

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG NGHIỆP I HÀ NỘI**

NGUYỄN THỊ LAN (Chủ biên) & PHẠM TIẾN DŨNG



**GIÁO TRÌNH
PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM**

HÀ NỘI – 2005

MỞ ĐẦU

Phương pháp thí nghiệm là một ngành khoa học được dạy trong một số trường đại học có liên quan đến lĩnh vực sinh học như: Nông nghiệp, lâm nghiệp và thủy sản. Tuy nhiên, nội dung dạy có khác nhau tùy thuộc vào ngành cụ thể.

Cuốn giáo trình phương pháp thí nghiệm của chúng tôi lần này được viết cho sinh viên Đại học Nông nghiệp mà chủ yếu là cho ngành nông học. Nội dung của cuốn giáo trình cung cấp cho sinh viên một số kiến thức cơ bản về phương pháp thiết kế và bố trí thí nghiệm cũng như các thuật toán thống kê mô tả các tham số, các tiêu chuẩn kiểm định thống kê trong xử lý kết quả thí nghiệm, nghiên cứu các mối quan hệ đơn giản trong phân tích kết quả nghiên cứu và cách trình bày một báo cáo khoa học.

Giáo trình viết cho người học nên khi dạy cán bộ giảng dạy cần tham khảo thêm các giáo trình và sách khác viết kỹ và sâu hơn về phương pháp thí nghiệm cũng như các kiến thức toán xác suất thống kê.

Để nắm được kiến thức của môn học viết trong giáo trình này sinh viên phải được học và nắm vững kiến thức xác suất thống kê, tin học và một số môn khoa học khác.

Nội dung của cuốn giáo trình bao gồm các chương:

Chương I - Trình bày các bước cần thiết trong quá trình nghiên cứu khoa học và các nhóm phương pháp nghiên cứu trong nông nghiệp.

Chương II - Trình bày các yêu cầu trong thiết kế thí nghiệm, các loại thí nghiệm đồng ruộng cùng các nội dung khác có liên quan đến thiết kế thí nghiệm (công thức thí nghiệm, diện tích ô, nhắc lại, bảo vệ, hàng biên...). Cách xây dựng và viết một đề cương nghiên cứu khoa học. Đây là chương quan trọng nhất của phần phương pháp nghiên cứu.

Chương III - Giới thiệu cách triển khai một thí nghiệm cụ thể từ thiết kế (đề cương) ra ngoài thực địa nhằm đảm bảo tính khách quan và tôn trọng nguyên tắc “sai khác duy nhất”, chăm sóc thí nghiệm và trình tự thu hoạch thí nghiệm.

Chương IV - Trình bày các loại số liệu trong nghiên cứu khoa học, các tham số thống kê cơ bản của mẫu và các công thức tính các tham số đó.

Chương V - Trình bày ngắn gọn các cách ước lượng một số tham số thống kê cơ bản thường được sử dụng trong nghiên cứu và thực tiễn sản xuất nông nghiệp (ước lượng điểm và ước lượng khoảng của hai tham số cơ bản nhất của tổng thể là kỳ vọng và xác suất của đặc tính sinh học nào đó).

Chương VI - Trình bày ngắn gọn bài toán kiểm định các giả thiết thống kê thông thường như: kiểm định hai trung bình (hai kỳ vọng) và kiểm định hai xác suất của hai tổng thể và kiểm định tính độc lập.

Chương VII - Trình bày các phương pháp bố trí thí nghiệm 1, 2 nhân tố và cách phân tích phương sai. Công bố kết quả và đánh giá các kết quả thí nghiệm. Phần thí nghiệm hai nhân tố mới chỉ đề cập sơ bộ trong giáo trình này. Đây được coi là chương quan trọng nhất trong phần thiết kế thí nghiệm và thống kê ứng dụng. Chương này giúp các nhà khoa học đánh giá một cách đầy đủ kết quả cụ thể của mỗi thí nghiệm.

Chương VIII - Giới thiệu tương quan và hồi quy, chủ yếu là tương quan và hồi quy tuyến tính đơn. Nội dung chương này sẽ giúp cho người học cách đánh giá mối quan hệ của các đặc trưng (chỉ tiêu) trong thí nghiệm qua hệ số tương quan. Xây dựng phương trình hồi quy mô tả mối quan hệ tương quan, tính hồi quy tuyến tính đơn. Bước đầu giới thiệu quan hệ phi tuyến.

Chương IX - Giới thiệu cho người học cách trình bày số liệu trong báo cáo và trình tự viết một báo cáo khoa học.

Ngoài ra, giáo trình còn trình bày một số bảng số thống kê thông dụng giúp các nhà thực nghiệm xử lý kết quả nghiên cứu của thí nghiệm: các bảng này rất cần thiết cho chương ước lượng, kiểm định cũng như phân tích phương sai và hồi quy. Khi dạy giáo viên phải hướng dẫn cho học sinh biết cách sử dụng các bảng số.

Tailieu.vn

CHƯƠNG I - ĐẠI CƯƠNG VỀ CÔNG TÁC NGHIÊN CỨU KHOA HỌC NÔNG NGHIỆP

Chương này trang bị cho người học những nhận thức cơ bản về phương pháp nghiên cứu Nông nghiệp nói chung và Nông học nói riêng như các bước cần được tiến hành trong quá trình nghiên cứu khoa học để trả lời câu hỏi mà thực tế đặt ra.

1.1. Vai trò của công tác nghiên cứu khoa học nông nghiệp

Theo nghĩa rộng của quan điểm triết học duy vật: "Thí nghiệm là một phần của sự nghiệp sản xuất trong xã hội loài người, nhằm khám phá ra các quy luật khách quan của thế giới vật chất với mục đích nắm vững và bắt các điều bí mật của thiên nhiên phục vụ cho cuộc sống con người".

Con người đã biết làm thí nghiệm (Experiment) từ bao giờ?

Như chúng ta đã biết, từ cổ xưa loài người đã phải kiếm ăn để sinh sống, do đó, con người phải biết lựa chọn, so sánh để tìm kiếm thức ăn. Song cũng chính từ đó mà họ đã tạo ra một kho tàng các kinh nghiệm quý báu thúc đẩy xã hội phát triển. Khi xã hội tiến lên đòi hỏi con người cũng phải nắm bắt, vận dụng các quy luật khách quan của tự nhiên có hiệu quả hơn. Muốn làm được điều này cần phải có phương pháp và từ đó phương pháp thí nghiệm ra đời.

Nghiên cứu khoa học là quá trình nghiên cứu và giải thích đến cùng các hiện tượng khoa học xuất phát từ lý luận và thực tiễn. Từ đó sẽ ứng dụng các kết quả nghiên cứu được vào thực tiễn sản xuất phục vụ cho cuộc sống con người.

Nghiên cứu khoa học nói chung và khoa học nông nghiệp nói riêng hay cụ thể hơn là nghiên cứu khoa học trong lĩnh vực Nông học phụ thuộc rất mật thiết với điều kiện tự nhiên và các điều kiện kinh tế - xã hội nên việc vận dụng các phương pháp và kết quả nghiên cứu của các nước trên thế giới có tính kế thừa chọn lọc cho phù hợp với điều kiện cụ thể của Việt Nam là rất cần thiết. Ngay trong phạm vi của đất nước chúng ta cũng không thể có tính đồng nhất về các điều kiện cụ thể, cho các thực nghiệm nông nghiệp, vậy nhiệm vụ của các nhà khoa học nông nghiệp phải nghiên cứu và đề xuất được những biện pháp kỹ thuật cụ thể, thích hợp cho vùng nơi mình phụ trách nhằm khai thác bền vững và hiệu quả các điều kiện ấy. Để có kết quả nghiên cứu đúng và khách quan cần phải có kiến thức tổng hợp của nhiều lĩnh vực: toán học, hoá học, thổ nhưỡng, khí tượng, sinh học và kinh tế học và phương pháp nghiên cứu đúng, khách quan, phù hợp với các quy luật tự nhiên, quy luật xã hội và cả tính sáng tạo đúng đắn.

1.2. Các bước trong quá trình nghiên cứu khoa học nông nghiệp

Để có thể xây dựng được một đề tài nghiên cứu khoa học nông nghiệp nói chung và cụ thể hơn nữa là xây dựng được một thí nghiệm về một biện pháp kỹ thuật nào đó như: Giống, phân bón, tưới nước, thời vụ hay bảo vệ thực vật... cho một vùng đòi hỏi nhà khoa học (người làm công tác nghiên cứu) cần phải tiến hành theo các bước sau đây.

