T1982AGR02

A STUDY OF MORPHOLOGICAL CHARACTERS OF SUNFLOWER ACHENES IN RELATION TO THEIR EMERGENCE UNDER ADVERSE CONDITIONS.

ETUDE DE LA LEVEE DU TOURNESOL SOUS CONDITIONS PENALISANTES EN RELATION AVEC CERTAINS CARACTERES DES AKENES.

G. PIQUEMAL and J.C. MOURET
Station d'Amélioration des Plantes de l'INRA, 34060 Montpellier Cedex (France)

ABSTRACT

Achenes from 70 very different lines produced by open or controlled pollination were studied and some indexes defined e.g. husk thickness and achene size. Pregerminated achenes were sown under either very good conditions or under very adverse conditions (6 cm deep and/or flooded for 48 hr at 79 hr after sowing). Regression analysis indicated that achene size and husk-thickness were responsible for most of the variation associated with rate of emergence. The rate of emergence and vigour of plants to the second leaf stage was mainly conditioned by the genotype of the mother line and by seed size.

RÉSUMÉ

Des akènes de lignées très différentes, venus de pollinisations libres ou contrôlées ont été caractérisés par une étude biométrique, puis mis à germer avant d'être semés en terre sous conditions très favorables ou au contraire pénalisantes (profondeur et anoxie). Les régressions montrent que la taille des akènes et l'épaisseur des coques peuvent expliquer la variation des taux de levée. La vitesse de la levée et la vigueur des plantes au stade "2 feuilles" sont principalement conditionnées par le génotype de la graine et, secondairement par le poids de l'amande.

INTRODUCTION

L'extrême variation de forme et de taille qui se remarque parmi les akènes de l'espèce *H. annuus* devrait être mise à profit par les sélectionneurs. Encore faudrait-il disposer d'informations précises sur les correlations génétiques entre les caractères des akènes et certains facteurs du rendement; ceux, notamment, qui interviennent dés le départ en végétation, tels que le succès des semis et la vigueur des plantules.

La plupart des études ont porté jusqu'à présent sur les effets du calibrage des semences d'un cultivar donné. Les akènes d'un même cultivar possèdent beaucoup de caractères communs et les variations de leur taille sont surtout phénotypiques ou intragénotypiques. Cernomaz (1950), pour la variété Cernianka 35 a enregistré une productivité supérieure des plus gros akènes. Sivasubramanian *et al.* (1977) ont soumis des akènes calibrés de la variété E.C. 68415 à certains tests de laboratoire et à des essais de levée au champ. Ils ont montré ainsi que le seul pouvoir germinatif des semences ne permettrait pas de prévoir la qualité de la levée; les calibres supérieurs assuraient un meilleur peuplement et une plus grande vigueur des plantes jusqu'à 90 j. Robinson (1974) après 4 ans d'essais au champ avec 12 cultivars très divers n'a pas enregistré d'effets marquants du calibre des semences sur les rendements, les teneurs en huile et le poids d'un hl de grain (il est vrai que les essais avaient profité d'un démariage manuel). La proportion de gros akènes dans la récolte était cependant légèrement modifiée. Radford (1975) a comparé 3 calibres d'akènes de la variété Sunfola 68-1 et montré une relation entre le calibre de l'akène et son poids, les pourcentages de coque et d'amande et la surface des cotylédons; mais celà n'avait entrainé aucune conséquence importante sur le pouvoir germinatif. Les akènes les plus volumineux germaient plus lentement (4 h de retard). La longueur des hypocotyles des plantules élevées à l'obscurité dépendait nettement de la taille des akènes. Ceci expliquerait peut-être que dans les semis au champ à des profondeurs variant entre 6 et 11 cm, les akènes les plus gros donnaient un meilleur taux de levée. Comme l'auteur précédent, celui-ci a enregistré entre les classes de semence quelques différences quant aux caractères des akènes récoltés. On peut penser que le calibrage dans une population hétérogène entraîne une certaine sélection. Tous ces résultats que nous avons passés en revue sont d'un grand intérêt pratique pour les cultivateurs, mais ils ne pouvaient satisfaire notre curiosité de sélectionneur.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

