

PRACE NAUKOWE

Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu

RESEARCH PAPERS

of Wrocław University of Economics

Nr 411

Wybrane zagadnienia z bioekonomii

Redaktor naukowy
Małgorzata Krzywonos



Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
Wrocław 2015

Redakcja wydawnicza: Anna Grzybowska
Redakcja techniczna i korekta: Barbara Łopusiewicz
Łamanie: Agata Wiszniowska
Projekt okładki: Beata Dębska

Informacje o naborze artykułów i zasadach recenzowania
znajdują się na stronie internetowej Wydawnictwa
www.pracnaukowe.ue.wroc.pl
www.wydawnictwo.ue.wroc.pl

Publikacja udostępniona na licencji Creative Commons
Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 3.0 Polska
(CC BY-NC-ND 3.0 PL)



© Copyright by Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Wrocław 2015

ISSN 1899-3192
e-ISSN 2392-0041

ISBN 978-83-7695-567-4

Wersja pierwotna: publikacja drukowana

Zamówienia na opublikowane prace należy składać na adres:
Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu
ul. Komandorska 118/120, 53-345 Wrocław
tel./fax 71 36 80 602; e-mail: econbook@ue.wroc.pl
www.ksiegarnia.ue.wroc.pl

Druk i oprawa: TOTEM

Spis treści

Wstęp	7
Jolanta Błaszczyk, Małgorzata Krzywonos: Analiza właściwości moszczów winnych i win na przykładzie winnicy z Dolnego Śląska (Analysis of properties grape musts and wines on the example of vineyard from Dolny Śląsk)	9
Barbara Breza-Boruta, Judyta Gwardzik: Analiza mikrobiologiczna powietrza na terenie i w otoczeniu kompostowni (Microbiological analysis of the air in the composting facilities and its surroundings).....	19
Mateusz Grabowski, Paweł Ramos, Barbara Pilawa: Analiza oddziaływań resweratrolu, kwasów tłuszczowych oraz witamin rozpuszczalnych w tłuszczach z paramagnetycznym DPPH z wykorzystaniem spektroskopii EPR (Analysis of interactions of resveratrol, fatty acid, and vitamins soluble in fatty acid with paramagnetic DPPH by the use of EPR spectroscopy)	29
Jan Jagodziński, Sylwia Dziągów, Małgorzata Krzywonos: Wpływ substancji słodzących na cechy organoleptyczne cydru domowego (Influence of sweeteners on sensory properties of homemade cider).....	38
Sylwia Jarco, Barbara Pilawa, Paweł Ramos: Oddziaływanie rosuwastatyny poddanej działaniu czynnika termicznego z wolnymi rodnikami – zastosowanie spektroskopii EPR (Interactions of rosuvastatin effected by thermal factor with free radicals – applications of EPR spectroscopy).....	48
Benita Kostrzewa, Arleta Staszuk, Ryszard Tadeusiewicz, Ewa Karuga-Kuźniewska, Zbigniew Rybak: Nanotechnologia w biomedycynie (Nanotechnology in biomedicine)	59
Monika Kucharczyk, Małgorzata Krzywonos, Marta Wilk, Przemysław Seruga, Daniel Borowiak: Etnocentryzm konsumencki a produkty regionalne (Consumer ethnocentrism and regional products).....	87
Magdalena Malinowska, Elżbieta Sikora, Jan Ogonowski: Lipophilicity of lupeol semisynthetic derivates (Lipofilowość półsyntetycznych pochodnych lupeolu)	97
Karolina Matej-Lukowicz, Ewa Wojciechowska: Opłaty za odprowadzanie wód deszczowych (Fees for the discharge of stormwater).....	104
Tomasz Podeszwa, Weronika Rutkowska: Wpływ warunków słodowania ziarna gryki na zawartość ekstraktu, barwę oraz lepkość brzeczek laboratoryjnych (kongresowych) (The impact of buckwheat seed germination conditions on the content of extract, colour and viscosity in congress mash).....	115

Weronika Rutkowska, Tomasz Podeszwa: Wpływ dodatku słodu gryczanego na właściwości przeciwutleniające brzeczek przednich (The influence of the addition of buckwheat malt to barley malt on antioxidant properties of sweet worts).....	124
Ewa Walaszczyk, Waldemar Podgórski, Elżbieta Gąsiorek: Dobór szczepu <i>Aspergillus niger</i> w procesie biosyntezy kwasu szczawowego z sacharozy (<i>Aspergillus niger</i> strain selection for oxalic acid biosynthesis from sucrose).....	133
Marta Wilk, Małgorzata Krzywonos, Przemysław Seruga, Monika Kucharczyk, Daniel Borowiak: Karmel w żywności (Caramel in food)	140

Wstęp

Mamy zaszczyt przedstawić Państwu publikację, która jest efektem II Ogólnopolskiej Konferencji Młodych Naukowców Nauk Przyrodniczych „Wkraczając w świat nauki 2015”, która się odbyła w dniach 10-11 września 2015 r. na Wydziale Inżynierjno-Ekonomicznym Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu. Organizatorem konferencji jest Katedra Inżynierii Bioprocessowej, aktywnie wspierana przez afiliowane przy niej Koło Naukowe Młodych Inżynierów, oraz Akademickie Centrum Badań i Rozwoju BioR&D.

