



UNIWERSYTET  
MIKOŁAJA KOPERNIKA  
W TORUNIU



VI Kopernikańskie Sympozjum  
Studentów Nauk Przyrodniczych  
II Toruńskie Sympozjum  
Doktorantów Nauk Przyrodniczych

# Skrobia dialdehydowa oraz pektyna jako czynniki sieciujące dla zastosowań w inżynierii tkankowej



Katarzyna Węgrzynowska-Drzymalska  
Katedra Chemii i Fotochemii Polimerów

Toruń 15.04.2016 r.

# Plan prezentacji

- ❑ Inżynieria tkankowa,
- ❑ Składniki macierzy zewnątrzkomórkowej,
- ❑ Proces sieciowania,
- ❑ Skrobia dialdehydowa,
- ❑ Pektyna,
- ❑ Cel pracy badawczej,
- ❑ Poszczególne wyniki badań,
- ❑ Podsumowanie,
- ❑ Literatura.

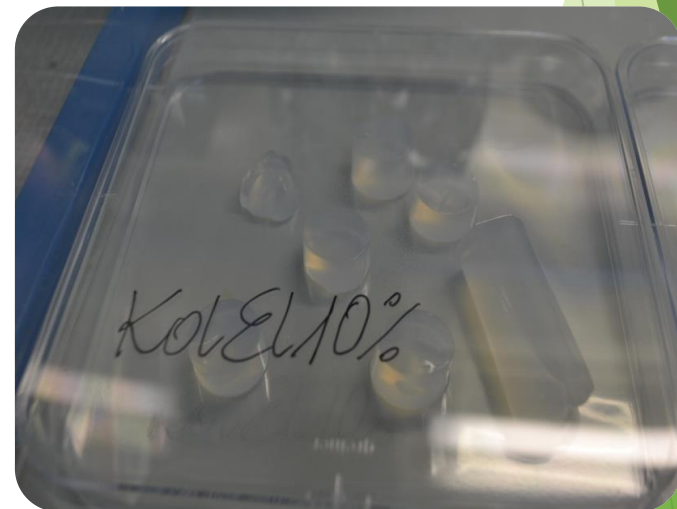
# Inżynieria tkankowa

„Inżynieria tkankowa to interdyscyplinarna dziedzina, która stosuje zasady rządzące inżynierią i hodowlą komórek w celu wytworzenia biologicznych materiałów zastępczych, mogących odbudować, utrzymać lub poprawić funkcję tkanek”.



# Rusztowania (skafoldy)

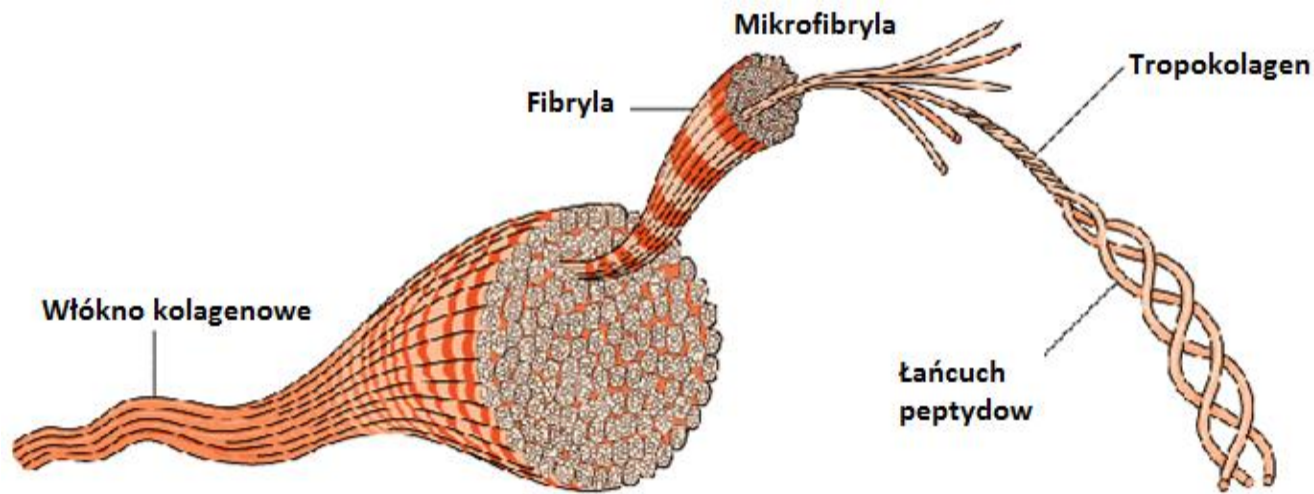
Skafoldy stosowane w inżynierii tkankowej mają naśladować biologiczne funkcje macierzy zewnątrzkomórkowej, utrzymywać strukturę i funkcje tworzonych konstrukcji tkankowych oraz przyczyniać się do wzrostu, adhezji i różnicowania się komórek.



