

Jolanta Skowroń
Lidia Zapór
Katarzyna
Miranowicz-Dzierżawska

ODLEGŁE SKUTKI
DZIAŁANIA BIOPALIW
II GENERACJI
PRODUKOWANYCH
W PROCESIE
TRANSESTRYFIKACJI
TŁUSZCZÓW
ODPADOWYCH

Jolanta Skowroń

Lidia Zapór

Katarzyna Miranowicz-Dzierżawska

**Odległe skutki
działania biopaliw II generacji
produkowanych w procesie transestryfikacji
tłuszczów odpadowych**

CIOP  PIB

Warszawa 2019

Opracowano i wydano na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” finansowanego w latach 2017-2019 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Autorzy

Jolanta Skowroń, Lidia Zapór, Katarzyna Miranowicz-Dzierżawska
Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych, Pracownia Toksykologii,
Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt okładki

Anna Antoniszewska

Opracowanie redakcyjne

Agnieszka Szczechura

Opracowanie graficzne

Anna Borkowska

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2019

ISBN 978-83-7373-

CIOP  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (22) 623 36 98, fax (22) 623 36 93, www.ciop.pl

Spis treści

| | |
|---|----|
| Wprowadzenie | 2 |
| Jakie są zalety i wady stosowania biopaliw II generacji? | 3 |
| Co to są odległe skutki działania biopaliw II generacji? | 4 |
| Wyniki badań odległych skutków działania wybranych biopaliw II generacji otrzymanych w procesie transestryfikacji tłuszczów odpadowych w warunkach in vitro (badania własne) | 6 |
| Jakie zagrożenia dla zdrowia człowieka są związane z produkcją i stosowaniem biopaliw otrzymanych z tłuszczów odpadowych? | 8 |
| Jak ograniczyć narażenie pracowników na biopaliwa II generacji? | 9 |
| Jak należy przechowywać oraz transportować biopaliwa otrzymane w procesie transestryfikacji tłuszczów odpadowych? | 12 |
| Transport biopaliw | 12 |
| Przechowywanie biopaliw | 12 |
| Zabudowania | 13 |
| Bibliografia | 14 |





Wprowadzenie

Polska bierze udział w tworzeniu wspólnotowej polityki energetycznej, skierowanej na wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, w tym biopaliw, wzrostu bezpieczeństwa, konkurencyjności i efektywności energetycznej paliw oraz ograniczenia ich oddziaływania na środowisko (Projekt KPEiK – wersja 3.1 z 04.01.2019).

Produkcja biopaliw to działanie proekologiczne, które ma za zadanie spowodować zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych (fot. 1), w szczególności ditlenku węgla z silników spalinowych o 80–85% w porównaniu z paliwami konwencjonalnymi. Wytwarzanie biopaliw to także dodatkowe źródło dochodów dla rolników, którzy mogą zostać ich producentami.



Fot. 1. Efekt cieplarniany prowadzący do globalnego ocieplenia Ziemi

Źródło: <http://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/goldblog-globalne-ocieplenie-to-bzdura-21>

W Polsce obowiązek dodawania biokomponentów do paliw nałożono Ustawą z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (tekst jedn. Dz.U. z 2015 r. poz. 775 ze zm.). Ustawa ponadto umożliwiła produkcję biopaliw zarejestrowanym rolnikom indywidualnym w ograniczonej ilości 100 l/ha lub w energetycznym ekwiwalencie innego paliwa, np. gazowego.

W Europie do 2020 r. wejdzie w życie wymóg stosowania 10% zawartości biokomponentu w paliwach (dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, Dz.Urz. UE L 140, z 5.6.2009 r.).

Najpowszechniej stosowanymi biopaliwami są biodiesel i bioetanol. Biodiesel może być produkowany przez mieszanie estrów metylowych kwasów tłuszczowych z tradycyjnym olejem napędowym w proporcjach dopuszczonych przez normy techniczne i prawne.

