

Jolanta Skowroń  
Lidia Zapór  
Katarzyna  
Miranowicz-Dzierżawska

ZALECENIA  
DO OCENY  
I OGRANICZANIA  
RYZYKA  
ZAWODOWEGO  
DLA PRACUJĄCYCH  
W NARAŻENIU  
NA BIOPALIWA  
II GENERACJI

Materiały informacyjne CIOP-PIB

Zalecenia do oceny i ograniczania ryzyka zawodowego dla pracujących w narażeniu na biopaliwa II generacji

*Opracowano na podstawie wyników IV etapu program wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2017-2019 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowe Centrum Badań i Rozwoju.*

*Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy*

*Projekt II.N.12: Ocena metodami in vitro odległych skutków działania wybranych biopaliw II generacji otrzymanych w procesie transestryfikacji tłuszczów odpadowych*

Autorzy:

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

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

**CIOP**  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa  
tel. (48-22) 623 36 98, [www.ciop.pl](http://www.ciop.pl)

## Wprowadzenie

Opracowany przez Międzynarodową Agencję Energii plan rozwoju biopaliw w transporcie (*Technology Roadmap. Biofuels for Transport*) określa perspektywy rozwoju technologii biopaliw w świecie do 2050 r. z uwzględnieniem: spełnienia wymagań silników spalinowych, ograniczenia emisji toksycznych składników spalin oraz światowych możliwości surowcowych. Ze względu na uzasadnioną konieczność ograniczania liczby gatunków biopaliw z jednoczesnym umożliwieniem rozwoju technologii ich wytwarzania bez potrzeby wprowadzania kolejnych generacji zaproponowano podział biopaliw tylko na konwencjonalne (*conventional*) i przyszłościowe (*advanced*). Według założeń MAE w przedziale do 2050 r., z uwagi na przyjęte cele wskaźnikowe, popyt na biopaliwa będzie rósł (*Biernat 2012*).

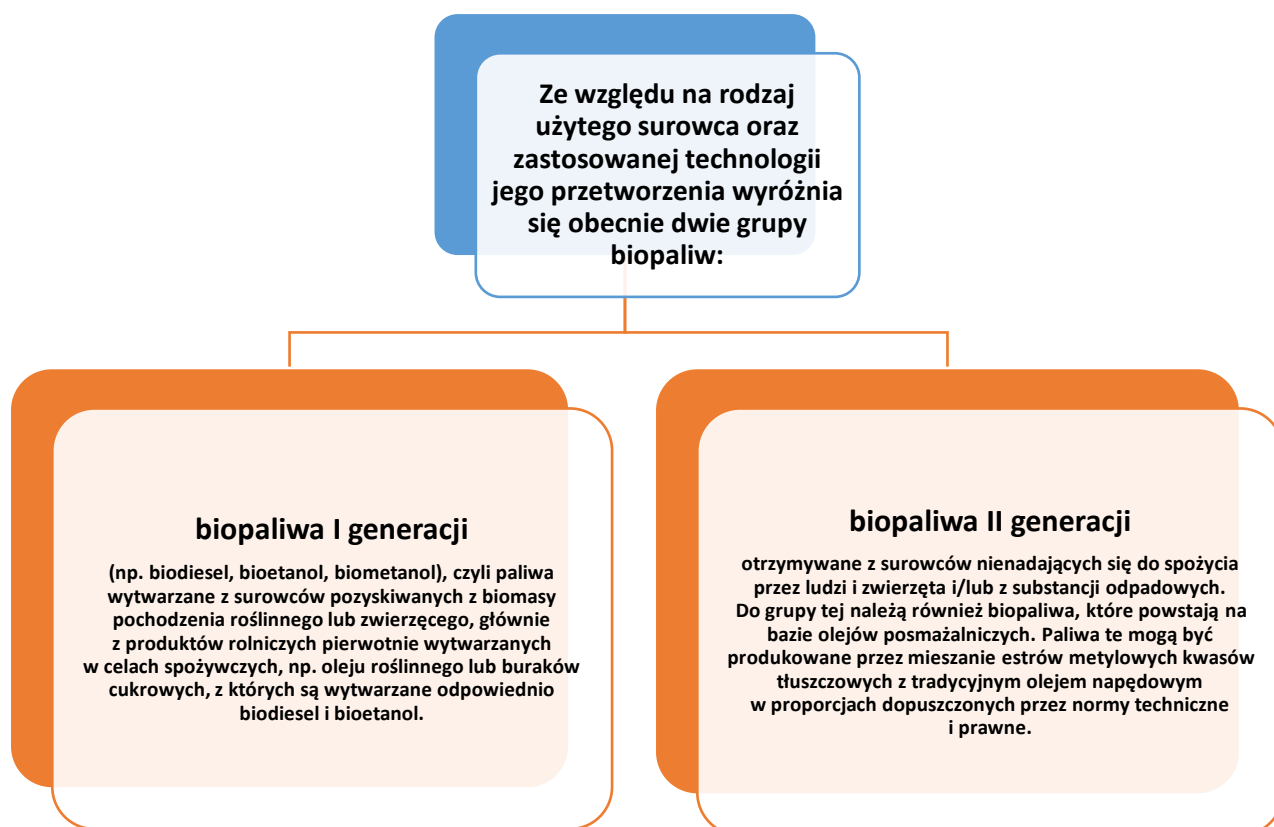
W Europie do 2020 r. wejdzie w życie wymóg stosowania 10% zawartości biokomponentu w paliwach (dyrektywa 2015/1513/UE). W Polsce obowiązek dodawania do paliw biokomponentów nałożono na producentów ustawą z dnia 25 sierpnia 2006 r. o biokomponentach i biopaliwach ciekłych (tekst jednolity: Dz.U. z 2015 r., poz. 775). Działania te mają na celu złagodzenie zmian klimatycznych poprzez zmniejszenie emisji ditlenku węgla w odniesieniu do konwencjonalnych paliw kopalnianych.

