MENOUFIA JOURNAL OF AGRICULTURAL ENGINEERING

https://mjae.journals.ekb.eg/

Title of Thesis : Engineering Study on The Production of Bio Fuel From Agricultural Residuals

Name of Applicant : Amira Hamdy Mohamed Khouder

Scientific Degree : M.Sc.

Department : Agricultural and Biosystems Engineering

Field of study : Agricultural Engineering

Date of Conferment : Mar. 12 , 2025

Supervision Committee:

- Dr. M. A. Mohammed : Prof. of Agricultural Engineering, Fac. of Agric., Menoufia Univ.
- Dr. M. A. H. Aboamera: Prof. of Agricultural Engineering., Fac. of Agric., Menoufia Univ.

SUMMARY AND CONCLUSION

The experiments were carried out in the Department of Agric. Eng. Faculty of Agric. Menoufia Univ., Laboratory of Soil Science Department., Faculty of Agric. Menoufia Univ., resistance of concrete laboratory, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering, Menoufia Univ. and biomass laboratory of the New and Renewable energy authority, Nasr City, Cairo.

To determine the parameters leads to achieve the aim of this study. The experimental work involved four stages as follows:

1. Measuring some physical properties for corn stalks.
2. Chopped corn stalks using hammer mill at cutting speed 1600 rpm and at different three moisture content (8%, 9% , 10%) .
3. Press material chopped into screw press machine at a pressure of 100 MPa and temperature of 170-175ºC at three moisture content for corn stalks (8%, 9% , 10%) .
4. Measuring some quality properties of pressed briquettes such as the durability, hardness, compression ratio, bulk density, calorific value, and elasticity.

The results obtained from this study can be summarized as the following:

1. Physical properties for corn stalks.
2. Measuring some quality properties of corn stalks briquettes produced by screw press.

1. Physical properties of corn stalks.

The results obtained from measuring corn stalks samples resulted that, the maximum value of stem length was 210 cm, while the minimum value was 158 cm. The maximum value of stem diameter was 2.37 cm, while the minimum value was 1.8 cm. The value of stem weight ranged from 45 gm to 185 gm. While, the number of leaves ranged from 11 to 28 per stalk. The initial moisture content of stored samples was about 12% (Wet base) as mean, then the samples were dried to achieve the required level of the moisture (8.6 and 10%).

2. Problem of the briquettes machine explosion.

Before pressing, the heaters must be heated to about 175ºC to produce suitable briquettes. The lignin contained in the corn stalks begins to flow when increasing the temperature and acts as a natural glue to bind the briquettes. A piece of briquette that is still remained from the previous process in the heaters zone. It started to lose its moisture content. The chopped material was also heated up and lost a part of its moisture, Moreover, a considerable amount of water vapor rises and collects in the die. This pushes the

briquette until it overcomes the adhesive force between the briquette and the die wall. The remaining briquette exits the press die like a cannon shot, causing an explosion-like sound

3. Moisture content for corn stalks briquettes.

The final moisture content due to the pressing of the chopped corn stalks to produce briquettes, decreased compared with initial moisture content before the pressing process at 170ºC. The initial moisture content of corn stalks were pressed at (8, 9 and 10%) decreased to (4.87, 5.23 and 6.12%), respectively.

4. Evaluate the quality of the produced corn stalks briquetting product

4.1. Effect of moisture content on compression stress

Compression stress was increased (13.8, 16.7 and 20.23 MPa) with decreasing briquettes moisture content (6.12, 5.23 and 4.87 %, respectively).

4.2. Effect of moisture content on durability%

There is indirect relationship between the final moisture content and durability of the briquettes. It was found that the durability increased from 82.19% at a moisture content of 6.12% to 91.74% at a moisture content of 4.87%. This means that with the increasing moisture content, the cohesion between the particles decreased, because the briquettes dissolve due to moisture absorption.

4.3. Effect of moisture content on hardness (kN)

There is indirect relationship between the final moisture content and hardness of the briquettes. It was found that the hardness 34 kN at a moisture content of 6.12% followed by 40 kN at moisture content of 5.23%, then, 47 kN at moisture content of 4.87%. This may be due to increasing bulk density by increasing briquettes moisture content.

