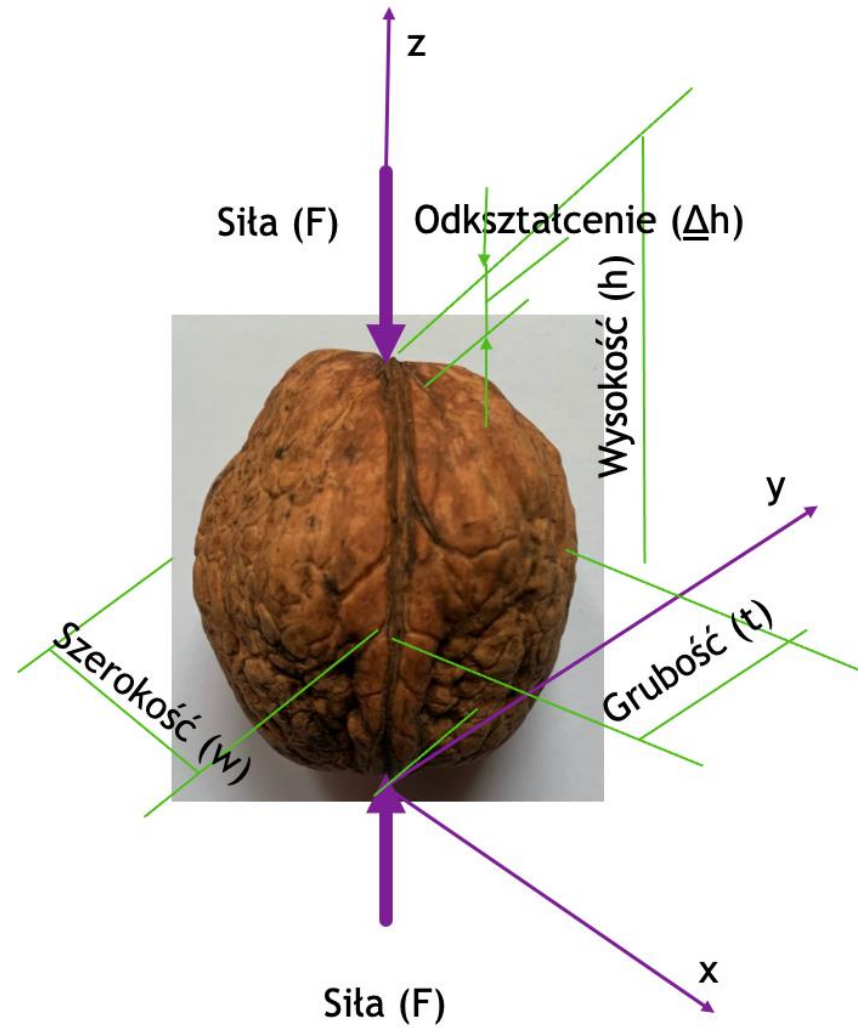
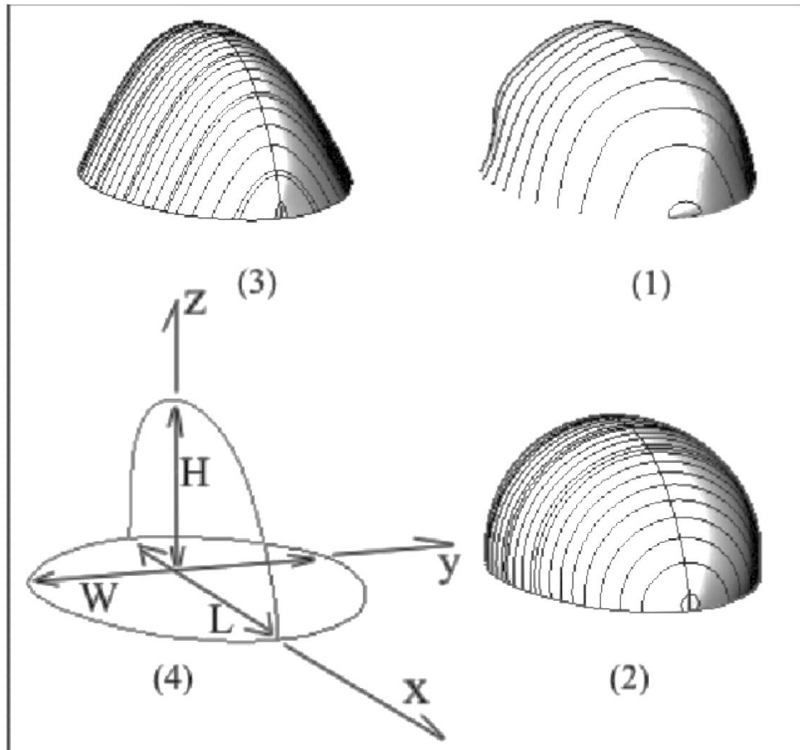