Gościliśmy ponad 100 przedstawicieli z 30 jednostek naukowych z całego kraju. Wysłuchaliśmy ponad 60 referatów oraz zobaczyliśmy 80 posterów. Duże zainteresowanie konferencją świadczy o tym, jak bardzo takie inicjatywy są potrzebne w gronie młodych adeptów nauki. Mamy to szczęście, że młodzi pracownicy nauki zechcieli się podzielić z nami swoimi pasjami naukowymi. Wierzymy, że takie inicjatywy są potrzebne, a świadczyć może o tym liczba uczestników. Ufamy, że nasze spotkanie było doskonałą płaszczyzną do wymiany poglądów na temat zagadnień dotyczących bioekonomii, związanych z badaniami podejmowanymi przez studentów i doktorantów. Mamy nadzieję, że w ten sposób zachęcimy młodych pracowników nauki do podejmowania wyzwań i rozwijania pasji naukowych i że nawiązane znajomości zaprocentują w przyszłości współpracą naukową między młodymi pracownikami, a co za tym idzie, między uczelniami i ośrodkami akademickimi. Zależy nam na tym, żeby studenci jak najwcześniej wchodzili w świat nauki, a uczestnictwo w konferencji i możliwość publikacji były ich pierwszym krokiem i doskonałą okazją, by zaistnieć w świecie naukowym.

Efektym finalnym konferencji jest niniejsza publikacja zawierająca zbiór interesujących, a zarazem różnorodnych artykułów naukowych poruszających rozmaite zagadnienia i problemy z obszaru nauk przyrodniczych i bioekonomii.

Składamy podziękowania wszystkim, którzy przyczynili się do powstania niniejszej publikacji. Uczestnikom konferencji i autorom publikacji życzymy wielu sukcesów naukowych.

W imieniu Komitetu Organizacyjnego
Małgorzata Krzywonos

Sylwia Jarco, Barbara Pilawa, Paweł Ramos

Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach

e-mail: sy-jar@tlen.pl

**ODDZIAŁYWANIE ROSUWASTATYNY
PODDANEJ DZIAŁANIU CZYNNIKA
TERMICZNEGO Z WOLNYMI RODNIKAMI –
ZASTOSOWANIE SPEKTROSKOPII EPR***

**INTERACTIONS OF ROSUVASTATIN EFFECTED
BY THERMAL FACTOR WITH FREE RADICALS –
APPLICATIONS OF EPR SPECTROSCOPY**

DOI: 10.15611/pn.2015.411.05

JEL Classification: Q160

Streszczenie: Celem pracy było określenie wpływu temperatury na oddziaływania rosuwastatyny z wolnymi rodnikami. Lek ogrzewano w temperaturze 160°C (120 minut) oraz 170°C (60 minut) w profesjonalnym sterylizatorze Firmy Memmert (Niemcy). W badaniach zastosowano modelowy wolny rodnik DPPH. Analizowano wygaszanie sygnału EPR DPPH oddziaływającego z testowanym lekiem. Zbadano kinetykę oddziaływania leku z DPPH. Widma EPR DPPH rejestrowano z wykorzystaniem spektrometru EPR Firmy Radiopan (Poznań) oraz systemu Rapid Scan Unit Firmy Jagmar (Kraków). Wyznaczono amplitudę (A) linii EPR. Stwierdzono spadek amplitudy (A) linii EPR wolnorodnikowego DPPH wskutek oddziaływania z rosuwastatyną, dla wszystkich badanych próbek. Wygaszanie sygnału EPR wolnych rodników DPPH rosuwastatyny poddanej działaniu czynnika termicznego było mniejsze niż dla leku nie poddanego obróbce termicznej. Potwierdzono przydatność spektroskopii EPR na pasmo X (9.3 GHz) do badania oddziaływań leków z wolnymi rodnikami.

Słowa kluczowe: wolne rodniki, antyoksydanty, DPPH, rosuwastatyna, spektroskopia EPR.

