

Các tham số ổn định trong chọn giống cây trồng

Nguyễn đình Hiền (ĐHNN I) - Lê quý Kha (Viện Ngô)

Stability parameters in plant breeding

SUMMARY

Stability in performance is one of the most desirable properties of a genotype to be released as a variety for wide cultivation. A number of statistical methods are known for estimation of phenotype stability. The Eberhart and Russel's model of stability have been described in (1) and (2) and recent developments of this model have been presented by Weikai Yan (4) using software Ggebiplot (5).

Key words:

Stability analysis Regression models Variance Coefficient of variability
Environmental index Genotype x Environment interaction GGebiplot
Cluster method Similarity measure

Trong nghiên cứu giống cây trồng ngoài việc tìm các giống năng suất cao người ta còn rất chú ý đến các giống “ổn định” khi trồng trên nhiều vùng khác nhau hoặc qua nhiều vụ khác nhau. Nhưng thế nào là “ổn định” thì các nhà nông học lại không thống nhất. Có quá nhiều định nghĩa ổn định hoặc chỉ mang tính mô tả không định lượng hoặc có kèm theo các chỉ số định lượng. Trong tài liệu này chúng tôi muốn giới thiệu một số nghiên cứu về ổn định sắp xếp theo ba phần sau

1- Các tham số ổn định

Có thể sắp xếp các tham số ổn định đang xuất hiện trên các bài báo và tài liệu về ổn định hiện nay thành 4 nhóm:

Nhóm A Theo dõi năng suất Y_{ij} của giống i ở địa điểm j ($j = 1, q$) sau đó tính năng suất trung bình Y_{i*} , phương sai s_i^2 và hệ số biến động. Hai tham số ổn định của giống i do Francis và Kannenberg (1978) đề xuất là

$$\text{Phương sai } s_i^2 = \sum_{j=1}^q (Y_{ij} - Y_{i*})^2 / (q - 1)$$

$$\text{Hệ số biến động } CV_i = \frac{s_i}{Y_{i*}} \times 100\%$$

Nhóm B

Theo dõi năng suất Y_{ij} của các giống i ($i = 1, p$) tại các vùng j ($j = 1, q$), tính trung bình Y_{*j} của các giống i tại vùng j , trung bình Y_{i*} của giống i qua các vùng j và trung bình của tất cả các giống qua tất cả các vùng Y_{**} . Từ đó tính được các hệ số ổn định sau:

Plaisted and Peterson (1959)

$$\theta_i = \frac{p}{2(p-1)(q-1)} \sum_{j=1}^q (Y_{ij} - Y_{i*} - Y_{*j} + Y_{**})^2 + \frac{SS(GE)}{2(p-1)(q-1)}$$

$$\text{với } SS(GE) = \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^q (Y_{ij} - Y_{i*} - Y_{*j} + Y_{**})^2$$

Plaisted and Peterson (1960)

$$\theta_{(i)} = \frac{-p}{(p-1)(p-2)(q-1)} \sum_{j=1}^q (Y_{ij} - Y_{i*} - Y_{*j} + Y_{**})^2 + \frac{SS(GE)}{(p-2)(q-1)}$$

Wricke (1962)

$$W_i^2 = \sum_{j=1}^q (Y_{ij} - Y_{i*} - Y_{*j} + Y_{**})^2$$

Shukla (1972)

$$\sigma_i^2 = \frac{p}{(p-2)(q-1)} \sum_{j=1}^q (Y_{ij} - Y_{i*} - Y_{*j} + Y_{**})^2 - \frac{SS(GE)}{(p-1)(p-2)(q-1)}$$

Nhóm C

Finlay and Wilkinson(1956)

$$b_i = \sum_{j=1}^q (Y_{ij} - Y_{i*})(Y_{*j} - Y_{**}) / \sum_{j=1}^q (Y_{*j} - Y_{**})^2$$

Perkins and Jinks (1968)

$$\beta_i = \sum_{j=1}^q (Y_{ij} - Y_{i*} - Y_{*j} + Y_{**})(Y_{*j} - Y_{**}) / \sum_{j=1}^q (Y_{*j} - Y_{**})^2$$

Nhóm D

Eberhart and Russel (1966)

$$\delta_i^2 = \frac{1}{(q-2)} \left[\sum_{j=1}^q (Y_{ij} - Y_{i*})^2 - b_i^2 \sum_{j=1}^q (Y_{*j} - Y_{**})^2 \right]$$

Perkins and Jinks (1968)

$$\delta_i^2 = \frac{1}{(q-2)} \left[\sum_{j=1}^q (Y_{ij} - Y_{i*} - Y_{*j} + Y_{**})^2 - \beta_i^2 \sum_{j=1}^q (Y_{*j} - Y_{**})^2 \right]$$

Có thể tóm tắt lại như sau:

Gọi các hiệu số $(Y_{ij} - Y_{i*})$ giữa năng suất Y_{ij} của giống i tại địa điểm j và năng suất trung bình của giống i qua tất cả các địa điểm Y_{i*} là các độ lệch của giống i (DG).

