

Predicting the leaf water potential of potato plants using RGB reflectance

Zakaluk, R. and *Sri Ranjan, R. 2008. Canadian Biosystems Engineering/Le génie des biosystèmes au Canada **50**: 7.1-7.12.

**Department of Biosystems Engineering, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba R3T 5V6, Canada. Email: ranjan@cc.umanitoba.ca*

Existing plant water status measurements are impractical to meet real time irrigation monitoring requirements. This research explored the use of artificial neural network (ANN) modeling of images captured by a ground-based, five megapixel, RGB (red green blue) digital camera to predict the leaf water potential (Ψ_L) of field grown potato plants. Leaf water potential, soil nitrate (N) content, and volumetric water content were obtained along with digital images in randomly selected sample plots. The images from all the plots were radiometrically calibrated and then classified to isolate green foliage from soils, flowers, shadows, and senescent leaves. The RGB images, six image transformations, and nine vegetation indices were transformed using principal components analysis (PCA). Findings showed a significant inverse linear relationship between soil N and leaf reflectance in the G image band ($r = -0.71$, $p = 0.003$) and that the ANN model input neuron weights with more separation between soil N and Ψ_L were most important in predicting Ψ_L . For the ANN model validation dataset, findings indicated that the measured and predicted Ψ_L distributions were normally distributed ($W_{meas} = 0.97$, $p = 0.8$, $W_{pred} = 0.95$, $p = 0.6$), the means were not significantly different ($t = -1.00$, $p = 0.3$), and the variances were equal ($F = 0.14$, $p = 0.7$). Based on these results, the ground-based digital camera proved to be an adequate sensor for image acquisition and a practical tool for predicting Ψ_L of potato plants. **Keywords:** nitrate, IHS transformation, chromaticity transformation, principal components, vegetation indices, remote sensing, artificial neural network, digital camera.

Les méthodes courantes de mesure de teneur en eau des plantes sont inappropriées pour la gestion en temps réel des systèmes d'irrigation. Cette étude a exploré l'utilisation de la modélisation par un réseau neuronal artificiel d'images prises par une caméra digitale fixe RGB (rouge vert bleu) de cinq mégapixels pour prédire le potentiel hydrique des feuilles (Ψ_L) d'un champ de plants de pommes de terre. Le potentiel hydrique des feuilles, la teneur en nitrate (N) et la teneur en eau du sol sur une base volumique ont été mesurés et des photographies digitales ont été prises dans des parcelles sélectionnées de manière aléatoires. Les images de toutes les parcelles étaient calibrées sur le plan radiométrique pour ensuite être classifiées dans le but d'isoler le feuillage vert du sol, des fleurs, des ombres et des feuilles sénescentes. Les images RGB, six transformations d'images et neuf indices de végétation ont été transformés en utilisant l'analyse des composantes principales (ACP). Les résultats ont démontré une relation linéaire inverse entre la teneur en N du sol et la réflectivité des feuilles dans la bande d'image G ($r = -0,71$, $p = 0,003$). Une pondération plus importante entre la teneur en N du sol et Ψ_L au niveau du modèle neuronal d'intrant 'ANN' était plus importante pour la prédiction de Ψ_L . Pour les données obtenues avec le modèle ANN validé, les résultats ont indiqué que la distribution des valeurs mesurées et prédites de Ψ_L avaient une distribution normale ($W_{mesur} = 0,97$, $p = 0,8$, $W_{préd} = 0,95$, $p = 0,6$) ; les moyennes n'étaient pas différentes ($t = -1,00$, $p = 0,3$) et les variances étaient égales ($F = 0,14$, $p = 0,7$). Considérant ces résultats, une caméra digitale fixe s'est avérée être un capteur adéquat pour l'acquisition d'images et un outil pratique pour prédire Ψ_L des plants de pommes de terre. **Mots clés:** nitrate, transformation IHS, transformation chromatique, composantes principales, indices de végétation, capteur à distance, réseau neuronal artificiel, caméra digitale.