



**WYDZIAŁ
CHEMICZNY**
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ



Samorząd Studencki
Politechniki Rzeszowskiej



**POLITECHNIKA
RZESZOWSKA**
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

POSTER MASTER

KSIĘGA PLAKATÓW
ROK AKADEMICKI 2024/2025

Księga Plakatów **POSTERMASTER 2025** zawiera postery przygotowane na
V Dyplomową Sesję Plakatową
dedykowaną studentom II roku studiów II stopnia,
którzy w roku akademickim 2024/2025
realizowali prace magisterskie na
Wydziale Chemicznym Politechniki Rzeszowskiej



**POSTER
MASTER**

Gremia oceniające:

- ✓ Komisja Konkursowa
- ✓ Studenci II roku studiów II stopnia Wydziału Chemicznego

Ocenie poddane zostają następujące aspekty prac:

- ✓ wartość naukową oraz oryginalności rozwiązań
- ✓ praktyczny aspekt proponowanych rozwiązań
- ✓ sposób prezentacji wyników badań

Komisja Konkursowa:

1. dr hab. Aleksandra Bocian, prof. PRz
2. dr hab. inż. Maciej Kisiel, prof. PRz
3. dr inż. Andrzej Łyskowski
4. dr inż. Dorota Naróg
5. prof. dr hab. inż. Mariusz Oleksy
6. dr hab. inż. Marek Potoczek, prof. PRz
7. dr hab. Łukasz Uram, prof. PRz
8. Sławomir Bem Grupa Azoty S.A., Tarnów
9. Małgorzata Filar Nestlé Polska S.A., Rzeszów
10. Marzena Frączek Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna, Rzeszów
11. Regina Gnatek FHU Ainer, Ruda Łańcucka
12. Paweł Kuryło OLIMP Laboratories Sp. z o.o., Nagawczyna
13. Aneta Raś Zakłady Farmaceutyczne POLPHARMA SA, Nowa Dęba
14. Janusz Rogulski QEMETICA Agricultural Solutions Poland S.A., Nowa Sarzyna

Komitety Organizacyjny:

1. dr inż. Anna Kuźniar, prof. PRz – przewodnicząca
2. mgr inż. Małgorzata Gabryel-Raus – sekretarz
3. dr inż. Karol Hęclik
4. inż. Daniel Ochyra (student)

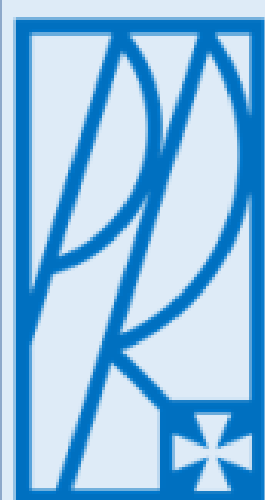


**POSTER
MASTER**

Spis posterów

1. inż. Magdalena Burek – Opracowanie metody syntezy i charakterystyka właściwości nowego prekursora z grupą fotoaktywną; opiekun: dr hab. inż. Beata Mossety-Leszczak, prof. PRz
2. inż. Klaudiusz Górnicki – Kationomerowe powłoki poliuretanowe modyfikowane chitozanem; opiekun: dr hab. inż. Łukasz Byczyński, prof. PRz
3. inż. Monika Jastrzębska – Synteza i charakterystyka kompozycji Mezogenicznej żywicy epoksydowej; opiekun: dr hab. inż. Beata Mossety-Leszczak, prof. PRz
4. inż. Anna Krówka – Porównanie wpływu wybranych statyn na żywotność nicienia *Caenorhabditis elegans* szczepu N2 oraz DG4384 z nokautem genu reduktazy HMG-CoA; opiekun: dr hab. Łukasz Uram, prof. PRz
5. inż. Bogdan Marczak Izolacja egzosomów przy wykorzystaniu chromatografii wykluczania; opiekun: dr hab. Aleksandra Bocian, prof. PRz
6. inż. Justyna Noga – Przydatność wybranych matryc dendrymerowych w terapii nowotworów; opiekun: dr hab. Łukasz Uram, prof. PRz
7. inż. Liliana Pająk – Przeciwnowotworowa aktywność simwastatyny, lowastatyny, atorwastatyny i fluwastatyny wobec komórek wątrobowokomórkowego linii HEPG2; opiekun: dr hab. Łukasz Uram, prof. PRz
8. inż. Filip Tenerowicz – Badanie wpływu wybranych statyn na szlak mewalonowy w komórkach raka wątrobowokomórkowego linii HepG2; opiekun: dr hab. Łukasz Uram, prof. PRz

**POSTER
MASTER**



OPRACOWANIE METODY SYNTEZY I CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI NOWEGO PREKURSORA Z GRUPĄ FOTOAKTYWNA

Autor: **inż. Magdalena Burek**

Kierunek studiów: Technologia chemiczna

Promotor: **dr hab. inż. Beata Mossety-Leszczak, prof. PRz**

Rok akademicki: **2024/2025**

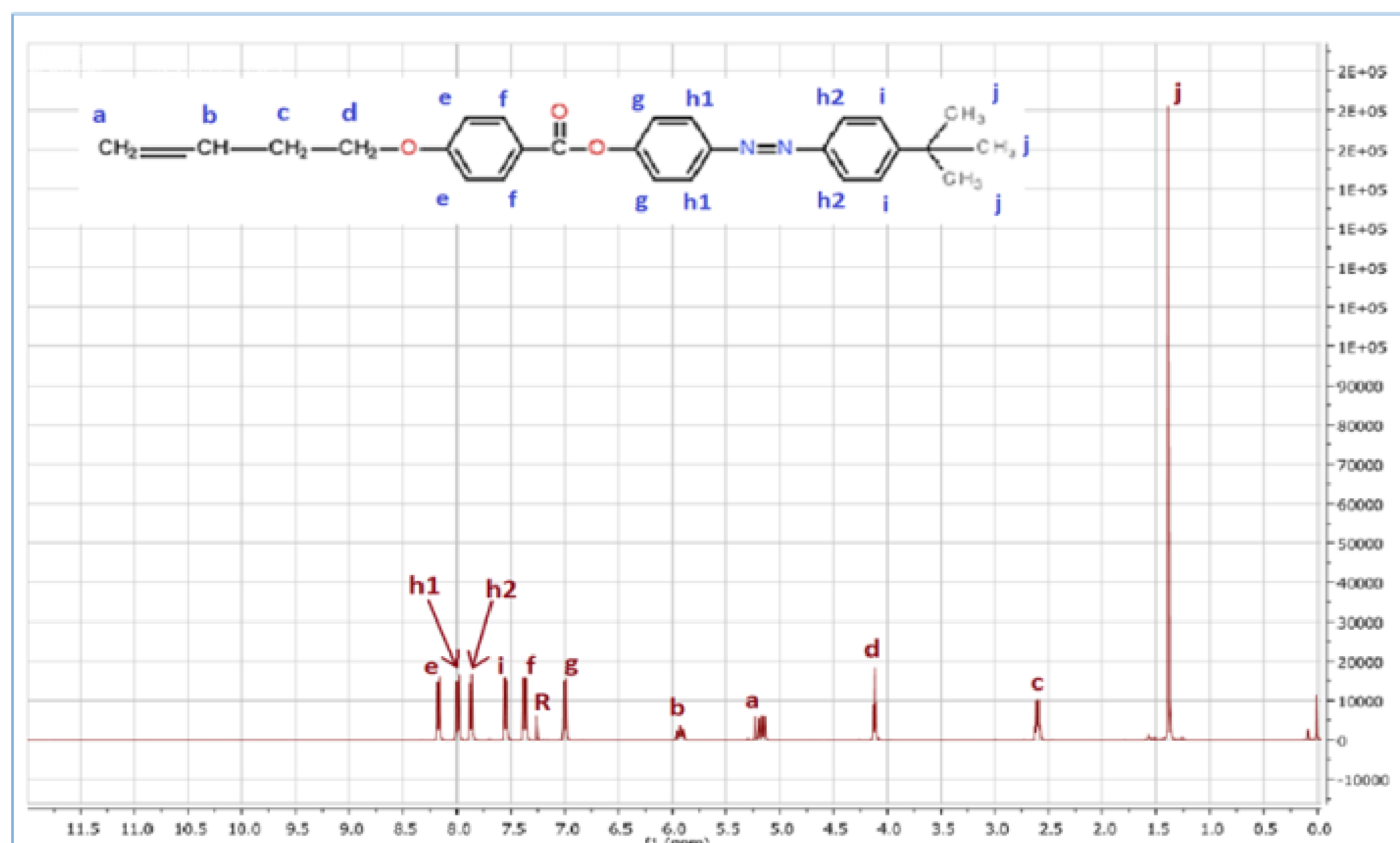
CEL PRACY

- synteza oraz charakterystyka właściwości nowych prekursorów zawierających grupy fotokatywne, które docelowo stanowiąc będą ugrupowanie boczne w samoorganizujących się elastomerach kopolimerowych na bazie polidimetylosiloksanu.

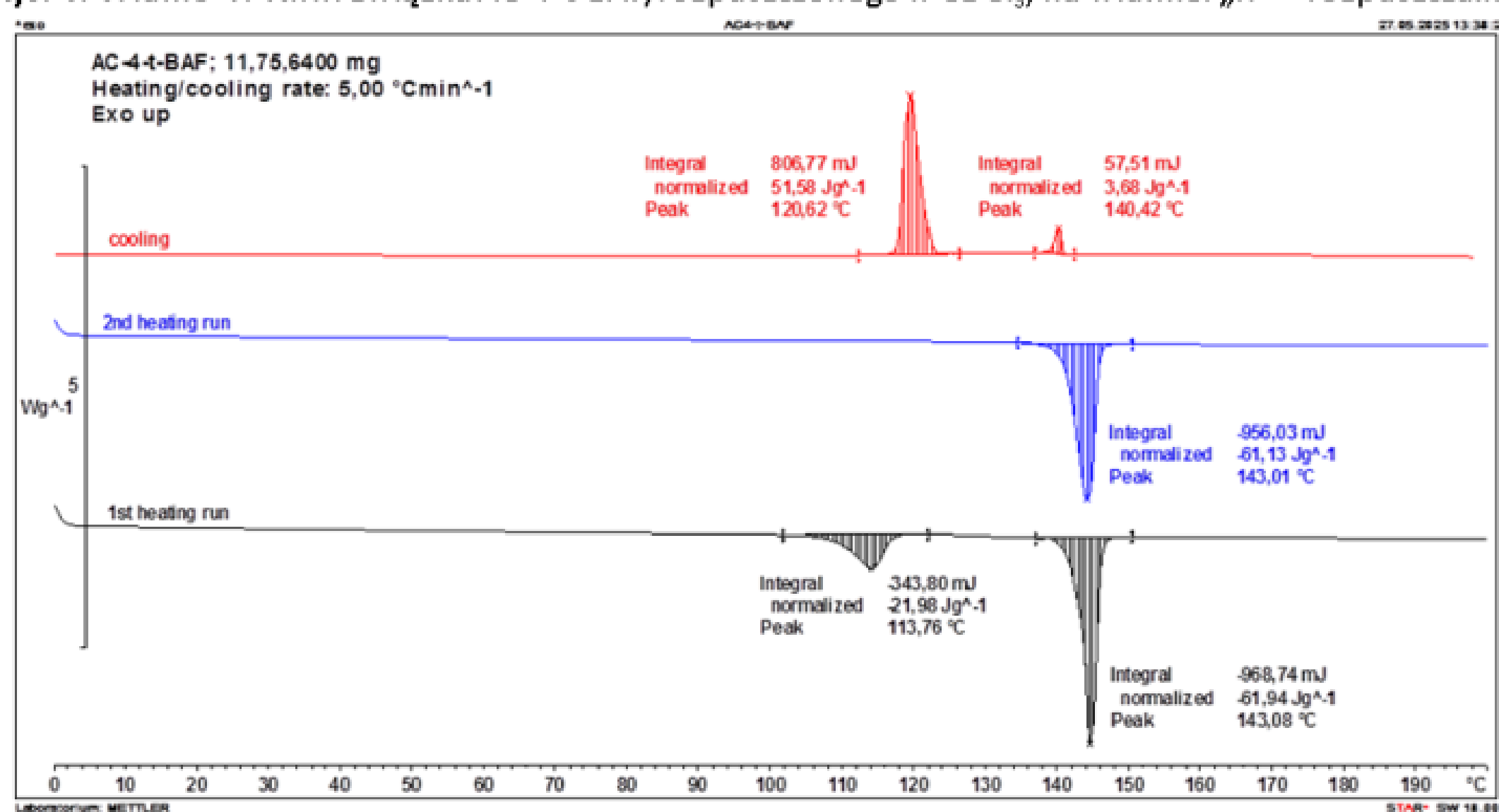
WPROWADZENIE

Technologia materiałów inteligentnych odgrywa kluczową rolę w unowocześnianiu różnych gałęzi przemysłu, poprawiając trwałość i efektywność wykorzystywanych komponentów oraz konstrukcji. Coraz częściej inżynierowie opracowują innowacyjne rozwiązania, wykorzystując nowe kompozytowe materiały o wyjątkowych właściwościach. Połączenie wiedzy z takich dziedzin jak motoryzacja, budownictwo, medycyna, elektronika czy materiałoznawstwo umożliwia szerokie zastosowanie tych nowoczesnych tworzyw. Ich wszechstronność sprawia, że mają one ogromny wpływ na rozwój nauki i technologii, nie tylko umożliwiając tworzenie innowacyjnych rozwiązań, ale także zwiększając wydajność i trwałość już istniejących urządzeń. Inteligentne materiały będą odgrywać coraz większą rolę w przyszłości technologii, przyczyniając się do poprawy bezpieczeństwa i komfortu życia.

WYNIKI ANALIZY ¹H-NMR I DSC

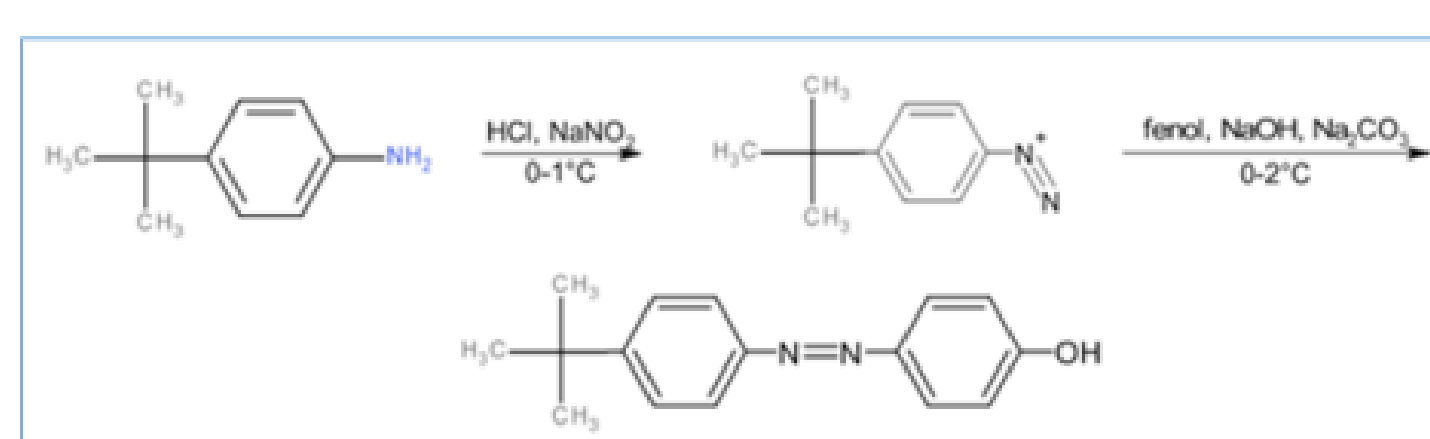


Rys. 4. Widmo ¹H-NMR związku AC-4-t-BAF, rozpuszczonego w CDCl₃; na widmie: „R” – rozpuszczalnik

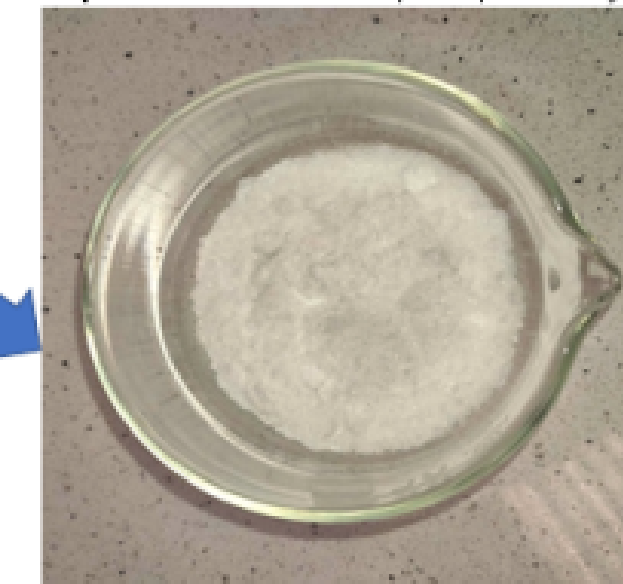
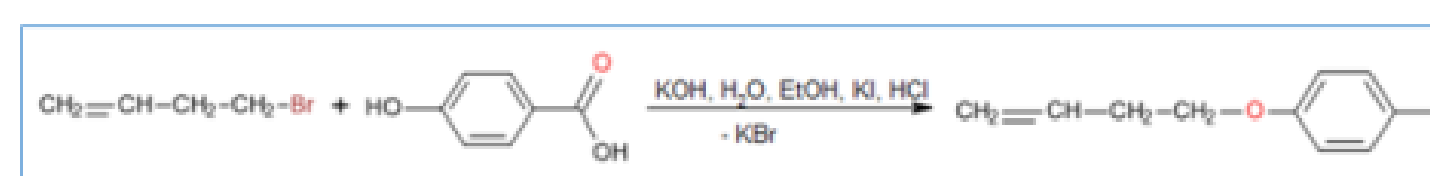


Rys. 5. Krzywa termiczna DSC pochodnej AC-4-t-BAF, prędkość ogrzewania i chłodzenia: 5 K/min

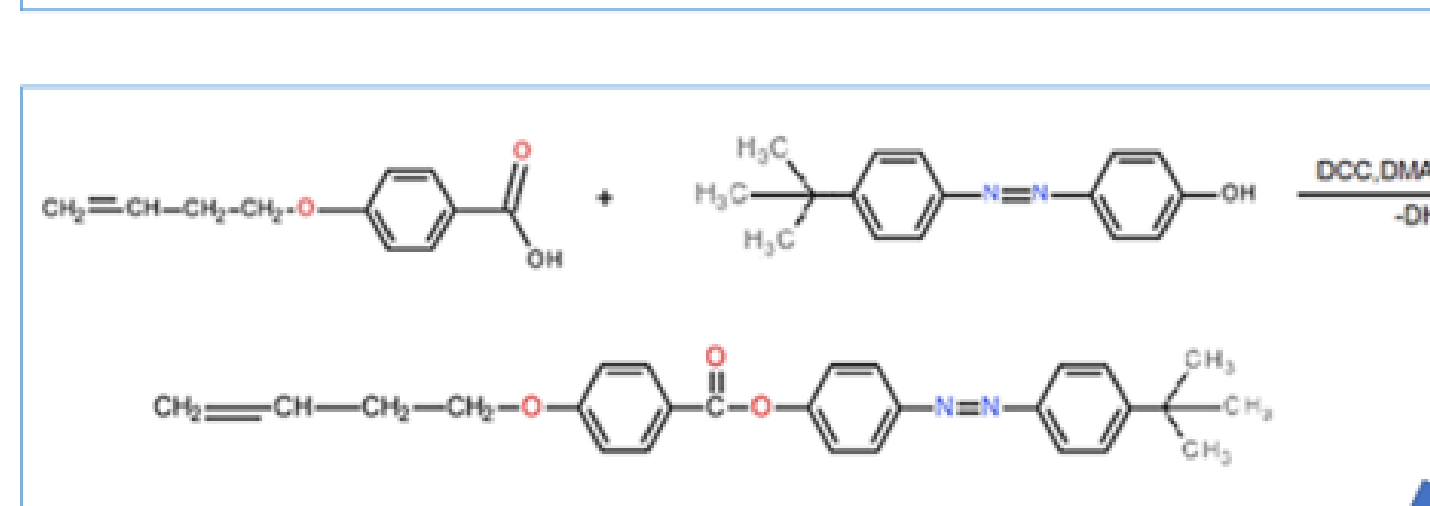
CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA



Rys. 1. Produkt t-BAF po krystalizacji

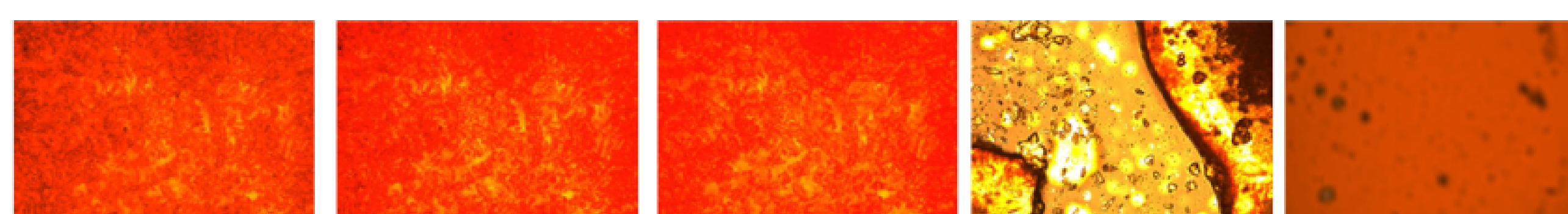


Rys. 2. Produkt AC-4 po krystalizacji

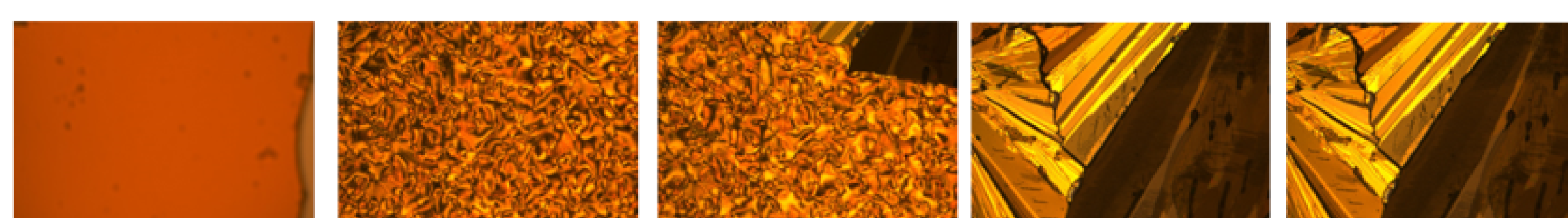


Rys. 3. Produkt AC-4-t-BAF po krystalizacji

ZDJĘCIA MIKROSKOPOWE POM



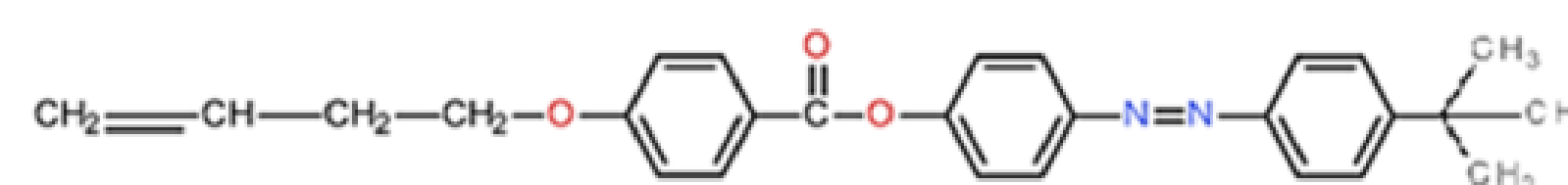
Rys. 6. Tekstury związku AC-4-t-BAF zarejestrowane podczas ogrzewania



Rys. 7. Tekstury związku AC-4-t-BAF zarejestrowane podczas chłodzenia

PODSUMOWANIE

- Opracowano procedurę syntezy nowego prekursora z ugrupowaniem fotoaktywnym – **AC-4-t-BAF**, zawierającego wiązanie azowe w swojej strukturze:



AC-4-t-BAF

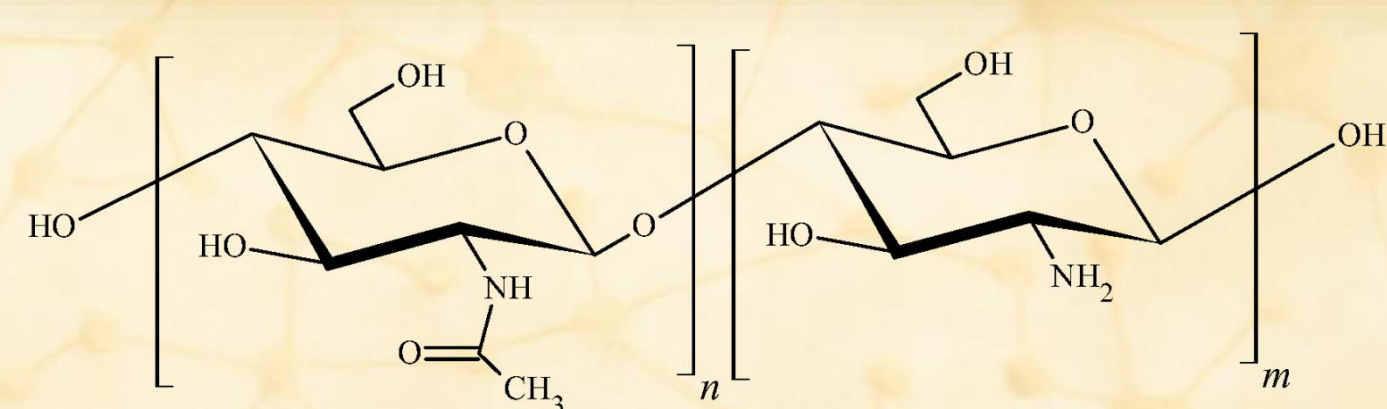
- Na podstawie analizy widma ¹H-NMR jednoznacznie potwierdzono poprawność struktury końcowego związku **AC-4-t-BAF**.
- Charakterystykę właściwości termotropowych otrzymanego materiału przeprowadzono z wykorzystaniem techniki DSC oraz obserwacji mikroskopowych.
- Wyznaczono temperatury przejść fazowych oraz określono zakres temperaturowy występowania fazy ciekłokrystalicznej dla końcowego produktu – stwierdzono, że pochodna **AC-4-t-BAF** jest monotropowym ciekłym kryształem, generującym stabilną fazę meromorficzną podczas chłodzenia w zakresie temperatury 140-125 °C.



Kationomerowe powłoki poliuretanowe modyfikowane chitozanem

Cel pracy

Celem niniejszej pracy jest opracowanie metody syntezy kationomeru (uretanowo-akrylowego) modyfikowanego chitozanem oraz określenie wpływu zawartości chitozanu i rodzaju zastosowanych kwasów karboksylowych, które pełniły rolę modyfikatorów zarówno chitozanu, jak i poliuretanu, na wybrane właściwości otrzymanych powłok poliuretanowych.



Struktura chemiczna chitozanu

Chitozan (CS):

- nietoksyczny,
- biokompatybilny,
- biodegradowalny,
- bakteriobójczy

Deacetylacja chityny
stęż. NaOH
~100 °C



Skorupiaki jako źródło chityny



Próbka CS0%



Próbka CS0,5%



Próbka CS1%



Próbka CS1,5%



Próbka CS1% AA/FA

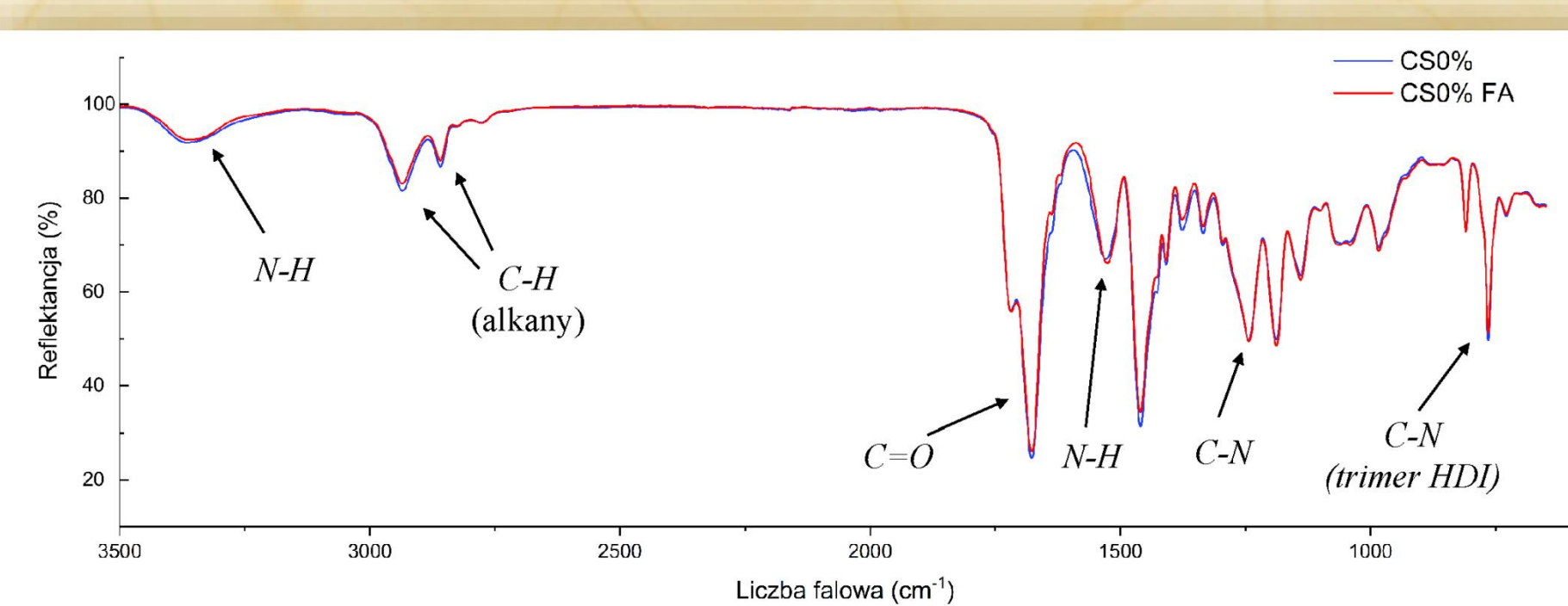


Próbka CS1% FA/AA

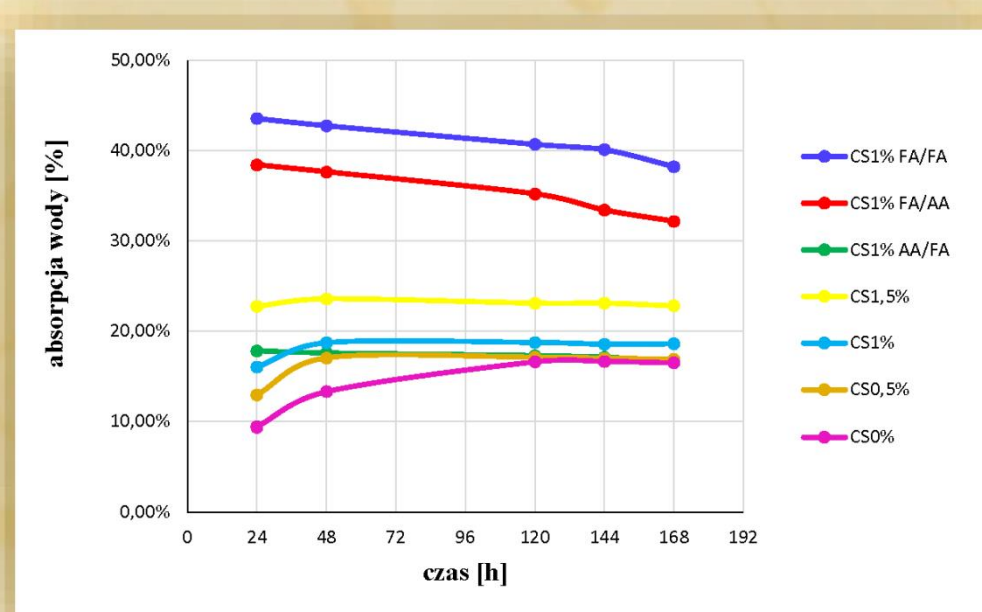


Próbka CS1% FA/FA

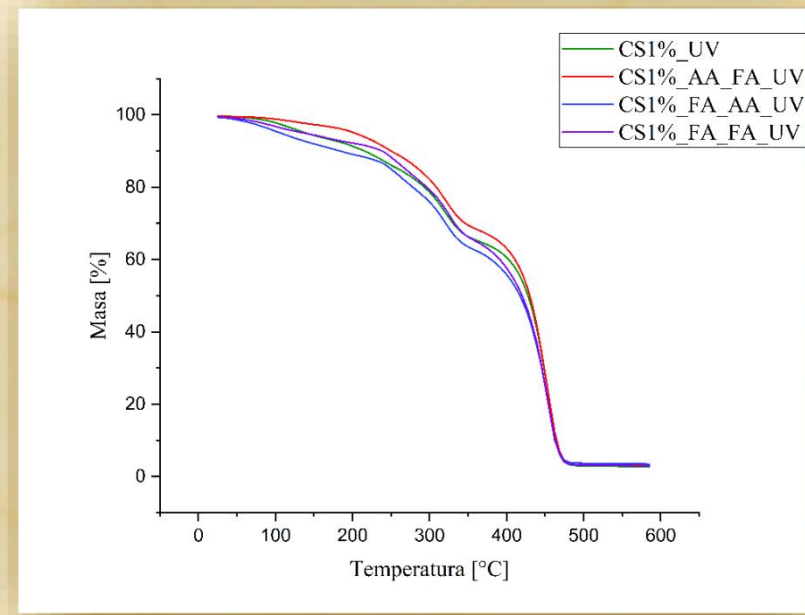
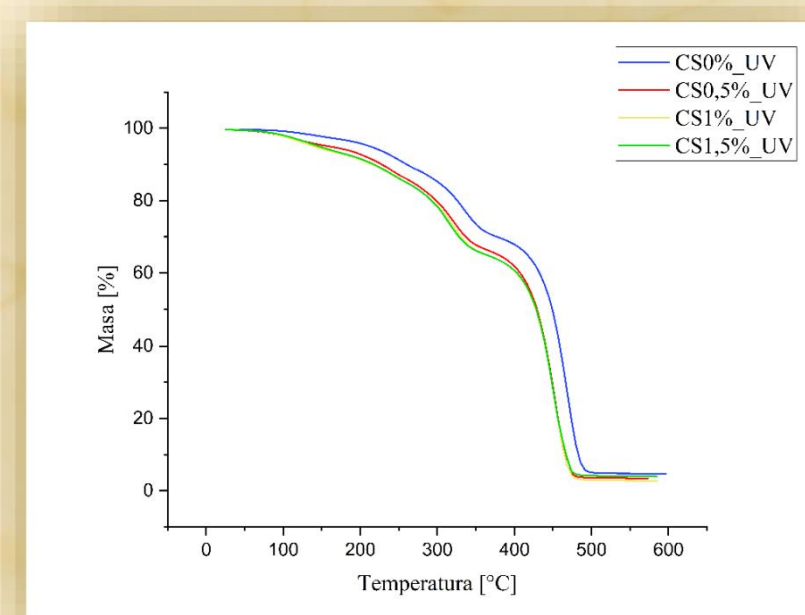
Wyniki



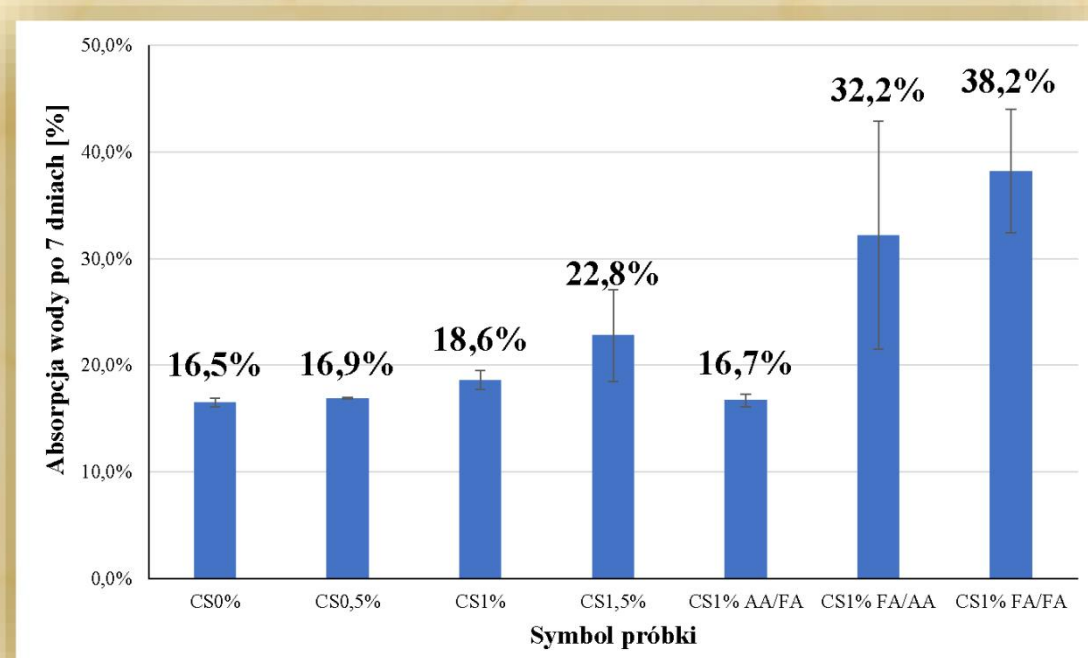
Spektroskopia w podczerwieni (IR)



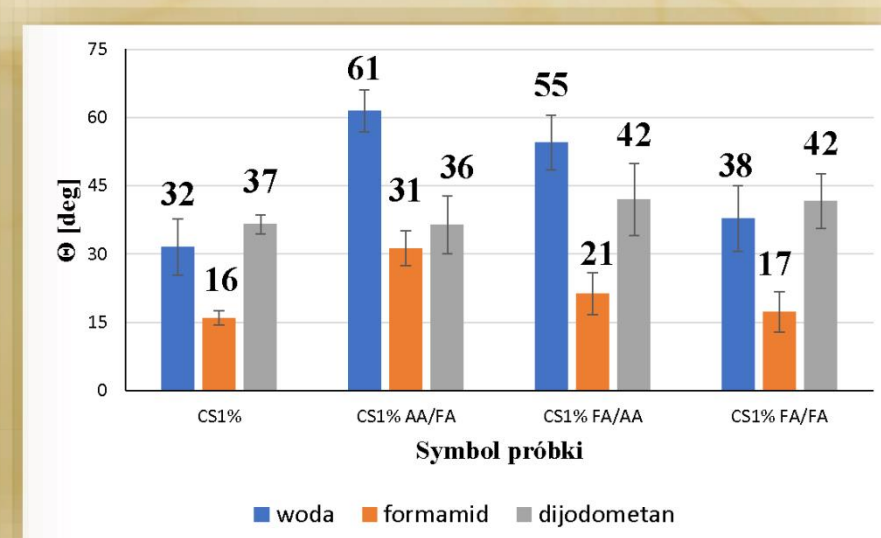
Absorpcja wody w czasie



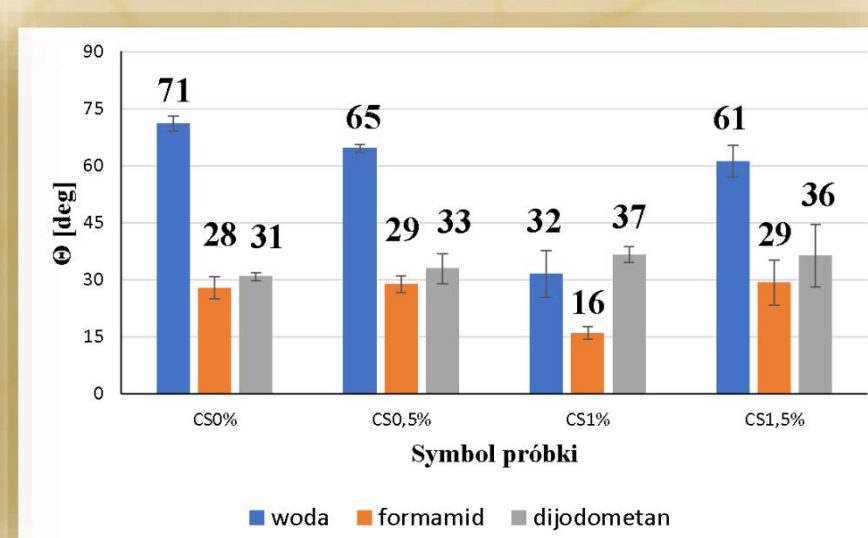
Analiza termograwimetryczna (TGA)