Gọi các hiệu số $(Y_{ij} - Y_{i*} - Y_{*j} + Y_{**})$ là các tương tác gen * môi trường (GE).

Nhóm A tính riêng cho từng giống và chỉ dùng tổng bình phương của các DG của giống đó.

Nhóm B tính cho từng giống nhưng dùng đến tổng bình phương của tất cả các GE của tất cả các giống.

Nhóm C tính hệ số hồi quy của giống theo địa điểm và dùng các DG hoặc các GE của giống đó cùng với các trung bình của tất cả các giống tại các địa điểm Y_{*j} và trung bình toàn bộ Y_{**}

Nhóm D tính hệ số hồi quy của giống theo địa điểm sau đó tính tổng bình phương do hồi quy và tổng bình phương do sai số dựa trên DG hoặc trên GE của giống đó cùng với các trung bình của tất cả các giống tại các địa điểm Y_{*j} và trung bình toàn bộ Y_{**}

Đã có những công trình nghiên cứu để chứng minh các tham số trong cùng một nhóm hoặc tương đương nhau hoặc khi dùng để đánh giá ổn định của giống sẽ cho kết quả giống nhau.

Có thể phân khái niệm ổn định ra làm 3 loại:

Loại I Một giống được coi là ổn định nếu phương sai s_i^2 (tính ở nhóm A) nhỏ.

Như vậy năng suất của giống này tại các địa điểm có thể coi xấp xỉ bằng nhau. Nếu các địa điểm rất khác biệt (về đất đai, nguồn nước, khí hậu, . . .) thì khó có thể tìm được giống ổn định theo quan niệm này. Nhưng nếu các địa điểm không quá khác biệt thì tìm được một giống ổn định, năng suất lại cao là rất quý. Đôi khi người ta gọi ổn định loại này là **ổn định theo quan điểm sinh học**. Ổn định này có quan hệ mật thiết với khái niệm nội cân bằng (Homeostasis).

Thay cho phương sai s_i^2 có thể dùng hệ số biến động CV_i của nhóm A.

Loại II Tính năng suất trung bình Y_{*j} của các giống tại địa điểm j . Nếu năng suất Y_{*j} thấp thì địa điểm j được gọi là không thuận lợi cho loại cây đó. Nếu năng suất Y_{*j} cao thì địa điểm j được gọi là thuận lợi. Theo dõi các năng suất trung bình Y_{*j} và năng suất Y_{ij} của giống i qua các địa điểm. **Nếu Y_{ij} biến đổi “song song” với Y_{*j} thì giống i được coi là ổn định.** Như vậy không giống như ổn định loại I năng suất của giống i thay đổi theo địa điểm, năng suất thấp tại địa điểm không thuận lợi và năng suất cao tại địa điểm thuận lợi. Đôi khi người ta gọi ổn định loại II này là ổn định theo **quan điểm nông học**.

Để đánh giá ổn định loại II có thể dùng các tham số ở nhóm B và khi sắp xếp mức độ ổn định của các giống (xếp thứ tự căn cứ vào các hệ số) thì 4 tham số ở nhóm B sẽ cho kết quả sắp xếp giống nhau. **Giống ổn định là giống có tham số của nhóm B nhỏ.**

Nếu dùng hiệu $(Y_{*j} - Y_{**})$ làm **chỉ số môi trường (environment index) I_j** sau đó tính hồi quy tuyến tính của dãy $(Y_{ij} - Y_{i*})$ theo dãy chỉ số môi trường I_j ta được các tham số ổn định là các hệ số hồi quy b_i .

