

BREAD MAKING POSSIBILITY OF ALGERIAN DURUM WHEAT (*Triticum turgidum* L.var.*durum*) VARIETIES

A. Kirouani^{1,2*}, M. Taghouti³, L. Boukhalfoun¹, F. Henkrar⁴, SM. Udupa⁴

¹Université Dr Yahia Fares de Médéa, Faculté des Sciences, Département SNV, 26000, Algeria

²Laboratoire d'Amélioration Intégrative des Productions Végétales, ENSA, El-Harrach, Alger

³Centre Régional de la Recherche Agronomique de Rabat, Maroc

⁴International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA), Rabat, Morocco

Received: 03 August 2020 / Accepted: 19 August 2020 / Published online: 01 September 2020

ABSTRACT

Actually, gluten strength, yellow pigment content and protein quality play an axial role in durum wheat selection. In order to characterize the baking quality of Algerian germplasm, we used eighteen (18) local and improved durum wheats cultivars. The present study showed the presence of significant differences within our genetic resources for several traits. SDS sedimentation test results suggested that, Ofanto, Bidi₁₇, Mexicali, Saoura were classified in the same rank as Marzak, which are considered the best cultivars, with a very high gluten strength and a top score (8) revealed by a mixoragraphy test, these varieties are important for bread making. Yellow pigments analysis showed that, Saoura, Oued Elbared and Waha presented a high yellow pigment content than the check Louiza known for its high yellow index. These results are very motivating to be used in Algerian selection program.

Keywords: durum wheat; yellow pigments; mixograph; gluten strength; bread making.

Author Correspondence, e-mail: kirouani.abderrezzak@univ-medea.dz

doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v12i3.15>



1. INTRODUCTION

Le grain de blé est un aliment de base qui contient de nombreux composés bénéfiques pour la nutrition et la santé [1,2], Le blé dur est principalement utilisé pour les pâtes alimentaires en Europe et en Amérique du Nord et pour le couscous et le pain en Afrique du Nord et au Moyen-Orient [3]. La concentration en protéines du grain, la force du gluten et la teneur en pigment jaune sont les attributs de qualité les plus importants pour la sélection du blé dur et ont orienté les activités des obtenteurs ces dernières années [4]. Les protéines de gluten constituent jusqu'à 80% à 85% de la protéine de farine totale, et confèrent des propriétés d'élasticité et d'extensibilité qui sont essentielles pour la fonctionnalité des farines de blé [5]. La couleur jaune vif est un facteur important dans l'utilisation des pâtes pour fabriquer des pâtes alimentaires de bonne qualité [3,6]. Cette couleur provient des pigments caroténoïdes naturels de la semoule de blé dur [7]. Le test physique de la pâte et les mesures rhéologiques descriptives peuvent être effectués par mixographe, farinographe, alvéographe et extensographe [8]. Le mixographe mesure et enregistre la résistance d'une pâte au mélange [9]. Il peut utiliser 2, 5 ou 10 g de farine [10]. Le volume de sédimentation au dodécylsulfate de sodium une autre méthode hautement reproductible peu coûteuse et prenant moins de temps, donne une indication sur le comportement physico-chimique de la farine et de la capacité d'agrégation des protéines [11]. La présente étude a été menée avec un ensemble de 18 variétés algériennes locales et améliorées de blé dur avec les objectifs suivants : (i) définir leur utilisation finale en utilisant le mixographe, le test de sédimentation par SDS et la teneur en pigments jaunes (ii) identifier un groupe des meilleurs cultivars qui pourraient être utilisés comme géniteurs dans les futurs programmes de sélection. Des travaux antérieurs réalisés sur ces variétés ont montré une diversité génétique importante en utilisant des marqueurs génétiques de type SSR (séquence unique répétée) [12] ou par le biais des marqueurs phénotypiques [13].