Rys. 1. Fotografia próbki kolagenu z 10% dodatkiem hydrolizatów elastyny.

# Kolagen

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



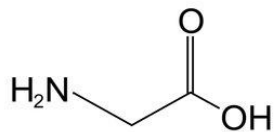
Rys. 2. Organizacja poszczególnych struktur kolagenu.

Źródło obrazka:

[http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/chemistry/classes\\_stud/en/med/lik/ptn/2/18.%20Biochemistry%20of%20muscle,%20muscle%20contraction.files/image007.gif](http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/chemistry/classes_stud/en/med/lik/ptn/2/18.%20Biochemistry%20of%20muscle,%20muscle%20contraction.files/image007.gif)

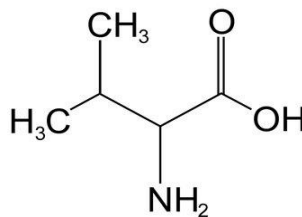
# Elastyna

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.



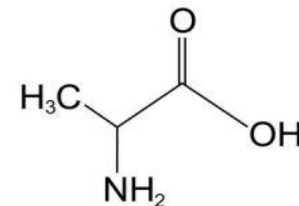
Glicyna (Gly)

Glicyna (Gly)



L-walina (Val)

L-walina (Val)



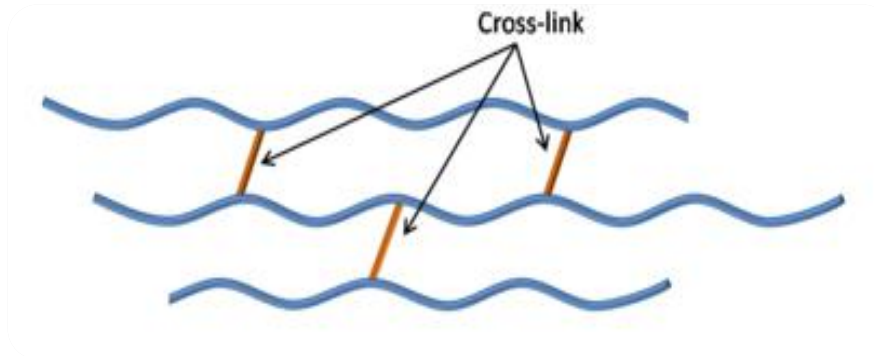
Alanina (Ala)

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.



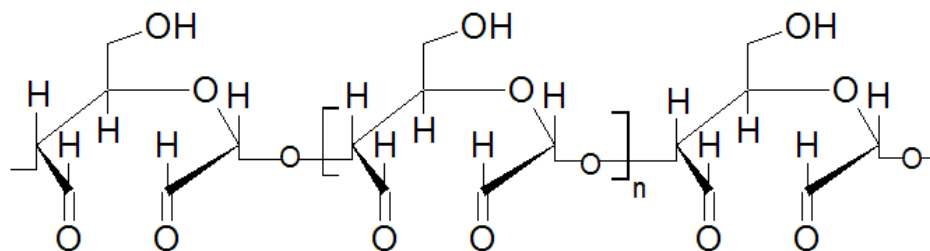
Rys. 4. Przykładowe wiązanie sieciujące między łańcuchami polimerów.

Źródło obrazka:

<http://soft-matter.seas.harvard.edu/images/thumb/e/ef/Cross-link1.png/500px-Cross-link1.png>

# 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.

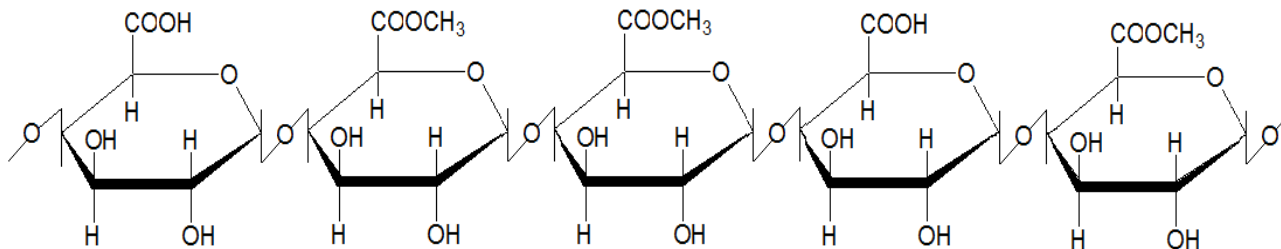


Rys. 5. Fragment struktury skrobi dialdehydowej [Program ChemSketch].



