

Mécanisme ou stratégie de résistance à la sécheresse : Cas du blé, de l'orge et du triticale

T. Hayek*, M. Ben Salem** et E. Zid***

*Institut des Régions Arides, Route de Djorf km 22, 4119 Médenine, Tunisie

**INRAT, Rue Hédi Karray, 2049 Ariana, Tunis, Tunisie

***Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, 1060 Tunis, Tunisie

RESUME – Plusieurs paramètres phénologiques et physiologiques ont été étudiés, chez 9 variétés de céréales cultivées sous des conditions de déficit hydrique. En prenant le rendement en grains comme indicateur, les résultats ont montré que, la résistance à la sécheresse est liée à la capacité d'une variété de développer un nombre élevé de mécanismes d'adaptation et non pas à la présence d'un mécanisme donné.

Mots-clés : Céréales, rendement en grains, sécheresse, mécanisme de résistance.

SUMMARY – “Resistance mechanism or strategy to drought: Case of wheat, barley or triticale”. Several phenological and physiological traits were studied on 9 cereal varieties cultivated under water deficit conditions. Comparing varieties on the basis of grain yield, results showed that drought resistance is correlated with the ability of the plant to develop a high number of resistance mechanisms and not to the presence of a particular trait.

Key words: Cereals, grain yield, drought, resistance mechanism.

Introduction

Le climat tunisien se caractérise par des épisodes de déficit hydrique et de hautes températures qui peuvent apparaître, d'une façon progressive ou brutale au début, au milieu ou en fin de saison. Ces périodes de sécheresse sont parfois intenses, toujours imprévisibles et variables d'une année à l'autre. Cette irrégularité fait que le climat d'une région donnée soit très variable, par conséquent la production des cultures pluviales et particulièrement les céréales sera variable au cours des années. Pour améliorer cette production et la rendre plus stable, plusieurs voies ont été suivies dont la recherche et la création des nouvelles variétés plus adaptées et plus résistantes à de telles conditions. Cependant, cette recherche nécessite l'analyse et la compréhension des différents modes de résistance développés par les plantes, afin d'identifier des critères de sélection qui peuvent être utilisés dans des programmes d'amélioration variétale. La résistance à la sécheresse a été associée à plusieurs caractéristiques d'ordre phénologique, morphologique, physiologique et biochimique reflétant différents types d'adaptation (esquive, évitement et tolérance) (Turner, 1979). Toutefois, la sélection pour un mécanisme donné, même bien corrélé avec le rendement, n'aboutit pas automatiquement à l'amélioration de ce dernier. Ceci a été démontré avec l'indice de récolte (Whan *et al.*, 1991). Certains auteurs ont conclu donc, que les variétés de céréales résistantes au déficit hydrique se caractérisent par une stratégie regroupant en même temps, un ensemble des mécanismes d'adaptation (Rejeb et Ben Salem, 1993).

Dans ce travail nous avons essayé d'étudier et d'expliquer les modes de résistances de quelques variétés de céréales cultivées sous différentes conditions de stress hydrique.

Matériels et méthodes

Neuf variétés de céréales ont été utilisées dans 3 essais différents. Les variétés sont les suivantes : 2 variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) Byrsa et V38 ; 3 variétés de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) Inrat69, Omrabii3 et Razzak ; 2 variétés de triticale (*X-Triticosecale* Wittmack) Tc8 et Tc95 et 2 variétés d'orge (*Hordeum vulgare* L.) O10, Rihane.

Essai 1

Cet essai a été conduit sous des conditions contrôlées. La photopériode : 12 h ; la température : 25°C le jour/20°C la nuit ; l'humidité relative : 60/80% ; l'éclairement : 100 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. Les plantes sont cultivées dans des pots à raison de 4 plantes par pot et 4 pots par variété. L'humidité du sol dans les pots est maintenue à environ 70% de la capacité au champ. Le traitement consiste à l'exposition des plantes d'une variété à un déficit hydrique par arrêt d'irrigation dès qu'elles atteignent le stade début épiaison (stade 39 selon Zadoks *et al.*, 1977). Des mesures concernant le potentiel hydrique foliaire (Ψ_h), la photosynthèse nette et la conductance stomatique ont été réalisées pendant un cycle de dessèchement de 9 jours.