1.2.1. Thu thập thông tin (Bước 1)

Mục đích của thu thập thông tin là giúp cho nhà khoa học hiểu rõ được vấn đề sẽ được nghiên cứu đã có ai, nơi nào nghiên cứu chưa và nếu có thì vấn đề được nghiên cứu đến đâu. Xem xét tính khả thi để từ đó hình thành hướng nghiên cứu thích hợp.

Nội dung thông tin thu thập gồm:

* Các tài liệu có liên quan trực tiếp và gián tiếp tới vấn đề dự định nghiên cứu.

* Kinh nghiệm sản xuất của người dân.

Việc thu thập các thông tin bao gồm:

- Đọc các tài liệu tại thư viện cụ thể là các sách báo gồm các giáo trình, sách chuyên khảo, sách hướng dẫn phổ biến khoa học kỹ thuật, các tạp chí khoa học, các kết quả nghiên cứu khoa học của các nhà khoa học khác. Các nguồn số liệu này bao gồm cả trong nước và trên thế giới.

- Tham dự các hội nghị, hội thảo và các hoạt động khoa học khác.

- Tìm hiểu thực tiễn sản xuất của nông dân để thấy rõ kinh nghiệm cũng như biện pháp xử lý của nông dân với vấn đề sẽ được nghiên cứu.

- Thu thập thông tin qua các phương tiện thông tin đại chúng khác như: Vô tuyến truyền hình, đài phát thanh, báo khoa học, báo nông thôn cũng như các loại báo khác.

1.2.2. Xây dựng giả thiết khoa học (Bước 2)

Giả thiết khoa học là những giả định mà theo nhà khoa học là có nhiều khả năng đúng nhất về một sự vật hay một hiện tượng nào đó. Nó giúp cho ta có thể phát hiện và giải thích những cái mới mà những giả thiết khác trước đây chưa giải thích được.

Vì vậy, giả thiết khoa học không được phép chung chung mà phải cụ thể, phải thực sự xuất phát từ các nguồn thông tin thu thập được (mục 1.2.1). Giả thiết này cũng chính là xuất phát điểm để xây dựng kế hoạch nghiên cứu thực nghiệm.

Giả thiết khoa học phải tránh viển vông, song không nên sợ cái mới, phải xuất phát từ quy luật khách quan của tự nhiên, đầu tư công sức, trí tuệ để tìm hiểu cái mới, thậm chí có thể khó khăn gai góc. Có như vậy con người mới có thể tìm ra được cái mới, cái đổi thay trong khoa học và có thể cắt nghĩa nó hoàn toàn có cơ sở, theo đúng logic của các quá trình các mối quan hệ qua lại lẫn nhau trong tự nhiên đầy bí hiểm và đa dạng.

1.2.3. Chứng minh giả thiết khoa học (Bước 3)

Chứng minh giả thiết khoa học là quá trình quan sát, quá trình làm thí nghiệm. Trên cơ sở các số liệu (các chỉ tiêu nghiên cứu thể hiện qua kết quả theo dõi hay quan sát) có được và suy luận nhằm gạt bỏ cái không đúng, sàng lọc lấy cái đúng có tính quy luật và những cái có thể coi là chân lý.

Kiểm chứng giả thiết khoa học có hai cách, đó là: **Quan sát hay điều tra và làm thí nghiệm thực nghiệm.**

* **Quan sát hay điều tra** là việc tìm hiểu, theo dõi thực tế, đây là cả một quá trình bắt nguồn từ việc thu thập những cái đơn giản, những cái đã có trong thực tế sản xuất và trong tự nhiên, giúp ta phân biệt được cái đặc trưng của sự việc, so sánh giữa các sự việc và tiến đến suy luận xây dựng căn cứ khoa học cho các sự việc đó. Hay nói một cách khác: quan sát là tìm hiểu, mô tả diện mạo bên ngoài của sự việc hay hiện tượng để từ đó suy ra bản chất của chúng dựa trên cơ sở nhận thức của người nghiên cứu. Như vậy, quan sát là đi từ bên ngoài sự việc vào trong nhận thức. Do đó, yêu cầu của quan sát là "kiên trì", chỉ có kiên trì mới có thể hy vọng thu được những thông tin, những tài liệu và có như vậy tài liệu mới đầy đủ, khách quan và mang tính chính xác. Quan sát (điều tra) phải được thực hiện sao cho đại diện, khách quan để đảm bảo độ tin cậy của những thông tin thu được về đối tượng nghiên cứu.

* **Làm thí nghiệm**

Thí nghiệm là những công việc mà con người tự xây dựng để tạo ra những hiện tượng làm thay đổi một cách nhân tạo bản chất của sự việc nhằm phát hiện được đầy đủ bản chất và

nguyên nhân (nguồn gốc) của hiện tượng hay sự việc đó, cũng như nghiên cứu mối quan hệ tương hỗ giữa các hiện tượng (hay các sinh vật).

Như vậy, thí nghiệm là xuất phát từ những nhận thức của con người thông qua những giả thiết khoa học (đã nêu mục 1.2.2.), sau đó xác minh bằng hành động của mình (thực hiện thí nghiệm, đo đếm, quan sát các chỉ tiêu trên đối tượng thí nghiệm). Quá trình xác minh (làm thí nghiệm có thể được thực hiện ở trong phòng thí nghiệm, trong các nhà lưới, nhà kính, các chậu, vại, ô xi măng hay trên đồng ruộng) sẽ đưa tới nhận thức chặt chẽ hơn.

Như vậy, con người không phải chỉ chờ đợi vào những cái đã có sẵn mà ngược lại, có thể tự mình tạo ra những ý tưởng cụ thể, thực hiện ý tưởng đó để bắt đối tượng nghiên cứu phải tự bộc lộ và phát sinh tính quy luật của mình. Hay có thể nhận thức theo nghĩa rộng mà Paplôp đã nói "Quan sát là thu thập những gì mà thiên nhiên cho ta, còn thí nghiệm là lấy từ thiên nhiên những gì mà ta muốn".

1.2.4. Biện luận để rút ra kết luận và xây dựng lý thuyết khoa học (Bước 4)

Thông qua các kết quả của quan sát, điều tra cũng như thí nghiệm, người làm nghiên cứu thực hiện việc kiểm chứng giả thiết khoa học để rút ra những kết luận và đánh giá vấn đề mà mình quan tâm, không thể chỉ nghiên cứu mà bỏ qua công tác biện luận và rút ra kết luận. Tất nhiên đây là công việc không hề đơn giản. Đề xuất ra được những kết luận và biện luận cho các kết luận đó đòi hỏi nhà khoa học phải có trình độ kiến thức và hiểu sâu sắc đối tượng mình nghiên cứu. Có như vậy, các kết luận và biện luận mới khách quan có cơ sở khoa học phù hợp với môi trường và hệ sinh thái cụ thể của đối tượng đó.

Nếu như các nhà khoa học chỉ dừng lại ở việc rút ra những kết luận trực tiếp từ thí nghiệm thì những kết luận đó chỉ mang tính chất kinh nghiệm cụ thể của duy nhất một lần thí nghiệm nên chưa thể ứng dụng rộng rãi trong thực tế sản xuất được. Do đó, nhiệm vụ tiếp của các nhà khoa học là từ những kết quả của thí nghiệm được làm lại nhiều lần tập hợp thành các kết luận và biện luận nhằm tìm ra chân lý, tìm ra tính quy luật để nâng lên thành lý luận khoa học.

