

# CANADIAN AGRICULTURAL ENGINEERING

C  
S  
A  
E



S  
C  
G  
R

The journal of the Canadian society for engineering in agriculture, food, and biological systems  
La revue de la société canadienne de génie agroalimentaire et biologique

## Volume 42 , Number 2 April/May/June 2000

Note: To see an abstract only, click on the authors' names.  
To see the full paper, click on the title. Within the paper, you can click on a Figure or Table number to go to the figure or table and return to the text by clicking the right mouse button and "Go Back".

### *Soil and Water*

#### **REFLECTANCE MODELS FOR PREDICTING ORGANIC CARBON IN SASKATCHEWAN SOILS**

H.R. Ingleby and T.G. Crowe

#### **MODÉLISATION DU DRAINAGE AU CHAMP PAR LA MÉTHODE NUMÉRIQUE DES LIGNES**

R. Majdoub, J. Gallichand et J. Caron

### *Bioprocessing Engineering*

#### **LACTOSE HYDROLYSIS USING A DISRUPTED DAIRY CULTURE: EVALUATION OF TECHNICAL AND ECONOMICAL FEASIBILITY**

D. Bury and P. Jelen

#### **THE REHYDRATION CHARACTERISTICS AND QUALITY OF DEHYDRATED DASHEEN LEAVES**

V. Maharaj and C.K. Sankat

### *Structures and Environment*

#### **IMPACTS OF CATTLE PENNING ON GROUNDWATER QUALITY BENEATH FEEDLOTS**

C.P. Maulé and T.A. Fonstad

#### **INSTANTANEOUS YOUNG'S MODULUS OF ICE FROM LIQUID MANURE**

S. Godbout, L. Chénard and A. Marquis

### *Information and Computer Technologies*

#### **ALGORITHMIC RECOGNITION OF BIOLOGICAL OBJECTS**

T. Bernier and J.-A. Landry

## **Reflectance models for predicting organic carbon in Saskatchewan soils**

Ingleby, H.R. and Crowe, T.G. 2000. Can. Agric. Eng. 42:057-063.

Predictive models for soil organic carbon using reflectance were generated for soil samples collected from five Saskatchewan fields on a field-specific basis. Models were developed using calibration data sets to identify optimal regressor wavebands for multiple linear regressions and subsequently tested using validation data sets. Models were evaluated by comparing coefficient of determination and sum of squared error values, with a bias toward models with fewer regressors. The optimum model, including the number and wavelength of reflectance bands, for each field was identified. The four-regressor model, using reflectance in the 1500, 1720, 1740, and 1790-nm wavebands, was selected for the Hepburn field. Four-regressor models were also selected for Outlook and St. Louis fields, using reflectance at 480, 760, 1650, and 1700 nm and 530, 560, 2320, and 2360 nm, respectively. Reflectance data in the 1370, 2390, and 2450-nm wavebands were used in the three-regressor model for the Swift Current field, while the two-regressor model, comprised of reflectance data in the 1570 and 1600-nm wavebands, was chosen for the Watrous field. Coefficients of determination for these models were 0.85, 0.85, 0.89, 0.73, and 0.86 for the Hepburn, Outlook, St. Louis, Swift Current and Watrous fields, respectively.

