RESUME

La couche à aleurone (CA) est l'un des tissus périphériques du grain non retenu et entrainé avec le son lors de la mouture du blé. La CA est une excellente source de vitamines, de minéraux et d'antioxydants potentiellement utiles pour la valeur nutritive et santé de la farine. Cette couche est une cible importante pour l'enrichissement et l'amélioration de la farine et d'autres produits céréaliers. Le but de cette étude était : (1) de disséquer et d'observer par le microscope électronique à balayage la couche unicellulaire à aleurone, (2) de révéler, de caractériser et d'identifier les protéines de la CA variant significativement entre les variétés de blé appartenant aux trois principales espèces cultivées : le blé tendre *Triticum aestivum* (Ta, 6X), le blé dur *Triticum durum* (Td, 4X) et l'engrain *T. monococcum* (Tm, 2X). L'approche choisie pour ce second objectif s'est appuyée sur l'analyse du protéome de la CA du grain mature. Pour chaque espèce, trois génotypes cultivés la même année et dans les mêmes conditions environnementales ont été étudiés ; (3) de rechercher, pour un même génotype cultivé sur deux années différentes, d'éventuelles variations du protéome de la CA. Par électrophorèse bidimensionnelle suivie d'une coloration au bleu de Coomassie, 1320 spots furent révélés pour l'espèce diploïde (2X), 1109 pour les blés durs (4X) et 1258 pour les blés tendres (6X). Les comparaisons quantitatives (sur l'abondance relative des spots protéiques) et qualitatives (présence / absence des spots) intra-spécifiques (entre variétés) et interspécifiques font apparaître au total 339 spots significativement différents dans le CA des blés tendres, dans celle des blés durs et entre ces deux espèces. Or sur ces 339 spots seulement 43 (soit 3.4 et 3.8% des spots du blé tendre et du blé dur) sont significativement différents entre ces deux espèces. Cette même comparaison intra et inter espèces effectuée pour le blé tendre et l'engrain fit apparaître 182 spots variants. Seulement 88 spots (soit 7% et 6,7% des spots du blé tendre et de l'engrain, respectivement) sont significativement différents ente les deux espèces Ta et Tm. Ces résultats qui nous montrent que plus de 96% des protéines de la CA sont communes aux deux espèces Ta vs Td (et plus de 93% sont communes pour Ta vs Tm), nous indiquent que la diversité intra spécifique (d'origine variétale) est largement supérieure à la diversité inter spécifique due à une composition génomique différente. Les protéines qui variaient quantitativement et qualitativement au sein de chacune des espèces appartiennent majoritairement au groupe des protéines de réserve de type globulines (Glo-3, Glo-B, Glo-3C) mais sont aussi constituées des protéines du métabolisme cellulaire: glycolyse, protéines impliquées dans le repliement, protéines de transport, de signalisation et d'autres associées à la réponse au stress et au métabolisme des xyloses. Ces travaux non réalisés à ce jour sur les céréales devront être confirmés par l'analyse d'un plus grand nombre de cultivars par espèce. Notre étude a aussi révélé une stabilité remarquable des protéines exprimées dans la CA de blés exposés à des différences environnementales abiotiques.

