

JA 347

JA 347

315

The dominant nature of resistance to *Puccinia arachidis* in certain wild *Arachis* species (1)

A. K. SINGH, P. SUBRAHMANYAM, and J. P. MOSS (2)

Summary. — First generation hybrids between two rust (*Puccinia arachidis* Speg.) susceptible *Arachis hypogaea* cultivars and diploid and tetraploid *A. batizocoi* Krap. et Greg. *nom. nud.* immune to peanut rust), and with amphiploids involving *A. batizocoi* and two other immune diploid wild species, *A. villosa* Benth. and *A. duranensis* Krap. et Greg. *nom. nud.* were tested for reaction to peanut rust. All F1 hybrids showed high level of resistance, indicating that the gene(s) conditioning rust resistance from the diploid wild species is of partial dominant nature. Unlike the observations recorded in *A. hypogaea* where resistance is conditioned by recessive genes.

INTRODUCTION

Rust caused by *Puccinia arachidis* Speg. is a serious peanut (*Arachis hypogaea* L.) disease worldwide [Bromfield, 1974; Hammons, 1977; Subrahmanyam *et al.*, 1979]. Extensive screening of germplasm has helped to identify several sources of resistance to rust in *A. hypogaea* [Bromfield and Cevario, 1970; Bromfield, 1974; Cook, 1972; Gibbons, 1980; Hammons, 1977; Smith, 1980; Subrahmanyam *et al.*, 1982]. Sources of resistance and immunity have also been found in *Arachis* species [Subrahmanyam *et al.*, 1983]. In the cultivated peanut, genes conditioning rust resistance have been shown to be of recessive nature [Bromfield and Bailey, 1972; Nigam *et al.*, 1980; Knauff and Norden, 1983]. But the genetic nature of resistance in the *Arachis* species is unknown. Information concerning gene action is vital for evolving an effective breeding strategy to transfer resistance from *Arachis* species to *A. hypogaea*.

This article describes field and laboratory evaluation of rust reaction in F1 hybrids between susceptible *A. hypogaea* and immune diploid species, and their autotetraploid, and amphiploids.

MATERIALS AND METHODS

Seeds of the diploid species *A. batizocoi* (PI 298639), *A. villosa* Benth. (PI 210554), and *A. duranensis* Krap. et Greg. (PI 219823) were obtained from North Carolina State University, Raleigh. The autotetraploid of *A. batizocoi* and amphiploids of *A. villosa* × *A. batizocoi* and *A. batizocoi* × *A. duranensis* were produced at the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) near Hyderabad, India. These species were hybridized as pollen parent with the peanut cultivars Robut 33-1 (*A. hypogaea* ssp. *hypogaea*) and Tifspan (*A. hypogaea* ssp. *fastigiata*).

All test plants were grown at ICRISAT, Patancheru, India in the field during the 1981 rainy season. Rust reactions were recorded in the field on whole plants. In the laboratory detached leaves were inoculated with rust using a technique described by Subrahmanyam *et al.* [1983]. The reaction of test entries was classified as described earlier [Subrahmanyam *et al.*, 1983].

RESULTS AND DISCUSSION

Field reactions to rust of peanut cultivars, wild species autotetraploid and amphiploid and hybrids, were similar to those observed in the laboratory (Table I). The rust-susceptible *A. hypogaea* cultivars, Robut 33-1 and Tifspan, developed many profusely sporulating pustules on their leaves while the three wild diploid species, autotetraploid *A. batizocoi*, and amphiploids of *A. villosa* × *A. batizocoi* and *A. batizocoi* × *A. duranensis* did not develop any disease symptoms (immune). The F1 hybrids from various cross combinations, involving the diploid species, their autotetraploids and amphiploids as the male parents and the susceptible *A. hypogaea* as the female parent, showed a high degree of resistance to rust with very few and small lesions, most of which were non-sporulating (Fig. 1; Table I).

The high resistance reaction of F1 hybrids, between immune diploids and susceptible tetraploid cultivars, is due either to partial dominance of the resistance gene, unlike the recessive genes conferring resistance in *A. hypogaea* [Bromfield and Bailey, 1972; Nigam *et al.*, 1980; Knauff and Norden 1983], or to the degree of resistance observed in diploid species is modified in the genetic background of the polyploid recipient *A. hypogaea* cultivar. Similar observations have been made in *Triticum* species [7]. The immunity observed in autotetraploids and amphiploids of these species indicates that agronomically desirable tetraploids with a higher degree of resistance can be produced by exploiting the additive chromosome (gene) dose of autotetraploids and amphiploids of these species, by crossing with *A. hypogaea* and then selfing or backcrossing the resulting hybrid derivatives with *A. hypogaea*.