Summary: The aim of this work was to determine the influence of temperature on interactions of rosuvastatin with free radicals. The drug was heated at temperatures 160°C (120 minutes) and 170°C (60 minutes) in professional sterilizer of Memmert Firm (Niemcy). Temperatures and times of heating of the samples agree with Polish Pharmacopoeia norms for thermal sterilization of drug. The model free radicals as paramagnetic DPPH molecules were used in this study. The quenching of EPR signal of DPPH interacting with drug was analysed. Kinetics of drug – free radicals DPPH interactions was examined. EPR spectra of DPPH were measured by the use of EPR spectrometer of Radiopan Firm (Poznań) and the Rapid Scan Unit system of Jagmar Firm

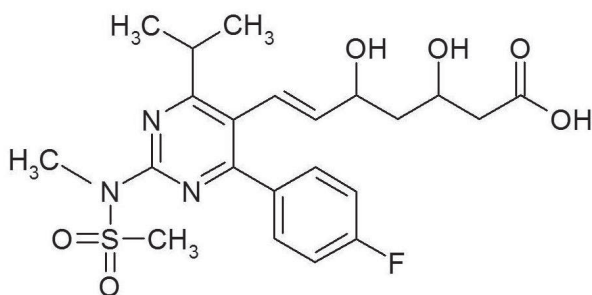
* Badania były finansowane przez Śląski Uniwersytet Medyczny w Katowicach, umowa nr KNW-1-076/K/5/0.

(Kraków). Amplitude (A) and g-factor, were determined. Spectroscopic programmes of Jagmar Firm (Kraków) and the programm LabView (National Instruments, USA), were applied. Decrease of amplitude (A) of EPR line of free-radical DPPH caused by interactions with rosuvastatin, for both the drug kept at room temperature and the samples effected by thermal factor. The quenching of EPR signal of free radicals DPPH by the heated rosuvastatin was lower than for the non-heated drug. Rosuvastatin heated at temperature 170°C revealed slightly higher interactions with free radicals DPPH compared to this drug heated at temperature 170°C. Usefulness of an X-band (9.3 GHz) EPR spectroscopy to examine interactions of drugs with free radicals was confirmed.

Keywords: free radicals, antioxidants, DPPH, rosuvastatin, EPR spectroscopy.

1. Wstęp

W pracy zbadano oddziaływanie rosuwastatyny z wolnymi rodnikami. Rosuwastatyna jest lekiem stosowanym w chorobach układu sercowo-naczyniowego, którym towarzyszą reakcje wolnorodnikowe [Kostowski, Herman 2007; Janiec 2012]. Strukturę chemiczną rosuwastatyny ($C_{22}H_{28}FN_3O_6S$) przedstawiono na rys. 1 [Zejc, Gorczyca 2008]. Rosuwastatyna wykazuje właściwości antyoksydacyjne [Kostowski, Herman 2007].



Rys. 1. Struktura chemiczna rosuwastatyny

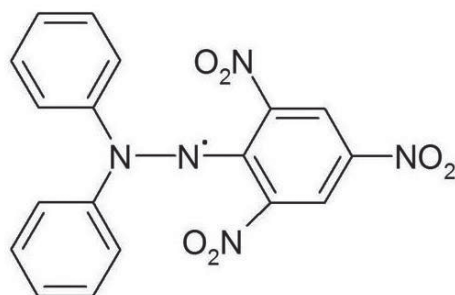
Źródło: [Zejc, Gorczyca 2008].

Celem badań z zastosowaniem elektronowego rezonansu paramagnetycznego było wyznaczenie wpływu temperatury ogrzewania na oddziaływanie rosuwastatyny z wolnymi rodnikami. Wolne rodniki mogą powodować efekty uboczne w organizmie, dlatego istotna jest ochrona przed cząsteczkami wolnorodnikowymi [Bartosz 2013; Olczyk i in. 2013]. Sterylizacja termiczna nie powinna powodować znacznych zmian właściwości antyoksydacyjnych leków. Prezentowane w niniejszej pracy badania są kontynuacją analiz wcześniej prowadzonych przez autorów dotyczących oddziaływań substancji leczniczych z wolnymi rodnikami [Olczyk i in. 2013a; 2013b; 2015; Kurzeja i in. 2012; 2013]. Oddziaływanie rosuwastatyny z wolnymi rodnikami nie były wcześniej badane z wykorzystaniem spektroskopii EPR.

2. Materiał i metody

2.1. Przygotowanie próbek do badań EPR

Przygotowano 96-procentowe roztwory DPPH w alkoholu etylowym. Struktura chemiczna DPPH (2-2-dwufenylo-1-pikrylo-hydrazyl) jest pokazana na rys. 2 [Tirzitis, Bartosz 2010]. Zbadano sygnały EPR DPPH oraz DPPH oddziałującego z rosuwastatyną.



Rys. 2. Struktura chemiczna DPPH

Źródło: [Tirzitis, Bartosz 2010].

Testowano rosuwastatynę nie poddaną ogrzewaniu i przechowywaną w temperaturze pokojowej oraz rosuwastatynę sterylizowaną termicznie. Rosuwastatynę ogrzewano suchym gorącym powietrzem w profesjonalnym sterylizatorze termicznym z termoobiegiem gorącego powietrza (firmy Memmert, Niemcy). Warunki sterylizacji były zgodne z normami farmakopealnymi [Farmakopea Polska X 2014; PN-EN 556]. Rosuwastatynę ogrzewano w temperaturze 160°C przez 120 minut oraz w temperaturze 170°C przez 60 minut.