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel végétal

Notre expérimentation s'est déroulée au Maroc dans deux institutions : le Centre Régional de la Recherche Agronomique (CRRA, Rabat) et le Centre International pour la Recherche

Agricole dans les Régions Arides (ICARDA, Rabat). Dix huit (18) variétés algériennes locales et améliorée de blé dur ont fait l'objet de notre étude. Ces variétés ont été obtenues auprès de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC, Alger, Algérie). Les variétés locales sont représentées par : Bidi₁₇, Mohamed Ben Bachir, Hedba₀₃, Megress, Bousselam, Cirta, Saoura, Mansourah, Oued Elbared et Wahbi alors que les variétés améliorées sont représentées par : Vitron, Targui, Gta Dur, Mexicali, Ofanto, Simeto, Waha, Chen's.

2.2. Variables mesurées

2.2.1. Test de sédimentation au dodécyl sulfate de sodium (SDS)

Ce test a été réalisé au sein du laboratoire d'amélioration génétique et qualité des blés (Unité de recherche sur l'amélioration des plantes, conservation et valorisation des ressources phytogénétiques, CRRA), il consiste à évaluer la force du gluten par la détermination du volume de sédimentation. 1g de farine complète de chaque échantillon a été mélangée à une solution d'acide lactique et de Sodium Dodecyl Sulfate (SDS). Un colorant Bleu de Comassie Brillant (CBB) a été utilisé pour faciliter la lecture. Après agitation et un temps de repos de 14 minutes, le volume du dépôt exprimé en ml résultant de la sédimentation des particules de farine a été mesuré [14]. La variété marocaine de blé dur "Marzak" a été utilisée comme témoin.

2.2.2. Mesure des pigments jaunes

Au niveau du laboratoire d'amélioration génétique et qualité des blés (Unité de recherche sur l'amélioration des plantes, conservation et valorisation des ressources phytogénétiques, CRRA), en utilisant la méthode à petite échelle décrite par American association of cereal chemists [15], chaque échantillon a été conditionné à 16% d'humidité avant d'être moulu, 0,2g de farine complète a été déposée dans un microtube à centrifuger (2ml), 1ml de butanol saturée d'eau (BSE) a été ajouté, centrifuger pendant 10 minutes après une (1) heure de repos à l'obscurité, ensuite le surnageant est récupéré pour procéder aux mesures de la densité optique DO. La variété marocaine de blé dur "Louiza" a été utilisée comme témoin.

Le taux des pigments jaunes est calculé à partir de la formule suivante :

$$C = 30,1 \times A \times (100/(100 - H)) \quad \text{où}$$

C : Teneur en pigments exprimé en ppm par matière sèche

A : Absorbance à 435,8 nm

H : Humidité de l'échantillon en %

2.2.3. Test au mixographe

Ce test a été fait au laboratoire de qualité des céréales et des légumineuses (ICARDA), Selon la méthode décrite par Finney et Shogren [16], à partir de l'humidité et le taux de protéine de la farine de chaque échantillon, la quantité à analyser et le volume d'eau à ajouter ont été déterminés. Après 10 minutes de mélange, un mixogramme sera tracé, plusieurs paramètres peuvent être notés à savoir : temps de mélange (MT), résistance maximale de la pâte (PDR) et la largeur de la bande à la PDR (BWPR), ces paramètres ont été utilisés pour déterminer le score de mixographie sur une échelle de 1 à 8 en référence à la méthode AACC N°54-40A [17], comparée au contrôle «Marzak».

2.3. Analyse statistique

Toutes les données ont été soumises à une ANOVA unidirectionnelle et la comparaison des moyennes est faite en se référant au test de Duncan au seuil de 5% en utilisant le logiciel SPSS, V 25. Les coefficients de corrélation entre le volume de sédimentation, le contenu en pigments jaunes et les paramètres de mixographie étaient calculés en utilisant l'option Spearman du logiciel SPSS V.25. Tous les histogrammes ont été réalisés par le logiciel Excel 2007. Les mixogrammes ont été tracés par le mixographe et révélés par l'application Mixsmart V.3.40.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Test de sédimentation

