

# RENDEMENT EN HUILE DU TOURNESOL COMME MODÈLE GRAPHIQUE DES VALEURS D'UN CARACTÈRE COMPLEXE

A. KOVÁČIK and V. ŠKALOUD

Institut de Recherches pour la Production  
Végétale, 16 106 Prague 6 — Rusyně  
Tchécoslovaquie

## INTRODUCTION

L'article porte sur l'estimation du caractère complexe et de ses composants et s'occupe de deux sphères de ce vaste problème :

1. Procédé de l'évaluation et graphique de l'ensemble des valeurs réelles du caractère complexe.

2. Détermination des tendances précisant la valeur du facteur de relation pour la plante concrète dans une vaste étendue des conditions écologiques.

Pour le premier cas, le procédé en question est projeté, il est raisonné surtout par l'exemple du tournesol. Quant au deuxième cas, les valeurs du facteur de relation sont déterminées pour les régions européennes où existe la culture du tournesol.

Pour cette estimation, nous avons employé les résultats des essais internationaux obtenus par le Réseau F.A.O. de Recherches sur le Tournesol sous la coordination de l'Institut de Recherches sur les Céréales et les Plantes Techniques de Fundulea, Roumanie. Ces résultats ont été publiés dans le Bulletin scientifique *Helia*, Nos. 1/1978, 2/1979, 5/1982, 7/1984.

L'étendue des essais, en ce qui concerne le nombre de localités et d'années et même quant à la représentation des génotypes permet de réaliser une certaine généralisation pour le tournesol prenant en considération toute l'étendue de cette espèce de culture.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

**Sources des résultats.** Les essais ont été conduits en quatre cycles biennaux de recherches, comprenant les années 1976—77, 1978—79, 1980—81 et 1982—83. Dans chaque cycle particulier quelques changements ont été faits surtout concernant le nombre et la

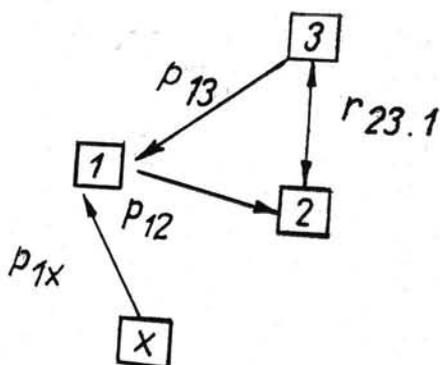
répartition des localités et presque toujours on a changé d'une manière complète l'ensemble des génotypes expérimentés selon le progrès génétique enregistré dans l'amélioration des hybrides de tournesol. Vingt cinq pays avec 46 localités ont participé successivement aux essais, dont 26 localités européennes. Le nombre d'hybrides et de variétés dans chaque cycle de recherche est présenté dans le Tableau 1.

Tableau 1

Nombre de localités et génotypes expérimentés

Cycles d'expérimentation	Nombre maximum de localités	Nombre de génotypes
1976—77	14	19
1978—79	12	32
1980—81	14	58
1982—83	23	25

**Caractères estimés.** On a estimé des caractères comme le rendement en huile à l'unité de surface et ses deux composantes partielles, le rendement en akènes à l'unité de surface et la teneur en huile dans l'akène. Ces caractères se trouvent dans une liaison mutuelle qui conditionne l'existence future du système de trois caractères, représentant un ensemble fermé. Outre cela, ces deux composantes sont dans une mesure considérable des caractères compensatoires, elles créant alors un couple de caractères nommés „caractères en balance“. Si le système des trois caractères (caractère complexe et ses deux composantes) accomplit les deux suppositions présentées, c'est-à-dire l'intégrité et la compensation des composantes, des graphiques relativement simples peuvent être employés pour estimer la relation entre ces caractères. On peut démontrer d'une façon classique le système des trois caractères défini de cette manière :



où 1 représente le caractère complexe  
2 et 3, ce sont les composantes  
x, le facteur résiduel

$p_{ij}$ , coefficients de direction

$r_{ij,k}$ , coefficients de corrélation partielle.

