	Sau thu hoạch 7-10 ngày	1 2 3 4 5	Rất ngon Ngon Trung bình Không ngon Rất dở	Đánh giá và cho điểm
26	Độ bở sau luộc	Sau thu hoạch 7-10 ngày	1 3 5	Bở Ít bở Không bở	Đánh giá và cho điểm
27	Hàm lượng tinh bột	Sau thu hoạch	% chất khô		Mỗi giống phân tích một lần trong quá

		7-10 ngày			trình khảo nghiệm theo phương pháp quy định tại tiêu chuẩn hiện hành
28	Hàm lượng chất khô	Sau thu hoạch 7-10 ngày	%		Phân tích một lần trong quá trình khảo nghiệm theo phương pháp của phòng thử nghiệm được công nhận hoặc chỉ định
29	Các chỉ tiêu chất lượng khác cho chế biến công nghiệp	Sau thu hoạch 7-10 ngày			Phân tích một lần trong quá trình khảo nghiệm (khi có yêu cầu) theo phương pháp của phòng thử nghiệm được công nhận hoặc chỉ định

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Ngày mọc; số khóm/ô; thời gian sinh trưởng; số khóm thu/ô
- Năng suất: số củ và khối lượng củ/ô
- Khối lượng củ không đạt thương phẩm /ô (củ dị dạng, củ nhỏ, ...)
- Chất lượng (hàm lượng tinh bột, chất khô, chất lượng ăn tươi hoặc cho chế biến, ...)
- Một số sâu bệnh hại chính (bọ trĩ, nhện trắng, rệp gốc, sâu xám, bệnh mốc sương, vius, héo xanh, ...).

5.1.3. Cây công nghiệp ngắn ngày

5.1.3.1. Cây lạc

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống lạc, thí nghiệm được bố trí 3 lần nhắc lại, diện tích mỗi lần nhắc lại 7,5 m² (1,5 m x 5 m). Cần phải theo dõi 27 chỉ tiêu như sau:

Bảng 8. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

TT	Chỉ tiêu	Giai đoạn	Đơn vị tính hoặc điểm	Mức độ biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1	Ngày gieo		Ngày		
2	Ngày mọc	Mọc	Ngày	Ngày có khoảng 50% số cây/ô có 2 lá mang xoè ra trên mặt đất.	Quan sát toàn bộ cây trên ô
3	Ngày ra hoa	Ra hoa	Ngày	Ngày có khoảng 50% số cây/ô có ít nhất 1 hoa nở ở bất kỳ đốt nào trên thân chính.	Quan sát toàn bộ cây trên ô
4	Thời gian	Chín	Ngày	Khoảng 80-85% số quả có	Quan sát các cây

	sinh trưởng (Số ngày từ gieo đến chín)			gân điển hình, mặt trong vỏ quả có màu đen, vỏ lụa hạt có màu đặc trưng của giống; tầng lá giữa và gốc chụm màu vàng và rụng.	trên ô
5	Dạng cây	Ra hoa rộ	1 2 3	Đứng Nửa đứng Bò ngang	Quan sát các cây trên ô
6	Chiều cao cây	Thu hoạch	cm		Đo từ đốt lá mầm đến đỉnh sinh trưởng của thân chính của 10 cây mẫu/ô
7	Số cành cấp 1/cây	Thu hoạch	Cành		Đếm số cành hữu hiệu (cành có quả) mọc từ thân chính của 10 cây mẫu/ô
8	Màu sắc vỏ hạt	Thu hoạch	1 2 3 4 5 6 7	Trắng kem Trắng hồng Hồng Đỏ Nâu Tím Tím sẫm	Quan sát khi quả chín (hạt tươi)
9	Số cây thực thu/ ô	Thu hoạch	cây		Đếm số cây thu hoạch thực tế trên mỗi ô
10	Số quả/cây	Thu hoạch	Quả		Đếm tổng số quả trên 10 cây mẫu/ô. Tính trung bình 1 cây
11	Số quả chắc/cây	Thu hoạch	Quả		Đếm tổng số quả chắc trên 10 cây mẫu/ô. Tính trung bình 1 cây
12	Tỷ lệ quả 1 hạt	Thu hoạch	%		Số quả có 1 hạt/tổng số quả của 10 cây mẫu/ô.
13	Tỷ lệ quả 3 hạt	Thu hoạch	%		Số quả có 3 hạt/tổng số quả của 10 cây mẫu trên ô.
14	Khối lượng 100 quả	Sau thu hoạch	gam		Cân 3 mẫu (bỏ quả lép, non, chỉ lấy quả chắc), mỗi mẫu 100 quả khô ở độ ẩm hạt khoảng 12%, lấy 1 chữ số sau dấu phẩy.
15	Khối lượng 100 hạt (g)	Sau thu hoạch	gam		Cân 3 mẫu hạt nguyên vẹn không bị sâu, bệnh được tách từ 3 mẫu quả (chỉ tiêu 14), mỗi mẫu 100 hạt ở độ ẩm khoảng 12%, lấy 1 chữ số sau dấu phẩy.
16	Tỷ lệ hạt/quả (%)	Sau thu hoạch	%		Tỷ lệ hạt/quả (%) = khối lượng hạt khô/ Khối lượng quả khô của 100 quả mẫu. (độ ẩm khoảng 12%)

