



AVIS DE SOUTENANCE D'UNE THESE DE DOCTORAT

Le Doyen de la Faculté des Sciences a le plaisir d'informer le public qu'une soutenance de
thèse de Doctorat en

«**Sciences de la vie et de l'environnement**»

aura lieu le 31/01/2024 à la Faculté des Sciences, Kénitra

La Thèse sera présentée par Mme **EL OUADI FADWA**

Sous le thème :

**Caractérisation de la qualité technologique et nutritionnelle des ressources génétiques et
germoplasme d'orge**

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Titre	Etablissement
BRHADDA NAJIBA	Président	Faculté des Sciences, Kénitra
HMYMEN ABDELAZIZ	Rapporteur	Faculté des Sciences et Techniques, Mohammedia
HILALI SAID	Rapporteur	Faculté des Sciences et Techniques, Settat
ZIRI RABEA	Rapporteur	Faculté des Sciences, Kénitra
ALAOUI MOULAY ABDELAZIZ	Examineur	Faculté des Sciences, Kénitra
KOULALI YAHYA	Examineur	Faculté des Sciences et Techniques, Settat
JILAL ABDERRAZEK	Expert	INRA, Rabat
AMRI AHMED	Co-Directeur de thèse	Centre International de Recherche Agricole dans la zone Arides, Rabat
IBRIZ MOHAMMED	Directeur de thèse	Faculté des Sciences, Kénitra



Nom et Prénom : EL OUADI FADWA
Date de soutenance : 31/01/2024
Directeur de Thèse : IBRIZ MOHAMMED

Sujet de thèse :

Caractérisation de la qualité technologique et nutritionnelle des ressources génétiques et germoplasme d'orge

Résumé:

L'orge, une ancienne culture domestiquée, présente un potentiel important en tant que source alimentaire adaptable en raison de ses avantages nutritionnels. Traditionnellement utilisée pour l'alimentation animale et le malt, elle est aujourd'hui reconnue pour ses propriétés bénéfiques pour la santé. Le Centre international de recherche agricole dans les zones arides (ICARDA) a le mandat international pour l'amélioration de l'orge et conserve diverses collections d'espèces d'Hordeum pour la recherche génétique. Cette recherche vise à promouvoir l'utilisation de l'orge comme aliment. La première partie de ce projet visait à évaluer 117 accessions de Hordeum spontaneum, le progéniteur sauvage de l'orge cultivée, afin d'identifier les ressources génétiques qui pourraient être utilisées dans les programmes de sélection pour développer de nouvelles variétés d'orge ayant une meilleure valeur nutritionnelle. L'accent a été mis en particulier sur le β -glucane, une fibre alimentaire connue pour ses effets bénéfiques sur la santé, et sur les microéléments, qui contribuent à la composition nutritionnelle globale. Les résultats ont révélé des variations significatives entre les accessions aussi bien en vrac et en plantes individuelles, en termes de teneur en β -glucane et en microéléments. La teneur en β -glucane variait de 1,44 à 11,3 % pour les accessions de Hordeum spontaneum et de 1,62 à 7,81 % pour les lignées d'orge cultivées. En ce qui concerne la teneur en micronutriments, aucune différence n'a été constatée entre les espèces sauvages et cultivées. Cette diversité offre de précieuses possibilités de développer un germoplasme d'orge biofortifié pouvant répondre à des besoins nutritionnels spécifiques. Des accessions ont été identifiées avec des niveaux plus élevés de fer, de zinc et de sélénium, ainsi qu'une teneur significative en β -glucane, qui sont utilisées dans les efforts de sélection pour développer du matériel génétique et des variétés d'orge riches en nutriments. La deuxième partie concerne l'évaluation des effets de l'environnement sur cinq variétés marocaines et deux lignées élites d'orge pour le β -glucane, les protéines, le poids de mille grains, le fer, le zinc et le sélénium. Les résultats indiquent des différences notables entre les génotypes et entre les environnements, ainsi que des interactions génotype x environnement significatives. Dans tous les environnements, Chifaa a montré un niveau de β -glucane le plus élevé (6,2 - 11,6%), à l'exception de l'environnement Tassaout au cours de la saison 2016-17. En outre, la lignée élite M9V5 a donné une teneur en protéines significativement plus élevée (12,4 à 20,1%) sur tous les sites et au cours des deux saisons de croissance. L'analyse des biplots GGE a permis d'évaluer la stabilité de la performance des génotypes étudiés et de recommander les environnements les plus discriminants pour les futurs efforts de sélection. Parmi les génotypes testés, la variété à grains nus Chifaa peut être promue comme variété biofortifiée pour la consommation humaine au Maroc. Le site de Marchouch est propice pour la sélection dans les générations en ségrégation suivi par l'évaluation multi-environnements des lignées fixées.

