
Les graines sous l'œil de l'imagerie hyperspectrale proche infrarouge

J. A. Fernández Pierna, Ph. Vermeulen, Th. Buhigiro, V. Baeten et P. Dardenne

Centre wallon de Recherches agronomiques (CRA-W),
Département Qualité des productions agricoles,
Chaussée de Namur n°24, 5030 Gembloux, Belgique.
fernandez@cra.wallonie.be

RÉSUMÉ. Ce poster décrit une nouvelle technique permettant le contrôle de la qualité des graines à destination alimentaire et semencière. Elle repose sur l'utilisation de l'imagerie hyperspectrale proche infrarouge. Plusieurs études y sont présentées comme la détection des défauts des graines, la discrimination des différentes parties composant la graine ou la discrimination entre du soja modifié génétiquement et du soja conventionnel. Les techniques chimiométriques de visualisation appliquées sont l'analyse en composantes principales (ACP) et la reconstruction des images à partir des résultats obtenus.

MOTS-CLÉS: graine, semence, proche infrarouge, chimiométrie, imagerie spectrale.

1. Introduction

Parmi les différentes parties comestibles d'une plante, la graine est la production végétale la plus utilisée en alimentation humaine et animale dans le monde (FAO, 2001). On distingue deux types de cultures de graines: les cultures temporaires avec les céréales comme source d'énergie, les légumineuses comme source de protéines, les graines à huile comme source de lipide et les cultures permanentes avec les fruits secs, le café, le cacao ou certaines épices.

La qualité d'une graine peut être affectée par de nombreux facteurs: infestation par des insectes, stress hydrique, ... Toute perte de qualité peut conduire à des pertes financières pour les producteurs et les commerçants si la contamination ou la carence n'est pas détectée à temps. Les critères utilisés pour déterminer la qualité d'une graine sont fortement liés à sa destination, alimentaire ou semencière. Dans le secteur alimentaire, certains critères de qualité sont visuels comme la pureté spécifique (pas de contamination par des semences d'autres espèces ou par des matériaux d'origine minérale), l'uniformité de la taille, la forme, la couleur ou l'absence de dégâts extérieurs. D'autres critères ne peuvent être déterminés qu'en analysant l'intérieur de la graine comme le dégât des larves, la contamination par quelques toxines (mycotoxines), le stress lié aux conditions de stockage (température, humidité) ou la composition (amidon, protéine, huile, humidité). Dans le secteur semencier, en plus des critères de qualité définis pour les aliments, d'autres critères sont très importants comme la pureté variétale (pas de semences OGM) et la germination des semences. (Hurburgh, C.R. *et al.*, 2000; Ahmed, F.E., 2002). Pour l'inscription au catalogue de nouvelles variétés, les critères de DHS (distinction, homogénéité et stabilité) et de VAT (valeur agronomique et technologique) sont aussi pris en considération.

Pour l'évaluation de ces critères de qualité ainsi que l'identification des variétés, de nombreuses méthodes ont été développées parmi lesquelles les examens visuels des graines (couleur, forme, taille...), les tests de laboratoires, les analyses d'ADN ou de protéines ou encore les méthodes spectroscopiques. Certaines analyses nécessitent un personnel qualifié et les observations liées à l'expertise du technicien sont de ce fait assez subjectives. D'autres sont très élaborées, destructrices ou pas assez ciblées. L'industrie de la graine souhaite aujourd'hui des outils basés sur des critères plus objectifs et consistants pour évaluer la qualité, graine à graine, en temps réel. Pour satisfaire à ces besoins, des recherches récentes ont montré que la méthode d'imagerie a le potentiel pour devenir un outil viable pour le contrôle de la qualité des graines (Huckerby, S. *et al.*, 2005). L'imagerie hyperspectrale proche infrarouge (Baeten, V. *et al.*, 2005; Fernandez Pierna, J.A. *et al.*, 2005), peut apporter la réponse aux industriels en fournissant en quelques minutes une empreinte complète de la graine analysée. Cette technologie a déjà trouvé de nombreuses applications par exemple pour la télédétection en agriculture de précision ou en minéralogie mais également pour l'expertise de tableaux. Son intérêt majeur consiste dans le fait qu'elle permet de combiner simultanément des informations spatiales et spectrales (et donc chimiques) caractérisant l'échantillon.