L'analyse par ANOVA des valeurs du volume de sédimentation par SDS indique un effet de variété hautement significatif. En utilisant le test Tukey, les valeurs génotypiques variaient entre 2,58 et 12 ml. La variété Saoura qui formait un groupe séparé, est en tête du classement avec une valeur de 12 ml suivie par Mexicali, Bidi₁₇, Ofanto, Gta dur et le témoin Marzak, chacun d'eux dans un groupe séparé également (Figure 1). Basé sur les normes internationales citées par Pena et al. [18], les variétés qui expriment une teneur élevée en gluten sont celles qui dépassent un volume de 10 ml. Ces variétés sont Ofanto, Bidi₁₇, Mexicali, Saoura et le

contrôle Marzak. Les variétés qui révèlent une teneur moyenne en gluten sont celles qui présentent les valeurs de 8 à 10 à savoir : Oued Elbared, Simeto et Gta dur. Les variétés restantes, telles que Targui, Megress, Wahbi, Mansourah, Waha, Bousselam, Cirta, Hedba03, Chen's, Vitron et MBB ont présenté des valeurs inférieures à 8 révélant une faible teneur en gluten. Remil et coll. [19], ont rapporté que quelques variétés algériennes présentaient un volume de sédimentation plus élevé que Marzak. Une corrélation hautement significative et positive ($P \leq 0,001$) entre le volume de sédimentation et d'autres traits de qualité comme le temps de mélange (MT), la largeur de la bande à la résistance maximale de la pâte (BWPDR) et le score du mixographie, avec R^2 correspondant respectivement à 0,47, 0,7 et 0,53. Ces résultats peuvent s'expliquer par le rôle de la gluténine dans la détermination de la sédimentation par SDS et par son stockage dans les protéines qui peut faire varier certaines caractéristiques de la pâte comme le temps de mélange, la résistance maximale de la pâte et l'extensibilité de la pâte. Raciti et coll. [20] ont indiqué que le score du mixographie était significativement corrélé avec le volume de sédimentation par SDS. Un volume plus élevé est corrélé à une pâte plus compacte [19,20]. Zeleny et coll. [25] et Dexter et al. [21], ont rapporté une corrélation significative ($r = 0,74$) entre le volume de la sédimentation par SDS et les propriétés de mixage chez le blé dur.

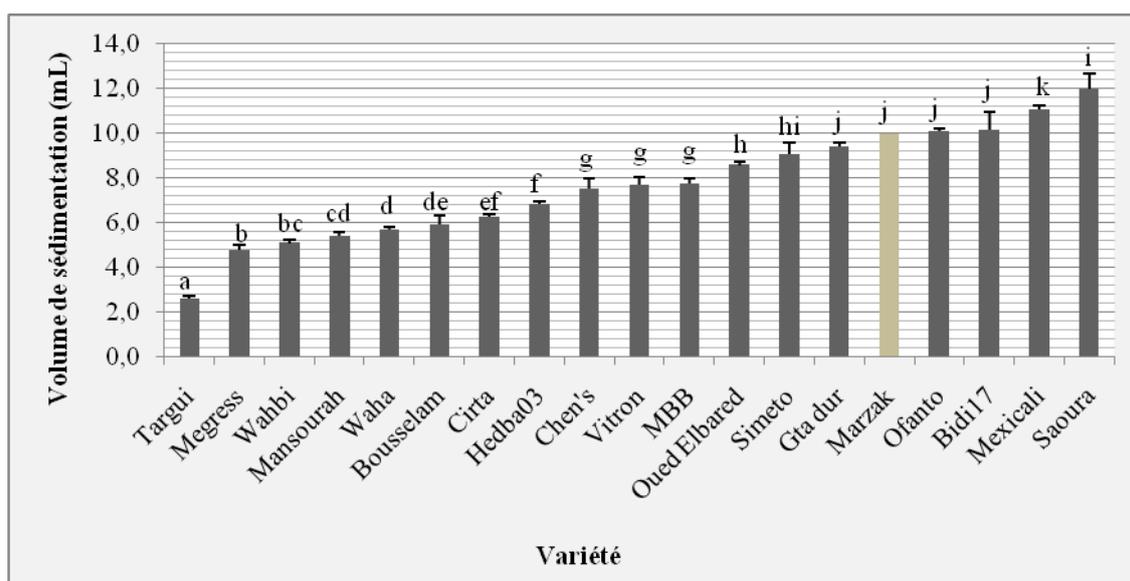


Fig.1. Volume de sédimentation de 18 variétés de blé dur comparées au témoin (Marzak)

