**NIR Hyperspectral imaging for on-field detection of *Halyomorpha halys***

R. Calvini1\*, V. Ferrari1, L. Maistrello1, G. Foca1, A. Ulrici1

1 Department of Life Sciences, University of Modena and Reggio Emilia, Pad. Besta, Via Amendola, 2, 42122, Reggio Emilia, Italy

\*Corresponding author: rosalba.calvini@unimore.it

Field monitoring of insect pests is fundamental in crop management to gain information about their presence and abundance in order to timely adopt proper actions to face the infestation and avoid economical losses. However, for some high-invasive pests of global importance like *Halyomorpha halys*, classical management procedures are ineffective due to high reproductive potential, high mobility and polyphagy (Maistrello et al., 2018). As an improvement for crop field management, spectral cameras mounted on Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) and other IoT devices are becoming a promising innovative technology allowing fast, efficient, and real-time monitoring of insect infestations.

The present study has been developed in the frame of the HALY.ID project, which aims at implementing a prototype of a digital platform for monitoring the presence of brown marmorated stink bugs in crop fields. In this case, NIR hyperspectral imaging was used to overcome mimicry of *H. halys* and to identify the spectral wavebands more relevant for bug detection on different vegetal backgrounds.

The hyperspectral images were acquired in the 980-1660 nm range and then subjected to a masking procedure, performed by applying PCA, which permitted to effectively identify the pixel spectra of the bugs and those related to the different backgrounds. Based on these results, a library of reference spectra of *H. halys* bugs and of vegetal backgrounds was selected by Kennard-Stone algorithm and used for classification purposes using Soft Partial Least Squares-Discriminant Analysis (Soft PLS-DA) coupled with sparse based methods for spectral variable selection (Calvini et al., 2018). The classification models allowed to obtain satisfactory results in the detection of *H. halys* on different vegetal backgrounds. The selected spectral regions will be implemented in a multispectral imaging system, which is more suitable for automated on-field monitoring of the presence of *H. halys*.

**Keywords**: pest management, field monitoring, bug detection, spectral imaging, variable selection, multivariate classification

**Acknowledgements**: HALY.ID is part of ERA-NET Cofund ICT-AGRI-FOOD, with funding provided by national sources (Ministero delle politiche agricole e forestali, MIPAAF) and co-funding by the European Union’s Horizon 2020 research and innovation program, Grant Agreement number 862671.

**REFERENCES**

Calvini, R., Orlandi, G., Foca, G., Ulrici, A., 2018. Development of a classification algorithm for efficient handling of multiple classes in sorting systems based on hyperspectral imaging. Journal of Spectral Imaging. https://doi.org/10.1255/jsi.2018.a13

Maistrello, L., Dioli, P., Dutto, M., Volani, S., Pasquali, S., Gilioli, G., 2018. Tracking the spread of sneaking aliens by integrating crowdsourcing and spatial modeling: The Italian invasion of halyomorpha halys. BioScience 68, 979–989. https://doi.org/10.1093/biosci/biy112

**Utilizzo dell’imaging iperspettrale nel vicino infrarosso per la rilevazione in campo di *Halyomorpha halys***

R. Calvini1\*, V. Ferrari1, L. Maistrello1, G. Foca1, A. Ulrici1

1 Dipartimento di Scienze della Vita, Università di Modena e Reggio Emilia, Pad. Besta, Via Amendola, 2, 42122, Reggio Emilia, Italia

\*Corresponding author: rosalba.calvini@unimore.it

Il monitoraggio in campo è fondamentale per la gestione integrata delle avversità, poiché consente di reperire informazioni riguardo la presenza di specie infestanti al fine di adottare azioni tempestive, contenendo danni alle coltivazioni e perdite economiche. Tuttavia, per gli infestanti invasivi come *Halyomorpha halys* (c.d. cimice asiatica), il monitoraggio con le tecniche tradizionali risulta poco efficace a causa dell’alto potenziale riproduttivo, dell’elevata mobilità e della polifagia (Maistrello et al., 2018). Per migliorare la gestione in campo è possibile utilizzare sistemi automatizzati provvisti di camere spettrali, che consentono un monitoraggio rapido, efficiente ed in tempo reale.

Il presente lavoro è stato sviluppato nell’ambito del progetto HALYID (Halyomorpha hALYs Identification: Innovative ICT tools for targeted monitoring and sustainable management of the brown marmorated stink bug), volto all’implementazione di una piattaforma digitale per il monitoraggio della cimice asiatica in campo. In questo caso, l’utilizzo dell’imaging iperspettrale nel vicino infrarosso si è reso necessario a causa del mimetismo di *H. halys*.

Sono state acquisite immagini iperspettrali nel range 980-1660 nm di esemplari di *H. halys* su diverse tipologie di sfondi vegetali, e le immagini così acquisite sono state inizialmente elaborate mediante PCA per identificare i pixel relativi ad *H. halys* e ai diversi sfondi. Sulla base di questi risultati è stato selezionato mediante l’algoritmo di Kennard-Stone un dataset di spettri rappresentativi di entrambe le classi, che è stato utilizzato per lo sviluppo di modelli di classificazione atti a discriminare la cimice asiatica dai diversi sfondi. Per la classificazione è stata utilizzata una variante dell’algoritmo Partial Least Squares Discriminant Analysis, Soft PLS-DA, accoppiata a metodi *sparse* di selezione di variabili per identificare le regioni spettrali maggiormente informative (Calvini et al., 2018). Le lunghezze d’onda così selezionate potranno essere implementate in un sistema di imaging multispettrale, che risulta più veloce ed economico per il monitoraggio automatizzato in campo degli infestanti.

**Parole chiave**: pest mangement, monitoraggio in campo, cimice asiatica, imaging iperspettrale, selezione di variabili, classificazione multivariata

**Ringraziamenti**: Studio elaborato nell’ambito del progetto HALY.ID, ERA-NET Cofund ICT-AGRI-FOOD, finanziato dal Ministero delle politiche agricole e forestali, MIPAAF e co-finanziato dal programma di ricerca e innovazione dell’Unione Europea Horizon 2020, Grant Agreement number 862671.

**Riferimenti bibliografici**:

Calvini, R., Orlandi, G., Foca, G., Ulrici, A., 2018. Development of a classification algorithm for efficient handling of multiple classes in sorting systems based on hyperspectral imaging. Journal of Spectral Imaging. https://doi.org/10.1255/jsi.2018.a13

Maistrello, L., Dioli, P., Dutto, M., Volani, S., Pasquali, S., Gilioli, G., 2018. Tracking the spread of sneaking aliens by integrating crowdsourcing and spatial modeling: The Italian invasion of halyomorpha halys. BioScience 68, 979–989. https://doi.org/10.1093/biosci/biy112