

PRZYKŁAD WYKORZYSTANIA PRYZMY KOMPOSTU JAKO NISKOTEMPERATUROWEGO ŹRÓDŁA CIEPŁA

Piotr Sołowiej

Katedra Elektrotechniki i Energetyki, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

Streszczenie. Kłopoty związane z odpadami organicznymi powstającymi w produkcji warzyw skłaniają do poszukiwań sposobów ich utylizacji. Jedną z metod pozwalających na bezpieczne i niskonakładowe zagospodarowanie takich odpadów jest ich kompostowanie. Prawidłowo przeprowadzony proces kompostowania prowadzi do przetworzenia odpadów organicznych w pełnowartościowy nawóz, wytwarzając przy tym znaczne ilości energii cieplnej. W pracy przedstawiono sposób wykorzystania energii wytwarzanej w procesie kompostowania do podgrzewania gleby w tunelach foliowych celem przyspieszenia wegetacji wybranych warzyw.

Słowa kluczowe: kompost, ciepło, ogrzewanie gleby, produkcja warzyw

Wprowadzenie

Ze względu na problemy związane ze skażeniem środowiska powodowanym między innymi koncentracją produkcji zwierzęcej oraz następującym (na intensywnie uprawianych obszarach) zmniejszaniem się zawartości materii organicznej w glebie, kompostowanie okazuje się drogą produkcji wartościowej materii organicznej przy jednoczesnej utylizacji potencjalnych zanieczyszczeń i szkodliwych organicznych odpadów.

W produkcji ogrodniczej powstaje znaczna ilość odpadów organicznych (na przykład naci marchewki, połamanych liści kapusty, uszkodzonych warzyw – w niektórych przypadkach do 15% zbiorów), które w znacznej liczbie przypadków są po prostu wywożone na pola uprawne. Usypane na polach pryzmy odpadów biologicznych są źródłem nieprzyjemnych odorów oraz miejscem wzrostu grzybów i innych, nierzadko chorobotwórczych mikroorganizmów, które mają negatywny wpływ na uprawiane na polach rośliny.

Jednym ze sposobów bezpiecznej utylizacji takich odpadów jest ich kompostowanie. W procesie kompostowania, mikroorganizmy rozkładają substancję organiczną i produkują dwutlenek węgla, wodę, ciepło (w początkowej fazie do 60°C) oraz kompost – względnie stabilny końcowy produkt procesu. Kompost po przeprowadzonym prawidłowo procesie stanowi doskonały, nietoksyczny nawóz organiczny [Peigne i Girardin 2004].

Prowadzono badania kompostowania i odzyskiwania ciepła powstającego w procesie kompostowania z pryzmy kompostu usypanego z wyselekcjonowanych odpadów miejskich [Klejment 2004]. Jakość materiału biologicznego (np. zanieczyszczenia chemią gospodarczą) w takich odpadach ma negatywny wpływ na prawidłowe prowadzenie procesu kompostowania. Brak zanieczyszczeń chemicznych w odpadach z produkcji warzyw, oraz duże

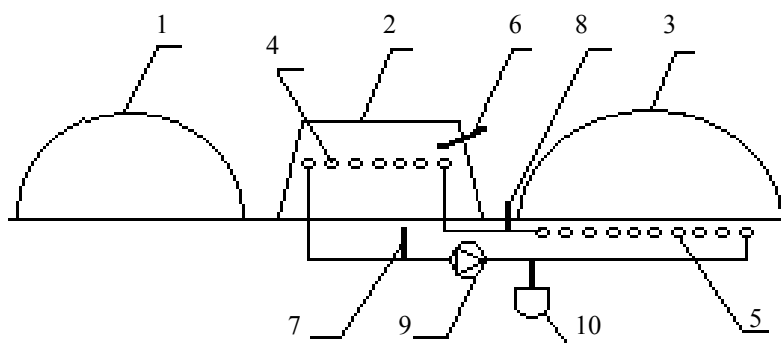
zapotrzebowanie na energię w produkcji pod osłonami (dochodzące do 70% kosztów produkcji) [Kurpaska 2000] skłania do postawienia pytania: czy można zastosować dojrzewający kompost jako niskotemperaturowe źródło energii?

Cel badań

Celem pracy było określenie możliwości zastosowania pryzmy dojrzewającego kompostu jako niskotemperaturowego źródła ciepła do podgrzewania gleby w tunelu foliowym celem przyspieszenia wegetacji wybranych warzyw.

Materiał i metoda

Badania wykonano wiosną 2005 roku w gospodarstwie warzywniczym w województwie pomorskim. Stanowisko badawcze składało się z dwóch tuneli foliowych o powierzchni 120 m² każdy (jeden z podgrzewaną glebą, drugi – kontrolny – nie ogrzewany), pryzmy kompostu i systemu połączonych rur (rura PVC o średnicy 16 mm i grubości ścianki 1,5 mm) rozmieszczonych w kompoście i w glebie tunelu badawczego. W skład stanowiska wchodziła jeszcze pompa obiegowa zapewniająca odpowiednią cyrkulację wody w systemie rur, naczynie wzbiorcze oraz termometry do pomiaru temperatury w pryzmie kompostu oraz wody na wyjściu i wejściu do pryzmy. Schemat stanowiska przedstawia rysunek 1.



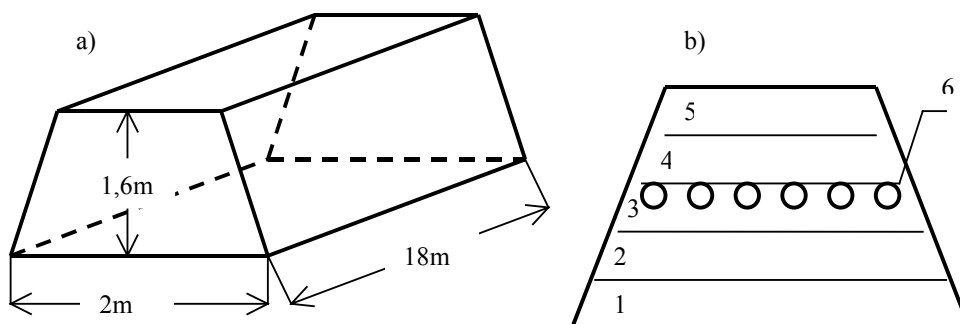
Rys 1. Schemat stanowiska badawczego: 1 – tunel kontrolny, 2 – pryzma kompostu, 3 – tunel z podgrzewaną glebą, 4 – system rur odbierających ciepło, 5 – system rur ogrzewających glebę, 6 – termometr mierzący temperaturę kompostu, 7 – termometr mierzący temperaturę wody zasilającej, 8 – termometr mierzący temperaturę wody powrotnej, 9 – pompa obiegowa, 10 – naczynie wzbiorcze

Fig. 1. Testing station diagram: 1 – control tunnel, 2 – compost heap, 3 – tunnel with preheated soil, 4 – system of pipes collecting heat, 5 – system of pipes preheating soil, 6 – thermometer measuring compost temperature, 7 – thermometer measuring supply water temperature, 8 – thermometer measuring return water temperature, 9 – circulating pump, 10 – expansion vessel

Przykład wykorzystania pryzmy...

Pryzma kompostu została zbudowana z pięciu poziomów. Na każdy poziom składały się: warstwa sucha złożona z siana i słomy o grubości 15-20 cm, warstwa zielonej masy organicznej (liście kapusty, odpady marchwi, buraka czerwonego itp.), warstwa sucha (jak pierwsza), warstwa ziemi o grubości 10-15 cm. Każda warstwa po ułożeniu została obficie polana wodą w celu uzyskania odpowiedniej wilgotności. W trzecim poziomie zostały ułożone rury odbierające ciepło z pryzmy, których długość wynosiła 266 m.

Wymiary i strukturę pryzmy przedstawia rysunek 2.



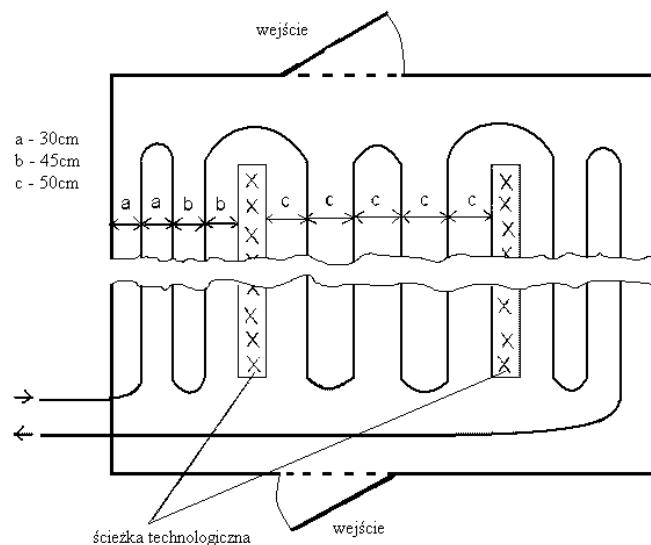
Rys. 2. a) Wymiary pryzmy kompostu, b) Przekrój pryzmy gdzie: 1,2,3,4,5 – poziomy, 6 – położenie kolektora odbierającego ciepło

Fig. 2. a) Compost heap overall dimensions b) Heap cross-section, where: 1,2,3,4,5 – levels, 6 – location of a collector receiving heat

Rury stanowiące kolektor podgrzewający glebę w tunelu foliowym zakopano na głębokości 30 cm w sposób umożliwiający jak najlepsze wykorzystanie ciepła uwzględniając ścieżki technologiczne jak na rysunku 3.

Przy projektowaniu kolektora wzorowano się na badaniach prowadzonych przez Rosik-Dulewską [Rosik-Dulewska i inni 2001]. Zastosowano jednak mniejszą głębokość i mniejsze rozstawy między poszczególnymi gałęziami kolektora oraz mniejszy przekrój rur ze względu na spodziewaną niższą temperaturę czynnika grzejącego oraz konieczność zachowania na wyjściu z kolektora i wejściu do pryzmy odpowiedniej temperatury (ze względu na możliwość wychłodzenia pryzmy i zwolnienie lub zatrzymanie procesu kompostowania). W razie zbyt dużego wychłodzenia kopca istniała możliwość wyłączenia pompy obiegowej celem umożliwienia mikroorganizmom przywrócenia optymalnej temperatury kompostowania. Przepływ wody w systemie był stały i wynosił $5,5 \text{ m}^3$ na dobę. Temperatury z termometrów odczytywane i rejestrowane były dwa razy dziennie. Obieg czynnika roboczego włączono po zaobserwowaniu na termometrze w kopcu temperatury 22°C i od tego momentu prowadzono systematyczne pomiary. Głównie badania prowadzono przez sześć tygodni (czas wegetacji sałaty plus czas na wstępne podgrzanie gleby przed posadzeniem). Po zbiorze sałaty temperatura kopca była jeszcze obserwowana przez siedem tygodni.

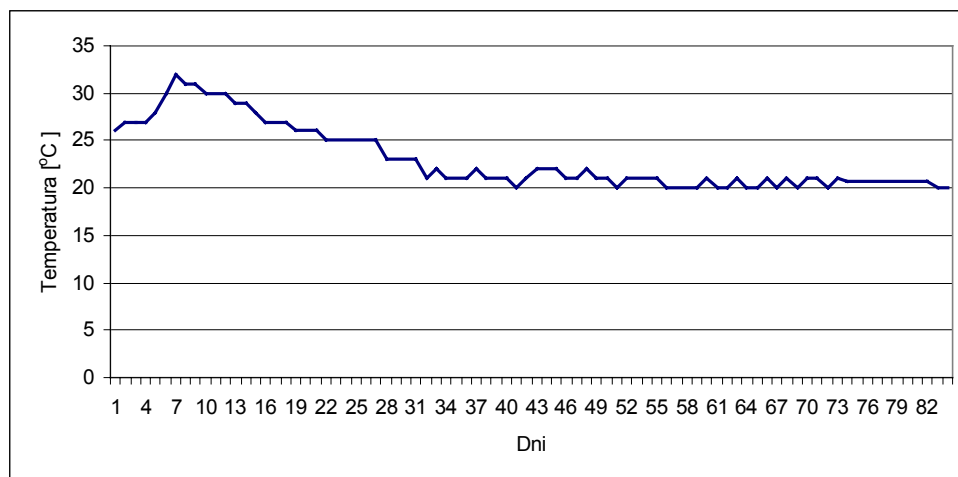
Po osiągnięciu przez glebę temperatury 9°C (w 12 dniu od rozpoczęcia prowadzenia obserwacji) posadzono sałatę masłową w obu tunelach (ogrzewanym i kontrolnym).



Rys 3. Rozmieszczenie rur podgrzewających glebę w tunelu foliowym
 Fig. 3. Lay-out of pipes preheating soil in a foil tunnel

Wyniki badań i ich analiza

Na rysunku 4 przedstawiono zmiany temperatury w kopcu na przestrzeni 10 tygodni prowadzenia obserwacji.



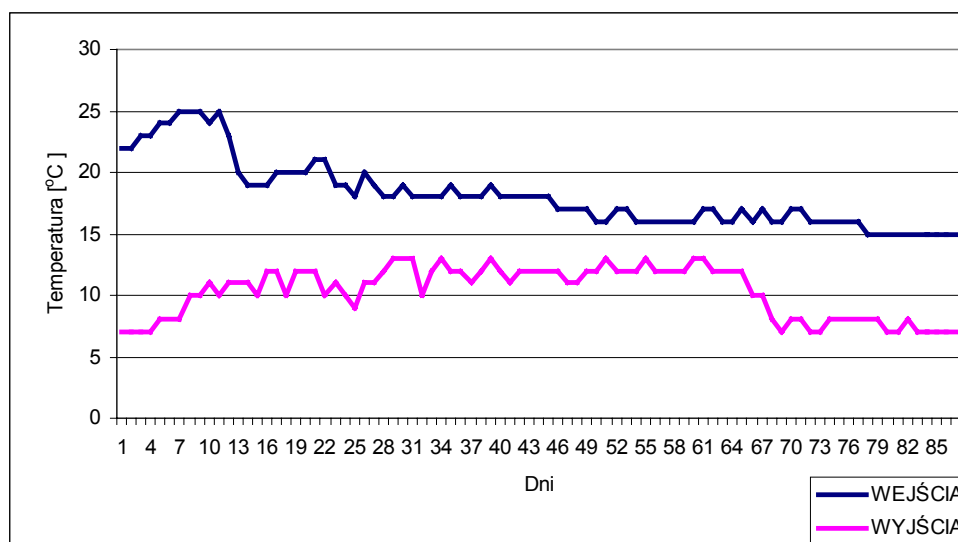
Rys. 4. Zmiany temperatury w kopcu badanym okresie
 Fig. 4. Temperature changes in a clamp during the test period

Przykład wykorzystania pryzmy...

Charakter zmian temperatury w kopcu nie odbiega od podawanych w literaturze [Kulcu i in. 2004; Goyal i in. 2005; Tognetti i in. 2007]. Zarejestrowane temperatury są niższe niż podają przytoczeni autorzy ze względu na to, że termometr był umieszczony zbyt blisko powierzchni kopca gdzie na odczytywane wielkości miały wpływ warunki zewnętrzne.

Temperatury wody obiegowej na wejściu i na wyjściu z systemu rur ogrzewających glebę w tunelu foliowym odczytywane były dwa razy dziennie.

Ich uśrednione wielkości w badanym okresie przedstawia rysunek 5.

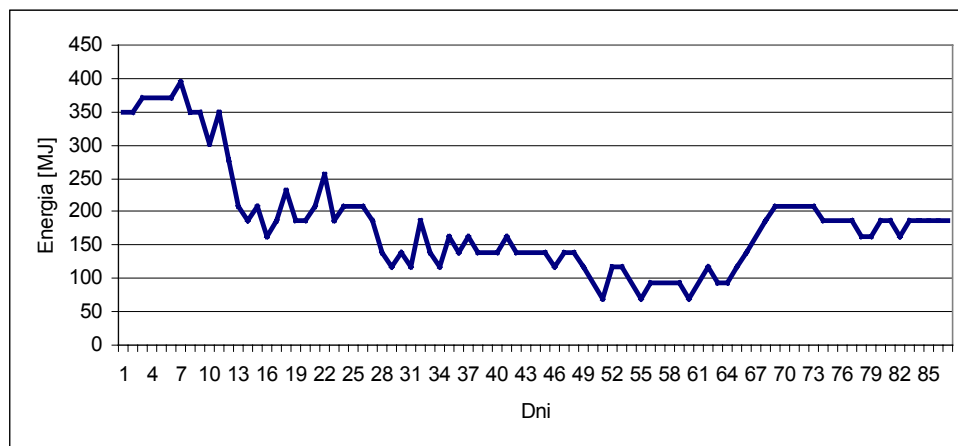


Rys. 5. Uśrednione temperatury czynnika roboczego na wejściu i na wyjściu systemu rur ogrzewających glebę w tunelu foliowym

Fig. 5. Averaged values of working medium temperature at inlet and outlet of the system of pipes preheating soil in a foil tunnel

Charakter zmian temperatury na wejściu do kolektora ogrzewającego glebę odpowiada zmianom zachodzącym w badanym kopcu. Niska początkowo temperatura wyjścia mimo dość wysokiej temperatury na wejściu przez pierwsze dziesięć dni obserwacji spowodowana była ogrzewaniem się i akumulacją energii cieplnej w glebie tunelu. Po około dwóch tygodniach sytuacja się ustabilizowała i mimo ciągłego spadku temperatury na wejściu temperatura gleby była w miarę stała. Widoczne niewielkie wahania spowodowane były wpływem temperatur otoczenia. Po zebraniu sałaty w 60 dniu eksperymentu tunel foliowy został otwarty i poddany wietrzeniu, co uwidoczniło się znacznym spadkiem temperatury.

Znając różnicę temperatur na wejściu i na wyjściu systemu rur ogrzewających glebę w tunelu foliowym i ilość wody, która była przepompowana w ciągu doby można obliczyć ilość energii, jaką w tym okresie uzyskano z kopca i przekazano do gleby (rys. 6).



Rys. 6. Wykres dobowego zużycia energii cieplnej na ogrzewanie gleby w tunelu foliowym
 Fig. 6. The diagram of daily thermal energy consumption for soil preheating in a foil tunnel

Największe zapotrzebowanie na energię (ponad 350 MJ) w fazie początkowej projektu wynikało z konieczności ogrzania gleby, która była wychłodzona po okresie zimowym. Zostało tu wykorzystane wytworzenie przez pryzmę najwyższej temperatury, co ma miejsce w początkowym stadium prawidłowo prowadzonego procesu kompostowania. Następnie po dziesięciu dniach temperatura gleby ustabilizowała się i w zasadzie do końca eksperymentu wahała się w granicach od 9 do 11°C. W związku z tym energia z kopca była potrzebna tylko do utrzymania tej temperatury.

Trzydziestego czwartego dnia od rozpoczęcia eksperymentu, a w dwudziestym drugim od posadzenia – zebrano sałatę w tunelu ogrzewanym. Eksperyment zakończono w czterdziestym drugim dniu zbierając sałatę w tunelu kontrolnym. Dodatkowo prowadzono jeszcze rejestrację temperatur przez siedem tygodni (rys. 4 i rys. 5). Wytworzony kompost został zużyty jako nawóz.

Wnioski

1. Wykorzystanie energii cieplnej wytwarzanej w procesie kompostowania odpadów organicznych pozwala na stworzenie warunków sprzyjających produkcji roślin warzywnych w tunelach foliowych poprzez skrócenie okresu wegetacji, zwiększenie plonu i dostarczenie w zasadzie darmowej energii. Przytoczone zalety mają niewątpliwie wpływ na aspekt ekonomiczny produkcji warzyw pod osłonami.
2. Kompostowanie odpadów organicznych jest także doskonałym sposobem ich utylizacji tworząc niejako przy okazji doskonały nawóz podnoszący żyzność intensywnie eksploatowanej gleby.

Bibliografia

- Goyal S., Dhull S.K., Kapoor K.K.** 2005. Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity. *Bioresource Technology*, 96 s. 1584-1591.
- Klejment E.** 2004. Ocena efektywności odzyskiwania ciepła w tlenowym procesie kompostowania odpadów komunalnych. Rozprawa Doktorska. Politechnika Warszawska. Wydział Inżynierii Środowiska.
- Kulcu R., Yaldiz O.** 2004. Determination of aeration rate and kinetics of composting some agricultural wastes. *Bioresource Technology* 93. s. 49-57.
- Kurpaska S.** 2000. Analiza teoretyczno-doświadczalna systemu ogrzewania podłoża ogrodniczego ciepłym powietrzem. Rozprawa habilitacyjna. Zesz. Nauk. AR w Krakowie.
- Peigne J., Girardin P.** 2004 Environmental impacts of farm-scale composting practices. *Water, Air, and Soil Pollution* 153. s. 45-68.
- Rosik-Dulewska Cz. Grabda M.** 2001. Wykorzystanie ciepła niskotemperaturowego wód geotermalnych w produkcji ogrodniczej pod osłonami. Recenzowane materiały Proceedings of International Scientific Conference „Geothermal Energy In Underground Mines”. s. 163-173.
- Tognetti C., Mazzarino M.J., Laos F.** 2007. Improving the quality of municipal organic waste compost. *Bioresource Technology* 98. s. 1067-1076.

THE EXAMPLE OF USING COMPOST HEAP AS A LOW-TEMPERATURE SOURCE OF HEAT

Summary. Problems generated by organic waste from vegetable production encourage to searching for ways to utilise them. Composting is one of the methods allowing for safe and inexpensive disposal of this waste. Correct composting process leads to converting organic waste into a full-value fertilizer. The composting process generates high amounts of thermal energy. The paper presents, how to use energy generated during the composting process to preheat soil in foil tunnels in order to accelerate vegetation of certain vegetables.

Key words: compost, heat, soil heating, vegetable production

Adres do korespondencji:

Piotr Sołowiej; e-mail: pit@uwm.edu.pl
Katedra Elektrotechniki I Energetyki
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. Oczapowskiego 11
10-736 Olsztyn