En liaison à l'analyse de régression le caractère 1 est habituellement déterminé par y, 2 par  $x_1$  et 3 par  $x_2$ . En faisant le test de deux suppositions de base qui définissent le système de trois caractères, il faut utiliser le coefficient de corrélation multiple  $R_{1,23}$  et le coefficient de corrélation partielle  $r_{23,1}$ . Quant au procédé suivant, il est nécessaire de disposer des valeurs de coefficients de direction  $p_{12}$ ,  $p_{13}$  et pour l'intégrité il est nécessaire de déterminer la régression de deux variables aléatoires, c'est-à-dire d'évaluer les coefficients de régression pour l'équation  $y = a + b_1x_1 + b_2x_2$ .

### Evaluations employées

Pour évaluer le coefficient de corrélation partielle on a employé le procédé standard :

$$r_{23,1} = \frac{r_{23} - r_{12} \cdot r_{13}}{\sqrt{(1 - r_{12}^2)(1 - r_{13}^2)}}$$

Les coefficients de direction ont été évalués par le procédé modifié pour le système de trois caractères (Kováčik et Škaloud, 1977) :

$$p_{12} = \frac{r_{12} - r_{13} \cdot r_{23}}{1 - r_{23}^2}$$

$$p_{13} = \frac{r_{13} - r_{12} \cdot r_{23}}{1 - r_{23}^2}$$

Le coefficient de corrélation multiple a été aussi évalué par le procédé modifié (Škaloud et Kováčik, 1984) :

$$R_{1,23} = \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{23}^2}}$$

ou, plus simple :

$$R_{1,23} = \sqrt{r_{12} \cdot p_{12} + r_{13} \cdot p_{13}}$$

Les coefficients de régression ont évalués des équations normales, par le rapport des déterminants de matrices constitués à l'aide de la règle Cramer.

## RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Le procédé de l'évaluation et le graphique du bloc des valeurs réelles du caractère complexe se composent des démarches suivantes :

1. Vérification de l'intégrité du système de trois caractères.
2. Evaluation du bloc des valeurs réelles du caractère complexe (après seulement c.c.).
3. Vérification de la possibilité de compensation des composantes.
4. Position du bloc des valeurs du c.c. dans l'organisation à l'espace.

1. Supposons que les deux composantes épuisent par leur rapport à la variabilité du caractère complexe presque toute l'étendue de cette variabilité. Le rapport du facteur résiduel peut être seulement l'influence complétant. Si la valeur de la deuxième puissance du coefficient de corrélation multiple  $R_{1,23}^2$  approche de 1, alors le rapport du facteur résiduel approche de zéro. S'il est valable que  $R_{1,23}^2 = 1$ , considérons le système de trois caractères comme un système intégral.

2. On peut tester la possibilité de compensation des composantes par la validité de relation  $r_{23,1} = 1$ .

On a déterminé les valeurs suivantes des paramètres introduits en faisant les essais internationaux avec le tournesol (Tableau 2).

Tableau 2

Les valeurs des coefficients de corrélation multiple et partielle

Cycle de recherche	$R_{1,23}$	$r_{23,1}$
1976-77	0,876	-0,818
1978-79	0,962	-0,928
1980-81	0,947	-0,942
1982-83	0,997	-0,995
Moyenne	0,945	-0,921

Les valeurs  $R_{1,23}^2 = 0,89$  et  $r_{23,1} = -0,92$  démontrent que le système de trois caractères a un degré supérieur de l'intégrité de même que la possibilité de compensation des composantes en ce qui concerne les essais faits sur le tournesol.

3. Le bloc des valeurs réelles du caractère complexe représente un ensemble de données se trouvant dans les limites de la combinaison des valeurs maximales et minimales des deux composantes qui répondent au niveau actuel du rendement des génotypes. Le graphique du bloc des valeurs de c.c. a la forme de la surface d'un rectangle, dont la diagonale lie la combinaison du minimum de deux composantes avec la combinaison du maximum de deux