1.3. Các nhóm phương pháp thí nghiệm trong nông nghiệp

Hiện nay trong thực tiễn nghiên cứu của ngành nông học người ta đã sử dụng các nhóm phương pháp nghiên cứu và được chia cụ thể như sau:

1.3.1. Nhóm các thí nghiệm cứu trong phòng

Đây là loại nghiên cứu mà những thí nghiệm được thực hiện trong các phòng thí nghiệm. Điều kiện để thực hiện được các thí nghiệm đó gồm các loại dụng cụ như: hoá chất, các máy móc phân tích, các bình, hộp, khay... mang tính chất riêng biệt (chuyên sâu). Nhóm các thí nghiệm này hầu như độc lập với điều kiện tự nhiên của môi trường bên ngoài. Do điều kiện thực hiện trong phòng, cho nên các kết quả từ các thí nghiệm này được kiểm tra, điều khiển bằng các dụng cụ có độ chính xác cao. Tuy nhiên, những số liệu này chưa được áp dụng vào thực tế. Bởi vì, ở những môi trường nghiên cứu khác mà nhất là trên đồng ruộng thì có rất nhiều nhân tố sinh thái ảnh hưởng tới sinh vật (cây trồng) và có nhiều nhân tố khó có thể kiểm soát được cụ thể và chính xác.

Thí dụ: Muốn tìm hiểu quá trình trao đổi vật chất và năng lượng trong cây để xem dòng vật chất năng lượng ấy vận chuyển tới đâu, nhanh hay chậm, bao nhiêu được tích lũy trong sản phẩm của cây và bao nhiêu được loại thải ra môi trường bên ngoài? hoặc việc nghiên cứu tốc độ phát triển về mặt số lượng của rễ, chiều dài rễ. Nhưng nhóm nghiên cứu trong phòng có nhược điểm là số lượng cá thể ít (không mang tính đại diện) và điều kiện

nguyên cứu nhân tạo không phải là điều kiện thực tại mà đối tượng nghiên cứu sẽ được gieo trồng.

1.3.2. Nhóm các thí nghiệm trong chậu vại

Các thí nghiệm thuộc nhóm phương pháp nghiên cứu này có đối tượng nghiên cứu là cây trồng được gieo trồng trong các chậu, vại bằng sành, sứ trên nền đất hay dung dịch hoặc trồng trong các ô xi măng, trong nhà lưới, nhà polyetylen nền đất hoặc cát. Về điều kiện thì đối với nhóm này cây trồng đã được sống trong một phần là điều kiện tự nhiên, còn một phần là điều kiện nhân tạo.

Đây là loại hình thí nghiệm thường làm tại các cơ quan nghiên cứu nông nghiệp như các Viện, các Trường Đại học, Cao đẳng và các Trung tâm nghiên cứu. Nhóm thí nghiệm này cũng đã có lịch sử lâu đời, kết quả nghiên cứu của nhóm này phần lớn nhằm giải thích cơ chế, bản chất của cây.

Thí dụ: Để xác định lượng nước cần cho quá trình sinh trưởng và phát triển của cây ở các giai đoạn, lượng bốc thoát hơi nước qua các bộ phận của cây người ta thường làm thí nghiệm trong chậu vại.

Hoặc nghiên cứu mối quan hệ giữa lượng nước tiêu thụ, lượng dinh dưỡng khoáng với khả năng tích lũy vật chất của cây. Từ kết quả của những nghiên cứu này có thể giúp cho các nhà khoa học điều chỉnh các nhân tố ảnh hưởng tới quá trình sinh trưởng và phát triển của cây trồng trong điều kiện tự nhiên.

So với nhóm các nghiên cứu trong phòng thì nhóm này có số lượng cá thể nhiều hơn. Do vậy, tính đại diện quần thể sinh vật mang tính chính xác cao hơn, và lại cây trồng lại có thể sống trong một điều kiện cụ thể và chúng có thể phải chịu cả những rủi ro của điều kiện thời tiết. Song mức độ chính xác thì chưa chắc chắn được như nhóm thí nghiệm trong phòng. Các nhà khoa học cũng cần nhận thức được rằng: kết quả của nhóm này tuy đã gần với điều kiện sản xuất, song không thể thay thế cho nhóm thí nghiệm đồng ruộng được.

Khi thực hiện thí nghiệm nhóm này cần chú ý:

- Ngoài các nhân tố nghiên cứu cũng cần phải chú ý tất cả các nhân tố khác có ảnh hưởng tới kết quả của thí nghiệm.
- Cần phải chọn lọc dòng, giống cây đưa vào thí nghiệm có độ đồng đều cao, giống tốt (trừ thí nghiệm chọn, tạo dòng trong ngành chọn giống) để tránh ảnh hưởng cá thể vì số giống và số cá thể của giống, dòng nghiên cứu còn hạn chế.
- Số lần lặp lại (nhắc lại) phải cao hơn có thể tới chục lần. Thiết kế các vị trí để sao cho các đối tượng nghiên cứu chịu ảnh hưởng đồng đều của môi trường bên ngoài.
- Tạo điều kiện để có thể hạn chế đến mức cao nhất ảnh hưởng của rủi ro do thời tiết như gió, bão, nắng và tác hại của động vật hại cây trồng cũng như dịch bệnh khác.

1.3.3. Nhóm phương pháp nghiên cứu trên đồng ruộng

Nhóm nghiên cứu này bao gồm những thí nghiệm mà cây trồng được sống trong điều kiện tự nhiên. Do vậy, nó chịu sự chi phối của nhiều nhân tố (các nhân tố sinh thái) từ môi trường bên ngoài. Những nhân tố đó là: các điều kiện thời tiết, đất đai, các biện pháp kỹ thuật canh tác... Loại thí nghiệm này có ưu điểm là:

- Số lượng cá thể lớn (tính đại diện của quần thể sinh vật hay cây trồng cao).
- Gần với điều kiện sản xuất. Vì vậy, có thể nghiên cứu được mối quan hệ tương hỗ giữa cây với nhiều nhân tố khác.

Cũng qua những kết quả của thí nghiệm đồng ruộng có thể nhận định rõ thêm kết quả và các kết luận của thí nghiệm trong phòng cũng như trong chậu, vại hoặc nhà lưới. Những kết luận của thí nghiệm đồng ruộng sẽ được coi là cơ sở xây dựng biện pháp kỹ thuật cho quy trình sản xuất và thâm canh cây trồng.

Nhà khoa học người Nga Ivanov (1969) đã nhận định: "Thí nghiệm đồng ruộng là phương pháp cơ bản và trung tâm của thí nghiệm nông nghiệp. Còn các phương pháp thí nghiệm nghiên cứu khác có tính chất thăm dò hay kết hợp giải quyết vấn đề".

Nhóm thí nghiệm đồng ruộng được tiến hành trong điều kiện tự nhiên nên khối lượng nghiên cứu lớn và có khả năng giải quyết các vấn đề mà các nhà khoa học đặt ra tùy thuộc vào mục đích nghiên cứu sao cho phù hợp với điều kiện sinh thái cũng như kinh tế - xã hội của một vùng nào đó. Các trang thiết bị và phương pháp nghiên cứu có độ chính xác thấp hơn so với hai nhóm phương pháp nghiên cứu trong chậu vại và trong phòng. Do đó, yêu cầu độ chính xác cũng thấp hơn (chúng tôi sẽ đề cập ở chương sau về nội dung này).

Trong phạm vi của cuốn giáo trình này chúng tôi chỉ tập trung đề cập chủ yếu các nội dung có liên quan tới thí nghiệm đồng ruộng. Còn các nội dung khác trong công tác nghiên cứu khoa học nói chung và nông học nói riêng được giới thiệu cụ thể ở từng môn học của chương trình đào tạo tùy theo chuyên ngành mà sinh viên theo học như: Cây trồng, Bảo vệ thực vật, Giống cây trồng, Làm vườn, Dâu tằm...

Bài tập: (Do giáo viên sẽ nêu ra cho sinh viên tùy điều kiện cụ thể).

CHƯƠNG II - THIẾT KẾ THÍ NGHIỆM TRÊN ĐỒNG RUỘNG

Đây là chương quan trọng nhất trong phần phương pháp thí nghiệm. Sau khi học, người học phải biết xây dựng một đề cương nghiên cứu, cách chọn công thức đối chứng, chọn đất thí nghiệm và chọn cây thí nghiệm.

Như chúng tôi đã đề cập thì thí nghiệm đồng ruộng là rất quan trọng. Bởi vì, để đẩy mạnh sản xuất nông nghiệp nói chung và ngành trồng trọt hay nông học nói riêng thì cây phải được hoàn toàn sống trong điều kiện tự nhiên phù hợp với bản năng sinh vật của nó. Vì vậy, để cho kết quả của thí nghiệm đồng ruộng được sát với điều kiện sản xuất, khi tiến hành thiết kế thí nghiệm người chủ trì hay người làm thí nghiệm phải nắm vững các vấn đề sau

2.1. Các yêu cầu của thí nghiệm đồng ruộng

Naidin (1968) đã đánh giá: "Thí nghiệm đồng ruộng là thí nghiệm nghiên cứu trong điều kiện tự nhiên, trên những mảnh đất đặc biệt, có mục đích xác định về số lượng các điều kiện và các biện pháp canh tác đến năng suất cây trồng".

