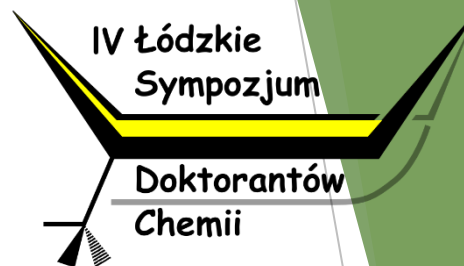




UNIWERSYTET  
MIKOŁAJA KOPERNIKA  
W TORUNIU



Wydział Chemii



IV Łódzkie  
Sympozjum

Doktorantów  
Chemii

# Skrobia dialdehydowa oraz pektyna - nowe czynniki sieciujące dla materiałów białkowych.



Katarzyna Węgrzynowska-Drzymalska  
Katedra Chemii i Fotochemii Polimerów

Łódź 13.05.2016 r.

# Plan prezentacji

- ❑ Rusztowania (skafoldy),
- ❑ Składniki macierzy zewnątrzkomórkowej,
- ❑ Proces sieciowania,
- ❑ Czynniki sieciujące,
- ❑ Cel pracy badawczej,
- ❑ Prezentacja poszczególnych wyników badań,
- ❑ Podsumowanie,
- ❑ Literatura.

# Rusztowania (skafoldy)

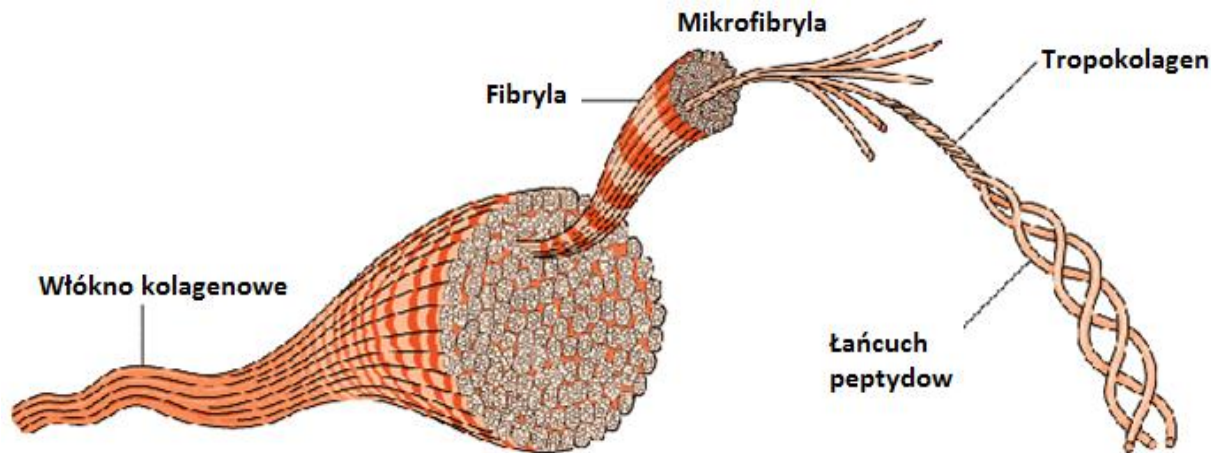
Skafoldy stosowane w inżynierii tkankowej mają naśladować biologiczne funkcje macierzy zewnątrzkomórkowej, utrzymywać strukturę i funkcje tworzonych konstrukcji tkankowych oraz przyczyniać się do wzrostu, adhezji i różnicowania się komórek.



Rys. 1. Skafold wykonany z fosforanu wapnia.

# Kolagen

Kolagen jest białkiem strukturalnym zarówno u ludzi, jak i zwierząt. Pełni głównie funkcje strukturalne oraz jest mechanicznym wsparciem dla narządów w organizmie.



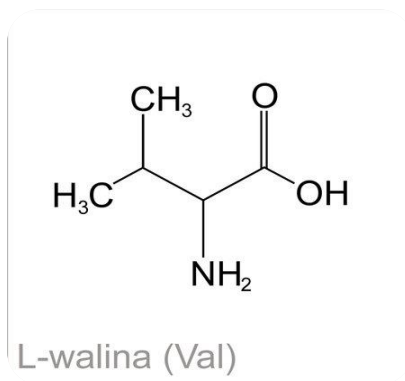
Rys. 2. Organizacja poszczególnych struktur kolagenu.