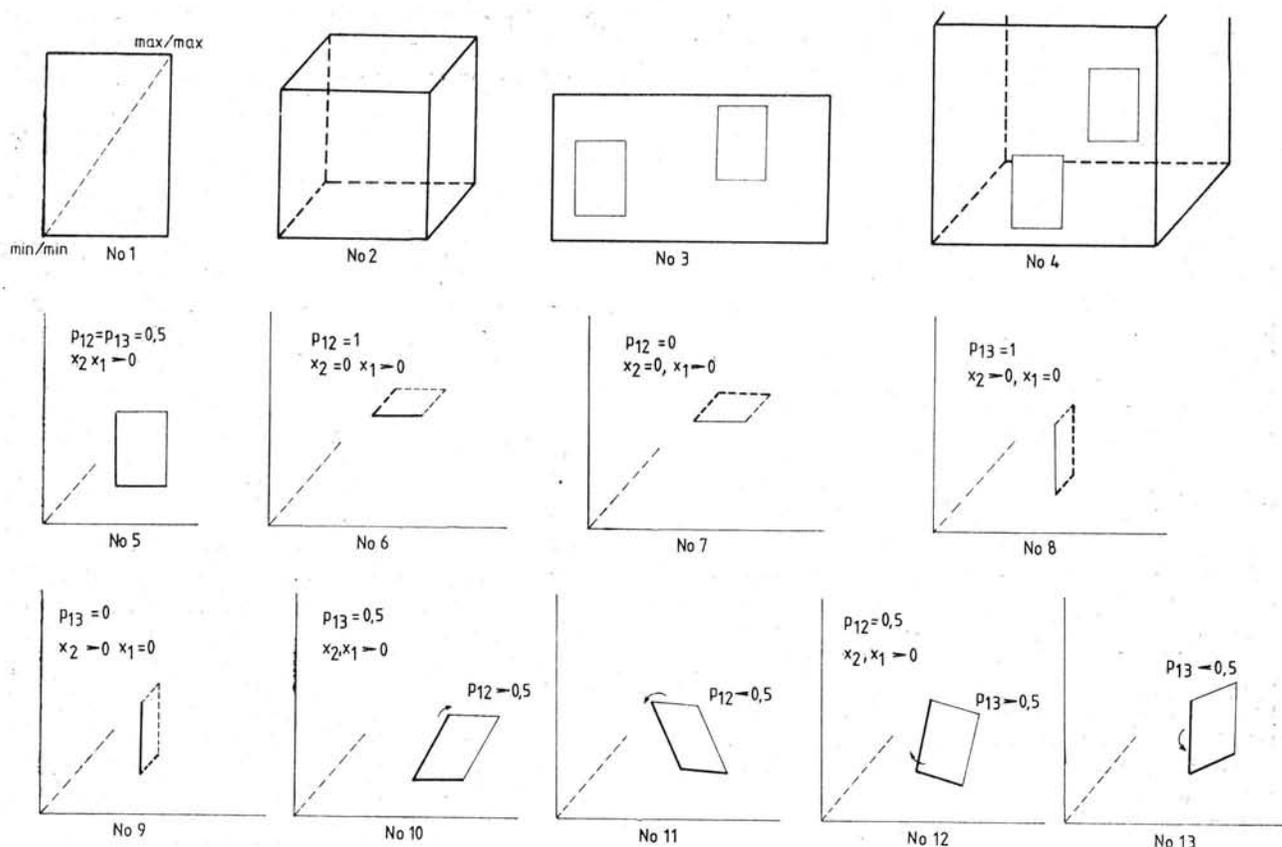


Fig. 1—13 — Les graphiques des positions du bloc de valeurs du caractère complexe dans l'organisation à l'espace

composantes (Fig. 1). En cas théorique on peut évaluer les valeurs du caractère complexe par un procédé simple de l'équation  $y = \frac{X_1 X_2}{100}$ .

Dans les cas réels une déviation se produit, qui est quant à la situation générale assez petite, mais au contraire, dans les cas concrets, cette déviation peut être assez remarquable. La différence de la valeur théorique et réelle résulte des rapports de relation inégaux des composantes, après de la possibilité de compensation incomplète et du rapport de facteur résiduel à la variabilité du caractère complexe. On emploie pour cette raison pour évaluer les points de limite du bloc des valeurs réelles du caractère complexe (au lieu de l'équation simple), la régression à deux variables. Dans le cas concret des essais avec le tournesol (Tableau 3) on a déterminé les données suivantes du caractère complexe pour les valeurs réelles des composantes (rendement en akènes 20—30 q/ha, teneur en huile 45—50%) :

$$y = -9,625 + 0,431x_1 + 0,227x_2$$

où  $x_1$  = représente le rendement en akènes  
 $x_2$  = représente la teneur en huile.