Mỗi quá trình sinh học diễn ra trong cây đều có quan hệ chặt chẽ và có tác động qua lại lẫn nhau mà điều kiện ngoại cảnh (điều kiện sinh thái như các nhân tố khí hậu và các nhân tố có mặt trong đất) là rất quan trọng. Nếu như một nhân tố nào đó thay đổi sẽ làm cho các nhân tố khác cũng như hoạt động sống của cây thay đổi theo.

Cây trồng được sống trong điều kiện tự nhiên của nó sẽ bộc lộ những đặc trưng, đặc tính một cách rõ nét, trong đó, có cả những lợi thế và những hạn chế của các biện pháp kỹ thuật canh tác hoặc bản chất giống cây trồng giúp cho các nhà khoa học khẳng định giá trị của các biện pháp hay giống trước khi chuyển giao cho sản xuất. Vì vậy, thí nghiệm đồng ruộng phải tôn trọng các yêu cầu sau đây:

2.1.1. Yêu cầu về tính đại diện

Thí nghiệm đồng ruộng phải mang tính đại diện. Cơ sở của vấn đề này là:

- Mỗi một thành tựu nghiên cứu đều gắn liền với điều kiện kinh tế - xã hội nhất định.
- Khi thay đổi điều kiện tự nhiên, điều kiện kinh tế - xã hội thì biện pháp kỹ thuật phải thay đổi theo.

Tính đại diện được thể hiện qua hai mặt là:

* *Đại diện về điều kiện sinh thái*

Có nghĩa là thí nghiệm phải được thiết kế và làm cụ thể tại một vùng đất đai, trong điều kiện khí hậu của vùng đó tương tự như điều kiện sau này sẽ áp dụng.

* *Đại diện về điều kiện kinh tế - xã hội*

Tuỳ theo thời gian và tuỳ thuộc vào các điều kiện cụ thể khác về mặt xã hội mà người nông dân có các nhận thức cũng như khả năng tiếp thu các tiến bộ khoa học kỹ thuật vào sản xuất là khác nhau. Vì vậy, các nhà nghiên cứu phải có những thông tin từ đó xây dựng biện pháp (nhân tố thí nghiệm) cho phù hợp để sau một thời gian nghiên cứu thành công thì biện pháp đó có thể được sản xuất chấp nhận. Vì lẽ đó mà biện pháp kỹ thuật phải cao hơn điều kiện sản xuất một mức, mức này tuỳ thuộc vào từng địa phương, từng cộng đồng dân tộc và từng thời gian cụ thể. Nó hoàn toàn không có một mức chung cho tất cả.

2.1.2. Yêu cầu về sai khác duy nhất

Trong lôgic học "suy luận" nếu giữa trường hợp có phát sinh hiện tượng và trường hợp không phát sinh hiện tượng mà chỉ khác nhau có tình hình thì tình hình là nguyên nhân của hiện tượng.

Hiểu một cách cụ thể là trong thí nghiệm sẽ phân biệt hai loại yếu tố: yếu tố thí nghiệm (dùng để nghiên cứu) và yếu tố không thí nghiệm (hay còn gọi là nền thí nghiệm). Trong hai loại yếu tố này thì duy nhất chỉ có yếu tố thí nghiệm được quyền sai khác (thay đổi). Còn yếu tố không thí nghiệm (không cần so sánh) thì phải càng đồng nhất càng tốt.

Có triệt để tôn trọng nguyên tắc này mới tìm được sự khác nhau của kết quả thí nghiệm là do nhân tố nào của yếu tố thí nghiệm gây ra. Tuy nhiên, sự đồng nhất tuyệt đối trên đồng ruộng là điều không thể có được.

Thí dụ: Nghiên cứu ảnh hưởng của liều lượng phân lân bón khác nhau tới năng suất lúa trên đất trũng.

Như vậy lượng lân bón cho lúa ở các công thức phải khác nhau, còn các biện pháp kỹ thuật khác là đồng nhất. Cụ thể giống lúa gì, cây hay gieo vãi ở vụ nào, mật độ bao nhiêu, lượng phân bón khác ngoài lân là bao nhiêu và cách bón lượng phân này ra sao, tưới nước, chăm sóc cũng như phòng trừ sâu hại... cũng đều phải đồng nhất.

Song có một điều cần lưu ý: trong thí nghiệm đồng ruộng không thể loại trừ hoàn toàn được một nhân tố nào đấy mà chỉ có khả năng hạn chế nó mà thôi. Trong thí nghiệm nêu trên ta chỉ biết được lượng lân cho thêm vào nghiên cứu là bao nhiêu ở các công thức, còn trong phân chuồng hoặc các dạng phân tổng hợp khác và cả trong đất cũng đã tồn tại một lượng lân nhất định. Tuy nhiên, điều này không có ảnh hưởng nhiều vì các công thức đều có nền thí nghiệm như nhau.

Một đặc điểm khác nữa đó là trong tự nhiên hay trong thí nghiệm đồng ruộng còn tồn tại mối quan hệ "kéo theo" có nghĩa là khi thay đổi nhân tố A thì nhân tố B cũng thay đổi.

Thí dụ: Nghiên cứu ảnh hưởng của lượng nước tưới khác nhau tới năng suất mía.

Như vậy nước là nhân tố của yếu tố thí nghiệm và được thay đổi ở mức độ khác nhau. Tuy nhiên, nếu mức nước tưới khác nhau kéo theo những thay đổi khác như số lượng, chủng loại vi sinh vật cũng như sinh vật đất, nhiệt độ đất, ẩm độ đất cũng thay đổi không giống nhau. Từ đó có thể làm quá trình sinh học của cây sẽ không giống nhau. Vì vậy, khi nhận định đánh giá các ảnh hưởng của các nhân tố thí nghiệm nói riêng và các điều kiện thí nghiệm nói chung phải tìm ra được nguyên nhân chính ảnh hưởng đến kết quả thí nghiệm, có như vậy mới đưa ra được biện pháp kỹ thuật có tính chất then chốt để đạt hiệu quả mong muốn.

Song cần phải lưu ý là tránh không được hiểu nguyên tắc này một cách quá "máy móc".

2.1.3. Yêu cầu về độ chính xác

Khi xây dựng nội dung nghiên cứu, nhà khoa học luôn mong muốn và đòi hỏi độ chính xác của thí nghiệm phải cao. Vì độ chính xác này ảnh hưởng đến kết quả nghiên cứu và có thể cả hiệu quả kinh tế. Song không thể có một độ chính xác chung cho tất cả các nhóm phương pháp thí nghiệm. Độ chính xác của thí nghiệm phụ thuộc vào rất nhiều mặt (khía cạnh), có thể nêu ra một vài khía cạnh là:

a) Điều kiện tiến hành thí nghiệm (thí nghiệm trong phòng khác với thí nghiệm trong chậu vại hay nhà lưới; thí nghiệm ngoài đồng lại khác với thí nghiệm trong phòng và thí nghiệm chậu vại...)

b) Những sai khác về kỹ thuật khi thực hiện thí nghiệm.

c) Độ đồng đều của đất thí nghiệm.

d) Những vết thương cơ giới và tác hại của sâu bệnh.

Những sai khác là không thể tránh được, song sai khác càng nhỏ thì càng tốt. Vì vậy mỗi nhóm phương pháp thí nghiệm khác nhau cho phép có độ chính xác khác nhau thể hiện qua hệ số biến động CV% (Coefficient of variation).

- Nhóm thí nghiệm trong phòng cho phép sai số thí nghiệm $CV\% \leq 1\%$.

- Nhóm thí nghiệm trong chậu, vại, nhà lưới $CV\% \leq 5\%$

- Nhóm thí nghiệm ngoài đồng cho phép sai số thí nghiệm:

+ Các thí nghiệm giống $CV\%$ từ 6% - 8 %.

+ Các thí nghiệm phân bón từ 10 - 12%.

+ Thí nghiệm bảo vệ thực vật (BVTV) từ 13 - 15%.