Broszura zawiera informacje opracowane na podstawie przeglądu piśmiennictwa światowego z ostatnich lat na temat produkcji i stosowania biopaliw jako działania proekologicznego. W broszurze omówiono, jakie odległe skutki zdrowotne dla człowieka mogą być związane ze stosowaniem biopaliw otrzymanych z tłuszczów odpadowych oraz jakie działania i środki służące ograniczeniu do minimum narażenia należy przedsięwziąć. Broszura jest przeznaczona dla producentów i użytkowników biopaliw ze szczególnym uwzględnieniem rolników indywidualnych.

Jakie są zalety i wady stosowania biopaliw II generacji?

Biopaliwa to nazwa ogólna dla paliw stosowanych w transporcie, które są otrzymywane na skutek: chemicznej, fizycznej lub termicznej konwersji biomasy w samostne paliwa lub dodatki do paliw konwencjonalnych, nazywane biokomponentami paliw mineralnych.

Koncepcja rozwoju biopaliw II generacji opiera się na założeniu, że surowcem do ich wytwarzania powinna być zarówno biomasa, jak i odpadowe oleje roślinne, a także tłuszcze zwierzęce oraz wszelkie odpadowe substancje pochodzenia organicznego, nieprzydatne w przemyśle spożywczym lub leśnym (*Biernat 2012*).

Do korzyści ze stosowania biopaliw II generacji można zaliczyć:

- ▶ ograniczenie zmian klimatycznych przez ograniczenie emisji ditlenku węgla w transporcie (fot. 2),
- ▶ uniezależnienie od importu ropy naftowej,
- ▶ biodegradowalność,
- ▶ poprawę wydajności pojazdów,
- ▶ rozwój rynku produktów rolnych.



Fot. 2. Ograniczenie zmian klimatycznych

Źródło: <http://www.greenissexy.tv/global-government-support-for-developing-and-sustaining-biofuel-production/>

Wady produkcji biopaliw II generacji:

- ▶ niektóre technologie produkcji biopaliw mogą prowadzić do emisji gazów cieplarnianych,
- ▶ zmniejszenie różnorodności biologicznej,
- ▶ podwyżki cen żywności oraz rywalizacja o zasoby wodne,
- ▶ zagrożenie dla wzrostu cen podstawowych artykułów żywnościowych.

Co to są odległe skutki działania biopaliw II generacji?

Badane biopaliwa II generacji są mieszaniną estrów alkilowych kwasów tłuszczowych wytwarzanych z olejów roślinnych oraz tłuszczów zwierzęcych przez transestryfikację alkoholem. Pierwszym etapem badań nad substancjami/mieszaninami chemicznymi są badania *in vitro*. W badaniach *in vitro* można wykazać właściwości danej substancji/mieszaniny pozaustrojowo w kontrolowanych warunkach doświadczalnych. W celu ustalenia wpływu oddziaływania badanych bio-

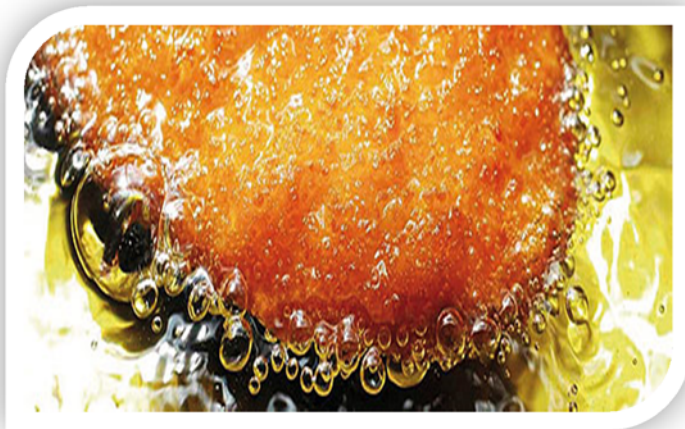


paliw na procesy biologiczne w pierwszym etapie oceniano ich potencjalną cytotoksyczność, tzn. czy są w stanie spowodować śmierć komórek (fot. 3).