Des modèles qui prédisent la teneur en carbone organique du sol en utilisant la réflectance furent développés, champ par champ, pour des échantillons de sol prélevés dans cinq champs de la Saskatchewan. Les modèles furent d'abord développés à partir d'ensemble de données de calibration afin d'identifier les bandes de fréquences optimales qui servaient de variables indépendantes dans les régressions linéaires multiples, et testés plus tard avec des ensembles de données de validation. Les modèles furent évalués en comparant les coefficients d'explication et les valeurs des sommes résiduelles des carrés, tout en accordant une préférence aux modèles qui comportaient le plus petit nombre de variables indépendantes. Le modèle optimal, incluant le nombre et les longueurs d'onde des bandes de réflectance, fut identifié pour chacun des champs. Pour le champ de Hepburn, le modèle comprenant quatre variables indépendantes, et utilisant des réflectances situées dans les bandes de fréquences de 1500, 1720, 1740 et 1790 nm, fut choisi. Pour les champs Outlook et St-Louis, des modèles à quatre variables indépendantes, dont les réflectances étaient dans les bandes de fréquences de 480, 760, 1650 nm, et de 530, 560, 2320 et 2360 nm, respectivement, furent également sélectionnés. Des données de réflectance dans les bandes de fréquences de 1370, 2390 et 2450 nm furent utilisées avec le modèle à trois variables indépendantes du champ de Swift Current, alors que pour le champ de Watrous on choisissait un modèle à deux variables indépendantes, comprenant des données de réflectance dans les bandes de fréquences de 1570 et 1600 nm. Les coefficients d'explication de ces modèles étaient de 0.85, 0.85, 0.89, 0.73 et 0.86 pour les champs de Hepburn, Outlook, St-Louis, Swift Current et Watrous, respectivement.

## **Modélisation du drainage au champ par la méthode numérique des lignes**

Majdoub, R., Gallichand, J. et Caron, J. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:065-074.

La modélisation de l'écoulement non-saturé de l'eau dans les sols repose sur l'équation de Richards. Un modèle numérique (NONSAT) a été développé en incluant le prélèvement de l'eau par les plantes. La résolution numérique a été abordée par la méthode numérique des lignes (MNL). La précision du modèle a été testée avec les résultats simulés par un modèle d'éléments finis (HYDRUS), et avec des données expérimentales (potentiel de pression, teneur en eau, et drainage) recueillies pendant 195 jours dans trois cases lysimétriques installées sur un sol non remanié cultivé en pommes de terre. Les résultats ont montré que la performance de NONSAT a toujours été supérieure ou égale à celle d'HYDRUS. Pour les trois cases, NONSAT a montré une sous-estimation de la pression de l'ordre de 2.5 cm. L'écart moyen entre les teneurs en eau mesurées et observées variait de 0.009 à 0.123, alors que les volumes hebdomadaires d'eau drainée observés et simulés par NONSAT ont varié en moyenne de 0.3 cm, soit 15% du drainage observé. Le bilan massique journalier n'a pas excédé  $\pm 0.01\%$  pour NONSAT, alors que pour HYDRUS il a varié entre -0.01 et -0.11%. **Mots clefs** : modèle numérique, équation de Richards, méthode numérique des lignes, case lysimétrique, drainage.

Simulation of soil water flow under transient unsaturated conditions is based on Richards' equation. A one-dimensional unsteady state numerical model (NONSAT) was developed, and it incorporated water uptake by plants. The numerical method of lines (NML) was used to solve Richards' equation. The model accuracy was tested by comparing numerical solutions with those of the HYDRUS model which is based on finite elements, and with field experimental data (pressure head, water content, drainage volume) collected in three undisturbed pan lysimeters cultivated under potatoes over a period of 195 days. Agreement between measured and simulated values was better for NONSAT than for HYDRUS. For the three pan lysimeters, NONSAT showed an average under-estimation of pressure head of about 2.5 cm. For NONSAT, the difference between measured and observed water contents ranged from 0.009 to 0.123 whereas observed and simulated drainage amounts varied, on average, by 0.3 cm, which corresponds to 15% of the average weekly drainage. The daily mass balance error of NONSAT did not exceed 0.01%, however that for HYDRUS varied between -0.01 and -0.11%. **Keywords**: numerical model, Richard's equation, numerical method of lines, pan lysimeter, drainage.

## **Lactose hydrolysis using a disrupted dairy culture: Evaluation of technical and economical feasibility**

Bury, D. and Jelen, P. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:075-080.