# CZY MOŻNA WYKORZYSTAĆ Z NATURY- ŁUPINY ORZECHA W INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ?

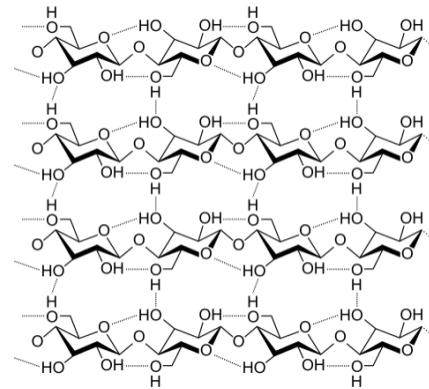


# A GDYBY ROZPOCZAĆ INACZEJ, TAK PO INŻYNIERSKU?

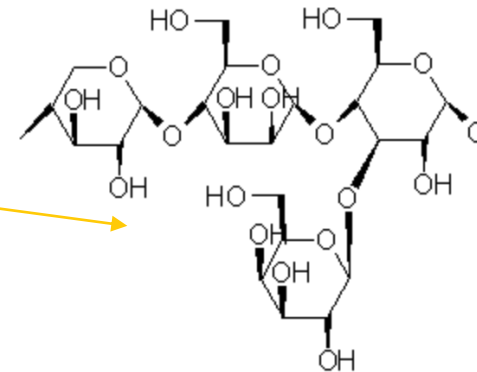


# SKŁAD CHEMICZNY ŁUPIN ORZECHA WŁOSKIEGO

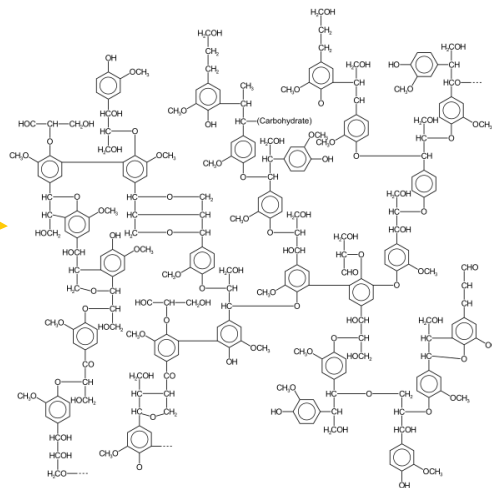
23,9% celulozy



22,4%  
hemicelulozy



50,3% ligniny



3,4% popiołu

# ŁUPINY ORZECHA WŁOSKIEGO POSIADAJĄ:

Reaktywne grupy funkcyjne

Kompatybilność z chemikaliami przemysłowymi

Dobre właściwości reologiczne i lepkością