17	Năng suất quả khô	Sau thu hoạch	Tạ/ha		Thu riêng từng ô, bỏ quả lép, non chỉ lấy quả chắc, phơi khô (độ ẩm hạt khoảng 12%), cân khối lượng (gồm cả hạt của 10 cây mẫu) để tính năng suất trên ô, sau đó quy ra năng suất tạ/ha
18	Độ đồng đều của hạt	Sau thu hoạch	3 5 7	Rất đồng đều Trung bình Không đồng đều	Quan sát độ đồng đều của hạt
19	Chất lượng hạt: Hàm lượng prôtêin và dầu.	Sau thu hoạch	%		Mỗi giống phân tích một lần trong quá trình khảo nghiệm theo phương pháp tại tiêu chuẩn hiện hành
20	Bệnh gỉ sắt- <i>Puccinia arachidis</i> Speg	Trước thu hoạch	1 3 5 7 9	<1% diện tích lá bị hại 1-5% diện tích lá bị hại >5-25% diện tích lá bị hại >25-50% diện tích lá bị hại >50% diện tích lá bị hại	Điều tra ít nhất 10 cây đại diện trên ô theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
21	Bệnh đốm đen- <i>Cercospora personatum</i> (Berk & Curt)	Trước thu hoạch	1 3 5 7 9	<1% diện tích lá bị hại 1-5 % diện tích lá bị hại >5-25% diện tích lá bị hại >25-50% diện tích lá bị hại >50% diện tích lá bị hại	Điều tra ít nhất 10 cây đại diện trên ô theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
22	Bệnh đốm nâu- <i>Cercospora arachidicola</i> Hori	Trước thu hoạch	1 3 5 7 9	<1% diện tích lá bị hại 1-5 % diện tích lá bị hại >5-25% diện tích lá bị hại >25-50% diện tích lá bị hại >50% diện tích lá bị hại	Điều tra ít nhất 10 cây đại diện trên ô theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
23	Bệnh thối đen cổ rễ do <i>Aspergillus niger</i>	Sau gieo 30 ngày	1 2 3	<30% số cây bị bệnh 30-50% số cây bị bệnh >50% số cây bị bệnh	Số cây bị bệnh/Tổng số cây điều tra. Điều tra toàn bộ số cây trên ô
24	Bệnh héo xanh- <i>Ralstonia solanacearum</i> Smith	Trước thu hoạch	1 2 3	<30% số cây bị bệnh 30-50% số cây bị bệnh >50% số cây bị bệnh	Số cây bị bệnh/Tổng số cây điều tra. Điều tra toàn bộ số cây trên ô
25	Bệnh thối trắng thân do nấm <i>Sclerotium rolfsii</i>	Trước thu hoạch	1 2 3	<30% số cây bị bệnh 30-50% số cây bị bệnh >50% số cây bị bệnh	Số cây bị bệnh/Tổng số cây điều tra. Điều tra toàn bộ số cây trên ô
26	Bệnh thối quả do nấm <i>Sclerotium</i>	Trước thu hoạch	1 2 3	<30% số cây bị bệnh 30-50% số cây bị bệnh >50% số cây bị bệnh	Tỷ lệ quả thối/số quả điều tra. Điều tra ít nhất 10 cây đại diện trên ô theo

	<i>rolfsii</i> , <i>Fusarium</i> <i>spp</i> , <i>Rhizoctonia</i> <i>Pythium</i> <i>spp</i>				phương pháp 5 điểm chéo góc
27	Khả năng chịu hạn, úng	Trong và sau đợt hạn, úng	1 2 3 4 5	Không bị hại Hại nhẹ Hại trung bình Hại nặng Hại rất nặng	Điều tra, đánh giá toàn bộ các cây trên ô

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Ngày gieo; thời gian ra hoa; thời gian sinh trưởng
- Số cây thực thu/ô; số quả/cây; số quả chắc/cây
- Tỷ lệ quả 1 hạt; tỷ lệ quả 3 hạt; tỷ lệ hạt/quả; khối lượng 100 quả; khối lượng 100 hạt; năng suất; chất lượng (hàm lượng protein và dầu)
- Một số sâu bệnh hại chính (bệnh lở cổ rễ, gỉ sắt, đốm đen, đốm nâu, ...).

5.1.3.2. Cây đậu tương

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống lạc, thí nghiệm được bố trí 3 lần nhắc lại, diện tích mỗi lần nhắc lại 8,5 m² (1,7 m x 5 m). Cần phải theo dõi 29 chỉ tiêu như sau:

Bảng 9. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

TT	Chỉ tiêu	Giai đoạn	Đơn vị tính hoặc điểm	Mức độ biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1	Ngày gieo		ngày		
2	Ngày mọc	Mọc	ngày	Khoảng 50% số cây/ô mọc 2 lá mầm	Quan sát các cây trên ô
3	Ngày ra hoa	Ra hoa	ngày	Khoảng 50% số cây/ô có ít nhất 1 hoa nở	Quan sát các cây trên ô
4	Thời gian sinh trưởng	Quả và hạt chín	ngày	Khoảng 90% số quả trên ô có vỏ quả chuyển màu nâu hoặc đen	Quan sát các cây trên ô
5	Kiểu sinh trưởng	Ra hoa, quả và hạt chín	1 2	Hữu hạn Vô hạn	Quan sát các cây trên ô
6	Dạng cây	Ra hoa	1 2 3	Đứng Nửa đứng Ngang	Quan sát các cây trên ô
7	Màu hoa	Ra hoa	1 2	Tím Trắng	Quan sát các cây trên ô
8	Màu sắc vỏ hạt (trừ rốn hạt)	Hạt khô sau thu hoạch	1 2 3 4 5 6	Vàng Xanh vàng Xanh Nâu nhạt Nâu Nâu xẫm	Quan sát các cây trên ô

			7	Đen	
9	Màu sắc rón hạt	Hạt khô sau thu hoạch	1 2 3 4 5 6	Xám Vàng Nâu nhạt Nâu đậm Đen không hoàn toàn Đen	Quan sát các cây trên ô
10	Chiều cao thân chính	Thu hoạch	cm		Đo từ đốt lá mầm đến đỉnh sinh trưởng của thân chính của 10 cây mẫu/ô
11	Số cành cấp 1/cây	Thu hoạch	cành		Đếm số cành mọc từ thân chính của 10 cây mẫu/ô
12	Số cây thực thu trên ô	Thu hoạch	cây		Đếm số cây thực tế mỗi ô thí nghiệm
13	Số quả/cây	Thu hoạch	quả		Đếm tổng số quả trên 10 cây mẫu/ô. Tính trung bình 1 cây
14	Số quả chắc/cây	Thu hoạch	quả		Đếm số quả chắc trên 10 cây mẫu/ô. Tính trung bình 1 cây
15	Số quả 1 hạt/cây	Thu hoạch	quả		Đếm số quả có 1 hạt trên 10 cây mẫu/ô. Tính trung bình 1 cây
16	Số quả 3 hạt/cây	Thu hoạch	quả		Đếm số quả có 3 hạt trên 10 cây mẫu/ô. Tính trung bình 1 cây
17	Khối lượng 1000 hạt	Hạt khô sau thu hoạch	gam		Cân 3 mẫu, mỗi mẫu 1000 hạt ở độ ẩm 12%, lấy 1 chữ số sau dấu phẩy
18	Năng suất hạt khô	Hạt khô sau thu hoạch	tạ/ha		Thu riêng hạt khô sạch của từng ô, tính năng suất toàn ô (gồm cả khối lượng hạt của 10 cây mẫu) ở độ ẩm 12% và qui ra năng suất trên 1 ha, lấy 2 chữ số sau dấu phẩy.
19	Chất lượng hạt: Hàm lượng prôtêin và dầu.	Hạt khô sau thu hoạch	%		Mỗi giống phân tích một lần trong quá trình khảo nghiệm (khi có yêu cầu), theo phương pháp của phòng kiểm