# Elastyna

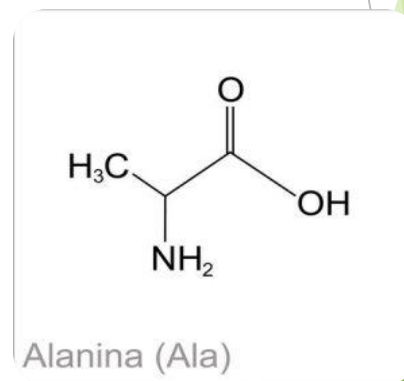
Elastyna to białko tkanki łącznej. Nadaje sprężystość przede wszystkim skórze, więzadłom oraz ścianom naczyń krwionośnych. Dzięki niej tkanki po rozciągnięciu lub ściśnięciu odzyskują swój pierwotny kształt i wielkość.



Glicyna (Gly)



L-walina (Val)

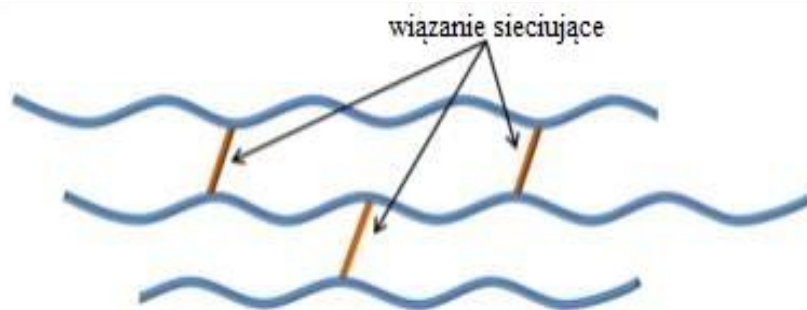


Alanina (Ala)

Rys. 3. Wzory strukturalne glicyny, waliny oraz alaniny.

# Proces sieciowania

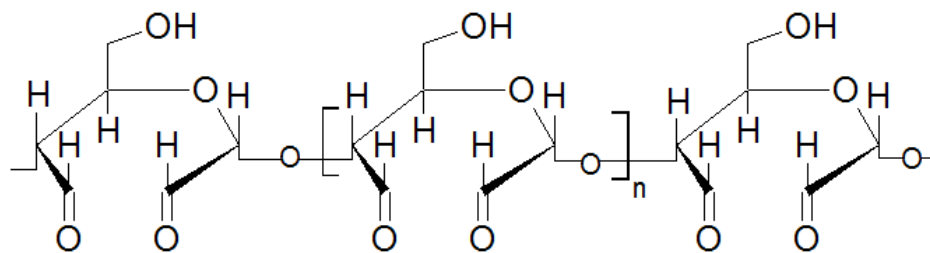
Sieciowanie jest procesem łączenia ze sobą makrocząsteczek w sieć trójwymiarową o nieskończenie dużych wymiarach. Proces ten prowadzi do utworzenia stabilnych połączeń w postaci poprzecznych wiązań kowalencyjnych.



Rys. 4. Przykładowe wiązanie sieciujące między łańcuchami polimerów.

# Skrobia dialdehydowa

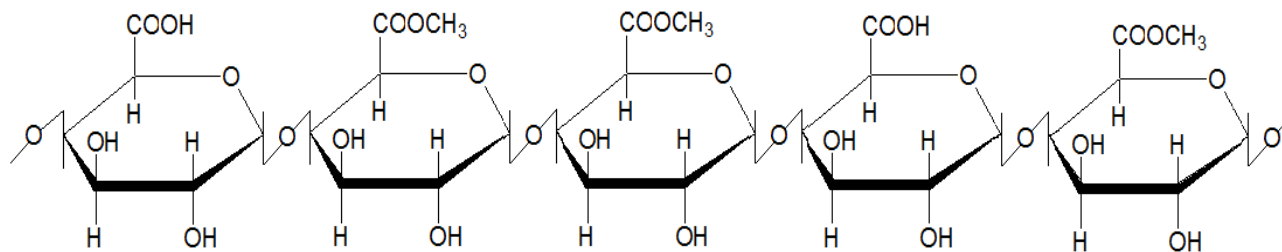
Skrobia dialdehydowa stanowi polimeryczny dialdehyd wytwarzany na skutek selektywnego utleniania skrobi nadjodanem, który rozszczepia wiązanie C2-C3 łańcucha polisacharydowego skrobi z wytworzeniem dwóch grup aldehydowych.



Rys. 5. Fragment struktury skrobi dialdehydowej [Program ChemSketch].

# Pektyna

Pektyna jest jednym z głównych składników ścian komórkowych roślin oraz najbardziej złożoną makrocząsteczką występującą w naturze, ponieważ może składać się aż z 17 różnych monosacharydów.



Rys. 6. Fragment struktury pektyny [Program ChemSketch].



# Cel pracy badawczej

Celem pracy było zbadanie wpływu czynników sieciujących na właściwości hydrożeli, uzyskanie materiałów dla zastosowań w inżynierii tkankowej oraz określenie efektywności sieciowania materiałów kolagenowych oraz kolagenowo-elastynowych przy użyciu skrobi dialdehydowej oraz pektyny.



