

UBND TỈNH LONG AN
TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ LONG AN



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC/MÔ ĐUN: PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM

NGHỀ: BẢO VỆ THỰC VẬT

TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP

*Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-... ngày.....tháng....năm
..... của.....*

Long An, năm

LƯU HÀNH NỘI BỘ

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Để thực hiện biên soạn giáo trình đào tạo nghề Bảo vệ thực vật ở trình độ Trung cấp, giáo trình Phương pháp thí nghiệm là một trong những giáo trình môn học đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình khung được Trường Cao đẳng Long An phê duyệt. Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng logic, chặt chẽ với nhau.

Khi biên soạn, nhóm biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao. Nội dung giáo trình được biên soạn với dung lượng thời gian đào tạo 45 giờ gồm có:

Chương 1: Một số khái niệm về công tác nghiên cứu khoa học trong nông nghiệp

Chương 2: Thiết kế và tiến hành thí nghiệm đồng ruộng

Chương 3: Xử lý số liệu thí nghiệm

Chương 4: Tổng kết thí nghiệm

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung những kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, chúng tôi có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học cũng cố và áp dụng kiến thức phù hợp với kỹ năng.

LongAn, ngày tháng năm 20

Biên soạn

Lê Thúy Vi

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: MỘT SỐ KHÁI NIỆM VỀ CÔNG TÁC	5
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC TRONG NÔNG NGHIỆP	7
1. Vị trí công tác nghiên cứu khoa học nông nghiệp ở nước ta.....	7
2. Các bước trong công tác nghiên cứu khoa học nông nghiệp.....	7
3. Các khái niệm cơ bản trong nghiên cứu khoa học nông nghiệp.....	8
CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ VÀ TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM ĐỒNG RUỘNG	9
1. Yêu cầu khi thiết kế thí nghiệm đồng ruộng	10
2. Các loại thí nghiệm đồng ruộng	12
3. Xây dựng quy trình (đề cương) thí nghiệm	13
4. Thiết kế (bố trí) các kiểu thí nghiệm phổ biến	14
5. Cách thu thập số liệu (áp dụng cho các cây trồng phổ biến).....	23
6. Chọn đất và chuẩn bị thí nghiệm	23
7. Tiến hành thí nghiệm đồng ruộng.....	24
CHƯƠNG 3: XỬ LÝ SỐ LIỆU THÍ NGHIỆM.....	28
1. Cách thức quy đổi, tính toán, thiết lập các bảng số liệu để phân tích thống kê .	29
2. Xử lý số liệu và nhận xét kết quả	29
CHƯƠNG 4: TỔNG KẾT THÍ NGHIỆM	29
1. Phương pháp trình bày bảng số liệu	30
2. Tổng kết và viết báo cáo thí nghiệm.....	30

MÔN HỌC
PHƯƠNG PHÁP THÍ NGHIỆM
Mã môn học: MH10

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học

- Môn học được bố trí sau chương trình các môn học chung và các môn học cơ sở chuyên ngành
- Đây là môn học cơ sở của nghề Bảo vệ thực vật, nó giúp cho người học có kiến thức cơ sở để thực hiện các thí nghiệm, thực nghiệm các học phần kỹ thuật nhằm tìm ra kỹ thuật thích hợp nhất khuyến cáo cho sản xuất.
- Yêu cầu người học cần phải đảm bảo đủ số giờ lý thuyết và thực hành

Mục tiêu của môn học

Sau khi học xong môn học này học viên có khả năng:

- *Kiến thức:*

- Biết thiết kế các loại thí nghiệm đồng ruộng, vận dụng kiến thức trong nhận định kết quả thí nghiệm

- *Kỹ năng:*

- Thực hiện được bố trí các thí nghiệm trên đồng ruộng
- Thu thập được các chỉ tiêu phù hợp theo yêu cầu từng thí nghiệm, thống kê kết quả và đề xuất những ứng dụng kỹ thuật mới
- Tổ chức triển khai thực hiện trên một vài thí nghiệm đơn giản
- Viết được báo cáo một thí nghiệm

+ *Năng lực tự chủ và trách nhiệm*

- Cần thận, nghiêm túc trong bố trí và tính toán số liệu thí nghiệm.
- Nghiêm túc, trung thực trong thu thập số liệu thí nghiệm.

Nội dung chính của môn học:

Số TT	Tên chương môn	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành	Kiểm tra
I	Một số khái niệm về công tác nghiên cứu khoa học trong nông nghiệp - Vị trí công tác nghiên cứu khoa học nông nghiệp ở nước ta - Các bước trong công tác nghiên cứu khoa học nông nghiệp	2	2		

	- Các khái niệm cơ bản trong nghiên cứu khoa học nông nghiệp				
II	<ul style="list-style-type: none"> Thiết kế và tiến hành thí nghiệm đồng ruộng - Yêu cầu khi thiết kế thí nghiệm đồng ruộng - Các loại thí nghiệm đồng ruộng - Xây dựng quy trình (đề cương) thí nghiệm - Thiết kế (bố trí) các kiểu thí nghiệm phổ biến - Cách thu thập số liệu áp dụng cho các cây trồng phổ biến) - Chọn đất và chuẩn bị đất thí nghiệm - Tiến hành thí nghiệm đồng ruộng 	13	2	11	
III	<ul style="list-style-type: none"> Xử lý số liệu thí nghiệm - Cách thức quy đổi, tính toán, thiết lập các bảng số liệu để phân tích thống kê. - Xử lý số liệu và nhận xét kết quả 	17	4	12	1TH
IV	<ul style="list-style-type: none"> Tổng kết thí nghiệm - Phương pháp trình bày số liệu - Tổng kết và viết báo cáo thí nghiệm 	13	2	10	1LT
Tổng		45	10	33	2

CHƯƠNG 1: MỘT SỐ KHÁI NIỆM VỀ CÔNG TÁC NGHIÊN CỨU KHOA HỌC TRONG NÔNG NGHIỆP

Giới thiệu

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.

Mục tiêu

Học xong chương này người học có thể hiểu được ý nghĩa của công tác nghiên cứu khoa học nông nghiệp, các khái niệm dùng trong nghiên cứu khoa học nông nghiệp

Nội dung chính

1. Vị trí công tác nghiên cứu khoa học nông nghiệp ở nước ta

Như chúng ta đã biết: “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 bí mật của thiên nhiên phục vụ cho cuộc sống con người”.

Nghiên cứu khoa học là quá trình nghiên cứu và giải thích 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 sản xuất phục vụ cho cuộc sống con người.

Nghiên cứu khoa học nói chung và khoa học nông nghiệp nói riêng phụ thuộc mật thiết với điều kiện tự nhiên và các điều kiện kinh tế xã hội của địa phương. Vì vậy nhiệm vụ các nhà khoa học nông nghiệp là phải nghiên cứu và đề xuất được những biện pháp kỹ thuật cụ thể, thích hợp cho từng vùng sinh thái nhằm khai thác bền vững và hiệu quả các điều kiện ấy. Kết quả nghiên cứu khoa học trong nông nghiệp cũng liên quan nhiều đến kiến thức tổng hợp của nhiều lĩnh vực khác như: toán học, hóa học, thổ nhưỡng, khí tượng, sinh học, liên quan đến phương pháp nghiên cứu, đến tính sáng tạo của người nghiên cứu.

2. Các bước trong công tác 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 là xây dựng được một thí nghiệm về một biện pháp kỹ thuật nào đó như: giống, phân bón, tưới nước, thời vụ, bảo vệ thực vật...cho một vùng đòi hỏi người làm công tác nghiên cứu cần phải thực hiện theo các bước sau đây:

2.1. Thu thập thông tin

Mục đích của thu thập thông tin là giúp cho nhà khoa học hiểu rõ vấn đề sẽ được nghiên cứu. Vấn đề đó đã được nghiên cứu chưa, nghiên cứu đến đâu, vấn đề nào còn tiếp tục nghiên cứu để hoàn thiện hay sẽ được nghiên cứu sang hướng khác.

Các thông tin cần 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.

Các thông tin được thu thập từ các nguồn:

- 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. Các nguồn số liệu này bao gồm cả trong nước và trên thế giới.
- Các tài liệu của hội nghị, hội thảo và các hoạt động khoa học khác.
- Tìm hiểu kinh nghiệm sản xuất, các biện pháp thực hiện của nông dân liên quan đến 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, các tài liệu liên quan trên mạng...

2.2. Xây dựng giả thuyết khoa học

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

Vì vậy giả thuyết khoa học không được phép chung chung mà phải cụ thể, phải thật sự xuất phát từ các nguồn thông tin thu thập được. Giả thuyết cũng chính là xuất phát điểm để xây dựng kế hoạch nghiên cứu thực hiện.

2.3. Chứng minh giả thuyết khoa học

Chứng minh giả thuyết 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 và 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.

Chứng minh giả thuyết khoa học có 2 cách: 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 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 vật, so sánh giữa các sự vật và tiến đến suy luận xây dựng căn cứ khoa học cho sự vật đó.

- *Làm thí nghiệm*: thí nghiệm là những công việc mà con người tự xây dựng để tạo ra các điều kiện khác nhau làm thay đổi một cách nhân tạo bản chất của sự việc nhằm phát hiện được đầy đủ bản chất và nguyên nhân của hiện tượng hay sự vật. Như vậy thí nghiệm là xuất phát từ những nhận thức của con người thông qua những giả thuyết khoa học, sau đó xác định bằng hành động của mình (thực hiện thí nghiệm, đo đếm, quan sát các chỉ tiêu trên đối tượng thí nghiệm, trong nhà lưới, các chậu, hay trên đồng ruộng) để đưa tới nhận thức chặt chẽ hơn.

2.4. Biện luận để rút ra kết luận và xây dựng lý thuyết khoa học

Thông qua các kết quả của quan sát, điều tra cũng như thí nghiệm, người làm nghiên cứu thực hiện việc kiểm chứng giả thuyết khoa học để rút ra những kết luận và đánh giá vấn đề mà mình quan tâm. 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 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 tại nhiều lần hợp thành các kết luận và biện luận nhằm tìm ra tính quy luật để nâng lên thành lý luận khoa học.

3. Các khái niệm cơ bản trong nghiên cứu khoa học nông nghiệp

- *Đơn vị thí nghiệm hay lô thí nghiệm*: là đối tượng sử dụng trực tiếp cho việc đo lường. Ví dụ, muốn điều tra mật độ côn trùng gây hại trên một đơn vị diện tích nào đó thì khoảng diện tích đó chính là đơn vị thí nghiệm hay lô thí nghiệm.

- *Nhân tố*: là vấn đề cần nghiên cứu. Một nhân tố có thể bao gồm các mức độ khác nhau được thể hiện trong thí nghiệm.