Essai 2

Dans cet essai les plantes ont été cultivées dans des pots cylindriques (L = 1 m ; \varnothing = 0,1 m) à raison de 3 plantes par pot et 4 pots pour chaque variété. Les pots sont maintenus verticaux sous des conditions climatiques naturelles. Ils sont irrigués chaque fois qu'il s'est avéré nécessaire. La quantité totale d'eau reçue par pot a été de 329 mm (138 mm de pluie et 191 mm par irrigation). A maturité complète, les tiges des plantes sont séparées et utilisées pour les mesures de la matière sèche (MSA) et le nombre de grains/pot, le poids de 1000 grains (PMG), le rendement en grains et l'indice de récolte. La partie racinaire est récupérée par lavage sous un jet d'eau et les mesures ont concerné la matière sèche racinaire (MSR), la profondeur maximale atteinte par les racines et le rapport MSR/MSA.

Essai 3

Cet essai a été conduit sous des conditions naturelles, en plein champ, à la station de l'INRAT au Kef (semi-aride tunisien). Le semis a été réalisé dans des parcelles élémentaires de 7,5 m² de surface chacune. La densité de semis a été de 260 grains/m². Le total des précipitations, au cours de la saison de culture, a été de 244 mm (51 jours de pluie). Les paramètres mesurés sont les suivants : nombre de grains/m², le rendement en grains, le PMG et la longueur de la période levée-épiaison.

La stabilité membranaire a été évaluée, à deux reprises, à 131 et 144 jours après semis (JAS), selon la méthode développée par Sullivan et Ross (1979) et qui consiste à mesurer, sur disques foliaires, les pourcentages des dommages subis par les membranes cellulaires après un choc osmotique (-3,30 MPa) ou un choc thermique (10 minutes à 50°C).

Résultats et discussions

Les différentes mesures réalisées dans les 3 essais, ont été utilisées pour évaluer la présence (ou l'absence) des mécanismes de résistance indiqués sur la Table 1.

Table 1. Les différents mécanismes étudiés chez les 9 variétés, dans les 3 essais

Mécanisme	Type de résistance	Référence
– Maintien d'un Ψ_h plus ou moins stable au moment du stress	Evitement	Blum et Ebercon, 1981
– Maintien d'une activité physiologique (e.g. photosynthèse) élevée	Tolérance	Blum et Ebercon, 1981
– Fermeture rapide des stomates	Evitement	Turner, 1986
– Stabilité membranaire élevée pour les traitements osmotique et thermique	Tolérance	Sullivan et Ross, 1979
– Système racinaire profond	Evitement	Jones <i>et al.</i> , 1981 ; Turner, 1986
– Rapport (MSR/MSA) faible	Esquive	Siddique <i>et al.</i> , 1990
– Précocité de l'épiaison	Esquive	Turner, 1979 ; Jones <i>et al.</i> , 1981
– Nombre élevé des grains par unité de surface	Tolérance	Morgen, 1989 ; Fussel <i>et al.</i> , 1991
– Poids de 1000 grains élevé	Tolérance	Blum et Ebercon, 1981
– Indice de récolte élevé	Evitement	Fussel <i>et al.</i> , 1991

Etant donné que, pour chaque variété un mécanisme peut être présent, faiblement présent ou absent ; on a suivi une notation simple, en attribuant les valeurs 2, 1 et 0 suivant le cas respectivement. Toutes les variétés ont été notées pour chaque mécanisme. Le total des notations (pour toutes les variétés testées) est présenté dans la Table 2.

Table 2. Récapitulatif des notations accordées aux différentes variétés, par type de mécanisme (esquive, évitement ou tolérance)

Type de mécanisme	V38	Byrsa	Razzak	Inrat69	Omrabii3	Tc8	Tc95	O10	Rihane
Esquive	3	1	2	0	0	2	2	4	4
Evitement	6	3	2	5	2	4	4	7	7
Tolérance	8	6	5	2	3	7	7	11	6
Total	17	10	9	7	5	13	13	22	17

Les rendements en grains enregistrés dans les essais 2 et 3 (Table 3) ont été pris comme indicateur de résistance des variétés.

Table 3. Rendement en grains des différentes variétés, réalisé dans l'essai 2 (culture en pot) et l'essai 3 (plein champ)

Rendement en grains	V38	Byrsa	Razzak	Inrat69	Omrabii3	Tc8	Tc95	O10	Rihane
Essai 2 (g/pot)	5,38	4,80	3,88	3,88	3,88	4,25	5,18	6	5,28
Essai 3 (g/m ²)	261	165	206	180	165	226	219	304	243

D'après ces résultats, il ressort que :

(i) Les variétés O10, Rihane et V38 sont relativement plus résistantes. Ceci est vérifié par leurs rendements en grains en plein champs (essai 3) ou en pots (essai 2). Ces variétés sont caractérisées principalement par une précocité et rapidité de croissance qui leur permet d'éviter la période de stress hydrique de fin de cycle. Par l'évitement de la déshydratation des tissus en maintenant un potentiel hydrique peu variable, à l'aide d'un système racinaire profond et le contrôle des pertes par transpiration. Ainsi que par une tolérance remarquable de l'activité physiologique.