+ Thí nghiệm cây ăn quả $CV\% \leq 20\%$.

+ Thí nghiệm về lúa $CV\%$ khoảng 10%.

+ Các thí nghiệm điều tra thì thay đổi trong khoảng 20 - 30%.

Ngoài ra người chủ trì thí nghiệm cần phải nắm vững và thường xuyên bao quát thí nghiệm. Các cán bộ kỹ thuật khi thực hiện thí nghiệm phải thành thạo công việc và hết sức có trách nhiệm với việc được phân công và khi thiết kế phải sát với điều kiện đặt ra của thí nghiệm. Theo các nguyên nhân đã nêu có thể coi các sai số thí nghiệm là sai số ngẫu nhiên. Tuy nhiên, trong thực tế không chỉ có duy nhất sai số ngẫu nhiên mà còn tồn tại hai loại sai số khác nữa là: sai số thô (hay còn gọi là sai lầm) và sai số hệ thống.

Khi gặp phải sai số thô thì phải loại bỏ các số liệu ra khỏi dãy kết quả nghiên cứu (thí dụ như đo sai, cân sai, ghi nhầm). Sai số thô không phải là phổ biến.

Sai số hệ thống là do dụng cụ thí nghiệm.

Thí dụ như cân nhẹ hơn hoặc nặng hơn tiêu chuẩn. Thước đo chưa chuẩn hoặc hoá chất pha không được chuẩn như hướng dẫn của hoá chất tiêu chuẩn đặt ra... Loại sai số này tuy không làm ảnh hưởng tới việc so sánh kết quả thí nghiệm giữa các công thức với nhau nhưng khi công bố các giá trị cụ thể của từng chỉ tiêu (ước lượng điểm, ước lượng khoảng của các tham số thống kê) thì không chính xác. Vì vậy, có thể dẫn tới việc nhận định đánh giá sai lệch và điều này cũng không có lợi, nhất là khi chuyển giao kết quả nghiên cứu cho sản xuất. Để tránh sai số này tốt nhất trước khi làm thí nghiệm phải chỉnh các dụng cụ và vật tư theo tiêu chuẩn đo lường cho phép. Hoặc nếu như đã mắc phải sai số hệ thống phải tìm cách hiệu chỉnh giá trị quan sát (các số liệu) về giá trị có được với thước đo tiêu chuẩn.

2.1.4. Yêu cầu diễn lại

Khả năng diễn lại của thí nghiệm có nghĩa là: khi thực hiện lại thí nghiệm đó với số lượng công thức, nội dung các công thức như cũ cùng trên khoảng không gian (mảnh đất cũ và thời vụ tương tự) sẽ cho kết quả tương tự.

Thí dụ: Theo dõi thời gian sinh trưởng và các thời kỳ phát dục của hai giống ngô lai LVN20 và LVN24 qua các năm 1997 và 1998, các số liệu được thể hiện ở bảng sau (bảng 2.1):

Bảng 2.1. Thời gian sinh trưởng qua các giai đoạn phát dục của 2 giống ngô từ 1997 & 1998 (ngày)

Tên giống	TG từ gieo - tung phần		TG từ gieo - phun râu		Thời gian từ gieo - chín sinh lý	
	T.97	T.98	T.97	T.98	T.97	T.98
LVN20(đ/c)	54	47	56	48	98	90
LVN 24	56	48	58	49	102	96

Ghi chú:

T.97: vụ thu 1997

T.98: vụ thu 1998

TG: thời gian

Qua các số liệu có thể cho thấy kết quả của hai giống đã có tính di truyền lại (có chiều hướng thể hiện tính quy luật).

Tuy nhiên, không nên hiểu nguyên tắc này một cách cứng nhắc, bởi vì điều kiện ngoại cảnh không thể hoàn toàn như nhau khi làm thí nghiệm. Chính vì vậy phải làm lại thí nghiệm trong vài năm (hoặc vài vụ) liên tiếp, hy vọng từ đó sẽ tìm ra tính quy luật của vấn đề nghiên cứu.

Thí nghiệm có khả năng di truyền lại càng cao thì việc rút ra kết luận càng chắc chắn. Có nghĩa là đã giải quyết được mối quan hệ giữa các nhân tố thí nghiệm (yếu tố thí nghiệm) với ngoại cảnh trong sự biểu hiện của cây trồng thí nghiệm. Thí nghiệm không có khả năng di truyền lại thì không thể đưa ra được kết luận làm cơ sở xây dựng các biện pháp kỹ thuật canh tác và lại càng không thể xây dựng được lý thuyết khoa học. Theo chúng tôi phải lặp lại thí nghiệm ít nhất là 3 vụ (hay 3 năm).

2.1.5. Yêu cầu về lịch sử khu đất canh tác

Thí nghiệm phải được đặt trên các khu đất có lịch sử canh tác rõ ràng. Đây là yêu cầu hết sức cần thiết đối với mỗi thí nghiệm đồng ruộng. Hầu hết trong nội dung thí nghiệm thì đất đai nơi đặt thí nghiệm là yếu tố không thí nghiệm. Đất chỉ là điều kiện (giá đỡ) cho cây mà thôi. Một số biện pháp kỹ thuật có ảnh hưởng tới đất cũng có thể làm cho đất tốt hơn (khỏe hơn) nếu như biết sử dụng và ngược lại có thể làm cho đất bị thoái hóa. Vì vậy, cần phải biết rõ quá trình canh tác của khu đất trước khi đặt thí nghiệm nghiên cứu.

Thí dụ: Có một giống lúa được cấy thử nghiệm tại 2 thửa ruộng khác nhau trên cùng 1 cánh đồng trong vụ xuân. Kết quả thí nghiệm đã chỉ ra rằng:

Tại ruộng thứ nhất: bón 1 kg N (nguyên chất) thì bội thu 5 kg thóc

Tại ruộng thứ hai: bón 1 kg N (nguyên chất) thì bội thu 10 kg thóc

Khi xem xét nguyên nhân của việc tăng hiệu quả bón N thấy mảnh ruộng thứ nhất trước đây trồng lạc còn ruộng thứ hai trồng ngô nên hiệu quả bón N trên mảnh ruộng thứ hai rõ ràng là cao hơn trên mảnh ruộng thứ nhất.

Do đó khi xem xét lịch sử canh tác của ruộng thí nghiệm cần lưu ý:

- Không đặt ruộng thí nghiệm nằm kề sát các trục đường giao thông lớn, mà nên cách từ 10 - 20m.
- Không đặt ruộng thí nghiệm nằm sát các hệ thống dẫn nước thải của các khu dân cư, bệnh viện, các khu công nghiệp.
- Không đặt thí nghiệm trên đất mới khai hoang, đất này phải làm thí nghiệm trắng vài vụ để san bằng độ đồng đều sau đó mới làm thí nghiệm.

Các thí dụ nêu trên cho thấy đất định đặt thí nghiệm cần phải có lịch sử canh tác rõ ràng.

2.2. Các loại thí nghiệm ngoài đồng ruộng

Hiện nay có nhiều cách phân loại thí nghiệm đồng ruộng. Thông thường có thể phân thành các loại sau:

2.2.1. Thí nghiệm thăm dò

Hay còn gọi là thí nghiệm sơ bộ, thí nghiệm khảo sát. Mục đích của loại thí nghiệm này là nhằm xây dựng những nhận thức ban đầu về đối tượng nghiên cứu trên đồng ruộng để có cơ sở xây dựng các nội dung nghiên cứu chính sau này được tốt hơn. Do đó, thí nghiệm này thường làm trên diện tích nhỏ nhắc lại ít lần và có thể không nhắc lại. Có nghĩa là một công thức có thể chỉ có 1 ô thí nghiệm, số công thức ít và không đi sâu phân tích về cây và đất đai, chỉ quan sát, đánh giá các biểu hiện của cây với các biện pháp thí nghiệm và theo dõi một số chỉ tiêu có tính chất cơ bản về năng suất.