Fot. 3. Wieloząębieniowa płytka do badań cytotoksyczności na hodowlach komórkowych w warunkach *in vitro*, fot. CIOP-PIB

Badania działania cytotoksycznego czterech biopaliw otrzymanych w procesie transestryfikacji tłuszczów odpadowych na hodowlach komórkowych w warunkach *in vitro* wykazały, że:

- ▶ najsilniejsze działanie cytotoksyczne na komórki nabłonka skóry wykazywało biopaliwo otrzymane z estryfikacji posmażalniczego tłuszczu roślinnego (Skowroń i in. 2015), co przedstawiono na fot. 4;
- ▶ najsilniejsze działanie cytotoksyczne na komórki nowotworowe płuc, prawidłowe komórki ludzkiego nabłonka oskrzelowego oraz komórki jajnika chomika chińskiego wykazywało biopaliwo otrzymane z estryfikacji tłuszczu zwierzęcego;
- ▶ najslabiej cytotoksycznie na komórki nabłonka skóry ludzkiej, nowotworowe komórki płuc oraz komórki jajnika działało biopaliwo I będące mieszaniną estrów kwasów tłuszczowych otrzymanych w procesie estryfikacji oleju rzepakowego przeterminowanego (badania własne).

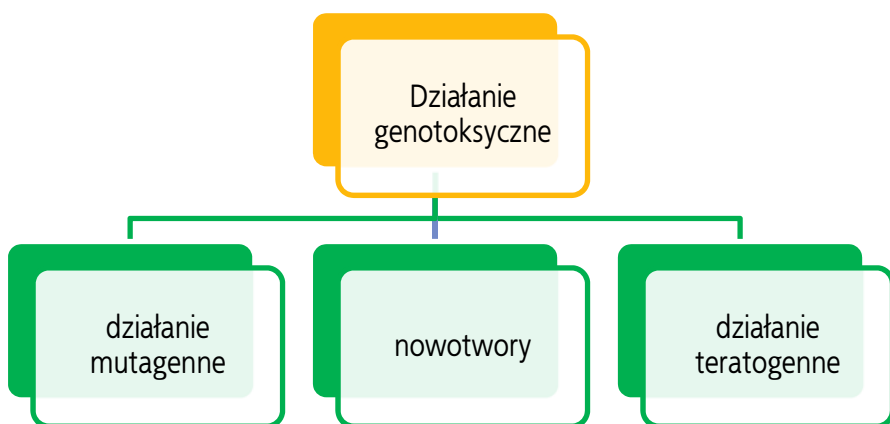


Fot. 4. Tłuszcze posmażalnicze

Źródło: <http://www.saria.pl/srpl/zakres-dzialalnosci/uslugi/tluszcze-posmazalnicze/>