- *Nghiệm thức hay công thức thí nghiệm* có thể bao gồm các mức độ khác nhau của một nhân tố hoặc tổ hợp các mức độ nhiều nhân tố khác nhau.

VD: Nghiên cứu khả năng thích ứng của 2 giống ngô VN4 và VN5 tại Tiền Giang.

Nhân tố thí nghiệm: giống. Nghiệm thức: giống VN4 và VN5

- *Sai số thí nghiệm*: là tổng cộng các nguồn biến động, trừ nguồn biến động của nghiệm thức.

- *Lập lại* là tập hợp các đơn vị thí nghiệm được nhận cùng một nghiệm thức.

- *Biến độc lập*: là công thức thí nghiệm, ấn định một cách độc lập. Ví dụ mức bón đạm: 0 kg/ha, 60 kg/ha, 90 kg/ha

- **Biến phụ thuộc:** là những điểm cần theo dõi để chứng minh giả thuyết, thay đổi ứng với sự thay đổi của biến độc lập.
- **Chỉ tiêu nghiên cứu:** là các đặc điểm của cây trồng được theo dõi để đánh giá tác động của nhân tố thí nghiệm. Các chỉ tiêu theo dõi như:
 - + Chỉ tiêu sinh trưởng: phát triển, chiều cao cây, số lá, số hoa...
 - + Chỉ tiêu sâu bệnh: mật số sâu, tỉ lệ bệnh, chỉ số bệnh...
 - + Chỉ tiêu về năng suất: số hạt, trọng lượng 1000 hạt...

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày ngắn gọn một số bước trong công tác nghiên cứu khoa học nông nghiệp
2. Nêu một số khái niệm cơ bản trong nghiên cứu khoa học nông nghiệp
- 3.

CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ VÀ TIẾN HÀNH THÍ NGHIỆM ĐỒNG RUỘNG

Giới thiệu

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. 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 bước thiết kế và tiến hành thí nghiệm đồng ruộng

Mục tiêu

Học xong chương này người học có thể vận dụng kiến thức để xây dựng một quy trình thí nghiệm, biết cách thiết kế một thí nghiệm trên đồng ruộng

Nội dung chính

1. Yêu cầu khi thiết kế thí nghiệm đồng ruộng

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

Cây trồng và môi trường là một thể thống nhất, các quá trình diễn ra trong cây đều có quan hệ chặt chẽ và có tác động qua lại với điều kiện ngoại cảnh. Nếu như một nhân tố nào đó của ngoại cảnh thay đổi sẽ làm cho các nhân tố khác cũng như hoạt động sống của cây trồng thay đổi theo.

Cây trồng nó thích nghi trong những điều kiện nhất định, mọi sự thay đổi khi có tác động các yếu tố (có thể là yếu tố thí nghiệm) đều có tác động trực tiếp hoặc gián tiếp đến cây trồng. Vì vậy, thí nghiệm đồng ruộng phải tôn trọng các yêu cầu sau đây:

1.1 Yêu cầu về tính đại diện

a. Đại diện về điều kiện sinh thái

Mục tiêu của thí nghiệm là kết quả cần được nhân rộng trong các điều kiện cụ thể về đất đai, về khí hậu thời tiết. Thí nghiệm phải được thiết kế và làm cụ thể tại một vùng đất đại diện, trong điều kiện khí hậu nhất định để áp dụng với quy mô lớn hơn (không thể kết luận được rút ra từ trồng cây trên đất cát mà nhân rộng trên vùng đất đòi được).

b. Đại diện về điều kiện kinh tế - xã hội

Tùy theo thời gian và tùy thuộc vào các điều kiện cụ thể về mặt xã hội mà người nông dân có nhận thức cũng như khả năng áp dụng 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. Các yếu tố thí nghiệm phải nằm trong xu thế phát triển, phải đi trước một bước để nắm bắt đón đầu, tránh lạc hậu sau khi kết quả nghiên cứu được công bố. Nhiều khi thí nghiệm còn tùy thuộc vào phong tục tập quán của từng vùng, vào trình độ dân trí của cộng đồng.

1.2. Yêu cầu về sai khác duy nhất

Hiểu một cách cụ thể là trong thí nghiệm sẽ phân biệt hai loại yếu tố: yếu tố 8 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 triết để tôn trọng nguyên tắc này mới tìm ra được sự khác nhau của kết quả thí nghiệm là do nhân tố nào gây ra. Tuy nhiên, sự đồng nhất tuyệt đối trong thí nghiệm là điều không thể có được.

Thí dụ: Nghiên cứu ảnh hưởng của liều lượng supe lân tới năng suất lạc trên đất cát pha. Trong thí nghiệm này lượng lân bón cho lạc ở các công thức phải khác nhau,

còn các biện pháp kỹ thuật khác là đồng nhất. Cụ thể giống lạc gì, gieo ở vụ nào, mật độ bao nhiêu, tưới nước, chăm sóc, phòng trừ sâu hại... 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 là bao nhiêu ở các công thức, còn trong phân chuồng hoặc các dạng phân tổng hợp khác và cả trong đất cũng tồn tại một lượng lân nhất định. Tuy nhiên, điều này không có ảnh hưởng nhiều vì các công thức có nền thí nghiệm như nhau.

Một đặc điểm khác nữa 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 yếu tố thí nghiệm và được thay đổi ở mức độ khác nhau. Do 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...

1.3. Yêu cầu về độ chính xác

Độ chính xác ảnh hưởng đến kết quả nghiên cứu và 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, có thể nêu ra một số khía cạnh là:

- Điều kiện tiên hành thí nghiệm (thí nghiệm trong phòng khác với thí nghiệm trong chậu; thí nghiệm ngoài đồng lại khác với thí nghiệm trong phòng...)
- Những sai khác về kỹ thuật khi thực hiện thí nghiệm.
- Độ đồng đều của đất thí nghiệm
- 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 9 khác nhau thể hiện qua hệ số biến động CV%

- Nhóm thí nghiệm trong phòng cho phép sai số thí nghiệm $CV\% \leq 1\%$.
- Nhóm thí nghiệm trong chậu, vại, nhà lưới CV% nhỏ hơn hoặc bằng 5%.
- Nhóm thí nghiệm ngoài đồng ruộng cho phép sai số thí nghiệm:
 - + Các thí nghiệm giống CV% từ 6% - 8%
 - + Các thí nghiệm phân bón từ 10% - 12%
 - + Các thí nghiệm bảo vệ thực vật (BVTV) từ 13% - 15%
 - + Các thí nghiệm cây ăn quả CV% nhỏ hơn hoặc bằng 20%
 - + Thí nghiệm về lúa CV% khoảng 10%.

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 như cũ cùng trên khoảng không gian (mảnh đất cũ với thời vụ tương tự) sẽ cho kết quả tương tự.

Tuy nhiên, không nên hiểu nguyên tắc này một cách cứng nhắc, bởi vì điều kiện ngoại cảnh không thể ho àn 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 diễn 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 10 tố thí nghiệm) với ngoại cảnh trong sự biểu hiện của cây trồng thí nghiệm. Thí nghiệm không có khả năng diễn 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. Kinh

thí nghiệm cho thấy đối với thí nghiệm về kỹ thuật thường ít nhất cần có 3 lần diễn lại, đối với thí nghiệm nghiên cứu cơ bản cần số lần diễn lại nhiều hơn.

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. Một số biện pháp kỹ thuật có ảnh hưởng tới đất cũng có thể làm cho đất tốt 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.

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 ruộng thí nghiệm trên đất mới khai hoang, đất này phải làm thí nghiệm trống vài vụ để san bằng độ đồng đều sau đó mới làm thí nghiệm.

2. Các loại thí nghiệm đồng ruộng

Thông thường có thể phân thành các loại sau:

2.1 Thí nghiệm thăm dò

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 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. 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 Thí nghiệm chính thức

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. Tùy thuộc vào loại cây trồng, loại hình thí nghiệm, mục đích nghiên cứu có thể chia thí nghiệm chính thức thành các loại khác nhau theo số lượng nhân tố, thời gian và khối lượng nghiên cứu.

a. Theo số lượng nhân tố thí nghiệm

+ *Thí nghiệm một nhân tố*: Là thí nghiệm chỉ có 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 liều lượng phân lân đến quá trình sinh trưởng, phát triển và năng suất lạc.

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

+ *Thí nghiệm nhiều nhân tố*: Đây là thí nghiệm 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 kết quả rõ ràng phải chia cụ thể thí nghiệm 2 nhân tố, 3 nhân tố...đề có cách sắp xếp ngo ài đồng cho phù hợp với số lượng nhân tố thì mới xử lý kết quả bằng các mô hình thông kê tương ứng nhằm tăng tính chính xác.

b. 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 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

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

+ *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 hiệu lực của phân lân đến năng suất và chất lượng của nhãn vải, hay xoài; Nghiên cứu diễn biến của độ phì đất khi trồng sắn. Các loại thí nghiệm này qua nhiều năm mới có thể rút ra được kết luận chính xác.

c. **Theo khối lượng nghiên cứu**

+ *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 nghiên cứu 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.

2.3 **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 hóa giống mới.

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 về 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.

3. **Xây dựng quy trình (đề cương) thí nghiệm**

3.1 **Cơ sở để xây dựng đề cương thí nghiệm**

Đề tài nghiên cứu khoa học được xây dựng trên cơ sở đã xác định được mục tiêu nghiên cứu. Vì vậy, cơ sở để xây dựng đề tài dựa vào:

- a) Yêu cầu của thực tiễn đặt ra.
- b) Xuất phát từ yêu cầu nhiệm vụ
- c) Xuất phát từ đơn đặt hàng
- d) Xuất phát từ điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội nơi nghiên cứu .
- e) Từ nguồn kinh phí và thời gian nghiên cứu

3.2 **Yêu cầu của đề tài nghiên cứu**

Để có được nội dung của đề cương nghiên cứu khoa học, người nghiên cứu phải xác định cho được tên của đề tài nghiên cứu (có thể chi tiết tới tên thí nghiệm).

Yêu cầu của tên đề tài là: Ngắn gọn, chính xác, đầy đủ và có giới hạn. Trong đề tài nghiên cứu phải thể hiện rõ các vấn đề sau:

1) Phải phản ánh được đòi hỏi của thực tiễn sản xuất. Người chủ trì đề tài phải biết chọn lọc vấn đề cơ bản và thiết thực để nghiên cứu.

2) Phải biết kế thừa một cách chọn lọc và đặc biệt phải nêu rõ mục đích và yêu cầu đề tài đặt ra.

3) Thể hiện được sự phối hợp nghiên cứu giữa các cơ quan, phải xác định rõ người chủ trì và người thực hiện.