Poznanie zagrożeń związanych z wprowadzeniem nowych technologii produkcji biopaliw w fabrykach biodiesla, gospodarstwach rolnych oraz na skalę laboratoryjną pozwoli na zapewnienie bezpiecznych warunków pracy oraz wdrożenie odpowiednich działań prewencyjnych.

## Technologie wytwarzania biopaliw

**Biopaliwa** to paliwa powstałe z przetwórstwa **biomasy**, czyli produktów pochodzenia organicznego (Dyrektywa 2009/28/WE). Biopaliwa mogą występować w postaci stałej, ciekłej lub gazowej. Surowcami do ich produkcji są: (a) oleje otrzymywane z przetwórstwa roślin oleistych, np.: olej rzepakowy, słonecznikowy, palmowy, sojowy, (b) surowce pozyskiwane z roślin uprawnych, takich jak zboża, burak cukrowy, trzcina cukrowa, ziemniaki, a także (c) oleje roślin niejadalnych, drewno i jego odpady oraz słoma, również w postaci granulatu (*Skowroń, Golimowski 2015*) (ryc. 1).

Biopaliwa wytwarza się na skutek chemicznej, fizycznej lub termicznej konwersji biomasy w samostne paliwa (Golimowski i in. 2013) lub dodatki do paliw konwencjonalnych nazywane biokomponentami paliw mineralnych.



Rycina 1. Podział biopaliw ze względu na rodzaj użytego surowca oraz technologii jego przetwarzania

Technologia otrzymywania biopaliw w procesie transestryfikacji tłuszczów odpadowych polega na zamianie triacylogliceroli na estry wyższych kwasów tłuszczowych w reakcji z alkoholem metylo- wym lub etylowym w obecności wodorotlenku sodu lub potasu. Substancje te należą do niebezpiecznych, a więc kontakt z nimi wytwórcy, którym ma być docelowo rolnik, wymaga przestrzegania zasad bezpieczeństwa w ściśle kontrolowanych warunkach (zagrożenie wybuchem, działanie żrące, drażniące, wpływ na rozrodczość).

