

CANADIAN AGRICULTURAL ENGINEERING

C
S
A
E



S
C
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 4 October/November/December 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

HYDRAULIC CONDUCTIVITY REDUCTION DUE TO PONDED HOG MANURE

C.P. Maulé, T.A. Fonstad, S.K. Vanapalli and G. Majumdar

Power and Machinery

MODELING SOIL MOVEMENT BY TILLAGE TOOLS

K. Sharifat and R.L. Kushwaha

Bioprocessing Engineering

EFFECT OF RESEEDING AND pH CONTROL ON THE PERFORMANCE OF A TWO-STAGE MESOPHILIC ANAEROBIC DIGESTER OPERATING ON ACID CHEESE WHEY

A.E. Ghaly, D.R. Ramkumar, S.S. Sadaka and J.D. Rochon

INFLUENCE OF FLOOR AIR ENTRY ON GRAIN MOISTURE CONTENT, TEMPERATURE, AND BULK SHRINKAGE DURING AMBIENT AIR IN-BIN DRYING OF WHEAT

D. Gu, S. Sokhansanj and K. Haghghi

Information and Computer Technologies

RECOGNITION OF WEEDS WITH IMAGE PROCESSING AND THEIR USE WITH FUZZY LOGIC FOR PRECISION FARMING

C.-C. Yang, S.O. Prasher, J.-A. Landry, J. Perret and H.S. Ramaswamy

Technical Notes

DRYING RATE OF HEMP CONDITIONED WITH A FORAGE CONDITIONER

J. Liu and Y. Chen

AN ECONOMICAL METHOD TO EXTRACT CHONDROITIN SULPHATE-PEPTIDE FROM BOVINE NASAL CARTILAGE

T. Nakano, N. Ikawa and L. Ozimek

A SYSTEM FOR PROVIDING PROTEIN FOR PIGS IN INTERMEDIATELY SIZED GROWER/FINISHER BARN

J.J.R. Feddes, C.A. Ouellette and J.J. Leonard

Hydraulic conductivity reduction due to ponded hog manure

Maulé, C.P., Fonstad, T.A., Vanapalli, S.K. and Majumdar, G. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:157-163

Results are presented from a study concerning the reduction in soil hydraulic conductivity due to ponded hog manure. Of specific interest is how much of the reduction is 'at the soil surface' as opposed to within the soil. Seven different soils with clay contents ranging from 9 to 33% were studied using 200 mm long soil columns in a low-temperature (5-6°C) environment. Hydraulic conductivities, as measured with water, ranged between 3.0×10^{-8} and 1.3×10^{-6} m/s before manure application. Fresh hog manure was ponded on these soil columns for a period of 634 days. Hydraulic conductivity, for all soils, decreased rapidly to about 1.0×10^{-9} m/s and maintained this value except during the time of failure of the cooling system. A black layer was observed to have developed at the manure-soil interface of all columns within 36 hours of manure ponding. Visual observations conducted between days 136 and 618 showed that the black layer grew downwards into the soil at a rate of 0.3 mm/month. The hydraulic conductivities of the soils at different depth intervals indicated that most, if not all, of the reduction occurred at the black surface layer. At the end of the 634 day period, the black layer was removed and soil hydraulic conductivities were measured once again using a prepared chemical solution of similar ionic concentration to that of manure. The hydraulic conductivities of all soils increased to that of 'pre-manure' conditions. The results of this study suggest that the hydraulic conductivity reduction from ponded hog manure under these experimental conditions is mainly related to the development of the black layer at the manure-soil interface. **Keywords:** earthen hog manure storage structures, hydraulic conductivity, clogging effects.