Rys. 7. Schemat otrzymywania materiału do analizy.

# Legenda

Tabela 1. Zestawienie pełnych nazw i skrótów całej serii pomiarowej.

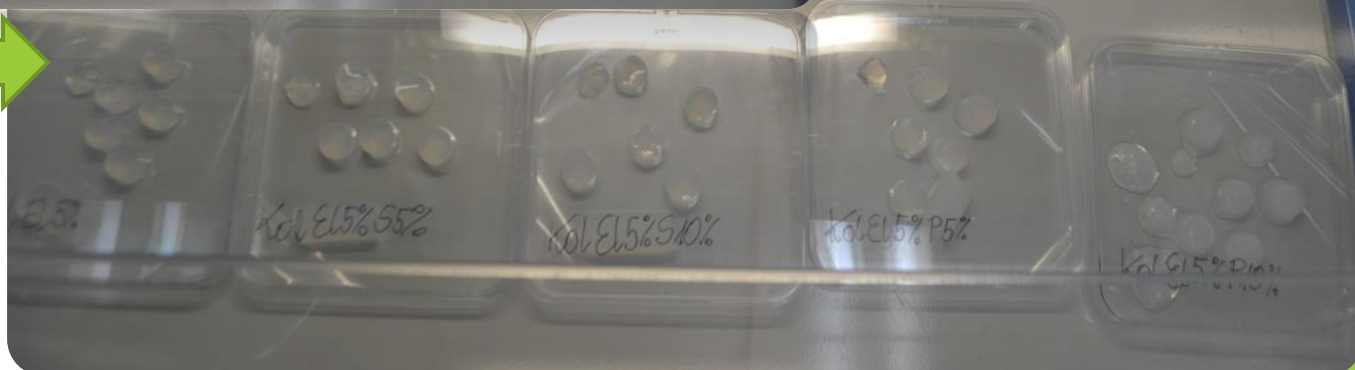
Próbka	Skrót	Próbka	Skrót	Próbka	Skrót
Kolagen	Kol	Kolagen + 5% elastyny	KolEI5%	Kolagen + 10% elastyny	KolEI10%
Kolagen + 5% skrobi dialdehydowej	KolS5%	Kolagen + 5% elastyny + 5% skrobi dialdehydowej	KolEI5%S5%	Kolagen + 10% elastyny + 5% skrobi dialdehydowej	KolEI10%S5%
Kolagen + 10% skrobi dialdehydowej	KolS10%	Kolagen + 5% elastyny + 10% skrobi dialdehydowej	KolEI5%S10%	Kolagen + 10% elastyny + 10% skrobi dialdehydowej	KolEI10%S10%
Kolagen + 5% pektyny	KolP5%	Kolagen + 5% elastyny + 5% pektyny	KolEI5%P5%	Kolagen + 10% elastyny + 5% pektyny	KolEI10%P5%
Kolagen + 10% pektyny	KolP10%	Kolagen + 5% elastyny + 10% pektyny	KolEI5%P10%	Kolagen + 10% elastyny + 10% pektyny	KolEI10%P10%

# Zdjęcia wszystkich próbek



Rys. 8. Seria próbek kolagenowych.

Rys. 9. Seria próbek kolagenowych z 5% dodatkiem hydrolizatów elastyny.

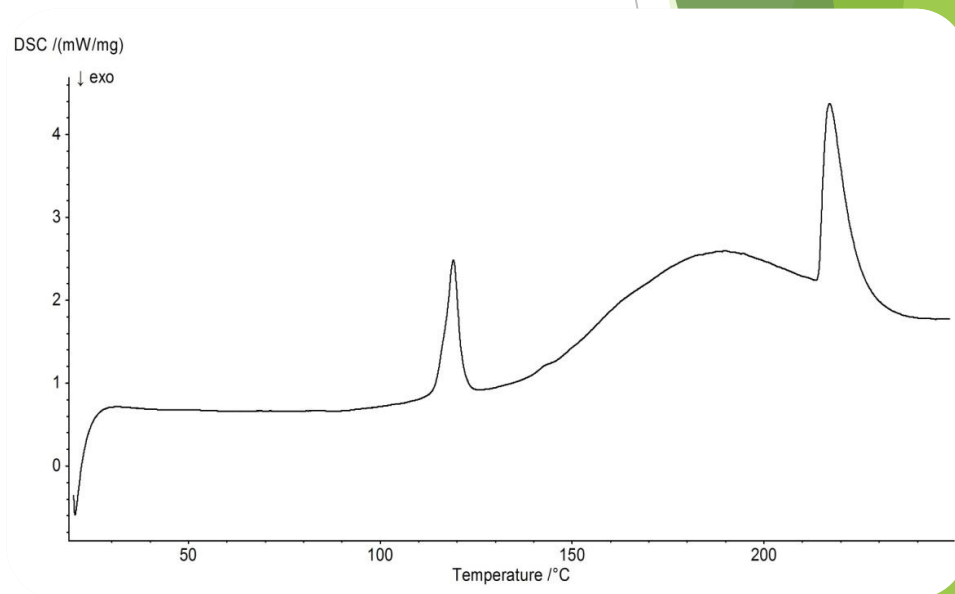


Rys. 10. Seria próbek kolagenowych z 10% dodatkiem hydrolizatów elastyny.