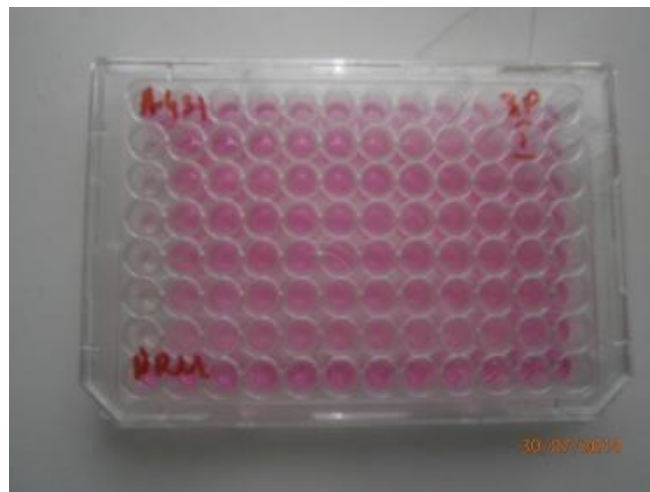
Inne zagrożenia dla pracowników zatrudnionych przy produkcji biopaliw wynikają z:

- zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego,
- groźby wybuchu i pożaru oraz

- zwiększonego ryzyka upadku spowodowanego śliską nawierzchnią wskutek rozlania surowców biopaliw (*Scovronick, Wilkinson 2014*).

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

- najsilniejsze działanie cytotoksyczne na komórki nabłonka skóry ludzkiej wykazywało biopaliwo otrzymane z estryfikacji posmażalniczego tłuszczu roślinnego,
- najsilniejsze działanie cytotoksyczne na komórki nowotworowe płuc, prawidłowe komórki ludzkiego nabłonka oskrzelowego oraz komórki jajnika chomika chińskiego wykazywało biopaliwo otrzymane w procesie estryfikacji tłuszczu zwierzęcego,
- najslabiej cytotoksycznie na komórki nabłonka skóry ludzkiej, nowotworowe komórki płuc oraz komórki jajnika chomika chińskiego działało biopaliwo będące mieszaniną estrów kwasów tłuszczowych otrzymanych w procesie estryfikacji przeterminowanego oleju rzepakowego (badania własne, ryc. 2).

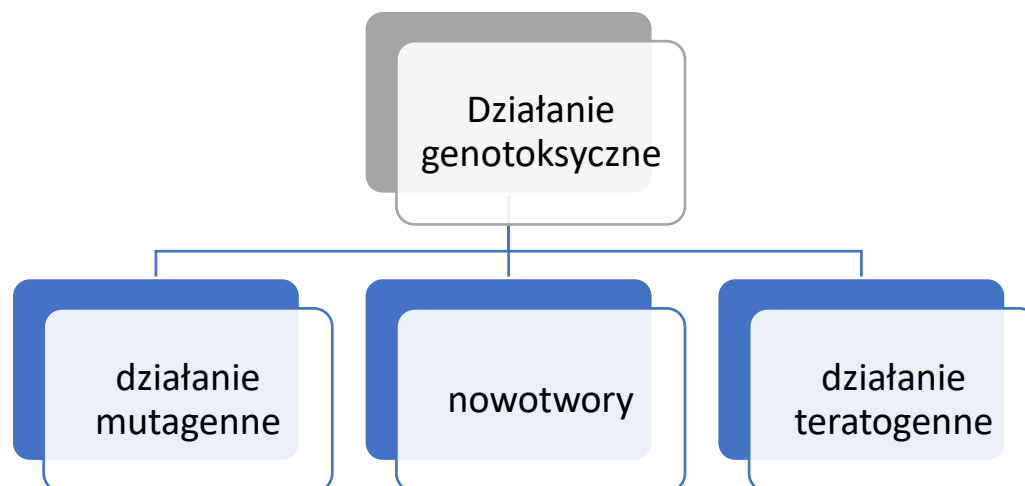


Rycina 2. Badanie działania cytotoksycznego biopaliw metodami in vitro na płytkach 96-dołkowych (fot. CIOP-PIB)