					nghiệm được chỉ định hoặc công nhận.
20	Sâu đục quả <i>Etiella zinckenella</i>	Trước thu hoạch	%		Tỷ lệ quả bị hại = Số quả bị hại/tổng số quả điều tra. Điều tra ít nhất 10 cây đại diện theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
21	Giòi đục thân <i>Melanogromyza sojae</i>	Cây con	%		Tỷ lệ cây bị hại = Số cây bị hại/tổng số cây điều tra. Điều tra ít nhất 10 cây đại diện theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
22	Sâu cuốn lá <i>Lamprosema indicata</i>	Trước thu hoạch	%		Tỷ lệ lá bị hại = Số lá bị cuốn/tổng số lá điều tra. Điều tra ít nhất 10 cây đại diện theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
23	Bệnh gỉ sắt <i>Phakopsora pachyrhizi</i> Sydow	Ra hoa rộ-vào chắc	1	Rất nhẹ (<1% diện tích lá bị hại)	Điều tra ít nhất 10 cây đại diện theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
			3	Nhẹ (1% đến 5 % diện tích lá bị hại)	
			5	Trung bình (>5% đến 25% diện tích lá bị hại)	
			7	Nặng (> 25%-50% diện tích lá bị hại)	
			9	Rất nặng (>50% diện tích lá bị hại)	
24	Bệnh sương mai <i>Peronosporamanshurica</i>	Ra hoa rộ-vào chắc	1	Rất nhẹ (<1% diện tích lá bị hại)	Điều tra ít nhất 10 cây đại diện theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
			3	Nhẹ (1% đến 5 % diện tích lá bị hại)	
			5	Trung bình (>5% đến 25% diện tích lá bị hại)	
			7	Nặng (> 25%-50% diện tích lá bị hại)	
			9	Rất nặng (>50% diện tích lá bị hại)	
25	Bệnh đốm nâu <i>Septoria glycines</i> Hemmi	Ra hoa rộ-vào chắc	1	Rất nhẹ (<1% diện tích lá bị hại)	Điều tra ít nhất 10 cây đại diện theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
			3	Nhẹ (1% đến 5 % diện tích lá bị hại)	
			5	Trung bình (>5% đến 25% diện tích lá bị hại)	
			7	Nặng (> 25%-50% diện tích lá bị hại)	
			9	Rất nặng (>50% diện tích lá bị hại)	

26	Bệnh lở cổ rễ <i>Rhizoctonia solani</i> <i>Kunh</i>	Cây con (sau mọc 7 ngày)	%		Tỷ lệ cây bị bệnh = Số cây bị bệnh/tổng số cây điều tra. Điều tra toàn bộ các cây trên ô
27	Bệnh phấn trắng- <i>Erysiphe polygoni</i>	Khi xuất hiện bệnh	1 2 3 4 5	Không nhiễm (<5% số cây có vết bệnh) Nhiễm nhẹ (6-25 % số cây có vết bệnh) Nhiễm trung bình (26 - 50% số cây có vết bệnh) Nhiễm nặng (51-75% số cây có vết bệnh) Nhiễm rất nặng (>76% số cây có vết bệnh)	Điều tra ít nhất 10 cây đại diện theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
28	Tính tách quả	Quả và hạt chín	1 2 3 4 5	Không có quả tách vỏ. Thấp (<25% quả tách vỏ) Trung bình (25% đến 50% quả tách vỏ) Cao (51%-75% quả tách vỏ) Rất cao (>75% quả tách vỏ).	Điều tra ít nhất 10 cây đại diện theo phương pháp 5 điểm chéo góc.
29	Tính chống đổ	Trước thu hoạch	1 2 3 4 5	Không đổ (Hầu hết các cây đều đứng thẳng) Nhẹ (<25% số cây bị đổ rạp) Trung bình (25%-50% số cây bị đổ rạp, các cây khác nghiêng ≥45%) Nặng (51-75% số cây bị đổ rạp) Rất nặng (>75% số cây bị đổ rạp)	Đếm số cây đổ trên ô

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Ngày gieo; thời gian ra hoa; thời gian sinh trưởng
- Chiều cao thân; số cây thực thu/ô; số quả/cây; số quả chắc/cây; số quả 1 hạt; số quả 3 hạt; khối lượng 1000 hạt; năng suất; chất lượng (hàm lượng protein và dầu)
- Một số sâu bệnh hại chính (giòi đục thân, sâu đục quả, sâu cuốn lá, bệnh lở cổ rễ, gỉ sắt, sương mai, phấn trắng, ...).

5.1.3.3. Cây mía

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống lạc, thí nghiệm được bố trí 3 lần nhắc lại, diện tích mỗi lần nhắc lại 60 m² (4 m x 15 m). Cần phải theo dõi các chỉ tiêu như sau:

Bảng 10. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

TT	Chỉ tiêu	Giai đoạn	Đơn vị tính hoặc điểm	Mức độ biểu hiện	Phương pháp đánh giá
1. Đặc điểm hình thái					
1.1	Màu thân	Chín công nghiệp		- Xanh - Vàng - Tím - Xanh ản vàng - Xanh ản tím - Vàng ản xanh - Màu khác	Quan sát 10 cây liền nhau/ô lúc còn trong bẹ lá và khi đã nấng
1.2	Đường kính thân	Chín công nghiệp	cm	- Lớn: >3 - Trung bình: 2-3 - Nhỏ: <2	Đo đoạn giữa của 10 cây liền nhau/ô
1.3	Bẹ lá	Cuối thời kỳ vươn cao		- Đặc điểm lông: + Có lông + Không có lông - Độ bong lá: + Bong lá + Không bong lá	Quan sát 10 cây liền nhau/ô
1.4	Phiến lá	Cuối thời kỳ vươn cao		- Màu sắc: + Xanh + Xanh vàng + Xanh nhạt + Xanh thẫm - Độ rộng (giữa lá): + Hẹp: <3 cm + Trung bình: 3-5 cm + Rộng: >5 cm - Độ dài: + Ngắn: <0,8 m + Trung bình: 0,8-1 m + Dài: >1 m - Góc lá so với thân chính: + Hẹp: <25° + Trung bình 26-35° + Rộng: >36°	Quan sát 10 cây liền nhau/ô
1.5	Mức độ ra hoa (trở cò)	Chín công nghiệp	%	- Không ra hoa: <5 - Ra hoa ít: 5-19 - Ra hoa nhiều: >20	Quan sát tỷ lệ ra hoa của 10 cây liền nhau/ô
2. Đánh giá vụ tơ					
2.1	Thời gian mọc mầm	Mọc mầm	Ngày	Từ trồng đến khi có 50% số hom có mầm mọc	Quan sát cả ô
2.2	Sức đẻ nhánh	Kết thúc thời kỳ đẻ nhánh	Nhánh/cây mẹ	- Cao: >1,5 - Khá: >1-1,5 - Trung bình: 0,5-1 - Kém: <0,5	Theo dõi cả ô
2.3	Chiều cao cây	Chín công nghiệp	cm	+ Cao: >320 + Khá: >290-320 + Trung bình: 260-290	Đo từ gốc đến đỉnh sinh trưởng của 10 cây đại diện/ô, lấy giá trị trung

