**الملخص العربي للبحث**

# تحسين إنتاج الغاز الحيوي باستخدام تقنية الصوب الشمسية المتكاملة: دراسة تجريبية باستخدام جهاز الهضم الأنبوبي شبه المدفون في المناطق ذات المناخ البارد

# Improving Biogas Production by Integrated Solar Greenhouse Technique: A Pilot Study Using Semi-buried Tubular Digester in Cold Climate Regions

**Eid S. Gaballah[1,2] · Qiaoxia Yuan[2,3] · Tarek Kh. Abdelkader[1]**

1 Agricultural Engineering Department, Faculty of Agriculture, Fayoum University, Fayoum 63514, Egypt
2 College of Engineering, Huazhong Agricultural University, Shizishan Street, Hongshan District, Wuhan 430070, People's Republic of China
3 Key Laboratory of Agricultural Equipment in Mid-lower Yangtze River, Ministry of Agriculture and Rural Affairs, Wuhan 430070, China

**الملخص العربي:**

تُعدّ أجهزة هضم الغاز الحيوي المنزلية تقنيةً واعدةً يُمكن أن تُساعد الأسر الريفية ذات الدخل المحدود على تلبية احتياجاتها الأساسية من الطاقة وتحسين مستوى معيشتها. ومع ذلك، نظرًا لبرودة درجة الحرارة داخل أجهزة الهضم، ينخفض إنتاج الغاز الحيوي وتنخفض كفاءة الهضم بشكل عام. يقترح العمل الحالي تقنية تسخين باستخدام صوبة شمسية (SGH) متصلة بجدار شمالي لتسخين هاضم أنبوبي شبه مدفون، كحل. استُخدم هاضمان شبه مدفونان متشابهان في هذه التجربة؛ أحدهما (DA) سُخّن بواسطة صوبة شمسية مُثبّتة بجدار شمالي، بينما سُخّن الآخر (DB) بأشعة الشمس المباشرة (بدون صوبة)، والذي استُخدم ككنترول وغذي كلا الهاضمين بروث الماشية. بلغ متوسط درجة حرارة الهضم لكلٍّ من DA و DB حوالي24.9 و 23.45 درجة مئوية على التوالي، وكان كلا الجهازين أعلى من درجة حرارة الهواء الخارجي البالغة 22 درجة مئوية. علاوة على ذلك، لم تُلاحظ فروق ملحوظة في تركيز الميثان (62.2-62.76%) بينما متوسط إنتاج الغاز الحيوي النوعي لكلٍّ من DA وDB، والذي بلغ 173 و155.3 لتر/كجم من VS، كلٌّ على حدة. أظهرت الدراسة أن استخدام تقنية SGH المُدمجة يُحسّن عملية إنتاج الغاز الحيوي أكثر من المجموعة الضابطة.

**Gaballah, E. S., Yuan, Q., & Abdelkader, T. K. (2024). Improving biogas production by integrated solar greenhouse technique: a pilot study using semi-buried tubular digester in cold climate regions. *Waste and Biomass Valorization*, *15*(3), 1355-1367. https://doi.org/10.1007/s12649-023-02206-4**

Waste and Biomass Valorization (2024) 15:1355–1367
https://doi.org/10.1007/s12649-023-02206-4

ORIGINAL PAPER

# Improving Biogas Production by Integrated Solar Greenhouse Technique: A Pilot Study Using Semi-buried Tubular Digester in Cold Climate Regions

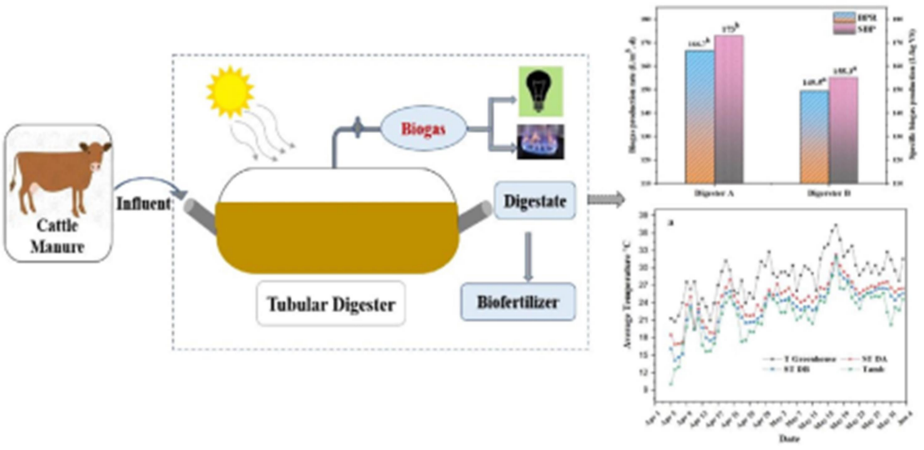
Eid S. Gaballah[1,2] · Qiaoxia Yuan[2,3] · Tarek Kh. Abdelkader[1]

Received: 26 January 2023 / Accepted: 8 June 2023 / Published online: 10 July 2023
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2023

## Abstract

Household biogas-digesters are a prospective technique that can help minimal-income rural families to meet their basic energy requirements and enhance their living standards. Nevertheless, due to the cold temperature of the digesters, the biogas generation is decreased and the digestion efficiency is generally low. The current work proposes a solar-greenhouse (SGH) heating technique united with a north wall to heat a semi-buried tubular digester, as a solution. Two similar semi-buried digesters were used in this experiment; one (DA) was heated by a SGH attached to a north wall, while the other (DB) was heated by direct sunlight (without a greenhouse), which used as a control, and both digesters were fed with cattle manure. The average slurry temperature for DA and DB was 24.9 °C and 23.45 °C, respectively, and both digesters were warmer than the outside air temperature of 22 °C. Moreover, there were no appreciable differences in the methane concentration (62.2–62.76%) between the mean specific biogas production of DA and DB, which were 173 and 155.3 L/kg VS, individually. The study showed that using combined SGH technique is enhanced the process of biogas output more than control.

## Graphical Abstract




**Keywords** Tubular digester · Greenhouses · Cattle manure · Biogas production

Extended author information available on the last page of the article