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

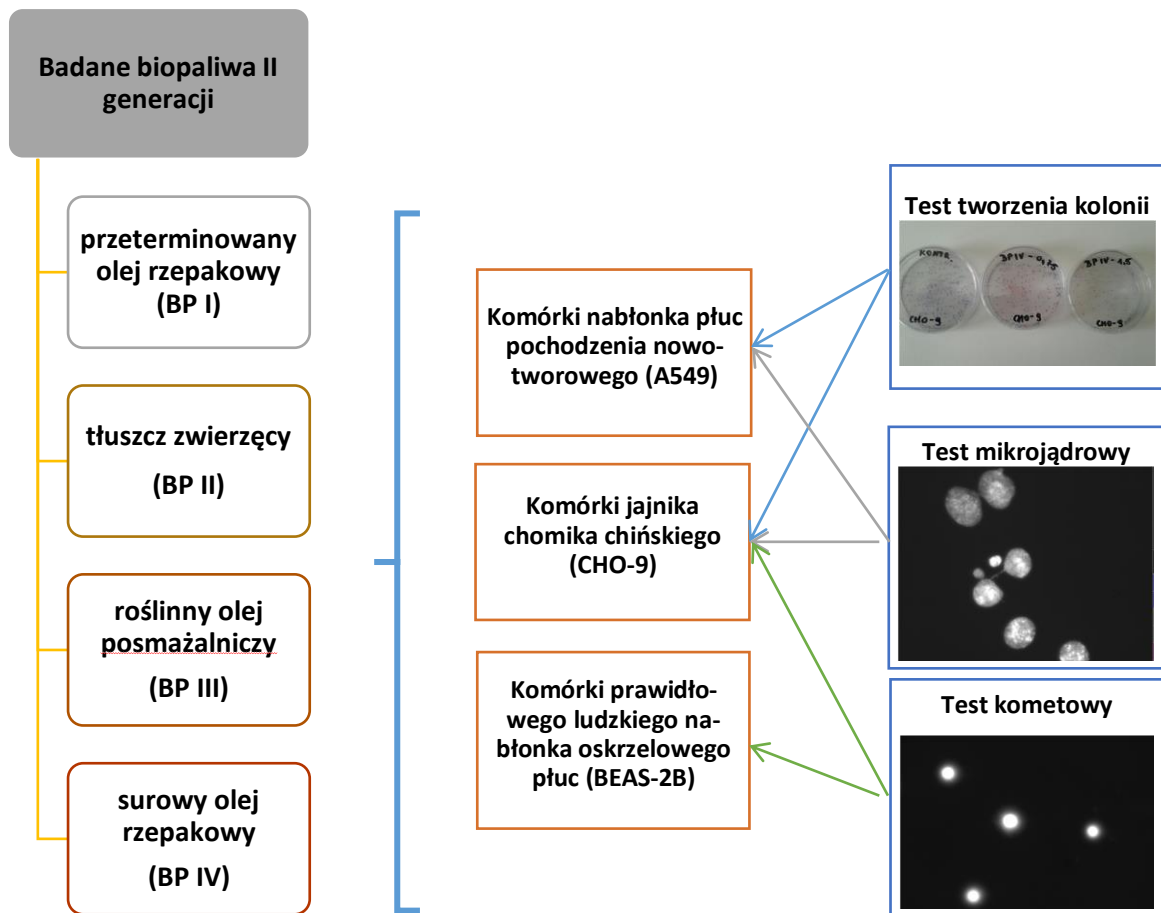
Skutki te mogą występować w organizmie bezpośrednio narażonym na substancję lub mieszaninę chemiczną lub dopiero w następnych pokoleniach. Substancje i mieszaniny chemiczne mogą uszkadzać materiał genetyczny komórki. W wyniku takiego uszkodzenia komórka replikuje DNA i syntetyzuje białka w sposób odmienny od normalnego dla danego gatunku lub osobnika. Uszkodzenie może

następować w komórce somatycznej i wtedy zmiany ujawnią się u tego samego osobnika (nowotwory) lub w komórce aparatu rozrodczego i wtedy zmiany zostaną przekazane potomstwu. Skutki genotoksyczne w okresie embrionalnym i płodowym mogą ujawnić się w postaci zniekształceń anatomicznych (działanie teratogenne) (ryc. 3).