4.4. Effect of moisture content on bulk density (g/cm^3)

There is a direct relationship between the final moisture content and bulk density (g/cm^3) of the briquettes. It was found that the bulk density (g/cm^3) increased from 0.95 (g/cm^3) at a moisture content of 4.87% to 1.00 (g/cm^3) at a moisture content of 5.23%, then 1.1 (g/cm^3) at a moisture content of 6.12%.

4.5. Effect of moisture content on compression ratio:

There is a direct relationship between the final moisture content and compression ratio of the briquettes. It was found that the compression ratio increased from 19.79 % at a moisture content of 4.87% to 21.28 % at a moisture content of 5.23%, then 23.92 % at a moisture content of 6.12%.

4.6. Effect of moisture content on elasticity (%):

There is a direct relationship between the final moisture content and elasticity (%) of the briquettes. It was found that the elasticity (%) increased from 9.4 at a moisture content of 4.87% to 11.07 at a moisture content of 5.23%, then 13.38 at a moisture content of 6.12%.

4.7. Effect of moisture content on calorific value CV (MJ/kg):

There is indirect relationship between the final moisture content and calorific value CV (MJ/kg) of the briquettes. It was found that the calorific value CV (MJ/kg) decreased from 16.7 (MJ/kg) at a moisture content of 4.87% to 15.23 (MJ/kg) at a moisture content of 5.23% and 12. 6 (MJ/kg) at a moisture content of 6.12%. This results may be due to the increasing of bulk density for moisture content of 4.87% comparing with the highest moisture content 6.12% with low value of bulk density.

This implies that a briquette's calorific value decreases as its moisture content increases. This allows briquettes to be used as an energy source in many sectors, including domestic household energy and energy-intensive industries, such as cement and steel factories.

4.8. Effect of moisture content on water resistance, (min):

There is indirect relationship between the final moisture content and water resistance, (min) of the briquettes. It was found that the water resistance, (min) decreased from 68 (min) at a moisture content of 4.87% to 19 (min) at a moisture content of 6.12%.

5. Effect of moisture content on gases ratios:

5.1. Effect of moisture content on CO_2 gas ratios:

CO_2% were increased with increasing both of the initial moisture content of straw and briquettes moisture content. Where it was recorded 2.6, 3.1 and 4.1% for stalks at initial moisture content 10, 9 and 8% respectively. Whereas, it was recorded 1.7, 1.4 and 1.1% for briquettes at final moisture content 6.12, 5.23 and 4.87% respectively.

The decrease in CO_2 emissions upon burning of briquettes with low moisture content can be attributed to the increased content of completely combustible fibers and the decreasing of pores between the fibers as a result of the increased bulk density.

5.2. Effect of moisture content on CO gas ratios:

CO% were increased with increasing the initial moisture content in stalks moisture content, while it increased with increasing briquettes moisture content. Where it was recorded 0.287, 0.432 and 0.531% for stalks at initial moisture content 10, 9 and 8% respectively. Whereas, it was recorded 0.0259, 0.0249 and 0.0146% for briquettes at final moisture content 6.12, 5.23 and 4.87% respectively.

5.3. Effect of moisture content on Combustion efficiency (μ) gas ratios:

Combustion efficiency were decreased with increasing the initial moisture content in stalks moisture content and it decreased with increasing briquettes moisture content. Where it was recorded 89.93, 90.21 and 90.8% for stalks at initial moisture content 10, 9 and 8% respectively. Whereas, it was recorded 96.22, 97.36 and 97.6% for briquettes at final moisture content 6.12, 5.23 and 4.87% respectively.

Conclusion

Densification of biomass materials into briquettes could reduce problems with handling, transportation, storage, and utilization biomass materials to produce a good quality biofuel.

The results obtained during the experiment showed that the best moisture content to start the corn stalks pressing process under a temperature of 175°C is 8%, such as found that the resulting briquettes are more cohesive and when burned, they have a lower emission rate of CO_2 (1.1%), CO (0.0146%) and SO_2 (0.000%), and thus this treatment is the best environmentally friendly treatment, and it also gave the highest calorific value (16.7 MJ/kg).

