



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة والحراش – الجزائر –

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE EL-HARRACH -ALGER-

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de master en Agronomie

Département: Botanique

Spécialité : Interaction plante-pathogène et protection des végétaux

THEME

Réponses physiologiques de trois variétés d'orge d'hiver
(*Hordeum vulgare* L.) au stress hydrique et intervention des
composés phénoliques dans la tolérance au stress.

Présenté par : TAHAROUNT Wassila

Soutenu le : 03/07/2016

Jury :

Présidente :	ZERMANE Nadja	Professeur (ENSA)
Promotrice :	LASSOUANE Nassima	MCB (ENSA)
Examineurs :	BOUREGHDA Houda	MCA (ENSA)
	DJEMEL Abderrahmane	MCA (ENSA)(Phytotechnie)

Promotion :2011-2016

Sommaire

I. Introduction	1
II. Synthèse bibliographique	3
II.1. Généralités sur l'orge (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	3
II.1.1. Origine et répartition géographique	3
II.1.2. Situation de production de l'orge dans le monde	3
II.1.3. Situation de production de l'orge en Algérie	4
II.1.4. Classification phylogénétique et culturale	5
II.1.4.1. Classification phylogénétique.....	5
II.1.4.2. Classification culturale.....	6
II.1.5. Description botanique de l'orge (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	6
II.1.5.1. Appareil végétatif	6
II.1.5.1.1. Le système aérien.....	6
II.1.5.1.2. Le système racinaire.....	7
II.1.5.2. Appareil reproducteur.....	8
II.1.6. Phénologie de l'orge	8
II.1.7. Exigences pédoclimatiques	8
II.1.7.1. La température.....	8
II.1.7.2. L'eau.....	9
II.1.7.3. La photopériode.....	9
II.1.7.4. Sol.....	9
II.1.8. Importance de l'orge	9
II.1.8.1. Intérêts agronomiques.....	9
II.1.8.2. Nutrition humaine.....	10
II.1.8.3. Traitement médicamenteux.....	10
II.1.8.4. Fabrication de malt.....	10
II.1.9. Stress biotiques.....	10
II.1.9.1. Les plantes adventices.....	10
II.1.9.2. Les insectes.....	11
II.1.9.3. Les agents phytopathogènes.....	11
II.1.10. Stress abiotiques.....	12
II.1.10.1. Les carences minérales	12
II.1.10.2. Le stress thermique.....	12
II.1.10.3. Le stress hydrique.....	13
II.2. L'eau dans la plante.....	13
II.2.1. Définition du stress hydrique	13
II.2.2. Effet du stress hydrique sur la physiologie des plantes.....	13
II.2.2.1. Effet du stress hydrique sur la croissance.....	13
II.2.2.2. Effet du stress hydrique sur le métabolisme protéique.....	14
II.2.2.3. Effet du stress hydrique sur la photosynthèse.....	14
II.2.3. La résistance des plantes à la sécheresse.....	14
II.2.3.1. L'évasion (échappement).....	14
II.2.3.2. L'esquive (évitement).....	14
II.2.3.3. La tolérance.....	15
II.2.3.3.1. L'ajustement osmotique.....	15
- Les sucres solubles.....	15
- La proline.....	15
II.3. Le stress oxydatif.....	16

II.3.1. Les espèces oxygénées réactives (ROS).....	16
I.3.1.1. Formation des ROS	16
II.3.2. Le système de défense antioxydant.....	17
II.3.3. Les composés phénoliques.....	17
II.3.3.1. Rôles des composés phénoliques.....	18
II.3.3.2. Biosynthèse des composés phénoliques	18
II.3.3.3. Classification des composés phénoliques.....	19
II.3.4. Les flavonoïdes.....	20
II.3.4.1. Classification des flavonoïdes	21
II.3.5. Les Anthocyanes	22
II.3.6. Intervention des composés phénoliques dans la détoxification des ROS.....	22
III. Matériel et méthodes.....	23
III.1. Matériel végétal.....	23
III.2. Conditions de culture.....	24
III.2.1. Désinfection des graines.....	24
III.2.2. Préparation des pots.....	24
III.2.3. Mise en pots.....	24
III.3. Application du stress.....	24
III.4. Paramètres mesurés.....	25
III.4.1. Paramètres physiologiques.....	25
III.4.1.1. La teneur en eau du sol.....	25
III.4.1.2. La Teneur Relative en Eau (TRE).....	25
III.4.2. Paramètres de croissance	26
III.4.2.1. La croissance en longueur des parties aériennes	26
III.4.2.2. La surface foliaire (SF) et la surface foliaire spécifique (SFS)	26
III.4.2.3. Poids sec des parties aériennes et pourcentage de réduction.....	26
III.4.3. Paramètres biochimiques.....	27
III.4.3.1. Extraction et dosage des pigments photosynthétiques.....	27
III.4.3.2. Extraction et dosage des sucres solubles totaux.....	27
III.4.3.3. Extraction et dosage de la proline libre.....	28
III.4.3.4. Extraction et dosage des protéines solubles totales.....	29
III.4.3.5. Extraction et dosage de Malondialdéhyde (MDA).....	30
III.4.3.6. Extraction et dosage des polyphénols totaux et flavonoïdes totaux.....	31
III.4.3.7. Evaluation de l'activité anti-radicalaire des polyphénols totaux.....	31
III.4.3.8. Extraction et dosage des anthocyanes.....	32
III.5. Analyse statistique.....	33
IV. Résultats et discussions.....	35
IV.1. Effet du stress hydrique sur les paramètres physiologiques.....	35
IV.1.1. La Teneur en eau du sol.....	35
IV.1.2. La Teneur Relative en Eau des feuilles (TRE).....	35
IV.2. Effet du stress hydrique sur les paramètres de croissance.....	36
IV.2.1. Croissance en longueur des parties aériennes	36
IV.2.2. Production de la matière sèche.....	37
IV.2.3. Surface foliaire (SF) et surface foliaire spécifique (SFS).....	38
IV.2.4. Protéines totales foliaires.....	39
IV.3. Effet du stress hydrique sur les pigments photosynthétiques.....	40