Les résultats d'une étude portant sur la réduction de la conductivité hydraulique du sol causée par l'application de lisier de porc sont présentés. L'intérêt spécifique concerne le degré de réduction à la surface du sol plutôt qu'à l'intérieur du sol. Sept différents types de sol ayant des contenus en argile variant de 9 à 33% ont été étudiés, utilisant des colonnes de sol d'une longueur de 200 mm dans un environnement à basse température (5-6°C). Précédant l'application de lisier, les conductivités hydrauliques telles que mesurées avec l'eau variaient entre 3×10^{-8} et 1.3×10^{-6} m/s. Le lisier frais était appliqué sur ces colonnes de sol pour une période de 634 jours. Pour tous les sols, la conductivité hydraulique diminuait rapidement à environ 1.0×10^{-9} m/s et cette valeur était maintenue sauf en cas de mal fonctionnement du système de refroidissement. Une couche noire se développait à l'intérieur d'une période de 36 heures suivant l'application du lisier. Des observations visuelles conduites entre les jours 136 et 618 montraient que la couche noire se développait de manière descendante à l'intérieur du sol à une vitesse de 0.3 mm/mois. Les conductivités hydrauliques des sols à différentes profondeurs indiquaient que la plupart, sinon toute réduction se présentait dans la couche noire de surface. A la fin de la période de 634 jours, la couche noire était retirée et les conductivités hydrauliques étaient à nouveau mesurées, utilisant une solution chimique préparée de concentration ionique similaire à celle du lisier. Les conductivités hydrauliques de tous les sols étaient augmentées comparées à celles des conditions pré-lisier. Les résultats de cette étude suggèrent que la réduction des conductivités hydrauliques du lisier de porc compacté sous ces conditions expérimentales est principalement reliée au développement de la couche noire à l'interface lisier-sol.

Modeling soil movement by tillage tools

Sharifat, K. and Kushwaha, R.L. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:165-172

A mathematical model for the horizontal movement of soil particles in front of a tillage tool was developed. It was assumed that there is a dynamic influence zone moving in front of the tillage tool. This influence zone is considered to be of circular shape and attached to the tillage tool in the travel direction. The differential equation of the movement of soil particles under this zone was developed and solved numerically using MATLAB[®] software. The model was tested by comparing it to the results of soil movement experiments conducted in a soil bin. Considering soil non-uniformity and the difficulties associated with obtaining accurate measurements of soil parameters, the results from the model are promising.

Un modèle mathématique qui décrit le déplacement horizontal des particules de sol devant l'instrument de travail du sol a été développé. On a supposé qu'il y avait une zone d'influence dynamique en mouvement devant l'instrument de travail du sol. On a considéré que cette zone d'influence avait une forme circulaire et était attachée à l'instrument de travail du sol, dans la direction du déplacement. Les équations différentielles du mouvement des particules de sol sous cette zone furent développées et résolues numériquement avec le logiciel MATLAB[®]. Pour tester le modèle, on a comparé ses résultats avec ceux obtenus lors d'une expérience sur les mouvements du sol dans des bacs de terre. Si on considère que le sol n'est pas uniforme et qu'il est difficile de mesurer avec précision les paramètres du sol, on peut alors conclure que le modèle est prometteur.

Effect of reseeded and pH control on the performance of a two-stage mesophilic anaerobic digester operating on acid cheese whey

Ghaly, A.E., Ramkumar, D.R., Sadaks, S.S. and Rochon, J.D. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:173-183

The effects of reseeded and using sodium bicarbonate to control the pH of the second chamber of a two-stage, 150 L anaerobic digester, operating on acid cheese whey on the quality and quantity of biogas, and the pollution potential reduction were investigated. The digester was operated at a temperature of 35°C and a hydraulic retention time of 15 days under three conditions (no pH control, pH control with no reseeded, and pH control with reseeded). The results indicated that operating the digester without pH control resulted in a low pH (3.3) which inhibited the methanogenic bacteria. The inhibition was irreversible and the digester did not recover (no methane production) when the pH was restored to 7.0 (without reseeded). When the system was reseeded and the pH was controlled, the biogas production was $1.63 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ and the methane content was 52.0%. Reductions of 55.0, 79.0, 58.6, 65.2, and 27.1% in the total solids, volatile solids, chemical oxygen demand, soluble chemical oxygen demand, and total Kjeldahl nitrogen were obtained, respectively. The ammonium nitrogen and the fixed solids increased by 27.6 and 162.7 %, respectively. The addition of base resulted in a total alkalinity of 8230 mg/L as CaCO_3 . **Keywords:** acid cheese whey, anaerobic digestion, biogas, methanogenic stage, pH control, pollution potential, reseeded, sodium bicarbonate, two-stage digester.