4) Phải thể hiện rõ quy hoạch và quy trình thí nghiệm.

3.3. Nội dung của xây dựng đề tài nghiên cứu

Đề có được nội dung của đề cương nghiên cứu khoa học, người nghiên cứu phải xác định cho được tên của đề tài nghiên cứu (có thể chi tiết tới tên của thí nghiệm).

Yêu cầu của tên đề tài là: phát biểu ngắn, gọn, song chính xác.

Trong đề cương nghiên cứu phải thể hiện rõ các vấn đề sau:

(1) Phải phản ánh được đòi hỏi của thực tiễn sản xuất. Trong thực tế rất đa dạng và phong phú, song người chủ trì đề tài phải biết chọn lọc vấn đề cơ bản và thiết thực để nghiên cứu.

(2) Phải biết kế thừa một cách chọn lọc và đặc biệt phải nêu rõ mục đích và yêu cầu đề tài đặt ra.

(3) Phải thể hiện rõ quy hoạch và quy trình thí nghiệm.

(4) Thể hiện được sự phối hợp nghiên cứu giữa các cơ quan, phải hạch toán kinh phí, phải xác định rõ người chủ trì và người thực hiện.

4. Thiết kế (bố trí) các kiểu thí nghiệm phổ biến

4.1 Một số khái niệm

- **Nhân tố** là nguyên nhân gây ảnh hưởng đến các giá trị quan sát, bao gồm các mức độ khác nhau.

- **Đơn vị thí nghiệm và nghiệm thức:**

Đơn vị thí nghiệm là đơn vị cơ bản về mặt hình thức khi tổ chức một thí nghiệm. Đơn vị thí nghiệm có thể là một lô đất có kích thước cố định được định trước, hoặc là một liếp trồng cây, một ống nghiệm... Một đơn vị thí nghiệm sẽ nhận được một nghiệm thức xử lý. Nghiệm thức có thể là một nồng độ thuốc, một biện pháp xử lý kỹ thuật, thời gian xử lý hay hỗn hợp các yếu tố cần thí nghiệm trong trường hợp thí nghiệm nhiều yếu tố.

Mỗi đơn vị thí nghiệm chỉ được nhận một nghiệm thức thí nghiệm. Nghiệm thức có thể là một hỗn hợp gồm hai hoặc nhiều nghiệm thức đơn lẻ. Ví dụ thí nghiệm 5 mức độ bón phân (N_0, N_1, N_2, N_3, N_4) trên 3 giống lúa (V_1, V_2, V_3), khi đó một đơn vị nhận một nghiệm thức hỗn hợp, chẳng hạn V_1N_0 .

- Sai số thí nghiệm: là tổng cộng các nguồn biến động không kiểm soát được.

- Lập lại: là tập hợp các đơn vị thí nghiệm được nhận cùng một nghiệm thức.

Lập lại làm giảm sự biến động trong các kết quả thí nghiệm, gia tăng ý nghĩa và mức độ tin cậy mà nhà nghiên cứu có thể rút ra kết luận về nhân tố thí nghiệm.

- Công thức đối chứng (công thức tiêu chuẩn) được đặt ra để làm tiêu chuẩn cho việc so sánh với các công thức khác, từ đó rút ra hiệu quả cụ thể của nhân tố nghiên cứu.

- Kiểu bố trí thí nghiệm: là cách sắp xếp công thức vào các ô thí nghiệm nhằm: tạo sự đồng đều giữa các ô và hạn chế sai khác do nhân tố phi thí nghiệm.

4.2 Các kiểu bố trí công thức thí nghiệm

- **Thí nghiệm một nhân tố**

+ Bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên – CRD

+ Bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên – RCBD

+ Bố trí hình vuông Latin – LS

- **Thí nghiệm hai nhân tố**

+ Bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên – CRD

+ Bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên – RCB

+ Bố trí lô phụ

+ Bố trí dãy phụ

- **Thí nghiệm nhiều nhân tố**

4.2.1. Thí nghiệm một nhân tố

Thí nghiệm trong đó chúng ta chỉ xem xét và đi đến kết luận đối với giả thuyết về một yếu tố, các yếu tố khác có ảnh hưởng đến kết quả đều phải được thực hiện đồng nhất trong các đơn vị thí nghiệm gọi là thí nghiệm một yếu tố.

Chẳng hạn nghiên cứu tác động của biện pháp làm đất trong trồng trọt, chúng ta chỉ đặt ra các nghiệm thức đối với biện pháp làm đất, còn các yếu tố như lượng phân bón, giống cây trồng, lượng thuốc trừ sâu đều đồng nhất trong các nghiệm thức.

a. **Bố trí kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên - CRD**

Các công thức được bố trí ngẫu nhiên vào bất kỳ ô thí nghiệm nào sao cho mỗi ô thí nghiệm đều có cơ hội như nhau để nhận được bất kỳ một công thức nào.

Cách bố trí và làm ngẫu nhiên:

Ví dụ: Có 4 nghiệm thức A, B, C, D. Mỗi nghiệm thức được lặp lại 5 lần. Các bước làm ngẫu nhiên như sau:

- **Bước 1:** Xác định tổng số ô thí nghiệm cần có

Công thức: $n = r \times t$

Trong đó: n: tổng số ô thí nghiệm
r : số lần lặp lại của mỗi nghiệm thức
t : số nghiệm thức cho mỗi lần lặp lại

- **Bước 2:** Đánh số ô thí nghiệm; chẳng hạn từ trái sang phải hoặc từ trên xuống dưới.
- **Bước 3:** Bố trí các nghiệm thức cho các ô thí nghiệm theo cách ngẫu nhiên.

Nghiệm thức: $t = 4$ (A, B, C, D)

Lặp lại: $r = 5$

D	A	B	C
B	A	C	D
A	B	C	D
C	D	B	A
D	C	A	B

- **Ưu điểm:** Áp dụng dễ dàng cho bất kỳ một số lượng nghiệm thức hay một lần lặp lại nào.

- **Nhược điểm:** Sai số thí nghiệm lớn nếu khu thí nghiệm không đồng đều.

- **Áp dụng:** Trong trường hợp ô thí nghiệm hoàn toàn đồng nhất (trong phòng thí nghiệm, trong chậu, vại).

* **Phân tích phương sai (ANOVA)**

Ví dụ: Số liệu của thí nghiệm khảo sát sự ảnh hưởng của các loại phân bón đến tốc độ tăng trưởng của cây

Nghiệm thức	Tăng trưởng, % ngày				Tổng N. thức (T)
	Lặp lại 1	Lặp lại 2	Lặp lại 3	Lặp lại 4	
A	2,537	2,069	2,104	1,797	8,507
B	3,366	2,591	2,211	2,544	10,712
C	2,536	2,459	2,827	2,385	10,207
D	2,387	2,453	1,556	2,116	8,512
E	1,997	1,679	1,649	1,859	7,184
F	1,796	1,704	1,904	1,320	6,724
Đối chứng	1,401	1,516	1,270	1,077	5,264
Tổng chung(G)					57,110

Một số ký hiệu:

Source: Nguồn

Treatment: Nghiệm thức

Error: Sai số

Total: Tổng cộng
df : Độ tự do
SS: Tổng bình phương
MS: Trung bình bình phương
F_{Call} : F tính
P_{value}: F bảng
CV (%): Hệ số biến động

Để phân tích phương sai, chúng ta tiến hành các bước sau:

- **Bước 1:** Xác định độ tự do (df) của các nguồn biến động:

$$\text{df nghiệm thức} = t-1 = 7-1 = 6$$

$$\text{df tổng cộng} = rt - 1 = (4 \times 7) - 1 = 27$$

$$\text{df sai số} = (rt-1) - (t-1) \text{ hoặc } t(r-1) \text{ hoặc } \text{df tổng cộng} - \text{df nghiệm thức}$$

$$= (5 \times 4 - 1) - (4 - 1) \text{ hoặc } 4(5 - 1) \text{ hoặc } 19 - 3 = 21$$

- **Bước 2:** Tính yếu tố hiệu chỉnh (C.F) và các tổng bình phương (SS) như sau:

$$C.F = G^2/n = G^2/rt = (57,110)^2 / 28 = 116,484$$

$$SS \text{ tổng cộng} = \sum X^2 - CF = [(2,537)^2 + (2,069)^2 + \dots + (1,077)^2] - 116,484 = 7,577$$

$$\sum T^2 \quad 8,507^2 + 10,712^2 + 10,207^2 + 8,512^2 + 7,184^2 + 6,724^2 + 5,264^2$$

$$SS_{NT} = \frac{r}{5,587} - CF = \frac{4}{5,587} - 116,484 = 5,587$$

$$SS \text{ sai số} = SS \text{ tổng cộng} - SS \text{ nghiệm thức} = 7,577 - 5,587 = 1,99$$

Trong đó: G là tổng mọi giá trị quan sát

Xi là số đo của lô thứ i

Ti là tổng nghiệm thức thứ i

n là tổng số lô thí nghiệm (n = rt)

- **Bước 3:** Tính các trung bình bình phương (MS) của mỗi nguồn biến động bằng cách chia mỗi tổng bình phương cho độ tự do tương ứng của nó.

$$MS \text{ nghiệm thức} = SS \text{ nghiệm thức} / t-1 = 5,587 / 6 = 0,93$$

$$MS \text{ sai số} = SS \text{ sai số} / t(r-1) = 1,99 / 7.3 = 0,09$$

- **Bước 4:** Tính giá trị F để kiểm định mức độ khác biệt của các nghiệm thức như sau:

$$F = MS \text{ nghiệm thức} / MS \text{ sai số} = 0,93 / 0,09 = 0,84$$

Chú ý: Chỉ nên tính trị số F khi độ tự do sai số đủ lớn (df ≥ 6) để ước lượng phương sai sai số đáng tin cậy.

- **Bước 5:** Tìm các trị số F tiêu chuẩn (F bảng), với là độ tự do của nghiệm thức, và là độ tự do của sai số.

Tính trung bình toàn thể (GM) và hệ số biến động (Cv %)

$$GM = G / n = 57,110 / 28 = 2,04$$

$$\frac{\sqrt{MS \text{ sai số}}}{\sqrt{0,09}}$$

$$Cv \% = \frac{GM}{2,04} = 0,15$$

Hệ số biến động chỉ độ chính xác của việc so sánh các nghiệm thức và là chỉ số cho phép đánh giá sự tin cậy của thí nghiệm. Cv càng cao, sự tin cậy của thí nghiệm càng thấp.