75 lignées de tournesol, choisies pour la très grande diversité de leurs akènes, ont été croisées en 1978, par 3 pollinisateurs différents (castration chimique) et récoltées aussi en pépinière à la suite d'une pollinisation libre. Les akènes ont fait l'objet d'une étude biométrique à partir d'échantillons de 100 akènes sains, d'une taille et d'une forme correspondant visiblement au type moyen de chaque lignée. Nous avons pesé ces échantillons et apprécié leur volume par immersion rapide dans l'eau. Les mesures de longueur ont porté sur des échantillons de 20 akènes de poids moyen. De nombreux caractères ont été observés, notament:

Pk, poids de 1000 akènes (gr.)	Vk = volume de 1000 ak. (c.c.)
Pa, poids de 1000 amandes	Va = volume de 1000 am.
Pc, poids de 1000 coques	Va.100/Vk = Ir, indice de remplissage
Pa.100/Pk = p. 100 d'amande	
L/Vk, longueur relative	Pc.100/Vk = Ie, indice d'épaisseur de coque
	Pk.100/Vk = Dr, densité réelle

Ip = (long. x larg.) 100/haut. de l'ak. couché = Ind. de "platitude"

Les akènes mis à germer en surnombre sur du buvard humide, ont été semés le même jour en choisissant ceux qui étaient parvenus au même stade (radicule de 2mm). La pesée des akènes secs avant la mise en germination, 7 h plus tard, puis à la fin, nous a indiqué la masse d'eau finalement absorbée p. 100 du poids initial et la vitesse d'absorption. Les tests de levée ont été réalisés dans des bacs de 1m x 1m contenant de la terre saturée d'eau. A chaque bac correspondait l'un des traitements ci-après:

T, (témoin): les lignées étaient semées à O,10 m de distance et à raison de 20 akènes germés tous les 3 cm sur la ligne. Ceux-ci ont ensuite été recouverts de 3 cm de terre fine légèrement tassée. En 1979 nous avons utilisé les akènes venus de pollinisation libre et en 1980, ceux venus des 3 pollinisations contrôlées qui ont constitué 3 répétitions de l'essai.

P, (profondeur, 1979): semis identique à celui de T; mais les akènes ont été recouverts par 6 cm de terre.

A, (anoxie, 1979): semis identique à celui de T, sous 3 cm de terre; 79 h, plus tard, les bacs ont été remplis d'eau pendant 48 h, puis drainés.

H, (1980), les effets de la profondeur et de l'anoxie sur les taux de levée ayant été jugés insuffisants en 1979, nous avons additioné les deux handicaps en un seul traitement qui s'est révéle quelque peu excessif (40 % de levées). Les divers génotypes ont été comparés pour le nombre de plantules parvenues à la surface du sol et pour le temps moyen nécessaire à la levée (en 1.10^{-1} jour). En 1980, les plantes du traitement T ont été élevées jusqu'au développement complet de la première paire de feuille, puis elles ont été sacrifiées afin d'estimer: la masse de m. s. de la partie aérienne (e'après les 10 plantes, les plus vigoureuses de chaque ligne), la surface des cotylédons et des premières feuilles (mesure photoelectrique), la longueur des premières feuilles et des hypocotyles.

RÉSULTATS

Le tableau 1 nous montre la grande diversité du matériel *utilisé*. Le poids des akènes est principalement expliqué par celui des amandes. C'est pourquoi le rapport, Pa.100/Pk, nous semble peu indicatif. Nous lui avons préféré les deux indices Ie et Ir qui définissent mieux deux caractères confondus dans Pa/Pk. Ie et Ir fortement liés à ce dernier rapport ne présentent entre eux qu'une faible corrélation (tableau 2). Ce tableau nous donne des corrélations significatives qui ont été constatées entre Ie, Ir et les autres caractères des akènes. Nous y voyons que les akènes les plus volumineux, ainsi que les plus courts, (L/Vk) sont moins bien remplis. La régression du deuxième degré liant Ir à Ip montre que les akènes les mieux remplis ne sont ni bombés, ni trop plats. La densité réelle de l'akène, Dr, dépend en bonne part de son remplissage ($R^2 = 0.46$).