2.2.2. Thí nghiệm chính thức

Nhóm này còn có tên gọi là thí nghiệm chủ yếu. Đây là thí nghiệm đặt ra nhằm giải quyết nội dung cơ bản của vấn đề nghiên cứu. Do đó, thí nghiệm này phải thực hiện đúng như thiết kế đã xây dựng, phải tuân thủ các yêu cầu đặt ra (ở phần 2.1). Tùy thuộc vào loại cây trồng (cây hàng năm hay cây lâu năm; cây hàng hẹp hay cây hàng rộng), loại hình thí nghiệm, mục đích nghiên cứu có thể chia thí nghiệm chính thành các loại khác nhau theo số lượng nhân tố, thời gian và khối lượng nghiên cứu.

2.2.2.1. Theo số lượng nhân tố thí nghiệm

*** Thí nghiệm một nhân tố**

Là thí nghiệm mà trong thành phần của yếu tố thí nghiệm chỉ có mặt một nhân tố tham gia (nhân tố này có quyền thay đổi giữa các công thức) để nghiên cứu tác động của nó đến sự thay đổi của kết quả thí nghiệm.

Thí dụ: Nghiên cứu ảnh hưởng của phân lân đến quá trình sinh trưởng, phát triển và năng suất đậu tương.

Như vậy yếu tố thí nghiệm ở đây là lân nên được phép thay đổi ở các mức bón khác nhau. Còn các nhân tố khác đều phải được thực hiện đồng đều (yếu tố không thí nghiệm).

*** Thí nghiệm nhiều nhân tố**

Đây là thí nghiệm mà trong thành phần của yếu tố nghiên cứu có mặt từ hai nhân tố thí nghiệm trở lên.

Trong thí nghiệm này người ta nghiên cứu ảnh hưởng đồng thời của các nhân tố đối với cây trồng. Đây là những thí nghiệm phức tạp và thường là bước nghiên cứu tiếp của các thí nghiệm một nhân tố.

Để giúp cho thí nghiệm này có độ chính xác cao đôi khi phải chia cụ thể thí nghiệm hai nhân tố, 3 nhân tố... Bởi vì phải có cách sắp xếp ngoài đồng cho phù hợp với số lượng nhân tố thì mới xử lý kết quả bằng các mô hình thống kê tương ứng nhằm tăng tính chính xác..

2.2.2.2. Chia theo thời gian nghiên cứu

*** Thí nghiệm ngắn hạn**

Thường gọi là thí nghiệm ít năm. Đây là loại thí nghiệm nghiên cứu trong một thời gian ngắn đã có thể rút ra được kết luận.

Thông thường loại này được áp dụng để nghiên cứu tác dụng của một biện pháp kỹ thuật cụ thể với cây trồng (thường là các cây hàng năm).

Thí dụ: Nghiên cứu về mật độ cấy, về thời vụ của một giống cây trồng như lúa, ngô, đậu đỗ, rau...

Những giống này cũng chỉ có tính chất thời vụ và thường là không tồn tại dài hàng chục năm.

*** Thí nghiệm dài hạn (thí nghiệm lâu năm)**

Đây là loại hình thí nghiệm cần có thời gian hàng chục năm nghiên cứu liên tục mới có thể đưa ra kết luận. Cá biệt có thí nghiệm phải hàng trăm năm.

Thí dụ: Nghiên cứu tác động của thuốc bảo vệ thực vật (hoá học) đến đất. Hay nghiên cứu hiệu quả cải tạo đất của phương thức canh tác hữu cơ trong nông nghiệp.

Một thí dụ nữa là nghiên cứu hiệu lực của phân lân đến năng suất và chất lượng của nhãn vải, hay xoài...

Với khoảng thời gian từ 5 năm trở lên thì các tác động của nhân tố nghiên cứu mới thể hiện kết quả.

Các thí nghiệm và công trình chọn tạo giống cây trồng vật nuôi đều thuộc loại này.

2.2.2.3. Theo khối lượng nghiên cứu

Có thể chia ra

*** Thí nghiệm đơn độc (độc lập)**

Các thí nghiệm làm ở nhiều nơi và không có liên quan gì với nhau cả.

Thường thì kết quả có tính chính xác cao, đúng cho một điều kiện cụ thể. Song tính phổ biến lại hẹp thậm chí rất hẹp.

*** Thí nghiệm hệ thống**

Đây là những thí nghiệm làm ở nhiều nơi và có liên hệ với nhau theo những khía cạnh nhất định mà người chủ trì đặt ra.

Thí nghiệm này có nhược điểm là khối lượng lớn, tốn công sức và vật chất, tốn thời gian; có thể cách xa nhau về địa lý, khác nhau thời tiết và đất đai (điều kiện sinh thái), về tập quán và điều kiện kinh tế - xã hội.

Ưu điểm của nhóm này là thí nghiệm mang tính đa dạng và khi kết quả thành công có phổ áp dụng rộng rãi.

2.2.3. Thí nghiệm làm trong điều kiện sản xuất

Loại thí nghiệm này còn có tên gọi là thực nghiệm khoa học, thực nghiệm đồng ruộng. Với chuyên ngành chọn giống và nhân giống còn gọi là thí nghiệm khảo nghiệm hay khu vực hoá giống mới đó.

Đây là những thực nghiệm cần phải được thẩm định lại trong điều kiện tự nhiên trước khi chuyển giao kỹ thuật sản xuất cho nông dân.

Loại này khối lượng lớn có thể nhắc lại nhiều hay ít tùy thuộc vào điều kiện kinh tế và đất đai. Không cần theo dõi quá chi tiết các chỉ tiêu về sinh trưởng của cây mà chủ yếu là quan sát tình hình sinh trưởng, nhiễm sâu bệnh để đưa ra các nhận định chung về phản ứng của cây với điều kiện tự nhiên, nhưng cần quan tâm cụ thể đến năng suất và hiệu quả kinh tế.

2.3. Xây dựng chương trình thí nghiệm

2.3.1. Một số vấn đề liên quan đến xây dựng chương trình thí nghiệm

2.3.1.1. Các loại công thức trong thí nghiệm

Trong một thí nghiệm có hai loại công thức đó là:

* *Loại 1:* Công thức đối chứng hay còn gọi là công thức tiêu chuẩn. Công thức đối chứng được đặt ra làm tiêu chuẩn cho các công thức khác trong thí nghiệm so sánh để rút ra hiệu quả cụ thể của nhân tố (biện pháp) nghiên cứu.

Công thức đối chứng được xây dựng như sau

- Nếu là thí nghiệm giống thì giống trong công thức đối chứng thường là giống tốt đang được sản xuất của địa phương chấp nhận, cũng có thể là một giống tiêu chuẩn của Nhà nước hay của một vùng nhất định đã được chính thức công nhận (Bộ Nông nghiệp và PTNT công nhận).

- Nếu là biện pháp kỹ thuật khác như mật độ, thời gian gieo cấy thì công thức đối chứng là biện pháp phù hợp với điều kiện sản xuất và đang được sản xuất nơi đó chấp nhận.

- Nếu là các nhân tố như bón phân, phun thuốc bảo vệ thực vật, tưới nước... mà những nhân tố này là cho thêm vào nghiên cứu bằng việc cân, đong, đo, đếm cụ thể được thì công thức đối chứng thường được xây dựng ở mức 0 (không cho thêm vào).

Thí dụ:

- Thí nghiệm về thời vụ thì công thức đối chứng là chính vụ.

- Thí nghiệm về mật độ thì công thức đối chứng là mật độ phù hợp với cây trồng trong vụ chính đó.

- Thí nghiệm về thuốc bảo vệ thực vật thì công thức đối chứng là không phun (nhưng phải phun nước thông thường được dùng pha thuốc cho các công thức có nồng độ khác nhau). Nhưng nếu là thuốc dùng bón vào đất thì công thức đối chứng là không dùng thuốc (không cần phun nước)

Trong một thí nghiệm ít nhất phải xây dựng một công thức đối chứng. Còn tùy thuộc vào các điều kiện cụ thể khi làm thí nghiệm và nội dung nghiên cứu mà có thể tới hai hay ba công thức đối chứng, để khi so sánh được chính xác.

* *Loại 2:* Công thức nghiên cứu

Công thức nghiên cứu là công thức được tác động biện pháp kỹ thuật (nhân tố thí nghiệm) ở các mức độ khác nhau.

Kết quả của công thức này được so sánh với kết quả của công thức đối chứng.

Cả hai loại công thức đối chứng và công thức nghiên cứu đều gọi chung là các công thức thí nghiệm hay nghiệm thức.