Rycina 3. Skutki odległe działania substancji i mieszanin chemicznych – działanie mutagenne, kancerogenne (rakotwórcze) i teratogenne

Skutki odległe działania czterech wybranych biopaliw otrzymanych w procesie transestryfikacji tłuszczów odpadowych (działanie genotoksyczne) określono metodami *in vitro* testem: tworzenia kolonii, mikrojądrowym oraz kometowym. Test tworzenia kolonii służy do analizy przeżywalności komórek i ich zdolności do tworzenia kolonii. Wykonanie testu mikrojądrowego pozwala na analizę klastogennych uszkodzeń DNA (pęknięcia nici DNA). Test kometowy daje możliwość detekcji uszkodzeń DNA na poziomie pojedynczej komórki (ryc. 4).



Rycina 4. Schemat przeprowadzenia badań odległych skutków działania wybranych biopaliw II generacji w warunkach in vitro (badania własne)

Skutki odległe ekspozycji komórek: jajnika chomika chińskiego (CHO-9), nabłonka płuc pochodzenia nowotworowego (A549) oraz prawidłowego nabłonka oskrzelowego (BEAS-2B) na badane biopaliwa w warunkach in vitro były stosunkowo niewielkie, co stwarza istotne trudności w ich eksperymentalnej ocenie. Analiza statystyczna otrzymanych wyników nie wykazała jednoznacznie, że badane biopaliwa mogą uszkadzać materiał genetyczny komórki. Aby można było wykazać ich ewentualne skutki zdrowotne, muszą one zostać uzupełnione badaniami na całych organizmach.

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

## Ocena ryzyka zawodowego przy produkcji biopaliw z tłuszczów odpadowych

Przy ustalaniu dopuszczalności ryzyka przy produkcji i stosowaniu biopaliw II generacji należy uwzględnić:

- niebezpieczne właściwości biopaliw,
- informacje na temat skutków szkodliwych dla zdrowia człowieka i środowiska oraz zalecenia dotyczące bezpiecznego stosowania biopaliw II generacji, przede wszystkim informacje zawarte w kartach charakterystyki,
- drogi przedostawania się substancji do organizmu pracownika w warunkach narażenia zawodowego (drogę oddechową, przez skórę, przez układ pokarmowy),
- wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń w środowisku pracy dla substancji stosowanych do produkcji biopaliw II generacji,
- częstotliwość stosowania substancji,
- rzeczywisty czas narażenia pracownika,
- warunki pracy przy produkcji i użytkowaniu biopaliw II generacji, z uwzględnieniem ich ilości,
- efekty stosowania środków ochrony zbiorowej i indywidualnej oraz innych działań zapobiegawczych,
- opinie lekarzy przemysłowych i wyniki badań lekarskich pracowników.

Ocena ryzyka zawodowego związanego z występowaniem substancji chemicznych jest to proces badania ich niebezpiecznych właściwości oraz warunków, w jakich ludzie pracują w kontakcie z nimi, w celu ustalenia zagrożeń i możliwej wynikłej z nich szkody, z uwzględnieniem możliwości występowania osobniczej wrażliwości.

Głównymi źródłami informacji o zagrożeniach dla zdrowia powodowanych przez substancje chemiczne są etykiety na opakowaniach oraz karty charakterystyki (ryc. 5, 10).





Rycina 5. Przykładowe oznakowania opakowań oraz sposób ich przechowywania i magazynowania, źródło: [http://www.opakowania.biz/img/art/2015\\_03/59987/original/0\\_upload\\_6af4c0869c.jpg](http://www.opakowania.biz/img/art/2015_03/59987/original/0_upload_6af4c0869c.jpg)

Ilościowa ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na substancje chemiczne jest możliwa do przeprowadzenia tylko dla tych czynników, które w przepisach krajowych mają ustalone wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń – NDS, NDSC, NDSP.