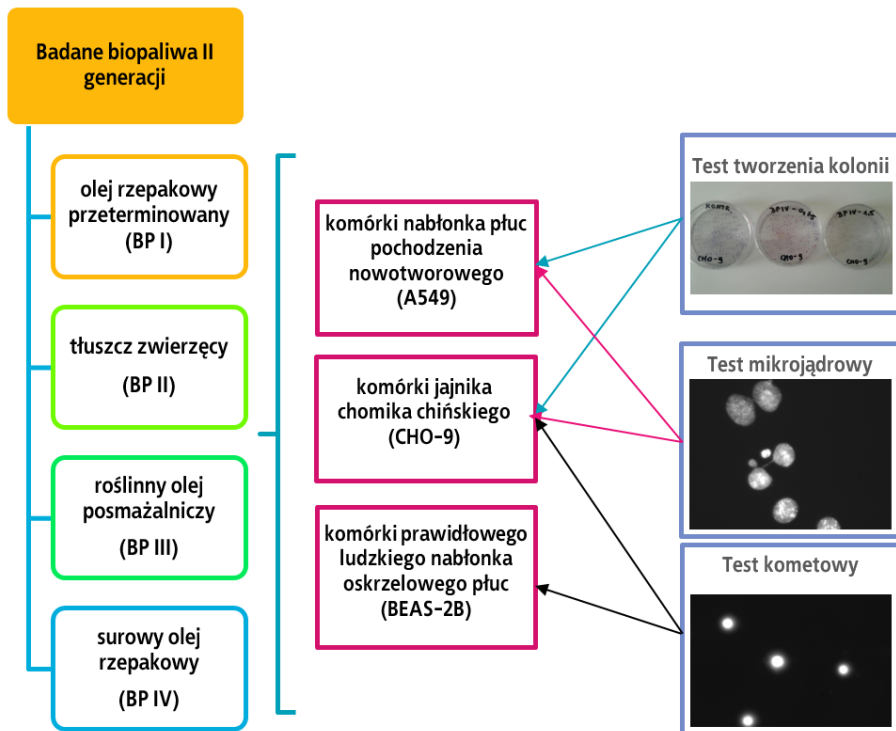
Substancje/mieszaniny chemiczne mogą również powodować odległe skutki rozwijające się w organizmie po dłuższym lub krótszym okresie utajenia.

Skutki takie mogą występować w organizmie bezpośrednio narażonym na substancje lub mieszaninę chemiczną lub dopiero w następnych pokoleniach. Substancje/mieszaniny chemiczne mogą uszkadzać materiał genetyczny komórki. W wyniku takiego uszkodzenia komórka replikuje DNA i syntetyzuje białka w sposób odmienny od normalnego dla danego gatunku lub osobnika. Uszkodzenie może nastąpić w komórce somatycznej i wtedy zmiany ujawnią się u tego samego osobnika (nowotwory) lub w komórce aparatu rozrodczego i – zostaną przekazane potomstwu. Skutki genotoksyczne w okresie embrionalnym i płodowym mogą ujawnić się w postaci zniekształceń anatomicznych (działanie teratogenne), co zostało zilustrowane na rys. 1.



Rys. 1. Skutki odległe działania substancji/mieszanin chemicznych – działanie mutagenne, kancerogenne (rakotwórcze) i teratogenne (opracowanie własne)

Wyniki badań odległych skutków działania wybranych biopaliw II generacji otrzymanych w procesie transestryfikacji tłuszczów odpadowych w warunkach *in vitro* (badania własne)



Rys. 2. Schemat przeprowadzenia badań odległych skutków działania wybranych biopaliw II generacji w warunkach *in vitro* (badania własne)

Badania odległych skutków działania czterech biopaliw otrzymanych w procesie transestryfikacji tłuszczów odpadowych na hodowlach komórkowych w warunkach *in vitro* (rys. 2) wykazały, że:

- ▶ Najsilniejsze działanie ograniczające zdolność komórek jajnika chomika chińskiego CHO-9 oraz komórek nabłonka płuc pochodzenia nowotworowego A549 do proliferacji i tworzenia kolonii wykazywało biopaliwo II otrzymane z odpadowych tłuszczów zwierzęcych oraz biopaliwo III otrzymane z tłuszczów roślinnych posmażalniczych (*Skowroń* 2018).
- ▶ Wszystkie badane biopaliwa indukowały powstanie mikrojąder w komórkach jajnika chomika chińskiego CHO-9, a więc działały genotoksycznie.
- ▶ Badane biopaliwa nie indukowały powstania mikrojąder w komórkach nabłonka płuc pochodzenia nowotworowego A549.
- ▶ Najbardziej w teście tworzenia kolonii oraz w teście mikrojądrowym działało biopaliwo IV, które otrzymano w procesie estryfikacji czystego oleju rzepakowego.
- ▶ Komórki nabłonka płuc pochodzenia nowotworowego (A549) były mniej wrażliwe na działanie badanych biopaliw niż komórki jajnika chomika chińskiego (CHO-9), zarówno w teście tworzenia kolonii, jak i w teście mikrojądrowym.
- ▶ Uzyskane w teście kometowym wyniki wskazują na niewielki wpływ badanych biopaliw na liczbę jednoniciowych pęknięć DNA (SSB) oraz oksydacyjnych uszkodzeń zasad rozpoznawanych przez FPG w komórkach jajnika chomika chińskiego (CHO-9) oraz komórkach nabłonka oskrzelowego (BEAS-2B).