# 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 (skrobi dialdehydowej i pektyny) 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.

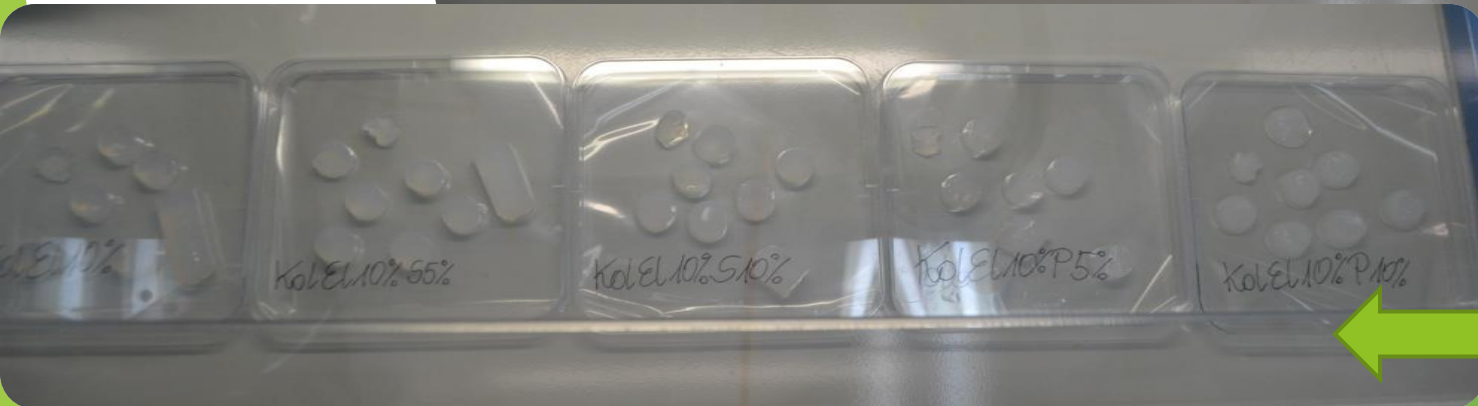
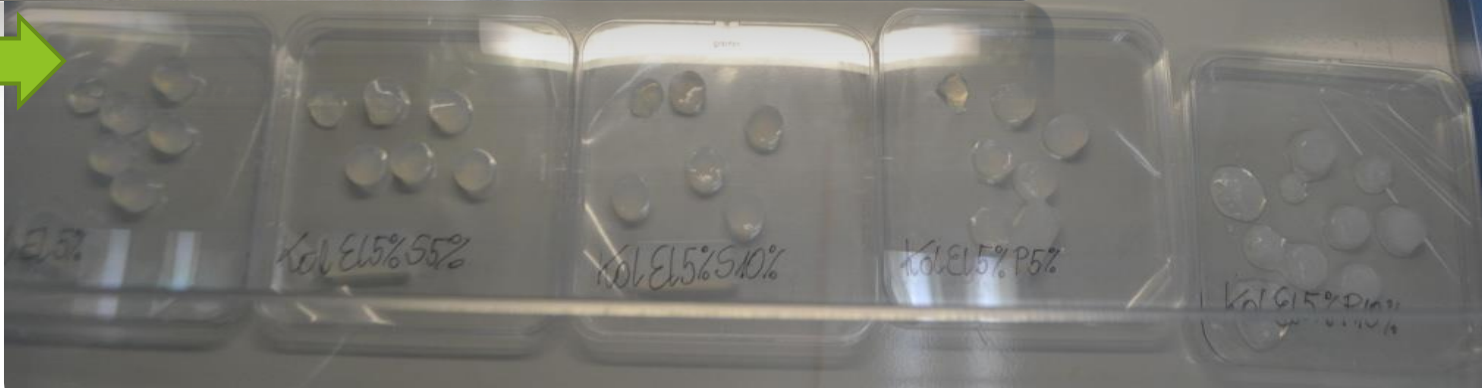
Próbka	Skrót	Próbka	Skrót	Próbka	Skrót
Kolagen	Kol	Kolagen + 5% elastyny	KolEI5%	Kolagen + 10% elastyny	KolEI10%
Kolagen + 5% skrobi dialdehydowej	KolS5%	Kolagen + 5% elastyny + 5% skrobi dialdehydowej	KolEI5%S5%	Kolagen + 10% elastyny + 5% skrobi dialdehydowej	KolEI10%S5%
Kolagen + 10% skrobi dialdehydowej	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