Wartości dopuszczalnych stężeń substancji chemicznych zawarto w rozporządzeniu ministra właściwego do spraw pracy w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS, NDSC i NDSP) i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (rozporządzenie z 12.06.2018 r. ze zm., Czynniki szkodliwe... 2018). Wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń dla substancji stosowanych do produkcji biopaliw przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń dla substancji stosowanych do produkcji biopaliw (rozporządzenie z 12.06.2018 r. ze zm., Czynniki szkodliwe... 2018)

| Nazwa substancji i numer CAS                         | NDS  | NDSC | NDSP | Oznakowanie  | Metody oznaczania stężeń                  |
|--|------|------|------|--------------|---|
| Amoniak<br>[7664-41-7]                               | 14   | 28   | –    | –            | PN-90/Z-04009.03                          |
| Kwas siarkowy(VI) – frakcja torakalna<br>[7664-93-9] | 0,05 | –    | –    | C, Ft        | PiMOŚP 2012, nr 1(71)                     |
| Metanol<br>[67-56-1]                                 | 100  | 300  | –    | Ft,<br>skóra | PN-81/Z-04028.01<br>PiMOŚP 2014, nr 3(81) |

| Nazwa substancji i numer CAS    | NDS | NDSCh | NDSP | Oznakowanie | Metody oznaczania stężeń                 |
|---------------------------------|-----|-------|------|-------------|--|
| Wodorotlenek potasu [1310-58-3] | 0,5 | 1     | –    | C           | PN-Z-04436:2011<br>PiMOŚP 2010, nr 1(63) |
| Wodorotlenek sodu [1310-73-2]   | 0,5 | 1     | –    | C           | PN-Z-04435:2011<br>PiMOŚP 2009, nr 1(59) |

Objaśnienia:

NDS – najwyższe dopuszczalne stężenie jest to wartość średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego, określonego w kodeksie pracy, tygodniowego wymiaru czasu pracy przez okres jego aktywności zawodowej, nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń.

NDSCh – najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż 15 min i nie częściej niż 2 razy w czasie zmiany roboczej, w odstępie czasu nie krótszym niż 1 h.

NDSP – najwyższego dopuszczalne stężenie pułapowe, które nie może być w środowisku pracy przekroczone w żadnym momencie.

Fracja torakalna – frakcja aerozolu wnikająca do dróg oddechowych w obrębie klatki piersiowej, która stwarza zagrożenie dla zdrowia po zdeponowaniu w obszarze tchawiczno-oskrzelowym i obszarze wymiany gazowej.

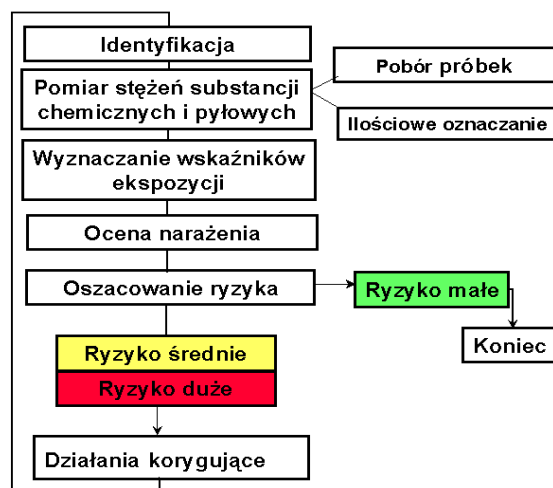
Skóra – wchłanianie substancji przez skórę może być tak samo istotne, jak przy narażeniu drogą oddechową.

C – substancja o działaniu żrącym.

Ft – substancja działająca toksycznie na płód.

PiMOŚP – kwartalnik Komisji „Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy”, dostęp [www.ciop.pl](http://www.ciop.pl).