عنوان الرسالة: دراسة هندسية على انتاج وقود حيوى من المخلفات الزراعية

اسم الباحث : أميرة حمدى محمد خضير

الدرجة العلمية: الماجستير فى العلوم الزراعية (هندسة زراعية)

القسم العلمى : الهندسة الزراعية والنظم الحيوية

تاريخ موافقة مجلس الكلية : ٢٠٢٥/٣/١٢

لجنة الإشراف: أ.د. محمود علي محمـــــــــد أستاذ الهندسة الزراعية والنظم الحيوية، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

أ.د. محمد على حسن أبو عميرة أستاذ الهندسة الزراعية، كلية الزراعة، جامعة المنوفية

الملخص العربي

أجريت التجارب في قسم الهندسة الزراعية بكلية الزراعة جامعة المنوفية، معمل قسم علوم الأراضي بكلية الزراعة جامعة المنوفية، معمل مقاومة الخرسانة بقسم الهندسة المدنية بكلية الهندسة جامعة المنوفية ومعمل الكتلة الحيوية بهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة بمدينة نصر بالقاهرة.

تضمن التجارب المعملية أربع مراحل على النحو التالي:

١. قياس بعض الخصائص الفيزيائية لحطب الذرة.

٢. تقطيع حطب الذرة باستخدام مطحنة المطرقة بسرعة قطع ١٦٠٠ دورة في الدقيقة وبمحتويات رطوبة مختلفة (٨%، ٩%، ١٠%).

٣. ضغط المواد المقطعة في مكبس لولبي عند ضغط ١٠٠ ميجا باسكال ودرجة حرارة ١٧٠-١٧٥ درجة مئوية وبمحتويات رطوبة مختلفة لحطب الذرة (٨%، ٩%، ١٠%).

٤. قياس بعض خواص الجودة للقوالب المضغوطة مثل المتانة و اجهاد الضغط والصلابة ونسبة الضغط والكثافة الظاهرية والقيمة الحرارية والمرونة.

ويمكن تلخيص النتائج التي تم الحصول عليها من هذه الدراسة على النحو التالي:

١. الخواص الفيزيائية لحطب الذرة.

٢. قياس بعض خواص الجودة لقوالب حطب الذرة المنتجة بواسطة المكبس اللولبي.

- الخواص الفيزيائية لحطب الذرة.

أوضحت النتائج المتحصل عليها من قياس عينات حطب الذرة عن أن أعلي قيمة لطول الساق كانت ٢١٠ سم، بينما كانت أقل قيمة ١٥٨ سم. وكانت أعلي قيمة لقطر الساق ٢,٣٧ سم، بينما كانت أقل قيمة ١,٨ سم. وتراوحت قيمة وزن الساق من ٤٥ جم إلى ١٨٥ جم. بينما تراوح عدد الأوراق من ١١ إلى ٢٨ ورقة لكل ساق. كانت نسبة الرطوبة الأولية للعينات المخزنة حوالي ١٣% (علي أساس رطب) كمتوسط، ثم جففت العينات لتحقيق المستوى المطلوب من الرطوبة (٦، ٨ و١٠%).

- مشكلة انفجار آلة القولبة.

قبل الضغط، يجب تسخين السخانات إلى حوالي ١٧٥ درجة مئوية لإنتاج القوالب المناسب. يبدأ اللجنين الموجود في حطب الذرة بالتدفق عند زيادة درجة الحرارة ويعمل كغراء طبيعي لربط القوالب. قطعة من القوالب التي لا تزال متبقية من العملية السابقة في منطقة السخانات تفقد محتواها من الرطوبة. عند تسخين المادة المفرومة أيضًا تفقد جزءً من رطوبتها، وبالتالى ترتفع كمية كبيرة من بخار الماء وتتجمع فى القالب وهذا يدفع القوالب حتى تتغلب على قوة الالتصاق بين القوالب وجدار القالب. وتخرج القوالب المتبقية فى قالب الضغط مثل طلقة المدفع مما يتسبب فى صوت يشبه الانفجار.

- محتوى الرطوبة لقوالب الذرة.