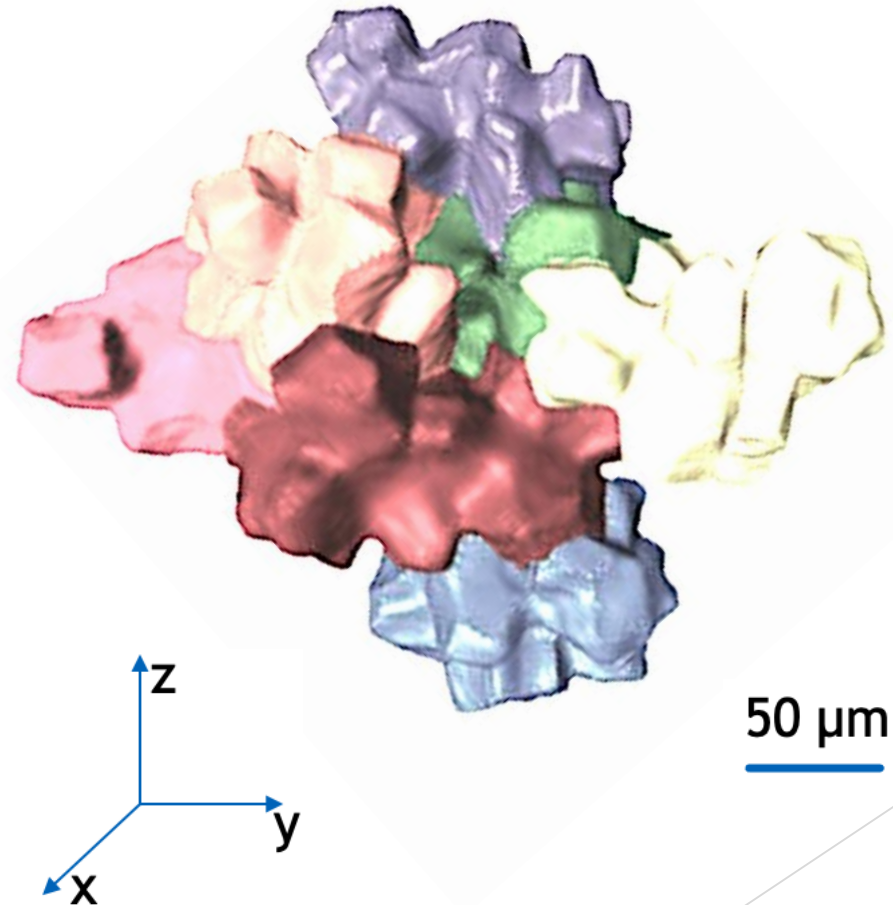
Dobre właściwości mechaniczne dzięki obecności pierścieni aromatycznych

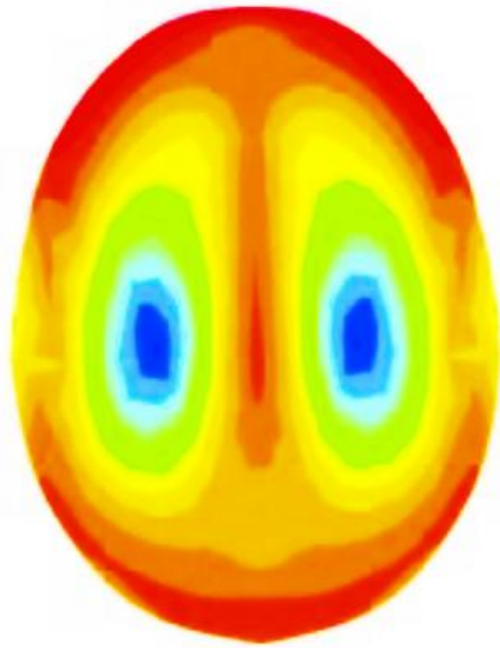
Zawartość % w materiale kompozytowym łupin orzecha włoskiego odgrywa ważną rolę w kształtowaniu jego właściwości fizykomechanicznych.

**Zaletami** jest dodawanie mniejszych ilości materiałów higroskopijnych (celulozy i hemicelulozy) oraz większe ilości materiałów hydrofobowych (lignina i substancje ekstrakcyjne), co w ścianach komórkowych łupiny orzecha włoskiego determinuje korzystne cechy materiału.