2.2. Pomiary widm EPR

Badania wykonano z użyciem spektrometru EPR pracującego w paśmie X o częstotliwości promieniowania mikrofalowego wynoszącej 9.3 GHz. Modulacja pola magnetycznego wynosiła 100 kHz. Całkowita moc mikrofalowa wytwarzana przez klistron to 70 mW. Pomiary widm EPR DPPH wykonano przy niskiej mocy mikrofalowej wynoszącej 2.2 mW, aby uniknąć efektu nasycenia mikrofalowego linii. Podczas pomiarów próbki znajdowały się w komorze rezonansowej spektrometru firmy Radiopan (Poznań) w cienkościennych kapilarach o średnicy zewnętrznej wynoszącej 1 mm. Wykorzystano także system numerycznej akwizycji danych Rapid Scan Unit firmy Jagmar (Kraków) współpracujący ze spektrometrem EPR.

Rejestrowano linie EPR DPPH oraz DPPH w kontakcie z rosuwastatyną: nieogrzewaną i ogrzewaną w temperaturze 160°C oraz 170°C. Wyznaczono amplitudy (A) linii EPR DPPH oraz wartość współczynnika rozszczepienia spektroskopowego g. Analizowana amplituda (A) została przedstawiona na widmie EPR (zob. rys. 3). Spadek wartości amplitudy linii EPR DPPH po dodaniu do roztworu rosuwastatyny był miarą oddziaływania testowanego leku z wolnymi rodnikami. Amplitudę (A) linii EPR DPPH oddziałującego z rosuwastatyną podzielono przez wartość amplitudy dla roztworu wzorcowego DPPH (bez leku). Wszystkie wartości amplitudy (A) w pracy przedstawiono więc w jednostkach względnych [j. wzgl.]. Dokładność wartości amplitudy (A) wynosiła $[\pm 0.01 \text{ j. wzgl.}]$. Im mniejsza wartość amplitudy (A) w jednostkach względnych, tym większe wygaszanie linii EPR DPPH przez rosuwastatynę, a więc tym większe oddziaływania rosuwastatyny z wolnymi rodnikami DPPH. Wyznaczono kinetykę oddziaływań rosuwastatyny z wolnymi rodnikami DPPH, a wyniki przedstawiono jako zmianę amplitudy (A) linii EPR DPPH będącego w kontakcie z testowanym lekiem. Kinetykę rejestrowano w czasie do 60 minut.

Wartość współczynnika rozszczepienia spektroskopowego g wyznaczono z warunku rezonansu według następującego wzoru [Stankowski, Hilczer 2005; Eaton, Eaton, Salikhov 1998; Wertz, Bolton 1986]: $g = hv/\mu B Br$, gdzie h – stała Plancka, v – częstotliwość promieniowania mikrofalowego, μB – magneton Bohra, Br – rezonansowa indukcja magnetyczna. Dokładność wartości współczynnika rozszczepienia spektroskopowego g wynosiła $[\pm 0.0002]$.

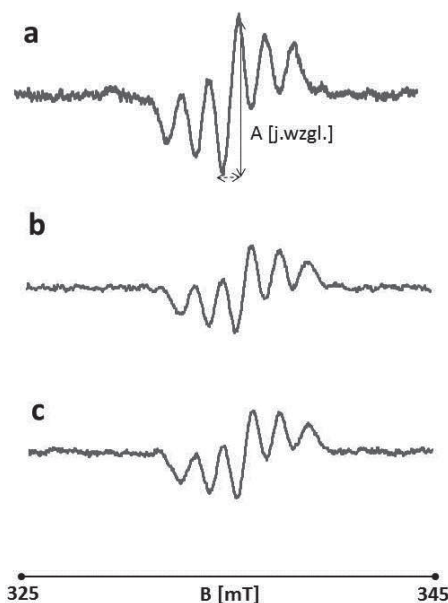
Pomiary oraz analizę widm EPR DPPH wykonano z wykorzystaniem programów komputerowych firmy Jagmar (Kraków, Poland) i LabView (National Instruments, USA).

3. Wyniki i dyskusja

Badania przeprowadzone z wykorzystaniem spektroskopii elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR) wykazały oddziaływania rosuwastatyny z wolnymi rodnikami. Widma EPR DPPH były wygaszane po wprowadzeniu do roztworu alkoholu etylowego leku nie poddanego obróbce termicznej (leku wyjściowego), a także po dodaniu do roztworu leku ogrzewanego zgodnie z Farmakopeą [Farmakopea Polska X 2014; PN-EN 556] w temperaturze 160°C przez 120 minut i w temperaturze 170°C przez 60 minut. Wygaszanie sygnału DPPH, czyli oddziaływania z wolnymi rodnikami, były różne w przypadku leku wyjściowego oraz w przypadku leku ogrzewanego. Kinetyka oddziaływań z wolnymi rodnikami poszczególnych próbek rosuwastatyny przebiegała inaczej, amplituda linii EPR DPPH stabilizowała się po różnym czasie.