				+ Kém: <260	bình
2.4	Khả năng chống chịu sâu bệnh hại chính				
	- Sâu	Cuối thời kỳ mọc mầm, đẻ nhánh, vươn cao và chín công nghiệp	%	- Tỷ lệ cây bị sâu hại: + Tốt: 0-1,5 + Khá: >1,5-5 + Trung bình: >5-10 + Kém: >10 - Tỷ lệ lóng bị hại: + Tốt: 0 + Khá: 0,01-1,67 + Trung bình: 1,68-3 + Kém: >3	- Theo dõi cả ô - Loài sâu hại-Tỷ lệ cây (lóng) bị sâu hại (%) = (Số cây (lóng) bị sâu hại / Tổng số cây (lóng) theo dõi) * 100
	- Rệp	Cuối thời kỳ mọc mầm, đẻ nhánh, vươn cao và chín công nghiệp	%	- Tốt: <1 - Khá: 1-25 - Trung bình: <25-50 - Kém: >50	- Theo dõi cả ô - Loài rệp hại - Tỷ lệ cây bị rệp hại (%) = (Số cây bị rệp hại / Tổng số cây điều tra) * 100
	- Bệnh than <i>Ustilago Scitaminea</i> Syd.	Cuối thời kỳ mọc mầm, đẻ nhánh, vươn cao, chín công nghiệp	%	- Tốt: 0-1% - Khá: 1,1-5% - Trung bình: 5,1-10% - Kém: >10%	- Theo dõi cả ô - Tỷ lệ bụi bị bệnh (%) = (Số bụi bị bệnh / Tổng số bụi theo dõi) * 100
	Thối ngọn <i>Fusarium monoliforme</i>	Cuối các thời kỳ sinh trưởng chính	%	- Tốt: 0-1% - Khá: 1,1-5% - Trung bình: 5,1-10% - Kém: >10%	- Theo dõi cả ô - Tỷ lệ cây bị bệnh (%) = (Số cây bị bệnh / Tổng số cây theo dõi) * 100
2.5	Khả năng chống chịu hạn, úng (nếu có xảy ra)	Trong giai đoạn gặp điều kiện bất lợi		Đánh giá tổng quan tốt, khá, trung bình và kém (có thể đánh giá kết hợp chỉ tiêu năng suất và chất lượng)	Theo dõi 10 cây/ô. Số lá xanh/cây và thời gian ra thêm/bớt đi 1 lá, số lượng rễ sống, biểu hiện héo/chết...
2.6	Khả năng chống chịu đổ ngã	Chín công nghiệp		- Tỷ lệ cây đổ ngã (%): + Tốt: 0-15 + Khá: 16-30 + Trung bình: 31-45 + Kém: >45 - Cấp đổ ngã (nếu được): + Không đổ ngã: $\alpha > 60^\circ$ + Nhẹ: $45^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$ + trung bình: $30 \leq \alpha < 45^\circ$ + Nặng: $\alpha < 30^\circ$	- Theo dõi cả ô. Cây được coi là đổ ngã khi thân nghiêng so với phương thẳng đứng góc $\geq 30^\circ$ (tạo với mặt đất một góc $\alpha \leq 60^\circ$) - Tỷ lệ cây đổ ngã (%) = (Số cây đổ ngã / Tổng số cây theo dõi) * 100
2.7	Các yếu tố cấu thành				

	năng suất				
	- Mật độ cây hữu hiệu	Chín công nghiệp	Ngàn cây/ha	+ Cao: >80 + Khá: 66-80 + Trung bình: 50-65 + Kém: <50	Quan sát toàn ô. Mật độ cây hữu hiệu = (Số cây hữu hiệu ở diện tích theo dõi (m ²)) * 10000 / 1000 = (Số cây hữu hiệu ở diện tích theo dõi (m ²)) * 10
	- Khối lượng cây	Chín công nghiệp	kg	+ Cao: >1,70 + Khá: >1,45-1,70 + Trung bình: 1,20-1,45 + Kém: <1,20	Cân 10 cây đại diện/ô, lấy giá trị trung bình
2.8	Năng suất lý thuyết	Chín công nghiệp	Tấn/ha		Từng ô. Năng suất lý thuyết = Khối lượng cây (kg) * Mật độ cây hữu hiệu (ngàn cây/ha)
2.9	Năng suất thực thu	Chín công nghiệp	Tấn/ha và % vượt đối chứng	% vượt đối chứng: + Cao: >20 + Khá: >15-20 + Trung bình: 10-15 + Kém: <10	Cân trên cả ô. Năng suất thực thu (tấn/ha) = (Khối lượng mía trên ô (kg) / Diện tích ô (m ²)) * 10.000 / 1.000 = (Khối lượng mía trên ô (kg) / Diện tích ô (m ²)) * 10
2.10	Chất lượng mía và thời gian chín				
	- Xơ bã	Chín công nghiệp	%	- Tốt: <11 - Khá: 11-13 - Trung bình: >13-15 - Kém: >15	3-5 cây đại diện/mẫu, phân tích theo quy trình chung, tối thiểu 1 lần
	- CCS	Chín công nghiệp	%	CCS vượt so với đối chứng) - Cao: >1,0 - Khá: >0,5-1,0 - Trung bình: 0-0,5 - Kém: <0	3-5 cây đại diện/mẫu, phân tích theo quy trình chung, tối thiểu 3 lần, 1 tháng 1 lần hoặc định kỳ 10/ 15/ 20 ngày/lần và vẽ đường biểu diễn)
	- Thời gian chín	Chín công nghiệp	Tháng tuổi	- Sớm: <10 - Trung bình (trung bình sớm, trung bình và trung bình muộn): 10-13 - Muộn: >13	Dựa vào đường biểu diễn chữ đường theo tuổi mía
2.11	Năng suất quy 10 CCS	Chín công nghiệp	Tấn/ha và % vượt đối chứng	% vượt đối chứng: - Cao: >20 - Khá: >15-20 - Trung bình: 10-15 - Kém: <10	Năng suất quy 10 CCS (tấn/ha) = Năng suất thực thu (tấn/ha) * CCS / 10
3	Đánh giá vụ gốc				
3.1	Mức độ mất khoảng	Kết thúc thời kỳ tái sinh	% diện tích không có mía trong khoảng cách	- Tốt: <15 - Khá: 15-20 - Trung bình: 21-30 - Kém: >30	Theo dõi toàn ô