Une attention particulière a été portée aux caractères Pk, Vk, Pa, Ie et Ir. Les corrélations partielles correspondant aux 4 natures de pollen ont fourni un coefficient de corrélations commun après pondération des coefficients élémentaires en fonction de leurs invariances.

L'imbibition des akènes serait peut être plus rapide quand leur poids, leur volume et le poids de l'amande sont plus élevés (régressions positives mais non significatives). L'indice d'épaisseur, Ie est nettement lié à la vitesse d'imbibition ($R = 0.191$ $p = 0.01$) alors que. Ir n'a aucune influence. La quantité d'eau finalement absorbée p. 100 du poids initial est liée au poids de l'akène ($R = -0.211$ $p < 0.01$) et à son volume ($R = -0.145$ $p = 0.05$); la relation avec le poids de l'amande n'étant pas significative.

Des différences entre les taux de levée n'ont pu être observées qu'en 1980, sous condition doublement pénalisante (H.). Deux caractères des akènes ont pu lui être associés:

a/ l'épaisseur des coques, ($R = 0.355$ $p < 0.001$)

b/ le poids des amandes ($R = -0.237$ $p = 0.01$); alors qu'il n'est pas apparu de relation avec le poids et le volume de l'akène.

La vitesse de levée dans toutes les conditions ne peut s'expliquer par aucun des caractères morphologiques de l'akène. Le temps nécessaire á la levée est passé d'une moyenne de 10 jours pour les témoins, T, à 12 jours pour A et P et 18 j pour H.

Les vitesses de levées en conditions très favorables expliquent environ 6 % de la variation en conditions pénalisantes ($R = 0.254$ $p < 0.001$)

Les vitesses de levées des traitements A et P sont plus fortement liées entre elles ($R = 0.484$) qu'avec la vitesse du traitement T ($R = 0.180$ et 0.203 respectivement). On peut penser que la variation enregistrée en semis profond s'explique en partie par quelque tolérance à l'anoxie.

La vigueur des jeunes plantes, (masse de m. s.) et certains de leurs caractères sont rapportés au tableau 3 avec les corrélations correspondantes. Cette vigueur est très dépendante de la vitesse de la levée et du poids de l'amande.

DISCUSSION

Un semis réussi doit produire rapidement des plantes vigoureuses et en nombre très proche de celui des graines semées. Les facteurs génétiques concourrant à ce résultat sont de deux ordres: ceux liés au génotype de l'embryon et ceux qui confèrent à l'akène maternel un ensemble de caractères favorables.

a/ Le génotype de l'embryon, s'il résulte d'une bonne combinaison hybride, manifestera quelques effets précoces d'hétérosis entrainant une croissance et une levée rapides, La vigueur précoce se mesure très facilement par la longueur des premières feuilles. Selon Kesteloot *et al.* (1978), cet indice était de ceux que l'on pouvait associer à la productivité (d'après 18 hybrides).

b/ Les caractères des akènes de la lignée maternelle ne jouent pour la plupart aucun rôle dans la vitesse de croissance. Seule la masse de l'amande (et indirectement celle de l'akène ou son volume) contribue à la vigueur des jeunes plantes. Les grosses graines fournissent durant la croissance souterraine des réserves plus abondantes. La surface des cotylédons qui, à la lumière, alimenteront les jeunes plantes est en relation avec Pa, ($R = 0.327$ $p < 0.001$). Les akènes les plus plats produisent aussi les cotylédons les plus larges ($R = 0.279$ $p < 0.001$). Nous n'avons pas observé de relation entre Pa et la longueur de l'hypocotyle. Une coque suffisamment épaisse offre une protection efficace contre de grandes adversités, tandis que le degré de remplissage de l'akène semble ne présenter aucune importance.