Jakie zagrożenia dla zdrowia człowieka są związane z produkcją i stosowaniem biopaliw otrzymanych z tłuszczów odpadowych?

Cztery główne źródła zagrożeń dla zdrowia człowieka stwarzane przez biopaliwa ciekłe to:

- ▶ zagrożenia zawodowe (fot. 5)
- ▶ zanieczyszczenie wody/gleby
- ▶ zanieczyszczenie powietrza przy wytwarzaniu i stosowaniu biopaliw – wpływ na ceny żywności.



Fot. 5. Zakład produkcji biopaliwa z oleju rzepakowego surowego, fot. CIOP-PIB

Produkcja biopaliw, ich przechowywanie i stosowanie wymaga umiejętności obchodzenia się z materiałami potencjalnie niebezpiecznymi oraz przestrzegania wskazówek bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.

Z przeprowadzonych badań w warunkach *in vitro* można wnioskować, że badane biopaliwa prawdopodobnie mogą działać szkodliwie na skórę (biopaliwo otrzymane w procesie estryfikacji tłuszczów posmażalniczych), drogi oddechowe (biopaliwo otrzymane w procesie estryfikacji tłuszczów zwierzęcych) oraz genotoksycznie na komórki rozrodcze (biopaliwo otrzymane w procesie estryfikacji tłuszczów zwierzęcych).

Badania *in vitro* nie mogą stanowić jedyne dowodu na działanie danej substancji/mieszaniny, ponieważ podczas kolejnej fazy badań – badania *in vivo* – sprawdzany jest stopień wchłaniania, metabolizm oraz droga usuwania danej substancji z organizmu. Ponadto w fazie badań *in vivo* bada się wpływ innych czynników, takich jak: ekspresja genów, predyspozycje genetyczne, stres, dieta czy aktywność fizyczna, na metabolizm substancji w żywym organizmie. Badania *in vivo* mogą potwierdzić niebezpieczne działanie danej substancji/mieszaniny lub całkowicie je wykluczyć, dlatego na podstawie badań *in vitro* nie można stwierdzić, że dana substancja/mieszanina będzie stwarzała zagrożenie dla ludzi. Pierwszy etap badań *in vivo* to badania na zwierzętach, dlatego niezbędne są silne dowody z badań *in vitro* na potencjalne działanie niebezpieczne substancji/mieszaniny, aby uzyskać zgodę Komisji Bioetycznej na przeprowadzenie badań na zwierzętach. Zwykle badania prowadzi się na szczurach lub myszach.

Jak ograniczyć narażenie pracowników na biopaliwa II generacji?

Działania i środki służące ograniczeniu do minimum narażenia na niebezpieczne substancje stosowane do produkcji biopaliw należy podejmować w następującej kolejności:

- ▶ ograniczenie lub wyeliminowanie uwalniania do środowiska pracy substancji stwarzających zagrożenie przez właściwe projektowanie i właściwą organizację procesów pracy, stosowanie odpowiedniego wyposażenia i materiałów oraz systematyczne kontrole stanu bezpieczeństwa i higieny pracy ze szczególnym uwzględnieniem organizacji procesów pracy, stanu technicznego maszyn i innych urządzeń technicznych oraz ustalenie sposobów rejestracji nieprawidłowości i metod ich usuwania;
- ▶ stosowanie takich środków ochrony zbiorowej, jak np. odpowiednia wentylacja i odpowiednie działania organizacyjne;
- ▶ stosowanie środków ochrony indywidualnej, jeżeli zagrożeniu nie można przeciwdziałać w inny sposób.