# Skaningowa kalorymetria różnicowa (DSC)

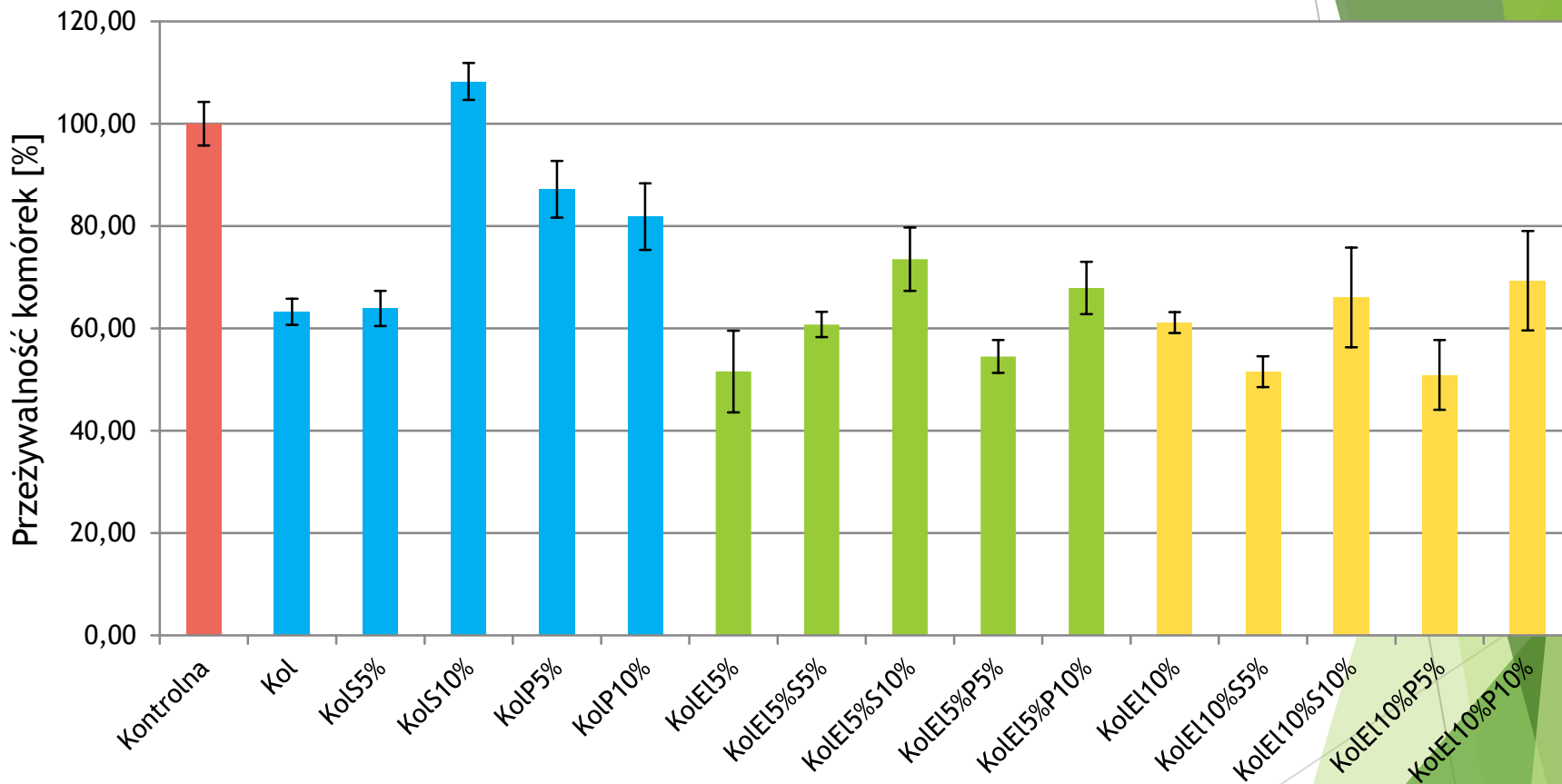
Tabela 2. Wartości temperatur przemian dla całej serii pomiarowej.