The gene(s) conferring immunity in the diploid species are valuable, although they confer resistance rather than

(1) Submitted as Journal Article No. 347 by the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT).

(2) Cytogeneticist, Pathologist, and Principal Cytogeneticist respectively. Groundnut Improvement Program, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, P.O. 502 324, A.P. (India).

TABLE I. — Reaction of diploid, autotetraploid and amphiploid of *A. batizocoi*, *A. hypogaea* and their F1 hybrids to *Puccinia arachidis* in the field, and laboratory inoculation trials at (Réaction de diploïde, autotétraploïde et amphiploïde, de *A. batizocoi*, *A. hypogaea* et de leurs hybrides F1 à *Puccinia arachidis* au champ et dans les essais d'inoculation en laboratoire à l') ICRISAT, Hyderabad, India.

Test material (Matériel de l'essai)	2n	Rust reaction (*) (Réaction à la rouille)	
		Field (Champ)	Laboratory (Laboratoire)
Parents :			
<i>A. hypogaea</i> cv. Robut 33-1	40	S	S
<i>A. hypogaea</i> cv. Tifspan	40	S	S
<i>A. batizocoi</i>	20	I	I
<i>A. villosa</i>	20	I	I
<i>A. duranensis</i>	20	I	I
<i>A. batizocoi</i>	40	I	I
(<i>A. villosa</i> × <i>A. batizocoi</i>)	40	I	I
(<i>A. batizocoi</i> × <i>A. duranensis</i>)	40	I	I
F1 Hybrids (Triploids) :			
<i>A. hypogaea</i> cv. Tifspan × 2 × <i>A. batizocoi</i>	30	HR**	HR
<i>A. hypogaea</i> cv. Robut 33-1 × 2 × <i>A. batizocoi</i>	30	HR**	HR
F1 Hybrids (Tetraploids) :			
<i>A. hypogaea</i> cv. Tifspan × 4 × <i>A. batizocoi</i>	40	HR**	HR
<i>A. hypogaea</i> cv. Tifspan × 4 × (<i>A. villosa</i> × <i>A. batizocoi</i>)	40	HR**	HR
<i>A. hypogaea</i> cv. Robut 33-1 × 4 × (<i>A. villosa</i> × <i>A. batizocoi</i>)	40	HR**	HR
<i>A. hypogaea</i> cv. Robut 33-1 × 4 × (<i>A. batizocoi</i> × <i>A. duranensis</i>)	40	HR**	HR

S = Susceptible — many typical groundnut rust pustules with profuse sporulation (*Sensible à la rouille — de nombreuses pustules caractéristiques de l'arachide avec une sporulation abondante*).

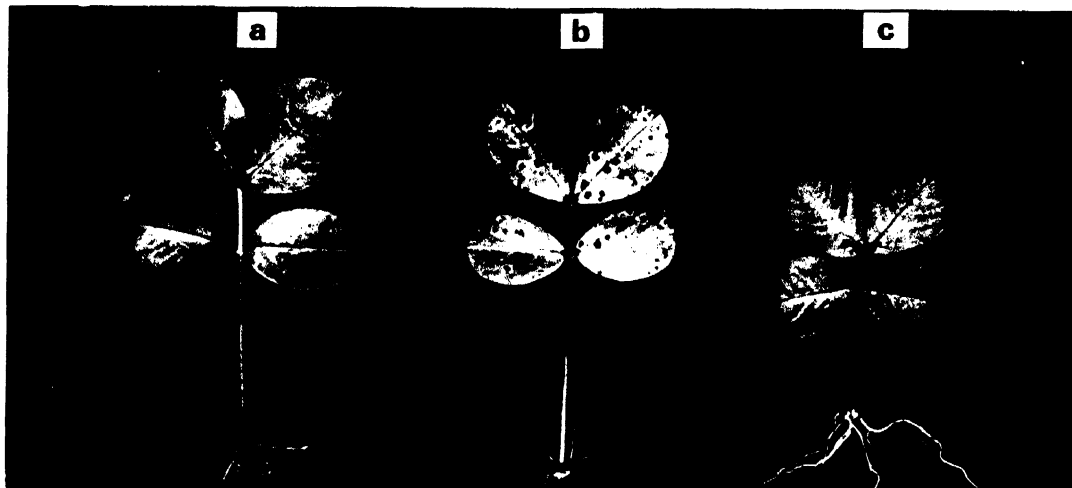
I = Immune — no rust disease symptoms (*aucun symptôme de rouille*).