Środki organizacyjne to:

- ▶ ograniczenie w miarę możliwości liczby osób pracujących w warunkach narażenia na biopaliwa oraz czasu pracy;
- ▶ przeszkolenie osób zatrudnionych przy produkcji biopaliw w zakresie sposobu postępowania z substancjami stwarzającymi zagrożenia;
- ▶ bezpieczne magazynowanie substancji stosowanych do produkcji biopaliw, tj. metanolu jako substancji łatwopalnej oraz żrącego wodorotlenku sodu lub potasu;

- ▶ zapewnienie kart charakterystyki dla substancji stosowanych do produkcji biopaliw oraz samych biopaliw i udostępnianie ich pracownikom;
- ▶ przeprowadzanie badań i okresowych pomiarów tych substancji, zgodnie z częstotliwością podaną w rozporządzeniu ministra właściwego do spraw zdrowia.

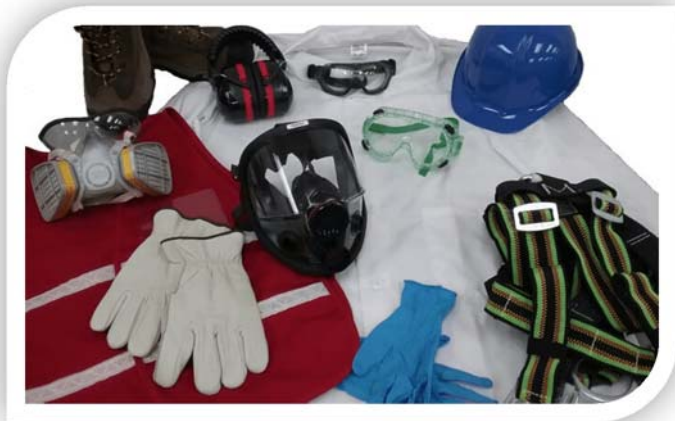
Środki ochrony zbiorowej to:

- ▶ wentylacja mechaniczna ogólna oraz wentylacja mechaniczna miejscowa, wyposażona w odpowiednie układy do oczyszczania powietrza z cząstek ciekłych (filtry powietrza). Ogólne przepisy dotyczące wentylacji pomieszczeń w zakładach pracy są określone w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jedn. Dz.U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650 ze zm.);
- ▶ ze względu na silnie żrące właściwości wodorotlenków sodu oraz potasu systemy wentylacji ogólnej i miejscowej powinny być wykonane z materiałów odpornych na korozję.

Stosowanie środków ochrony zbiorowej jest priorytetowe w stosunku do stosowania środków ochrony indywidualnej.

Środki ochrony indywidualnej

W przypadku gdy działania organizacyjne i techniczne zmierzające do likwidacji zagrożeń związanych z występowaniem ww. substancji stwarzających zagrożenie dla zdrowia w miejscu pracy nie są skuteczne, należy zastosować środki ochrony indywidualnej (fot. 6). Bardzo ważne jest ich właściwe dobranie i użytkowanie zgodne z instrukcjami dostarczonymi przez producenta, bez żadnych modyfikacji.



Fot. 6. Środki ochrony indywidualnej

Źródło: <https://www.bhpex.pl/wp-content/uploads/przeglad-srodkow-ochrony-indywidualnej.jpg>

W sytuacji awaryjnej lub gdy stężenie substancji na stanowisku nie jest znane, należy stosować środki ochrony indywidualnej izolujące organizm (kombinezon gazoszczelny skompletowany z izolującym sprzętem ochrony układu oddechowego).