The feasibility of producing partially-lactose-hydrolyzed (PLH) milk or syrup using a crude source of  $\beta$ -galactosidase from a disrupted dairy culture (*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 11842) was examined. Ascertaining that the disrupted biomass from a 1000 L fermentation is capable of producing at least 1000 L of PLH milk (60% hydrolysis), production of one or two 2000 L batches per week would be economically feasible provided the processing facility already owns a suitable bactofuge. The hydrolysis of a 50,000 L batch of milk at least two days per week appears feasible despite the need for a \$7.5 million capital investment. Production of sweetening syrup (65% solids, 60% hydrolysis) from whey or permeate does not appear economically feasible based on the hydrolysis of 500,000 L of whey or permeate per day (85% operating factor). Partially-lactose-hydrolyzed milk is a high-value added product, but syrups produced from hydrolyzed whey or permeate would have to compete with other inexpensive sweetener commodities.

La faisabilité de produire du lait ou du sirop au lactose partiellement hydrolysé (LPH) par utilisation d'extrait brut de  $\beta$ -galactosidase obtenue par rupture de culture laitière (*L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* 11842) fut examinée. Après s'être assuré que la rupture de 1000 L de biomasse fermentée est capable de produire au moins 1000 L de LPH (60% d'hydrolyse), la production de un ou deux lots de 2000 L par semaine devient économiquement faisable autant que la facilité d'opération possède déjà un bactofuge adéquat. L'hydrolyse de lots de 50 000L de lait un minimum de deux fois par semaine apparaît faisable en dépit d'un investissement capital de \$7,5 million. La production de sirop édulcorant (65% solides, 60% hydrolyse) à partir de perméat de lactosérum n'apparaît pas économiquement faisable sur une base d'hydrolyse de 500 000 L de perméat par jour (facteur d'opération de 85%). Le lait au lactose partiellement hydrolysé est un produit à forte valeur ajoutée alors que les sirops obtenus à partir de perméat de lactosérum sont en compétition avec d'autres édulcorants peu chers.

## The rehydration characteristics and quality of dehydrated dasheen leaves

Maharaj, V. and Sankat, C.K. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:081-085

The water absorption characteristics of dehydrated dasheen leaves (*Colocasia esculenta* Linn. Schott var. *esculenta*) were studied at hydration temperatures of 60, 70, 80, and 100°C. Prior to drying at 60°C (moisture content of 2-4% dry basis), dasheen leaves were steam, water, or alkali blanched. Subsequent to alkali blanching, the leaves were placed in a chemical bath comprised mainly of sucrose (20%). A mathematical model was used to describe the hydration behaviour of such dehydrated leaves. At all hydration temperatures, the equilibrium moisture contents were highest for the alkali blanched leaves. There was no significant difference in the mean equilibrium moisture content values for steam blanched, water blanched, or unblanched leaves. Initial hydration rates increased with hydration temperature for all treatments and were highest for the alkali blanched leaves. When rehydrated and cooked at 100°C, the texture, taste, and overall acceptability of water and alkali blanched leaves were comparable with the freshly harvested, cooked leaves. Colour however, was best for water blanched leaves. **Keywords:** dasheen leaves, rehydration characteristics, sensory evaluation, Peleg's equation.