ان محتوى الرطوبة النهائي نتيجة لضغط حطب الذرة المقطعة لإنتاج القوالب، تنخفض مقارنة بمحتوى الرطوبة المبدئي قبل عملية الضغط عند ١٧٠ درجة مئوية. انخفض محتوى الرطوبة المبدئي لقوالب الذرة التي تم ضغطها عند (٨، ٩ و ١٠٪) إلى (٤,٨٧، ٥,٢٣ و ٦,١٢٪) على التوالي.

- تقييم جودة منتج القوالب الناتج من حطب الذرة

- تأثير محتوى الرطوبة على إجهاد الضغط

ازداد إجهاد الضغط (١٣,٨، ١٥,٧ و ٢٠,٢٣ ميجا باسكال) مع انخفاض محتوى الرطوبة في القوالب (٦,١٢، ٥,٢٣ و ٤,٨٧٪ على التوالي).

- تأثير نسبة الرطوبة على نسبة المتانة

توجد علاقة غير مباشرة بين نسبة الرطوبة النهائية ومتانة القوالب. وقد وجد أن المتانة زادت من ٨٢,١٩% عند نسبة رطوبة ٦,١٢% إلى ٩١,٧٤% عند نسبة رطوبة ٤,٨٧%. وهذا يعني أنه مع زيادة نسبة الرطوبة، انخفض التماسك بين الجسيمات، لأن القوالب تتفكك بسبب امتصاص الرطوبة.

- تأثير نسبة الرطوبة على الصلابة (كيلو نيوتن)

توجد علاقة غير مباشرة بين نسبة الرطوبة النهائية وصلابة القوالب. وقد وجد أن الصلادة ٣٤ كيلو نيوتن عند نسبة رطوبة ٦,١٢% تليها ٤٠ كيلو نيوتن عند نسبة رطوبة ٥,٢٣% ثم ٤٧ كيلو نيوتن عند نسبة رطوبة ٤,٨٧%. وقد يكون هذا بسبب زيادة الكثافة الظاهرية بزيادة نسبة الرطوبة في البريكات.

- تأثير محتوى الرطوبة على الكثافة الظاهرية (جم/سم٣)

هناك علاقة مباشرة بين محتوى الرطوبة النهائي والكثافة الظاهرية (جم/سم^3) للكتلة. وقد وجد أن الكثافة الظاهرية (جم/سم^3) زادت من ٠,٩٥ (جم/سم^3) عند محتوى رطوبة ٤,٨٧% إلى ١,٠٠ (جم/سم^3) عند محتوى رطوبة ٥,٢٣%، ثم ١,١ (جم/سم^3) عند محتوى رطوبة ٦,١٢%.

- تأثير محتوى الرطوبة على نسبة الضغط:

هناك علاقة مباشرة بين محتوى الرطوبة النهائي ونسبة ضغط القوالب. وقد وجد أن نسبة الضغط زادت من ١٩,٧٩% عند نسبة رطوبة ٤,٨٧% إلى ٢١,٢٨% عند نسبة رطوبة ٥,٢٣%، ثم ٢٣,٩٢% عند نسبة رطوبة ٦,١٢%.

- تأثير نسبة الرطوبة على المرونة (%):

هناك علاقة مباشرة بين محتوى الرطوبة النهائي ومرونة القوالب (%). وقد وجد أن المرونة (%) زادت من ٩,٤ عند نسبة رطوبة ٤,٨٧% إلى ١١,٠٧ عند نسبة رطوبة ٥,٢٣%، ثم ١٣,٣٨ عند نسبة رطوبة ٦,١٢%.

- تأثير محتوى الرطوبة على القيمة الحرارية CV (MJ/kg):

هناك علاقة غير مباشرة بين محتوى الرطوبة النهائي والقيمة الحرارية CV (MJ/kg) للقوالب. وقد وجد أن القيمة الحرارية CV (MJ/kg) انخفضت من ١٦,٧ (MJ/kg) عند محتوى رطوبة ٤,٨٧% إلى ١٥,٢٣ (MJ/kg) عند محتوى رطوبة ٥,٢٣% و ١٢,٦ (MJ/kg) عند محتوى رطوبة ٦,١٢%. وقد ترجع هذه النتائج إلى زيادة الكثافة الظاهرية لمحتوى رطوبة ٤,٨٧% مقارنة بأعلى محتوى رطوبة ٦,١٢% مع انخفاض قيمة الكثافة الظاهرية.