			≥ 0,6 m		
3.2	Các chỉ tiêu khác (từ chỉ tiêu sức đẻ nhánh đến năng suất quy 10 CCS)	Tương tự đánh giá vụ tơ	Tương tự đánh giá vụ tơ	So với vụ tơ: - Tốt: Mật độ cây tốt hơn, chiều cao cây và đường kính thân tương tự hoặc cao hơn - Khá: Mật độ cây, chiều cao cây và đường kính thân tương tự - Trung bình: Mật độ cây tương tự, chiều cao cây và đường kính thân kém hơn không đáng kể - Kém: Mật độ cây, chiều cao cây và đường kính thân kém hơn có nghĩa	Tương tự đánh giá vụ tơ

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Thời gian mọc mầm; thời gian sinh trưởng; đường kính thân; chiều cao cây; mật độ cây; khối lượng cây
- Năng suất; chất lượng (chữ lượng đường)
- Sâu bệnh (sâu đục thân, rệp, bệnh thối ngọn, than, ...).

5.1.3.4. Cây bông

Trong thí nghiệm khảo nghiệm giống lạc, thí nghiệm được bố trí 3 lần nhắc lại, diện tích mỗi lần nhắc lại 36 m² (4,5 m x 8 m). Cần phải theo dõi 27 chỉ tiêu như sau:

Bảng 11. Các chỉ tiêu theo dõi và phương pháp đánh giá

Chỉ tiêu	Giai đoạn	Đơn vị tính	Số cây theo dõi	Phương pháp đánh giá
1. Tỷ lệ cây mọc	5-7 ngày sau gieo	(%)	Toàn bộ hóc/ô	Đếm số cây (hóc) mọc
2. Chiều cao cây	50% số cây theo dõi có quả ở vị trí đầu tiên nở	(cm)	30 cây/2 hàng giữa ô	Đo từ vị trí đốt lá mầm đến đỉnh sinh trưởng thân chính
3. Số cành quả trên thân chính	50% số cây theo dõi có quả ở vị trí đầu tiên nở	Số cành/cây	30 cây/2 hàng giữa ô	Đếm số cành quả trên thân chính
4. Số cành sinh trưởng sinh dưỡng trên thân chính (cành đục)	50% số cây theo dõi có quả ở vị trí đầu tiên nở	Số cành/cây	30 cây/2 hàng giữa ô	Đếm số cành sinh trưởng sinh dưỡng trên thân chính (cành đục)
5. Chiều dài cành quả dài nhất	50% số cây theo dõi có quả ở vị trí đầu tiên nở	(cm)	30 cây/2 hàng giữa ô	Đo chiều dài từ thân chính đến cuối cành quả dài nhất
6. Thời gian nở hoa	Nở hoa	Ngày	2 hàng ở giữa ô	Đối với giống khảo nghiệm vụ thứ nhất: tính

				số ngày từ khi gieo (đất đủ ẩm) đến 50% số cây theo dõi có hoa ở vị trí thứ nhất trên cành quả đầu tiên nở
7. Thời gian nở quả	Nở quả	Ngày	2 hàng ở giữa ô	Tính số ngày từ gieo đến 50% số cây theo dõi có quả ở vị trí thứ nhất trên cành quả đầu tiên nở
8. Thời gian tận thu	Tận thu	Ngày	2 hàng ở giữa ô	Tính số ngày từ gieo đến 95% số quả trên cây nở
9. Bệnh lở cổ rễ (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Định kỳ điều tra: 5, 10, 15, 20, 25 ngày sau gieo	(%)	Toàn bộ số cây/ô	Tính số cây bị bệnh
10. Bệnh xanh lùn (<i>Blue disease</i>)	Từ cây con đến 70 ngày sau gieo	(%)	Toàn bộ số cây/ô	Tính tổng số cây bị bệnh (<i>nhỏ bỏ cây bệnh sau khi theo dõi</i>)
11. Bệnh đốm lá-sẹ quả (<i>Rhizoctonia solani</i>)	Từ 90 ngày sau gieo	(%)	50 cây ở hai hàng giữa ô	Đánh giá tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh trên từng cây
12. Bệnh mốc trắng (<i>Ramulariopsis gossypii</i>)	Từ 90 ngày sau gieo	(%)	50 cây ở hai hàng giữa ô	Đánh giá tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh trên từng cây
13. Bệnh thán thư (<i>Colletotrichum gossypii</i>)	Từ 90 ngày sau gieo	(%)	30 cây/2 hàng giữa ô	Đánh giá tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh trên từng cây
14. Bệnh giác ban <i>Xanthomonas malvacearum</i>	Thời điểm bệnh xuất hiện	(%)	30 cây/2 hàng giữa ô	Đánh giá tỷ lệ bệnh và chỉ số bệnh qua cấp bệnh hại từng cây
15. Sâu xanh (<i>Helicoverpa armigera</i>)	Thời điểm mật độ trứng, sâu xanh cao trong vụ	Trứng/100cây Con/100 cây	5 cây cố định trên hàng ở giữa ô	Điều tra mật độ trứng, sâu xanh tuổi nhỏ, tuổi lớn. Định kỳ 7 ngày 1 lần, điều tra 3 lần liên tục
16. Rầy xanh (<i>Amrasca devastans</i>)	Giai đoạn 70, 90 ngày sau gieo hoặc trước khi phun thuốc trừ rầy	Chỉ số cấp rầy hại	30 cây ở 2 hàng giữa ô	Đánh giá cấp rầy hại trên từng cây
17. Nhện đỏ (<i>Tetranychus urticae</i>)	Thời điểm xuất hiện mật độ nhện đỏ cao trong vụ	Con/100 lá	30 cây ở 2 hàng giữa ô	Mỗi cây điều tra 3 lá, từ lá thứ 4 đến lá thứ 6 tính từ trên ngọn xuống, tính trung bình số con/lá
18. Bọ trĩ (<i>Thrips palmi</i>)	Thời điểm xuất hiện mật độ bọ trĩ cao trong vụ	Con/100 lá	30 cây ở 2 hàng giữa ô	Mỗi cây điều tra 3 lá, từ lá thứ 3 đến lá thứ 5 tính từ trên ngọn xuống, tính trung bình số con/lá
19. Rệp bông (<i>Aphis gossypii</i>)	Thời điểm xuất hiện mật độ rệp cao trong vụ	Con/100 lá	30 cây ở 2 hàng giữa ô	Mỗi cây điều tra 3 lá thành thực (giai đoạn ≤45 ngày). Điều tra 3 lá trên 3 tầng (1 lá tầng ngọn, 1 lá tầng giữa, 1 lá tầng gốc)
20. Sâu hồng (<i>Pectinophora gossypiella</i>)	Thời điểm xuất hiện sâu (hoa-quả).	% hoa tím	30 cây ở 2 hàng giữa ô	Định kỳ 2 tuần/lần Điều tra tỷ lệ hoa tím/tổng số hoa theo dõi.