- F_{5%} < F tính < F_{1%} : giá trị F có ý nghĩa ở mức 5%

- F tính < F_{5%} : giá trị F không có ý nghĩa (không có sự khác biệt ý nghĩa giữa các nghiệm thức)

- F tính > F_{1%} : khác biệt ý nghĩa cao

- **Bước 6:** So sánh giá trị F tính ở bước 4 với giá trị F bảng ở bước 5 để quyết định giữa các nghiệm thức có sự khác biệt ý nghĩa hay không theo nguyên tắc sau:

- F tính > F bảng ở mức ý nghĩa 1% → sự khác biệt có ý nghĩa cao.

- $F_{bảng 1\%} \geq F_{tính} > F_{bảng 5\%}$ → khác biệt giữa các nghiệm thức có ý nghĩa.
- $F_{tính} \leq F_{bảng}$ ở mức ý nghĩa 5% → khác biệt giữa các nghiệm thức không ý nghĩa.

- Ký hiệu: *: khác biệt ở mức ý nghĩa 5%
- **: khác biệt ở mức ý nghĩa 1%
- ns: không khác biệt

- **Bước 7:** Lập bảng phân tích phương sai (ANOVA) bằng cách ghi tất cả các trị số tính được từ bước 2 đến bước 5 vào bảng.

Bảng phân tích phương sai (CRD)

Nguồn biến động	Độ tự do	Tổng bình phương	Trung bình bình phương	F (tính)	F (bảng)	
					5%	1%
Nghiệm thức	6	5,587	0,93	0,84 ^{ns}	2,57	3,31
Sai số	21	1,99	0,09			
Tổng cộng	27	7,577				

$C_v = 0,15\%$

ns: không khác biệt ý nghĩa

b. Bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên - RCBD

Khái niệm: Là công thức thí nghiệm ở mỗi khối (lặp lại) được bố trí một cách ngẫu nhiên, với quy định mỗi nghiệm thức chỉ xuất hiện một lần trong khối.

Áp dụng: thí nghiệm ngoài đồng ruộng và khu thí nghiệm có thể biết trước được chiều hướng biến đổi độ phì nhiêu của đất.

Cách bố trí thí nghiệm:

Vd: Xét một thí nghiệm với 5 nghiệm thức A, B, C, D, E và 4 lần lặp lại.

- **Bước 1:** Chia khu thí nghiệm thành r khối bằng nhau, với r là số lần lặp lại

Khối 1 (Lặp lại 1)	Khối 2 (Lặp lại 2)	Khối 3 (Lặp lại 3)	Khối 4 (Lặp lại 4)
A	C	D	B
B	A	C	E
C	E	A	D
D	B	E	A
E	D	B	C

- **Bước 2:** Chia nhỏ từng khối thí nghiệm. Đánh số ngẫu nhiên kiểu CRD t nghiệm thức vào mỗi khối.

Vd: 5 nghiệm thức được gán ngẫu nhiên vào 5 lô của khối 1 như sau:

1	2	3	4	5
D	A	B	E	C

Khối 1

Phân tích phương sai

Có 3 nguồn biến động: nghiệm thức, lặp lại (hay khối) và sai số thí nghiệm.

Nghiệm thức	Năng suất (tạ/ha)				Tổng nghiệm thức (T)	TB nghiệm thức (X)
	Lặp lại 1	Lặp lại 2	Lặp lại 3	Lặp lại 4		
A	50,7	49,5	48,6	50,8	199,6	49,9
B	49,2	49,8	48,7	51,5	199,2	49,8
C	51,4	50,9	54,3	53,8	210,4	52,6
D	52,1	54,0	49,8	50,1	206,0	51,5
E	39,8	38,8	37,5	35,9	152,0	38,0
Tổng lặp lại (R)	243,2	243,0	238,9	242,1		
Tổng chung (G)					967,2	
TB chung (x)						48,36

- **Bước 1:** Xác định độ tự do của mỗi nguồn biến động:

$$df \text{ tổng cộng} = rt - 1 = 19$$

$$df \text{ lặp lại} = r - 1 = 3$$

$$df \text{ nghiệm thức} = t - 1 = 4$$

$$df \text{ sai số} = (r-1)(t-1) = 12$$

$$\text{hoặc } df \text{ sai số} = df \text{ tổng cộng} - df \text{ lặp lại} - df \text{ nghiệm thức}$$

- **Bước 2:** Tính yếu tố hiệu chỉnh và các tổng bình phương

$$CF = G^2 / n = G^2 / rt = 46773,792$$

$$SS \text{ tổng cộng} = \sum X^2 - CF = 11693,448$$

$$SS \text{ lặp lại} = \frac{\sum R_j^2}{t} - CF = 2,38$$

$$SS \text{ nghiệm thức} = \frac{\sum T_i^2}{r} - CF = 558,448$$

$$SS \text{ sai số} = SS \text{ tổng cộng} - SS \text{ lặp lại} - SS \text{ nghiệm thức} = 11132,62$$

- **Bước 3:** Tính trung bình bình phương (MS) của mỗi nguồn biến động bằng cách chia mỗi tổng bình phương với độ tự do tương ứng

$$MS \text{ lặp lại} = SS \text{ lặp lại} / df \text{ lặp lại} = 0,79$$

$$MS \text{ nghiệm thức} = SS \text{ nghiệm thức} / df \text{ nghiệm thức} = 139,612$$

$$MS \text{ sai số} = SS \text{ sai số} / df \text{ sai số} = 927,72$$

- **Bước 4:** Tính F để kiểm định sự khác biệt của nghiệm thức và tính hệ số biến động CV

$$F \text{ lặp lại} = MS \text{ lặp lại} / MS \text{ sai số} = 0,00085$$

$$F \text{ nghiệm thức} = MS \text{ nghiệm thức} / MS \text{ sai số} = 0,15$$

$$CV (\%) = \frac{\sqrt{MS \text{ sai số}}}{\text{Trung bình chung}} \times 100 = 63\%$$

Trung bình chung

Nguồn biến động	Độ tự do	Tổng bình phương	TB bình phương	F (tính)	F (bảng)	
					5%	1%
Lặp lại	3	2,38	0,79	0,00085 ^{ns}	3,49	5,95
Nghiệm thức	4	558,448	139,612	0,15 ^{ns}	3,26	5,41
Sai số	12	11132,62	927,72			
Tổng cộng	19	11693,448				

$$CV (\%) = 63\%$$

ns: không khác biệt ý nghĩa

c. **Bố trí hình vuông Latin – LS**

Khái niệm: Là các công thức thí nghiệm được bố trí vào các khối hàng và khối cột vuông góc với nhau và được sắp xếp đảm bảo cho mỗi nghiệm thức chỉ được xuất hiện một lần trong hàng và cột.

Trong bố trí hình vuông Latin, chiều dài, chiều ngang và các nghiệm thức là như nhau.

$$Nghiệm \text{ thức} = \text{số hàng} = \text{số cột} = t$$

Cách bố trí:

- **Bước 1:** Chia ruộng thí nghiệm thành các hàng và cột
- **Bước 2:** Bố trí ngẫu nhiên các nghiệm thức vào hàng
- **Bước 3:** Bố trí ngẫu nhiên các nghiệm thức vào cột

A	B	C	D	E
B	C	A	E	D
C	D	E	B	A

D	E	B	A	C
E	A	D	C	B

Phân tích phương sai

Vd: Sử dụng số liệu về năng suất (tấn/ha) của 3 giống ngô A, B, C và 1 đôi chứng D trong một thí nghiệm ngoài đồng bố trí kiểu LS. Các số liệu được thu thập theo hàng và cột rồi tính tổng hàng, cột và tổng toàn thể với t là số nghiệm thức, T_i là tổng nghiệm thức i

Số hàng	Cột 1	Cột 2	Cột 3	Cột 4	Tổng hàng (R)
1	1,640 (B)	1,210 D	1,425 C	1,345 A	5,620
2	1,475 C	1,185 A	1,400 D	1,290 B	5,350
3	1,670 A	0,710 C	1,665 B	1,180 D	5,225
4	1,565 D	1,290 B	1,655 A	0,660 C	5,170
Tổng cột (C)	6,350	4,395	6,145	4,475	
Tổng toàn thể (G)					21,365

Các tổng nghiệm thức (T_i) và trung bình nghiệm thức tính như sau:

Nghiệm thức	Tổng nghiệm thức (T_i)	Trung bình
A	5,855	1,464
B	5,885	1,471
C	4,270	1,068
D	5,355	1,339

- **Bước 1:** Tính độ tự do của các nguồn biến động
 df tổng cộng = $t^2 - 1 = 15$
 df hàng = df cột = df nghiệm thức = $t - 1 = 3$
 df sai số = $(t-1)(t-2) = 6$
 hay df sai số = df tổng cộng - df hàng - df cột - df nghiệm thức = 6
- **Bước 2:** Tính nhân tố hiệu chỉnh (CF) và tổng bình phương của các nguồn biến động

Nhân tố hiệu chỉnh (CF)

$$CF = G^2 / n = 21,365^2 / 16 = 28,529$$

Tổng bình phương tổng cộng:

$$\sum Y_i^2 - CF = [1,640^2 + 1,210^2 + \dots + 0,660^2] - 28,529 = 1,414$$

Tổng bình phương hàng:

$$\frac{\sum R^2}{t} - CF = \frac{5,620^2 + 5,350^2 + 5,225^2 + 5,170^2}{4} - 28,529 = 0,03$$

Tổng bình phương cột:

$$\frac{\sum C^2}{t} - CF = \frac{6,350^2 + 4,395^2 + 6,145^2 + 4,475^2}{4} - 28,529 = 0,83$$

Tổng bình phương nghiệm thức

$$\frac{\sum T_i^2}{t} - CF = \frac{5,855^2 + 5,885^2 + 4,270^2 + 5,355^2}{4} - 28,529 = 0,43$$

Tổng bình phương sai số

$$SS \text{ sai số} = SS \text{ tổng cộng} - SS \text{ hàng} - SS \text{ cột} - SS \text{ nghiệm thức} = 0,124$$

- **Bước 3:** Tính trung bình bình phương của các nguồn biến động

$$MS \text{ hàng} = \frac{SS \text{ hàng}}{t - 1} = \frac{0,03}{3} = 0,01$$

$$MS \text{ cột} = \frac{SS \text{ cột}}{t - 1} = \frac{0,83}{3} = 0,28$$

$$MS \text{ cột} = \frac{\quad}{t-1} = \frac{\quad}{3} = 0,277$$

$$MS \text{ nghiệm thức} = \frac{SS \text{ nghiệm thức}}{t-1} = \frac{0,43}{3} = 0,143$$

$$MS \text{ sai số} = \frac{SS \text{ sai số}}{(t-1)(t-2)} = \frac{0,124}{6} = 0,02$$