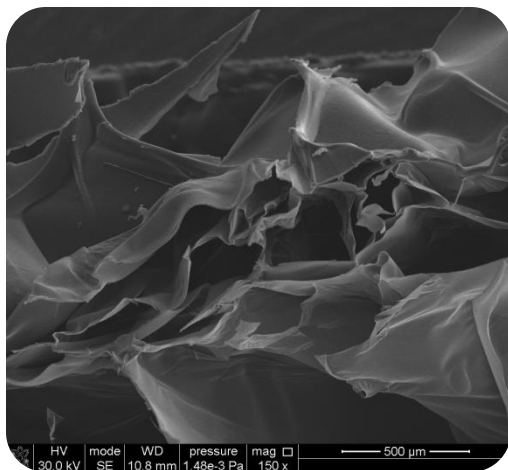
Rys. 8. Seria próbek kolagenowych.

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

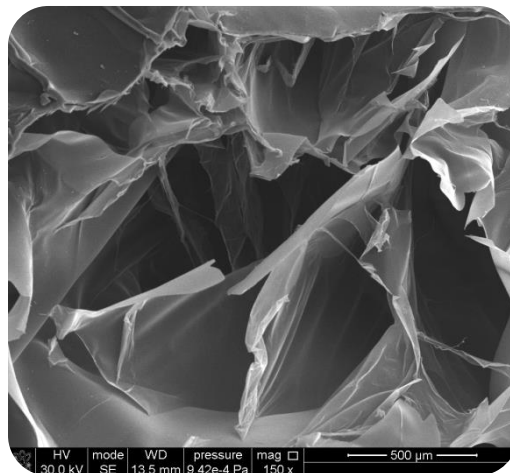


Rys. 10. Seria próbek kolagenowych z 10% dodatkiem hydrolizatów elastyny.

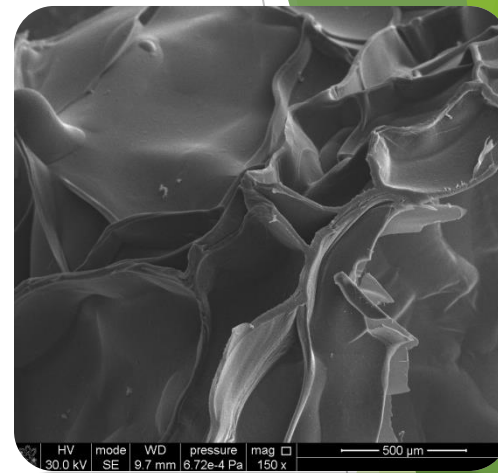
# Skaningowa mikroskopia elektronowa (SEM)