Les effets de la réinoculation et de l'utilisation de bicarbonate de soude sur la qualité et la quantité des biogaz et la réduction de la charge polluante ont été étudiés. Le bicarbonate de soude servait à contrôler le pH dans la seconde chambre d'un digesteur anaérobie de 150 L fonctionnant avec du lactosérum. Trois conditions de fonctionnement du biodigesteur ont comparées été chacun furent faits avec le digesteur (sans contrôle du pH, contrôle du pH sans réinoculation, contrôle du pH et réinoculation) à une température de 35°C et un temps de rétention de 15 jours. Les résultats des essais ont montré que lorsque le digesteur fonctionnait sans que le pH ne soit contrôlé, le pH résultant était faible (3.3), ce qui avait pour effet d'inhiber l'action des bactéries méthanogènes. Cette inhibition des bactéries était irréversible puisqu'il ne fut pas possible de rétablir la production de méthane sans réinoculer le digesteur, même après avoir ramené le pH à 7.0. Après que le système ait été réinoculé et le pH contrôlé, la production de biogaz reprit, et atteint $1.63 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3} \text{ j}^{-1}$. La teneur en méthane du biogaz était de 52.0%. Les charges de solides totaux, de solides volatiles, de demande chimique en oxygène, de demande chimique en oxygène pour les solides dissous et d'azote Kjeldhal obtenues ont été réduites par 55.0, 79.0, 58.6, 65.2 et 27.1% respectivement. L'azote ammoniacal et les solides stabilisés ont été augmenté par 27.6 et 162.7% respectivement. L'alcalinité totale des produits de digestion s'élevait à 8230 mg/L exprimée sur une base de CaCO_3 .

Influence of floor air entry on grain moisture content, temperature, and bulk shrinkage during ambient air in-bin drying of wheat

Gu, D., Sokhansanj, S. and Haghighi, K. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:185-193

Wheat at 22% m.c. (w.b.) was dried using ambient air in an experimental bin with a fully perforated, a partially perforated, or a slanted perforated floor. When grain was dried in the bin with a partially perforated floor, moisture contents of the grain were distributed in such a way that higher moisture content grain was at the sides of the bin. When grain was dried in the bin with a slanted perforated floor, grain at the center of the bin remained wet throughout the drying process. Profiles of inter-granular temperature contours were similar to profiles of moisture content contours. Higher temperatures corresponded to lower moisture contents. Inter-granular air temperature remained at or near the wet-bulb temperature of the drying air until the grain moisture content decreased to 15% (w.b.). A curved grain surface resulted from uneven bulk grain shrinkage due to non-uniform airflow. At the same plenum static pressure and with the same volume of grain, air entering the bin with a partially perforated floor was about 78% of that with a fully perforated floor. **Keywords:** drying, shrinkage, airflow, moisture content, temperature, ambient air, floor, wheat.

Du blé dont le taux d'humidité était de 22% (base humide) fut séché en utilisant l'air ambiant dans des silos expérimentaux ayant un plancher entièrement perforé, un plancher partiellement perforé, et un plancher perforé incliné. Après le séchage du grain dans le silo à plancher partiellement perforé, les grains qui étaient placés sur les côtés du silo avaient la teneur en eau la plus élevée. Lors du séchage dans le silo à plancher perforé incliné, le grain au centre du silo est demeuré humide tout au long de la période de séchage. Les courbes de température entre les grains suivaient les courbes de teneur en eau des grains. Les températures plus élevées correspondaient à des teneurs en eau plus faibles et vice versa. La température de l'air entre les grains est demeurée près de ou à la température boue humide de l'air utilisé pour le séchage, jusqu'à ce que la teneur en eau du grain s'abaisse à 15 % (b.h.). Les grains avaient une surface courbe parce que, comme la circulation de l'air n'était pas uniforme, la masse de grains s'est contractée de manière inégale. Pour un même volume de grain et pour une pression statique identique dans la chambre de distribution, la quantité d'air pénétrant dans le silo à travers le plancher partiellement perforé représentait 78% de la quantité d'air pénétrant dans le silo par un plancher entièrement perforé. **Mots clés:** séchage, contraction, écoulement d'air, teneur en eau, température, plancher, blé.