3.2. Contenu en pigment jaune

L'analyse de la variance de la variable pigments jaunes, a montré un effet de variété hautement significatif. Il est rapporté que la teneur en pigment jaune du blé dur fluctue entre 4 et 8 ppm [5]. Selon le test de Tukey une large variation allant de 3,76 à 8,03 ppm existe entre les variétés étudiées (Figure 2). La variété locale Mansourah a obtenu la meilleure teneur en pigment jaune (8,03 ppm), suivie par Oued Elbarred et Waha. Ces résultats suggèrent que ces variétés sont meilleures que le témoin utilisé (Louiza) qui a enregistré une valeur moyenne de 6,75 ppm. Amallah et coll. [24] ont rapporté que les variétés améliorées présentaient un contenu faible en pigments jaunes par rapport aux variétés locales. Ces auteurs ont noté une valeur moyenne de 5,48 ppm dans les variétés marocaines améliorées et de 7,36 ppm dans les variétés marocaines locales. Dans le présent travail, l'analyse de corrélation s'est révélée non significative entre le contenu en pigments jaunes et les autres traits. Ces résultats concordent avec plusieurs études [20,25].

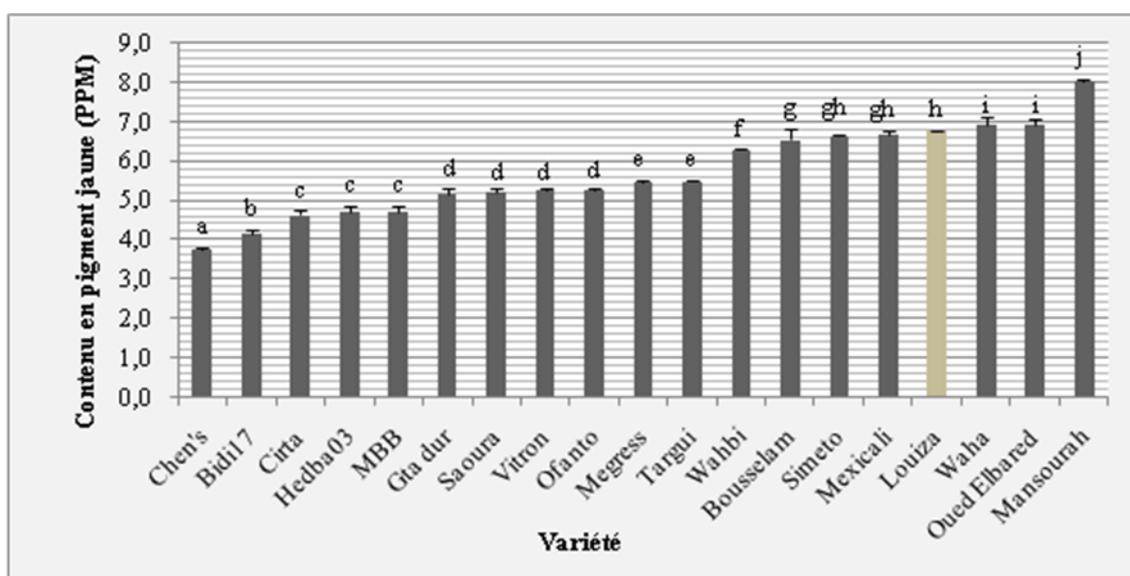
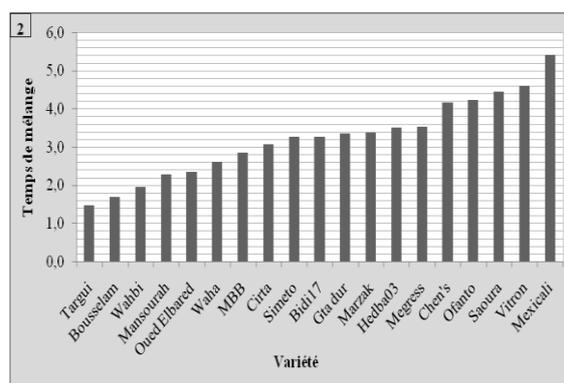
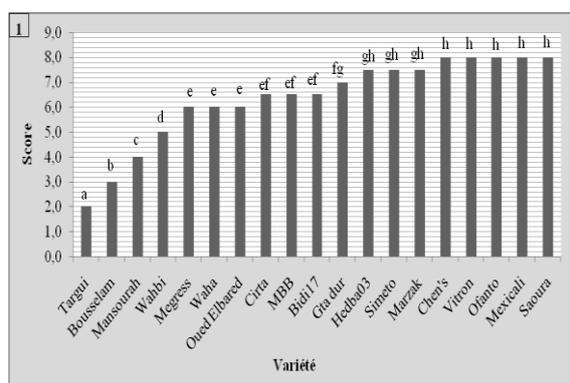