Absorpcja wody po 7 dniach

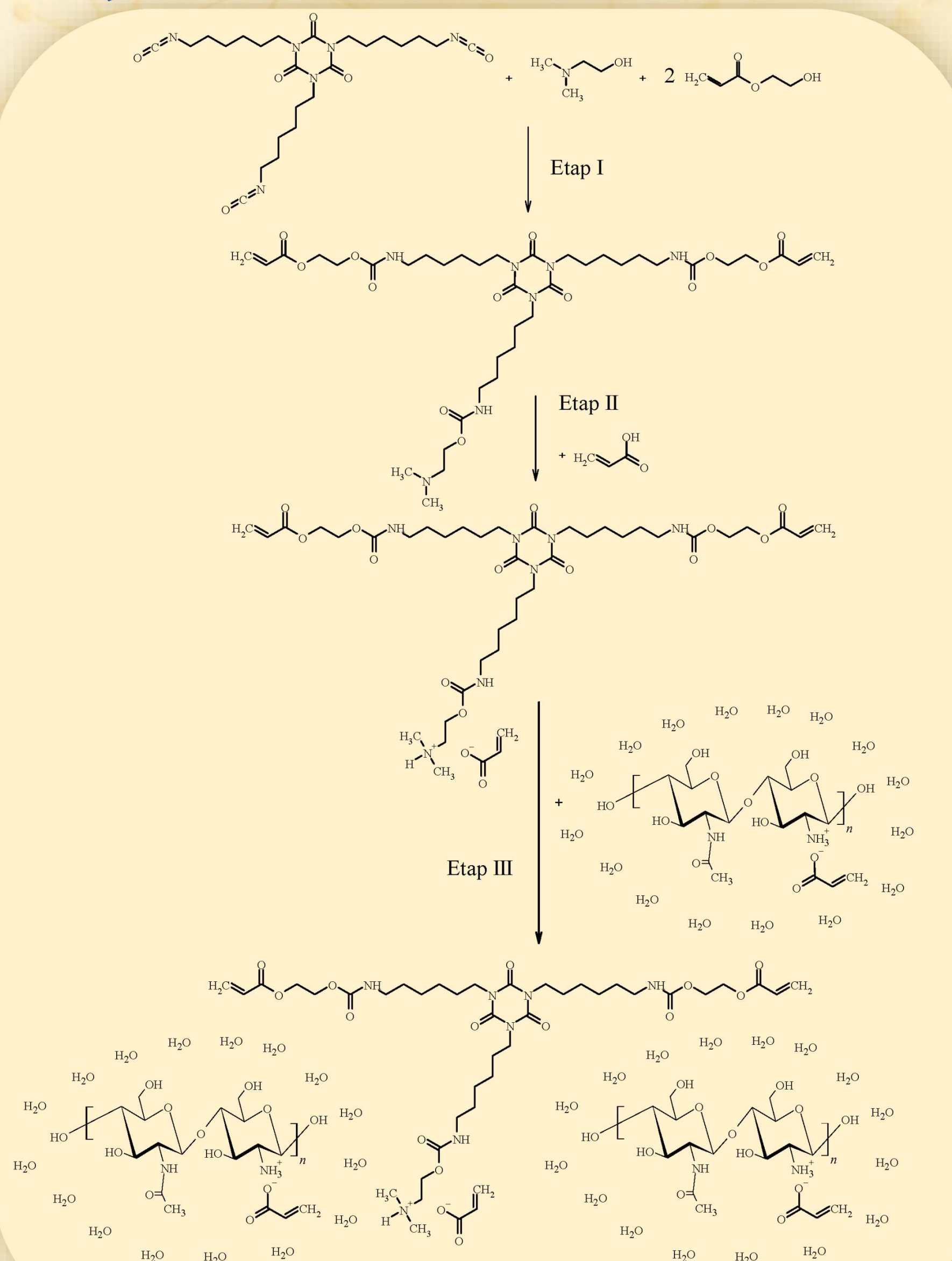


Wartości kątów zwilżania



Wartości kątów zwilżania

Synteza



Wnioski

- Opracowano metodę syntezy kationomerów poliuretanowych modyfikowanych chitozanem oraz metodę otrzymywania z nich fotoutwardzalnych powłok, których strukturę potwierdzono za pomocą spektroskopii w podczerwieni (IR).
- Dodatek chitozanu oraz zastosowanie kwasu mrówkowego na etapie neutralizacji poliuretanu powodowały zmniejszenie termoodporności związków, co przejawiało się obniżeniem temperatury początku degradacji.
- Chitozan, dzięki swojej hydrofilowości powodował zwiększenie absorpcji wody przez próbki. Zastosowanie kwasu mrówkowego na etapie neutralizacji poliuretanu wywoływało podobny efekt, dodatkowo powodując obniżenie stabilności próbek w środowisku wodnym.
- Wszystkie badane powłoki wykazywały hydrofilowość, o czym świadczyły kąty zwilżania wodą mniejsze niż 90°. Zwiększenie zawartości chitozanu skutkowało obniżeniem kątów zwilżania wodą ze względu na jego hydrofilowy charakter. Użycie kwasu mrówkowego również powodowało zmniejszenie wartości kątów zwilżania.
- Badane powłoki charakteryzowały się wysoką swobodną energią powierzchniową, mieszczącą się w zakresie od 44,1 do 62,7 mJ/m² (dla metody Owens-Wendta) oraz od 49,7 do 55,8 mJ/m² (dla metody van Oss-Gooda). Wyniki uzyskane obiema metodami były porównywalne i wykazywały podobne tendencje. Modyfikacja chitozanem nie miała istotnego wpływu na wartość SEP, natomiast użycie do syntezy kwasu mrówkowego powodowało wzrost swobodnej energii powierzchniowej badanych powłok.
- Właściwości uzyskanych powłok pozwalają rozważać ich zastosowanie jako ochronnych powłok lakierniczych, szczególnie do zabezpieczania powierzchni drewnianych.

Rodzaj powłoki	Parametry SEP [mJ/m²]										
	Metoda Owens - Wendta						Metoda van Ossa - Gooda				
	H ₂ O - CH ₂ I ₂	HCONH ₂ - CH ₂ I ₂	Y _s ^p	Y _s ^d	Y _s	Y _s ^p	Y _s ^d	Y _s	Y _s ^p	Y _s ^d	Y _s
CS0%	6,0	38,1	44,1	18,6	32,9	51,5	43,9	2,9	3,0	5,9	49,7
CS0,5%	10,1	35,2	45,3	20,3	31,6	51,9	43,0	2,2	7,6	8,2	51,1
CS1%	36,4	26,4	62,7	27,7	28,2	56,0	41,3	1,4	39,1	14,5	55,8
CS1,5%	13,2	32,5	45,7	21,3	30,0	51,2	41,4	2,1	10,7	9,5	50,9
CS1%	13,0	32,6	45,6	19,7	30,4	50,1	41,4	1,9	11,2	9,1	50,5
AA/FA	20,0	27,9	47,9	28,5	25,8	54,3	38,6	3,3	14,7	13,9	52,5
FA/AA	33,8	24,8	58,6	30,0	25,6	55,7	38,8	2,2	32,3	16,7	55,4

Swobodna energia powierzchniowa (SEP)



Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita
Polska



Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny





SYNTEZA I CHARAKTERYSTYKA KOMPOZYCJI MEZOGENICZNEJ ŻYWICY EPOKSYDOWEJ

Autor: inż. Monika Jastrzębska

Promotor: dr hab. inż. Beata Mossety-Leszczak, prof. PRz

CEL I ZAKRES PRACY

Celem niniejszego pracy magisterskiej była synteza kompozycji mezogenicznej żywicy epoksydowej, a następnie przeprowadzenie jej wnikliwej charakterystyki. Zakres przeprowadzonych badań obejmował zadania, które pozwoliły na określenie struktury, właściwości termicznych oraz charakterystykę innych wybranych właściwości otrzymanych produktów.

Zakres pracy obejmuje następujące zagadnienia:

- przegląd literatury dotyczącej tematyki pracy,
- synteza mezogenicznego prekursora diepoksydowego DGE-MEZO II,
- określenie struktury otrzymanego prekursora z wykorzystaniem technik spektralnych,
- charakterystyka właściwości termicznych otrzymanego produktu metodą DSC i POM,
- opracowanie warunków utwardzania kompozycji DGE-MEZO II z wybranym czynnikiem sieciującym i napelniaczem,
- charakterystyka wybranych właściwości otrzymanego produktu,
- opracowanie wyników i przygotowanie rozprawy.

WPROWADZENIE

Żywice epoksydowe – polimery termoutwardzalne o szerokim zastosowaniu w przemyśle. Najbardziej znane są żywice **dianowe**, otrzymywane z **dianu (bisfenolu A)** i **epichlorohydryny**.

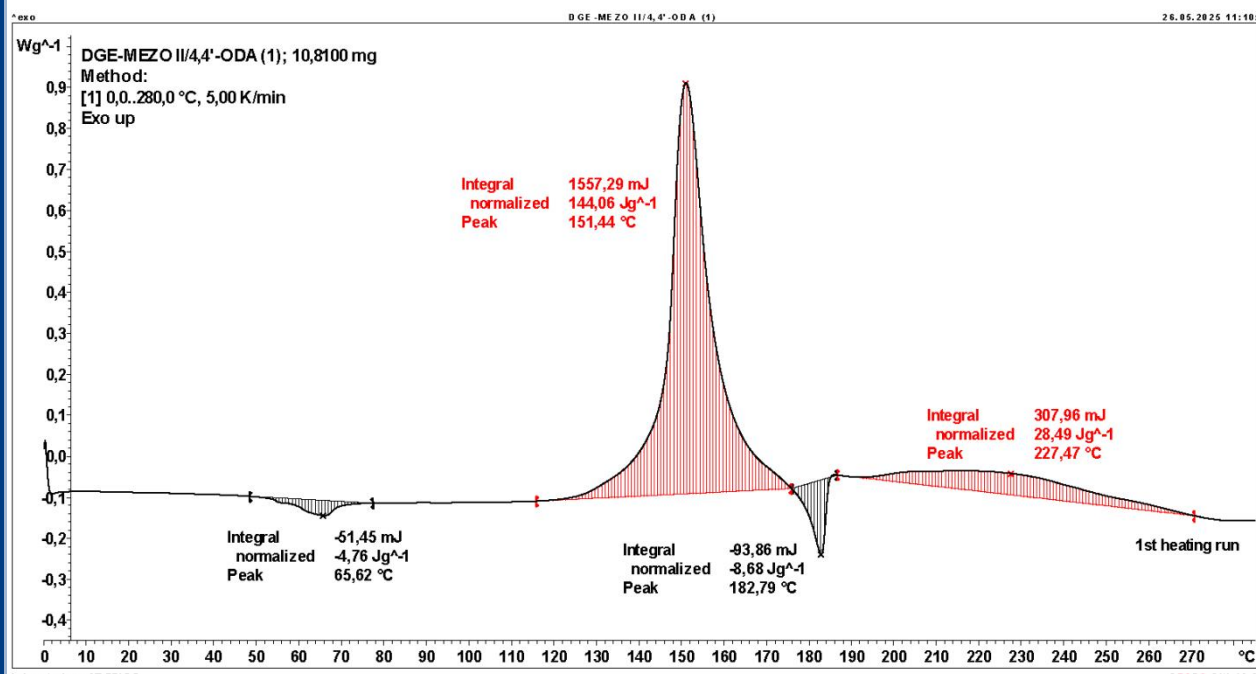
Możliwe modyfikacje:

- **napelniacze** – poprawiają właściwości mechaniczne i termiczne
- **stabilizatory** – zwiększają odporność na degradację
- **plastyfikatory** – zwiększają elastyczność
- **utwardzacze** – determinują szybkość i efektywność sieciowania
- **modyfikacja chemiczna** – np. wprowadzenie grup mezogenicznych w strukturę żywicy, które nadają jej cechy ciekłokrystaliczności

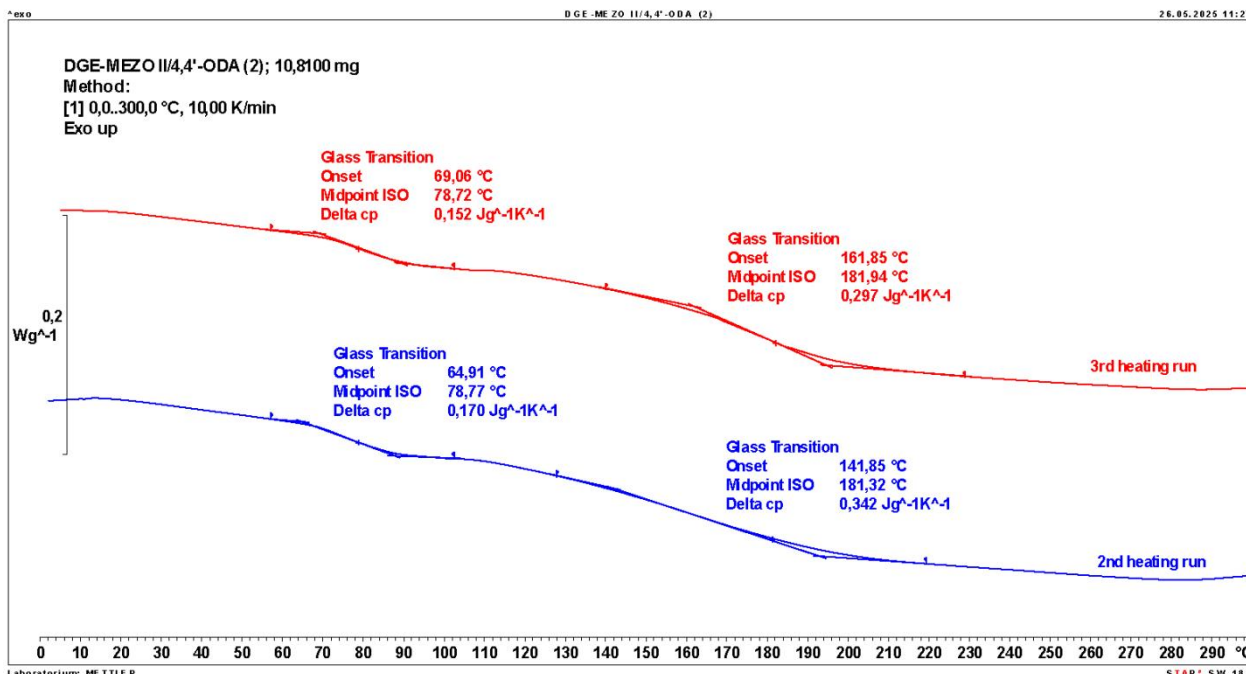
Zastosowania: elektronika, lotnictwo, motoryzacja, budownictwo, kompozyty

WYNIKI BADAŃ

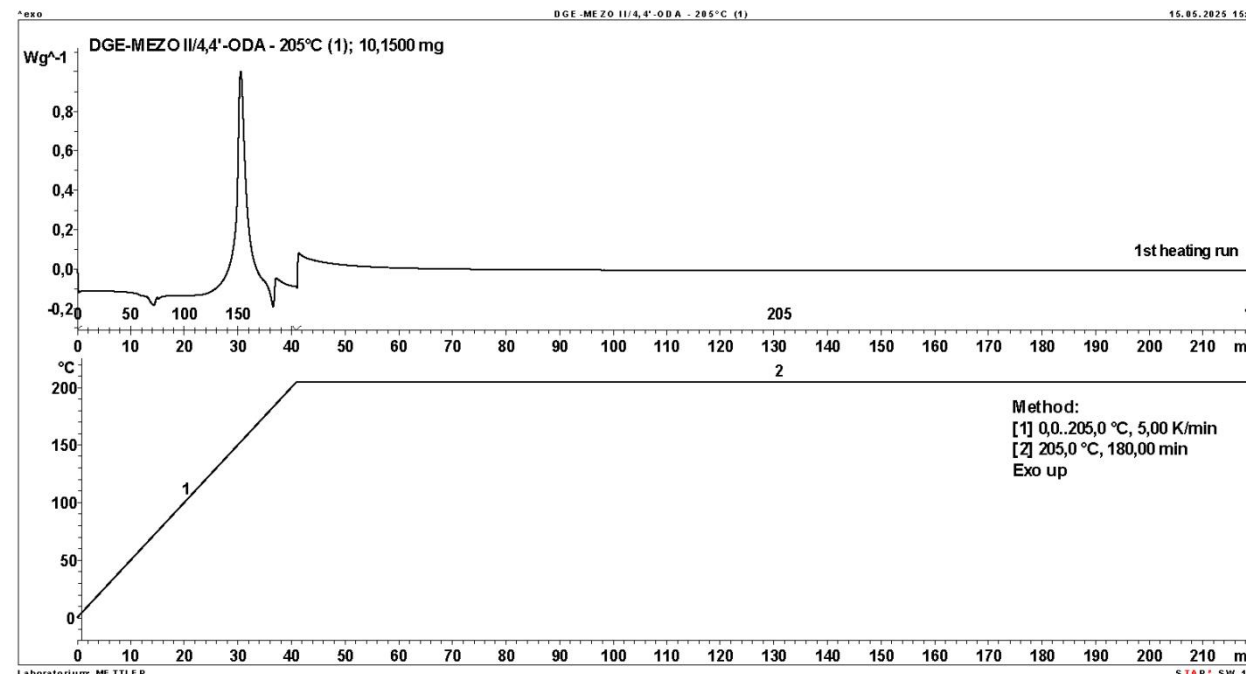
Proces sieciowania kompozycji DGE-MEZO II/4,4'-ODA



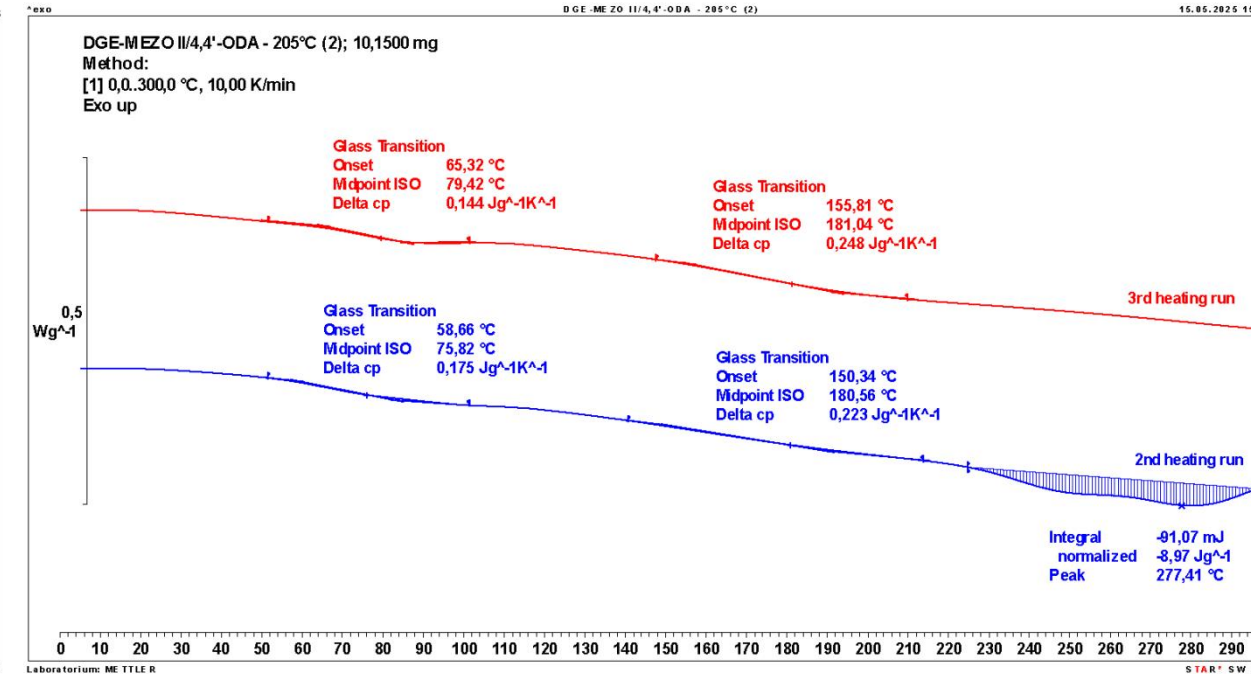
Rys. 1. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/4,4'-ODA – 1 cykl pomiarowy; szybkość zmian temperatury 5 K/min.



Rys. 2. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/4,4'-ODA – 2 (niebieska linia) i 3 (czerwona linia) cykl pomiarowy; szybkość ogrzewania: 10 K/min.

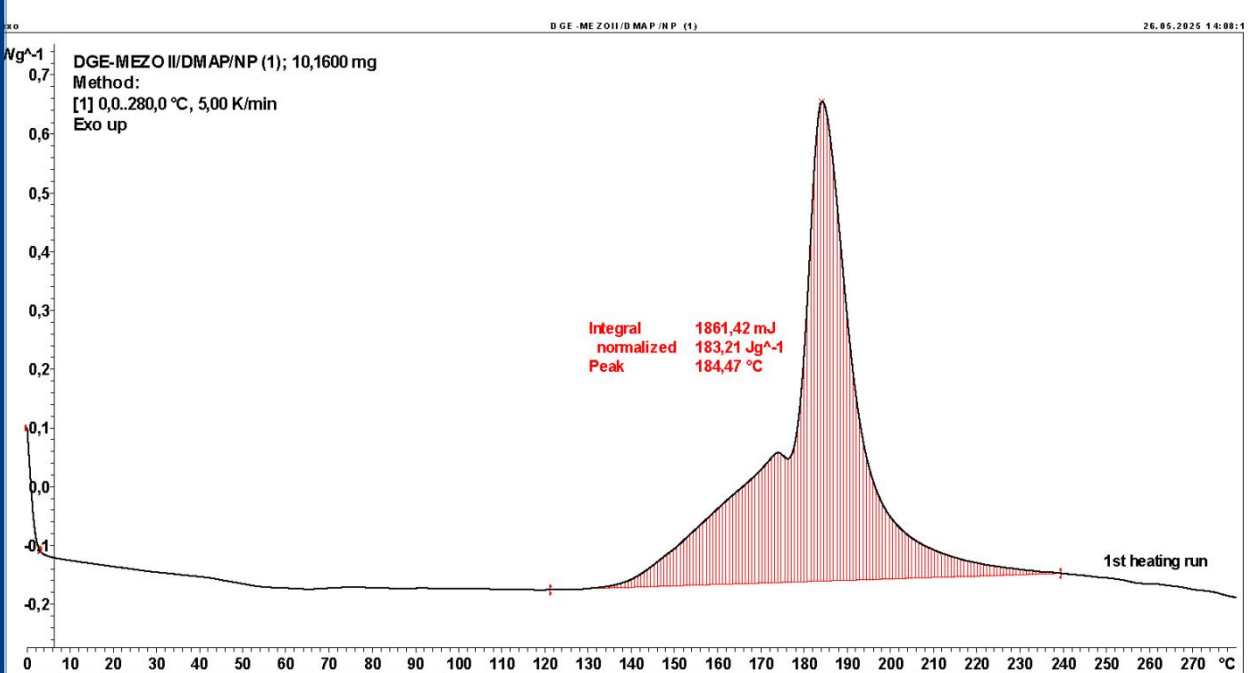


Rys. 3. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/4,4'-ODA dla analizy izotermicznej 205 °C prowadzonej przez 180 min.