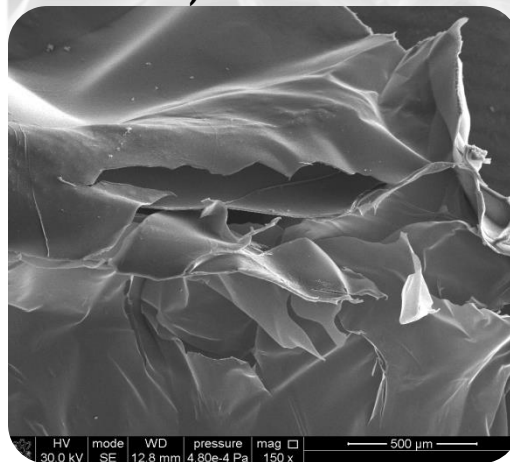
a) Kol



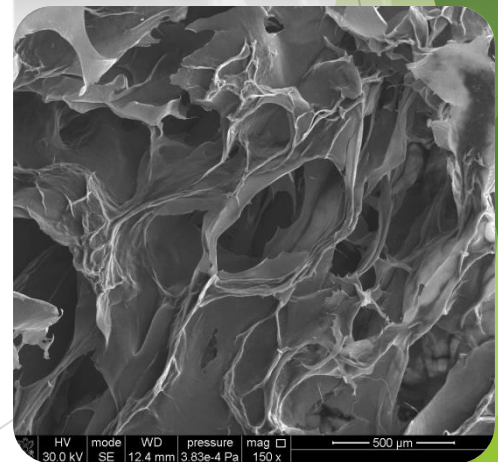
b) KolS5%



c) KolS10%



d) KolP5%



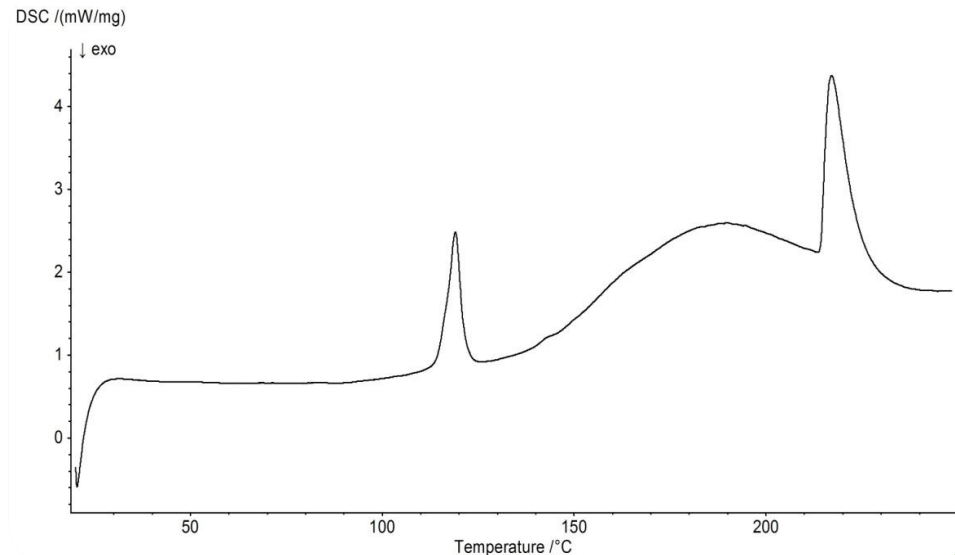
e) KolP10%



# Skaningowa kalorymetria różnicowa (DSC)

Tabela 2. Wartości temperatur przemian dla całej serii pomiarowej.