Ainsi notre recherche basée sur l'observation d'un assez large éventail de génotypes nous amène à penser que, si la vigueur hybride contribue principalement à la productivité, il ne faudrait pas pour autant négliger la sélection de certains caractères capables d'assurer une meilleure installation des cultures et des rendements plus réguliers.

Les akènes de notre idéotype s'écarteraient quelque peu de ceux rencontrés actuellement chez la plupart des cultivars oléagineux. Il nous semble que la recherche de hautes teneurs en huile par la réduction de l'épaisseur des coques est un faux progrès. Des coques relativement épaisses conviendraient mieux pour des semis dans un milieu défavorable; de plus, par un décorticage sans doute plus facile, obtiendrait-on des tourteaux de meilleure qualité. Pour des milieux de culture très favorables les akènes devraient peser au moins 70 gr. les 1000 avec une proportion d'amande plus proche de 70 que de 80%. Pour des régions où les semis posent toujours quelques problèmes les akènes devraient posséder un Ie égal à 25 ce qui, dans notre matériel, correspondrait en moyenne à un poids d'akène de 40 gr les 1000 avec une proportion d'amande de 65%. En fait les relations statistiques que nous avons constatées entre les caractères des akènes n'experiment probablement que le résultat des orientations différentes données jusqu'à présent à la sélection des tournesols d'huilerie, d'oisellerie ou de bouche.

BIBLIOGRAPHIE

CERNOMAZ, D.A. 1950. L'influence de calibre des semences et d'une pollinisation artificielle supplémentaire sur le rendement du tournesol (*Helianthus annuus L.*) *Selektsiya* i *Semenovodstvo* 17 : 72.

KESTELOOT, L.A., LECLERCQ, P., et SERIEYS, H., Recherches contribuant à la détermination des éléments permettant la différenciation entre hybrides à haut et bas rendement dans le tournesol (*Helianthus annuus L.*). 8ème Conf. Intern. sur le Tournesol, Mineapolis, Juillet 1978.

RADFORD, B.J., 1976. Influence of size of achenes sown and depth of sowing on growth and yield of dryland oilseed sunflower (*Helianthus annuus*) on the Darling Downs. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 17, 489 — 494.

ROBINSON, R.G., 1974. Sunflower performance relative to size and weight of achenes planted. *Crop Science* 14, 616.

SIVASUBRAMANIAN, S., RAMAKRISHNAN, V., Relationship between Seed Size and Seedling Vigour in *Sunflower, Seed research,* Vol. 5 (1) : 6.10, 1977.

Tableau 1. Caractères des akènes: m et s, dans le matériel étudié

Caractères	$\bar{m}$	s	C.V.%	Caractères	$\bar{m}$	s	C.V.%
Pk	54.4	15.7	27.7	Ie=Pc.100/Vk	14.5	4.8	33.0
Pc	16.3	8.1	49.4	Ir=Va.100/Vk	37.5	7.7	20.5
Pa	40.1	10.3	25.6	Pa.100/Pk	72.4	7.7	10.7
Vk	109.0	37.6	34.5	Dr=Pk.100/Vk	53.5	8.7	16.3
Va	70.8	31.1	43.9	L/Vk	119.6	36.7	32.9

Tableau 2. Corrélations et regressions entre quelques caractères des akènes

Caractères Y	Caractères X	Nbre de couples	R	Regressions Y =	probabilités
Pk	Vk	72	0.876	0.364X + 16.732	0.001
Ie	Pa.100/Pk	72	-0.814	$0.017X^2 - 2.805X = 130.351$	0.001
Ie	Vk	72	-0.053	NS	0.1
Ir	Ie	72	-0.232	-0.373X + 42.865	0.050
Ir	Pa.100/Pk	72	0.615	$0.035X^2 - 4.266X + 161.306$	0.001
Ir	Vk	72	0.453	-0.093X + 47.613	0.001
Ir	L /Vk	70	0.514	0.108X + 25.425	0.001
Ir	Ip	69	-0.146	$-0.007X^2 + 1.107X - 4.373$	0.050
Ir	Dr	72	0.686	0.781X + 24.307	0.001

Tableau 3. Vigueur précoce et quelques caractères de l'akène et des jeunes plantes

(Correlation toutes significatives p 0,001)

Caractères	R	Caractères	R
VK	0.338	Surf. des cotyledons	0.725
Pk	0.379	Surf. des lères feuilles	0.721
Pa	0.391	long. lères feuilles	0.781
Vitesse de levée	0.349	long. hypocotyle	0.363

T1982AGR03

THE EFFECTS OF ETHEPHON ON DORMANT SEEDS OF CULTIVATED SUNFLOWER *(HELIANTHUS ANNUUS* L.).