Widma EPR DPPH oddziałującego z rosuwastatyną nieogrzewaną dla trzech czasów oddziaływania: 5, 35 i 60 minut pokazano na rys. 3a-c. Widmo EPR DPPH będącego w kontakcie z rosuwastatyną przez 25 minut (rys. 3b) jest mniejsze niż widmo EPR DPPH będącego w kontakcie z rosuwastatyną tylko przez 5 minut

(rys. 3a). Widmo EPR układu DPPH – rosuwastatyna nie zmienia się po 25 minutach oddziaływania. Ustabilizowane widmo EPR po 60 minutach oddziaływania DPPH – lek pokazano na rys. 3c. Wygaszanie linii EPR DPPH przez rosuwastatynę wskazuje na jej właściwości antyoksydacyjne.

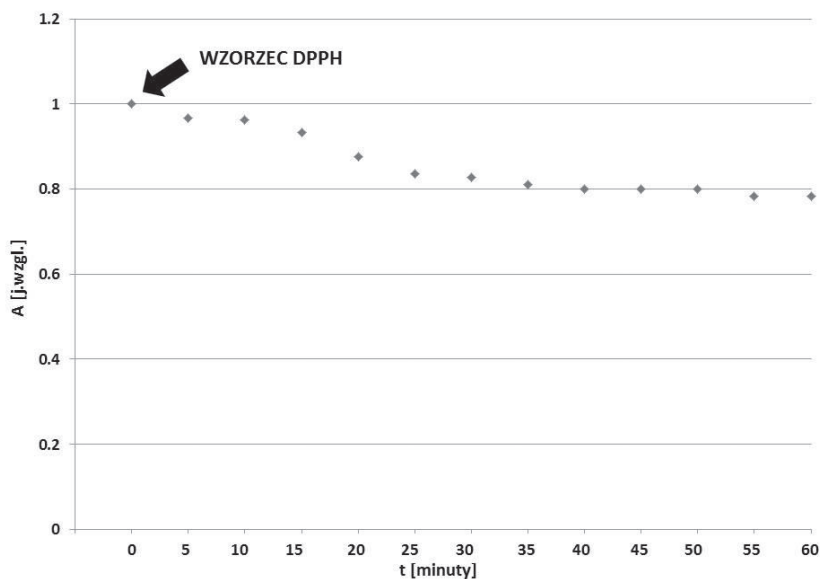


Rys. 3. Widmo EPR DPPH oddziałującego z rosuwastatyną przechowywaną w temperaturze pokojowej: (a) 5 minut, (b) 35 minut, oraz (c) 60 minut; B – indukcja magnetyczna; amplitudy (A) wyznaczano w pracy we wszystkich przypadkach dla sygnału zaznaczonego na widmie EPR (rys. 3a)

Źródło: badania własne.

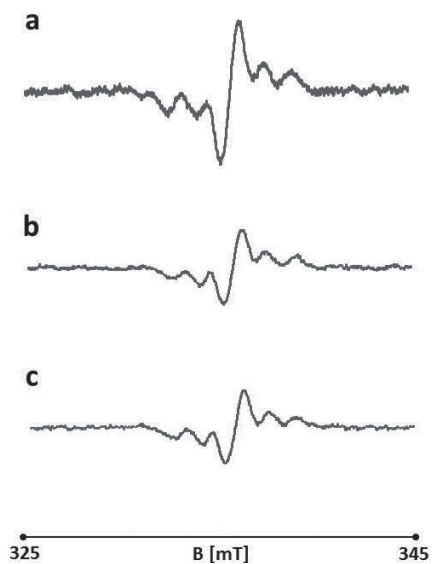
Kinetyka oddziaływań DPPH z rosuwastatyną (próbka wyjściowa) została przedstawiona na rys. 4. Amplituda (A) linii EPR DPPH oddziałującego z lekiem nieogrzewanym maleje ze wzrostem czasu oddziaływania, a po 35 minutach osiąga wartość stałą. Stabilizacja oddziaływań wolne rodniki DPPH – rosuwastatyna nieogrzewana następuje więc po 35 minutach.

Widma EPR DPPH oddziałującego z rosuwastatyną ogrzewaną w temperaturze 160°C przez 120 minut dla trzech przykładowych czasów oddziaływania pokazano na rys. 5a-c. Widmo EPR DPPH było wygaszane przez testowany ogrzewany lek. Widmo EPR DPPH, a tym samym oddziaływania z rosuwastatyną stabilizują się po 15 minutach (por. rys. 3b, c). Rosuwastatyna sterylizowana termicznie w temperaturze 160°C przez 120 minut wykazuje, podobnie jak lek nieogrzewany, właściwości antyoksydacyjne.