		% quả điếc		Hái 50 quả, chẻ quả và theo dõi số sâu/quả.
21. Sâu, bệnh khác	Giai đoạn sâu, bệnh xuất hiện			
22. Tỷ lệ cây hữu hiệu	50% số cây theo dõi có quả ở vị trí đầu tiên nở	Cây/m ²	Toàn bộ số cây/ô	Tính số cây hữu hiệu
23. Số quả/cây	50% số cây theo dõi có quả ở vị trí đầu tiên nở	Số quả/cây	30 cây/2 hàng giữa ô	Đếm số quả/cây
24. Năng suất bông hạt lý thuyết	50% số cây theo dõi có quả ở vị trí đầu tiên nở	Tạ/ha		Số quả/m ² x khối lượng quả
25. Năng suất bông hạt thực thu	Thu hoạch	Tạ/ha		Cân năng suất các lần thu hoạch
26. Năng suất bông xơ	Thu hoạch	Tạ/ha		Năng suất bông hạt x tỷ lệ xơ
27. Mẫu bông phân tích	Trước khi thu hoạch			Thu 50 quả trên hai hàng giữa; mỗi cây thu một quả ở vị trí thứ nhất của cánh thứ 2 đến cánh thứ 6
- Khối lượng quả		(g)		- Cân khối lượng quả
- Khối lượng 100 hạt		(g)		- Cân khối lượng 100 hạt
- Tỷ lệ xơ		(%)		- Khối lượng xơ/mẫu
- Chỉ số xơ		(g)		- Khối lượng xơ/khối lượng hạt x khối lượng 100 hạt
- Chiều dài xơ (UHML)		(mm)		- Kiểm nghiệm máy HVI
- Chỉ số độ đều (UI)		(%)		- Kiểm nghiệm máy HVI
- Chỉ số xơ ngắn (SFI)		(%)		- Kiểm nghiệm máy HVI
- Chỉ số Micronaire				- Kiểm nghiệm máy HVI
- Chỉ số độ chín				- Kiểm nghiệm máy HVI
- Độ bền		(G/tex)		- Kiểm nghiệm máy HVI
- Độ giãn		(%)		- Kiểm nghiệm máy HVI
- Cấp màu				- Kiểm nghiệm máy HVI

Tuy nhiên, đối với thí nghiệm khảo nghiệm phân bón nên tập chung vào một số chỉ tiêu sau:

- Tỷ lệ cây mọc; chiều cao cây; số cành quả/thân chính
- Thời gian nở hoa; thời gian nở quả; thời gian tận thu
- Số quả/cây; năng suất bông hạt; năng suất bông xơ
- Chất lượng (tỷ lệ xơ, chỉ số xơ, chiều dài xơ, ...)
- Sâu bệnh (sâu xanh, rệp, nhện đỏ, rầy xanh, Bệnh thán thư, bệnh mốc trắng, bệnh giác ban, ...).

5.2. Phương pháp theo dõi, thu thập các chỉ tiêu đánh giá cây lâu năm

5.2.1. Cây cam quýt (cây ăn quả)

Đối với cây có múi, mỗi loại cây có múi khác nhau yêu cầu mật độ khác nhau. Thông thường như sau:

- Cây cam, quýt: 4 m x 5 m, tương đương với mật độ 500 cây/ha
- Cây bưởi: 5 m x 6 m, tương đương với mật độ 350 cây/ha.

Trong quá trình tiến hành khảo nghiệm một loại phân bón nào đó cho các cây trồng trên, trước tiên cần biết một số thông tin: mật độ và khoảng cách trồng; tuổi vườn cây, số năm đã cho thu hoạch...

Một số chỉ tiêu cần theo dõi:

- Ngày bắt đầu hoa nở (50% số cành có ít nhất một hoa nở)
- Thời gian nở hoa (từ ngày bắt đầu hoa nở đến khi kết thúc hoa nở)
- Thời gian thu hoạch: tính từ khi hoa nở đến khi thu hoạch
- Đo chiều cao quả và đường kính quả
- Đếm số quả trên cây
- Năng suất:

+ Lấy mẫu 20 quả ở các tầng tán khác nhau cân lấy trị trung bình sau đó nhân với số lượng quả trên cây và mật độ trồng để quy về năng suất tạ/ha.

+ Thu toàn bộ số quả trên cây mẫu sau đó cân khối lượng và nhân với mật độ trồng để quy về năng suất tạ/ha.

- Một số chú ý về phòng trừ sâu bệnh: sâu vẽ bùa; sâu đục thân; nhện đỏ; bệnh loét; bệnh greening

5.2.2. Cây cà phê

Đối với cây cà phê, mỗi giống cây cà phê khác nhau yêu cầu mật độ khác nhau. Thông thường như sau:

- Cà phê vối: 3 m x 3 m, tương đương với mật độ 900 cây/ha.
- Cà phê mít: 7 m x 7 m, tương đương với mật độ 200 cây/ha.
- Cà phê chè: 2 m x 2 m, tương đương với mật độ 1.000 cây/ha

Trong quá trình tiến hành khảo nghiệm một loại phân bón nào đó cho các cây trồng trên, trước tiên cần biết một số thông tin: mật độ và khoảng cách trồng; tuổi vườn cây, số năm đã cho thu hoạch...