HR = Highly Resistant — very few, small non-sporulating or weakly sporulating lesions (*Résistance élevée — très peu de lésions : petites, sans ou avec une faible sporulation*).

HR** = Very few, small lesions, no microscopical observations (*Très peu de petites lésions, aucune observation révélée par le microscope*).

FIG. 1. — Detached leaves showing reaction to inoculation with *Puccinia arachidis*. Left to right :

- a) *A. hypogaea hypogaea* cv. Robut 33-1 × 4 × (*A. batizocoi* × *A. duranensis*) amphiploïde showing resistant reaction ;
 b) *A. hypogaea hypogaea* cv. Robut 33-1 showing susceptible reaction ;
 c) *A. hypogaea fastigiata* cv. Tifspan × 4 × *A. batizocoi* (autotétraploïde) showing resistant reaction.



[Feuilles détachées montrant une réaction après inoculation de *Puccinia arachidis*. De gauche à droite :
 a) *A. hypogaea hypogaea* cv. Robut 33-1 × 4 × (*A. batizocoi* × *A. duranensis*) amphiploïde montrant une réaction de résistance ;
 b) *A. hypogaea hypogaea* cv. Robut 33-1 montrant une réaction de sensibilité ;
 c) *A. hypogaea fastigiata* cv. Tifspan × 4 × *A. batizocoi* (autotétraploïde) montrant une réaction de résistance].

immunity in their triploid and tetraploid hybrids with *A. hypogaea*. The difference in disease reaction between the F1 crosses, *A. hypogaea* (susceptible) × *A. hypogaea* (resistant) [Bromfield and Bailey, 1972 ; Nigam, *personal communication*], and *A. hypogaea* (susceptible) × *Arachis* diploid species (immune), indicates that resistance in the two cases is governed by different genes, though the mechanism of resistance in the latter is still to be determined. Thus, a combination of the two resistances may prove to be longer lasting against rust.

The genetic analysis of F2 populations to identify the number of loci was not possible because genomic and/or ploidy differences between the species involved caused meiotic abnormalities, leading to irregular chromosomal and genetic segregation in hybrids. Such studies will be possible only after an *A. hypogaea* — like stable tetraploid interspecific line, carrying genes conferring disease resistance from these wild species, is obtained. This course is being investigated by backcrossing these hybrids with *A. hypogaea*.

REFERENCES

- [1] BROMFIELD K. R. (1974). — Current distribution of rust of groundnut and known sources of resistance. *Plant Prot. Bull. FAO*, **22**, p. 29-31.
- [2] BROMFIELD K. R. and CEVARIO S. J. (1970). — Greenhouse screening of peanut (*Arachis hypogaea*) for resistance to peanut rust (*Puccinia arachidis*). *Plant Dis. Repr.*, **54**, p. 381-383.
- [3] BROMFIELD K. R. and BAILEY W. K. (1972). — Inheritance of resistance to *Puccinia arachidis* in peanut. *Phytopathology*, **62**, p. 748 (Abstr.).
- [4] COOK M. (1972). — Screening of peanut for resistance to peanut rust in the greenhouse and field. *Plant Dis. Repr.*, **56**, p. 382-386.
- [5] GIBBONS R. W. (1980). — Groundnut improvement research technology for the semi-arid tropics. p. 27-37 In : ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) 1980. *Proceedings of the International Symposium on Development and Transfer of Technology for Rainfed Agriculture and the SAT Farmer*, 28 August-1 September, 1979, Patancheru, A. P., India.
- [6] HAMMONS R. O. — (1977). Groundnut rust in the United States and the Caribbean. *PANS (Pest Articles and News Summaries)*, **23**, p. 300-304.
- [7] KERBER F. R. and DYCK P. L. (1973). — Inheritance of stem rust resistance transferred from diploid wheat (*Triticum monococcum*) to tetraploid and hexaploid wheat and chromosome location of the gene involved. *Can. J. Genet. Cytol.*, **15**, p. 397-409.
- [8] KNAUF D. A. and NORDEN A. J. (1983). — Inheritance of rust resistance in peanuts. *Proc. Am. Peanut Res. Educ. Soc.*, **15**, p. 76 (Abstr.).
- [9] NIGAM S. N., DWIVEDI S. J., and GIBBONS R. W. (1980). — Groundnut breeding at ICRISAT. p. 62-68. In : ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) 1980. *Proc. Int. Workshop on Groundnuts*, 13-17 October, 1980. Patancheru A. P., India.
- [10] SMITH D. H. (1980). — Disease resistance in peanuts. p. 431-447 In : M. K. Harris (ed.). *Biology and Breeding for Resistance to Arthropods and Pathogens in Agricultural Plants*. Proc. Int. Short Course in Host Plant Resistance. Texas A & M University, College Station, 22 July-4 August, 1979.
- [11] SUBRAHMANYAM P., MOSS J. P., and RAO V. R. (1983). — Resistance to peanut rust in wild *Arachis* species. *Plant Dis.*, **67**, p. 209-212.
- [12] SUBRAHMANYAM P., REDDY D. V. R., GIBBONS R. W., RAO V. R., and GARREN K. H. (1979). — Current distribution of groundnut rust in India. *PANS (Pest Articles and News Summaries)*, **25**, p. 25-29.
- [13] SUBRAHMANYAM P., McDONALD D., GIBBONS R. W., NIGAM S. N., and NEVILL D. J. (1982). — Resistance to rust and late leafspot disease in some genotypes of *Arachis hypogaea*. *Peanut Sci.*, **9**, p. 6-10.