La différence des valeurs réelles et théoriques pour le cas donné ne surpasse pas 4%. L'accord réel des données réelles et théoriques limitant le bloc des valeurs du rendement en huile dans les limites 9,2—14,6 q/ha, est valable généralement pour le tournesol, en

Tableau 3  
 Valeurs du caractère complexe (rendement en huile, q/ha)

y	Réelle	Théorique
y min./min.	9,21	9,00
y min./max.	10,35	10,00
y max./min.	13,52	13,50
y max./max.	14,65	15,00

employant la régression à deux variables qui sont déterminées des moyennes, par des milieux différents et par des génotypes. Dans les cas concrets pour les localités de différents pays, les valeurs réelles et théoriques vont se différencier nettement, par exemple de 3% en Espagne, mais de 9% déjà en Tchécoslovaquie et de 14% en Roumanie. La relation généralement valable (exprimée par l'équation de régression en question) entre le rendement en huile et ses composantes, ne va pas alors aux années particulières et aux localités concrètes, car l'influence du rendement en akènes et de la teneur en huile sur le rendement en huile est diverse pour les conditions différentes de cultures.

4. Pour situer le bloc des valeurs du caractère complexe dans l'orientation en espace on sort du système de trois dimensions, où les

dimensions  $x_1$ ,  $x_2$  représentent deux composantes du caractère et la dimension  $x_0$  est le facteur de relation (Fig. 2). Le facteur de relation est différencié en échelle des logarithmes naturels du rapport des coefficients de direction :

$$x_0 = \ln \frac{p_{12}}{p_{13}}$$

Le facteur de relation exprime la composante du quotient des deux composantes à la formation de la variabilité du caractère complexe et en graphique ; il détermine la position du bloc des valeurs  $y$  à l'égard de l'axe  $x_0$  (Fig. 3). On atteint une imagination concrète en ce qui concerne sa situation vers les axes  $x_1$  et  $x_2$  (Fig. 4) par l'évaluation du bloc des valeurs réelles du caractère complexe dans le graphique. Déterminant le logarithme de la relation des coefficients de direction, on constate le placement du bloc des valeurs  $y$  à l'égard de la troisième dimension ( $x_0$ ), c'est-à-dire si le bloc est placé un peu plus en derrière ou devant (Fig. 5).

À l'aide des valeurs des coefficients de direction  $p_{12}$ ,  $p_{13}$  on évalue l'angle de pente du bloc des valeurs  $y$  pour la direction horizontale et verticale d'une manière suivante :

Angle  $\alpha$  dans la direction horizontale (pente à la surface  $x_1$ ,  $x_0$ ) :

$$\alpha = (p_{12} - 0,5) \cdot 180^\circ \text{ pour } p_{12} > 0,5$$

$$\alpha = 90^\circ - [(p_{12} - 0,5) \cdot 180^\circ] \text{ pour } p_{12} < 0,5$$

Angle  $\beta$  dans la direction verticale (pente à la surface  $x_2$ ,  $x_0$ ) :

$$\beta = (p_{13} - 0,5) \cdot 180^\circ \text{ pour } p_{13} > 0,5$$

$$\beta = 90^\circ - [(p_{13} - 0,5) \cdot 180^\circ] \text{ pour } p_{13} < 0,5$$

Les graphiques des situations de limite et même réelles de la position du bloc  $y$  sont présentés dans les figures 6—13.