Một số chỉ tiêu cần theo dõi:

- Ngày bắt đầu hoa nở (50% số cành có ít nhất một hoa nở)
- Thời gian nở hoa (từ ngày bắt đầu hoa nở đến khi kết thúc hoa nở)
- Thời gian thu hoạch: tính từ khi hoa nở đến khi thu hoạch

- Số cành mang quả
- Năng suất:
 - + Khối lượng quả tươi/cây nhân với mật độ độ trồng để quy về năng suất/ha.
 - + Khối lượng nhân/cây nhân với mật độ độ trồng để quy về năng suất/ha.
- Một số chú ý về phòng trừ sâu bệnh:
 - + Rệp sáp, rệp muội, rệp vảy xanh, rệp vảy nâu; ve sầu; mọt đục cành; sâu đục thân, đục cành
 - + Tuyến trùng; bệnh lở cổ rễ; bệnh gỉ sắt; bệnh vàng lá rụng quả; bệnh nứt thân, thối cổ rễ, ...

Lưu ý: đối với các cây trồng khác tham khảo các quy chuẩn quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về khảo nghiệm giá trị canh tác và sử dụng giống cây trồng.

6. Lấy mẫu phân bón

6.1. Phương pháp lấy mẫu

Phương pháp lấy mẫu phân bón theo TCVN 9486:2018. Phân bón-Lấy mẫu và TCVN 12105:2018. Phân bón vi sinh vật-Lấy mẫu.

6.2. Hướng dẫn thực hành

6.2.1. Thực hành lấy mẫu tại cơ sở sản xuất

6.2.1.1. Xây dựng kế hoạch trước khi đến cơ sở

Giảng viên hướng dẫn học viên chuẩn bị dụng cụ cho tất cả các tình huống đối với lấy mẫu các loại phân bón khác nhau, đối với mẫu trong kho chứa hàng và trên băng chuyền (rắn, lỏng) bao gồm:

- Dụng cụ lấy mẫu;
- Dụng cụ đựng, chứa, gói mẫu;
- Mẫu biên bản lấy mẫu;
- Mẫu biên bản bàn giao mẫu;
- Bút, sổ ghi chép, nịt, v.v.

6.2.1.2. Thực hành lấy mẫu thực tế tại cơ sở sản xuất phân bón

(1) Lấy mẫu tại kho sản phẩm

a) Dạng rắn

- Cách xác định số lượng mẫu ban đầu, vị trí lấy và lượng mẫu tối thiểu cho mẫu ban đầu và cho mẫu thử nghiệm;
- Thực hành lấy mẫu phân bón dạng rắn đối với các loại ống xăm cỡ (22, 28, 35, 60, 90 cm);
- Thực hành rút gọn/giảm lược mẫu;

- Thực hành bao gói, dán nhãn;
- Lập biên bản lấy mẫu.

b) Dạng lỏng

- Thực hành lấy mẫu phân bón dạng lỏng trong trường hợp mẫu được bao gói với khối lượng phổ biến từ 10 ml đến 30 ml hoặc được đóng trong chai 500 ml, 1.000 ml;

- Cách xác định số lượng mẫu ban đầu, vị trí lấy và lượng mẫu tối thiểu cho mẫu ban đầu và cho mẫu thử nghiệm;

- Thực hành rút gọn/giảm lược mẫu;
- Thực hành bao gói, dán nhãn;
- Lập biên bản lấy mẫu.

(2) Lấy mẫu trên băng chuyền

a) Dạng rắn

- Học viên thực hành vị trí lấy mẫu, lượng mẫu tối thiểu;
- Thực hành rút gọn/giảm lược mẫu;
- Thực hành bao gói, dán nhãn;
- Lập biên bản lấy mẫu.

b) Dạng lỏng

- Thực hành lấy mẫu dạng lỏng trong trường hợp mẫu được bao gói với khối lượng phổ biến từ 10 ml đến 30 ml hoặc được đóng trong chai 500 ml, 1.000 ml;

- Cách xác định số lượng mẫu ban đầu, vị trí lấy và lượng mẫu tối thiểu cho mẫu ban đầu và cho mẫu thử nghiệm;

- Thực hành rút gọn/giảm lược mẫu;
- Thực hành bao gói, dán nhãn;
- Lập biên bản lấy mẫu.

6.2.2. Thực hành lấy mẫu tại cửa hàng buôn bán phân bón

6.2.2.1. Xây dựng kế hoạch trước khi đến cửa hàng

Giảng viên hướng dẫn học viên chuẩn bị dụng cụ cho tất cả các tình huống đối với lấy mẫu các loại phân bón khác nhau (rắn, lỏng) trong cửa hàng:

- Dụng cụ lấy mẫu;
- Dụng cụ đựng, chứa, gói mẫu;
- Mẫu biên bản lấy mẫu;
- Mẫu biên bản bàn giao mẫu;
- Bút, sổ ghi chép, nịt, v.v.

6.2.2.2. Thực hành lấy mẫu thực tế tại cửa hàng

a) Dạng rắn

- Cách xác định số lượng mẫu ban đầu, vị trí lấy và lượng mẫu tối thiểu cho mẫu ban đầu và cho mẫu thử nghiệm;
- Thực hành lấy mẫu dạng rắn đối với các loại ống xăm cỡ (22, 28, 35, 60, 90 cm);
- Thực hành rút gọn/giản lược mẫu;
- Thực hành bao gói, dán nhãn;
- Lập biên bản lấy mẫu.

b) Dạng lỏng

- Thực hành lấy mẫu lỏng trong trường hợp mẫu được bao gói với khối lượng thực tế có trong cửa hàng;
- Cách xác định số lượng mẫu ban đầu, vị trí lấy và lượng mẫu tối thiểu cho mẫu ban đầu và cho mẫu thử nghiệm;
- Thực hành rút gọn/giản lược mẫu;
- Thực hành bao gói, dán nhãn;
- Lập biên bản lấy mẫu.

Ghi chú: Trường hợp các văn bản quy phạm pháp luật, TCVN nêu tại Tài liệu này được thay thế, sửa đổi, bổ sung thì các tổ chức được giao thẩm quyền tập huấn khi tập huấn phải có trách nhiệm cập nhật các văn bản quy phạm pháp luật, TCVN, các nội dung thay thế, sửa đổi, bổ sung theo quy định pháp luật hiện hành.