RÉSUMÉ

La nature dominante de la résistance à *Puccinia arachidis* dans certaines espèces sauvages d'*Arachis*.

A. K. SINGH, P. SUBRAHMANYAM et J. P. MOSS, *Oléagineux*, 1984, **39**, N° 11, p. 535-538.

Des hybrides de la première génération entre deux cultivars d'*Arachis hypogaea* sensibles à la rouille (*Puccinia arachidis*) et les diploïde et triploïde de *A. batizocoi* Krap. et Greg. *nom. nud.* (immune à la rouille de l'arachide), les amphiploïdes impliquant *A. batizocoi* et deux autres espèces sauvages diploïdes immunes, *A. villosa* Benth. et *A. duranensis* Krap. et Greg. *nom. nud.* ont été testés pour leur réaction à la rouille de l'arachide. Tous les hybrides F1 ont montré un degré élevé de résistance, indiquant que le gène ou les gènes, qui conditionne la résistance à la rouille dans les espèces sauvages diploïdes est d'une nature dominante partielle. Ceci diffère des observations enregistrées pour *A. hypogaea* où la résistance est conditionnée par des gènes récessifs.

RESUMEN

La índole dominante de la resistencia a *Puccinia arachidis* en algunas especies silvestres de *Arachis*.

A. K. SINGH, P. SUBRAHMANYAM y J. P. MOSS, *Oléagineux*, 1984, **39**, N° 11, p. 535-538

Híbridos de la primera generación entre dos cultivares de *Arachis hypogaea* sensibles a la roya (*Puccinia arachidis*), y *A. batizocoi* diploide y triploide Krap. et Greg. *nom. nud.* (immune a la roya del mani), además de amphiploides en los que entran *A. batizocoi* y otras dos especies silvestres diploides inmunes, *A. villosa* Benth y *A. duranensis* Krap. et Greg. *nom. nud.*, fueron probados por su reacción contra la roya del mani. Todos los híbridos de la generación F1 demostraron un grado alto de resistencia, lo que indica que el o los genes que condiciona(n) la resistencia a la roya en las especies silvestres diploides es de índole dominante parcial. En esto se diferencia de las observaciones registradas para *A. hypogaea*, en el que la resistencia es condicionada por genes recesivos.

La nature dominante de la résistance à *Puccinia arachidis* dans certaines espèces sauvages d'*Arachis* (1)

A. K. SINGH, P. SUBRAHMANYAM, and J. P. MOSS (2)

INTRODUCTION

La rouille due à *Puccinia arachidis* Speg. est une maladie grave de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.) connue dans le monde entier [1, 6, 12]. Un criblage étendu du matériel végétal a permis l'identification de plusieurs sources de résistances à la rouille dans *A. hypogaea* [2, 1, 4, 5, 6, 10, 13]. Des sources de résistance et d'immunité ont également été trouvées dans les espèces sauvages de *Arachis* [11]. Dans l'arachide cultivée, les gènes qui conditionnent la résistance à la rouille sont d'une nature récessive [3, 9, 8], mais la nature génétique de la résistance dans *Arachis* est inconnue. Des recherches concernant l'action des gènes sont d'une importance vitale afin de développer une stratégie efficace de sélection pour transférer la résistance des espèces de *Arachis* à *A. hypogaea*.