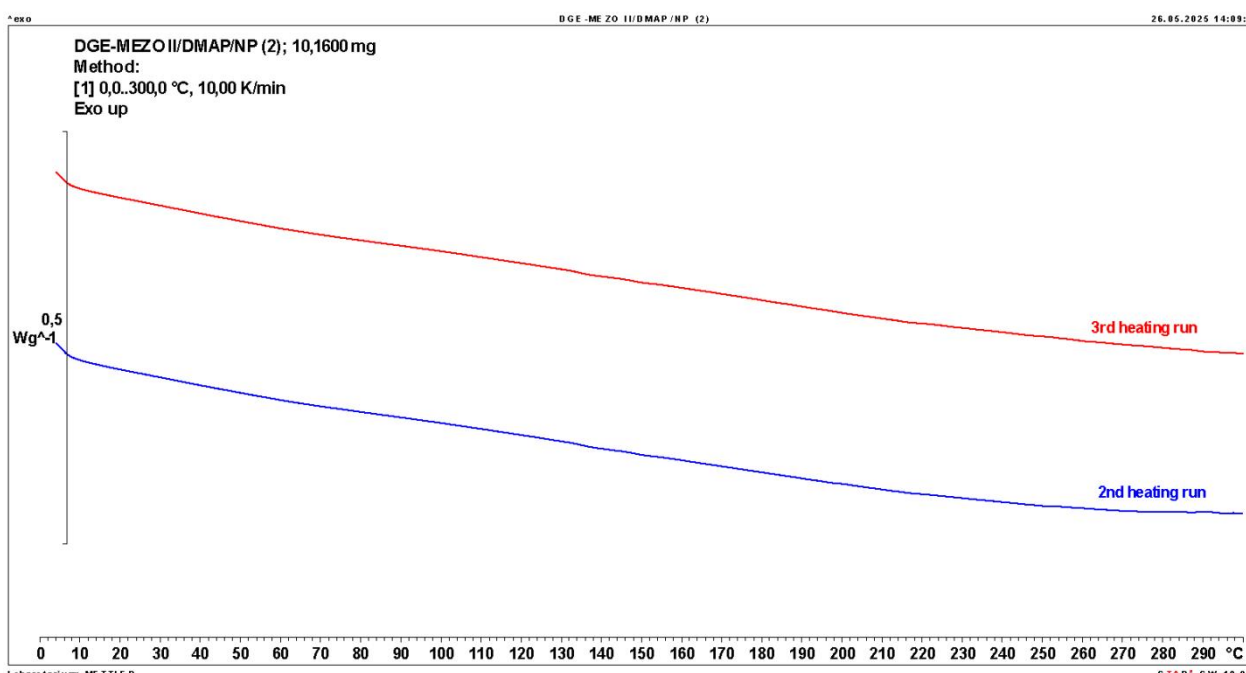


Rys. 4. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/4,4'-ODA – 2 (niebieska linia) i 3 (czerwona linia) cykl pomiarowy; szybkość ogrzewania: 10 K/min.

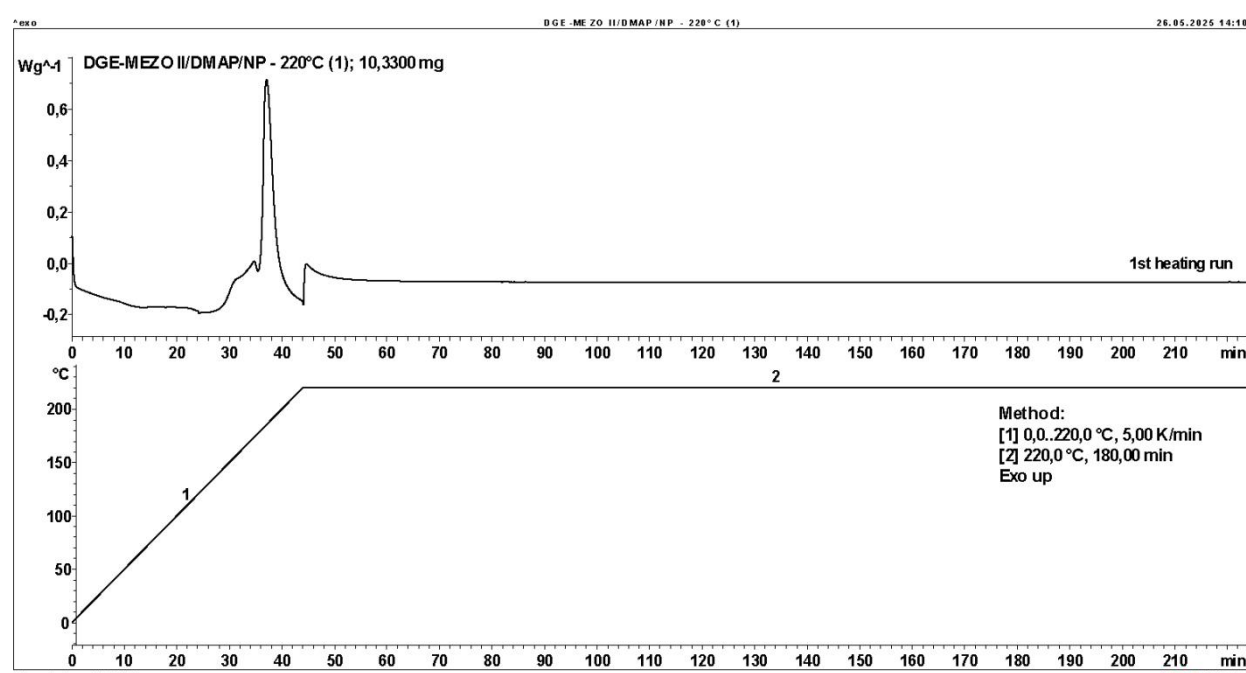
Proces sieciowania kompozycji DGE-MEZO II/1,5%DMAP



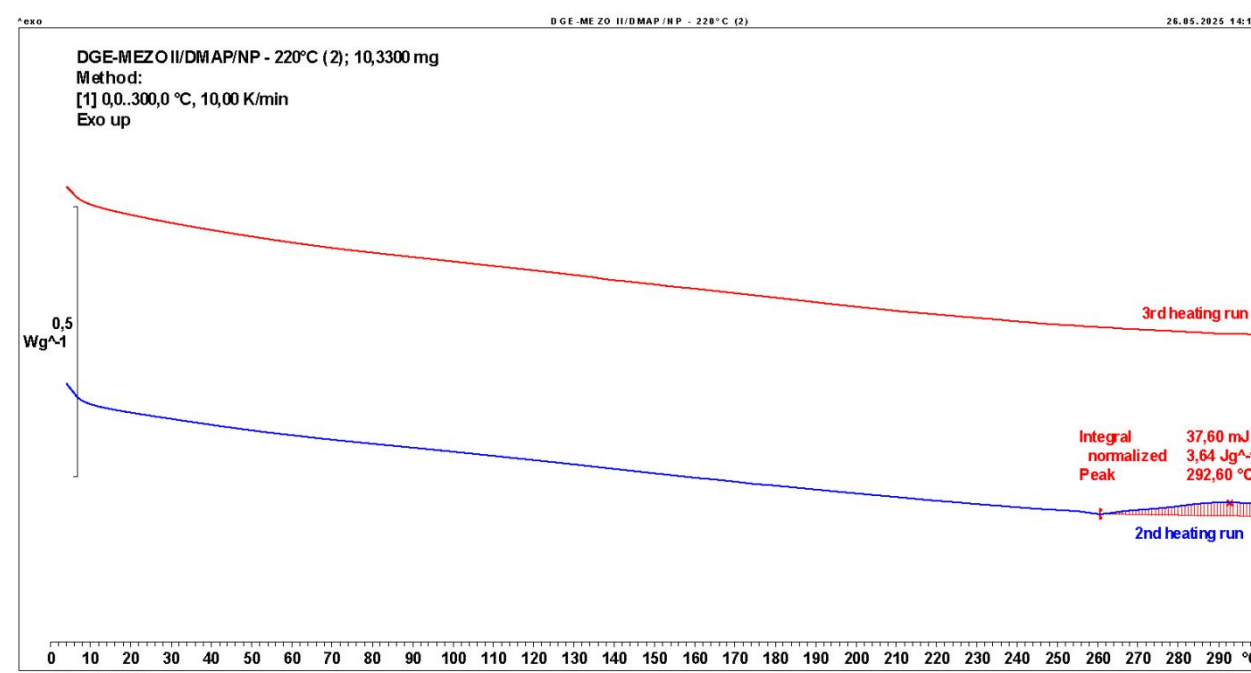
Rys. 5. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/1,5%DMAP – 1 cykl pomiarowy; szybkość zmian temperatury 5 K/min.



Rys. 6. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/1,5%DMAP – 2 (niebieska linia) i 3 (czerwona linia) cykl pomiarowy; szybkość ogrzewania: 10 K/min.

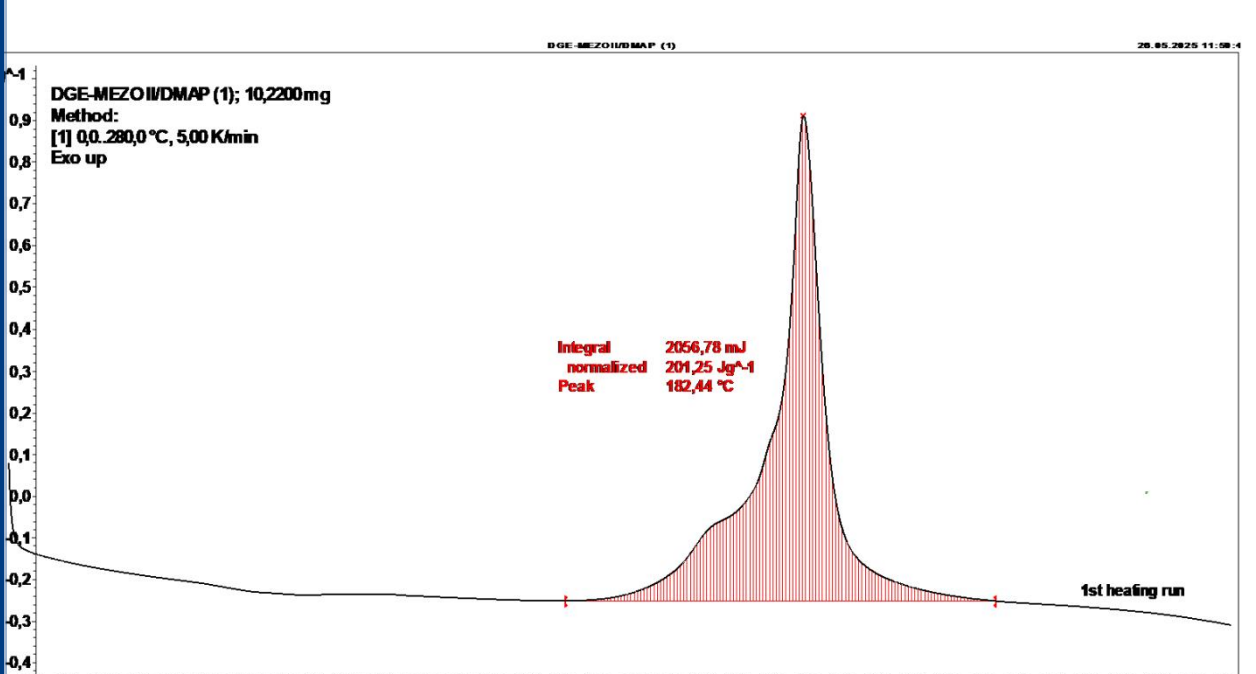


Rys. 7. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/1,5%DMAP dla analizy izotermicznej 220 °C prowadzonej przez 180 min.

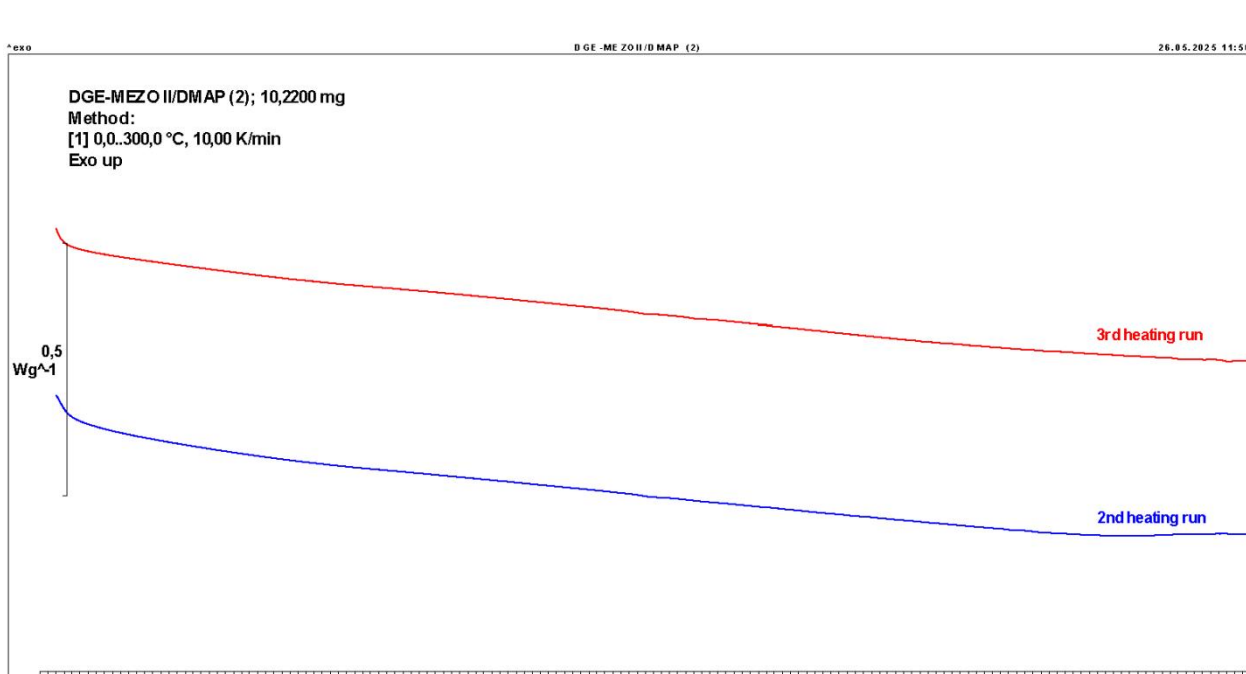


Rys. 8. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/1,5%DMAP – 2 (niebieska linia) i 3 (czerwona linia) cykl pomiarowy; szybkość ogrzewania: 10 K/min.

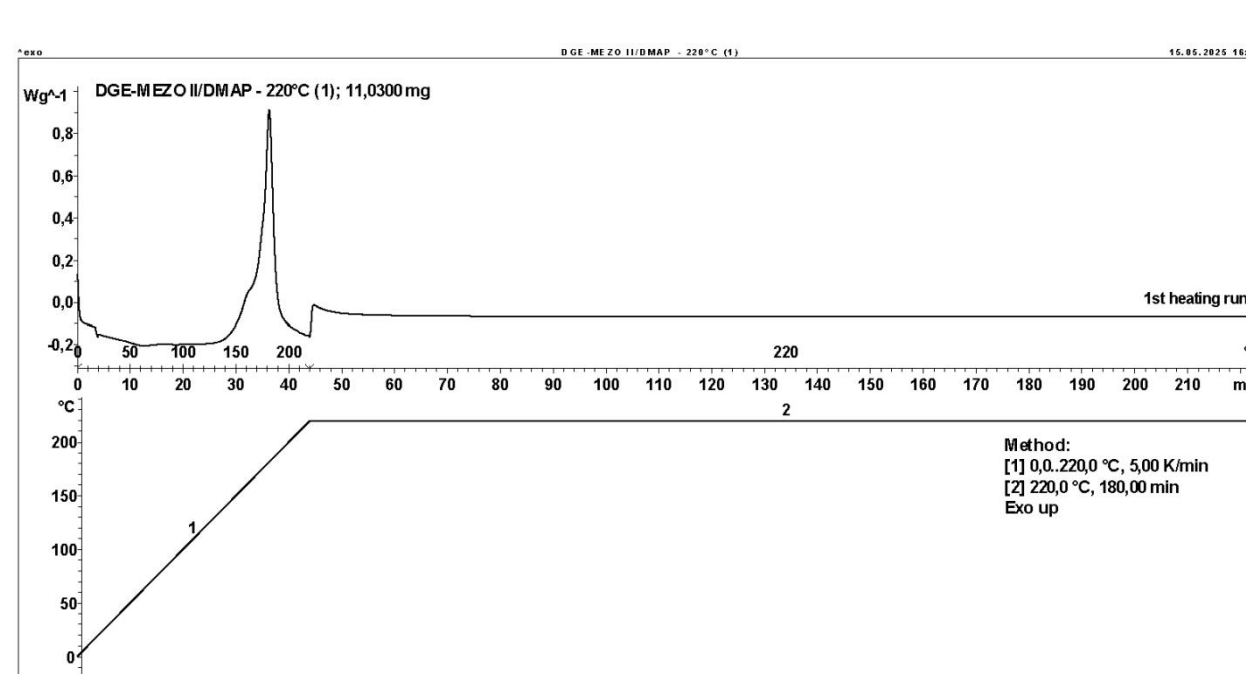
Proces sieciowania kompozycji DGE-MEZO II/1,5%DMAP/5%NP



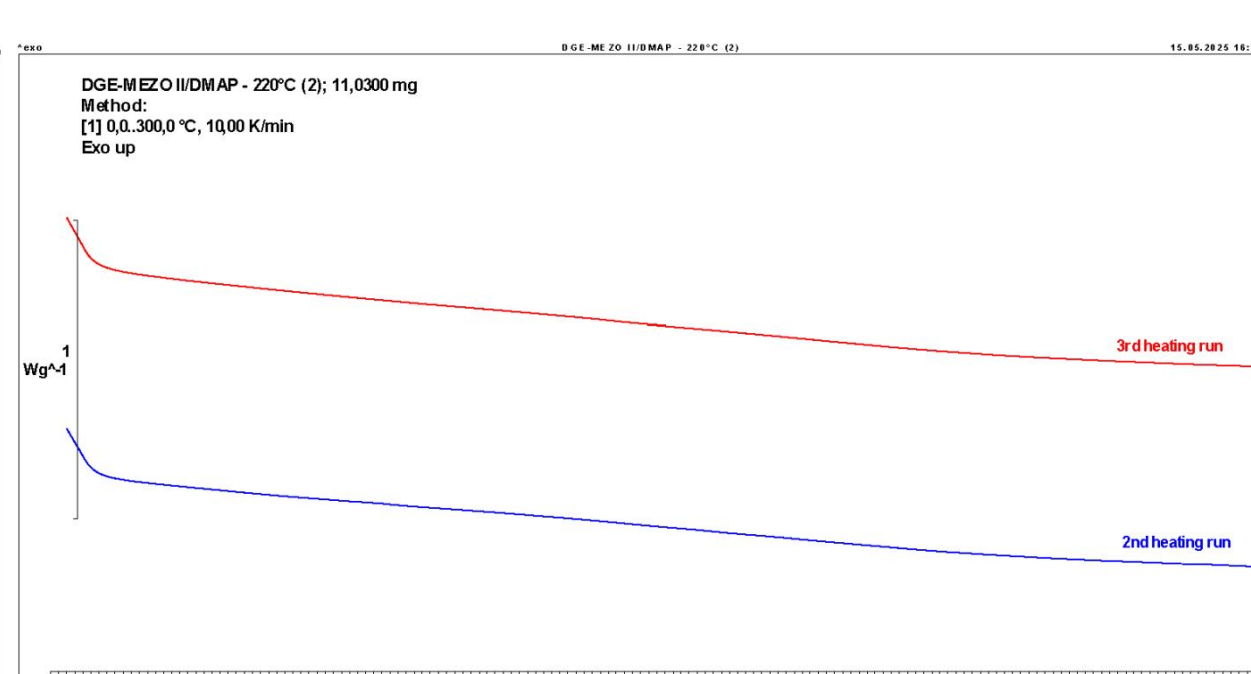
Rys. 9. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/1,5%DMAP/5%NP – 1 cykl pomiarowy; szybkość zmian temperatury 5 K/min.