Procedura oceny ryzyka polega na wykonaniu pomiarów stężeń substancji chemicznych w powietrzu na stanowiskach pracy, a następnie ustaleniu relacji wskaźników narażenia wyznaczonych na podstawie tych pomiarów do odpowiednich wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń określonych w rozporządzeniu ministra właściwego do spraw pracy (ryc. 6). W pomiarach z zastosowaniem dozymetrii indywidualnej wskaźnikiem narażenia jest średnie stężenie ważne ( $C_w$ ), natomiast w pomiarach stacjonarnych – górna i dolna granica przedziału ufności dla średniej rzeczywistej ( $GG$ ,  $DG$ ) lub górna i dolna granica przedziału ufności dla średniego stężenia ważonego ( $GG_w$ ,  $DG_w$ ).



Rycina 6. Procedura oceny ilościowej ryzyka zawodowego substancji, dla których ustalono wartości dopuszczalnych stężeń (Czynniki szkodliwe... 2018)

Jeżeli górna granica przedziału ufności średniej rzeczywistej lub średnie stężenie ważone nie przekraczają wartości **NDS** dla danej substancji, to należy uznać, że warunki pracy są zgodne z wymaganiami higienicznymi. Natomiast jeśli dolna granica przedziału ufności lub średnie stężenie ważone jest większe od wartości NDS, to warunki pracy są szkodliwe. W przypadku oceny stężeń chwilowych warunki pracy można uznać za bezpieczne, jeżeli stężenie w żadnej z min. 15 próbek nie przekracza wartości NDSch dla danej substancji.

W przypadku jednoczesnego występowania w powietrzu na stanowiskach pracy kilku substancji chemicznych o podobnym działaniu ocenę narażenia przeprowadza się na ogół zgodnie z zasadą sumowania działania toksycznego. W tym celu oblicza się współczynnik łącznego narażenia jako sumę ilorazów średnich stężeń ważonych lub średnich geometrycznych stężeń poszczególnych substancji i odpowiadających im wartości NDS. Współczynnik ten nie powinien przekraczać 1. Jeśli przekracza, to warunki pracy należy uznać za szkodliwe. Zasada ta nie dotyczy substancji chemicznych o działaniu rakotwórczym, mutagennym oraz o działaniu niezależnym i antagonistycznym.

Analiza próbek powietrza pobranych w zakładzie produkującym biopaliwa z surowego oleju rzepakowego wykazała, że podczas produkcji tego rodzaju biopaliwa nie występowały przekroczenia najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) metanolu oraz wodorotlenku potasu. Proces produkcji biopaliwa był hermetyczny, a więc warunki pracy uznano za bezpieczne w odniesieniu do narażenia na czynniki chemiczne (ryc. 7).



Rycina 7. Zakład produkcji biopaliw (fot. CIOP-PIB)

W pobranych próbkach powietrza nie zidentyfikowano żadnych estrów kwasów tłuszczowych, które były obecne w produkowanym biopaliwie z surowego oleju rzepakowego (dane niepublikowane).

## Bezpieczne warunki produkcji biopaliw

W zapewnieniu bezpiecznych warunków pracy przy produkcji i stosowaniu biopaliw może pomóc opracowanie planu bezpiecznego postępowania z nimi. W tym celu należy:

- zidentyfikować pochodzenie biopaliwa oraz substancje chemiczne stosowane do jego produkcji,
- zidentyfikować drogi narażenia,
- podjąć techniczne i organizacyjne środki zapobiegawcze (działania korygujące) (ryc. 8),
- zapewnić odpowiednie środki ochrony zbiorowej lub indywidualnej.

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

- wyeliminowanie lub ograniczenie uwalniania do środowiska pracy substancji stwarzających zagrożenie poprzez 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 środków ochrony zbiorowej, na przykład odpowiedniej wentylacji, i właściwe działania organizacyjne,
- stosowanie środków ochrony indywidualnej, jeżeli zagrożeniu nie można przeciwdziałać w inny sposób.

### *Środki organizacyjne*

Do środków organizacyjnych zalicza się:

- ograniczenie w miarę możliwości liczby osób oraz czasu pracy w warunkach narażenia na biopaliwa,
- 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.