Próbka	Temperatura przemiany I [°C]	Temperatura przemiany II [°C]
KoI	119,0	217,1
KoIS5%	119,0	208,0
KoIS10%	117,6	208,0
KoIP5%	118,1	221,1
KoIP10%	114,8	209,2
KoEI5%	120,1	203,3
KoEI5%S5%	120,8	228,3
KoEI5%S10%	123,5	211,3
KoEI5%P5%	122,7	203,9
KoEI5%P10%	120,9	207,9
KoEI10%	113,8	208,6
KoEI10%S5%	121,1	216,2
KoEI10%S10%	121,8	217,0
KoEI10%P5%	120,5	201,8
KoEI10%P10%	121,9	207,6



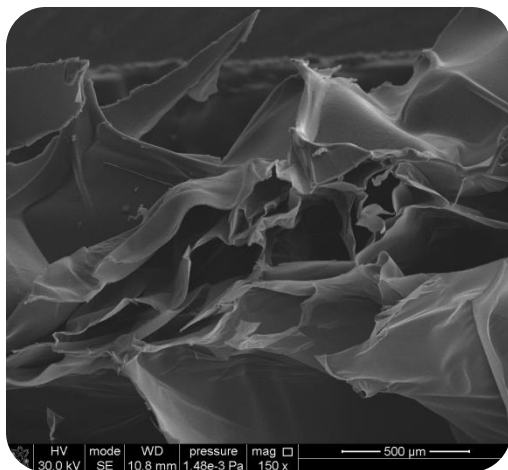
Wykres 1. Termogram DSC dla próbki kolagenu.

# Badania odpowiedzi komórkowej

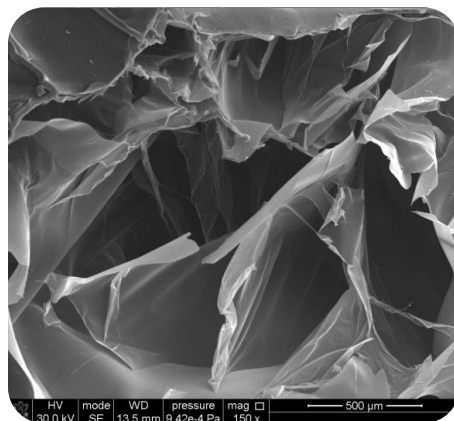


Wykres 2. Wartości przeżywalności mezenchymalnych komórek macierzystych dla całej serii pomiarowej.

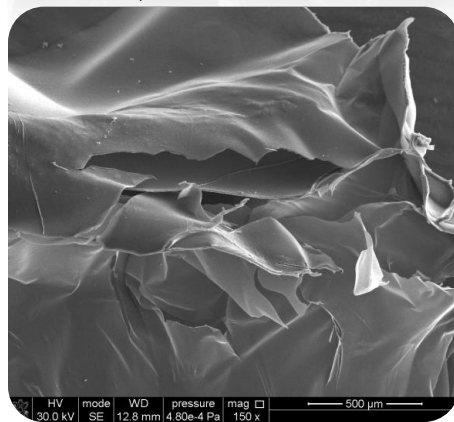
# Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM)