W.S. HARADA
Department of Agronomy, North Dakota State University, Fargo, ND, U.S.A.

ABSTRACT

Seed dormancy in sunflower *(Helianthus annuus* L.) may be a problem in a breeding program when a rapid breeding cycle is desired. Growth regulators such as GA_3, kinetin, thiourea, thiourea dioxide, and ethylene have been shown to be effective in breaking seed dormancy; however, little information is available on the effects of ethylene on dormant sunflower seeds. Studies were conducted to ascertain the most effective concentrations and exposure times to break or shorten the dormancy period in sunflower seeds.

Ethephon (as a source of ethylene) was found to be effective in breaking dormancy at a concentration of 50 ppm when seed was exposed for 12 to 16 hours. Damage to seeds was observed at higher concentrations and was probably related to low pH. No adverse effects were observed when treatments were adjusted to pH 6 nor were there particular advantages in breaking dormancy when higher concentrations and longer exposure times were used.

INTRODUCTION

Seed of wild *Helianthus* species, especially those that inhabit the northern areas of the United States, has a dormant period and a chilling requirement under moist conditions before germination occurs. Seed of cultivated sunflower has apparently lost the chilling requirement but still retains a short dormancy period of from four to six weeks (Zimmerman and Zimmer, 1978).

Seed dormancy may result from seed coat impermeability and mechanical restriction (Chen and Thimann, 1966), embryo immaturity (Amen, 1968), and hormonal balance (Coumans, Come and Gaspar, 1966). Growth regulators such as gibberellic acid and kinetin (Frankland, 1961; Hayashi, 1940; Wittwer and Bukovac, 1957), thiourea (Frankland, 1961), and ethylene (Balls and Hale, 1940), have been shown to be effective in reducing or eliminating the dormancy period of selected seeds. The production of ethylene by imbibed seeds (Toole, Bailey and Toole, 1964) has been found to contribute to the breaking of dormancy in peanut (Ketring and Morgan, 1969; Toole, Bailey and Toole, 1964) and clover seeds (Esashi and Leopold, 1969). The effect of ethylene on reducing dormancy of seeds of other crops provides some evidence of its possible influence in the breaking of dormancy of sunflower seeds.

MATERIALS AND METHODS

Effects of Ethephon on Dormant, Hulled Sunflower Seed

Seed was obtained from special plantings of the open-pollinated oilseed sunflower, *Helianthus annuus* L. cultivar 'Sputnik'. Seeds from 15 randomly selected heads (capitulae) were harvested and bulked. Before the seeds were dried, two replicates of 25 seeds each per treatment concentration of ethephon (2-chloroethyl-phosphonic acid) were hulled and soaked for 12, 24, 36, and 48 hours in 500 ml beakers containing approximately 250 ml of ethephon treatment solutions at concentrations of 0, 10, 100, and 1,000 ppm. Two unhulled samples were treated in the same way. The seeds were then, placed on seed germination paper discs in a dark germination chamber at 21°C. Germination percentage was recorded 48 hours later.

During the course of the germination period, the tip of the radicle became brown in color and seemed to be damaged. The number of damaged radicles was recorded. It was believed that the pH levels of 3.7 for 10 ppm, 2.8 for 100 ppm, and 2.1 for 1,000 ppm of the ethephon treatment solutions used was the cause. The pH was adjusted to 7 in subsequent tests.

Effects of Ethephon on Dormant, Unhulled Sunflower Seed

The remaining seeds from material described above were