Cet article décrit les évaluations faites au champ et au laboratoire de la réaction à la rouille des hybrides F1 entre les *A. hypogaea* sensibles à la rouille et les espèces diploïdes immunes ainsi que leurs autotétraploïdes et amphiploïdes.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les graines des espèces diploïdes *A. batizocoi* (PI 298639), *A. villosa* Benth. (PI 210554), *A. duranensis* Krap. et Greg. (PI 219823) proviennent de la North Carolina State University (Raleigh). L'autotétraploïde de *A. batizocoi* et les amphiploïdes de *A. villosa* × *A. batizocoi* et de *A. batizocoi* × *A. duranensis* ont été produits à l'International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) près de Hyderabad en Inde. Ces espèces ont servi de parent mâle dans les croisements avec les cultivars d'arachide Robut 33-1 (*A. hypogaea* ssp. *hypogaea*) and Tifspan (*A. hypogaea* ssp. *fastigiata*).

Tous les tests aux champs ont été effectués à l'ICRISAT (Patancheru, Inde) pendant la saison pluviale en 1981. Les réactions à la rouille ont été enregistrées au champ sur les plantes entières. Au laboratoire, la rouille a été inoculée à des feuilles détachées en employant une technique décrite par Subrahmanyam et al. [1983]. La réaction des objets de l'essai a été classifiée selon la description déjà citée [Subrahmanyam et al., 1983].

II. — RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les réactions au champ à la rouille des cultivars d'arachide, des espèces sauvages autotétraploïdes et amphiploïdes et des hybrides sont voisines de celles observées au laboratoire (Tabl. I). Les cultivars de *A. hypogaea* sensibles à la rouille, Robut 33-1 et Tifspan, ont développé de nombreuses pustules qui ont sporulé en abondance sur les feuilles, tandis que les trois espèces sauvages diploïdes, l'autotétraploïde de *A. batizocoi*, les amphiploïdes de *A. vil-*

losa × *A. batizocoi* et de *A. batizocoi* × *A. duranensis* n'ont développé aucun symptôme de la maladie (immunes). Les hybrides F1 provenant de combinaisons de croisements divers incluant les espèces diploïdes, leurs autotétraploïdes et amphiploïdes comme parents mâles, et *A. hypogaea* comme parent femelle, ont montré un degré élevé de résistance à la rouille, n'ayant que quelques petites lésions, dont la plupart étaient non sporulantes (Fig. 1, Tabl. I).

La réaction de résistance élevée des hybrides F1, entre les diploïdes immunes et les cultivars tétraploïdes sensibles à la rouille, résulte, soit de la dominance partielle du gène de résistance (différent des gènes récessifs qui transfèrent la résistance dans *A. hypogaea* [3, 9, 8]), soit du degré de résistance observé dans l'espèce diploïde qui se transforme dans le capital génétique du cultivar *A. hypogaea* accepteur polyploïde. Des observations voisines ont été faites avec l'espèce *Triticum* [7]. L'immunité observée dans les autotétraploïdes et amphiploïdes de ces espèces indique que des tétraploïdes agronomiquement souhaitables, avec un niveau de résistance plus élevé, peuvent être produits en exploitant le taux de chromosomes additionnels (gènes) des autotétraploïdes et amphiploïdes de ces espèces en les croisant avec *A. hypogaea* et ensuite en faisant des autofécondations ou backcross entre les hybrides ainsi obtenus et *A. hypogaea*.

Les gènes qui confèrent l'immunité dans les espèces diploïdes sont valables, bien qu'ils confèrent la résistance plutôt que l'immunité dans leurs hybrides tripléides et tétraploïdes avec *A. hypogaea*. La différence dans la réaction contre la maladie entre les croisements F1, *A. hypogaea* (sensible) × *A. hypogaea* (résistant) [3, 9] et *A. hypogaea* (sensible) × les espèces d'*Arachis* diploïdes (immunes), indique que la résistance dans les deux cas est contrôlée par des gènes différents, bien que le mécanisme de résistance de ce dernier ne soit pas encore déterminé. Ainsi, une combinaison des deux résistances peut se révéler comme étant plus efficace contre la rouille.

L'analyse génétique des populations F2 pour l'identification des effectifs de loci n'a pas été possible car les différences de génomes et/ou de ploïdies entre les espèces concernées provoquaient des anomalies méiotiques, produisant une ségrégation génétique et chromosomique irrégulière dans les hybrides. De telles études ne seront possibles qu'après l'obtention d'une lignée tétraploïde, interspécifique et stable du type *A. hypogaea* portant des gènes qui transmettent la résistance à la maladie de ces espèces sauvages. Cette voie est en cours d'investigation avec le backcross de ces hybrides avec *A. hypogaea*.

(1) Soumis comme article de journal N° 347 par The International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT).

(2) Respectivement cytogénéticien, pathologiste et cytogénéticien principal. Programme d'amélioration de l'arachide. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, P.O. Box 502324, A.P. (Inde).