Fig.2. Contenu en pigment jaune de 18 variétés de blé dur comparées au témoin (Louiza)

3.2. Test de score de mixographie

Selon les normes citées par l'ICARDA, les génotypes considérés comme aptes à la panification sont ceux qui présentent un temps de mélange qui excède 3mn. Les variétés qui

méritent d'être proposées de ce fait pour la panification sont Mexicali, Megress, Cirta, Hedba₀₃, Chen's, Vitron, Simeto, Gta dur, Ofanto, Bidi₁₇, Saoura. Ces dernières sont classées au même rang que le témoin Marzak pour ce paramètre. Les variétés Targui, Wahbi, Mansourah, Waha, Boussalem, MBB, Oued Elbared, ne sont pas valables pour la panification mais plutôt pour la confection de couscous, pâtes et biscuits puisqu'elles présentent un temps de mélange inférieur à 3 (Figure 3.2). En général, les variétés destinées à la panification se caractérisent par une résistance élevée de la pâte lors du malaxage et une large bande de mixogramme au pic de résistance de la pâte (Figure 3.3 & 3.4). L'analyse par mixographe a indiqué une différence hautement significative entre les différentes variétés étudiées. En effet, les valeurs de score allaient de 2 à 8 (Figure 3.1) avec un score moyen de 6,5. 38% des cultivars utilisés ont montré des scores de mixographe supérieurs ou égaux à la valeur du témoin. En fait Mexicali, Saoura, Ofanto, Vitron et Chen's ont présenté un score de 8 contre 7,5 pour Marzak (contrôle), Hedba₀₃ et Simeto (Figure 3.1). Raciti [20] a indiqué que Simeto avait un score élevé pour ce paramètre ce qui confirme nos résultats. Des corrélations positives ont été observées entre le temps de mélange avec à la fois le score de mixographie et la largeur de la bande à la PDR avec des valeurs R² de 0,76 et 0,88 respectivement. Une corrélation positive a aussi été observée entre le score de mixographie et la largeur de la bande à la PDR avec un R² de 0,78. Les résultats obtenus pour les différentes corrélations corroborent ceux obtenus par Raciti [20].