- **Bước 4:** Tính giá trị $F_{\text{nghiệm thức}}$ để kiểm định sự khác nhau giữa các trung bình nghiệm thức và tính $F_{\text{hàng}}, F_{\text{cột}}$ để kiểm định ý nghĩa của sự biến động giữa các khối hàng – khối cột.

$$F_{\text{ nghiệm thức}} = \frac{MS \text{ nghiệm thức}}{MS \text{ sai số}} = \frac{0,143}{0,02} = 0,072$$

$$F_{\text{ hàng}} = \frac{MS \text{ hàng}}{MS \text{ sai số}} = \frac{0,01}{0,02} = 0,5 < 1$$

$$F_{\text{ cột}} = \frac{MS \text{ cột}}{MS \text{ sai số}} = \frac{0,277}{0,02} = 13,85$$

- **Bước 5:** Tính hệ số biến động CV %

$$CV\% = \frac{\sqrt{MS \text{ sai số}}}{GM} \times 100 = \frac{\sqrt{0,02}}{1,336} \times 100 = 10\%$$

- **Bước 6:** Biểu diễn kết quả vào bảng phân tích phương sai

Nguồn biến động	df	SS	MS	F tính	F _{5%}	F _{1%}
Hàng	3	0,03	0,01	0,5	4,76	9,78
Cột	3	0,83	0,277	13,85	4,76	9,78
Nghiệm thức	3	0,43	0,143	0,072	2,90	4,45
Sai số	6	0,124	0,02			
Tổng cộng	15	1,414				
CV % = 10%						

$F_{\text{ hàng}} < 1$: không ý nghĩa

$F_{\text{ cột}} < F_{\text{ bảng}} < F_{\text{ nghiệm thức}}$: khác biệt có ý nghĩa

4.2.2. Thí nghiệm hai nhân tố

Thí nghiệm 2 yếu tố là thí nghiệm trong đó 2 yếu tố được khảo sát cùng lúc. Mỗi yếu tố phải có ít nhất 2 mức độ, nếu 1 yếu tố nào đó chỉ có 1 mức độ thì thí nghiệm đó trở thành thí nghiệm 1 yếu tố.

a. Bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên – CRD

Bảng ANOVA

Nguồn biến động	df	SS	MS	F tính	F bảng
Nghiệm thức	ab-1	$\sum T^2 / r - CF$	$SS_{NT} / ab-1$		
Nhân tố A	a-1	$\sum A^2 / rb - CF$	$SS_A / a-1$		
Nhân tố B	b-1	$\sum B^2 / ra - CF$	$SS_B / b-1$		
A × B	(a-1)(b-1)	$SS_{NT} - SS_A - SS_B$	$SS_{AB} / (a-1)(b-1)$		
Sai số	ab(r-1)	SS_B	SS_{SS} / df_{SS}		
Tổng	abr-1	$\sum X^2 - CF$			

$$CF = G^2 / rab$$

- a: các mức độ của nhân tố A
- b: các mức độ của nhân tố B
- r: lần lặp lại

b. Bố trí khối hoàn toàn ngẫu nhiên - RCBD

Phân tích phương sai

Ví dụ: Thí nghiệm về 5 chế độ phân bón đạm (N1, N2, N3, N4, N5) và 3 giống lúa (V1, V2, V3) với 4 lần lặp lại. Có 15 nghiệm thức kết hợp được liệt kê như sau:

Phân \ Giống	Giống	6966 (V1)	4900 (V2)	6162 (V3)
	0 kg/ha (N1)		N1V1	N1V2
40 kg/ha (N2)		N2V1	N2V2	N2V3
70 kg/ha (N3)		N3V1	N3V2	N3V3
100 kg/ha (N4)		N4V1	N4V2	N4V3
130 kg/ha (N5)		N5V1	N5V2	N5V3

Giống	Mức độ đạm (kg/ha)	Năng suất (tấn/ha)				Tổng nghiệm thức
		Lặp lại 1	Lặp lại 2	Lặp lại 3	Lặp lại 4	
V1	N1	3,852	2,606	3,144	2,894	12,496
	N2	4,788	4,936	4,562	4,608	18,894
	N3	4,576	4,455	4,884	3,924	17,838
	N4	6,034	5,276	5,906	5,652	22,868
	N5	5,874	5,916	5,984	5,518	23,292
V2	N1	2,846	3,794	4,108	3,444	14,192
	N2	4,956	5,128	4,150	4,990	19,224
	N3	5,928	5,698	5,810	4,308	21,744
	N4	5,664	5,362	6,458	5,474	22,958
	N5	5,458	5,546	5,786	5,932	22,722
V3	N1	4,192	3,754	3,738	3,428	15,112
	N2	5,250	4,582	4,869	4,286	19,014
	N3	5,822	4,848	5,678	4,932	21,280
	N4	5,888	5,524	6,042	4,756	22,210
	N5	5,864	6,264	6,056	5,362	23,546
Tổng lặp lại (R)		76,992	73,688	77,202	69,508	
Tổng toàn thể (G)						297,390

- **Bước 1:** Tính độ tự do của các nguồn biến động

Ký hiệu: r: số lặp lại

a: số mức độ của nhân tố A (giống)

b: số mức độ của nhân tố B (phân)

$$df \text{ lặp lại} = r - 1 = 3$$

$$df \text{ nghiệm thức} = ab - 1 = 14$$

$$df \text{ nhân tố A} = a - 1 = 2$$

$$df \text{ nhân tố B} = b - 1 = 4$$

$$df A \times B = (a - 1)(b - 1) = 8$$

$$df \text{ sai số} = (r - 1)(ab - 1) = 42$$

$$df \text{ tổng cộng} = rab - 1 = 59$$

- **Bước 2:** Tính các tổng bình phương

$$CF = \frac{G^2}{rab} = \frac{297,390^2}{4.3.5} = 1474,014$$

$$SS \text{ tổng cộng} = \sum X^2 - CF = 3,852^2 + 2,606^2 + \dots + 5,362^2 = 53,63$$

$$SS \text{ lặp lại} = \sum R^2 / ab - CF = 2,6$$

$$SS \text{ nghiệm thức} = \sum T^2 / r - CF = (12,496^2 + \dots + 23,546^2) / 4 - 1474,014 = 44,58$$

$$SS \text{ sai số} = SS \text{ tổng cộng} - SS \text{ lặp lại} - SS \text{ nghiệm thức} = 6,45$$

- **Bước 3:** Lập bảng 2 chiều tính các tổng (AB) với các tổng nhân tố A (giống) và các tổng nhân tố B (phân) như sau:

Giống Phân	V1	V2	V3	Tổng phân (B)
N1	12,496	14,192	15,112	41,800
N2	18,894	19,224	19,014	57,132
N3	17,838	21,744	21,280	60,862
N4	22,868	22,958	22,210	68,036
N5	23,292	22,722	23,546	69,560
Tổng giống (A)	95,388	100,840	101,162	297,390

- **Bước 4:** Tính tổng bình phương các thành phần của SS nghiệm thức

$$SS_A = \frac{A^2}{rb} - CF = \frac{95,388^2 + 100,840^2 + 101,162^2}{4.5} - 1474,014 = 1,052$$

$$SS_B = B^2 / ra - CF = 41,234$$

$$SS_{(A \times B)} = SS \text{ nghiệm thức} - SS_A - SS_B = 2,294$$

- **Bước 5:** Tính trung bình bình phương bằng cách chia tổng bình phương cho các độ tự do tương ứng:

$$MS_A = SS_A / (a-1) = 1,052 / 2 = 0,526$$

$$MS_B = SS_B / (b-1) = 41,234 / 4 = 10,309$$

$$MS_{(A \times B)} = SS_{(A \times B)} / (a-1)(b-1) = 2,294 / 8 = 0,287$$

$$MS \text{ sai số} = SS \text{ sai số} / (r-1)(ab-1) = 6,45 / 42 = 0,154$$

- **Bước 6:** Tính F kiểm định về các nghiệm thức lặp lại tương ứng với các thành phần A, B, A×B

$$F(A) = MS_A / MS \text{ sai số} = 0,526 / 0,154 = 3,417$$

$$F(B) = MS_B / MS \text{ sai số} = 10,309 / 0,154 = 66,94$$

$$F(A \times B) = MS_{(A \times B)} / MS \text{ sai số} = 0,287 / 0,154 = 1,864$$

- **Bước 7:** So sánh mỗi giá trị F tính với giá trị F bảng tương ứng.

So sánh F(A) với giá trị F bảng, vì F(A) = 3,48 > F_{5%} = 3,22 nên ta nói rằng ảnh hưởng chính của nhân tố A (giống) có ý nghĩa ở mức ý nghĩa 5%.

- **Bước 8:** Tính hệ số biến động CV%

$$CV\% = \frac{\sqrt{MS \text{ sai số}}}{\text{Trung bình toàn thể}} \times 100 = \frac{\sqrt{0,154}}{297,39 / 60} \times 100 = 7,8\%$$

- **Bước 9:** Đưa mọi giá trị tính toán được vào bảng phân tích phương sai

Nguồn biến động	df	SS	MS	F tính	F 5%	F 1%
Lặp lại	3	2,6	0,867	5,63**	2,83	4,29
Nghiệm thức	14	44,58	3,184	20,68**	1,94	2,54
Giống (A)	2	1,052	0,526	3,417	3,22	5,15
Phân (B)	4	41,234	10,309	66,94	2,59	3,80

A×B	8	2,294	0,287	1,864	2,17	2,96
Sai số	42	6,45	0,154			
Tổng cộng	59	53,63				
CV% = 7,8%						

Kết quả cho thấy tương tác giữa giống và phân đạm là không có ý nghĩa, ảnh hưởng chính của cả giống và phân đạm đều có ý nghĩa.

c. Bố trí lô phụ

5. Cách thu thập số liệu (áp dụng cho các cây trồng phổ biến)

5.1 Một số khái niệm

- Tổng thể: bao gồm tất cả các cá thể thuộc đối tượng nghiên cứu.
- Mẫu: là tập hợp con lấy ra từ tổng thể.

Vì không thể và không cần quan sát tổng thể nên trong nghiên cứu chỉ lấy mẫu. Từ kết quả quan sát mẫu đưa ra kết luận cho tổng thể.

Ví dụ: thí nghiệm so sánh 3 giống ngô, 3 lần lặp lại. Để biết số lá/cây ngô cần đếm 10 cây/ô.

Tổng thể là tất cả cây ngô của một giống

Mẫu là 10 cây được chọn, trung bình số lá/10 cây của mỗi giống là đại diện cho tổng thể và dùng để so sánh.