Recognition of weeds with image processing and their use with fuzzy logic for precision farming

Yang, C.-C., Prasher, S.O., Landry, J.-A., Perret, J. and Ramaswamy, H.S. 2000. Can. Agric. Eng. **42**:195-200.

Herbicide use can be reduced if the spatial distribution of weeds in the field is taken into account. This paper reports the initial stages of development of an image capture/processing system to detect weeds, as well as a fuzzy logic decision-making system to determine where and how much herbicide to apply in an agricultural field. The system used a commercially available digital camera and a personal computer. In the image processing stage, green objects in each image were identified using a greenness method that compared the red, green, and blue (RGB) intensities. The RGB matrix was reduced to a binary form by applying the following criterion: if the green intensity of a pixel was greater than the red and the blue intensities, then the pixel was assigned a value of one; otherwise the pixel was given a value of zero. The resulting binary matrix was used to compute greenness area for weed coverage, and greenness distribution of weeds (weed patch). The values of weed coverage and weed patch were inputs to the fuzzy logic decision-making system, which used the membership functions to control the herbicide application rate at each location. Simulations showed that a graduated fuzzy strategy could potentially reduce herbicide application by 5 to 24%, and that an on/off strategy resulted in an even greater reduction of 15 to 64%. **Keywords:** precision farming, image processing, fuzzy logic, site-specific herbicide application, weed coverage, weed distribution, weed map.

L'usage d'herbicides peut être réduit si l'on considère la distribution spatiale des mauvaises herbes à l'intérieur du champs. Cet article rend compte des premières étapes dans le développement d'un système d'acquisition/gestion d'images pour la détection des mauvaises herbes, ainsi qu'un système de *fuzzy logic* pour la prise de décisions pour établir l'emplacement et la quantité d'herbicide à appliquer sur un champs agricole. Le système a fait usage d'une caméra digitale et d'un ordinateur personnel. Dans la phase de la gestion d'images, les objets verdâtres dans chaque image ont été identifiés en comparant leurs intensité en rouge, en vert et en bleu. La matrice RBV a été réduite sous une forme binaire d'après les critères suivant: si l'intensité verte d'un pixel dominait sur les intensités rouge ou bleu, le pixel obtenait une valeur de un; sinon le pixel recevait une valeur de zéro. La matrice obtenue a été utilisée pour calculer la superficie verdâtre attribuable aux mauvaises herbes et la distribution verdâtre des mauvaises herbes. Les valeurs pour la superficie verdâtre et la distribution verdâtre des mauvaises herbes ont été entrées dans le système de fuzzy logic pour la prise de décisions. Celui-ci a utilisé des fonctions d'appartenance pour contrôler la quantité et l'emplacement de l'application de l'herbicide. Les simulations ont démontré une réduction de l'ordre de 5 à 24% dans l'application de l'herbicide et qu'une stratégie *on/off* a permis une plus grande réduction (15 à 64%) comparativement à la stratégie de *fuzzy logic*.