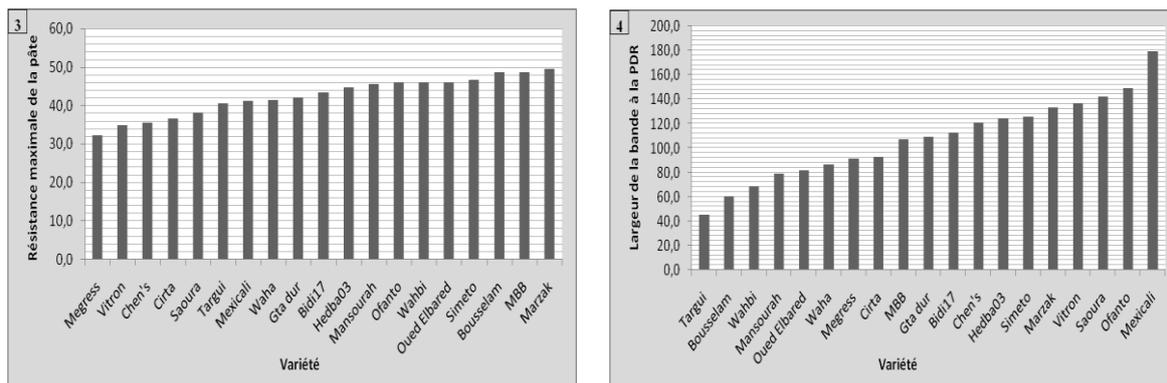


Fig 3. Caractéristiques rhéologiques de 18 variétés de blé dur comparées au témoin (Marzak)
 1. Score, 2. Taux de mélange, 3. Résistance maximale de la pâte (PDR), 4. Largeur de la bande à la PDR

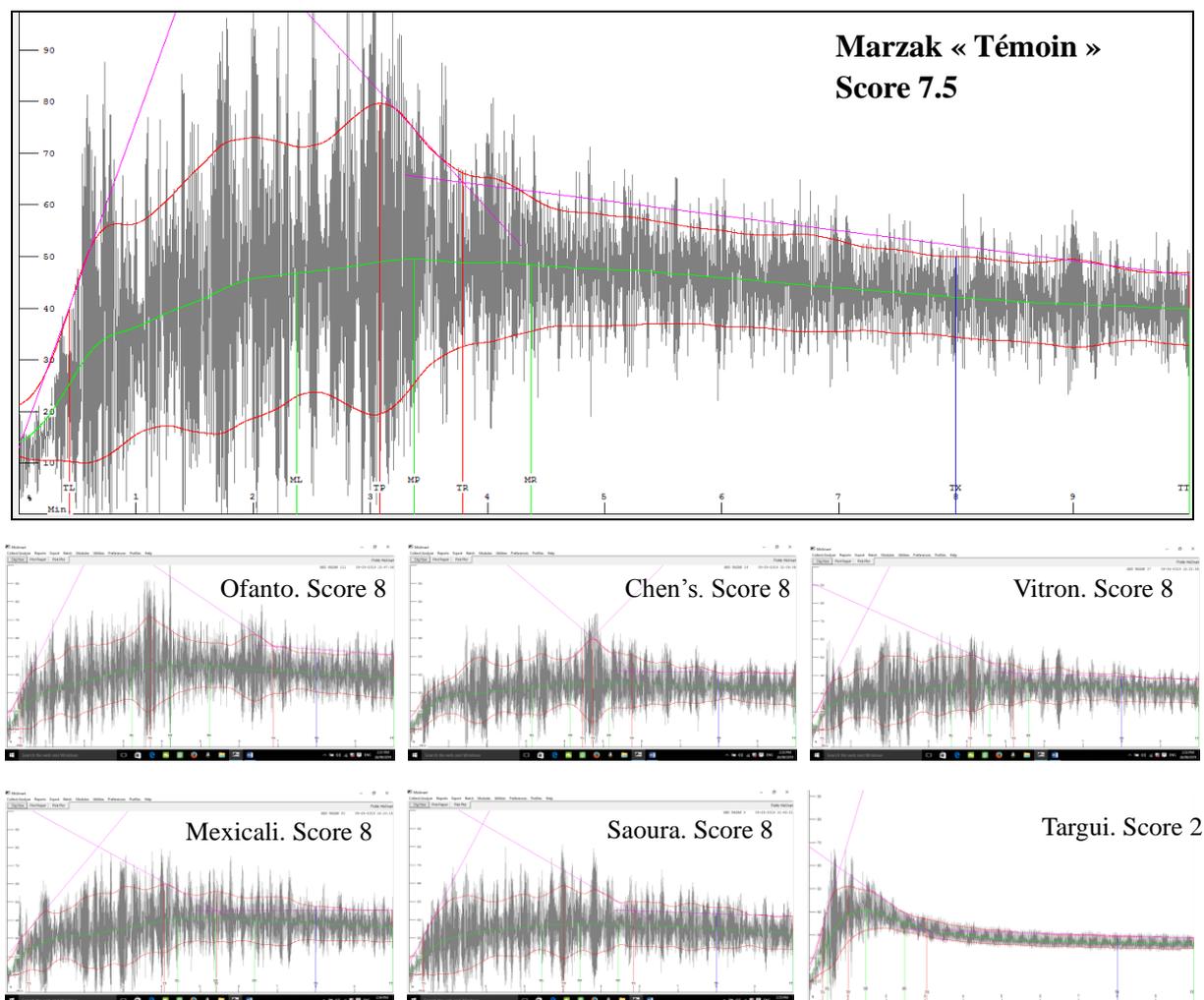


Fig. 4. Mixogramme et scoring de quelques variétés de blé dur comparées au témoin « Marzak »