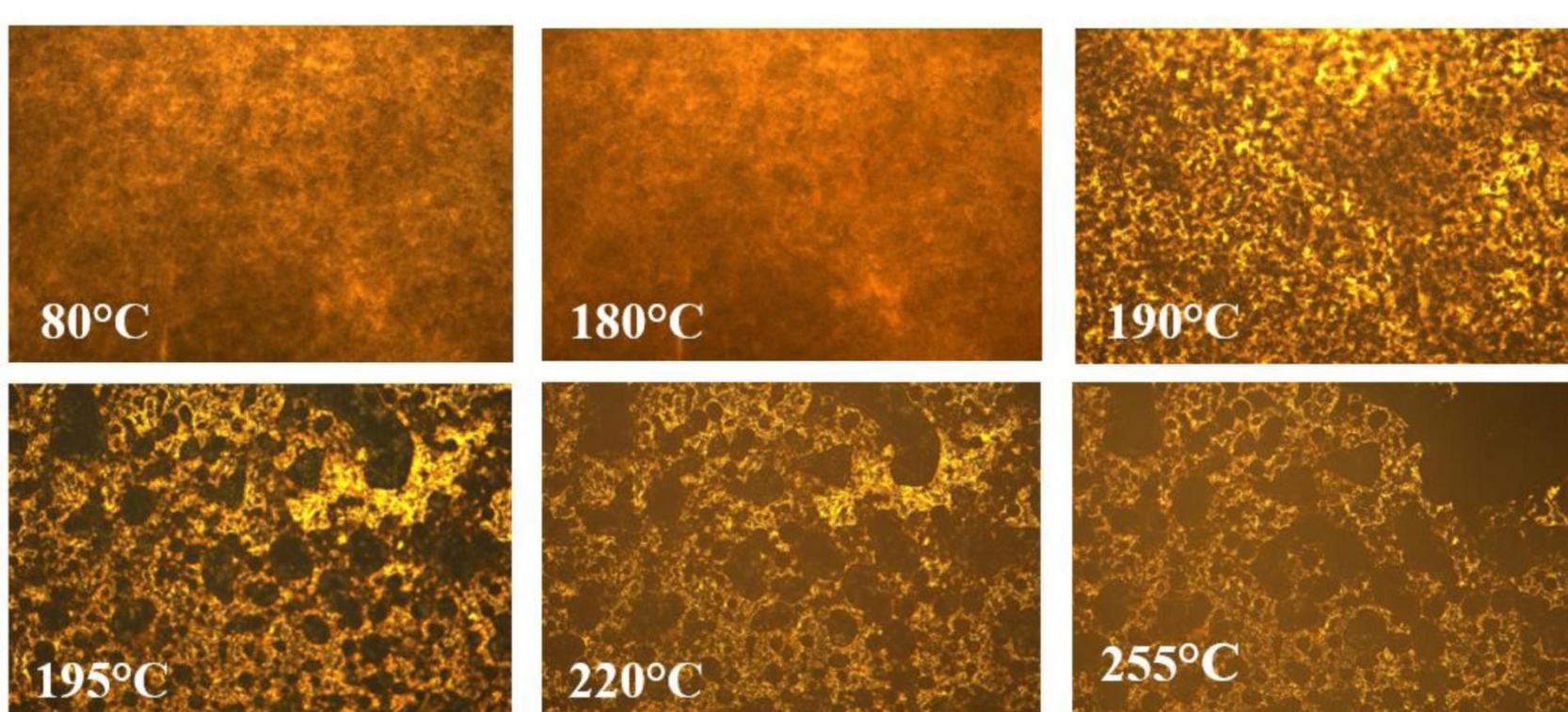
Rys. 10. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/1,5%DMAP/5%NP – 2 (niebieska linia) i 3 (czerwona linia) cykl pomiarowy; szybkość ogrzewania: 10 K/min.



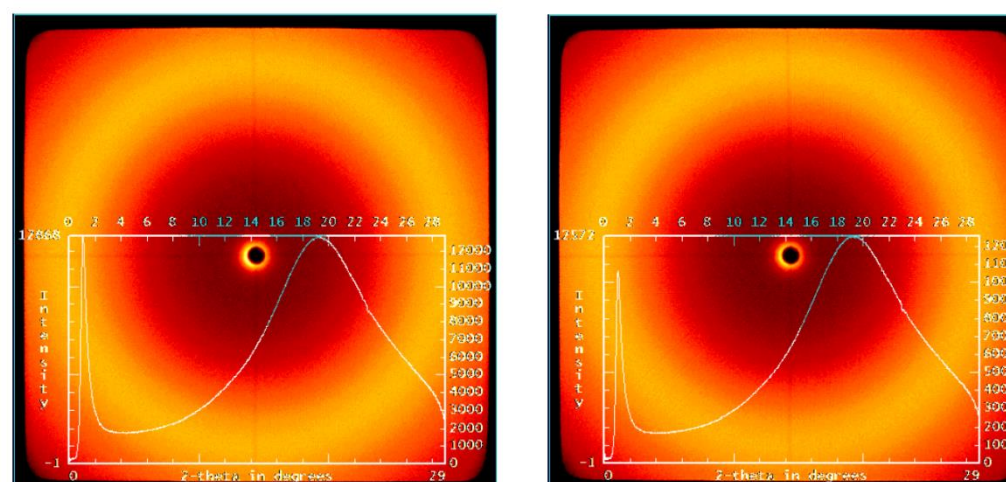
Rys. 11. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/1,5%DMAP/5%NP dla analizy izotermicznej 220 °C prowadzonej przez 180 min.



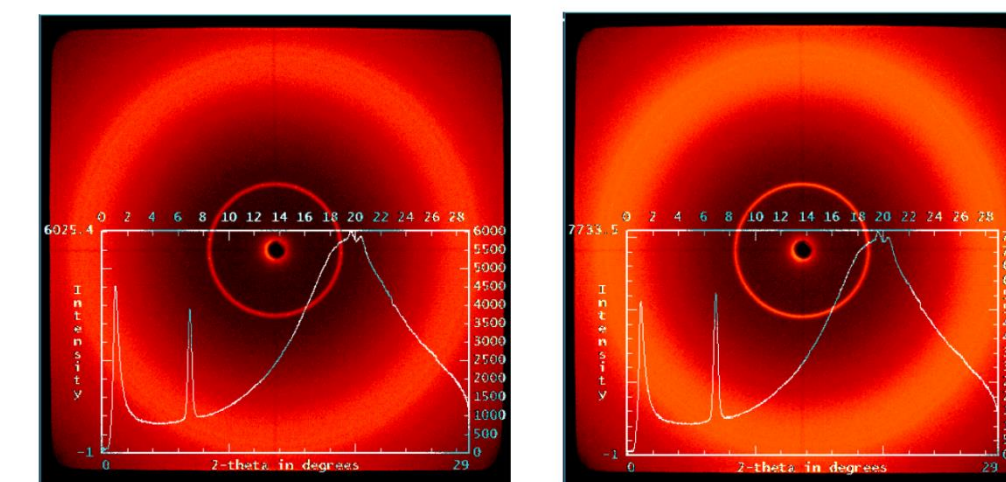
Rys. 12. Termogram DSC kompozycji DGE-MEZO II/1,5%DMAP/5%NP – 2 (niebieska linia) i 3 (czerwona linia) cykl pomiarowy; szybkość ogrzewania: 10 K/min.



Rys. 13. Mikrofotografie POM pochodnej DGE-MEZO II zarejestrowane w różnych temperaturach.



Rys. 14. Rentgenogram WAXS kompozycji DGE-MEZO II/DMAP utwardzanej bez pola (po prawej) oraz w polu magnetycznym o indukcji 1,2 T w temperaturze 220 °C (po lewej)



Rys. 15. Rentgenogram WAXS kompozycji DGE-MEZO II/DMAP/NP utwardzanej bez pola (po prawej) oraz w polu magnetycznym o indukcji 1,2 T w temperaturze 220 °C (po lewej)

PODSUMOWANIE

- Analizy DSC i POM potwierdziły obecność przejść fazowych charakterystycznych dla materiałów ciekłokrystalicznych.
- Badano warunki sieciowania z użyciem różnych czynników sieciujących (4,4'-ODA, DMAP oraz dodatku napelniacza NP), które wykazały różny wpływ na procesy termiczne i przebieg sieciowania.
- Przeprowadzone izotermiczne analizy DSC pozwoliły na określenie optymalnych temperatur i czasu utwardzania dla badanych kompozycji.
- Kompozycja sieciowana z zastosowaniem 4,4'-ODA nie uległa efektywnemu utwardzeniu ponieważ wysoka reaktywność aminy spowodowała reakcję w stanie stałym, co zakłóciło prawidłowe sieciowanie i stworzyło nieuporządkowaną strukturę
- W przypadku kompozycji z 1,5% DMAP analizy izotermiczne DSC wykazały, że najefektywniejsze sieciowanie dla tego układu zachodzi w temperaturze 220 °C.
- Dodatek nanopreptów NP (5%) do kompozycji z 1,5% DMAP nie wpłynął znacząco na przebieg reakcji sieciowania.
- Zastosowanie mezogenicznej struktury może przyczynić się do poprawy właściwości żywic epoksydowych, otwierając perspektywy ich wykorzystania w nowoczesnych zastosowaniach inżynierskich.



Porównanie wpływu wybranych statyn na żywotność niciania *Caenorhabditis elegans* szczepu N2 oraz DG4384 z nokautem genu reduktazy HMG-CoA

Wprowadzenie

Statyny jako inhibitory reduktazy hydroksymetyloglutarylo-koenzymu A (HMG-CoA) hamując szlak miewaloniowy, obniżają poziomu cholesterolu, ograniczają syntezę dolicholu, koenzymu Q, izoprenoidów, co wpływa na powstawanie przeciwutleniaczy i białek prenylowanych. Plejotropowe działanie statyn pozwala na badania pod kątem zastosowania jako leki w chorobach neurodegeneracyjnych czy nowotworowych. Powodują też szereg skutków ubocznych jak miopatia, wzrost ryzyka zachorowania cukrzycy, wzrost poziomu transaminaz. *Caenorhabditis elegans* jest przykładem organizmu modelowego o prostej hodowli i doskonale opisanej budowie, morfologii, behawiorze. Posiada 60-80% genów homologicznych, wspólnych z ludzкими, przez co stanowi wzorzec do badań nad mechanizmami działania leków. W ich komórkach również zachodzi szlak miewaloniowy z pominięciem syntezy cholesterolu. Daje to model do badania działania statyn pod kątem ich mechanizmu działania, toksyczności oraz wpływu na morfologię i zachowanie niciania.

Cel pracy

Porównanie wpływu wybranych statyn (simwastatyny, lowastatyny, prawastatyny i atorwastatyny) na żywotność niciania *Caenorhabditis elegans* szczepu N2 oraz DG4384 z nokautem genu reduktazy HMG-CoA oraz dodatkiem miewalonianu



1 Hodowla na szalkach agarowych



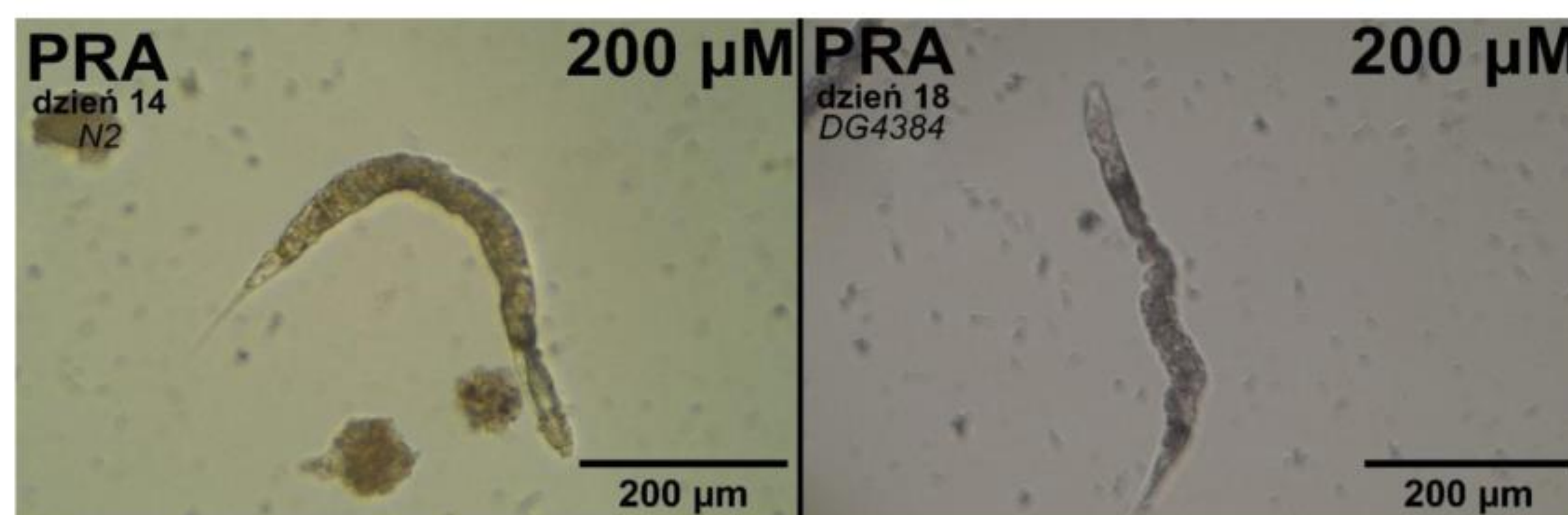
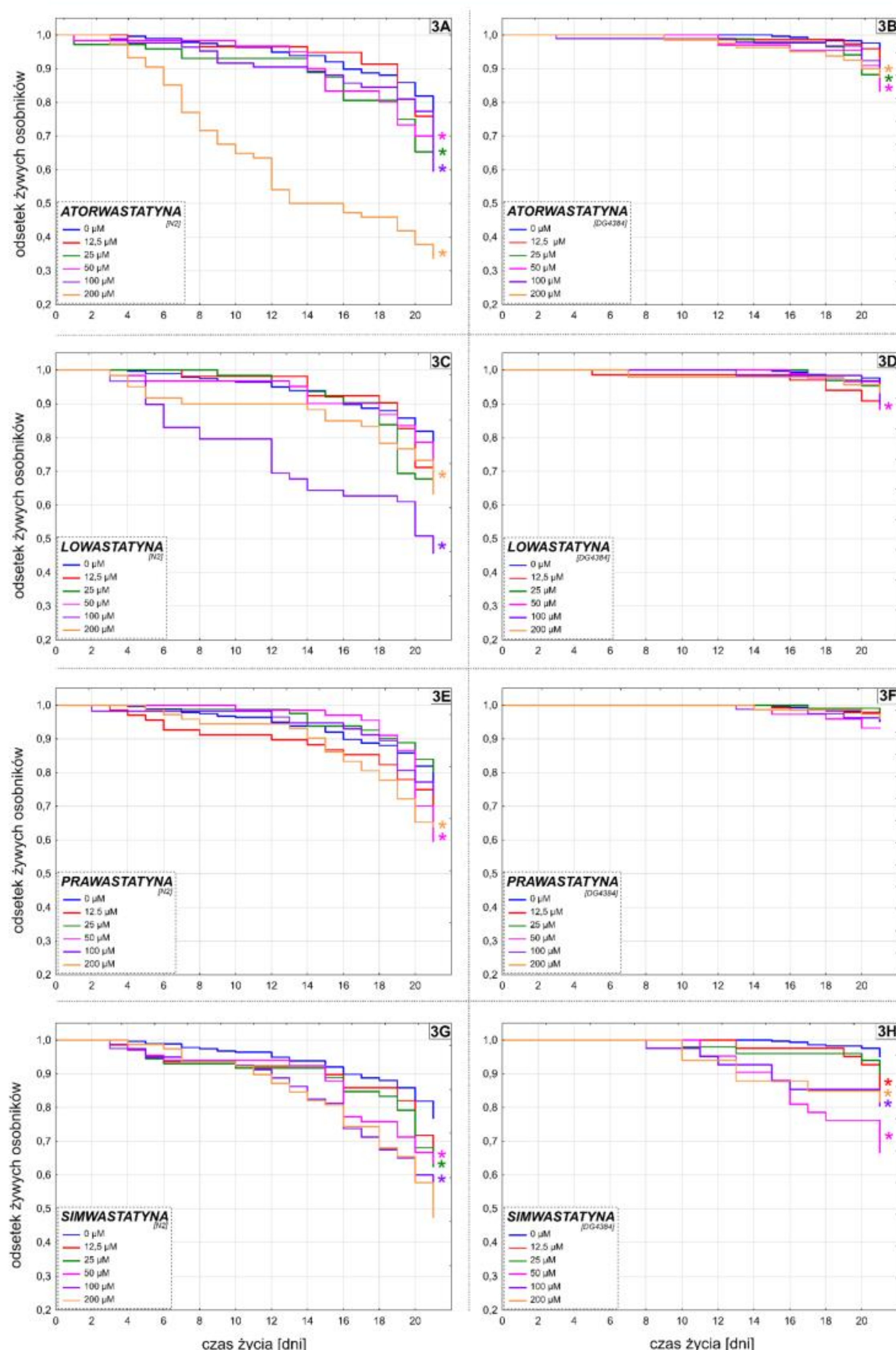
2 Synchronizacja metodą bleachingu



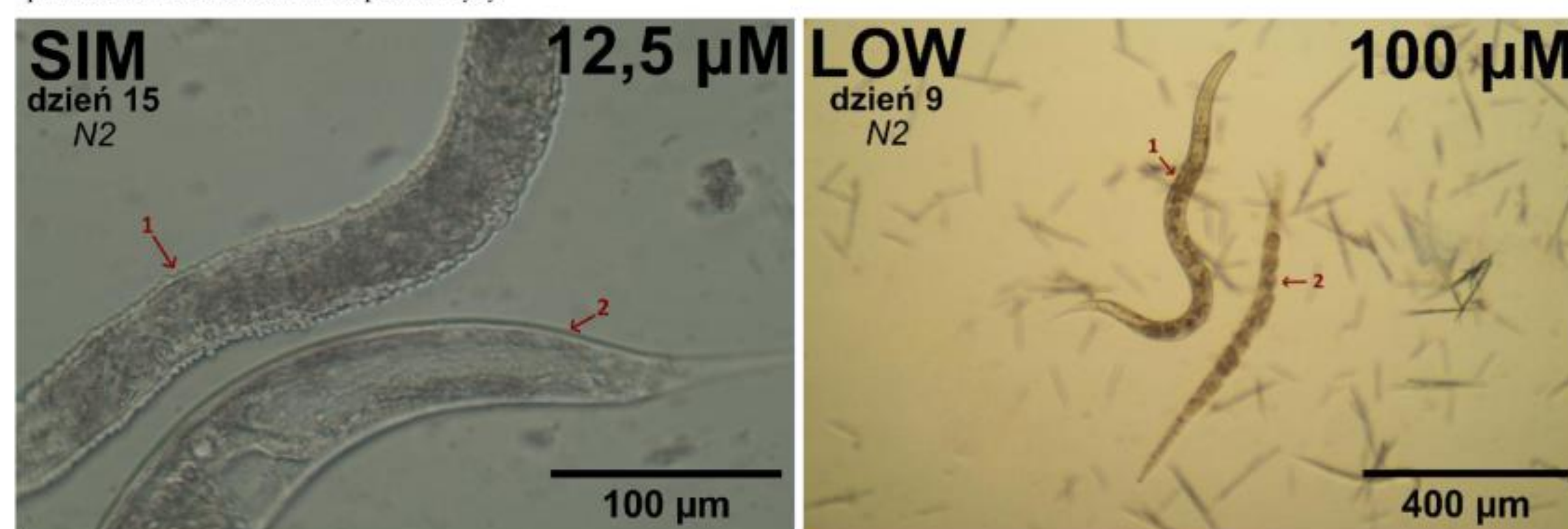
3 Inkubacja z lekami (20°C/21 dni)



4 Obserwacja mikroskopowa



Przykłady niciani z zdegradowaną osłonką szczepu N2 (po lewej) po czternastu dniach stosowania prawastatyny (PRA) oraz szczepu DG4384 (po prawej) po osiemnastu dniach stosowania prawastatyny.



Porównanie osłonki zdegradowanej (1) oraz osłonki prawidłowej (2) Porównanie niciania żywego (1) oraz martwego (2) dziewiątego dnia piętnastego dnia stosowania simwastatyny o stężeniu 12,5 µM.

Wnioski

- › Największą toksyczność wykazały atorwastatyna i simwastatyna wobec obu szczepów niciani
- › Statyny wpływały na morfologię i behawior *C. elegans*, powodując degradację osłonek a także wywołując ruchy padaczkowe
- › Szlak miewaloniowy jest istotny w kontekście przeżycia badanych organizmów i wpływa na ich prawidłowe funkcjonowanie
- › Dodatek miewalonianu wpływa na wydłużenie długości życia niciani

Bibliografia:

1. F. Iannelli i in., „Targeting Mevalonate Pathway in Cancer Treatment: Repurposing of Statins”, PRA, t. 13, nr 2, s. 184-200, maj 2018, doi:10.2174/1574892812666171129141211
2. T. Kaletta i M. O. Hengartner, „Finding function in novel targets: *C. elegans* as a model organism”, Nat Rev Drug Discov, t. 5, nr 5, s. 387-399, maj 2006, doi: 10.1038/nrd2031.
3. M. Rauthan i M. Pilon, „The mevalonate pathway in *C. elegans*”, Lipids Health Dis, t. 10, nr 1, s. 243, 2011, doi: 10.1186/1476-511X-10-243

IZOLACJA EGZOSOMÓW PRZY WYKORZYSTANIU CHROMATOGRAFII WYKLUCZANIA

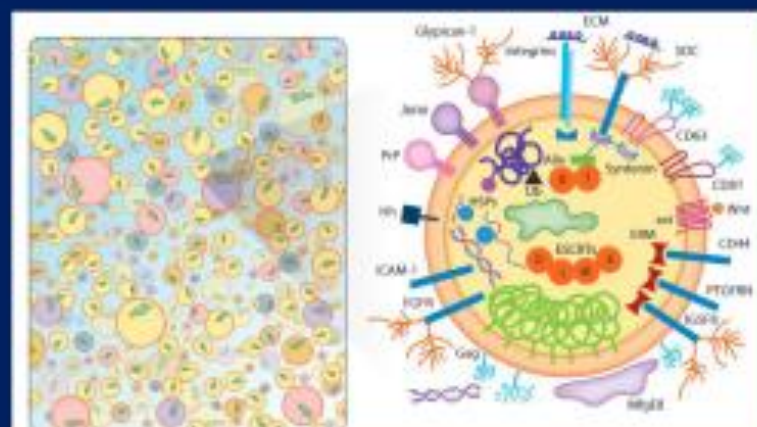
Autor: inż. Bogdan Marczak
Kierunek studiów: biotechnologia
Promotor: dr hab. Aleksandra Bocian, prof. PRz
Rok akademicki: 2024/2025

Wprowadzenie

Egzosomy

Egzosomy to niewielkie pęcherzyki zewnątrzkomórkowe (EV – ang. *Extracellular Vesicles*) o średnicy od około 30 do 200 nm, wydzielane przez niemal wszystkie typy komórek eukariotycznych. Stanowią one najmniejszą z trzech głównych klas EV, otoczone są pojedynczą błoną o topologii komórki pochodzenia. Charakteryzują się sferoidalnym, jednorodnym kształtem oraz zróżnicowaną wielkością. Zawierają min. wyselekcjonowane białka, lipidy oraz kwasy nukleinowe, które odzwierciedlają stan komórki macierzystej.