IV.3.1. Chlorophylles totales.....	40
IV.3.2. Rapport Chlorophylle a/b.....	41
IV.3.3. Caroténoïdes totaux.....	41
IV.3.4. Rapport <i>Caroténoïdes totaux/Chlorophylles totales</i>	42
IV.4. Effet du stress hydrique sur l'ajustement osmotique.....	44
IV.4.1. Sucres solubles totaux.....	44
IV.4.2. Proline libre.....	44
IV.5. Effet du stress hydrique sur les protéines totales foliaires.....	47
IV.6. Effet du stress hydrique sur la peroxydation des lipides membranaire mesurée par le Malondialdéhyde (MDA).....	48
IV.7. Effet du stress hydrique sur les paramètres antioxydants.....	50
IV.7.1. Les polyphénols totaux.....	50
IV.7.2. Les flavonoïdes totaux.....	50
IV.7.3. Les anthocyanes.....	50
IV.7.4. Evaluation de l'activité anti-radicalaire des polyphénols totaux.....	50
V. Conclusion.....	55
VI. Références bibliographiques.....	57

Résumé :

L'objectif de ce travail est d'étudier les mécanismes de tolérance au stress hydrique de trois génotypes d'orge d'hiver (*Hordeum vulgare* L.) (Rihane 03, Tichedrett et El Fouara).

Des jeunes plants de trois variétés âgés de 3 semaines sont soumis d'abord à une phase de déshydratation (par un arrêt d'arrosage durant 19 jours) puis à une phase de réhydratation pendant une semaine. Plusieurs paramètres morpho-physiologiques et biochimiques ont été étudiés.

Les résultats de cette étude ont révélé que le stress hydrique a exercé une réduction de la surface foliaire chez les trois variétés étudiées, alors que la croissance en longueur et de la croissance pondérale des parties aériennes a été réduite seulement chez deux variétés : Rihane 03 et Tichedrett.

Par ailleurs, la variété Rihane 03 a enregistré une diminution de la teneur en pigments chlorophylliens tandis que les variétés Tichedrett et El Fouara gardent leur pool de chlorophylles intact au cours de la déshydratation.

L'accumulation du MDA, produit de la peroxydation des lipides membranaires chez les deux variétés d'orge Rihane 03 et Tichedrett montre les dommages oxydatifs provoqués par le stress hydrique. Alors que, la faible production et la stabilité du contenu en MDA chez les plants stressés de la variété El Fouara est probablement due à une stimulation de l'activité du système de détoxification. Sous l'effet du stress hydrique, les trois variétés d'orge, Rihane 03, Tichedrett et El Fouara accumulent des osmoticums (sucres solubles et proline libre), des polyphénols totaux et des flavonoïdes totaux. Par ailleurs, la teneur en anthocyanes reste inchangée chez les plants stressés de la variété Rihane 03. Alors qu'elle augmente fortement chez les plants de la variété Tichedrett et également chez la variété El Fouara.

Après la phase de réhydratation, une récupération rapide dès la levée du stress a été observé chez les deux variétés Tichedrett et El Fouara. Contrairement à la variété Rihane 03 qui semble un peu sensible au stress hydrique d'après les paramètres étudiés et dont la récupération est faible. Ces résultats nous laissent suggérer que les deux variétés d'orge Tichedrett et El Fouara semblent tolérante au stress hydrique contrairement à la variété Rihane 03 qui se montre sensible.