(ii) Les deux variétés de triticale Tc8 et Tc95 ont montré des comportements similaires dans les différents essais. Leur stratégie d'adaptation se caractérise essentiellement par le maintien de l'intégrité membranaire sous les conditions de stress hydrique ou thermique. Cette caractéristique permet une activité photosynthétique qui assure une production élevée, ce qui est le cas dans les essais 2 et 3.

(iii) Les deux variétés Byrsa et Razzak ont présenté peu de mécanismes de résistance. Les caractéristiques les plus remarquables sont un PMG élevé pour Razzak et une certaine stabilité membranaire sous stress thermique pour Byrsa. Les rendements en grains de ces 2 variétés sont plus faibles que ceux des variétés précédentes.

(iv) Enfin les deux variétés Inrat69 et Omrabii3 qui ont été les plus sensibles aux conditions de stress hydrique. En effet, leurs rendements en grains étaient les plus faibles dans les essais (2 et 3).

Conclusion

Les variétés étudiées dans ce travail ont montré des comportements et des modes de résistance différents vis-à-vis des contraintes auxquelles elles ont été exposées. Les variétés résistantes se sont caractérisées par la présence de plusieurs mécanismes de résistance. Cette stratégie est efficace pour surmonter les aspects imprévisibles du climat. Toutefois, la précocité est un mécanisme important de

résistance dans ces conditions, mais il ne suffit pas étant donné la possibilité d'avoir des stress au début ou au milieu de saison.

Références

- Blum, A. et Ebercon, A. (1981). Cell membrane stability as measure of drought and heat tolerance in wheat. *Crop Sci.*, 21 : 43-47.
- Fussel, L.K., Bidinger, F.R. et Bieler, P. (1991). Crop physiology and breeding for drought tolerance : Research and development. *Field Crop Res.*, 27 : 183-199.
- Jones, M.M., Turner, N.C. et Osmond, C.B. (1981). Mechanisms of drought resistance. Dans : *The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants*, Paleg, L.G. et Aspinall, D. (éds). Academic Press Australia, Sydney, pp. 15-37.
- Morgen, J.M. (1989). Physiological traits for drought tolerance. Dans : *Drought Resistance in Cereals*, Baker, F.W.G. (éd.). CAB Int., Wallingford, pp. 53-64.
- Rejeb, M.N. et Ben Salem, M. (1993). Les divers mécanismes d'adaptation à la sécheresse chez les végétaux supérieurs, cas du blé et du caroubier. *Bull. Soc. Sci. Nat. Tunisie*, 22 : 49-52.
- Siddique, K.H.M., Belford, R.K. et Tennant, D. (1990). Root : Shoot ratio of old and modern, tall and semi-dwarf wheats in Mediterranean environment. *Plant Soil*, 121 : 89-98.
- Sullivan, C.Y. et Ross, W.M. (1979). Selecting for drought and heat resistance in grain sorghum. Dans : *Stress Physiology in Crop Plants*, Mussell, H. et Staples, R.C. (éds). Wiley Intersciences, New York, pp. 236-281.
- Turner, N.C. (1979). Drought resistance and adaptation to water deficits in crops plants. Dans : *Stress Physiology in Crop Plants*, Mussell, H. et Staples, R.C. (éds). Wiley Intersciences, New York, pp. 303-372.
- Turner, N.C. (1986). Adaptation to water deficits : A changing perspective. *Aust. J. Plant Physiol.*, 13 : 175-190.
- Whan, B.R., Anderson, W.K., Gilmour, R.F., Regan, K.L. et Turner, N.C. (1991). A role for physiology in breeding for improved wheat yield under drought stress. Dans : *Physiology Breeding of Winter Cereals for Stressed Mediterranean Environments. Les Colloques de l'INRA*, 55 : 179-194.
- Zadoks, J.C., Chang, T.T. et Konzak, C.F. (1977). Un code décimal pour les stades de croissance des céréales. *Phytiatr. Phytopharm.*, 26 : 129-140.