Profilaktyka medyczna

W profilaktyce medycznej pracowników należy zwrócić szczególną uwagę na badania wstępne i okresowe. Szczegółowe informacje dotyczące badań lekarskich pracowników zatrudnionych w narażeniu na substancje chemiczne stwarzające zagrożenia są opublikowane w czasopiśmie *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*, dostęp: www.ciop.pl/pimosp_strona

Jak należy przechowywać oraz transportować biopaliwa otrzymane w procesie transestryfikacji tłuszczów odpadowych?

Biopaliwa łatwo ulegają biodegradacji i są mniej drażniące dla skóry niż olej napędowy. W trakcie przechowywania, transportu i stosowania biopaliw stosuje się te same zasady bezpieczeństwa jak w przypadku oleju napędowego. Należy przestrzegać ogólnych zasad bezpieczeństwa.

Transport biopaliw

Biopaliwa ze względu na ich wysoką temperaturę zapłonu nie są uważane za łatwopalne. Są natomiast uważane za materiał palny tak samo jak olej roślinny (materiał wykorzystywany do produkcji biopaliw) i jako czyste biopaliwa mogą być transportowane w taki sam sposób jak olej roślinny (fot. 7). Nie dotyczy to jednak mieszanki niskopaliwowej, takiej jak B20, która powinna być traktowana w taki sam sposób jak olej napędowy z ropy naftowej.



Fot. 7. Transport drogowy biopaliw

Źródło: http://i.wp.pl/a/f/jpeg/28576/cysterny_orl_640.jpeg

Przechowywanie biopaliw

Zbiorniki do przechowywania biopaliw mogą być skonstruowane głównie ze stali miękkiej, nierdzewnej stali, polietylenu fluorowego, polipropylenu fluorowego oraz teflonu (fot. 8).



Fot. 8. Zbiorniki do przechowywania biopaliw, w zależności od modelu, mające bogate wyposażenie standardowe (przepływomierz cyfrowy, czujnik poziomu paliwa, pokrywa rewizyjna, przyłącze uziemienia) oraz opcjonalne (wydłużony przewód dystrybucyjny, rama ochronna, oświetlenie dystrybutora, pompa o wyższej wydajności). W ofercie producenta są dostępne zbiorniki o pojemnościach od 1200 do 9000 l.

Źródło: <https://www.kingspan.com/pl/pl-pl/produkty/zbiorniki-na-olej-napedowy-adblue-i-nawozy-p%C5%82ynn/olej-napedowy-przechowywanie-i-dystrybucja/zbiornik-biotank-magazynowanie-biopaliw>

Przedstawione na rysunku zbiorniki (fot. 8) są wykonane z wysokiej jakości polietylenu, co zwiększa ich odporność na ewentualne uszkodzenia mechaniczne. Konstrukcja zbiorników jest przystosowana do łatwego transportu za pomocą dźwigu lub wózka widłowego. Zbiorniki są przystosowane do pracy na zewnątrz i wyposażone w zamykaną obudowę, która zabezpiecza dostęp osobom niepowołanym. Zastosowane w konstrukcji dwa płaszcze skutecznie zapobiegają przed wyciekiem paliwa do gleby. Wszystkie produkty z tej kategorii są przystosowane do pracy w zmiennych warunkach atmosferycznych. Są też odporne na działanie promieni słonecznych i promieniowanie UV. W zależności od modelu zbiorniki mają bogate

wyposażenie standardowe (przepływomierz cyfrowy, czujnik poziomu paliwa, pokrywę rewizyjną, przyłączy uziemienia) oraz opcjonalne (wydłużony przewód dystrybucyjny, ramę ochronną, oświetlenie dystrybutora, pompę o wyższej wydajności).

Zabudowania

Biopaliwa należy przetrzymywać w czystym, suchym i ciemnym środowisku. Budynki powinny być nieogrzewane oraz odpowiednio wentylowane naturalnie lub mechanicznie. Materiały wykorzystane w zakładach produkcyjnych i magazynach powinny być ognioodporne, a materiały konstrukcyjne – niepalne. Podłogi mogą być wykładane kafłami lub płytami betonowymi, lecz tam, gdzie następuje napełnianie lub przelewanie substancji, zaleca się użycie stali lub innych materiałów odpornych na kontakt z olejem oraz na ścieranie.