L'obliquité possible du bloc des valeurs  $y$  dans le sens d'un parallélogramme respectif et non au sens d'un rectangle serait possible prenant en considération le niveau bas de compensation des deux composantes, c'est-à-dire avec la validité de la relation  $r_{23.1} = 1$ . L'évaluation des paramètres donnés dans l'essai avec le tournesol serait conquis d'une manière suivante (Tableau 4) :

Pendant que les valeurs des facteurs  $x_1$  et  $x_2$ , c'est-à-dire des composantes du caractère

Tableau 4

Evaluation des paramètres des essais avec le tournesol

Cycle de recherche	$p_{12}$	$p_{13}$
1976—77	0,885	0,234
1978—79	0,706	0,694
1980—81	0,963	0,447
1982—83	0,748	0,530
Moyenne	0,826	0,477
$p_{12}/p_{13} = 1,73$ $\alpha = 58,7^\circ$	$\ln p_{12}/p_{13} =$ $\beta = 94,1^\circ$	0,55

complexe changent de cas à cas (par le contenu et même l'étendue de l'échelle), le facteur de relation  $x_0$  a une échelle universelle et stable, valable pour le système arbitraire des trois caractères. Le placement du bloc des valeurs du caractère complexe changera sa position par rapport à l'axe  $x_0$  pour chacun des cas particuliers, mais pour la situation concrète (plante, les trois caractères) on peut estimer des tendances visant vers la cohérence entre la valeur du facteur de direction et entre les autres composantes de l'environnement. Pour la plupart des régions européennes de culture de tournesol, le facteur de relation  $x_0$  est caractérisé par la fourchette étroite des valeurs 0,74—0,79. Seulement dans les localités hongroises ou encore dans les localités situées plus nord, c'est-à-dire même pour les localités tchécoslovaques, la valeur du facteur de relation est nettement différente et elle atteint plus au nord, c'est-à-dire même pour les localités générale  $x_0$ , la valeur du facteur de relation est plus élevée dans les régions européennes, c'est-à-dire la teneur en huile prend part au rendement en huile relativement moins que dans la moyenne mondiale.

## CONCLUSIONS

Le procédé de l'évaluation du bloc des valeurs du caractère complexe est proposé dans cette étude, basé sur un exemple concret. Cette évaluation se compose de la vérification de l'intégrité du système des trois caractères, de est plus élevée dans les régions européennes, et de la détermination de la position du bloc du caractère complexe dans l'espace. Des données qui sont à généraliser pour le tournesol, sont des équations de régression pour évaluer les valeurs du rendement en huile ( $y = 9,62 + 0,43x_1 + 0,23x_2$ ), le rapport des coefficients de direction ( $p_{12}/p_{13} = 1,73$ ) et des paramètres déterminant la position du bloc des valeurs du rendement en huile, c'est-à-dire la valeur du facteur de relation  $x_0 = 0,55$ , la valeur des angles de position  $\alpha = 59^\circ$  et  $\beta = 94^\circ$ .

## OIL YIELD OF SUNFLOWER AS A GRAPHIC MODEL OF THE VALUES OF A COMPLEX CHARACTER

### Summary

In this study, a concret example of a method to evaluate the block of values of a complex character has been proposed. This evaluation comprises: checking the three character system integrity, the possibility of component compensation, and the determination of space position of the complex character block.

The data were used for establishing the equations of regression, which could be generalized for sunflower. So,  $y = 9.62 + 0.43 x_1 + 0.23 x_2$ , where  $y$  is the oil yield,  $p_{12}/p_{13} = 1.73$  is the ratio of direction coefficients,  $x_0$  (the value of relation factor) = 0.55, and  $\alpha = 59^\circ$  and  $\beta = 94^\circ$  (the position angle values) are the parameters which determine the position of the block of values of the oil yield.

PRODUCCION DEL ACEITE DE GIRASOL  
COMO MODELO GRÁFICO DE VALORES  
DE UN CARÁCTER COMPLEJO

*Resúmen*

En este estudio-base el procedimiento de evaluación de un bloque de valores de un carácter complejo está propuesto mediante un ejemplo concreto.

Esta evaluación consta en la verificación de la integridad de un sistema de tres caracteres, de las

posibilidades de compensación de los componentes y de la determinación de la posición en espacio del bloque del carácter complejo.

Los datos propuestos a generalizar para el girasol son ecuaciones de regresión para evaluación de los valores de la producción de aceite ( $y = 9,62 + 0,43 x_1 + 0,23 x_2$ ) la relación de los coeficientes de dirección ( $p_{12}/p_{13} = 1,73$ ) y los valores de la producción de aceite, esto es, el valor del factor de relación es  $x_0 = 0,55$ , el valor del ángulo de posición siendo  $\alpha = 59^\circ$  y  $\beta = 94^\circ$ .