4. CONCLUSION

Les variétés locales ou améliorées de blé dur cultivées en Algérie constituent une source intéressante en termes de qualité. En effet, beaucoup de variétés et en tête Saoura, Mexicali et Ofanto ont présenté un volume de sédimentation et un score de mixographie très important et meilleur que le témoin marocain utilisé, ce qui leur ont conféré une force de gluten très élevée et par conséquent ces variétés sont donc destinées à la fabrication du pain. Les autres variétés comme Targui, Mansourah, et Boussalem ne sont pas valables pour la panification vu la présence d'un volume de sédimentation et un score de mixographie faible. Ces dernières sont donc plutôt aptent pour la confection de couscous, pâtes alimentaires et biscuits. Le contenu en pigments jaunes est un caractère très recherché par le consommateur, puisqu'il rend le produit plus attractif pour les clients, dans ce sens les variétés Mansourah, Oued Elbared et Waha se sont révélées plus intéressantes que le témoin en présentant un contenu très élevé en pigments jaunes. La collection utilisée dans la présente étude peut offrir un véritable choix pour la fabrication des pâtes, des biscuits ou le pain. Ces variétés peuvent aussi être très intéressantes pour de futurs programmes d'amélioration génétique.

5. ACKNOWLEDGEMENTS

Cette étude a été soutenue par le Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRA de Rabat, Maroc). Les auteurs tiennent à remercier les collègues M. Kamar (CRRA, Rabat, Maroc) et A. El baouchi (Laboratoire de qualité des céréales et légumineuses. ICARDA, Rabat, Maroc) pour leur soutien technique.

6. REFERENCES

- [1] Kimball B A, Morris, C F, Pinter Jr P J, Wall, G W, Hunsaker, D J, Adamsen F J, LaMorte R L, Leavitt S W, Thompson T L, Matthias A D, and Brooks T J. Elevated CO₂, drought and soil nitrogen effects on wheat grain quality. *New. Phytol.*, 2001, 150:295–303
- [2] Zhao C X., He M R, Wang Z L, Wang Y F, and Lin Q. Effects of different water availability at post-anthesis stage on grain nutrition and quality in strong-gluten winter wheat. *C.R. Biol.*, 2009, 332:759–764.
- [3] Troccoli A, Borrelli G M., De Vita P, Fares C, and Di Fonzo, N. Durum wheat quality. I. A

multidisciplinary concept. J. Cereal Sci., 2000, 32:99–113.

[4] Blanco A, Colasuonno P, Gadaleta A, Mangini G, Schiavulli A, Sincone, Digesù A M, De Vita P, Mastranpelo A M, and Cattivelli L. Quantitative trait loci for yellow pigment concentration and individual carotenoid compounds in durum wheat. J. Cereal Sc., 2011, 54:255–264.

[5] Shewry P R, Halford N G, and Tatham A S. High molecular weight subunits of wheat glutenin. J. Cereal. Sci., 1992, 15:105–120.

[6] De Vita P, Destri Nicosia O L, Nigro F, Platani C, Riefolo C, Di Fonzo N, and Cattivelli L. Breeding progress in morpho-physiological, agronomical and qualitative traits of durum wheat cultivars released in Italy during the 20th century. Eur. J. Agron., 2007, 26:39–53

[7] Feillet P, Autran J C, and Icard C. Pasta brownness: An assessment. J. Cereal Sci., 2000, 32:215–233.

[8] Rasper, V. F. Dough rheology and physical testing of dough. In B. S. Kamel, & C. E. Stauffer (Eds.), Advances in Baking Technology. Glasgow: Blakie Academic and Professional, 1993, pp. 107-133.