Należy rozważyć sytuacje zapobiegania i usuwania wycieków. W przypadku wycieku biopaliwa należy chronić odpływy ścieków i cieki wodne przed zanieczyszczeniem. W celu blokowania wycieków można wykorzystać ziemię lub piasek, lub komercyjne pochłaniacze, które wchłoną wyciek. Zestaw do powstrzymywania wycieku oraz substancje pochłaniające powinny być przechowywane w łatwo dostępnym miejscu, tam gdzie przechowywany jest olej. Nie należy nigdy spuszczać oleju z węży ani stosować detergentów w celu usunięcia wycieku. Dla każdego miejsca należy opracować procedurę postępowania na wypadek pojawienia się substancji zanieczyszczających.

Bibliografia

Biernat K. Perspektywy rozwoju technologii biopaliwowych w świecie do 2050 roku. CHEMIK 2012, **66**, 11, 1178-1189.

Czynniki szkodliwe w środowisku pracy – wartości dopuszczalne (2018). Red. M. Pośniak. Warszawa, CIOP-PIB, wyd. XI zm.

Golimowski W.: *Wytwórcy biopaliw w Polsce*, dostęp wrzesień 2016: <http://e-czytelnia.abrys.pl/czysta-energia/2011-4-540/biopaliwa-5836/wytworcy-biopaliw-w-polsce-12797>

Projekt Krajowego Planu na rzecz Energii i Klimatu na lata 2021-2030, Ministerstwo Energii, wersja 3.1 z 04.01.2019, dostęp: <https://www.gov.pl/web/energia/projekt-krajowego-planu-na-rzecz-energii-i-klimatu-na-lata-2021-2030>

Majchrzycka K., Pościk A. (2007): Dobór środków ochrony indywidualnej. Warszawa, CIOP – PIB.

Skowroń J., Golimowski W.: *Produkcja biopaliw – priorytetowy kierunek badań naukowych dotyczących nowych technologii*. Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy, 2015, 2(84): 5-15.

Skowroń J., Zapór L., Miranowicz-Dzierżawska K.: Cytotoxicity of biofuels produced by esterification of waste materials: vegetable oils or animal fats on A431 skin cells. *Toxicology Letters*, 2015, t. 238, nr 2S: 345, <http://dx.doi.org/10.1016/j.toxlet.2015.08.985>.

Skowroń J.: The effect of biofuels on colony formation of CHO-9 cells. *Rocznik Ochrona Środowiska* 2018, 20, 1026-1034.

Ustawa z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (tekst jedn. Dz.U. z 2015 r. poz. 775).

USTAWA z dnia 6 czerwca 2018 r. o zmianie ustawy o biokomponentach i biopaliwach ciekłych oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. z 2018, poz. 1356), dostęp: <http://isip.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20180001356>

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz.Urz. UE L 140 z 5.6.2009 r., s. 16-62).

Poradnik stosowania biopaliw. Bałtycka Agencja Poszanowania Energii S.A. dostęp: <http://bape.com.pl/wp-content/uploads/2014/09/Poradnik-stosowania-biopaliw..pdf>.

Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2018, poz. 1286).

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (tekst jedn. Dz.U. z 2003 r. nr 169, poz. 1650 ze zm.).

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 663/2009 i (WE) nr 715/2009, dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 94/22/WE, 98/70/WE, 2009/31/WE, 2009/73/WE, 2010/31/UE, 2012/27/UE i 2013/30/UE, dyrektyw Rady 2009/119/WE i (EU) 2015/652 oraz uchylecia rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 525/2013 (Dz. Urz. UE L328 z 21.12.2018, s. 1).