On a étudié des feuilles déshydratées de dachine (*Colocasia esculenta* Linn. Schott var. *esculenta*) pour leurs caractéristiques d'absorption d'eau à des températures de 60, 70, 80 et 100°C. Avant de les faire sécher à 60°C (teneur d'humidité de 2-4%) les feuilles de dachine ont été blanchies à l'eau, à la vapeur ou à l'alkali. Une fois blanchies à l'alkali, les feuilles ont été plongées dans un bain chimique composé principalement de sucrose (20%). On a utilisé une formule mathématique pour décrire le comportement de ces feuilles déshydratées dans ces conditions. A toutes les températures d'hydratation les teneurs d'humidité se sont avérées les plus élevées dans le cas des feuilles blanchies à l'alkali. Il n'y avait pas de différence importante dans l'équilibre moyen des valeurs de teneur d'humidité entre les feuilles blanchies à la vapeur, à l'eau ou les feuilles non blanchies. Les taux initiaux d'hydratation ont augmenté en fonction de la température d'hydratation dans le cas de tous les traitements et ils étaient les plus élevés dans le cas des feuilles blanchies à l'alkali. Une fois réhydratées et préparées à 100°C, la texture, le goût et l'acceptabilité générale des feuilles blanchies à l'eau et à l'alkali pouvaient être comparés à des feuilles nouvellement cueillies et préparées. Pourtant, la couleur des feuilles blanchies à l'eau était la plus proche de l'originel. **Mots clé:** feuilles de dachine, caractéristiques de réhydratation, évaluation par les sens, équation de Peleg.

## **Impacts of cattle penning on groundwater quality beneath feedlots**

Maulé, C.P. and Fonstad, T.A. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:087-093

The groundwater quality of five 20 to 35 year old cattle feedlots around Saskatoon were investigated. Water samples were obtained from 30 piezometers (2.5 to 14.5 m deep) during three sample times (February, June, and August of 1997). All piezometers were located outside the feedlot pens but within or adjacent to the feedlot area. The objective of this study was to determine whether shallow groundwater within the feedlot area is contaminated by feedlot manure. Elevated concentrations of the following ions were found to indicate the presence of manure in groundwater;  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ -N,  $NH_4^+$ -N, and total dissolved P. Due to the absence of baseline data, two different levels of concentration were used; a lower level to divide waters between 'background' and those with perhaps some indication of agricultural activity (i.e. poor fertilizer management); and an upper level to indicate the definite presence of feedlot manure. Of the five sites, four displayed concentrations indicative of feedlot manure. Of the 30 piezometers, only two had low concentrations that could be considered background, that is showing no indication of being affected by any human activity. The high degree of groundwater contamination as evidenced by the piezometers, could be a function of the shallow levels, only eight piezometers had water levels deeper than 4 m.

La qualité de l'eau sous-terrainne de cinq parcs d'engraissement datant de 20 à 35 ans, dans les environs de Saskatoon a été étudiée. Des échantillons d'eau ont été obtenus à partir de 30 piézomètres (2.5 à 14.5 m de profondeur) à trois périodes d'échantillonnage (février, juin et août 1997). Tous les piézomètres étaient situés à l'extérieur des enclos d'engraissement mais à l'intérieur ou adjacent au périmètre délimitant l'enclos. L'objectif de cette étude était de déterminer si l'eau sous-terrainne peu profonde à l'intérieur de la région du parc d'engraissement était contaminée par le fumier de l'enclos. Des concentrations élevées des ions suivants,  $K^+$ ,  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$ -N,  $NH_4^+$ -N et P total dissout, ont été trouvées indiquant la présence de fumier dans l'eau sous-terrainne. Dû à l'absence de données de base, deux différents niveaux de concentration ont été utilisés; un niveau moins élevé pour diviser les eaux entre "sous-terrainne" et celles avec indication de possible activité agricole (ie utilisation pauvre de fertilisants); et un niveau plus élevé pour indiquer la présence assurée de fumier du parc d'engraissement. Parmi les cinq sites, quatre démontraient des concentrations indiquant la présence de fumier du parc d'engraissement. Parmi les 30 piézomètres, seulement deux avaient des concentrations faibles pouvant être considérées comme bruit de fond, qui ne montraient aucune indication d'avoir été affectés par toute activité humaine. Le degré élevé de contamination de l'eau sous-terrainne, tel que montré par les piézomètres, pourrait être dû aux niveaux peu profonds, seulement huit piézomètres avaient des niveaux d'eau plus profonds que 4 m.