Nếu tìm hồi quy của dãy $(Y_{ij} - Y_{i*} - Y_j + Y_{**})$ theo dãy chỉ số môi trường I_j ta được các tham số ổn định là các hệ số hồi quy β_i . Có thể thấy $b_i = 1 + \beta_i$

Một giống được coi là ổn định nếu $b_i = 1$ (hay $\beta_i = 0$). Giống ổn định và có năng suất trung bình trên tất cả các địa điểm Y_{i*} cao là giống được chú ý vì cho năng suất nhìn chung là cao trên tất cả các địa điểm. Giống không ổn định với $b_i > 1$ (xác định qua kiểm định T) sẽ cho năng suất cao ở vùng thuận lợi nhưng không nên trồng ở vùng không thuận lợi, còn giống có $b_i < 1$ thì thích hợp với vùng không thuận lợi nhưng lại không nên trồng ở vùng thuận lợi.

Hai mô hình ở nhóm C được nhiều nhà nông học sử dụng tuy nhiên việc dùng các hệ số hồi quy theo chỉ số môi trường có nhược điểm là **chỉ số môi trường phụ thuộc vào nhóm giống đang khảo sát**. Thí dụ khảo sát 5 giống (A, B, C, D, E) mà giống A khác xa với 4 giống (B, C, D, E) thì khi tính hồi quy sẽ kết luận A không ổn định còn B ổn định, nhưng nếu khảo sát 5 giống (A, B, F, G, H) trong đó B khác xa 4 giống (A, F, G, H) thì lại kết luận A ổn định còn B không ổn định. Như vậy nếu không tìm được một dãy “chỉ số môi trường” khách quan hơn dãy I_j thì vẫn chưa có đầy đủ cơ sở để đánh giá ổn định qua các hệ số b_i (hay β_i). Nếu vẫn dùng nhóm C để đánh giá ổn định thì cần lưu ý lựa chọn các giống tham gia vào việc tính chỉ số I_j một cách thận trọng, đừng chọn các giống có những diễn biến bất thường và phải chú ý đến quan hệ giữa các giống.

Loại III Sau khi tính hồi quy như đã làm với nhóm C người ta phân tích tổng biến động thành hai phần, tổng biến động do hồi quy và tổng biến động xung quanh hồi quy hay biến động do sai số.

Nếu tổng biến động do sai số nhỏ thì năng suất của giống chủ yếu biến động theo đường thẳng hồi quy còn phần bất thường do sai số gây ra không đáng kể. Nói cách khác có thể coi như đã nắm chắc được sự thay đổi của năng suất theo địa điểm. Như vậy có thể dùng các tham số của nhóm D làm tham số ổn định. Một số người cho rằng nhóm D không thể dùng làm tham số ổn định vì tổng biến động do sai số mà lớn thì chỉ **chứng tỏ mô hình hồi quy tuyến tính không phù hợp** chứ không liên quan đến tính ổn định của giống.

2- Phân tích chùm (Cluster Analysis)

Như trên đã trình bày có nhiều hệ số ổn định và tất cả các hệ số đó đều dựa vào DG hoặc GE sau đó tính phương sai hoặc hồi quy. Một số nghiên cứu về sau (Hanson (1970), Lin (1982), Lefkovitch (1985)) không đi sâu vào tính ổn định của từng giống mà sử dụng ý tưởng của phân tích chùm để lựa chọn các giống có “diễn biến giống nhau” trên các địa điểm để ghép lại thành các nhóm đồng đều hơn, sau đó tìm các nhóm có “diễn biến giống nhau” để ghép lại thành nhóm to hơn vv. . . Muốn đánh giá thế nào là có “diễn biến giống nhau” phải tính các hệ số “tương tự” (Similarity index) hoặc ngược lại tính hệ số “khác biệt” (Dissimilarity index) sau đó lựa chọn thuật toán ghép nhóm. Kết quả cuối cùng là tìm ra các nhóm có năng suất diễn biến giống nhau qua địa điểm gọi là **các nhóm ổn định**. Chọn một nhóm cụ thể, căn cứ vào diễn biến của cả nhóm qua các địa điểm để chọn giống đại diện.

3- Chương trình phân tích kiểu gen x môi trường (GE biplot)

Các tham số ổn định ở phần 1 có thể tính bằng máy tính cầm tay hoặc viết thành chương trình máy tính như chương trình tính ổn định theo Eberhart and Russel của Nguyễn đình Hiền, chương trình Irristat ver 4.4. Việc tính các hệ số “tương tự” hay hệ số “khác biệt” cũng không khó nhưng việc lựa chọn thuật toán để ghép thì còn những tranh luận để có được những cách ghép hợp lý và có ý nghĩa về mặt sinh học.