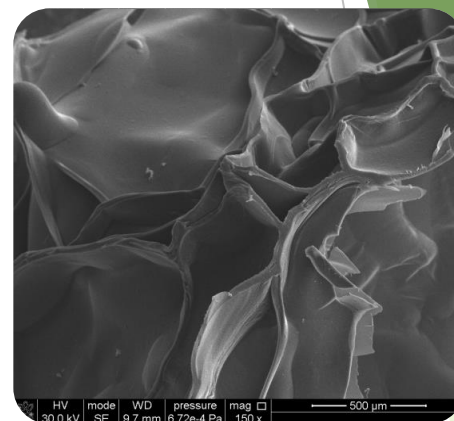
a) Kol



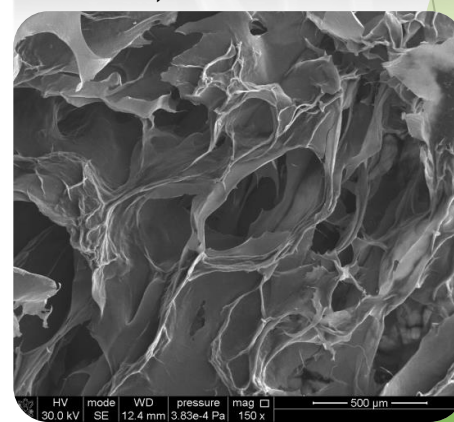
b) KolS5%



d) KolP5%



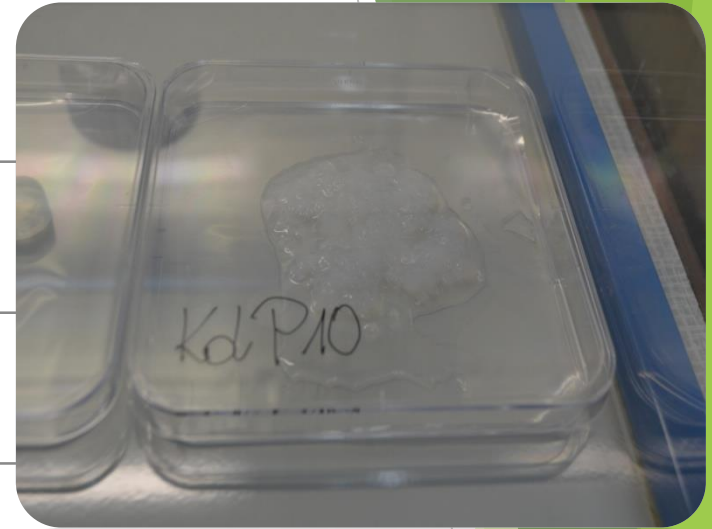
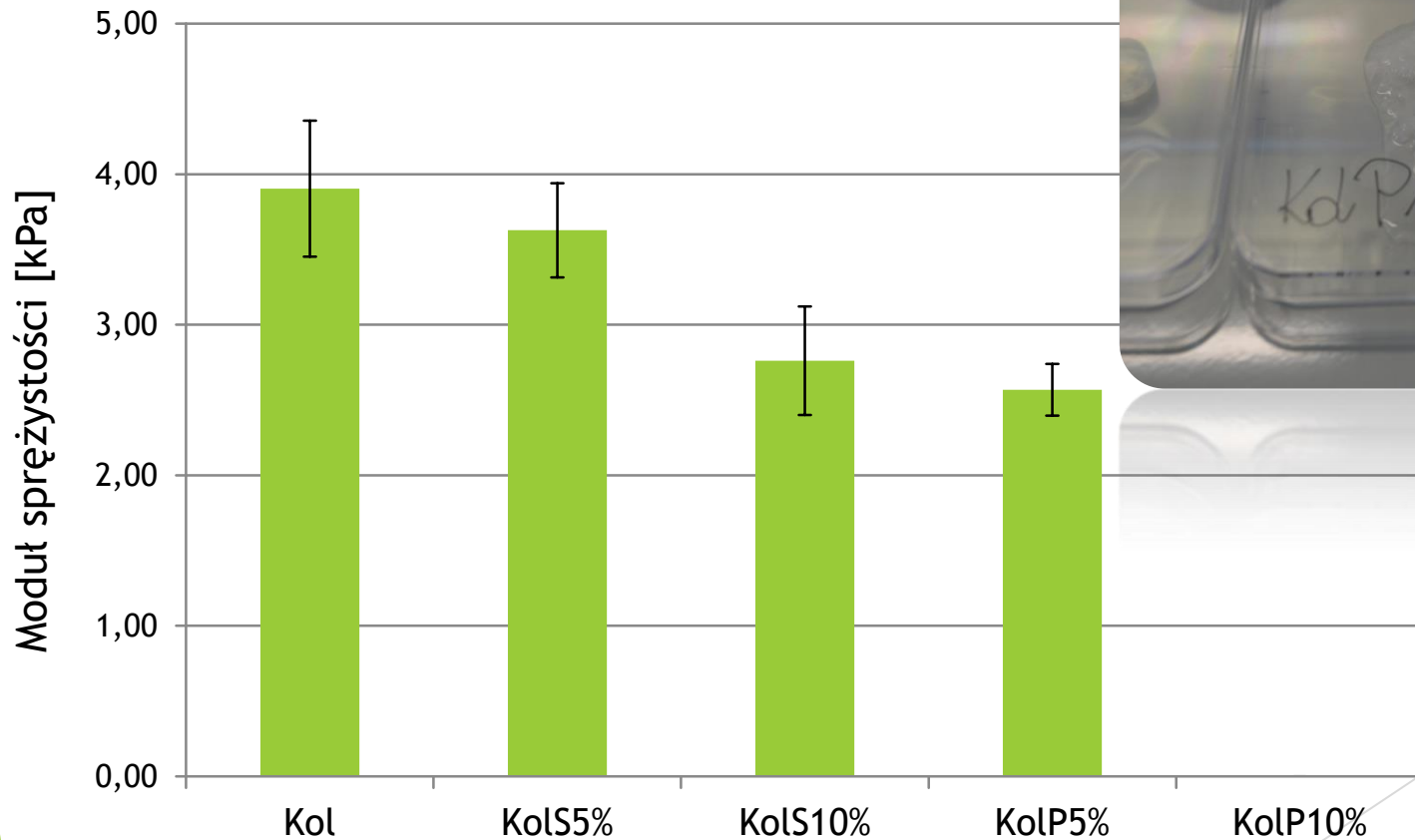
c) KolS10%