[9] Finnie S, Atwell W. A. Wheat and Flour Testing. Wheat Flour, 2nd edition, AACCI International, Inc, 2016, pp. 65–67.

[10] Ohm J B, and Chung O K. Gluten, Pasting, and Mixograph Parameters of Hard Winter Wheat Flours in Relation to Bread making. Cereal. Chem., 2014, 76(5): 606–613

[11] Graybosch R A, Peterson C J, Shelton D R, and Baenziger P S. Genotypic and environmental modification of wheat flour protein composition in relation to end-use quality. Crop. Sci., 1996, 36:296-300

[12] Kirouani A, Henkrar F, Udupa M S, Boukhaloun L, Bouzerzour H. Genetic diversity in Algerian durum wheat varieties (*Triticum turgidum* L var. *durum*) using microsatellite markers. Biosci J., 2018, 34(6):1575-1583.

[13] Kirouani A, Ould Kiar R, Boukhaloun L, et Fellahi Z E A. Caractérisation de quelques variétés Algériennes de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) par le biais des marqueurs phénotypiques. J Appl Biosci., 2019, 142:14464-14477.

[14] Dick J W, and Quick J S. A modified screening test for rapid estimation of gluten

strength in early generation durum wheat breeding lines. *Cereal. Chem.*, 1983, 60:315-318

[15] AACCV. International. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Method, n°14 50.01, 2010, St. Paul.

[16] Finney K F, and Shogren M D. A ten-gram mixograph for determining and predicting functional properties of wheat flour. *Baker's Dig*, 1972, 46(2):23.

[17] AACCC. International. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Mixograph Method 54-40A, 1995, St. Paul.

[18] Pena R J, Amaya A, Rajaram, and Mujeeb-kazi A. Variation in quality characteristics associated with some spring 1B/1R translocation wheats. *J. cereal. Sci.*, 1990, 12:105-112.

[19] Remil A, Taghouti M, Benali M, and Belbraouet S. Physicochemical Analysis, Electrophoretic Characterization and Verification of the Protein Fractions Responsible for Celiac Disease of Wheat Varieties Imported and Grown in Western Algeria. *South. Asian. J. Exp. Biol.*, 2017, 7(2):113-121.

[20] Raciti C N, Doust M A, Lombardo G M, Boggini G, and Pecetti L. Characterization of durum wheat mediterranean germplasm for high and low molecular weight glutenin subunits in relation with quality. *Eur J Agron.*, 2003, 19:373-382.

[21] Dexter J E, Matsuo R R, Kosmolak F G, Leisle D, and Marchylo B A. The suitability of the SDS-sedimentation test for assessing gluten strength in durum wheat. *Can. J. Plant. Sci.*, 1980, 60:25-29.

[22] Lorenzo A, and Kronstad W E. Reliability of two laboratory techniques to predict bread wheat protein quality in nontraditional growing areas. *Crop. Sci.*, 1987, 27:247-252.

[23] Zeleny L, Greenaway W T, Gurney G M, Fiffield C C, and Lebsock K. Sedimentation value as an index of dough-mixing characteristics in early-generation wheat selections. *Cereal. Chem.*, 1960, 37:673-378.

[24] Amallah L, Raghouti M, Rhrib K, Gaboun F, and Hassikou R. Genetic Variability in Agro-morphological and Quality Traits of Mediterranean Durum Wheat Landraces. *Cereal. Res. Commun.*, 2015, 43:123–132.

[25] Şahin M, Göçmen A, Akçacık S, Aydoğan S, Hamzaoğlu M, and Türköz. Assessment of Quality of Durum Wheat Breeding Material by Means of Mixograph Parameters. *Journal of*

Bahri Dagdas Crop Research., 2015, 3(1):1-6.

How to cite this article:

Kirouani A, Taghouti M, Boukhalfoun L, Henkrar F, Udupa SM. Bread making possibility of Algerian durum wheat (*Triticum turgidum L.var.durum*) varieties. J. Fundam. Appl. Sci., 2020, 12(3), 1223-1234.