# REKONSTRUKCJA 3D SEGMENTOWANYCH KOMÓREK, POKAZUJĄCA POŁĄCZENIE MIĘDZY SĄSIEDNIMI KOMÓRKAMI

Wg Huss i in. (2020) sklerenchyma skorupy orzecha włoskiego składa się z wielopłatkowych komórek puzzli 3D, które zwiększają wytrzymałość materiału biologicznego poprzez blokowanie topologiczne- jednocześnie wysoka zawartość substancji ekstrakcyjnych w połączeniu ze słabą zwilżalnością łupin orzecha włoskiego może prowadzić do słabego wiązania między cząstkami i niskiej siły wiązania wewnętrznego w produkcie końcowym. Konieczne jest wprowadzenie kompatybilizatora w celu poprawy przyczepności międzyfazowej między składnikami.

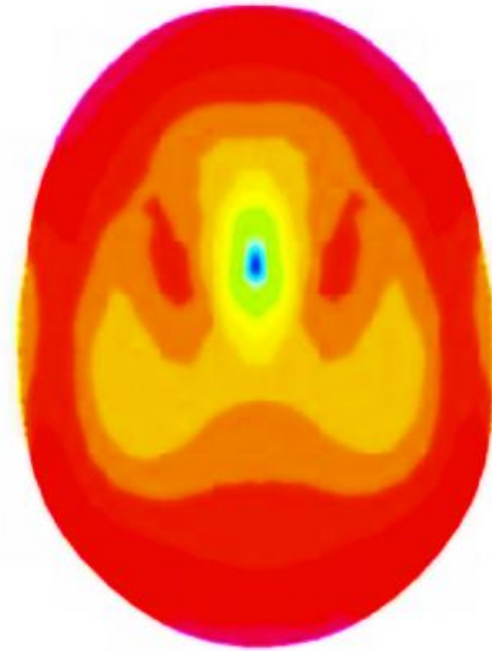




0 ton



100 ton



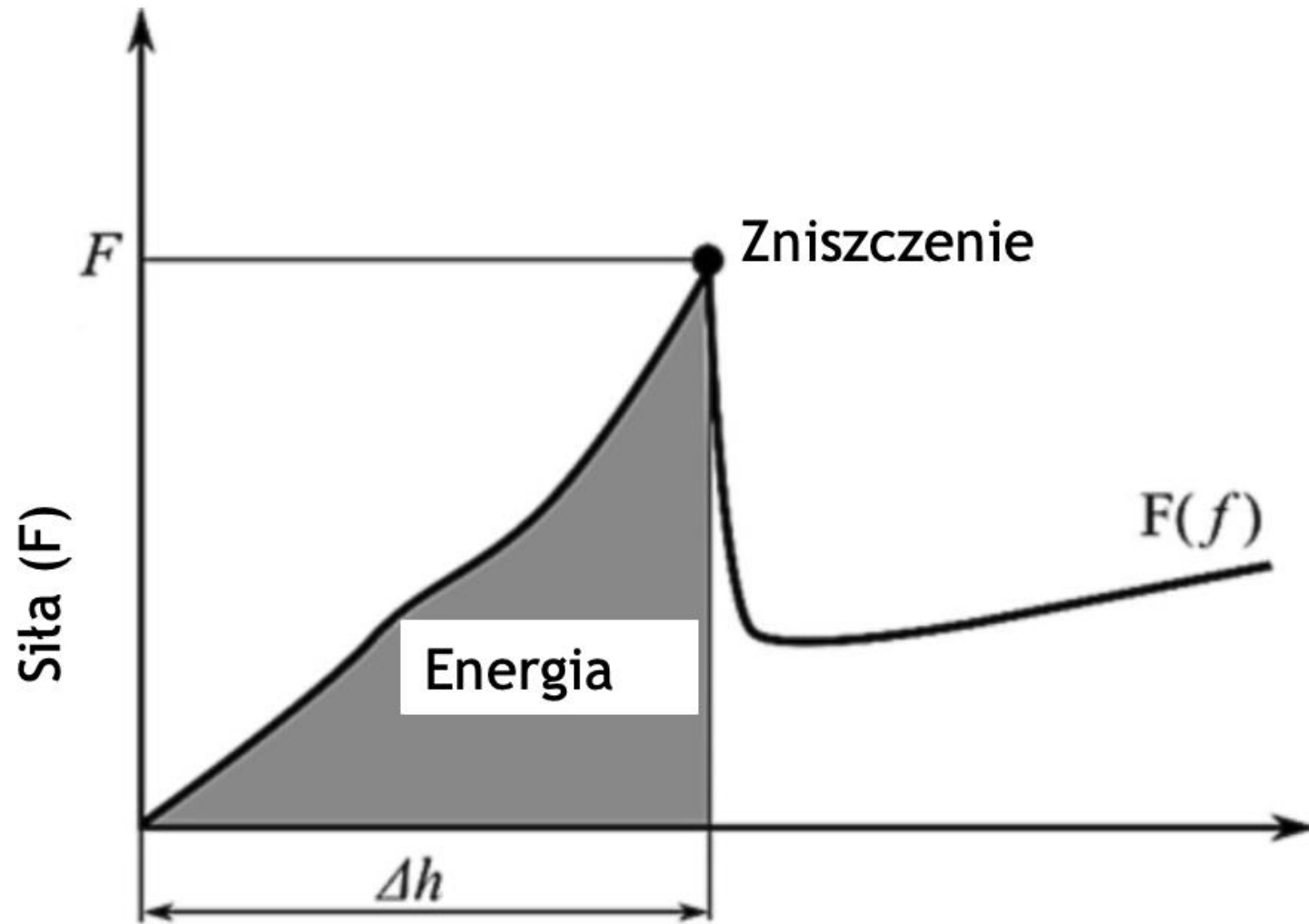
300 ton

Skala przemieszczenia



Min

Max



Wykres siły, zniszczenia i energii dla orzecha włoskiego



Wykorzystanie mączki z łupin orzechów jako wypełniaczy kompozytów.

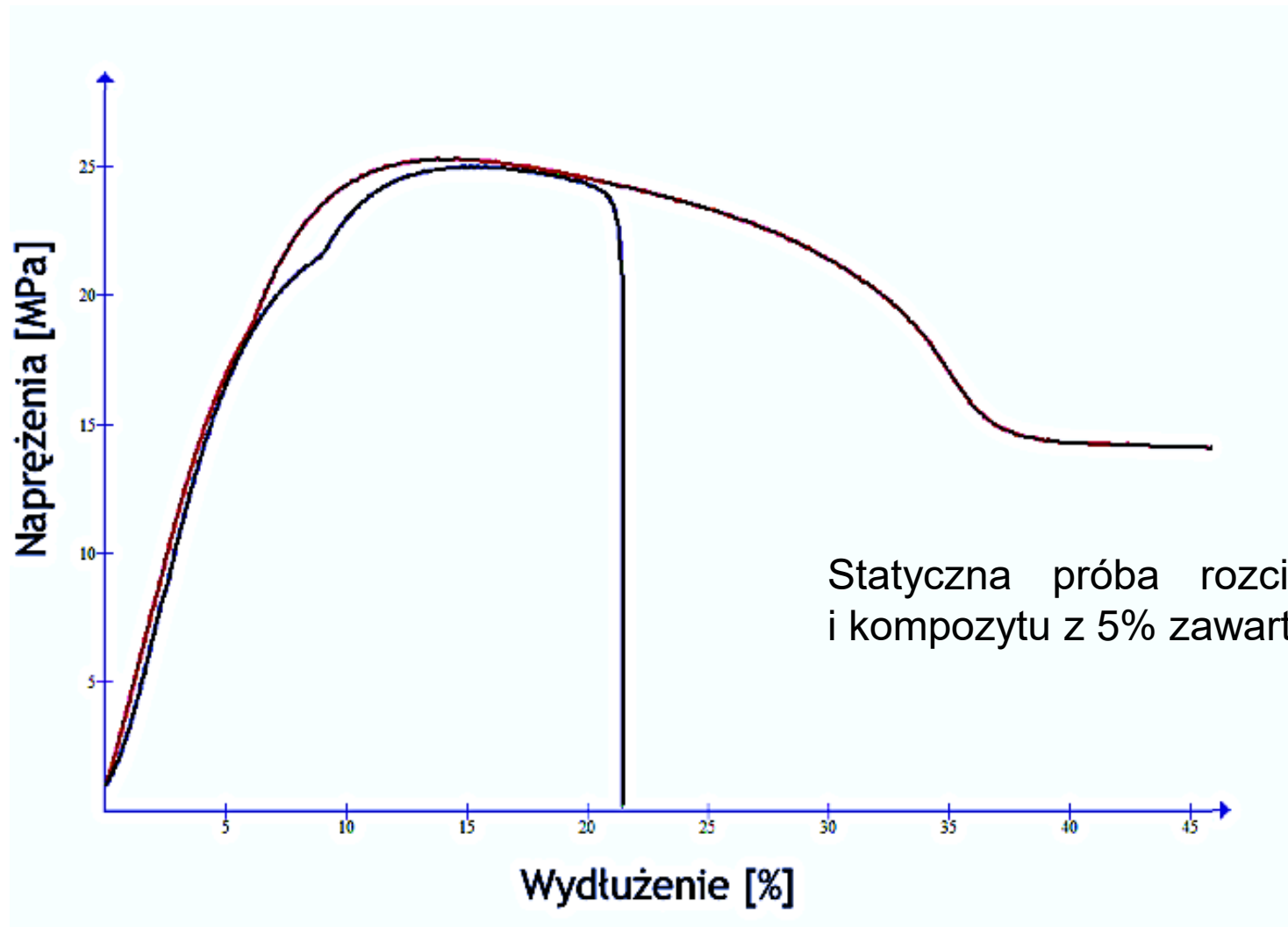
Materiał jest odpadem powstałym podczas produkcji w przemyśle spożywczym. Charakteryzuje się niską ceną oraz dużą dostępnością.