5.2 Phương pháp lấy mẫu

Mục đích là mẫu phải đảm bảo tính đại diện, khách quan, chính xác và dựa trên quan điểm toán học, xác suất thống kê. Tuy nhiên, để đạt mục đích trên còn phải kết hợp với cả độ lớn của mẫu nghiên cứu mới đầy đủ.

a. Chọn mẫu ngẫu nhiên

Đây là phương pháp chọn mẫu mà các cá thể được lấy ra quan sát, đo đếm là hoàn toàn ngẫu nhiên.

Cách thực hiện: toàn bộ các cá thể trong ô thí nghiệm được đánh số sau đó gấp thăm hoặc tra bảng ngẫu nhiên để chọn ra được các cá thể của mẫu (loại trừ các cá thể ở hàng biên).

* Ưu điểm: mẫu nghiên cứu mang tính khách quan và các giá trị thu được tuân theo quy định của đại lượng ngẫu nhiên, do đó các tham số của mẫu mang tính đại diện, nhưng các cá thể trong mẫu mang tính biến động (không đồng đều)

* Tồn tại: Khó làm với các tổng thể nghiên cứu lớn và khi dung lượng mẫu không đủ lớn có thể dẫn đến kết quả không chính xác (tính đại diện thấp). Bên cạnh đó, việc thực hiện lấy mẫu phức tạp và tốn thời gian.

b. Chọn mẫu phân phối đều

Chọn phân phối đều ở đây có thể thực hiện trên ô thí nghiệm, hoặc trên khu vực điều tra. Phân phối đều có 2 dạng sau:

- Dạng thứ nhất: phân phối đều theo đường chéo: có thể đường 5 điểm, 4 điểm, 3 điểm, 2 điểm. Trong dạng này, việc lấy mẫu theo đường chéo phân phối đều tốt hơn cả, vì nó đại diện cho nhiều vị trí trên mảnh thí nghiệm, do đó tính chính xác sẽ cao và hiện nay các nhà khoa học Nông học đang áp dụng cách chọn mẫu này.

- Dạng thứ 2: phân phối đều kiểu mạng lưới: thường hay được áp dụng điều tra.

Ưu điểm: Các tham số thống kê thu được theo cách lấy mẫu này có độ chính xác cao và khách quan. Cách này không phức tạp, vẫn đảm bảo tính ngẫu nhiên và tùy vào số lượng các cá thể của thí nghiệm mà chọn mẫu có độ lớn khác nhau. Nếu mẫu nhỏ vẫn ít tạo ra sự biến động của mẫu với hiện trạng thực trong thí nghiệm.

5.3 Thu thập số liệu

- Số liệu thô: những số liệu đo đếm được của từng cá thể
- Số liệu tinh: là những giá trị của số liệu thô được xử lý, phân tích.

6. Chọn đất và chuẩn bị thí nghiệm

Để đạt được các yêu cầu nêu trên, trước khi làm thí nghiệm phải có được các thông tin về đất bao gồm các nội dung sau:

6.1 Chọn địa hình

Chọn đất thí nghiệm phải phẳng nhằm đảm bảo độ đồng đều. tuy nhiên thực tế độ phẳng mặt ruộng khi gieo cấy có thể chênh lệch chút ít. Nếu làm thí nghiệm lúa nước trên đất dốc phải làm trên các ruộng bậc thang. Còn với thí nghiệm về các cây trồng cạn khác thì chênh lệch độ phẳng mặt ruộng cho phép đạt mức $\pm 10cm$.

Với các thí nghiệm cây trồng trên đất dốc thì yêu cầu độ dốc cho phép để làm thí nghiệm là 25% và mặt ruộng hay đồi phải dốc đều và tốt nhất cũng nên làm đường đồng mức. Tùy thuộc vào đặc điểm sinh học của từng loại cây trồng mà chọn đất dốc cho phù hợp. Nên bố trí gọn thí nghiệm trên một khu vực (có thể 1 lần nhắc lại trên đất có độ dốc tương tự nhau).

6.2. Chọn lý tính đất và hóa tính đất

Chọn đất được đặt ra với mục đích là sau khi thí nghiệm thành công, các kết quả sẽ được ứng dụng ở những vùng đất cùng loại tương tự.

Rất cần quan tâm đến lịch sử canh tác của đất trước lúc đặt thí nghiệm. Nhất là các biện pháp kỹ thuật canh tác trước có khả năng làm thay đổi tới kết cấu và các chỉ tiêu lý, hóa tính của đất.

Nhìn chung khi chọn đất thí nghiệm nên chọn xa các rừng cây; xa trục đường giao thông, xa nơi chứa nước thải hay mương dẫn, nước thải của các khu dân cư, nhà máy, bệnh viện...với khoảng cách từ 40-50m.

Tránh làm thí nghiệm trên đất mới khai hoang. Tùy điều kiện cụ thể mà bố trí thí nghiệm trồng vài vụ để san bằng độ đồng đều của đất thí nghiệm.

Ta có thể san bằng độ đồng đều của đất bằng cách: Gieo cấy cùng một loại cây trồng trong vài vụ liên tục và thường dùng các loại cây trồng hàng dày như lúa (đối với đất ngập nước), rau, đậu đỗ (đối với đất màu); Kỹ thuật chăm sóc bón phân theo kiểu bón vá áo vào các chỗ cây trồng sinh trưởng xấu hoặc xấu nhiều bón nhiều, xấu ít bón ít, chỗ tốt thì không bón nữa.

7. Tiến hành thí nghiệm đồng ruộng

7.1. Chia ô thí nghiệm

Đây là việc chuyên thiết kế thí nghiệm trên sơ đồ đã xây dựng ra ngoài thực địa nơi làm thí nghiệm. Vì vậy, phải thực hiện chính xác để tạo ra các ô thí nghiệm có diện tích và kích thước giống nhau, đảm bảo đúng các vị trí đã sắp xếp như thiết kế. Tuy nhiên, mức chênh lệch cho phép về chiều dài mảnh có thể dao động từ 5- 10cm/100m dài.

Dụng cụ: La bàn; thước vuông góc; thước (có thể thước dây hay thước mét); cọc để cắm định vị trí.

Nguyên tắc chia ô thí nghiệm thường bắt đầu từ ô to về ô nhỏ (từ mảnh thí nghiệm chia thành từng lần nhắc lại sau đó đến chia các ô trong lần nhắc lại).

Ví dụ bố trí thí nghiệm gồm 5 công thức (ký hiệu I, II, III, IV, V), 3 lần nhắc lại, diện tích mỗi ô thí nghiệm là 30 m² (5x6). Các bước chia ô cụ thể như sau:

+ **Xác định ranh giới khu thí nghiệm:** Căn cứ vào thiết kế đã nêu và địa điểm chọn cụ thể để đặt ruộng thí nghiệm (Sơ đồ 4.2). Chiều dài mảnh thí nghiệm tính là 31.6m (kể cả khoảng cách giữa các ô trong lần nhắc lại cách nhau 0.4m). Dải bảo vệ giữa 2 đầu ruộng sẽ có độ rộng 6.0 - 7.0m. Tùy điều kiện cụ thể, chiều ngang mảnh thí nghiệm sẽ là 16m (kể cả 1m là 2 khoảng cách giữa 3 lần nhắc lại).

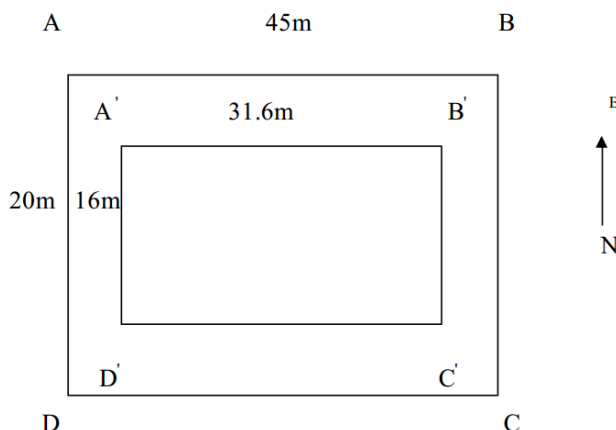
Trong thí nghiệm này ô thí nghiệm sẽ có dạng gần vuông nhưng mảnh thí nghiệm có hình chữ nhật.

+ **Xác định ranh giới lần nhắc lại:** Khi đã có vị trí chính xác của mảnh thí nghiệm sẽ xác định được ranh giới giữa các lần nhắc lại (3 lần) như đã nêu ở trên, giữa các lần

nhắc lại chúng tôi để khoảng cách đắp bờ 0.5m rộng hơn so với khoảng cách giữa các ô trong cùng lần nhắc lại (song khoảng cách giữa các lần nhắc phải có độ rộng tối thiểu bằng khoảng cách các ô).

+ **Xác định ranh giới các ô thí nghiệm:** Phải chia mỗi lần nhắc lại làm 5 phần bằng nhau (mỗi phần 6m và giữa các phần có khoảng cách 0.4m) cho 5 công thức. 20

+ **Cắm biển tên các công thức và tên thí nghiệm:** Sau khi đã hoàn thành việc chia ô thí nghiệm xong ngoài đồng ruộng, người chủ trì thí nghiệm phải cắm thẻ tên các công thức ở các ô theo như cách sắp xếp đã xác định. Thẻ đánh dấu ghi tên công thức có thể được làm bằng gỗ, tre hoặc kim loại không gỉ. Tuy nhiên, với điều kiện của Việt Nam thì phần lớn được làm bằng gỗ hoặc tre. Thẻ có chiều cao từ 70-80 cm, chiều rộng của thẻ từ 8-10cm. Trong đó, phần nhọn được cắm xuống đất (có thể từ 15 - 20cm). Đầu trên của thẻ khoảng 15cm dùng để viết công thức, tên ký hiệu công thức ghi theo số la mã (I, II, III...). Lần nhắc lại ghi số thường.



Sơ đồ 4.2. Định vị khu thí nghiệm

Còn biển ghi tên thí nghiệm nên có dạng hình chữ nhật kích thước tối thiểu (50 cm x 30cm). Trên đó có viết tên thí nghiệm, nền bằng sơn trắng còn chữ tên thí nghiệm nên viết màu sơn đỏ. Biển tên thí nghiệm được cắm ở phía trước thí nghiệm (giữa dải bảo vệ và hàng biên của ô thí nghiệm).

7.2. Làm đất, bón phân và gieo cây thí nghiệm

a. Làm đất

- Làm đất giống nhau trên cả ruộng thí nghiệm. Thường hay được sử dụng cho nghiên cứu các biện pháp kỹ thuật canh tác như (So sánh giống, bón phân, mật độ và một số kỹ thuật gieo cây khác,...).