Rys. 4. Wpływ czasu oddziaływania (t) DPPH z rosuwastatyną przechowywaną w temperaturze pokojowej na amplitudę (A) linii EPR DPPH

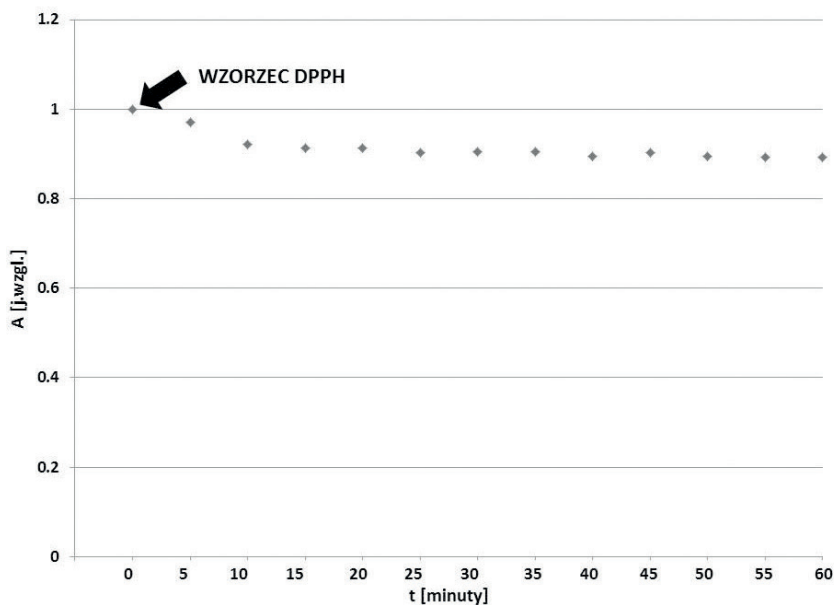
Źródło: badania własne.



Rys. 5. Widmo EPR DPPH oddziałującego z rosuwastatyną ogrzewaną w temperaturze 160°C przez 120 minut: (a) 5 minut, (b) 15 minut, oraz (c) 60 minut. B – indukcja magnetyczna

Źródło: badania własne.

Kinetykę oddziaływań DPPH z rosuwastatyną sterylizowaną termicznie w temperaturze 160°C przez 120 minut zilustrowano na rys. 6. Amplituda (A) linii EPR DPPH oddziałującego z rosuwastatyną ogrzewaną w temperaturze 160°C maleje ze wzrostem czasu oddziaływania, a po 15 minutach osiąga wartość stałą. Wartość ta nie zmieniała się aż do 60 minut obserwacji układu.



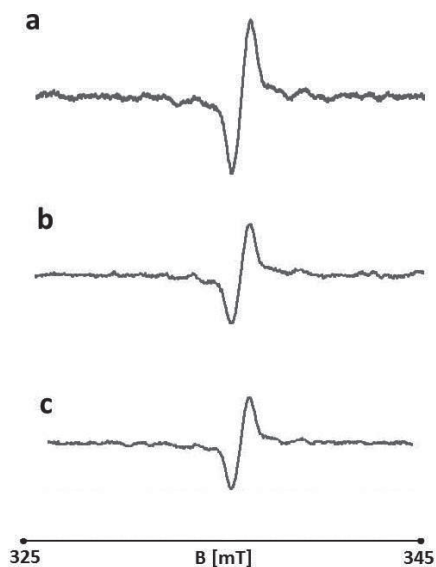
Rys. 6. Wpływ czasu oddziaływania (t) DPPH z rosuwastatyną ogrzewaną w temperaturze 160°C przez 120 minut: na amplitudę (A) linii EPR DPPH

Źródło: badania własne.

Widma EPR DPPH oddziałującego z rosuwastatyną sterylizowaną termicznie w temperaturze 170°C przez 60 minut dla różnych czasów oddziaływania porównano na rys. 7a-c. Lek sterylizowany w opisanych warunkach również jest antyoksydantem i wygasza wolne rodniki DPPH. Wygaszanie widma EPR DPPH jest wyraźnie widoczne poprzez porównanie rys. 7a i 7b. Widmo EPR DPPH po 60 minutach jest podobne jak widmo EPR DPPH po 25 minutach oddziaływania z lekiem.