Jako osnowę najczęściej wykorzystuje się poliolefiny, poli(chlorek winylu), polipropylen, pochodzące głównie z recyklingu.

Na własności kompozytów wpływają:

- rodzaj napełniacza (gatunek drzewa ),
- stopień rozdrobnienia napełniacza- wielkość cząsteczek,
- udział masowy napełniacza,
- stosowane dodatki,
- sposób wytwarzania oraz przetwarzania produktu,
- temperatury procesu,
- geometria cząstek napełniacza.

Badania i produkcja na dużą skalę kompozytów polimerowo-drzewnych WPC (ang. *Wood Polymer Composites*) rozpoczęły się dopiero niedawno. Niestabilność i rosnąca cena paliw kopalnianych (ropa naftowa, węgiel kamienny, gaz ziemny), wprowadza restrykcje dotyczące recyklingu i ochrony środowiska. Stąd przyczyny poszukiwania nowych możliwości zastąpienia innymi materiałami. Poprzez wytwarzanie produktów polimerowych. Może to zostać wykonane poprzez wykorzystanie materiałów odpadowych oraz materiałów pochodzenia naturalnego ( m.in. łupiny orzechów).



Statyczna próba rozciągania czystego polietylenu i kompozytu z 5% zawartością łupin orzecha włoskiego

Badania wytrzymałości na zginanie kompozytów na bazie polietylenu o dużej gęstości (HDPE) i łupin orzecha włoskiego: przy stężeniu napełniacza ok. 65% mas. I wykazano, że wytrzymałość kompozytów z łupinami na zginanie maleje.

Kompozyty HDPE/łupiny orzecha włoskiego: niska wytrzymałość na zginanie poniżej ok. 15 MPa w porównaniu z czystym HDPE.

Łupiny orzecha włoskiego i polietylenu małej gęstości (LDPE): wyraźna poprawa parametrów mechanicznych po dodaniu 10% wag. łupin orzecha włoskiego. Maksymalna wytrzymałość graniczna = 41,818 MPa. Łupiny orzecha włoskiego charakteryzują się sztywnością: zwiększają sztywność polimeru i zmniejszają wydłużenie z 109% do 7,8%.