Drying rate of hemp conditioned with a forage conditioner

Liu, J. and Chen, Y. 2000. Can. Agric. Eng. 42:201-204

Mechanical conditioning experiments of hemp were conducted at two growth stages (fibre stage and seed stage) with a forage mower-conditioner consisting of two intermeshing rubber rolls. Conditioned hemp was placed on a mowed lawn in a yard to be naturally dried. Drying rates of hemp were examined by measuring the moisture losses through a three-day drying period at each stage. Drying curves for the two stages showed similar trends. However, a higher drying rate was observed for the hemp at the fibre stage which was initially wetter (71% versus 59% moisture content on wet basis). Four different roll pressures between 0.3 and 6.6 N/mm were used for conditioning. Conditioning was effective in increasing the drying rate of hemp. A roll pressure of 2.4 N/mm appeared most effective for drying at the fibre stage and 4.5 N/mm at the seed stage. **Keywords:** hemp, conditioning, roll pressure, drying rate.

Le conditionnement mécanique du chanvre a été réalisé pour deux stades de maturité de la plante, celui associé à la maturité des fibres et celui où les graines sont à maturité. Le conditionnement a été effectué avec une faucheuse-conditionneuse comprenant deux rouleaux crénelés en caoutchouc. Le chanvre conditionné a été placé sur une surface engazonnée lors des essais de séchage naturel. Les taux de séchage du chanvre ont été caractérisés par la mesure des pertes en eau durant un cycle de séchage de trois jours pour chacun des stades. Les courbes de séchages montrent des tendances similaires pour les deux stades de maturités du chanvre. Cependant, le taux de séchage du chanvre au stade de maturité idéal pour les fibres a été plus élevé alors que sa teneur en eau initiale était plus élevée (71% contre 59%, sur une base pondérale humide). Quatre niveaux de force entre 0.3 et 6.6 N/mm ont été appliqués sur les rouleaux durant les essais. Le conditionnement augmente le taux de séchage du chanvre ainsi que son coefficient caractéristique. Une force de 2.4 N/mm appliquée sur les rouleaux semble optimale pour hâter le séchage du chanvre au stade de maturité des fibres, alors que les meilleurs résultats de séchage pour le stade des graines sont obtenus avec une force de 4.5 N/mm. **Mots clefs:** chanvre, conditionnement, niveaux de force sur les rouleaux, taux de séchage.

An economical method to extract chondroitin sulphate-peptide from bovine nasal cartilage

Nakano, T., Ikawa, N. and Ozimek, L. 2000. Can. Agric. Eng. 42:205-208

Utilization of animal by-products by extracting useful material is of economic importance in the livestock industry. This report describes a simple low cost procedure to release chondroitin sulphate (CS) from bovine nasal cartilage without introducing any chemicals except acetic acid used for pH adjustment. More than 70% of total CS in nasal cartilage can be released as CS-peptide by incubation in water at pH 4.5 and 37°C. This is likely the most economical method currently available to extract CS from cartilage. Endogenous proteinases are probably involved in the release of CS. The extract is boiled and dried at 90°C to obtain a crude CS preparation. The purity of CS can be improved approximately 1.4 fold by anion-exchange chromatography. This information may contribute to the development of a low cost method of preparation of CS for commercial purposes.

L'extraction de substances utiles d'origine animale est d'une grande importance économique pour l'industrie de l'élevage. Ce rapport décrit un procédé simple et peu coûteux pour extraire la chondroïtine sulfate (CS) du cartilage nasal des bovins sans utiliser de produits chimiques sauf l'acide acétique pour l'ajustement du pH. Plus de 70% de la CS totale présente dans le cartilage nasal peut être libérée sous forme de CS-peptide par incubation dans l'eau à un pH de 4.5 et une température de 37°C. Cette méthode d'extraction de la CS du cartilage est vraisemblablement la plus économique à l'heure actuelle. Les protéinases endogènes sont probablement impliquées dans la libération de la CS. On obtient une préparation brute de CS en faisant bouillir l'extrait, et en le faisant sécher à 90°C. On peut améliorer la pureté de la CS par un facteur de 1.4 en utilisant la chromatographie par échange d'anions. Cette information pourrait contribuer à l'élaboration d'un procédé commercial de préparation de la CS qui soit peu coûteux.