Để xây dựng công thức thí nghiệm cần lưu ý những vấn đề sau:

Một là: Cần tạo điều kiện để các công thức thí nghiệm so sánh được với nhau và so sánh được với công thức đối chứng.

Thí dụ: Nghiên cứu hiệu lực của phân lân đến sinh trưởng, phát triển, khả năng nhiễm sâu bệnh và năng suất lúa.

Như vậy tùy thuộc vào điều kiện cụ thể của thí nghiệm lúa ở đất nào, vụ nào mà xây dựng số lượng công thức thí nghiệm là mấy công thức.

Song ít nhất cũng phải có 3 công thức, trong đó

Công thức I: là không bón lân vào đất ($0 P_2O_5$) (CT I là đối chứng)

Công thức II: là bốn lần ở mức độ 1 (CT II)

Công thức III: là bốn lần ở mức độ 2. (CT III)

Như vậy, sẽ so sánh được hiệu lực của việc có bốn lần so với không bốn lần tới các chỉ tiêu nghiên cứu ở cây lúa. Sau đó cho phép so sánh là trong hai mức bốn lần cụ thể thì mức nào đạt kết quả cao hơn và mức nào đạt hiệu quả đầu tư lên cao hơn.

Hai là: Cần tạo điều kiện cho các công thức thí nghiệm thể hiện được quy luật số lượng.

Để thí nghiệm thành công người chủ trì xây dựng nội dung nghiên cứu hiểu rất rõ đối tượng nghiên cứu và tác dụng (công năng) của biện pháp kỹ thuật đến đối tượng nghiên cứu muốn vậy phải có kiến thức tổng hợp các môn học từ cơ sở đến chuyên môn trong điều kiện cụ thể

Thí dụ: Nghiên cứu hiệu quả của việc trồng xen giữa cà phê với (Coffee Canephora) với sầu riêng trong vườn cà phê tại Đắk Lắk

Công thức I: Cà phê thuần mật độ $(3 \times 3)m = 1111$ cây/ha (đ/c)

Công thức II: Sầu riêng xen cà phê mật độ $(6 \times 9)m$

Công thức III: Sầu riêng xen cà phê mật độ $(9 \times 9)m$

Công thức IV: Sầu riêng xen cà phê với mật độ $(9 \times 12)m$.

Công thức V: Sầu riêng xen cà phê mật độ $(12 \times 12)m$

Công thức VI: Sầu riêng xen cà phê mật độ $(12 \times 15)m$

Như vậy giữa các công thức nghiên cứu (các mật độ trồng) có khoảng cách là 3 m, với khoảng cách này hy vọng giữa các công thức khác nhau thể hiện kết quả khác nhau và cũng từ kết quả nghiên cứu có thể tìm ra khoảng cách trồng xen hợp lý nhất.

2.3.1.2. Xác định số lượng công thức trong một thí nghiệm

Số lượng công thức thí nghiệm được xác định tùy thuộc vào nội dung và mục đích của người chủ trì thí nghiệm. Thông thường thí nghiệm một nhân tố có số lượng công thức ít hơn thí nghiệm hai nhân tố.

Trong thí nghiệm có một nguyên tắc cơ bản giúp các nhà khoa học xác định được có bao nhiêu công thức là vừa đủ cho nội dung nghiên cứu của mình. Nguyên tắc đó là: "Dựa vào giả thiết khoa học để lập ra công thức trung tâm, từ công thức trung tâm sẽ xê dịch lên phía trên một số mức và xuống phía dưới một số mức".

Còn khoảng cách giữa các mức tùy thuộc vào tác động của nhân tố nghiên cứu tới đối tượng được sử dụng trong thí nghiệm (vật liệu thí nghiệm).

Như vậy, với thí nghiệm một nhân tố có bao nhiêu mức (liều lượng) thì có bấy nhiêu công thức kể cả mức đối chứng có thể là 0 (không cho thêm vào).

Thí dụ: Nghiên cứu ảnh hưởng của phân N tới năng suất lúa

Đây là thí nghiệm một nhân tố. Nếu như lấy công thức trung tâm là 100 N hoặc 150N thì các công thức được xây dựng xung quanh công thức trung tâm như sau:

Công thức 1 (CTI): 0 N (đối chứng)

CTII: bốn 50 N

CTIII: bốn 100N

CTIV: bốn 150 N

CTV: bốn 200 N

CTVI: bốn 250 N

Như vậy thí nghiệm có thể có 5 công thức (dùng lại mức 200N) hoặc có thể 6 công thức như đã viết. Không nên đặt ít hơn 5 hoặc nhiều hơn 6. Độ rộng hay hẹp của N giữa các công thức phụ thuộc vào vai trò của đạm (N) và đối tượng nghiên cứu. Thí dụ đối với cây lúa và cây ngô độ rộng như thí nghiệm đã nêu là phù hợp, còn nếu là cây họ đậu (đậu tương, lạc..., thì độ rộng như thí nghiệm trên lại cao và mức bón 250N có thể là thừa. Còn trong thí nghiệm nhiều nhân tố thì một nguyên tắc chung là: Để nghiên cứu được đầy đủ tác động phối hợp các nhân tố, số lượng công thức thí nghiệm là tích của số mức của mỗi nhân tố thí nghiệm.

Thí dụ: Nghiên cứu hiệu lực của lân tới năng suất ở hai giống đậu tương vụ đông tại vùng Đồng Bằng sông Hồng.

Như vậy đây là thí nghiệm hai nhân tố (lân là nhân tố ký hiệu là A với số mức là L_a).

Giống đậu tương là B với số giống tham gia là L_b).

Vậy gọi số công thức nghiên cứu là K thì

$$K = L_a \times L_b \quad (2.1)$$

Bảng 2.2. Có thể mô tả tổ hợp các công thức như sau

Giống (A)	Lân (P_2O_5) (B)	Công thức	STT CT	Giống	Lân (P_2O_5)	Công thức	STT CT
Giống a_1	b_0	a_1b_0	I	Giống a_2	b_0	a_2b_0	V
	b_1	a_1b_1	II		b_1	a_2b_1	VI
	b_2	a_1b_2	III		b_2	a_2b_2	VII
	b_3	a_1b_3	IV		b_3	a_2b_3	VIII

Thí nghiệm có 8 công thức trong đó có 2 công thức đối chứng là a_1b_0 : đối chứng 1

a_2b_0 : đối chứng 2. Trong thí dụ này số công thức $K = 2 \times 4 = 8$ công thức

Với thí nghiệm hai nhân tố thông thường có nhiều cách thiết kế (sắp xếp ô thí nghiệm trên đồng ruộng sẽ đề cập kỹ hơn ở hệ đào tạo sau đại học).

Nếu thí nghiệm ba nhân tố có ký hiệu (nhân tố 1 là A có L_a mức, nhân tố 2 là B có L_b mức và nhân tố thứ 3 là C có L_c mức). Vậy số lượng công thức sẽ là:

$$K = L_a \times L_b \times L_c \quad (2.2)$$

Trong giáo trình này chúng tôi tập trung chủ yếu vào thí nghiệm một nhân tố. Còn thí nghiệm từ 2 nhân tố trở lên sẽ được đề cập ở hệ đào tạo sau đại học.

Thực tế các nhà khoa học đều biết rằng thí nghiệm nghiên cứu tác dụng đồng thời của nhiều nhân tố đến cây trồng là tốt nhất vì theo quan điểm sinh thái học tác dụng tổng hợp không phải là cấp số cộng đơn thuần của các tác động riêng lẻ độc lập. Song nhiều nhân tố sẽ có nhiều công thức thí nghiệm và như vậy, sẽ nảy sinh một loạt các vấn đề khác mà hầu hết các vấn đề đó lại nằm trong yếu tố không thí nghiệm, rất khó tạo được tính đồng nhất cao. Cho nên không nên quá nhiều nhân tố trong một thí nghiệm và các nhà khoa học chỉ nên nghiên cứu mối quan hệ đồng thời của 2 hay 3 nhân tố mà thôi.