Gần đây có chương trình chuyên phân tích tương tác kiểu gen x môi trường G (Weikai Yang 2001) tuy không trình bày chi tiết các chỉ số định lượng nhưng lại cho các hình ảnh hai chiều rất cụ thể để đánh giá tính ổn định một cách định tính. Có thể giới thiệu tóm tắt GE biplot như sau:

Khi nghiên cứu năng suất của n giống tại p địa điểm chúng ta ghi kết quả vào một bảng hai chiều gồm n hàng x p cột gọi là bảng A

Địa điểm Giống	D ₁	D ₂	...	D _p
V1	x ₁₁	x ₁₂		x _{1p}
V2	x ₂₁	x ₂₂		x _{2p}
...				
Vn	x _{n1}	x _{n2}		x _{np}

Sau phép quy tâm, chúng ta tìm ma trận chuyển vị A^T và tính hai tích $Ax A^T$ và $A^T x A$. Tính các thành phần chính rồi tập trung sự chú ý vào hai thành phần chính đầu. Dùng hai thành phần chính đầu làm 2 trục vuông góc của một đồ thị. Hai hình chiếu trên hai thành phần chính đầu của một hàng trong bảng A (giống) giúp chúng ta vẽ một vector minh hoạ giống. Tất cả có n vector giống V_i ($i = 1, n$).

Tương tự, hai hình chiếu trên hai thành phần chính đầu của một cột trong bảng A (địa điểm) cho ta một vector minh hoạ địa điểm D_j ($j = 1, p$).

Ma trận A có thể thay gần đúng bằng tích của hai ma trận, ma trận chứa các vector giống V_i và ma trận chứa các vector địa điểm D_j . Như vậy mối quan hệ giữa 2 nhóm vector giống V_i và địa điểm D_j cho ta hình ảnh gần đúng về mối quan hệ kiểu gen x môi trường trong bảng A.

Việc gần đúng tốt hay kém tùy thuộc vào tỷ lệ giữa tổng hai giá trị riêng của hai thành phần chính đầu so với tổng của tất cả các giá trị riêng. Thông thường nếu tỷ lệ này trên 70% thì những kết luận dựa vào hình ảnh của các vector giống và địa

điểm tuy không thật chính xác về mặt định lượng nhưng có thể giúp ích khá nhiều về mặt định tính.

Tích vô hướng của hai vector $V_i \times D_j$ về mặt hình học bằng tích của hai chiều dài (độ lớn) của hai vector với cosin của góc giữa hai vector do đó:

So sánh các hình chiếu của các vector giống V_i trên cùng một vector D_j tức là so sánh các giống trong cùng một địa điểm.

So sánh các hình chiếu của các vector giống V_i trên một vector D_{TB} (minh hoạ cho một địa điểm trung bình, tức là địa điểm giả tạo có năng suất của mỗi giống bằng năng suất trung bình của giống đó trên mọi địa điểm (hình 1)) giúp chúng ta *đánh giá chung các giống trên mọi địa điểm* đồng thời căn cứ vào khoảng cách của vector giống đối với trục đi qua địa điểm trung bình để *đánh giá độ ổn định của từng giống*.

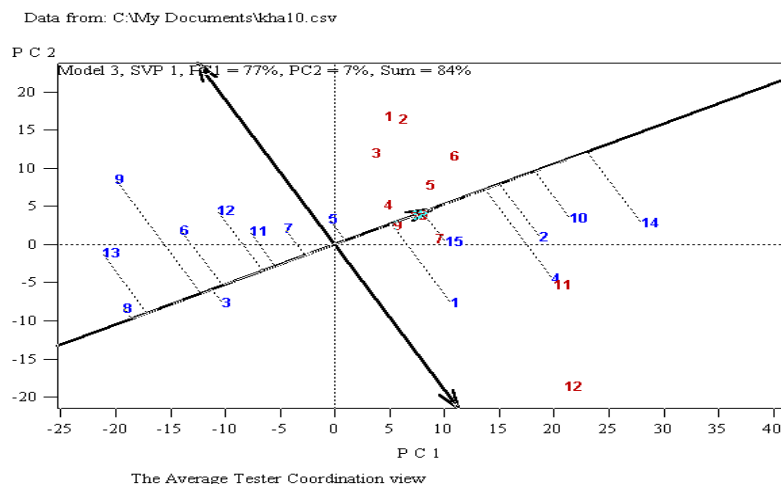
So các hình chiếu của các D_j trên một vector V_i hoặc một nhóm V_i để đánh giá các địa điểm.

Nếu vẽ đồng thời tất cả các V_i và các D_j thì có thể tạo ra một hình ảnh giúp chúng ta nhận xét tại mỗi địa điểm nên trồng giống nào và không nên dùng giống nào.

Từ những ứng dụng đầu tiên cho bảng hai chiều kiểu gen x môi trường đã xuất hiện nhiều nghiên cứu sâu hơn khi khảo sát đồng thời nhiều tính trạng, nghiên cứu các bảng Dialen. . .

Sau đây là một vài hình ảnh của GGE biplot

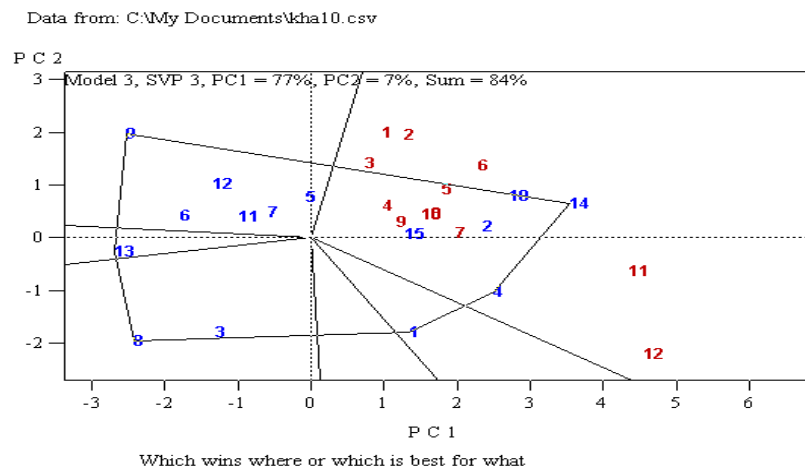
Hình 1 15 giống và 12 địa điểm. Khoảng cách 15 giống đến trục đi qua địa điểm trung bình cho ta hình ảnh về độ ổn định của 15 giống.



Một vài nhận xét: Căn cứ vào hình chiếu trên trục 1 (theo hướng Tây Nam - Đông Bắc) có thể thấy các giống V_{14} , V_{10} , V_2 có năng suất trung bình cao. Các giống V_8 , V_{13} , V_9 có năng suất thấp.

Các giống V_{13} , V_1 , V_4 nằm xa trục 1 (theo hướng song song với trục 2) như vậy là giống có hệ số biến động xung quanh đường hồi quy cao tức là kém ổn định.

Hình 2 Về đồng thời 15 giống và 12 địa điểm để xem tại một địa điểm cụ thể nên trồng giống nào thì phù hợp.



Nhận xét sơ bộ như sau: Các giống V_9 , V_{14} , V_4 , V_1 , V_8 , V_{13} tạo thành một đa giác bao trùm toàn bộ các giống. Các đường thẳng góc với các cạnh chia toàn bộ mặt phẳng thành các khu vực. Giống V_{14} và V_4 nằm ở khu vực tại đó có nhiều địa điểm nhưng các địa điểm D_{11} , D_{12} , D_1 , D_2 , D_6 nằm xa gốc tọa độ nhất, như vậy có thể coi như các tích số của các vectơ V_{14} , V_4 với các vectơ địa điểm nói trên là lớn, tức là các địa điểm nói trên là thích hợp với hai giống V_{14} và V_4 .

Tài liệu tham khảo

- Eberhart S A and Russel W A 1966 Stability parameters for comparing varieties. Crop Sci 6:36 - 40
- Finlay K W and Wilinon G N 1963 The Analysis of adaptation in a plant breeding programme Aust J agri Res 14: 742 – 754
- Hanson W D 1970 Genotypic Stability Theor Appl Genet 40: 226-231
- Perkins J M and Jinks J L 1968 Environmental and genotype- environmental components of variability Heredity 19: 237- 245
- Weikai Yan 2001 GGEbiplot A windows application for Graphical Analysis of multienviromental trial data and other types of two way data. Agronomy Journal 93:1111-1118.
- Weikai Yan. Software Ggebiplot.
(Bản Beta Ggebiplot trên mạng tại địa chỉ w.w.w.ggebiplot.com).
- Lin .C.S. , Binns. M. R , Lefkovitch .L. P. Stability analysis, where do we stand Crop Science Vol 26 1986 896-900

Tập V số 1/2007 Tạp chí khoa học và kỹ thuật nông nghiệp. Đại học Nông nghiệp 1
Nguyễn đình Hiền Lê quý Kha. Các tham số ổn định trong chọn giống cây trồng.
Stabilitv index in plant breeding.