2. Matériel et méthode

Le principe de fonctionnement de la caméra MatrixNIR utilisée est simple. Les graines sont disposées sur un porte-objet en céramique. Ce porte-objet est éclairé par quatre lampes inclinables. La lumière réfléchie passe au travers d'un sélecteur d'onde (LCTF – liquid crystal tuneable filter) avant d'atteindre la caméra infrarouge constituée de 76800 pixels ou détecteurs. Des images sont collectées tout les 10 nm de 900 nm à 1700 nm. L'ensemble des images collectées constitue un volume spectral dont les 2 premières dimensions représentent le champ d'analyse et la troisième dimension représente les absorbances aux différentes longueurs d'ondes. La caméra NIR permet de collecter simultanément les spectres d'un grand nombre de particules disposées sur le porte-objet.

3. Expérimentation

Plusieurs études sont présentées comme la détection des défauts des graines, la discrimination des différentes parties composant la graine ou la discrimination entre du soja modifié génétiquement et du soja conventionnel. Les techniques chimiométriques de visualisation appliquées sont l'analyse en composantes principales (ACP) et la reconstruction des images à partir des résultats obtenus. La création d'un masque sur les images est également étudiée de sorte à pouvoir extraire l'information pertinente à l'intérieur d'une image.

4. Conclusion

Les analyses montrées dans cette étude préliminaire, pratiquées sur des graines d'origine différente ont permis de démontrer l'intérêt de l'utilisation de l'imagerie hyperspectrale proche infrarouge combinée aux techniques chimiométriques pour l'étude graine à graine.

5. Bibliographie

- AHMED, F.E. (2002). DETECTION OF GENETICALLY MODIFIED ORGANISMS IN FOODS. *TRENDS BIOTECHNOL*, **20** (5), 215-223.
- BAETEN, V., FERNANDEZ PIERNA, J.A., MICHOTTE RENIER, A. & DARDENNE, P. (2005). IMAGERIE PROCHE INFRAROUGE: ANALYSE DE L'ALIMENTATION ANIMALE. *TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR*, **34**,
- FAO (2001). CONCEPTS, DEFINITIONS AND CLASSIFICATION: CROP STATISTICS. IN: *FOOD BALANCE SHEETS, ROME, ANNEX II*, 12.

FERNANDEZ PIERNA, J.A., BAETEN, V., MICHOTTE RENIER, A., COGDILL, R.P. & DARDENNE, P. (2005). COMBINATION OF SUPPORT VECTOR MACHINES (SVM) AND NEAR INFRARED (NIR) IMAGING SPECTROSCOPY FOR THE DETECTION OF MEAT AND BONE MEAT (MBM) IN COMPOUND FEEDS. *JOURNAL OF CHEMOMETRICS*, **18** (7-8), 341-349.

HUCKERBY, S., WINTER, P. & SYMONS, S. (2005). SYSTÈME D'ÉVALUATION DE LA COULEUR DES LENTILLES. [ONLINE]. AVAILABLE AT ADRESSE: [HTTP://WWW.GRAINSCANADA.GC.CA/PRODSE/PARTNERS/2000/LENTILCOLOUR-F.HTM](http://www.grainscanada.gc.ca/PRODSE/PARTNERS/2000/LENTILCOLOUR-F.HTM)

HURBURGH, C.R., RIPPKE, G.R., HEITHOFF, C., ROUSSEL, S. & HARDY, C., L. (2000). DETECTION OF GENETICALLY MODIFIED GRAINS BY NEAR INFRARED SPECTROSCOPY. *PITTCON 2000 - SCIENCE FOR THE 21ST CENTURY*, NEW ORLEANS, LA, MARCH 2000, 12-17.