2.3.1.3. Một số chỉ tiêu kỹ thuật có liên quan khi thiết kế thí nghiệm

* Diện tích ô thí nghiệm

Ô thí nghiệm là thành phần cơ bản của thí nghiệm trên đó các nhân tố thí nghiệm được thực hiện theo một nội dung đã xây dựng. Do đó, diện tích ô (cụ thể là kích thước ô) phải như

nhau. Nếu lấy độ chính xác của thí nghiệm là hệ số biến động CV% để khảo sát thì giá trị này phụ thuộc vào những khía cạnh sau:

- Diện tích ô thí nghiệm
- Hình dáng ô thí nghiệm (kích thước ô là vuông hay là chữ nhật...).
- Địa hình đặt thí nghiệm.
- Loại đất thí nghiệm.
- Loại cây trồng.
- Loại thí nghiệm.

Chúng tôi xin đưa ra những dẫn liệu cụ thể của một số tác giả xung quanh vấn đề này.

Sanhina (1965) đưa ra mối quan hệ giữa sai số thí nghiệm với việc tăng diện tích ô thí nghiệm ở lúa mì tại Nga, kết quả như số liệu (bảng 2.3).

Bảng 2.3. Quan hệ giữa sai số thí nghiệm với diện tích ô thí nghiệm

m ²	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Sai số %	3.63	3.17	2.96	2.82	2.61	2.45	2.37	2.31	2.28

Mudra (1958) cho thấy trên hai loại đất được trồng khoai tây và lúa mì khi diện tích ô thí nghiệm thay đổi thì sai số cũng thay đổi theo (bảng 2.4).

Bảng 2.4. Quan hệ giữa diện tích ô thí nghiệm, loại cây trồng trên hai loại đất với sai số thí nghiệm

Ngô trồng trên đất bằng		Lúa mì trồng trên đất cát	
Diện tích ô (m ²)	Sai số (CV%)	Diện tích ô (m ²)	Sai số (CV%)
1	19,6	1	30,0
2	17,7	2	28,0
3	15,2	4	27,0
8	9,8	6	26,0
10	7,5	8	25,0
12	6,3	10	24,0
16	3,8	12	23,0
20	2,9	16	22,0
25	2,3	25	22,0
33	1,8	31	22,0
56	1,3	48	22,0

Phạm Chí Thành và Nguyễn Thị Lan (1983) nghiên cứu trên lúa cây tại đất phù sa trong đê sông Hồng cho mối quan hệ giữa sai số thí nghiệm, với diện tích ô (cụ thể là hình dáng ô thí nghiệm) qua các dẫn liệu cụ thể sau:

Bảng 2.5. Mối quan hệ giữa sai số thí nghiệm với diện tích ô khi ô có dạng hình vuông

Độ biến động đất TN CV%)	Diện tích ô (m ²)								
	4	9	16	25	36	49	64	81	100
7.76	7,58	8,18	7,27	8,42	5,75	5,64	5,29	5,99	1,65
9.07	10,64	10,08	9,32	9,14	10,28	10,21	10,92	8,19	5,83
16.18	22,23	20,20	17,90	18,00	18,30	18,90	19,40	18,90	19,10

Ghi chú: CV% là độ biến động của đất thí nghiệm

Bảng 2.6. Khi ô thí nghiệm có dạng hình chữ nhật 2 : 1

Độ biến động đất TN (CV%)	Diện tích ô (m ²)					
	2	8	18	32	50	72
7.76	14,08	8,27	6,52	6,19	4,82	5,54
9.07	13,15	10,28	10,87	9,18	7,16	6,77
16.18	18,29	17,90	18,19	20,75	17,57	18,75

Bảng 2.7. Khi ô thí nghiệm có dạng hình chữ nhật 3 : 1

Độ biến động đất TN (CV%)	Diện tích ô (m ²)			
	3	12	27	48
7.76	11,26	8,53	6,29	5,90
9.07	12,09	12,67	9,59	5,68
16.18	20,00	15,85	16,45	18,96

Như vậy, qua dẫn liệu trong các bảng 2.5; bảng 2.6 và bảng 2.7 với lúa cây cho thấy:

- Khi diện tích ô thí nghiệm tăng lên thì sai số thí nghiệm có giảm khá rõ. Nhưng nhận xét này chỉ đúng khi đất thí nghiệm tương đối đồng đều (CV% < 10%).

Còn khi nền đất thí nghiệm có biến động đất CV% > 15% thì nhận xét trên không còn đúng nữa.

Điều này cho thấy sẽ không thể cứ tăng diện tích ô thí nghiệm thì nâng cao độ chính xác của thí nghiệm đồng ruộng khi đất thí nghiệm có độ đồng đều kém.

Thực tế cho thấy là không có giải pháp nào mang tính tuyệt đối được. Mà những mối quan hệ đã nêu cũng chỉ hài hoà ở mức độ nhất định. Vì vậy, diện tích ô thí nghiệm lớn hay nhỏ tùy thuộc vào:

(1) Mục đích và yêu cầu của thí nghiệm

Thí dụ: thí nghiệm lưu giữ, phục hồi một số giống lúa đặc sản địa phương quý hiếm.

Như vậy tùy thuộc vào số lượng nguồn hạt giống thu được là nhiều hay ít mà diện tích ô thí nghiệm cho mỗi giống to nhỏ khác nhau. Tuy nhiên diện tích quá nhỏ sẽ khó giám định và nhận xét.

Những thí nghiệm so sánh giống hoặc một biện pháp kỹ thuật nào đó để chuẩn bị phổ biến ra sản xuất thì diện tích ô phải đủ lớn.

Nếu thí nghiệm trong điều kiện sản xuất (thí nghiệm khảo nghiệm) thì diện tích ô phải lớn hơn thí nghiệm thăm dò và thí nghiệm chính.

(2) Phụ thuộc vào loại cây trồng và mật độ gieo cấy sao cho mỗi một ô thí nghiệm có khả năng tạo ra một quần thể cây trồng mang tính đại diện, ổn định và đảm bảo số lượng cá thể trong quá trình nghiên cứu được đánh giá khách quan gần tương tự như ngoài sản xuất.

(3) Phụ thuộc vào phương tiện kỹ thuật khi thực hiện thí nghiệm

Nếu làm bằng thủ công thì diện tích ô nhỏ, còn nếu làm bằng máy (cơ giới) diện tích ô phải rộng hơn. Như vậy diện tích ô phải phù hợp để có thể hoàn thành công việc thí nghiệm trong khuôn khổ thời gian mà yêu cầu thí nghiệm đặt ra.

Cũng chính do những vấn đề nêu trên mà hiện nay việc xác định một cách chính xác diện tích ô thí nghiệm vẫn còn nhiều ý kiến tranh luận. Xin nêu ý kiến của các tác giả quan tâm tới vấn đề này như sau:

Trên thế giới:

+ Theo Zimerman (1961) với thí nghiệm về nông học thì:

- Với cây họ hoà thảo diện tích ô thay đổi từ 10 - 20 m²
- Với khoai tây thì diện tích ô từ 20 – 25 m².
- Với củ cải đường thì diện tích ô từ 12 – 20 m²
- Với cây làm phân xanh thì ô có diện tích từ 5 - 25 m².

+ Theo Whyte (1964) và Ivanov (1969):

Tùy thuộc vào điều kiện cụ thể mà xác định diện tích ô thí nghiệm. Song tối thiểu phải đạt từ 15 – 20 m².

+ Theo Kwanchai, A. Gomez và Arturo.A. A. Gomez (1986) với thí nghiệm lúa diện tích ô có thể thay đổi từ 5 – 15 m².

Các nhà khoa học của Liên Xô cũ thì trong thí nghiệm so sánh giống

- Cây trồng dày: 100 m².
- Cây hàng rộng: 150 - 200 m².
- Với rau lại quy định theo đơn vị số cây/ô như sau

+ Cải bắp: 140 cây.

+ Cà chua: 115 cây.

+ Cà: 100 cây.

+ Ớt: 180 cây.

+ Dưa: 50 cây

Các nhà khoa học Việt Nam đề xuất

+ Theo Đào Thế Tuấn (1960) thì:

Bảng 2.8. Diện tích ô thí nghiệm (đơn vị m²/ô)

Loại thí nghiệm	Cây trồng	
	Lúa	Cây hàng rộng
- Thí nghiệm ngoài đồng kết hợp với thí nghiệm trong phòng	10 - 20	20 - 40
- Thí nghiệm nhỏ	20 - 50	40 - 100
- Thí nghiệm lớn	50 - 100	100 - 200
- Thí nghiệm cơ giới	100 - 200	200 - 400

+ Tác giả Đinh Văn Lữ đề nghị: