

STRESZCZENIE

Paliwa konwencjonalne są głównym źródłem energii zużywanej w transporcie, jednak ich spalanie w silnikach powoduje emisję szkodliwych związków do atmosfery. Ze względu na konieczność ochrony środowiska, malejące zasoby ropy naftowej oraz niestabilność jej cen na rynkach światowych, coraz więcej uwagi poświęca się paliwom alternatywnym. W tym kontekście, dobrym substytutem dla stosowanego w silnikach wysokoprężnych oleju napędowego jest biodiesel. Obecnie do jego produkcji wykorzystywane są surowce, które są też składnikami żywnościowymi lub paszowymi. Może to prowadzić do wzrostu cen żywności oraz nieuzasadnionej i niekorzystnej dla środowiska zmiany przeznaczenia gruntów rolnych. Rozwiązaniem problemu konkurencji paliwo-żywność może być produkcja biodiesla, m. in. z olejów lub tłuszczów odpadowych, odpadów leśnych czy roślin, które nie są przeznaczone na żywność, są niejadalne. Coraz częściej zwraca się jednak uwagę, że wykorzystywanie takich surowców może ograniczyć ich dostępność dla innych sektorów gospodarki. Na tym tle, obiecującym kierunkiem jest wykorzystanie potencjału biomasy mikroglonów. Uprawa mikroglonów nie konkuruje z uprawami przeznaczonymi na cele spożywcze, a przy zapewnieniu odpowiednich warunków ich wzrost, a także zawartość lipidów w biomasie jako prekursorów do wytwarzania biodiesla, mogą być znacznie wyższe w porównaniu z roślinami lądowymi.

Celem pracy było przedstawienie technologii wytwarzania biodiesla z oleju pozyskanego z mikroglonów, z uwzględnieniem warunków produkcji biomasy i jej przetwarzania. Określono optymalne parametry środowiska dla wzrostu i rozwoju mikroglonów oraz poziom akumulacji lipidów w biomasie. Oznaczono zawartość popiołu, węgla oraz stopień wiązania ditlenku węgla w biomasie alg, co ma wpływ na ślad węglowy produkowanego biopaliwa. Produkcję biomasy na cele paliwowe prowadzono w powiększonej skali, odpowiadającej warunkom przemysłowym. Na bazie biopaliwa z oleju mikroalg przygotowano mieszanekę paliwową z konwencjonalnym olejem napędowym, zawierającą odpowiednio 7-procentowy dodatek biodiesla z mikroalg (B7/AME) oraz porównawczo, 7-procentowy dodatek estrów metylowych kwasów tłuszczowych wytworzonych z oleju rzepakowego (B7/RME). Analizę właściwości użytkowych oraz ekologicznych przygotowanych mieszanek paliwowych wykonano przy użyciu stanowiska dynamometrycznego. Badania dotyczące parametrów użytkowych wykonano na stanowisku testowym wyposażonym w czterosuwowy silnik wysokoprężny, natomiast ocenę ekologiczną wykonano przy użyciu analizatora spalin.

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że dla szczepu *Chlorella vulgaris*, wykorzystywanego jako podstawowy materiał badawczy, najkorzystniejsze warunki dla wzrostu i rozwoju to obojętny odczyn podłoża hodowlanego i oświetlanie hodowli przez 18/6 h

w cyklu światło/ciemność. Indukowany stres pokarmowy sprzyjał akumulacji lipidów w biomacie. Wprowadzenie do podłoża wodorowęglanu sodu wpłynęło korzystnie na wzrost biomasy oraz zawartość lipidów, a otrzymane wyniki świadczą o potencjale *C. vulgaris* w zakresie sekwestracji ditlenku węgla. Zwiększona skala hodowli mikroglonów, w odniesieniu do hodowli w skali laboratoryjnej, prowadziła do obniżenia produktywności biomasy oraz poziomu akumulacji lipidów. Najkorzystniejszą metodą odwodnienia i separacji biomasy była metoda wirowania. Najwyższą skuteczność ekstrakcji lipidów z biomasy uzyskano wykorzystując metodę wg Bligha i Dyera. Stres pokarmowy wpływał korzystnie na zawartość lipidów oraz profil kwasów tłuszczowych. Analiza parametrów energetycznych badanych mieszanek paliwowych nie wykazała istotnych różnic pomiędzy paliwem B7/AME, a B7/RME. W przypadku parametrów ekologicznych, dla paliwa z dodatkiem biodiesla z mikroalg, odnotowano wzrost emisji tlenu węgla, tlenków azotu oraz węglowodorów, natomiast emisja ditlenku węgla była niższa.

Słowa kluczowe:

biopaliwa zaawansowane, mikroalgi, biomasa, biodiesel

16.05.2025
Ratnyk Ratowski

ABSTRACT

The main source of energy used in transport are conventional fuels, but their combustion in engines causes the emission of harmful compounds into the atmosphere. Due to the need to protect the environment, decreasing oil resources and the instability of its prices on world markets, more and more attention is being paid to alternative fuels. In this context, biodiesel is a good substitute for diesel oil used in compression-ignition engines. Nowadays, raw materials that are also food or feed ingredients are used in its production. This can lead to an increase in food prices and an unjustified and environmentally unfavorable change in the agricultural land use. The fuel-food competition problem may be solved by the production of biodiesel, among others, from waste oils or fats, forest waste or plants that are not intended for food, as they are inedible. However, the attention is more and more focused on the fact that the use of such raw materials may limit their availability for other sectors of the economy. Against this background, the use of the potential of microalgal biomass is a promising direction. Microalgae cultivation does not compete with food crops, and when appropriate conditions are provided, their growth and lipid content in biomass, as precursors for biodiesel production, can be much higher in comparison to terrestrial plants.

The purpose of this thesis was to present the technology of producing biodiesel from oil obtained from microalgae, taking into account the conditions of biomass production and its processing. The optimal environmental parameters for the growth and development of microalgae and the level of lipid accumulation in biomass were determined. The content of ash, carbon and the degree of carbon dioxide fixing in algal biomass were determined, which affects the carbon footprint of the produced biofuel. The production of biomass for fuel purposes was carried out on an enlarged scale, corresponding to industrial conditions. Based on biofuel from microalgae oil, a fuel mixture was prepared with conventional diesel oil, containing a 7% addition of biodiesel from microalgae (B7/AME) and, comparatively, a 7% addition of methyl esters of fatty acids produced from rapeseed oil (B7/RME). The analysis of the functional and ecological properties of the prepared fuel mixtures was performed using a dynamometric stand. The tests concerning the functional parameters of the engine were performed on a test stand equipped with a four-stroke diesel engine, whereas the ecological assessment was performed using an exhaust gas analyzer.

Basing on the obtained results, it was found that the most favorable conditions for growth and development for the *Chlorella vulgaris* strain, used as the basic research material, were a neutral pH of the culture medium and lighting of the culture for 18/6 h in the light/dark

cycle. The induced nutritional stress favoured the accumulation of lipids in the biomass. The introduction of sodium bicarbonate to the substrate had a positive effect on the growth of biomass and lipid content, and the obtained results indicate the potential of *C. vulgaris* in the process of carbon dioxide sequestration. The increased scale of microalgae cultivation, in relation to laboratory-scale cultivation, led to a decrease in biomass productivity and the level of lipid accumulation. The most advantageous method of dehydration and separation of biomass was the centrifugation method. The highest efficiency of lipid extraction from biomass was obtained using the Bligh and Dyer method. Nutritional stress had a positive effect on lipid content and fatty acid profile. The analysis of energy parameters of the tested fuel blends did not show any significant differences between the B7/AME and B7/RME fuels. In the case of ecological parameters, for the fuel with the addition of biodiesel from microalgae, an increase in carbon monoxide, nitrogen oxides and hydrocarbon emissions were observed, while carbon dioxide emission was lower.

Keywords:

advanced biofuels, microalgae, biomass, biodiesel

16. 05. 20 25
Patrik Potomski