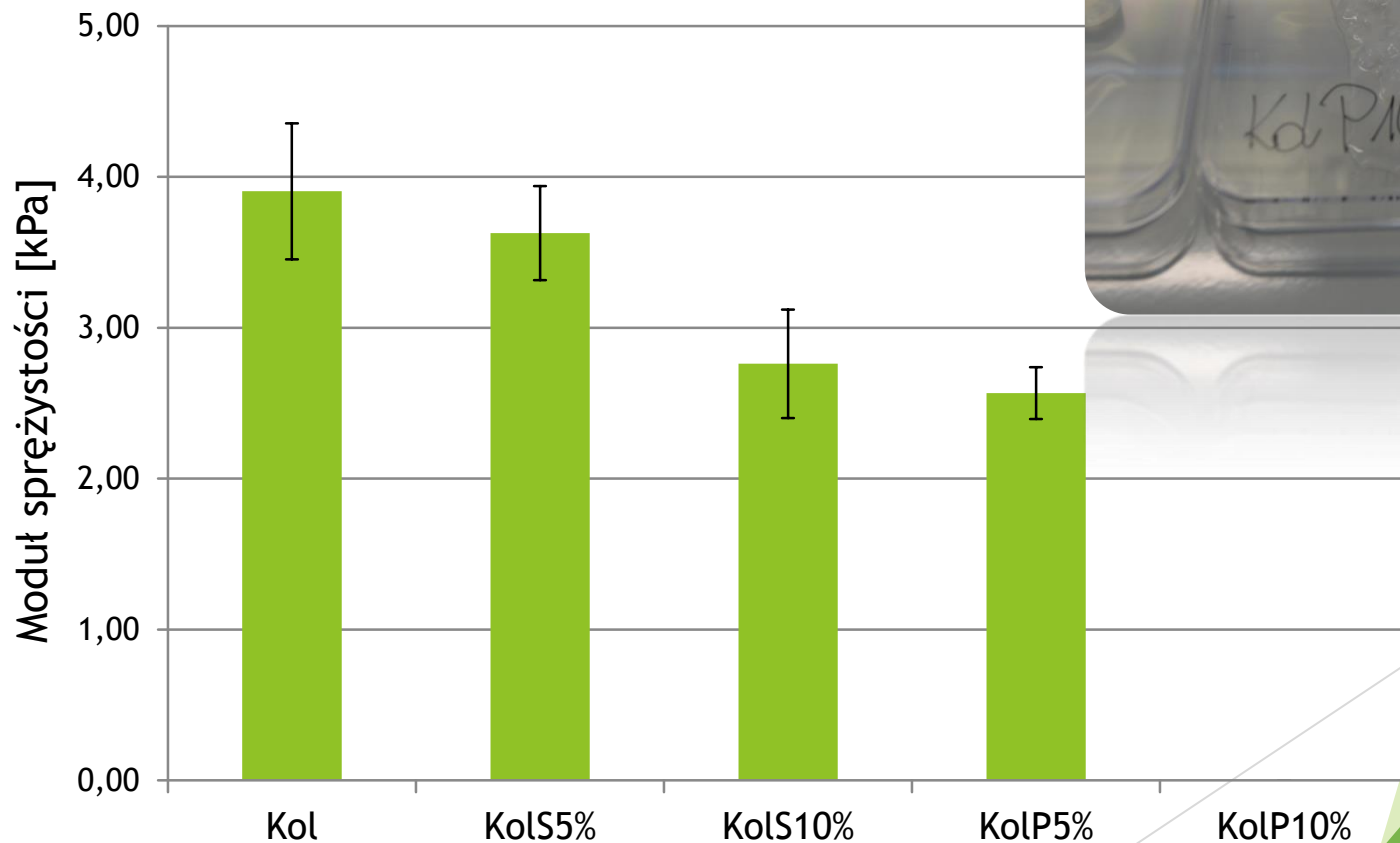
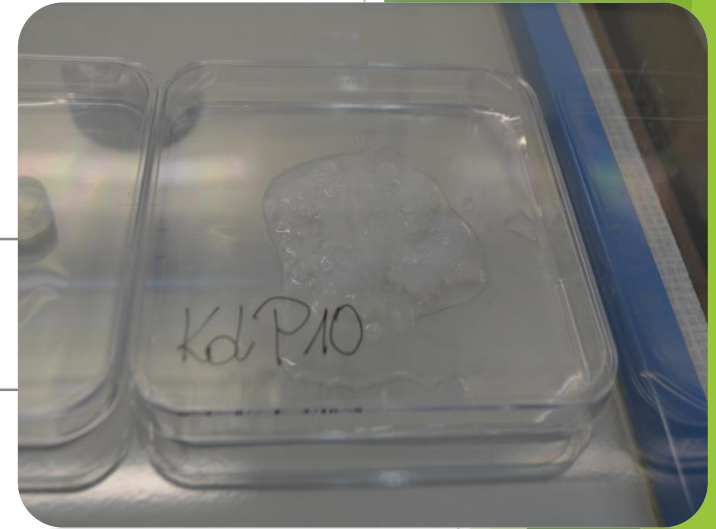
Próbka	Temperatura przemiany I [°C]	Temperatura przemiany II [°C]
KoI	119,0	217,1
KoIS5%	119,0	208,0
KoIS10%	117,6	208,0
KoIP5%	118,1	221,1
KoIP10%	114,8	209,2
KoEI5%	120,1	203,3
KoEI5%S5%	120,8	228,3
KoEI5%S10%	123,5	211,3
KoEI5%P5%	122,7	203,9
KoEI5%P10%	120,9	207,9
KoEI10%	113,8	208,6
KoEI10%S5%	121,1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