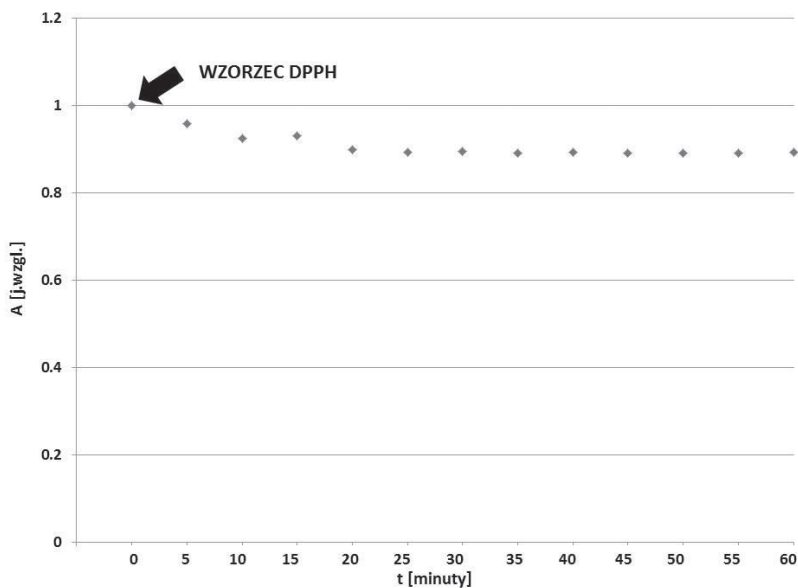
Kinetyka oddziaływania DPPH z rosuwastatyną sterylizowaną termicznie w temperaturze 170°C przez 60 minut została pokazana na rys. 8 jako zmiana amplitudy linii EPR wraz ze wzrostem czasu oddziaływania aż do 60 minut. Amplituda (A) uzyskuje wartość stałą po 25 minutach oddziaływania.

Na rysunku 9 porównano amplitudy (A) linii EPR DPPH oddziałującego 60 minut z rosuwastatyną dla wszystkich testowanych próbek. Najniższą amplitudę (A) wykazuje widmo EPR DPPH oddziałującego z rosuwastatyną nie poddaną działaniu czynnika termicznego. Amplitudy (A) linii EPR DPPH w kontakcie z rosuwastatyną



Rys. 7. Widmo EPR DPPH oddziałującego z rosuwastatyną ogrzewaną w temperaturze 170°C przez 60 minut: (a) 5 minut, (b) 25 minut, oraz (c) 60 minut; B – indukcja magnetyczna

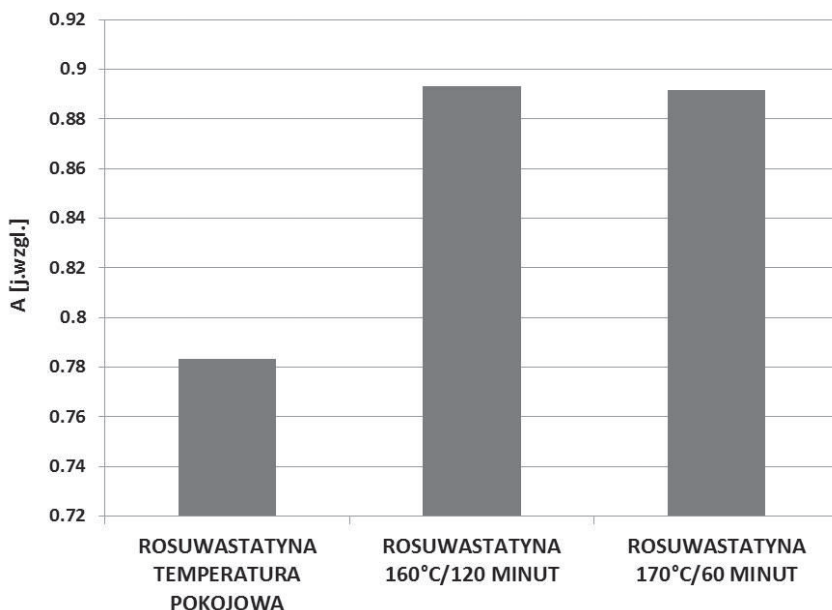
Źródło: badania własne.



Rys. 8. Wpływ czasu oddziaływania (t) DPPH z rosuwastatyną ogrzewaną w temperaturze 170°C przez 60 minut na amplitudę (A) linii EPR DPPH

Źródło: badania własne.

sterylizowaną termicznie w temperaturze 160°C przez 120 minut oraz w temperaturze 170°C przez 60 minut są wyższe. Oznacza to, że wygaszanie wolnych rodników przez rosuwastatynę maleje po ogrzaniu w temperaturze 160°C (120 minut) oraz w temperaturze 170°C (60 minut). Proces sterylizacji termicznej rosuwastatyny powoduje więc obniżenie jej właściwości antyoksydacyjnych.



Rys. 9. Porównanie amplitud (A) linii EPR DPPH oddziałującego 60 minut z rosuwastatyną w temperaturze pokojowej, ogrzewaną w temperaturze 160°C przez 120 minut oraz ogrzewaną w temperaturze 170°C przez 60 minut

Źródło: badania własne.

Na podstawie analiz spektroskopowych widm EPR paramagnetycznego DPPH wykazano, że rosuwastatyna nieogrzewana i rosuwastatyna sterylizowana termicznie według norm zalecanych w produkcji leków wygasza wolne rodniki. Przy stosowaniu sterylizacji termicznej rosuwastatyny w temperaturze 160°C (120 minut) oraz w temperaturze 170°C (60 minut) obniżają się właściwości antyoksydacyjne testowanego leku. Mniejsze wymiatanie wolnych rodników może mieć negatywny wpływ na terapię z wykorzystaniem rosuwastatyny pełniącej rolę antyoksydanta. Spektroskopię EPR z mikrofalami o częstotliwości 9.3 GHz można polecić do badań właściwości antyoksydacyjnych produktów leczniczych.