- Loại làm đất riêng biệt cho từng ô (hay từng công thức). Thường được áp dụng cho thí nghiệm về thời vụ, biện pháp làm đất.

b. Bón phân cho ruộng thí nghiệm

Yêu cầu trước hết của công tác này là đảm bảo số lượng và chất lượng theo quy hoạch thí nghiệm đã quy định. Để đạt được yêu cầu trên cần phải tính toán chính xác lượng phân bón cho mỗi ô thí nghiệm. Các loại phân công nghiệp được quy ra lượng nguyên chất, như đạm, lân, kali (N, P2O5, K2O) /ha.

Lượng phân bón tính cho mỗi ô theo công thức sau:

$$X = \frac{axc}{100xb}$$

Trong đó:

X: lượng phân bón cho một ô (kg)

a : lượng phân nguyên chất cho 1ha (kg/ha)

b: tỷ lệ chất dinh dưỡng (nguyên chất có trong loại phân nghiên cứu (%)).

c: diện tích ô thí nghiệm (m²)

Nếu như làm trong chậu vại (kể cả diện tích ô trên ruộng quá bé), lượng phân bón được tính theo công thức:

$$X = \frac{100axc}{\dots}$$

B

(trong đó X lượng phân bón cho ô đó tính bằng gam)

Tùy lượng phân bón mà dùng loại cân có độ chính xác cho phù hợp. Sau khi cân phải cho vào túi riêng có đánh dấu tên của công thức để tránh nhầm lẫn. Khi đem ra ruộng nên để phân vào vị trí của ô sau đó kiểm tra cẩn thận toàn bộ các ô theo công thức rồi mới bón. Còn phân hữu cơ tùy loại mà có thể quy ra chất lượng dinh dưỡng của phân. Cách tính cũng như trên song lượng nhiều hơn nên đơn giản hơn.

Cách bón, yêu cầu phải thật đều trên ô thí nghiệm. Nếu không thực hiện tốt vấn đề này dễ tạo sai số ngay trong công thức. Nếu phân có lượng quá ít sợ khó bón đều nên trộn với đất bột mịn để dễ bón đều.

Với thí nghiệm gieo hạt nên chú ý không để phân tiếp xúc trực tiếp với hạt giống.

c. Gieo, cấy thí nghiệm

Đây là khâu cuối cùng của bố trí thí nghiệm. Tùy theo yêu cầu của thí nghiệm mà có thể:

- Gieo cấy giống nhau và đồng thời.

- Gieo cấy khác nhau và không đồng thời: Đây là kiểu gieo cấy của thí nghiệm về thời vụ, mật độ. Làm lần lượt từng lần nhắc lại (tất cả các công thức), mỗi người làm trọn vẹn một số lần nhắc lại nhất định.

Đảm bảo mật độ sau gieo cấy cũng như lấp hạt, đồng đều về số lượng danh hay hạt gieo cấy. Nếu thí nghiệm về giống không được lẫn giống. Vì vậy, trước khi gieo cấy cần xem lại tên giống cho đúng vị trí ô.

Công thức tính khối lượng hạt gieo:

$$P = \frac{100M \times A}{B}$$

B

Trong đó: P: là khối lượng hạt gieo (kg/ha)

M: số cây cần có trên 1ha

A: khối lượng 1000 hạt (gam)

B: sức sống của hạt ngoài đồng (tỷ lệ nảy mầm %)

Với cây hàng rộng (nhất là cây lâu năm) cần lưu ý có thể trồng giặm bổ sung khi có cây chết ngay từ những ngày đầu gieo cấy trong thời gian cho phép.

Với một số cây hàng năm nên tính toán thận trọng để có thể giặm hoặc tỉa định kỳ có kết hợp với chăm sóc càng sớm càng tốt.

d. Chăm sóc thí nghiệm

Đây là công việc thường xuyên gồm: tỉa cành, làm cỏ, xới xáo, vun gốc, bấm ngọn, bón thúc, phòng chống sâu, bệnh.... Quá trình này yêu cầu làm đúng quy định như thiết kế để kết quả thí nghiệm chính xác. Các công việc này cũng phải tiến hành đồng thời cho cả dải bảo vệ.

7.3. Theo dõi thí nghiệm

Đây là phần công việc hết sức quan trọng của thí nghiệm, nếu không thực hiện đúng sẽ dẫn đến kết quả không đại diện và không chính xác.

• Quan sát thí nghiệm

Mục đích chính của thí nghiệm đồng ruộng là thu hoạch năng suất (năng suất sinh học, năng suất lý thuyết, năng suất kinh tế,...), song cũng phải có các thông tin để giải thích cho sự khác nhau giữa các công thức nghiên cứu của thí nghiệm. Như vậy cần phải có các thông tin quan sát được về cây, về điều kiện thời tiết nhằm trả lời các câu hỏi sau: Cây trồng có phản ứng với điều kiện ngoại cảnh và các biện pháp kỹ thuật nghiên cứu như thế nào? Sự khác nhau giữa các công thức thí nghiệm với nhau, với công thức đối chứng là do nguyên nhân gì? (ở các chỉ tiêu nghiên cứu).

Nội dung của các vấn đề quan sát bao gồm:

- Quan sát cây trồng gồm: quan sát các thời kỳ sinh trưởng, tình hình sinh trưởng, phân tích diễn biến các quá trình sinh lý xảy ra trong các quá trình sinh trưởng (chu kỳ sống) của cây, những thay đổi về kích thước, cấu tạo và giải phẫu của cây (nếu thấy cần thiết). Tình trạng sinh trưởng của cây còn thể hiện ở sự hình thành các cơ quan phát dục, tính lớp vỏ, các yếu tố cấu thành năng suất và năng suất.

- Phân tích quá trình sinh lý, trao đổi chất trong cây gồm: khả năng hút nước, thoát nước của cây (rễ và lá...), hiệu suất quang hợp thuận, sự tích lũy chất dinh dưỡng như N, P, K,.... Quan sát các thời kỳ sinh trưởng của cây được bắt đầu ngay 23 sau khi gieo cây ít ngày như: theo dõi cây mọc, cây sống, cây chết, lá, thân, cành, ra hoa, đậu quả.... Các số liệu này được đối chiếu với số liệu về khí tượng, từ đó giúp cho các nhà khoa học có nhận định toàn diện mối quan hệ giữa cây với môi trường sống của chúng trong thí nghiệm.

- Quan sát ngoại cảnh gồm: Quan trắc các diễn biến về thời tiết, các nhân tố khí hậu nông nghiệp. Quan sát các số liệu về khí tượng nông nghiệp (lấy từ đài khí tượng gần nhất). Tùy điều kiện có thể lấy theo tần suất trung bình của một số năm hay chỉ lấy trong thời gian làm thí nghiệm. Các số liệu khí tượng thường được lấy theo tháng (từ tháng 1 đến tháng 12) của năm, các tiêu chí thường là: nhiệt độ bình quân tháng, tổng số giờ nắng trong tháng, tổng lượng mưa của tháng sau đó tính tổng lượng mưa cả năm (mm), ẩm độ không khí bình quân các tháng. Có thể lấy theo bình quân 10 ngày như vậy thông tin khá chi tiết.

- Quan sát tình hình sâu, bệnh phải thường xuyên để có thể biết sự ảnh hưởng của nó tới năng suất.

- Quan sát đất đai thường ở thí nghiệm về phân bón hoặc biện pháp làm đất, tưới nước, luân canh.... Tuy nhiên, phải làm liên tục nhiều vụ, nhiều năm (nhóm thí nghiệm lâu năm hay dài hạn) như vậy trước và sau thí nghiệm phải phân tích đất mới có cơ sở để giải thích chính xác.

Từ kết quả quan sát đưa ra những nhận xét cho các công thức một cách logic và khoa học. Tùy thuộc vào đề tài, nhân lực, kinh phí để lựa chọn các nhóm chỉ tiêu quan sát cho phù hợp với mục tiêu đề tài đặt ra.

Tóm lại, các thí nghiệm về sinh lý và sinh hóa cần quan sát về cây là chủ yếu, các thí nghiệm có liên quan đến thổ nhưỡng thì nặng phân tích về đất. Các thí nghiệm về phân bón (dinh dưỡng) cần quan sát hài hòa cả đất và cây. Các chỉ tiêu nghiên cứu phải dựa hoàn toàn và thực hiện đúng như đề cương đã xây dựng cho thí nghiệm, tránh làm tùy tiện.

7.4. Thu hoạch thí nghiệm

Đây là công việc cuối cùng của quá trình thực hiện thí nghiệm trên ruộng nhưng hết sức có ý nghĩa.

a. Công tác chuẩn bị

Chuẩn bị đầy đủ các dụng cụ phục vụ cho việc thu hoạch thí nghiệm như: Các dụng cụ bao gói để đựng, phơi sấy nông sản và lưu giữ năng suất.

Thu dây bảo vệ: Có thể tiến hành trước hoặc sau khi thu thí nghiệm, tránh nhầm lẫn với các công thức thí nghiệm.

b. Lấy mẫu định yếu tố cấu thành năng suất và năng suất cá thể

Công việc này phải làm trước thu hoạch và phải làm riêng rẽ từng cây từng lần nhắc lại. Tùy thuộc vào mỗi loại cây mà có các chỉ tiêu năng suất khác nhau.

c. Thu hoạch năng suất

Việc này phải làm riêng từng ở từng lần nhắc lại. Từ việc thu hoạch, tuốt đập và cân đong, có thể cân năng suất tươi hoặc khô ở độ ẩm tiêu chuẩn, hoặc phơi thật khô (sấy khô) để cân năng suất.

d. Phương pháp điều chỉnh năng suất ô thí nghiệm.

Chỉ đặt ra khi số cây/ô bị khuyết do yếu tố khách quan, nếu không xem xét để điều chỉnh sẽ làm cho kết quả nghiên cứu thiếu chính xác. Vì vậy, phải điều chỉnh trước khi đánh giá kết quả nghiên cứu.

Hiện nay có nhiều cách để giải quyết vấn đề này:

- Điều chỉnh năng suất của ô theo năng suất cá thể trung bình.

$$Y' = X \times N$$

Trong đó: X : năng suất cá thể trung bình của ô

Y' : năng suất ô hiệu chỉnh

N : số cây trong ô

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Để thiết kế thí nghiệm đồng ruộng cần những yêu cầu gì?
2. Thí nghiệm đồng ruộng gồm những loại nào?
3. Trình bày các bước tiến hành thí nghiệm đồng ruộng

CHƯƠNG 3: XỬ LÝ SỐ LIỆU THÍ NGHIỆM

Giới thiệu

Nội dung của chương này nhằm cung cấp cho người đọc những kiến thức cơ bản về thống kê khi áp dụng vào trong phân tích các kết quả xử lý số liệu điều tra. Với mục đích là sau khi ứng dụng chúng ta không những chỉ nêu ra được những điều chính xác mà nhà nghiên cứu cần phải có mà còn có thể giải thích những điều mà số liệu có thể trình bày cho ta

Mục tiêu

Học xong chương này người học có thể xử lý số liệu bằng phương pháp thống kê và vận dụng kiến thức để có kết luận chính xác tương ứng theo số liệu

Nội dung chính

1. Cách thức quy đổi, tính toán, thiết lập các bảng số liệu để phân tích thống kê

Sau khi các số liệu đã được tính toán từ số liệu thô ra số liệu tinh theo các tham số thống kê cần thiết, các số liệu này phải được sắp xếp vào các bảng và cần thiết có thể dùng đồ thị và biểu đồ để minh họa. Quá trình sắp xếp ta dễ dàng đánh giá và so sánh kết quả. Vì vậy khi tính toán cần hết sức cẩn thận tránh sự nhầm lẫn.