1. Pegtel, D. M., & Gould, S. J. (2019). *Exosomes. Annual review of biochemistry*, 88, 487-514.

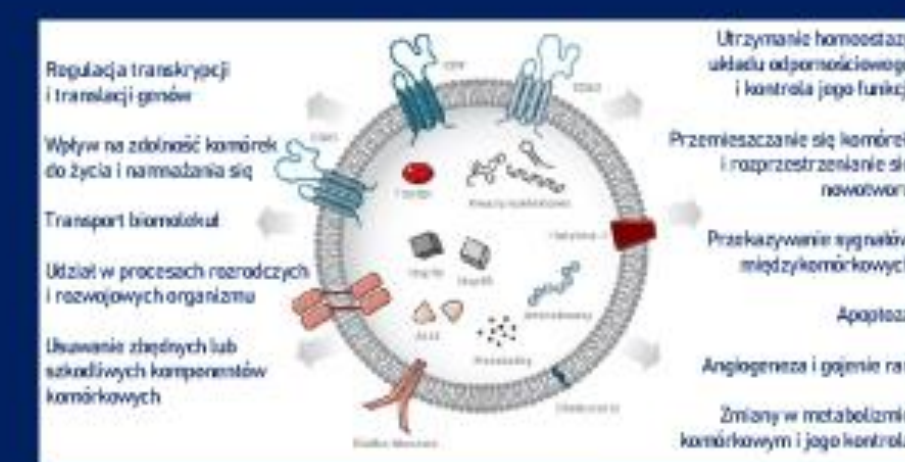


Budowa oraz skład molekularny egzosomów [1]

Funkcje i zastosowanie egzosomów

Egzosomy, jako zewnątrzkomórkowe pęcherzyki, pochodzenia endosomalnego, ze względu na ich zróżnicowane role w fizjologii i patologii komórek wzbudziły w ostatnich latach intensywne zainteresowanie środowisk naukowych. Pełnią one szereg istotnych funkcji, min. uczestniczą w komunikacji międzykomórkowej, transporcie biomolekuł oraz modulacji odpowiedzi biologicznych w komórkach docelowych. Ich unikalne właściwości czynią je obiecującymi kandydatami do zastosowań diagnostycznych i terapeutycznych w wielu dziedzinach medycyny.

2. Kalluri, R., & LeBeyec, V. S. (2020). *The biology, function, and biomedical applications of exosomes. science*, 367(6478), eaau9777



Funkcje egzosomów [2]

Metodyka



Wyniki oraz Wnioski

Wyniki – Dot blot I

Dot blot I miał na celu wykazanie obecności egzosomów, po pierwszym etapie izolacji (wytrącanie acetonem oraz zagęszczanie poprzez wirowanie I).

Parametry testu:

- roztwór blokujący: 5% roztwór odtłuszczonego mleka,
- przeciwciała pierwszorzędowe: *CD81 Rabbit Polyclonal antibody*,
- przeciwciała drugorzędowe: *HRP Goat Anti-Rabbit IgG (H+L)*,
- kontrola pozytywna: lizat komórek DUI45 w buforach PBS oraz HEPES,
- kontrola negatywna: czyste bufor PBS oraz HEPES.

W próbkach badanych nie uzyskano wyniku pozytywnego co świadczy o zbyt dużym rozcieńczeniu białka CD81, i tym samym egzosomów w próbkach.



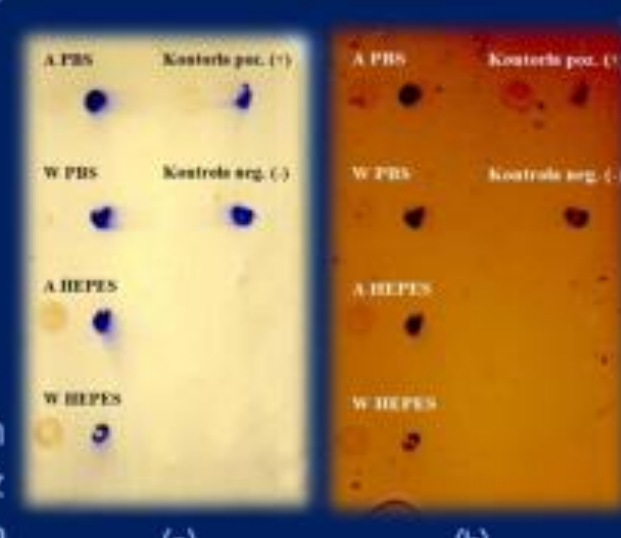
Wyniki – Dot blot II

Dot blot II miał na celu wykazanie obecności egzosomów po rozdziale chromatograficznym oraz zagęszczaniu poprzez wirowanie II (drugi etap izolacji).

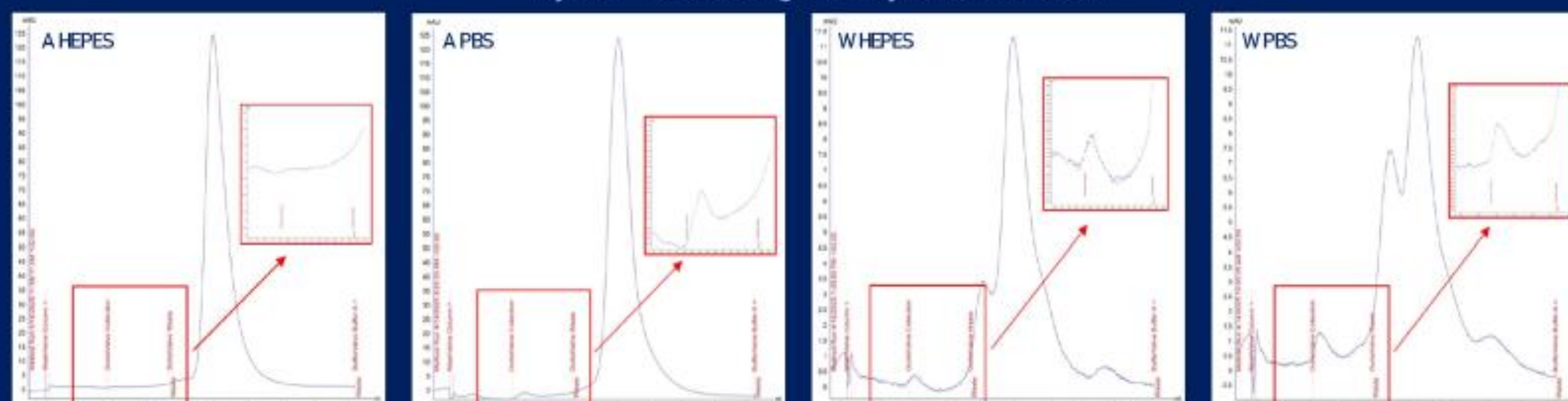
Parametry testu:

- roztwór blokujący: 5% roztwór odtłuszczonego mleka,
- przeciwciała pierwszorzędowe: *CD81 Rabbit Polyclonal antibody*,
- przeciwciała drugorzędowe: *HRP Goat Anti-Rabbit IgG (H+L)*,
- kontrola pozytywna: lizat komórek DUI45 w buforze HEPES,
- kontrola negatywna: czysty bufor HEPES.

Niemal natychmiastowo (a) sygnał pozytywny zaobserwowano w próbkach A PBS, A HEPES oraz W HEPES. Po 24 godzinach (b) sygnał pojawił się również w próbce W PBS. Wyniki te wskazują na wyższe stężenie białka CD81, a tym samym wzbogaceniu izolatów w egzosomy po przeprowadzonym rozdziale SEC i zagęszczaniu poprzez wirowanie II.



Wyniki – Chromatografia Wykluczania (SEC)



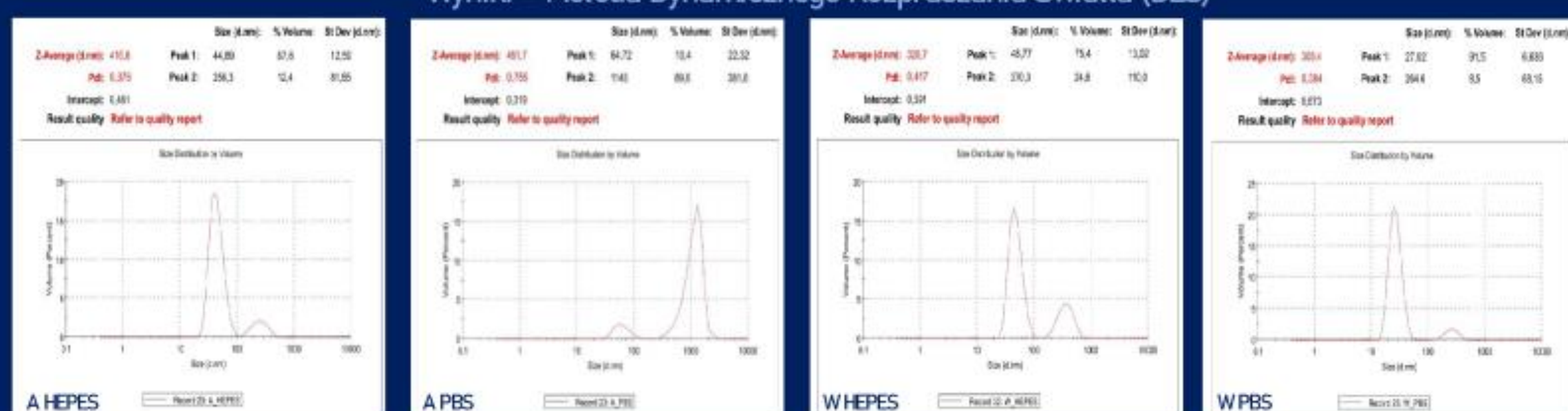
Czerwonymi kwadratami zaznaczono kluczowy obszar odpowiadający zakresowi pobierania frakcji objętości martwej, w której obecne były egzosomy.

Rozdział i frakcjonowanie próbek, na kolumnie *Cytiva XK 26/20* wypelnionej złożem *Sephacryl S-400 HR*

Parametry rozdzielu:

- prędkość przepływu – 1 ml/min,
- limit ciśnienia – 0,20 MPa,
- objętość kolumny – 70 ml,
- przemycie kolumny – 1,3 objętości,
- zbiór frakcji – od -18 do -38 ml.

Wyniki – Metoda Dynamicznego Rozpraszania Światła (DLS)



Pomiary metodą dynamicznego rozpraszania światła (DLS) względem objętości.

Parametry pomiaru:

- dwukrotne rozcieńczenie próbek – najpierw 1:3 (240 µl próbki + 960 µl wody), następnie 1:4,
- gęstość oraz lepkość r-r – wartości dla wody w 25°C,
- liczba pomiarów – automatycznie dostosowana dla danej próbki.

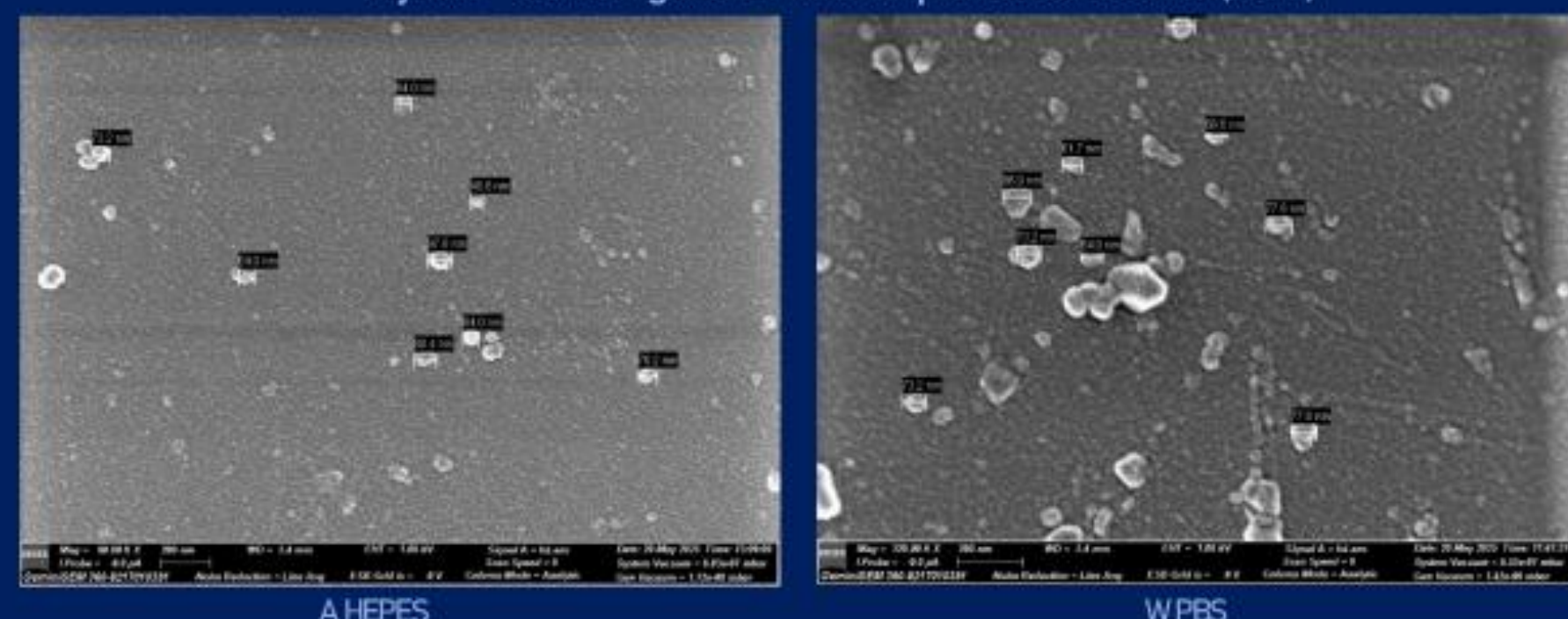
Próbka	Wielkość cz. Płk 1	% obj. Płk 1	Wielkość cz. Płk 2	% obj. Płk 2	Pdł
A HEPES	44,89	87,60%	256,30	12,40%	0,38
A PBS	64,72	10,40%	1145,00	89,60%	0,76
W HEPES	48,77	75,40%	370,30	24,60%	0,42
W PBS	27,02	91,50%	264,60	8,50%	0,38

Pdł – ang. Polydispersity Index; miara zróżnicowania wielkości cząstek. Kolor czerwony odpowiada wynikom najmniej efektywnym a zielony wynikom najbardziej efektywnym.

Wnioski

- I etap izolacji (wytrącanie acetonem oraz zagęszczanie poprzez wirowanie I) nie umożliwił wykrycia obecności egzosomów, testem Dot blot I, ze względu na zbyt duże rozcieńczenie próbki.
- II etap izolacji (rozdzielanie chromatograficzne oraz zagęszczanie poprzez wirowanie II) umożliwił wykrycie obecności egzosomów w uzyskanych izolatach testem Dot blot II.
- Wyniki pomiaru DLS względem objętości wykazały, iż proces izolacji egzosomów przebiegał efektywnie dla próbek W PBS, A HEPES oraz W HEPES. Jedynie próbka A PBS wykazała przeważający udział populacji o rozmiarach przewyższających rozmiary egzosomów.
- Żadna z wykorzystanych metod nie umożliwiła całkowitego usunięcia populacji cząstek o rozmiarach przewyższających literaturowe rozmiary egzosomów – będącymi agregatami oraz większymi zanieczyszczeniami.
- Podsumowując wyniki, ze wszystkich przeprowadzonych analiz, najefektywniejszy wynik izolacji egzosomów wykazały próbki przygotowane w buforze HEPES, zarówno próbki A i W. Kluczowym aspektem była zgodność wyników DLS oraz SEM, ponieważ potwierdziły (liczbowo i wizualnie) obecność dużej populacji cząstek o literaturowych rozmiarach egzosomów.
- Opisana w pracy procedura, pomimo pewnych elementów wymagających walidacji, wykazuje możliwy potencjał w badaniach nad pęcherzykami zewnątrzkomórkowymi, ze względu na swoją prostotę połączoną z optycznością, hybrydowym charakterem oraz w pewnym stopniu innowacyjnością.

Wyniki – Skaningowa Mikroskopia Elektronowa (SEM)



Obrazowanie metodą SEM wykonano dla próbek, które wykazały najbardziej efektywne wyniki w pomiarze DLS – A HEPES oraz W PBS.

Procedura przygotowania próbki oraz obrazowania SEM:

- utrwalenie – mieszanina próbki z roztworem PFA
- w buforze kaskodowym (w proporcji 1:1),
- dehydratacja – seria w etanolu (50%, 70%, 100%) po 5 minut.
- suszenie – odparowanie etanolu,
- napięcie – pokrycie chromem (120 s, warstwa 0,2 nm),
- obrazowanie – mikroskop: ZEISS GeminiSEM 360 (napięcie 1 kV, detektor SE2).

Uzyskane obrazy SEM są zgodne z wynikami pomiarów DLS, potwierdzając obecność dominującej populacji cząstek o rozmiarach odpowiadających egzosomom, a także wskazując na obecność większych cząstek oraz agregatów, szczególnie w próbce W PBS. Wyniki te wskazują również, iż metoda wytrącania acetonem może zapewniać łagodniejsze warunki izolacji, sprzyjające zachowaniu integralności i typowej morfologii egzosomów, również wykorzystanie buforu HEPES może pozytywnie wpływać na izolację, gdyż w próbce A HEPES nie stwierdzono obecności dużej ilości agregatów jak miało to miejsce w W PBS.



POLITECHNIKA
RZESZOWSKA
im. IGNACEGO ŁUKASIEWICZA

Autor: inż. Justyna Noga
Kierunek studiów: Inżynieria Farmaceutyczna
Promotor: dr hab. Łukasz Uram, prof. PRz
Rok akademicki: 2024/2025



WYDZIAŁ
CHEMICZNY
POLITECHNIKI RZESZOWSKIEJ

PRZYDATNOŚĆ WYBRANYCH MATRYC DENDRYMEROWYCH W TERAPII NOWOTWORÓW

WPROWADZENIE

Nowotwory charakteryzują się niekontrolowanym wzrostem komórek, które mogą tworzyć przerzuty oraz naciekać na sąsiadujące tkanki. Choroby nowotworowe są jedną z najczęstszych przyczyn zgonów wśród pacjentów na całym świecie, ponieważ pomimo postępu medycyny wciąż brakuje skutecznych terapii zapobiegających powstawaniu nowotworów i ich zwalczania. Rak płaskonabłonkowy (SCC; ang. squamous cell carcinoma) pochodzi z keratynocytów znajdujących się w warstwie kolczystej zrogowaciałego nabłonka, co powoduje, że komórki nowotworowe mogą występować na całej powierzchni skóry, ale także w przelyku, płucach, gardle, jamie nosowej, tarczycy, trzustce drogach moczowych, szyjce macicy i prostaty. SCC jest jednym z najczęściej występujących nowotworów u ludzi i stanowi główną przyczynę zgonów na świecie. Nowotwór ten charakteryzuje się agresywnym przebiegiem, w którym często występują przerzuty.

CEL PRACY

Celem pracy było zbadanie wpływu matryc poliuretanowych zawierających rokopol D450, glicydyłowane dendrymery PAMAM trzeciej generacji oraz doksorubicynę (DOX) na nieśmiertelne ludzkie keratynocyty (HaCaT) oraz komórki raka płaskonabłonkowego (SCC-15).