4. Podsumowanie

Badania metodą elektronowego rezonansu paramagnetycznego (EPR) potwierdziły antyoksydacyjny charakter rosuwastatyny. Stwierdzono oddziaływania rosuwastatyny z wolnymi rodnikami dla próbek nie poddanych obróbce termicznej i przechowywanych w temperaturze pokojowej oraz dla próbek poddanych sterylizacji termicznej zgodnie z wymaganiami farmakopealnymi. Wygaszanie linii EPR wolnych rodników DPPH było mniejsze dla rosuwastatyny poddanej sterylizacji termicznej w temperaturze 160°C przez 120 minut oraz w temperaturze 170°C przez 60 minut w porównaniu z próbką nieogrzewaną, czyli oddziaływania z wolnymi rodnikami malały po ogrzaniu testowanego leku. Nie stwierdzono znacznych różnic pomiędzy oddziaływaniami z wolnymi rodnikami dla rosuwastatyny ogrzewanej w temperaturze 160°C (120 minut) oraz dla rosuwastatyny ogrzewanej w temperaturze 170°C (60 minut). Potwierdzono, że spektroskopia EPR może być stosowana do określenia wpływu temperatury ogrzewania na właściwości antyoksydacyjne leków. Oddziaływania leków o właściwościach antyoksydacyjnych wygaszają linie EPR wolnych rodników.

Literatura

- Bartosz G., 2013, *Druga twarz tlenu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Eaton G.R., Eaton S.S., Salikhov K.M., 1998, *Foundations of Modern EPR*, World Scientific, Singapore-New Jersey-London-Hong Kong.
- Farmakopea Polska X*, 2014, PTFarm (01.08.2015).
- Janic W., 2012, *Kompendium farmakologii*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Kostowski W., Herman Z.S., 2007, *Farmakologia*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Kurzeja E., Stec M., Ramos P., Pilawa B., Pawłowska-Góral K., 2012, *The influence of sterilization on free-radical generation, discoloration and the antioxidant properties of certain spice herbs*, *Italian Journal of Food Science*, 24(3), s. 254-261.
- Kurzeja E., Stec M., Ramos P., Pilawa B., Pawłowska-Góral K., 2013, *Antioxidant properties of water extracts of sterilized and unsterilized Morus Alba L. leaves*, *International Journal of Food Properties*, 16(4), s. 723-737.
- Olczyk P., Ramos P., Komosińska-Vassev K., Stojko J., Pilawa B., 2013a, *Positive effect of propolis on free radicals in burn wounds*, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2013 (ID 356737, s.1-12 <http://dx.doi.org/10.1155/2013/356737>).
- Olczyk P., Komosińska-Vassev K., Ramos P., Mencer L., Olczyk K., Pilawa B., 2015, *Interactions of (short-acting, intermediate-acting and pre-mixed human insulins with free radicals – Comparative EPR examination*, *International Journal of Pharmaceutics*, vol. 490, no. 1-2, s. 9-15 DOI: 10.1016/j.ijpharm (2015.05.022).
- Olczyk P., Ramos P., Bernaś M., Komosińska-Vassev K., Stojko J., Pilawa B., 2013b, *Application of electron paramagnetic resonance spectroscopy to comparative examination of different groups of free radicals in thermal injuries treated with propolis and silver sulphadiazine*, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, vol. 2013 (ID 851940, s. 1-11), <http://dx.doi.org/10.1155/2013/851940>.

- PN-EN 556, 2005. Sterylizacja wyrobów medycznych. Wymagania dotyczące wyrobów medycznych określanych, jako STERYLNE. Część 1: Wymagania dotyczące finalnie sterylizowanych wyrobów medycznych; PN-EN 556, 2005. Sterylizacja wyrobów medycznych. Wymagania dotyczące wyrobów medycznych określanych, jako STERYLNE. Część 2: Wymagania dotyczące wyrobów medycznych wytwarzanych w warunkach aseptycznych, Polski Komitet Normalizacyjny 2002 (in Polish), Warszawa.
- Stankowski J., Hilczer W., 2005, *Wstęp do spektroskopii rezonansów magnetycznych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Tirzitis G., Bartosz G., 2010, *Determination of antiradical and antioxidant activity: Basic principles and new insights*, *Biochimica Polonica Acta*, 57(1), 139-442.
- Wertz J.E., Bolton J.R., 1986, *Electron Spin Resonance: Elementary Theory and Practical Applications*, Chapman and Hall, London.
- Zejc A., Gorczyca M., 2008, *Chemia leków. Podręcznik dla studentów farmacji i farmaceutów*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.