En outre, les mêmes variétés réalisées ont été utilisées dans une étude visant à explorer l'incorporation de farine d'orge dans la fabrication du pain en mélange avec le blé tendre, dans le but d'améliorer la valeur nutritionnelle du pain sans nuire à ses propriétés technologiques. Les effets de quatre ratios de farine de cinq variétés d'orge mélangées à la farine de blé tendre de la variété Achtar sur les aspects nutritionnels, technologiques et sensoriels de la pâte et du pain ont été évalués. Les résultats ont montré que l'augmentation de la proportion de farine d'orge a entraîné une augmentation de la teneur en β -glucanes des farines mélangées de 0,78% à une fourchette comprise entre 0,85% et 1,68%. La teneur en protéines est passée de 14,7 dans la farine de blé tendre à une fourchette comprise entre 11,12 et 12,45, tandis que certaines propriétés rhéologiques telles que la stabilité et le temps de mélange ont été affectées négativement. L'évaluation sensorielle suggère qu'un ratio de 30% de supplémentation en farine d'orge a donné les meilleurs résultats en termes d'acceptabilité du pain. Dans l'ensemble, ce projet met en évidence le potentiel de l'orge en tant que source alimentaire nutritive et l'importance de la diversité génétique dans le développement de variétés d'orge aux profils nutritionnels améliorés. Les résultats contribuent à l'avancement des programmes de sélection, en promouvant l'utilisation de l'orge en tant que culture adaptable dans diverses applications alimentaires.

Mots clés : Orge, Hordeum spontaneum, nutrition, β -glucane, Micronutriments, Génotype x Environnement, GGE Biplot, Panification, Évaluation Sensorielle, Propriétés Rhéologiques, Blé Tendre.

Abstract:

Barley, an ancient domesticated crop, holds significant potential as an adaptable food source due to its nutritional benefits. Traditionally used for feed and malt, but now is being recognized for its health-promoting properties. The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA) has a global mandate for barley improvement and maintains diverse collection of Hordeum species for genetic research. This research aims at promoting the use of barley as food. The first part concerns the evaluation of 117 accessions of Hordeum spontaneum, a wild progenitor of cultivated barley, to identify genetic resources that could be used in breeding programs to develop new barley varieties with enhanced nutritional value. Specifically, the focus was on β glucan, a dietary fiber known for its health benefit, and microelements, which contribute to overall nutritional composition. Results have revealed significant variation among the bulk and the single plant accessions, in terms of β -glucan and microelement contents. β -glucan content ranged from 1.44 to 11.3% for Hordeum spontaneum accessions and from 1.62 to 7.81% for cultivated barley lines. Regarding the micronutrient content no differences were found between the wild and cultivated species. This diversity provides valuable opportunities to develop biofortified barley germplasm that can address specific nutritional needs. Accessions have been identified with higher levels of Iron, Zinc and Selenium, as well as significant content of β -glucan that are used in breeding efforts to develop nutrient-rich barley germplasm and varieties. The second part allowed to assess the effects of environment on five Moroccan varieties and two elite breeding lines for β glucan, Protein, Thousand Kernel Weight, Iron, Zinc, and Selenium. The findings indicated notable differences among genotype and among environments and significant genotype x environment interactions. Across environments, Chifaa showed the highest β -glucan (6.2 – 11.6%), with the exception of environment Tassaout during the 2016-17 season. Further the elite line M9V5 gave a significantly higher protein content (12.4 to 20.1%) at all the locations and over the two growing seasons. The GGE biplot analysis allowed to evaluate the stability of the performance of the studied genotypes and to recommend the most discriminating environments for future breeding efforts. Among tested genotypes, the hulless variety Chifaa can be promoted as a biofortified variety for human consumption in Morocco. Among sites, Marchouch can be used for efficient selection for β -glucan.

Furthermore, the same released varieties were used in a study to explore the incorporation of barley flour into bread making, aiming to improve the nutritional value of bread without damaging its technological properties. The effects of four ratios of flour of five varieties of barley mixed with the flour of bread wheat Achtar variety on nutritional, technological and sensory aspects of the dough and bread were assessed. The results showed that increasing the proportion of barley flour led to an increase in the β -glucan content of the mixed flours from 0.78% to a range between 0.85% and 1.68%. The protein content changed from 14.7 in bread wheat flour to a range between 11.12 and 12.45, while certain rheological properties such as stability and mixing time were negatively affected. Sensory evaluation suggests that 30% ratio of barley flour supplementation yielded the highest bread acceptability scores. Overall, this project highlights the potential of barley as a nutritious food source and the importance of genetic diversity in developing barley varieties with enhanced nutritional profiles. The finding contributes to the advancement of breeding programs, promoting the utilization of barley as a healthy and adaptable crop in various food applications.

Key words: Barley, Hordeum spontaneum, food, β -glucan, Micronutrients, Genotype x Environment, GGE biplot, Bread making, Sensory evaluation, Rheological properties, Bread wheat.