A system for providing protein for pigs in intermediately sized grower/finisher barns

Feddes, J.J.R., Ouellette, C.A. and Leonard, J.J. 2000. Can. Agric. Eng **42**:209-213

Blend feeding attempts to eliminate excesses and deficiencies in dietary protein associated with conventional phase feeding of growing pigs (20 to 110 kg) by meeting their protein requirements on a daily or weekly basis. An increase in carcass lean percentage and a reduction in feed intake and excreted nitrogen are the primary benefits of blend feeding. Blend feeding systems are becoming more common in new facilities, but a simple inexpensive system that is easy to retrofit to existing, intermediate sized grower barns (~800 growing pigs) is still not available. A prototype blend feeding system has been constructed using mechanical weigh drops (proportioning) and staggered dumping into a single flexible coil delivery auger (mixing) in tandem with feed proximity sensors and computer controlled valves (distribution). When an empty feeder is detected, via a feed proximity sensor, a batch of feed mixture is prepared and directed to the correct feeder by computer controlled valves. The required protein concentration in the feed is achieved through one-kg weigh drops of 12 and 20% protein feeds in the proper ratio, i.e. 18% protein = 1:3 ratio. Alternate dumps of the two feeds ensures that adequate mixing occurs in the delivery auger. Five trials were conducted at three different feed ratios: 1:1, 3:1, and 1:9. The 15 blended batches were analyzed for batch size and protein content accuracy and protein content coefficient of variation (CV). The nominal batch size was 40.4 kg and the mean batch size error was 1.47 kg (± 0.47) or 3.64%. The average batch protein content error was 0.63%. Comparing the economics of this system with a commercially available one for a 800-feeder barn (2000 pigs/year), the cost/pig place is \$41.75 and \$65.25, respectively, if cost recovery is assumed over one year. If the producer installs the components of the system, the cost/pig place is \$28.00.

En adoptant un système d'alimentation multiphase, on tente d'éliminer les excès et les carences en protéines que l'on retrouve dans l'alimentation en phase conventionnelle des porcs à l'engraissement (20 à 110 kg), en ajustant la demande en protéines sur une base journalière ou hebdomadaire. L'alimentation multiphase permet d'augmenter le pourcentage de viande sur les carcasses, de réduire la prise d'aliments et la quantité d'azote excrétée. Dans les nouvelles installations, les systèmes d'alimentation multiphase sont de plus en plus courants. Cependant, il n'existe pas de système simple et peu coûteux qui pourrait facilement être adapté à des installations existantes de taille moyenne (~ 800 porcs en croissance). On a construit un prototype qui utilise un système mécanique de pesée des quantités de moulée (pour les proportions) et de dépôt étalé, dans une vis de distribution simple flexible en forme de spirale (mélange), couplé avec des senseurs de proximité des aliments et des valves contrôlées par ordinateur (distribution). Si les senseurs détectent qu'un distributeur d'aliments est vide, une certaine quantité du mélange de moulée est préparée et acheminée vers le bon distributeur par les valves contrôlées par ordinateur. On obtient la bonne concentration de protéines en mélangeant, dans les bonnes proportions, des quantités de 1 kg de deux moulées ayant respectivement 12% et 20% de protéines, pour obtenir un mélange ayant 18% de protéines = rapport 1:3. Des dépôts alternés des deux moulées permettent d'obtenir un mélange adéquat dans la vis de distribution. Cinq essais ont été faits à des taux différents: 1:1, 3:1 et 1:9. On a analysé le poids, la précision dans la teneur en protéines et le coefficient de variation de la teneur en protéines des 15 lots obtenus lors des essais. Le poids nominal des lots était de 40.4 kg et l'erreur moyenne était de 1.47 kg (± 0.47) ou 3.64%. L'erreur moyenne sur la teneur en protéines était de 0.63%. Si on compare ce système avec un système commercial disponible pour un bâtiment comprenant 800 distributeurs d'aliments (2000 porcs par année), le coût par emplacement est de 41.75\$ pour ce système contre \$65.25 pour le système commercial, si on suppose que la récupération des coûts se fait en 1 an. Si le producteur installe lui-même les composantes du système, le coût par emplacement est de \$28.00.