e) KolP10%

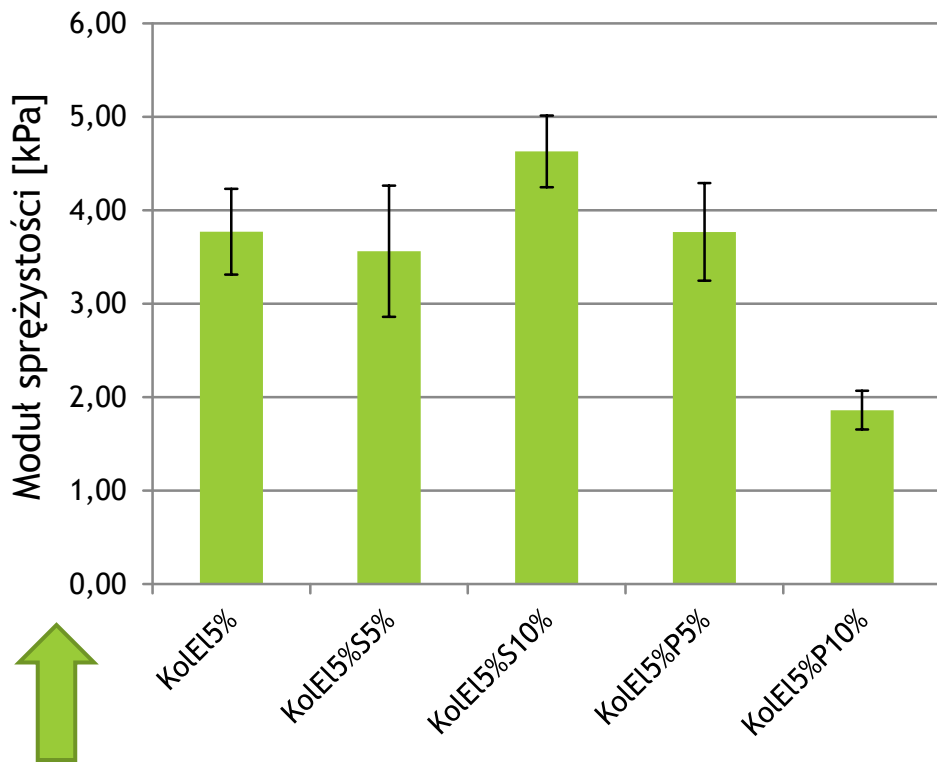
# Właściwości mechaniczne

Rys. 11. Próbką KolP10%.



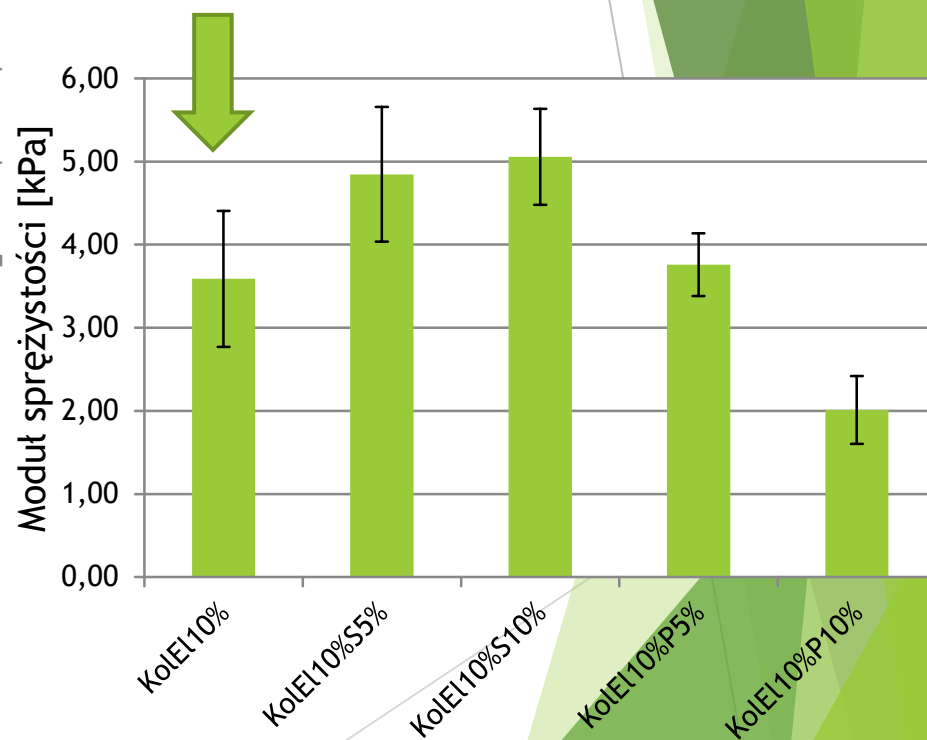
Wykres 3. Moduły sprężystości dla serii próbek kolagenowych.