Mots clés : *Hordeum vulgare* L., stress hydrique, croissance, ajustement osmotique, MDA, composés phénoliques.

Abstract:

The objective of this work is to study the mechanisms of tolerance to water stress of three genotypes of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) (Rihane 03, Tichedrett et El Fouara).

Seedlings of three varieties aged of 3 weeks are first submitted to a dehydration phase (by stopping watering during 19 days) and then to a rehydration phase for one week. Several morpho-physiological and biochemical parameters have been studied.

The results of this study revealed that water stress exerted a reduction in leaf area of the three studied varieties, while growth and production of dry matter of the aerial parts was reduced only in two varieties: Rihane 03 and Tichedrett.

Moreover, Rihane 03 variety recorded a decrease in chlorophyll pigments content while Tichedrett and El Fouara varieties kept their chlorophylls pool intact during dehydration.

The accumulation of MDA, a product of membrane lipid peroxidation in both Rihane 03 and Tichedrett barley varieties, shows the oxidative damages caused by water stress. While, the low production and the stability of MDA content in stressed plants of the variety El Fouara is probably due to the stimulation of the activity of detoxification system. Under the effect of water stress, the three varieties of barley, Rihane 03, Tichedrett and El Fouara accumulate osmoticums (soluble sugars and free proline), total polyphenols and flavonoids. In addition, the anthocyanins content remains unchanged in stressed plants of Rihane 03 variety. While it 'is strongly increased in both Tichedrett and El Fouara varieties.

After the rehydration phase, a rapid recovery from the lifting of the stress was observed in both Tichedrett and El Fouara varieties . Unlike to Rihane 03 variety which seems a little sensitivity to water stress according to the studied parameters and whose recovery is low. These results allow us to suggest that the two varieties of barley Tichedrett and El Fouara seem tolerant to water stress unlike the variety Rihane 03 which is sensitive.

Key words: *Hordeum vulgare* L., water stress, growth, osmotic adjustment, MDA, phenolic compounds.

ملخص:

يهدف هذا العمل إلى دراسة آليات مقاومة الجفاف المائي لثلاثة أصناف من نبات الشعير الشتوي (*Hordeum vulgare*L.) (Rihane 03, Tichedrett El Fouara)

مرّت شتلات من الأصناف الثلاثة التي تتراوح أعمارها بين ثلاثة أسابيع بالمرحلة الأولى و هي مرحلة الجفاف (مع عدم سقيها لمدة 19 يوما)، ثم تليها مرحلة الاماهة لمدة أسبوع. مع العلم أنه تم خلالها دراسة العديد من المعايير المورفولوجية والبيو كيميائية.

كشفت نتائج هذه الدراسة أنّ الإجهاد المائي أدى إلى تقلص مساحة الورقة لدى الأصناف الثلاثة المدروسة، في حين انخفض مستوى النمو وإنتاج المادة الجافة في الأجزاء العلوية فقط لدى الصنفين Rihane 03 و Tichedrett .

علاوة على ذلك سجل الصنف Rihane 03 تراجعاً في محتوى صبغات الكلوروفيل، في حين حافظ الصنفين : Tichedrett و El Fouara على نفس المستوى خلال مرحلة الجفاف .

يشير تراكم MDA الناتج عن بيروكسيد الغشاء الدهني في كل من الصنفين Rihane 03 و Tichedrett إلى التلف التأكسدي الناتج عن الإجهاد المائي. في حين انخفض إنتاج MDA واستقرار محتواها في صنف El Fouara قد يرجع إلى تحفيز نشاط نظام إزالة السموم. كما لاحظنا أنّ الأصناف الثلاثة من الشعير Rihane 03, Tichedrett و El Fouara قد شهدت تراكم المواد المذابة المتوافقة (السكريات الذائبة والبرولين)، البوليفينول و الفلافونيدات الإجمالية بسبب تأثير الإجهاد المائي. كما بقي محتوى الأنثوسيان ثابتاً لدى صنف Rihane 03 في حين ارتفع بشكل كبير لدى الصنفين Tichedrett و El Fouara. وقد لاحظنا، بعد مرحلة الإماهة، انتعاش سريع لدى الصنفين Tichedrett و El Fouara أما الصنف Rihane 03 فقد أظهر حساسية اتجاه الإجهاد المائي وهذا وفقاً للمعايير المدروسة، كما لاحظنا انخفاض مستوى الانتعاش. تشير هذه النتائج إلى أنّ صنفين الشعير Tichedrett et El Fouara يمكنها مقاومة الإجهاد المائي على عكس الصنف Rihane 03 الذي لم يستطع المقاومة.

كلمات مفتاحية: *Hordeum vulgare* L. : الإجهاد المائي، النمو، التكيف التناضحي، MDA، المركبات الفينولية.