METODYKA

- hodowla komórek linii HaCaT oraz SCC-15
- inkubacja komórek z matrycami poliuretanowymi moczonymi w różnych stężeniach DOX
- test na cytotoksyczność z fioletem krystalicznym (CV)
- obserwacja mikroskopowa komórek po inkubacji
- analiza statystyczna i opracowanie wyników

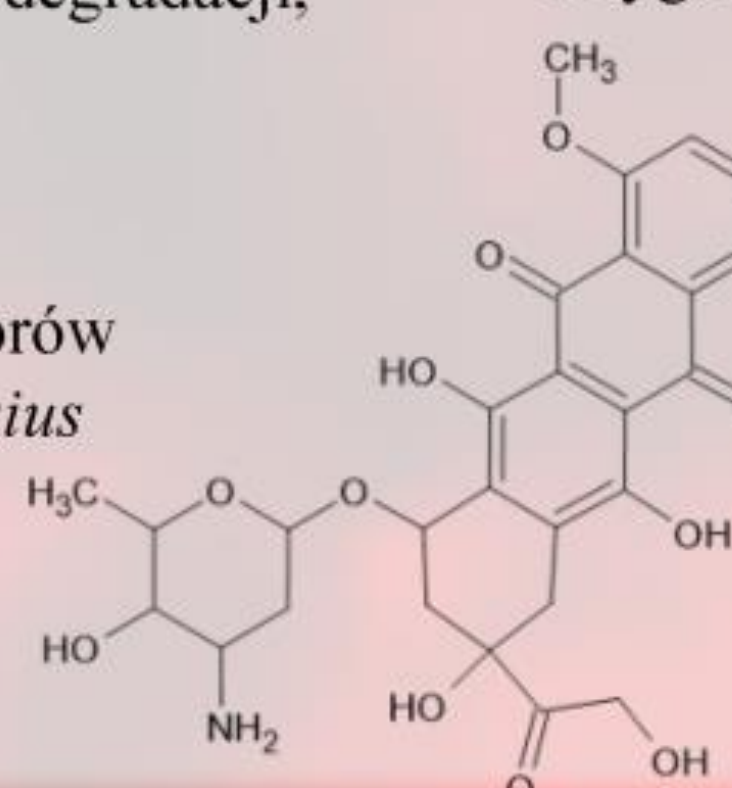
MATERIAŁY

Pianki poliuretanowe

- pianki są układami koloidalnymi
- mogą służyć jako nośniki, np. środków przeciwbakteryjnych, leków przeciwzapalnych lub znieczulających
- ich porowata powierzchnia umożliwia zwiększenie powierzchni kontaktu
- leki z pianek uwalniane są na drodze dyfuzji lub podczas degradacji, w której łańcuchy ulegają rozpadowi

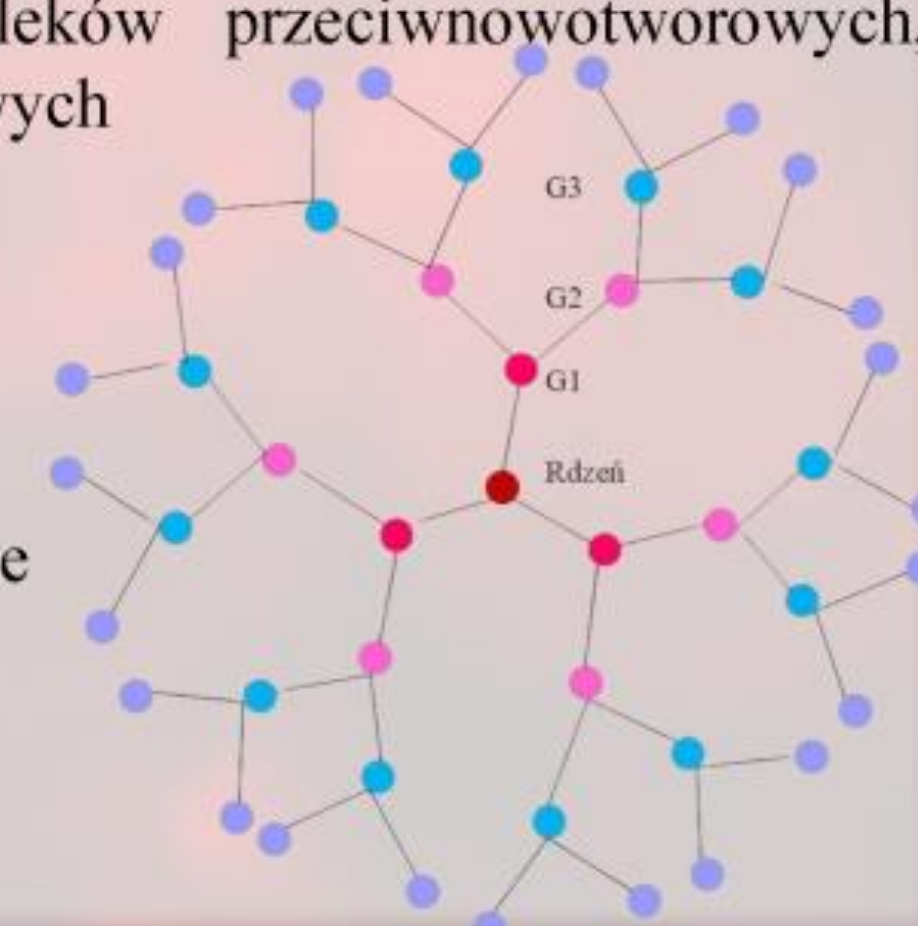
Doksorubicyna

- antybiotyk antracyklinowy, powszechnie stosowany w terapii nowotworów
- wyizolowana z grzybów *Streptomyces percelatus* oraz *Streptomyces caesi*
- wielokierunkowy mechanizm działania
- wykazuje właściwości kardi toksyczne
- dobrze przenika do komórek
- wykazuje fluorescencję na kolor czerwony

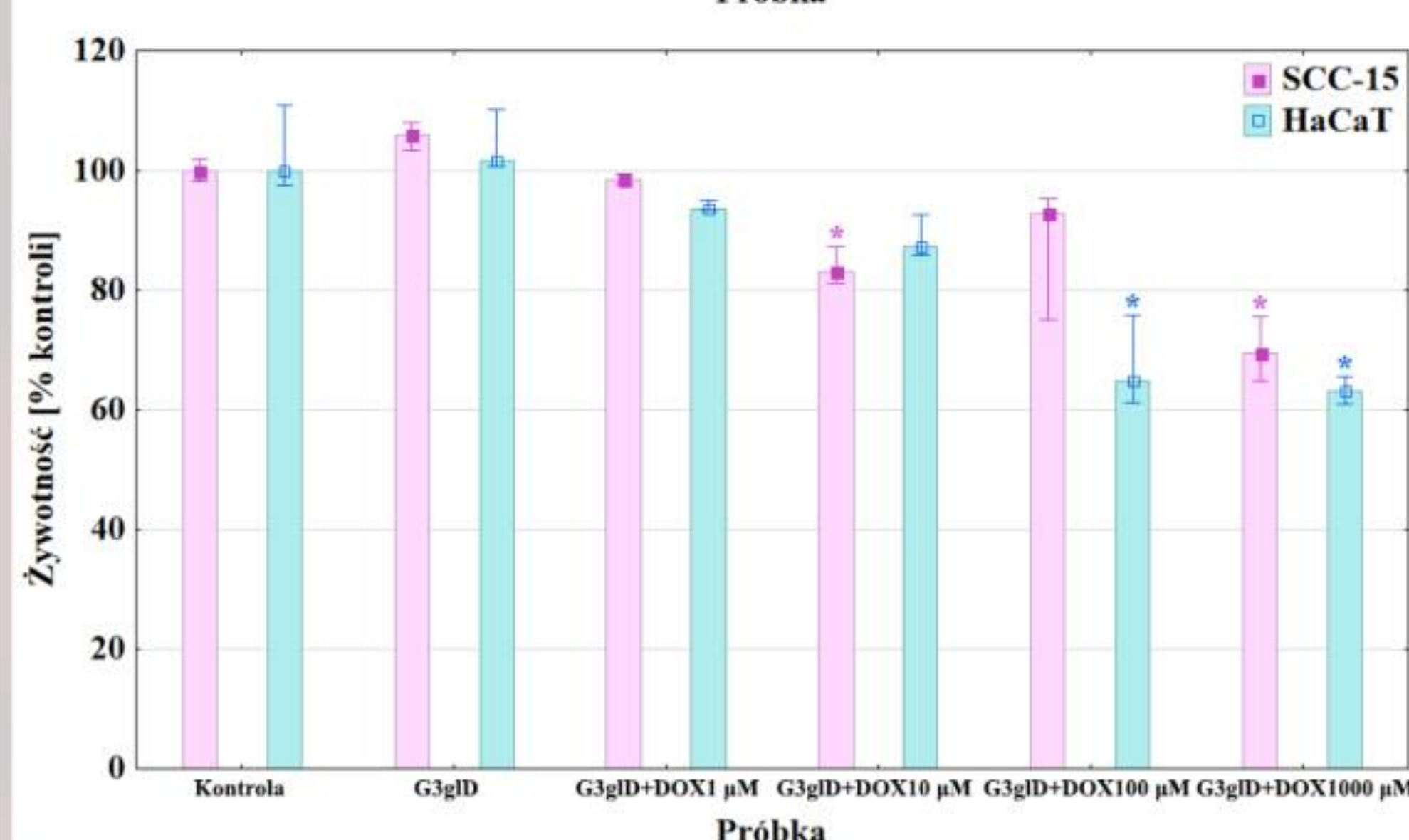
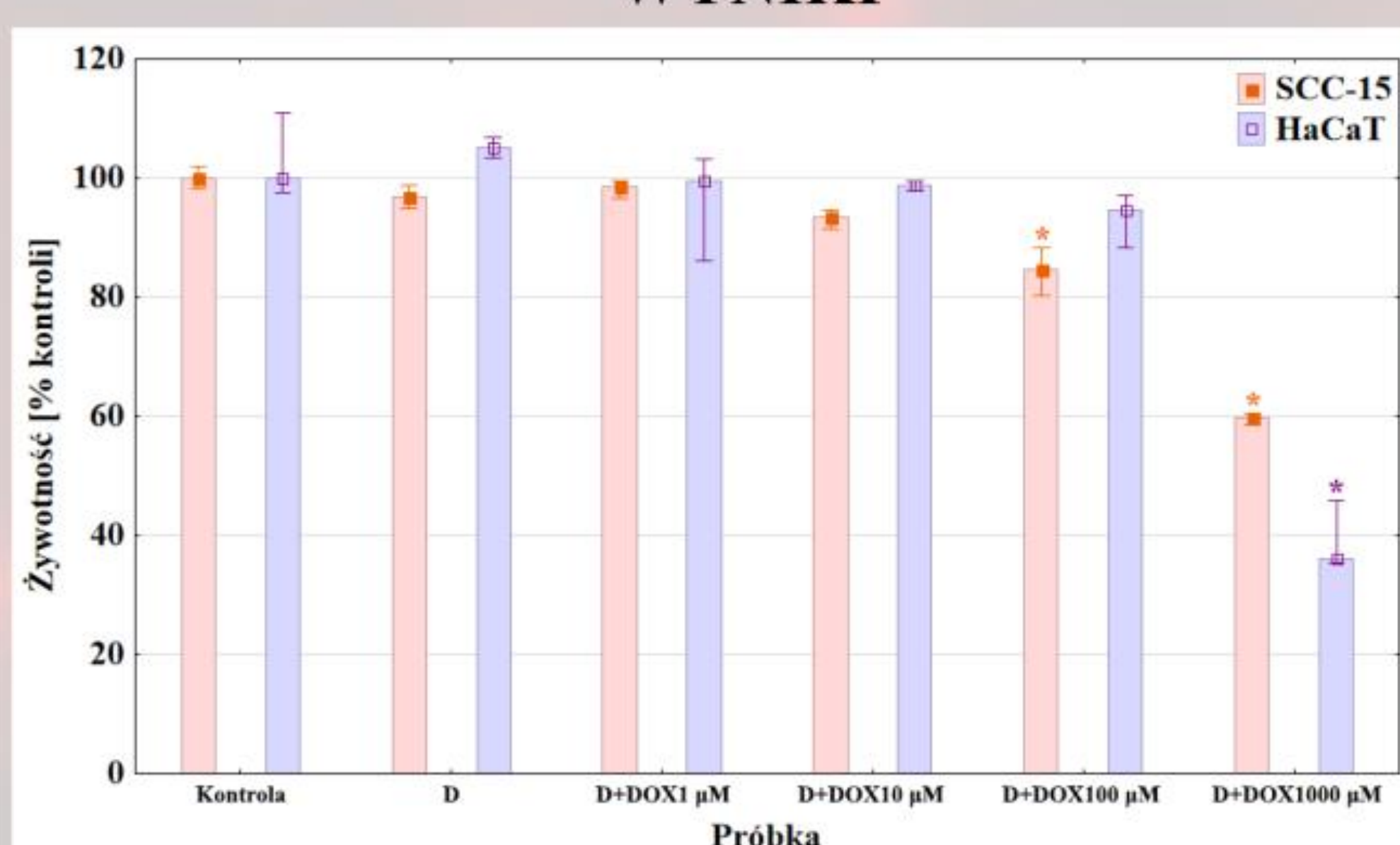


Budowa dendrymeru:

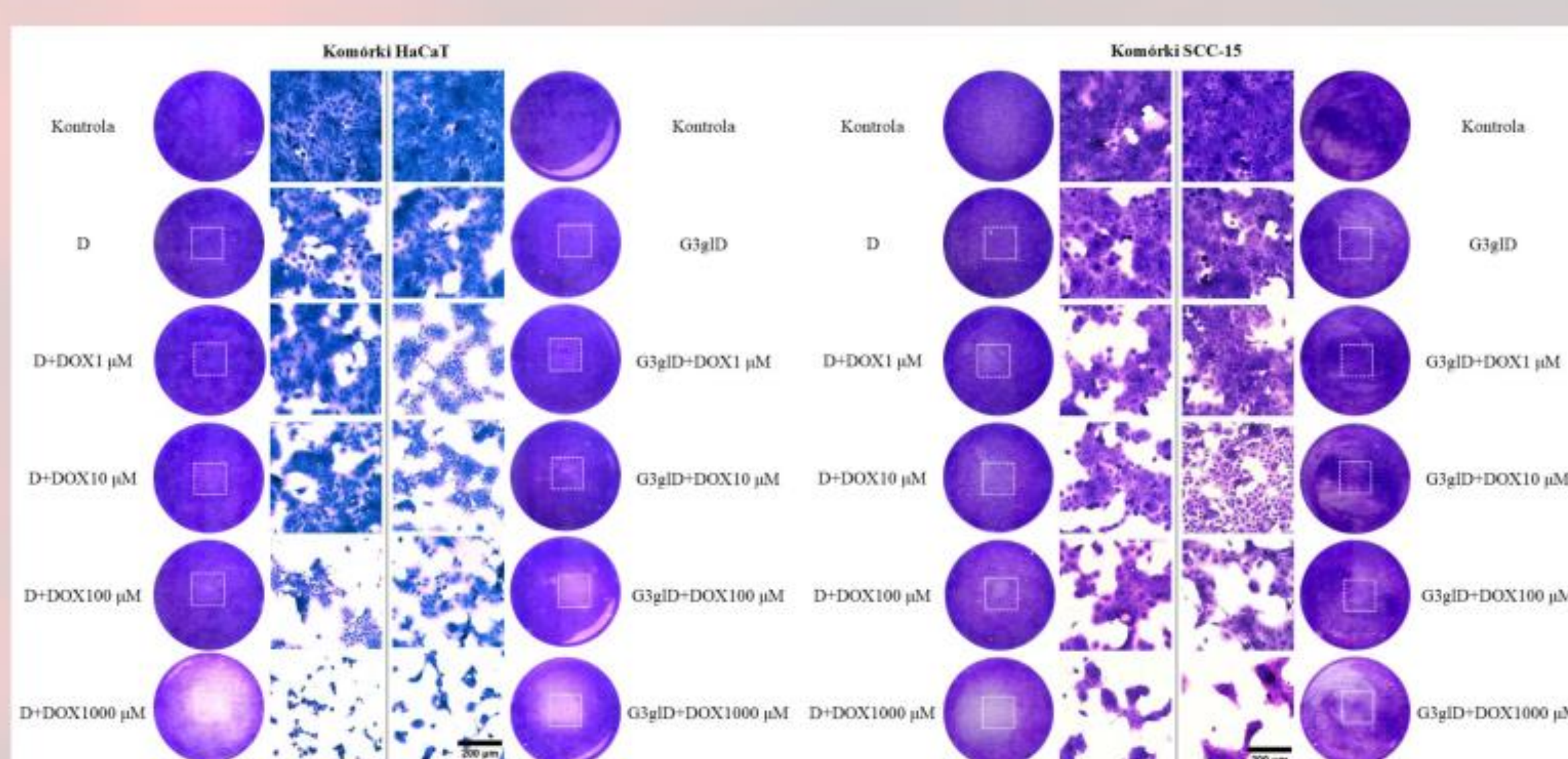
- Rdzeń inicjatora (G0)
- G1, G2 – warstwy wewnętrzne, generacje
- G3 – funkcyjne grupy powierzchniowe



WYNIKI



Wpływ matryc zawierających rokopol D450 bez/z glicydyłowanym dendrymerem PAMAM G3 oraz doksorubicyną enkapsulowaną w roztworach alkoholowych o różnych stężeniach (1 μM, 10 μM, 100 μM, 1000 μM) na toksyczność wobec do komórek SCC-15 i HaCaT po 24 godzinach inkubacji, określona przy użyciu testu z fioletem krystalicznym (CV). * p < 0.05, test Kruskala-Wallis.



Obrazy mikroskopowe ludzkich immortalizowanych keratynocytów (HaCaT) oraz komórek ludzkiego raka płaskonabłonkowego (SCC-15) barwionych fioletem krystalicznym po 24-godzinnej inkubacji z piankami poliuretanowymi z rokopolem D450, dendrymerami PAMAM trzeciej generacji oraz enkapsulowaną przez nie doksorubicyną w różnych stężeniach (1 μM, 10 μM, 100 μM, 1000 μM).

WNIOSKI

- Badane matryce nie zawierające doksorubicyny są nietoksyczne wobec nieśmiertelnych ludzkich keratynocytów, co oznacza, że mogą zostać wykorzystane w przyszłości jako nośniki do kontrolowanego uwalniania leków, ponieważ są biogodne wobec komórek prawidłowych
- Działanie cytotoksyczne badanych matryc jest zależne od dawki enkapsulowanej doksorubicyny wobec komórek HaCaT oraz SCC-15
- Wprowadzenie glicydyłowanego dendrymeru PAMAM trzeciej generacji nie powoduje istotnego spadku żywotności komórek, co świadczy o jego biokompatybilności
- Matryce zawierające glicydyłowany dendrymer PAMAM G3 oraz doksorubicynę powodują większy spadek żywotności komórek HaCaT, niż matryce bez dendrymeru



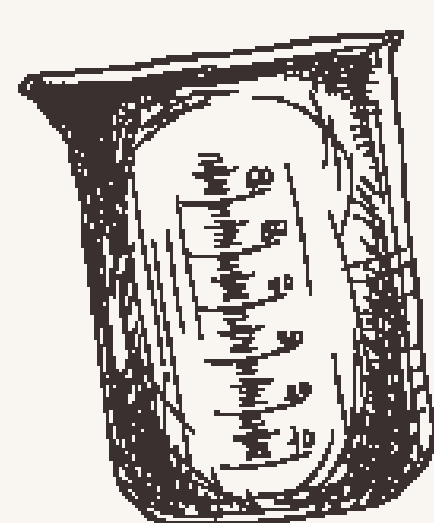
Fundusze Europejskie
Wiedza Edukacja Rozwój



Rzeczpospolita
Polska

Unia Europejska
Europejski Fundusz Społeczny





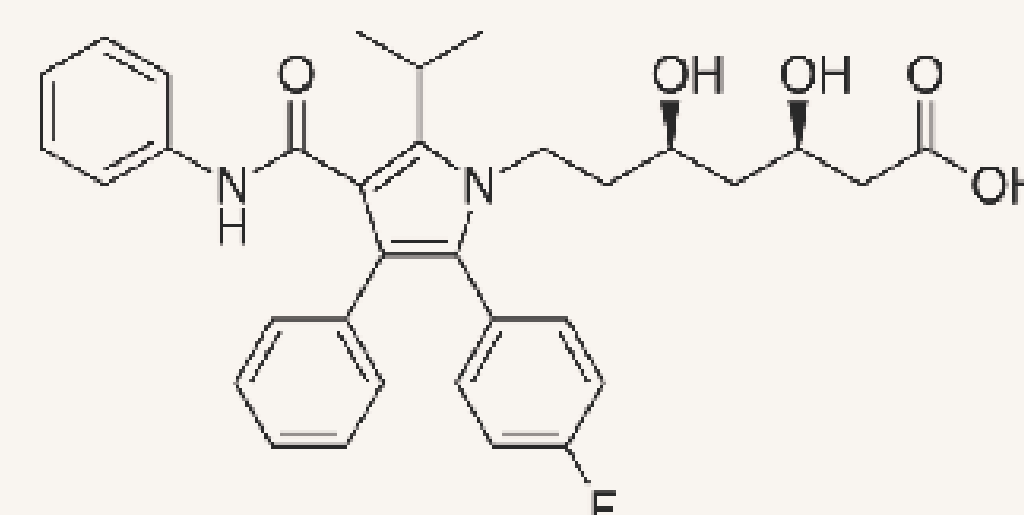
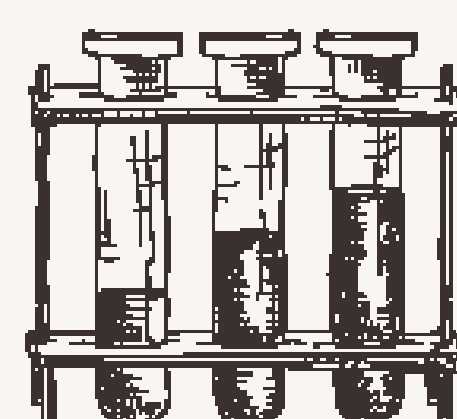
**PRZECIWNOWOTWOROWA AKTYWNOŚĆ SIMWASTATYNY,
LOWASTATYNY, ATORWASTATYNY I FLUWASTATYNY
WOBEK KOMÓREK WĄTROBOKOMÓRKOWEGO LINI HEPG2**