Zwiększenie stężenia łupin orzecha włoskiego z 10% wag. do 20% wag. Zmniejsza wytrzymałość na rozciąganie i zwiększa względne wydłużenie kompozytu na osnowie epoksydowej. Spadek wytrzymałości na rozciąganie to występowanie porowatości, niska adhezja i słabe oddziaływanie międzyfazowe między żywicą epoksydową, a cząstkami skorupy orzecha włoskiego. Gęstość kompozytu maleje wraz ze wzrostem procentowego udziału cząstek łupin orzecha włoskiego. Powolny spadek gęstości obserwuje się w zakresie stężeń cząstek łupin orzecha włoskiego od 10-30% wagowych, ale w zakresie 30-40% wagowych następuje gwałtowny spadek gęstości.

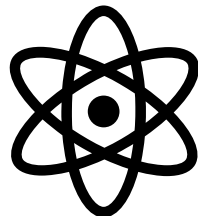
Łupiny orzecha włoskiego z żywicą termoplastyczną w kompozytach. Wprowadzenie 40% mas. i 50% mas. łupin orzecha włoskiego poprawia właściwości mechaniczne kompozytów w porównaniu z czystą żywicą termoplastyczną.

- wytrzymałość na rozciąganie (1,9 razy),
- wytrzymałość na zginanie (1,7 razy),
- moduł sprężystości (2,79 razy)
- udarność (2,81 razy)

wzrastają wraz ze wzrostem stężenia łupin orzecha włoskiego.

Prowadzone są badania na temat:

- wpływu łupin orzecha włoskiego na charakterystykę krystalizacji, żaroodporność i właściwości termomechanicznych,
- nad wykorzystaniem łupin orzecha włoskiego jako materiału wzmacniającego do produkcji desek kompozytowych. Materiał lignocelulozowy zapewnia wystarczającą wytrzymałość przy niskich kosztach, małej gęstości, przyjazności dla środowiska i nietoksyczności.





Kompozyty na osnowie PP i HDPE ze względu na ich względną twardość i dostępność wykazują:

- najlepsze wyniki, gdy 47% łupiny orzecha włoskiego, 3% PP-g-MA i 50% % PP.
- zastosowanie środka sprzęgającego polepsza wytrzymałość na rozciąganie i moduł sprężystości przy zginaniu odpowiednio z 8,24 MPa do 11,30 MPa i z 1280 do 1514 MPa, ale nie wpływa na udarność- spadła z 41,9 do 30,73 J/M zarówno PP, jak i HDPE.
- badania TGA i DSC to wzrost stabilności termicznej polimerów przy udziale PP-g-MA i PE-g-MA.

Nowe zielone kompozyty wykonuje się przez zmieszanie w stanie stopionym dwuskładnikowej mieszaniny polilaktydu i poli( $\epsilon$ -kapolaktonu) z cząstkami łupin orzecha włoskiego, które otrzymywany jest jako odpad z przemysłu rolno-spożywczego. Dodanie maleinizowanego oleju lnianego, usuwa słabą kompatybilność pomiędzy mieszanką biopolimerów, a wypełniaczami lignocelulozowymi. Wprowadzenie łupin orzecha włoskiego zmniejsza wytrzymałości mechaniczną i stabilność termiczną dwuskładnikowej mieszaniny polilaktydu i poli( $\epsilon$ -kapolaktonu). W szczególności wydłużenie przy zerwaniu wzrasta do około 55%.

# JAK SZYBKO STWORZYĆ KOMPOZYT Z ŁUPINY ORZECHA



- przygotować łupinę orzecha włoskiego poprzez umycie wodą, poczekać do wyschnięcia przez dwa dni na powietrzu. Rozdrobnić w młynku elektrycznym i przesiewać według pożądanej wielkości ziaren.
- przygotować żywicę termoplastyczną, czyli w garnku dodać skrobię ziemniaczaną, glicerynę, ocet i wodę, mieszając, aż mieszanina będzie jednorodna.
- postawić na średnim ogniu i poczekać, aż zaczną pojawiać się bąbelki, zdjęć z ognia i dodać skorupki orzecha.
- wlać do formy, poczekać, aż wyschnie, aby wyjąć. Włożyć do suszarki na 8 godzin w temperaturze 40°C.