PHỤ LỤC

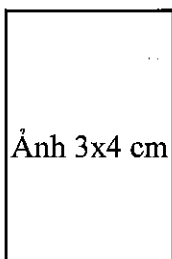
Mẫu Giấy chứng nhận tập huấn khảo nghiệm phân bón và Giấy chứng nhận tập huấn, bồi dưỡng chuyên môn về phân bón

Mẫu số 01

TÊN CƠ QUAN CHỦ QUẢN(1) **CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM**
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Số: .../GCN-...

....., ngày tháng năm



GIẤY CHỨNG NHẬN
TẬP HUẤN KHẢO NGHIỆM PHÂN BÓN

.....(1)

Chứng nhận:

Ông/Bà:

Ngày, tháng, năm sinh:

Nơi sinh:

Địa chỉ:

Đã hoàn thành chương trình "**Tập huấn khảo nghiệm phân bón**"

Thời gian từ ngày: đến ngày

Tại

Giấy chứng nhận này có giá trị trên toàn quốc và không thời hạn.

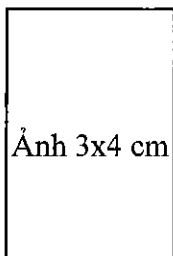
LÃNH ĐẠO CƠ QUAN CÓ THẨM QUYỀN
(Ký tên, đóng dấu)

.....
(1) Tên cơ quan có thẩm quyền.

TÊN CƠ QUAN CHỦ QUẢN CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
.....(1) Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Số: .../GCN-...

....., ngày tháng năm



GIẤY CHỨNG NHẬN
TẬP HUẤN, BỒI DƯỠNG CHUYÊN MÔN VỀ PHÂN BÓN
.....(1)

Chứng nhận:

Ông/Bà:

Ngày, tháng, năm sinh:

Nơi sinh:

Địa chỉ:

Đã hoàn thành chương trình "***Tập huấn, bồi dưỡng chuyên môn về phân bón***"

Thời gian từ ngày:đến ngày

Tại

Giấy chứng nhận này có hiệu lực từ ngày cấp và không thời hạn.

LÃNH ĐẠO CƠ QUAN CÓ THẨM QUYỀN
(Ký tên, đóng dấu)

.....
(1) Tên cơ quan có thẩm quyền.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Ban Biên tập Bản đồ Đất Việt Nam (1978). Bản đồ Đất Việt Nam, tỷ lệ 1/1.000.000.
2. Bộ Nông nghiệp & PTNT (2011), *Bảo quản phân bón*, mã số: MĐ 05.
9. Hồ Quang Đức (2002), *Nghiên cứu xác định ferralsols miền Bắc Việt Nam*, Luận án Tiến sỹ, Viện Khoa học Kỹ thuật Nông nghiệp Việt Nam, Hà Nội.
3. Học viện Nông nghiệp Hà Nội (2009), *An toàn vệ sinh lao động*.
4. Hội Khoa học Đất Việt Nam (1999), *Sổ tay điều tra, phân loại đánh giá đất*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
5. Hội Khoa học Đất Việt Nam (2000), *Đất Việt Nam*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
6. Nguyễn Đình Hiền: Bài giảng về xử lý số liệu trong sinh học; Trường Đại học nông nghiệp I Hà Nội; Nhà xuất bản nông nghiệp; 2007.
7. Ngô Kim Khôi : Thống kê trong lâm nghiệp, Giáo trình, Trường Đại học lâm nghiệp, Nhà xuất bản nông nghiệp, 1998.
8. Nguyễn Thị Lan; Phạm Tiên Dũng: Phương pháp thí nghiệm - Giáo trình, Nhà xuất bản nông nghiệp, 2006.
9. Nguyễn Đình Mạnh (1998), *Phân tích Nông hóa - Thổ nhưỡng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
10. Hoàng Văn Phụ; Đỗ Thị Ngọc Oanh: Giáo trình phương pháp nghiên cứu trong trồng trọt. Nhà xuất bản nông nghiệp, 2002.
11. Đỗ Đình Thuận (1994), *Những thông tin cơ bản về đất Việt Nam*, Tài liệu tập huấn về sử dụng phân bón cân đối để tăng năng suất cây trồng và cải thiện môi trường, FADINAP/SFRI.
12. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa (1998), *Sổ tay phân tích Đất, nước, phân bón, cây trồng*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội.
13. Tài liệu đào tạo người lấy mẫu đất, nước và sản phẩm cây trồng, Vũ Thắng, Nguyễn Bảo Ngọc, Nguyễn Vũ Quỳnh Lan, Nhà xuất bản nông nghiệp, 2011.
14. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa (2002), *Báo cáo đề tài "Hoàn chỉnh hướng dẫn đảm bảo chất lượng/kiểm soát chất lượng trong quan trắc và phân tích môi trường đất và áp dụng thử tại trạm QT/PT môi trường đất miền Bắc"*.
15. Viện Thổ nhưỡng Nông hóa - Vụ Khoa học công nghệ và Chất lượng sản phẩm (2002), *Những thông tin cơ bản về các loại đất chính Việt Nam*, Nhà xuất bản Thế giới, Hà Nội.
16. AEM Tier II Worksheet, "Fertilizer Storage & Handling in the Greenhouse" Agriculture Environmental Management (AEM).
17. Kwanchai A. and Arturo A. Gomez: Statistical Procedures for

Agricultural Research. Second Edition, Copyright 1984 by John Wiley & Son Ltd. 10. Roger Pitersen: Agricultural Field Experiments, Copyright 1994 by Merel Dekker. Inc.

18. Robert G. D. Steel and James H. Torrie: Principles and Procedures Statistics, Copyright 1960 by the McGraw Hill.

19. Fertilizer Europ (2012), *Guidance for safe and secure storage of fertilizers on farms*.

20. Bohumin Kaba: Statistika-Giáo trình, Trường Đại học nông nghiệp Praha (Nguyên bản tiếng Séc). Nhà xuất bản Giáo dục Praha, 1980.

21. Jana Stasvkova: Biometrika - Giáo trình, Trường Đại học nông nghiệp BRNO; 1988 (Nguyên bản tiếng Séc).

22. Jaroslav Kubisek & Jaroslav Dufek: Giáo trình, Trường Đại học nông nghiệp BRNO; 1988 (Nguyên bản tiếng Séc).

23. Jim Foler, Lou Cohen and Phil Jarvis: Practical Statistics for Field Biology Second Edition. Copyright 1988 by John Wiley & Sons Ltd.