# Właściwości mechaniczne



Wykres 4. Moduły sprężystości dla serii próbek kolagenowych z 5% dodatkiem hydrolizatów elastyny.

Wykres 5. Moduły sprężystości dla serii próbek kolagenowych z 10% dodatkiem hydrolizatów elastyny.





# Właściwości powierzchni

Tabela 3. Zestawienie wartości swobodnej energii powierzchniowej ( $\gamma_s$ ), jej składowej dyspersyjnej ( $\gamma_s^D$ ) oraz polarnej ( $\gamma_s^P$ ) dla badanych materiałów.

Próbka	$\gamma_s$ [mJ/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_s^D$ [mJ/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_s^P$ [mJ/m <sup>2</sup> ]
Kol	32,49	26,59	5,90
KolS5%	33,46	26,04	7,42
KolS10%	32,71	27,72	4,99
KolP5%	42,67	26,10	16,57
KolP10%	37,58	21,70	15,88
KolEI5%	36,03	25,57	10,47
KolEI5%S5%	32,62	21,02	11,59
KolEI5%S10%	34,69	25,21	9,48
KolEI5%P5%	37,76	25,75	12,01
KolEI5%P10%	38,51	26,12	12,39
KolEI10%	33,43	24,28	9,15
KolEI10%S5%	34,31	23,92	10,39
KolEI10%S10%	34,95	22,69	12,26
KolEI10%P5%	39,27	23,65	15,62
KolEI10%P10%	39,30	22,47	16,83

# Podsumowanie

- ▶ Sieciowanie otrzymanych materiałów przy użyciu skrobi dialdehydowej powoduje powstanie sztywnych i przejrzystych hydrożeli, w przypadku sieciowania pektyną materiały te były mniej sztywne.
- ▶ Skrobia dialdehydowa, jako czynnik sieciujący tworzy wiązania kowalencyjne z grupami aminowymi kolagenu i elastyny, natomiast sieciowanie pektyną polega na oddziaływaniach międzycząsteczkowych między grupami polarnymi o ładunku dodatnim kolagenu i elastyny, a pektyną, która przyjmuje strukturę polianionu.
- ▶ Zarówno skrobia dialdehydowa oraz pektyna są bezpiecznymi czynnikami sieciującymi, stąd mogą znaleźć zastosowanie w inżynierii tkankowej.

# Literatura

- ▶ Debelle L., Alix A. J. P., Jacob M.-P., Huvenne J.-P., Berjot M., Sombret B., Legrand P., *The Journal of Biological Chemistry; Bovine Elastin and  $\alpha$ -Elastin Secondary Structure Determination by Optical Spectroscopies* 1995 t. 270 nr 44, str 26100-26101,
- ▶ Krzysztoń-Russjan J., Książek I., Anuszczyńska E., *Farmacja Polska; Porównanie użyteczności testów MTT i EZ4U stosowanych do oceny cytotoksyczności ksenobiotyków* 2009 t. 65 nr 6, str 395-397,
- ▶ Liber-Kneć A., Łagan S., *Polimery w Medycynie; Zastosowanie pomiarów kąta zwilżania i swobodnej energii powierzchniowej do charakterystyki powierzchni polimerów wykorzystywanych w medycynie* 2014 t.44 nr 1 str 29-34,
- ▶ Mithieux S. M., Rasko J. E.J., Weiss A. S., *Biomaterials; Synthetic elastin hydrogels derived from massive elastic assemblies of self-organized human protein monomers* 2004 t.25 nr 20, str 4921, 4922,
- ▶ Salisu A. A., Musa H., Abba H., Kogo A. A., *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research; Preparation and characterization of dialdehyde starch and its` cross-linking with copper (II) ion* 2013 5(5), str 153-154,
- ▶ Song L., Cruz C., Farrah S. R., Baney R. H., *Electronic Journal of Biotechnology; Novel antiviral activity of dialdehyde starch* 2009 t. 12 nr 2, str 1-2,
- ▶ Voragen A. G. J., Coenen G.-J., Verhoef R. P., Schols H. A., *Structural Chemistry; Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls* 2009 t.20 nr 2, str 263,264,267,
- ▶ Zheng L., Lu H. Q., Fan H. S., Zhang X. D., *Iranian Polymer Journal; Reinforcement and chemical cross-linking in collagen-based scaffolds in cartilage tissue engineering: a comparative study* 2013 t.22 str 837-840.

# Dziękuję za uwagę.



IV Łódzkie Sympozjum Doktorantów Chemii