Ngoài việc so sánh các kết quả trong bảng còn cần so sánh các số liệu trong bảng khác nhau. Có nhận xét trên nhiều số liệu, phân tích một cách toàn diện các số liệu thì kết luận rút ra mới khách quan và chính xác.

Riêng số liệu về năng suất thí nghiệm thì cần đặc biệt quan tâm nhiều hơn. Vì đây là mục tiêu cuối cùng đánh giá thành công của thí nghiệm. Do đó cần phân tích kỹ lưỡng qua phân tích phương sai để có độ tin cậy cao.

2. Xử lý số liệu và nhận xét kết quả

a. Áp dụng cho thí nghiệm bố trí theo kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên

Một thí nghiệm được thiết kế kiểu hoàn toàn ngẫu nhiên khi các công thức được chỉ định một cách hoàn toàn ngẫu nhiên vào các ô thí nghiệm sao cho mỗi mảnh (ô) thí nghiệm đều có cơ hội như nhau để nhận được bất kỳ một công thức nào. Theo kiểu sắp xếp này, bất kỳ sự khác nhau nào giữa các ô thí nghiệm đều được coi là sai số thí nghiệm. Kiểu sắp xếp này chỉ phù hợp khi các đơn vị (ô, mảnh) thí nghiệm hoàn toàn đồng nhất (thường là thí nghiệm trong phòng), còn thí nghiệm ngoài đồng, thường có sự biến động lớn giữa các đơn vị thí nghiệm nên không hay áp dụng kiểu sắp xếp này.

b. Áp dụng cho thí nghiệm bố trí theo kiểu khối hoàn toàn ngẫu nhiên

Kiểu sắp xếp RCB là một kiểu sắp xếp được sử dụng rộng rãi nhất trong nghiên cứu nông nghiệp. Nó hoàn toàn phù hợp với thí nghiệm ngoài đồng khi số công thức không quá lớn và khu thí nghiệm có thể biết trước được chiều hướng biến đổi độ phì nhiêu của đất. Đặc trưng chủ yếu của kiểu sắp xếp này là tạo ra các khối có kích thước bằng nhau và mỗi khối chứa tất cả các công thức của một lần nhắc lại.

c. Áp dụng cho thí nghiệm bố trí theo kiểu hình vuông Latin

Đặc trưng cơ bản của sắp xếp ô vuông la tinh (LS) là khả năng xử lý cùng một lúc hai nguồn biến động đã biết giữa các đơn vị thí nghiệm. Coi đó như hai khối độc lập, thay cho chỉ có một khối trong thiết kế kiểu RCB. Trong kiểu LS hai khối đó là khối hàng và khối cột vuông góc nhau và được sắp xếp để đảm bảo cho mỗi công thức chỉ được có mặt một lần trong khối hàng và một lần trong khối cột. Ta có thể ước lượng được biến động giữa các khối hàng cũng như khối cột và tách nó ra khỏi sai số thí nghiệm.

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Trình bày cách thức thiết lập các bảng số liệu để phân tích thống
2. Trình bày sơ lược cách thức xử lý số liệu đối với thí nghiệm bố trí theo kiểu hình vuông Latin

CHƯƠNG 4: TỔNG KẾT THÍ NGHIỆM

Giới thiệu

Đây là công việc cuối cùng của các nhà khoa học sau khi đã có kết quả nghiên cứu khoa học. Các kết quả này sẽ được báo cáo trong các hội nghị khoa học và gửi đi đăng báo cũng như các tạp chí khoa học chuyên ngành. Song các kết quả này trước khi báo

cáo tại hội nghị khoa học cần phải được trình bày trong bản báo cáo chi tiết. Chương này trang bị cho người học biết cách viết báo cáo khoa học:

- Biết trình bày số liệu trong báo cáo khoa học (Bảng biểu, đồ thị hoặc biểu đồ minh họa)

- Biết cách trình bày một báo cáo khoa học.

Mục tiêu

Học xong chương này người học có thể biết cách thiết lập các bảng số liệu, các bản đồ, đồ thị dùng trong báo cáo thí nghiệm, biết cách viết một báo cáo thí nghiệm

Nội dung chính

1. Phương pháp trình bày bảng số liệu

Đây được coi là phương pháp cơ bản cho việc trình bày các số liệu nghiên cứu khoa học. Cấu tạo của một bảng số liệu gồm các phần sau đây:

a. Số thứ tự của bảng (thường được đánh giá số theo thứ tự 1, 2, 3, 4...). Đôi khi có kèm theo các chỉ số như 2a, 3b... trong đó số thể hiện nội dung chính còn chữ thể hiện nội dung chi tiết của nội dung chính đó.

b. Tên bảng: tên bảng ghi ngắn gọn, tóm tắt, nhưng phải thể hiện đầy đủ nội dung các số liệu trong bảng.

Chú ý: Tên bảng có thể ghi đơn vị đo của số liệu thể hiện trong bảng nếu là thống nhất trong toàn bảng (bảng chữ trình bày một loại chỉ tiêu).

c. Thân bảng gồm các hàng ngang và các cột dọc. Các hàng ngang nên thể hiện nguyên nhân ảnh hưởng, còn các cột dọc thể hiện kết quả của ảnh hưởng. Không nên để quá nhiều cột dọc chỉ nên từ 6 - 8 cột là vừa. Còn nếu nhiều nên tách thành các bảng giả sử 2a, 2 b...

d. Phần nội dung ghi trong bảng: khi ghi chép số liệu cần chú ý

Mỗi chỉ tiêu (kết quả) tùy theo hàng ngang hay cột dọc trong cách trình bày nhưng phải thống nhất phần số lẻ (số thập phân), phần số thập phân lấy nhiều hay ít tùy thuộc vào loại chỉ tiêu nghiên cứu và độ chính xác của các chỉ tiêu ấy.

2. Tổng kết và viết báo cáo thí nghiệm

a. Tổng kết thí nghiệm

Tổng kết thí nghiệm là một khâu quan trọng trong công tác nghiên cứu khoa học. Nó phản ánh toàn bộ kết quả nghiên cứu thí nghiệm, chỉ cần số liệu xác thực, phương pháp nghiên cứu chính xác thì dù kết quả nhiều hay ít đều khẳng định được ý nghĩa khoa học. Công việc tổng kết thí nghiệm gồm các nội dung sau:

- Chính lý số liệu, tính toán thống kê các tham số đại diện và dùng các tiêu chuẩn thống kê để xử lý và từ đó rút ra kết luận.

- Viết báo cáo khoa học.

- Giám định kết quả thí nghiệm.

b. Viết báo cáo thí nghiệm

+ *Tên đề tài hay tên thí nghiệm:*

- Ghi cụ thể tên và mã chuyên ngành hoặc mã ngành

- Tên người chủ trì

- Tên người thực hiện

- Cơ quan quản lý khoa học của đề tài.

+ *Nội dung đề cương nghiên cứu:* (Bao gồm các phần)

Phần 1: Mở đầu

1. *Đặt vấn đề:* Ghi ngắn gọn nhằm nêu lên tầm quan trọng và tính cấp thiết của vấn đề nghiên cứu.

2. *Mục đích và yêu cầu của đề tài*

a. Mục đích: Viết rõ ràng, không viết dài. Đây sẽ là cơ sở để bố trí thí nghiệm được chặt chẽ và đầy đủ.

b. Yêu cầu: Phần này đòi hỏi viết thật cụ thể là đề tài nhằm đạt được những gì.

Phần 2 : Tổng quan các vấn đề nghiên cứu

Phần này viết sơ lược cơ sở lý luận và thực tiễn của đề tài và tình hình nghiên cứu trong nước và thế giới một cách ngắn gọn (tóm tắt) có liên quan tới vấn đề nghiên cứu.

Phần 3: Nội dung và phương pháp nghiên cứu

1. Nội dung nghiên cứu

1.1. Địa điểm, thời gian và đối tượng nghiên cứu (nếu có thể ghi thêm giới hạn của vấn đề nghiên cứu)

1.2. Nội dung nghiên cứu

+ Nêu số lượng và nội dung của các công thức thí nghiệm (viết rõ cho từng công thức, đây là yếu tố thí nghiệm).

- Các biện pháp thuộc yếu tố không thí nghiệm (nền thí nghiệm) nên viết tỷ mỉ, những biện pháp thứ yếu nên viết tóm tắt.

- Diện tích ô thí nghiệm (ghi cả diện tích và kích thước ô).

- Số lần nhắc lại.

- Cách sắp xếp các công thức (nếu vẽ sơ đồ thí nghiệm thì càng tốt).

+ Chỉ tiêu nghiên cứu: ghi các chỉ tiêu của từng nội dung, càng chi tiết càng tốt

2. Phương pháp nghiên cứu: Ghi cụ thể các phương pháp sử dụng trong nghiên cứu đề tài như: phương pháp theo dõi, phân tích của từng chỉ tiêu, cách lấy mẫu...

3. Dự trù kinh phí nghiên cứu: Gồm vật tư, công (hạch toán bằng tiền). Lưu ý các vật tư nên có cùng nguồn gốc và thời hạn sử dụng là tốt nhất.

4. Phân công thực hiện và kế hoạch hợp tác: Ghi rõ tên người thực hiện các công việc trong thời gian nào, cơ quan nào hợp tác nghiên cứu.

Phần 4: Dự kiến kết quả đạt được

CÂU HỎI ÔN TẬP

1. Nêu các bước trình bày được bảng số liệu
2. Trình bày các bước viết báo cáo thí nghiệm

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Hiếu Hiền, 1997. Phương pháp bố trí thí nghiệm và xử lý số liệu. NXB Nông Nghiệp

2. Phạm Chí Thành, 1976. Giáo trình phương pháp thí nghiệm đồng ruộng. NXB Nông Nghiệp
3. Nguyễn Ngọc Kiên, 1995. Thống kê học trong nghiên cứu khoa học. NXB Giáo dục