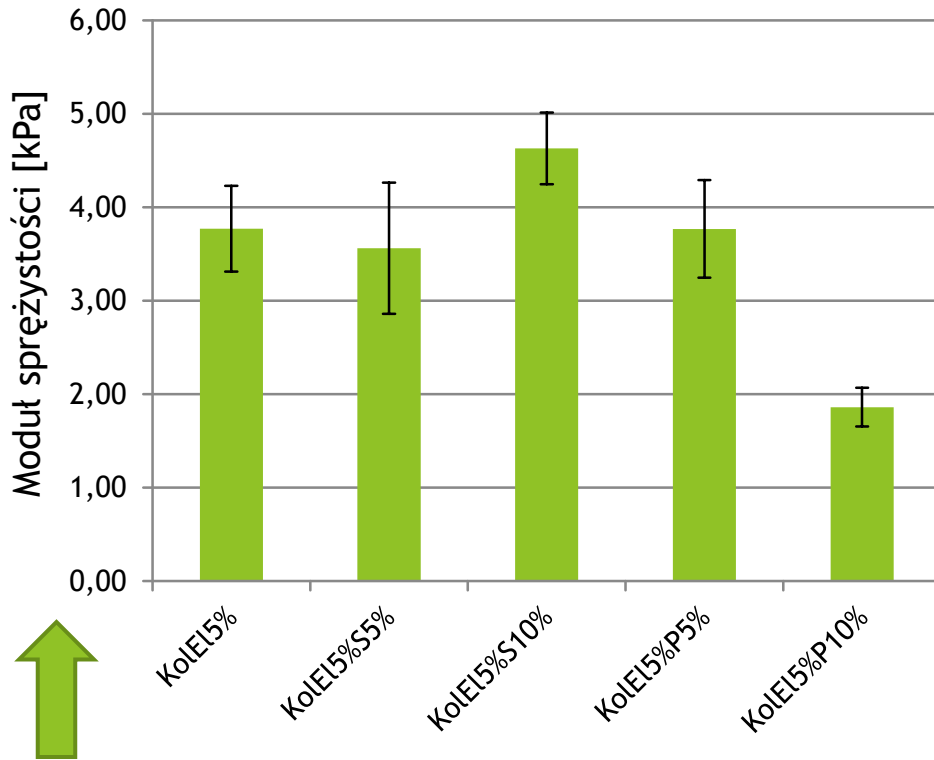
# Właściwości mechaniczne

Rys. 11. Próbką KolP10%.



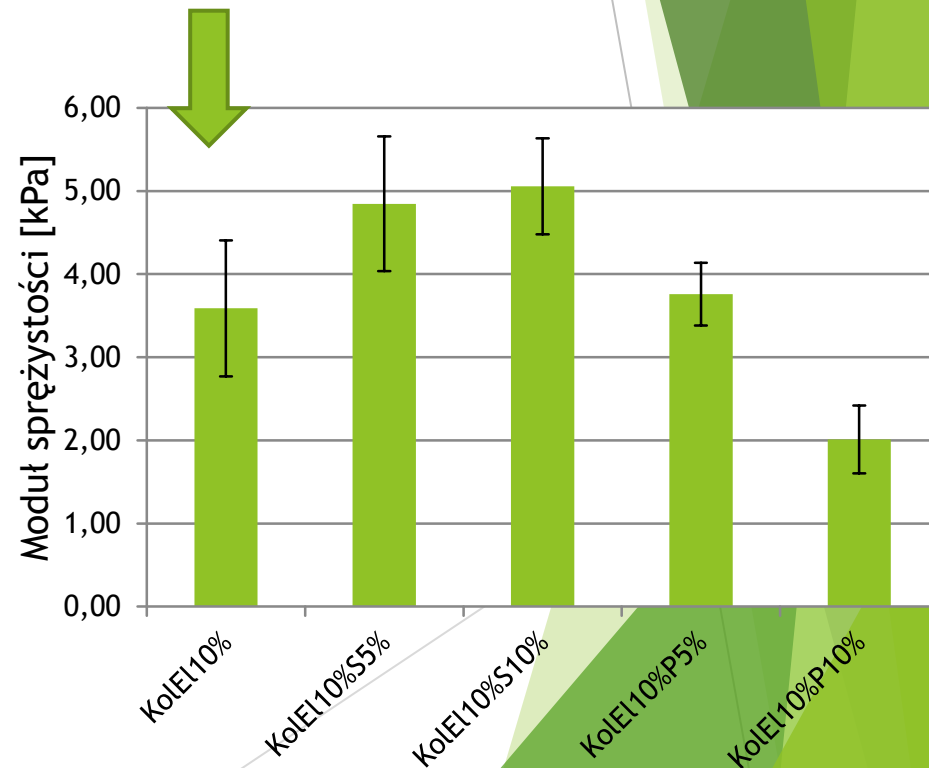
Wykres 2. Moduły sprężystości dla serii próbek kolagenowych.