Autor: mgr. inż. Liliana Pajak

Kierunek studiów: Biotechnologia

Promotor: dr hab. inż. Łukasz Uram prof. PRz

Rok akademicki: 2024/2025



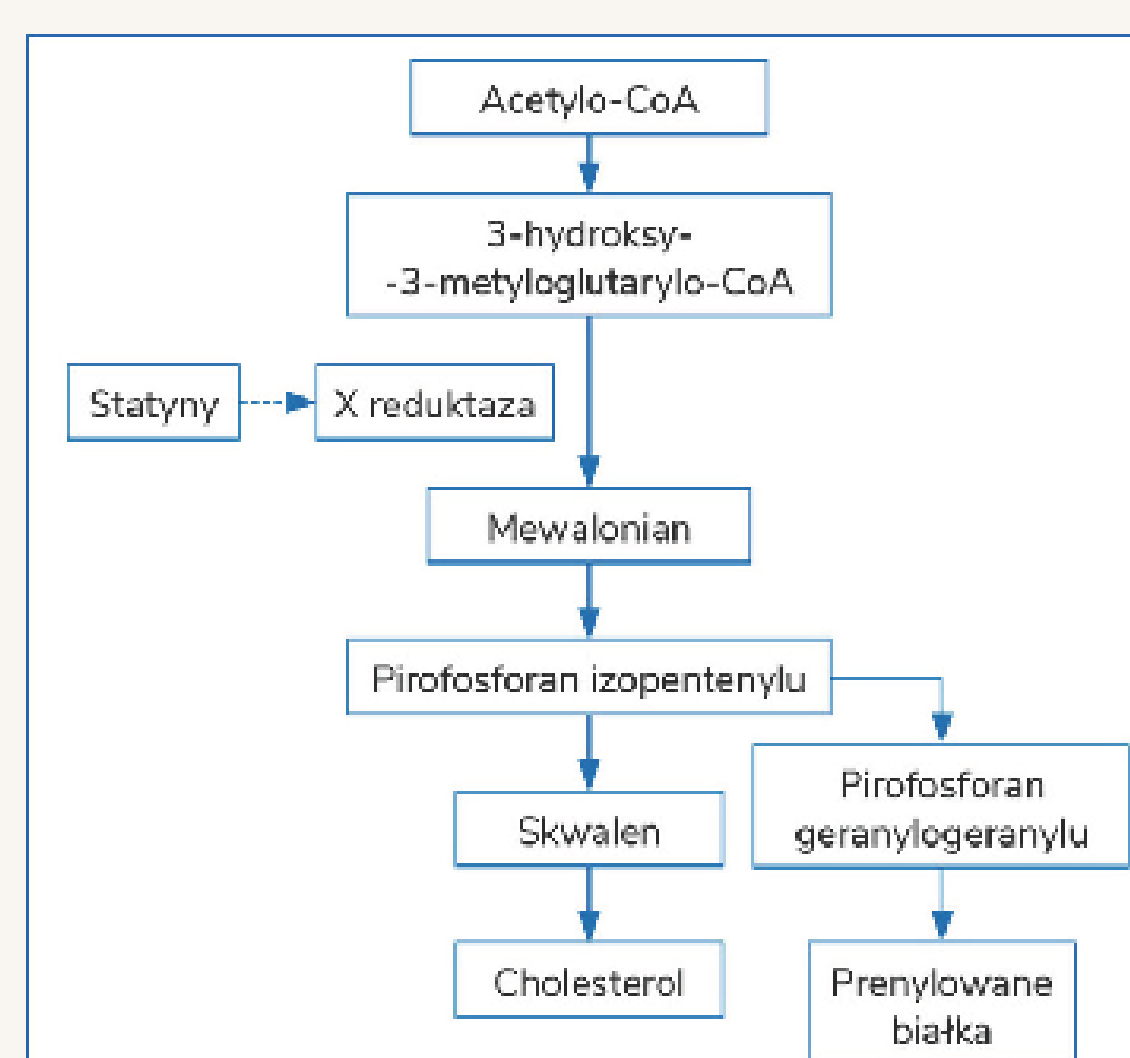
Struktura chemiczna atorwastatyny



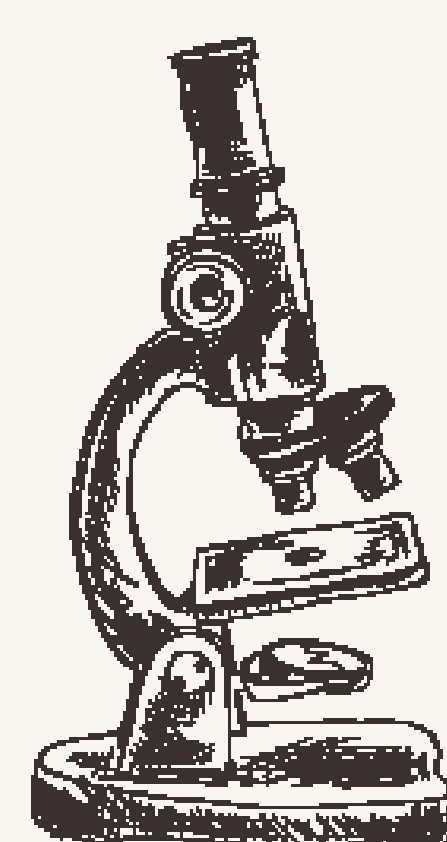
Plątka 96-datkowa po wykonaniu testu cytotoxycywności Neutral Red dla komórek HepG2 traktowanych atorwastatyną w różnych stężeniach (oznaczenia: 0-100 µM).

01 Cel badania

Rak wątrobowokomórkowy (HCC) charakteryzuje się wysoką śmiertelnością i ograniczoną skutecznością dostępnych terapii. Statyny to leki obniżające poziom cholesterolu, ale wykazują również działanie przeciwnowotworowe, głównie poprzez wpływ na szlak miewalonianowy. Celem pracy była ocena wpływu czterech statyn: simwastatyny, lowastatyny, atorwastatyny i fluwastatyny na przeżywalność komórek HepG2.



Hamowanie przez statyny aktywności enzymu HMG-CoA
reduktazy w szlaku miewaloniowym



02 Przebieg pracy laboratoryjnej

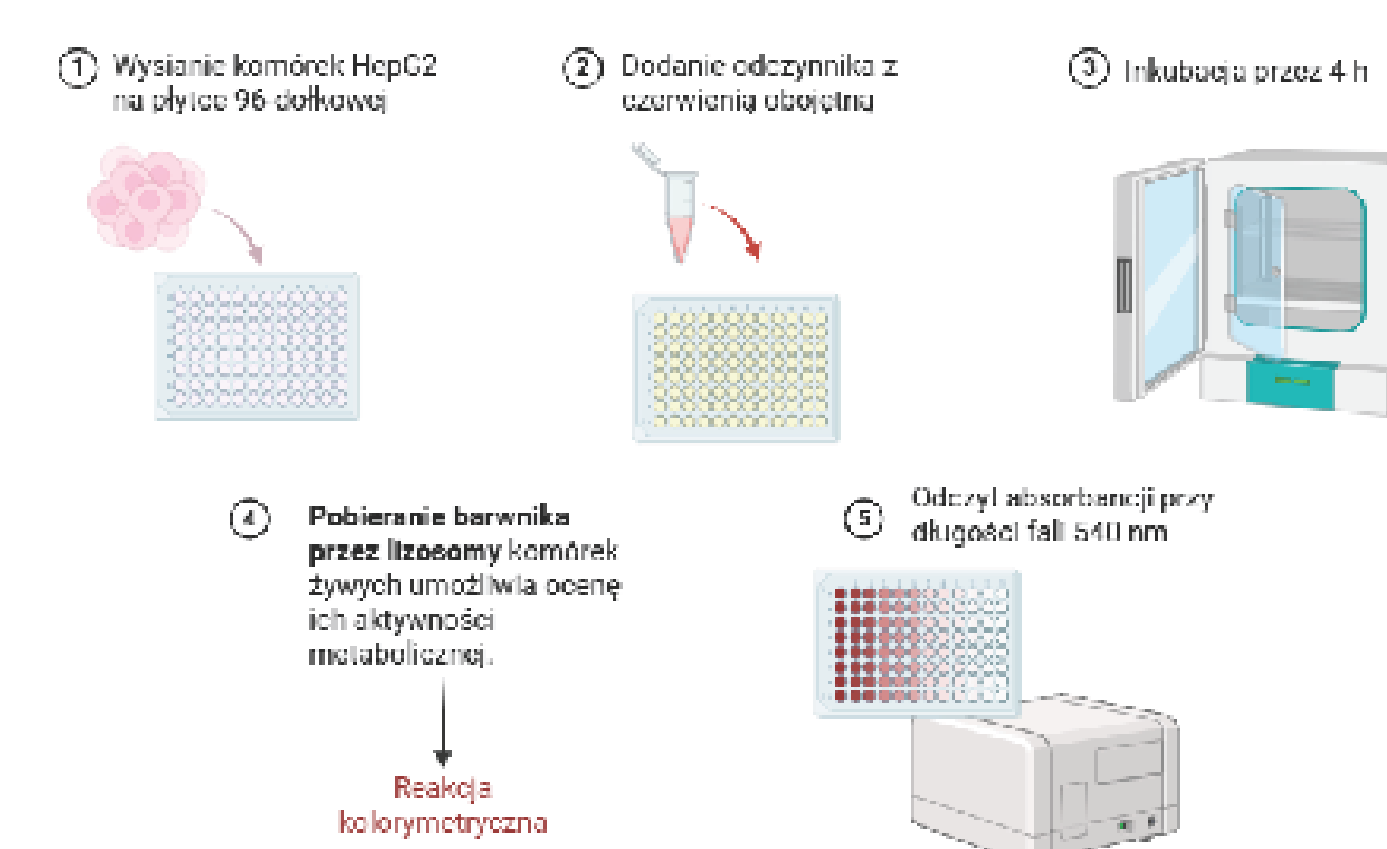
Doświadczenia przeprowadzono na komórkach HepG2, które były hodowane w pożywce EMEM przez 48 godzin z wybranymi statynami w zakresie stężeń 0–100 μM . Równolegle analizowano działanie miewalonianu (0,078–2,5 mM), kluczowego metabolitu szlaku cholesterolu, który dał efekt protekcyjny wobec cytotoxiczności statyn.

03 Metodyka

- Hodowla komórek linii HepG2
- Test żywotności z użyciem czerwieni obojętnej (NR)
- Obserwacja mikroskopowa zmian morfologicznych
- Analiza działania czterech statyn i miewalonianu
- Opracowanie statystyczne wyników

Test z Czerwienią Obojętną

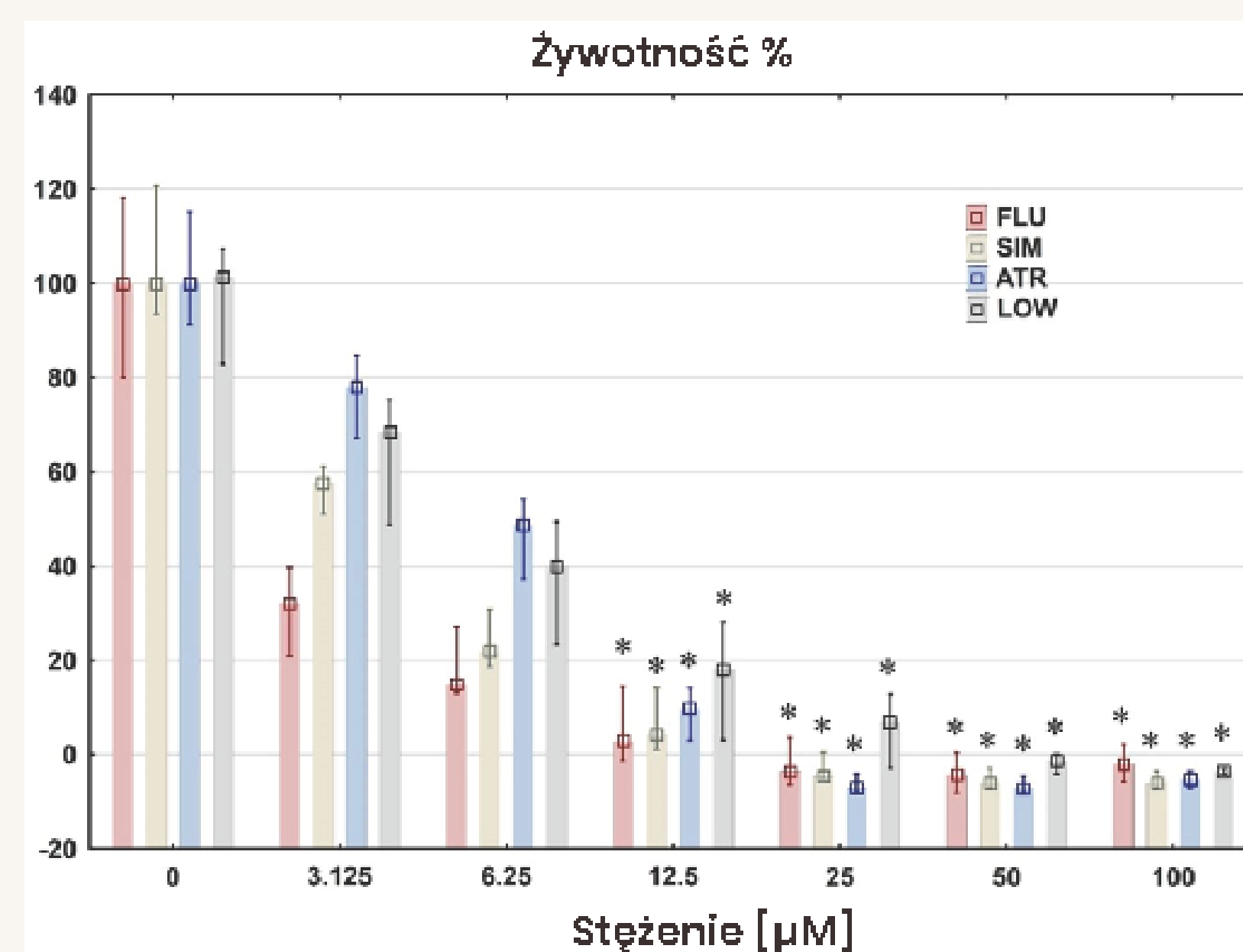
Ocena cytotoksyczności



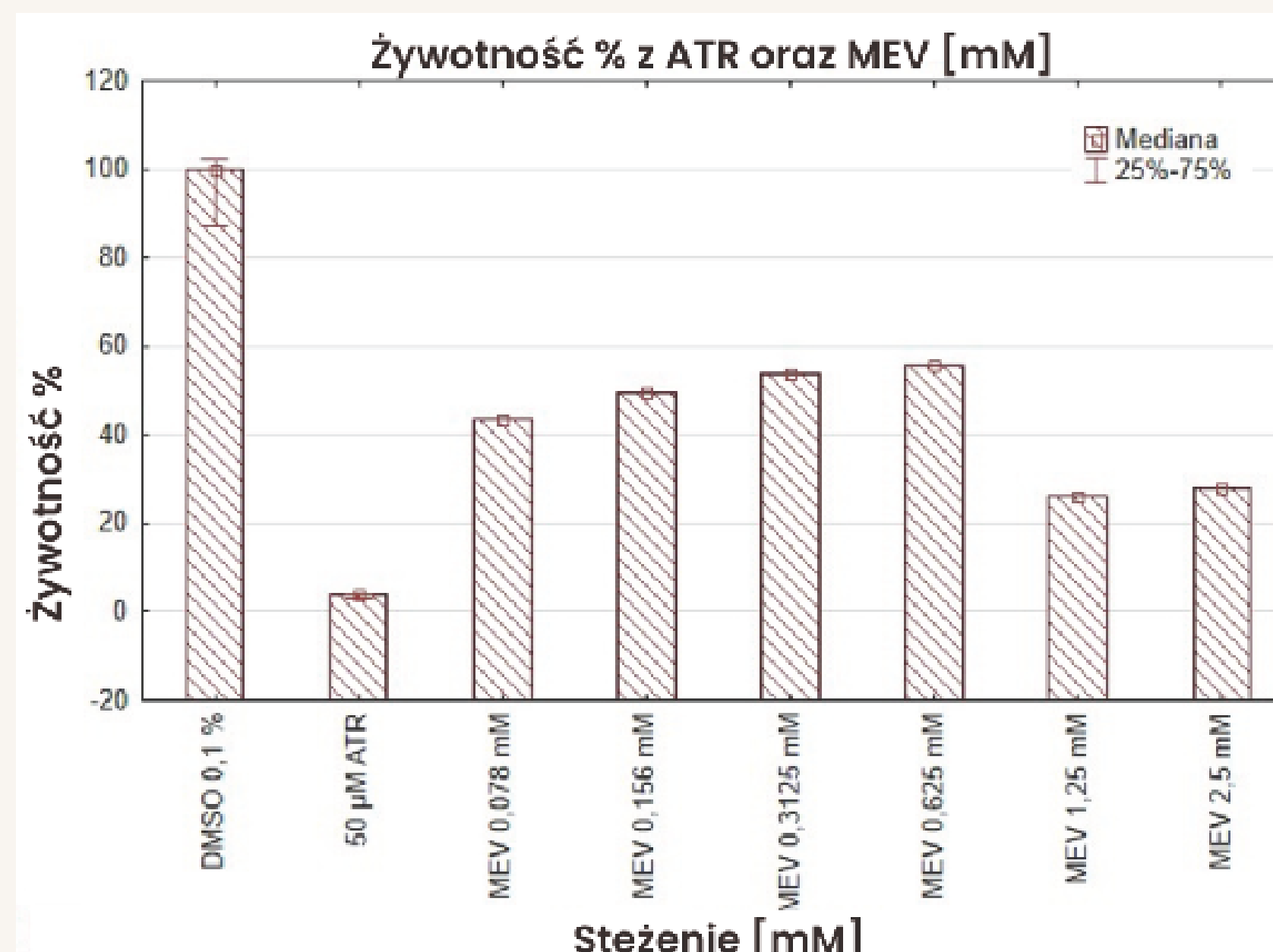
Schemat przebiegu testu z czerwienią obojętną

04

Najsilniejsze zahamowanie proliferacji komórek po zastosowaniu atorwastatyny i simwastatyny już w stężeniu 12,5 μM , a 50 i 100 μM obserwowano wyraźny spadek żywotności. Dodatek mewalonianu częściowo zniósł efekt cytotoksyczny przy niższych stężeniach statyn.



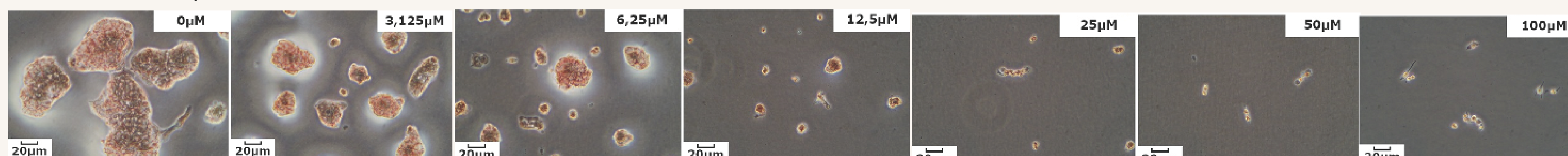
Wyk. 1. Badanie żywotności komórek linii HepG2 za pomocą testu NR – czerwienią obojętną z rosnącymi stężeniami roztworów statyn: FLU – fluwastatyn, SIM – simwastatyn, ATR – atorwastatyn; LOW – lowastatyn po 48 h inkubacji. * $p < 0,05$ istotna różnica w stosunku do kontroli oszacowanej ANOVA testem Kruskala-Wallis.



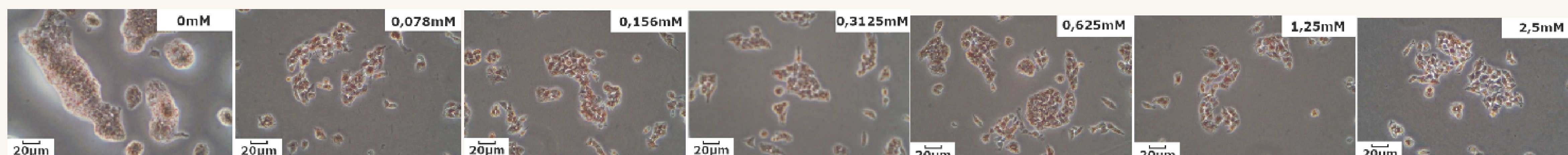
Wyk. 2 Badanie żywotności komórek linii HepG2 za pomocą testu NR – czerwienią obojętną z 50 μ M stężeniem ATR – atorwastatyny oraz 0,078– 2,5 mM miewalonianu po 48 h inkubacji.

05 Wnioski

- Statyny wykazują działanie cytotoksyczne wobec komórek HepG2 w sposób zależny od dawki.
- Atorwastatyna i simwastatyna były najskuteczniejsze w hamowaniu proliferacji komórek.
- Częściowy efekt mewalonianu sugeruje udział dodatkowych szlaków sygnałowych.
- Wysoki poziom mewalonianu obniżał żywotność komórek, prawdopodobnie przez zaburzenie homeostazy lipidowej.
- Wyniki potwierdzają potencjał statyn jako leków wspomagających i uzasadniają dalsze badania nad ich działaniem molekularnym.



Morfologia komórek linii HepG2 po 48-godzinnej inkubacji z atorwastatyną (ATR) w różnych stężeniach (0–100 µM). Na kontrolnym obrazie (0 µM) widoczne są duże skupiska komórek, a na kolejnych widać spadek żywotności



Morfologia komórek linii HepG2 po 48-godzinnej inkubacji z atorwastatyną (ATR) w stężeniu 50 µM. Zauważalny efekt protektywny miewalonaniu wobec cytotoksyczności statyny

PARTNER KONKURSU

Fundacja Rozwoju Politechniki Rzeszowskiej
im. Ignacego Łukasiewicza



POSTER
MASTER