Rycina 8. Działania korygujące [http://nop.ciop.pl/m6-9/m6-9\\_3.htm](http://nop.ciop.pl/m6-9/m6-9_3.htm)

### Środki ochrony zbiorowej

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 społecznej.

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 mające na celu likwidację zagrożeń związanych z występowaniem ww. substancji stwarzających zagrożenie dla zdrowia w miejscu pracy nie są skuteczne, należy zastosować środki ochrony indywidualnej. Bardzo ważne jest ich właściwe dobranie i użytkowanie zgodnie z instrukcjami dostarczonymi przez producenta bez wprowadzania w nich żadnych modyfikacji (ryc. 9).

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



Rycina 9. Środki ochrony indywidualnej, źródło: <http://bhp-adr.pl/bhp.html>

**Biodiesel** to paliwo zbliżone do oleju napędowego, które może być stosowane w postaci mieszanki z olejem napędowym w większości konwencjonalnych silników diesla. Paliwo to produkuje się z olejów roślinnych takich jak rzepakowy i słonecznikowy lub zużytego oleju spożywczego. Stosowanie biodiesla na stanowiskach pracy może przyczynić się do zmniejszenia narażenia pracowników, chociaż wyniki prowadzonych badań nie są jednoznaczne. Na stanowiskach pracy, gdzie stosowano wózki widłowe i inne sprzęty pracujące na paliwie tradycyjnym z dodatkiem 20% biodiesla otrzymanego z soi, zanotowano zmniejszenie emisji cząstek stałych o średnicy aerodynamicznej  $2,5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ) oraz stężeń niektórych substancji chemicznych (formaldehydu) w porównaniu do stosowania w tych sprzętach tradycyjnego paliwa z ropy naftowej (Traviss i in. 2010).

Polityka klimatyczna i energetyczna UE zmierza do zredukowania w sektorze transportu zależności od oleju napędowego na rzecz biopaliw, czyli alternatywnych źródeł energii. Obowiązkiem wszystkich państw UE jest osiągnięcie dziesięcioprocentowego udziału biopaliw w ogólnym zużyciu benzyny i oleju napędowego w transporcie zgodnie z dyrektywą nr 2009/28/WE (Smuga-Kogut 2015).



Rycina 10. Piktogramy określające zagrożenia, źródło: <https://123tlumacz.pl/wp-content/uploads/2015/06/New-Hazard-symbols-1024x1024.jpg>

## Piśmiennictwo

Baza wiedzy o zagrożeniach chemicznych i pyłowych CHEMPYŁ [www.ciop.pl](http://www.ciop.pl)

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

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

Law B.F., Pearce T., Siegel P.D. (2011). Safety and chemical exposure evaluation at a small biodiesel production facility. J. Occup. Environ. Hyg. 8, 68–72, <http://dx.doi.org/10.1080/15459624.2011.584841>.

Poradnik stosowania biopaliw (2018). Bałtycka Agencja Poszanowania Energii S.A. <http://bape.com.pl/wp-content/uploads/2014/09/Poradnik-stosowania-biopaliw..pdf>

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1272/2008 z dnia 16.12.2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin (CLP), zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006. DzUrz WE L 353/2 z 31.12.2008 ze zm.

Rozporządzenie ministra rodziny, pracy i polityki społecznej z dnia 12.06.2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU 2018, poz. 1286 ze zm.

Skowroń J., Golimowski W. (2015). Produkcja biopaliw – priorytetowy kierunek badań naukowych dotyczących nowych technologii. PiMOŚP, 2(84), 5-15.

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



Smuga-Kogut M. (2015). Znaczenie produkcji biopaliw w Polsce na przykładzie bioetanolu. *Autobusy*, 6, 202-205.

Traviss N., Thelen B.A., Ingals J.K., Treadwell M. (2010). Biodiesel versus Diesel: A Pilot Study Comparing Exhaust Exposures for Employees at a Rural Municipal Facility. *J. Air & Waste Manage. Assoc.* 60,1026-1033. DOI:10.3155/1047-3289.60.9.1026.