# Właściwości mechaniczne



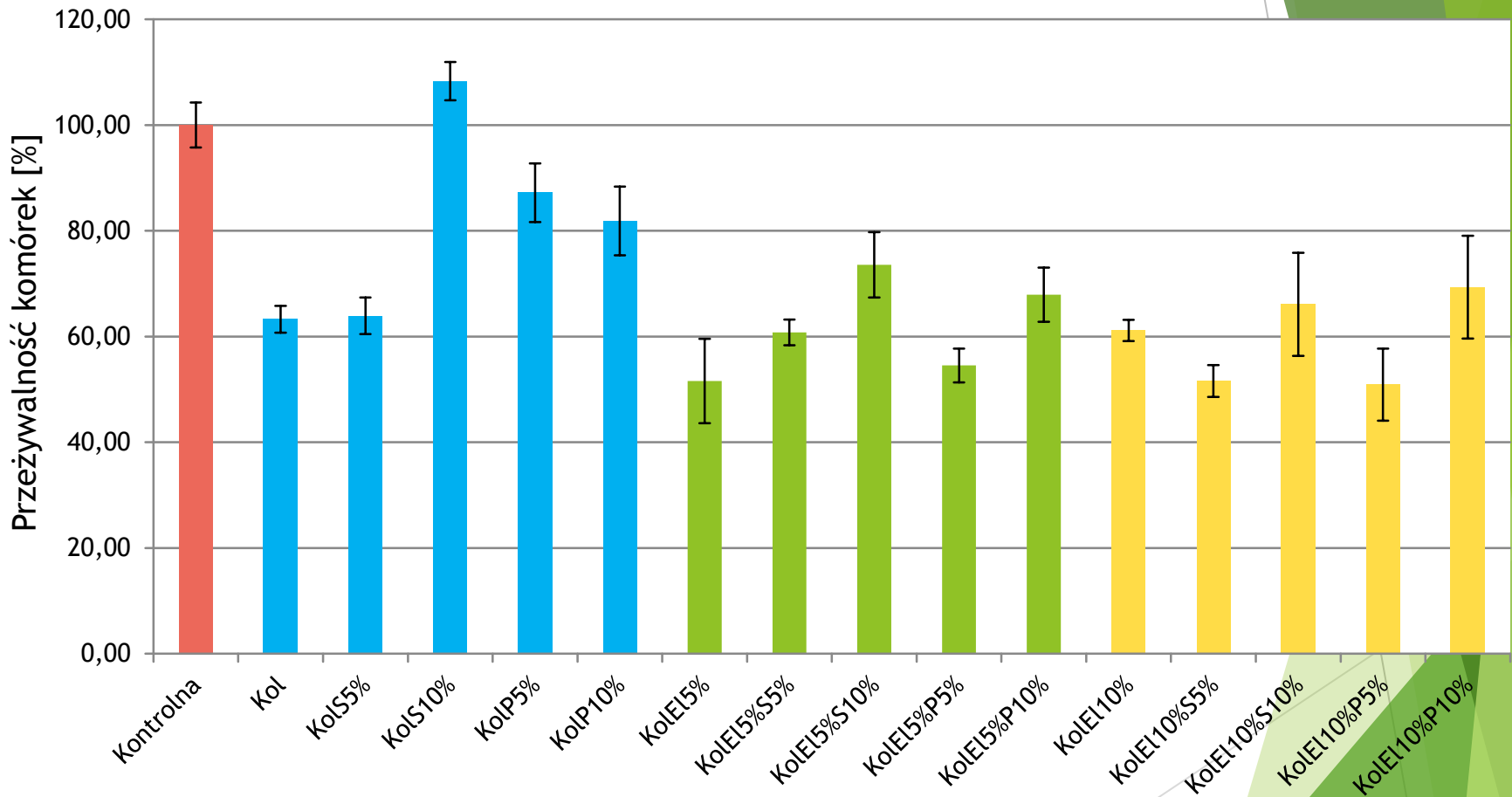
Wykres 3. Moduły sprężystości dla serii próbek kolagenowych z 5% dodatkiem hydrolizatów elastyny.

Wykres 4. Moduły sprężystości dla serii próbek kolagenowych z 10% dodatkiem hydrolizatów elastyny.





# Badania odpowiedzi komórkowej



Wykres 5. Wartości przeżywalności mezenchymalnych komórek macierzystych dla całej serii pomiarowej.

# Podsumowanie

Trójwymiarowe, porowate materiały kolagenowo-elastynowe są intensywnie badane jako rusztowania dla inżynierii tkankowej. Zadaniem skafoldów jest zastąpienie macierzy zewnątrzkomórkowej, zapewnienie odpowiedniego wsparcia mechanicznego oraz środowiska biologicznego do namnażania komórek. Właściwości tych materiałów, takie jak wytrzymałość mechaniczna, czy przeżywalność komórek mogą być modyfikowane przez proces sieciowania, który korzystnie wpływa na wymienione właściwości materiałów białkowych.

# 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,
- ▶ Rovinsky Y.A., *Adhesive Interactions in Normal and Transformed Cells*, 2011, Humana Press, str 7-10,
- ▶ 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.