***Mots-clés**:* Blé tendre; blé dur; engrain; globulines; couche à aleurone, voies métaboliques;

الملخص

هي واحدة من الأنسجة الطرفية من الحبوب غير المحتفظة بها والموجودة مع النخالة خلال قمح الطحين. طبقة آلورون هى مصدر ممتاز من المعادن والفيتامينات والمواد المضادة للأكسدة يمكن أن تكون مفيدة للصحة والقيمة الغذائية للدقيق. هذه الطبقة هي هدف هام لتخصيب وتحسين الدقيق ومنتجات الحبوب الأخرى. الغرض من هذه الدراسة: (1) ملاحظة تشريح عن طريق المجهر الإلكترون لطبقة آلورون وحيدة ألخلية. وتكشف (2) وتوصيف وتحديد البروتينات تختلف اختلافا كبيرا بين أصناف القمح تابعة لمحاصيل الرئيسية الثلاثة القمح و *T.* تريتيكوم *monococcum* (Tm, 2X) ، القمح القاسي تريتيكوم القاسي، 2X ،Td. واستند النهج الذي تم اختياره لهذا الهدف الثاني على تحليل للبروتيوم من الحبوب الناضجة. لكل ألأنواع وبدراسة ثلاثة أنماط جينية نمت في نفس العام ونفس الظروف ألبيئية (3) للبحث عن التركيب الوراثي تزرع في عامين مختلقة أي تغييرات في بروتيوم من CA. من قبل اثنين من الأبعاد الكهربائي تليها تلطيخ مع الزرقاء Coomassie، تم الكشف عن 1320 نقاط لمضاعف (X2، 109 بالنسبة للقمح القاسي (X4) و 1258 بالنسبة للقمح اللين (X6). المقارنات الكمية (الوفرة النسبية للبقع البروتين) والنوعية (وجود / عدم وجود بقع) ضمن النوع (بين أصناف) وبين الأنواع تظهر بقع بمجموع 339 اختلافا كبيرا في حبة القمح اللين والثابت بين هذين النوعين. ولكن من بين هذه البقع ، 43 فقط (أو 3.4 و 3.8٪ من القمح القاسي والقمح الصلب) تختلف اختلافا كبيرا بين هذين النوعين. المقارنة نفسها داخل وبين الأنواع التي أجريت على القمح وeinkorn تغيرات في 182 من البقع . فقط 88 من البقع (7٪ و 6.7٪ من القمح وeinkorn، على التوالي) تختلف اختلافا كبيرا بين اثنين ومن بين الأنواع تبين هذه النتائج أن أكثر من 96٪ من البروتينات من طبقة آلورون هي مشتركة بين كل الأنواع بين القمح الصلب و اللين مقابل (93٪ وأكثر من einkorn)، وتبين لنا أن التنوع داخل محددة (الأصناف الأصلية) هو أكبر بكثير من التنوع بين الأنواع نظرا لتركيبتها الجينية المختلفة . البروتينات التي تختلف كما ونوعا في كل الأنواع تنتمي في الغالب إلى مجموعة من البروتينات التخزين مثل الجلوبيولين (GLO-3، GLO-B -GLO3) ولكن الذي أدلى أيضا للبروتينات الأيض الخلوي من: تحلل والبروتين المشاركة في للطي، وبروتينات النقل، والإشارات الأخرى المرتبطة استجابة التوتر والتمثيل الغذائي للالزيلوز. ينبغي تأكيد هذا العمل لم تفعل حتى الآن على الحبوب من خلال تحليل عدد أكبر من الأصناف في الأنواع. كما كشفت دراستنا استقرارا ملحوظا من البروتينات التي أعرب عنها في القمح تتعرض لاختلافات البيئية غير الحيوية

كلمات البحث: القمح، القاسي، einkorn، الجلوبيولين، طبقة آلورون ، المسارات الأيضية؛

ABSTRACT

Aleurone layer (AL) is one of the peripheral tissues of the grain unsuccessful and led with her during milling wheat. AL is an excellent source of vitamins, minerals and antioxidants potentially useful for health and nutritional value of the flour. This layer is an important target for the enrichment and improvement of flour and other grain products. The purpose of this study was: (1) to dissect and observed by scanning microscope electron unicellular aleurone layer, (2) reveal, characterize and identify AL proteins vary significantly between varieties wheat belonging to the three major crops: wheat Triticum aestivum (Ta, 6X), durum wheat Triticum durum (Td, 4X) and einkorn T. monococcum (Tm, 2X). The approach chosen for this second objective was based on the analysis of the proteome of the AL mature grain. For each species, three genotypes grown in the same year and the same environmental conditions were studied, (3) to search for a genotype grown in two different years, any changes in the proteome of the AL. By two-dimensional electrophoresis followed by staining with Coomassie blue, 1320 spots were revealed for the diploid (2X), 1109 for durum wheat (4X) and 1258 for wheat (6X). Quantitative comparisons (relative abundance of protein spot) and qualitative (presence / absence of spots) intraspecific (between varieties) and interspecific show total 339 spots significantly different in the wheat, in that of durum wheat and between these two species. But these 339 spots only 43 (or 3.4 and 3.8% of the spots wheat and durum wheat) are significantly different between these two species. This same comparison within and between species conducted on wheat and einkorn conjured spots 182 variants. Only 88 spots (7% and 6.7% of the spots wheat and einkorn, respectively) were significantly different between-two species Ta and Tm. These results show that over 96% of AL proteins are common to both species Ta versus Td (and over 93% are common for Ta versus Tm), we show that intra-specific diversity (original variety) is much greater than the inter-species diversity due to different genomic composition. Proteins that differed quantitatively and qualitatively in each species mostly belong to the group of storage proteins like globulins (Glo-3, B-Glo Glo-3C) but are also made of proteins of cellular metabolism: glycolysis, protein involved in the folding, transport proteins, signaling and other associated with the stress response and metabolism of xylose. This work not done to date on cereals should be confirmed by the analysis of a larger number of cultivars per species. Our study also revealed a remarkable stability of proteins expressed in the AL wheat exposed to abiotic environmental differences.

Keywords: *Wheat, durum, einkorn, globulins, aleurone layer, metabolic pathways;*