وهذا يعني أن القيمة الحرارية للكتلة تقل مع زيادة نسبة الرطوبة فيها .وهذا يسمح باستخدام القوالب كمصدر للطاقة في العديد من القطاعات، بما في ذلك الطاقة المنزلية والصناعات كثيفة الاستهلاك للطاقة، مثل مصانع الأسمنت والصلب.

- تأثير محتوى الرطوبة على مقاومة الماء (بالدقيقة):

هناك علاقة عكسية بين محتوى الرطوبة النهائي ومقاومة الماء (بالدقيقة) للقوالب. وقد وجد أن مقاومة الماء (بالدقيقة) انخفضت من ٦٨ (بالدقيقة) عند محتوى رطوبة ٤,٨٧٪ إلى ١٩ (بالدقيقة) عند محتوى رطوبة ٦,١٢٪.

- تأثير محتوى الرطوبة على نسب الغازات:

- تأثير نسبة الرطوبة على نسب غاز ثاني أكسيد الكربون:

لقد زادت نسبة ثاني أكسيد الكربون بزيادة كل من نسبة الرطوبة الأولية لعيدان حطب الذرة ونسبة الرطوبة في القوالب، حيث سجلت ٢,٦ و٣,١ و٤,١% للحطب عند نسبة رطوبة أولية ٨ و٩ و ١٠% على التوالي، بينما سجلت ١,٧ و١,٤ و١,١% للأحطاب عند نسبة رطوبة نهائية ٦,١٢ و٥,٢٣ و٤,٨٧% على التوالي.

نسبة الانبعاثات الناتجة من القوالب أقل من عيدان حطب الذرة ويمكن أن يعزى انخفاض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عند حرق القوالب ذات نسبة الرطوبة المنخفضة إلى زيادة محتوى الألياف القابلة للاشتعال بالكامل وتناقص المسام بين الألياف نتيجة لزيادة الكثافة الظاهرية.

- تأثير نسبة الرطوبة على نسب غاز أول أكسيد الكربون:

زادت نسبة أول أكسيد الكربون بزيادة نسبة الرطوبة الأولية في حطب الذرة، بينما زادت بزيادة نسبة الرطوبة في القوالب. حيث سجلت ٠,٢٨٧ و٠,٤٣٢ و٠,٥٣١% للحطب عند نسبة رطوبة أولية ٨ و٩ و ١٠% على التوالي. بينما سجلت ٠,٠٢٥٩ و٠,٠٢٤٩ و٠,٠١٤٦% للقوالب عند نسبة رطوبة نهائية ٦,١٢ و٥,٢٣ و٤,٨٧% على التوالي.

- تأثير نسبة الرطوبة على نسب كفاءة الاحتراق للغازات:

انخفضت نسبة كفاءة الاحتراق بزيادة محتوى الرطوبة الأولي فى حطب الذرة و انخفضت بزيادة محتوى رطوبة القوالب. حيث سجلت ٩٠,٨ و ٩٠,٢١ ٨٩,٧٣٪ للحطب عند محتوى رطوبة أولي ٨ و ٩ و ١٠٪ على التوالي. بينما سجلت ٩٦,٢٢ و ٩٧,٣٦ و ٩٧,٦٪ للقوالب عند محتوى رطوبة نهائي ٦,١٢ و ٥,٢٣ و ٤,٨٧٪ على التوالي.

التوصيات:

إن تكثيف مواد الكتلة الحيوية في قوالب يمكن أن يقلل من المشاكل المتعلقة بالتعامل مع مواد الكتلة الحيوية ونقلها وتخزينها واستخدامها لإنتاج وقود حيوي عالي الجودة.

من النتائج المتحصل عليها أثناء التجربة وجد أن أفضل نسبة رطوبة لبدء عملية كبس حطب الذرة تحت درجة حرارة ١٧٥ درجة مئوية هي ٨% حيث وجد أن القوالب الناتجة أكثر تماسكاً وعند الحرق تكون أقل في نسبة انبعاث غازات ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت وبذلك تكون هذه المعاملة أفضل نسبة صديقة للبيئة كما أنها أعطت أعلي قيمة حرارية.