### **Instantaneous Young's modulus of ice from liquid manure**

Godbout, S. Chénard, L. and Marquis, A. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:095-100

The objective of this study was to evaluate the Instantaneous Young's modulus of manure ice. Simple compressive tests carried out with a special cell allowed us to obtain values for Young's modulus, values that are similar to those measured in urea doped ice. For Eastern Canadian conditions, the average Young's modulus found is  $76 \pm 3$  kPa. The tests were carried out for temperatures ranging from 0 to  $-6^{\circ}\text{C}$  and a relationship ( $E_i = -27.1 T_i$ ) between temperature and ice manure Young's modulus has been found. This equation will contribute to the optimization of the design of concrete manure tank exposed to ice manure pressure. **Keywords:** manure, ice, pressure, Young's modulus.

L'objectif de cette étude était d'évaluer le module instantané de la glace de lisier. Des tests de compression ont été réalisés à l'aide d'une presse spécialement développée à cette fin. Ces tests ont permis d'obtenir des valeurs du module d'élasticité instantané de la glace de lisier qui se comparaient à celles mesurées sur des échantillons de glace dosée à l'urée. Ces tests ont permis d'obtenir une relation liant le module d'élasticité à la température de la glace pour des températures variant entre 0 et  $-5^{\circ}\text{C}$ . Pour les conditions de l'est du Canada, le module d'élasticité moyen est de  $76 \pm 3$  kPa. Cette équation ( $E_i = -27.1 T_i$ ) fournit un module d'élasticité en fonction des conditions locales permettant ainsi d'optimiser la conception des réservoirs.

## **Algorithmic recognition of biological objects**

Bernier, T. and Landry, J.-A. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:101-109

An algorithmic method of object recognition to identify and count fungal spores in microscopic digital images is presented. The development of this process is a key element and cornerstone of a large-scale research program ultimately aimed at reducing fungicide application. The program, as a whole, is an attempt to build a machine based system in order to improve the ability of researchers to assess the population of pathogenic fungi within agricultural crops and thus more accurately target fungal pests. A three pass method was used: a preliminary pass in order to narrow the search space down to only the areas that contain spore-like darkening; a second pass that highlights both the center and the surrounding edge of the spore and produces a secondary image; and a third pass in which a template is matched to the secondary image. After the final pass, the list of positions and orientations of spores is reviewed and the conflicting and less likely positions are eliminated. The goal of the method is to accurately count the spores in the minimum amount of time. The resulting time is between 0 and 21 s of analysis on a 100 Mhz Pentium computer for a 64 by 64 pixel image. The algorithm, as implemented, demonstrated an accuracy of  $\pm 5.3\%$  on low quality images, which is less than the assumed error of humans performing the same task and is tolerant of partial occlusion. The system is loosely based on biological vision, is extremely versatile, and could be adapted for the recognition of virtually any object in a digitized image.

Le développement d'une nouvelle méthode algorithmique pour la reconnaissance de spores de champignons à partir d'images microscopiques est présenté. Le processus est une des composantes clés d'un programme de recherche global visant à identifier les spores de champignons accumulés sur des supports mécaniques. Cette information sera ensuite utilisée pour le développement et l'application de modèles de simulation épidémiologiques. La méthode présentée consiste en un procédé en trois étapes qui reconnaît avec succès les spores retrouvés dans n'importe quelle orientation, et est tolérant à l'occlusion partielle. L'algorithme, tel que développé, a démontré une précision de  $\pm 5.3\%$  lorsqu'utilisé avec des images de qualités médiocres, une performance bien supérieure à celle d'un humain dans des conditions similaires. La vitesse d'exécution s'est aussi avérée supérieure à celle d'un humain. La méthode développée présente un cadre descriptif qui, à travers les deux premières étapes, met en valeur certains critères distinctifs de l'image observée. Ces critères sont ensuite utilisés dans la troisième étape pour la reconnaissance finale des spores. La méthode est une adaptation libre du processus de vision biologique, est extrêmement versatile, et peut être adaptée pour la reconnaissance de presque tout objet présent dans une image digitalisée.