A teraz kilka zdań na temat  
pochodzenia orzechów włoskich i ich  
zastosowaniach w codziennym życiu

# ORZECH WŁOSKI

w wierzeniach drzewo magiczne

Łacińska nazwa to: *juglans regia*

Etymologicznie sformułowanie związane z bogiem **Jowiszem**,  
pochodzące od słowa *Jovis glans*, czyli dosłownie  
orzech Jowisza.



# ORZECH GRECKI, „WOŁOSKI” I W EFEKCIE WŁOSKI

- Orzech włoski (*Juglans*) z rodziny orzechowatych (*Juglandaceae*) zaliczany do 16 gatunków rosnących pierwotnym areale Europy, Azji oraz Ameryki Północnej („Albi”, „Dodo”, „Re-sovi”, „Silesia”, „Targo”, „Tryumf”),
- Orzech wołoski- (Wołoszczyzna, Valachia – kraina historyczna w południowej Rumunii, między Karpatami a Dunajem),
- Drzewo i krzew jednopienny i wiatropylny o wielu kwiatach męskich zespolonych w kwiatostany kotkowe i żeńskich zebranych po 2–5 na jednorocznych pędach,
- Owoc jest przez wielu botaników uważany za pestkowiec, ale w rzeczywistości zaliczany do orzechów.



- Orzech włoski to drzewo rosnące samotnie.
- W starożytnej Grecji i Rzymie stanowił symbol płodności- wykorzystywany w obrzędach zaślubin, gdzie obrzucano nimi nowożeńców.
- Taki rytuał to nie tylko płodność, ale życzenie, by dwójka połączonych węzłem małżeńskim ludzi pozostała ze sobą tak blisko, jak blisko są dwie łupiny orzecha.
- W Rzymie kojarzono z bogiem Jowiszem.
- Grecy przypisywali orzech bogini Ker.
- Okryty był złą sławą, ze względu na to, że uważano za niebezpieczny sen w jego cieniu. Sprowadzał na śniącego siły zła. Ponadto groził bólem głowy i gorączką.

- W średniowieczu uchodził za schronienie wiedźm, szczególnie drzewo we Włoszech. Zgodnie z wierzeniami orzech niósł zgubę wszystkiemu, co rośnie w jego pobliżu. A kiedy jego korzenie sięgały zbyt blisko stodoł, ginęło bydło.
- W mitologii chrześcijańskiej jest symbolem człowieka. Jego twarda skorupa odpowiadała kościom, zielona powłoka ciała, a słodki owoc ludzkiej duszy. Orzech symbolizował Chrystusa, gdzie owocnia, podobnie jak w przypadku człowieka, wskazywała na ciało, skorupka natomiast była drzewem krzyża, a środek uosabiał boską naturę Chrystusa.

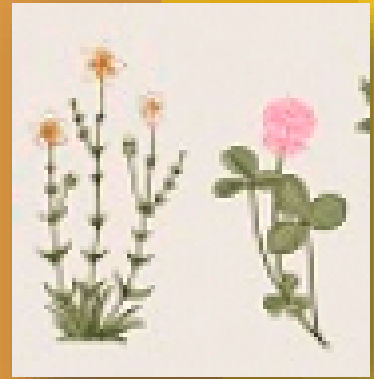


# Orzech włoski – w medycynie ludowej

W starożytnej Grecji i Rzymie- przeciwko kamieniom żółciowym i zapaleniom nerek. Skorupki- przy próchnicy zębów, skuteczny środek na wściekliznę.

Średniowieczna symbolika związana była z orzechem włoskim jako głową, ze względu na swój podobny wygląd- służyła jako środek uśmierzający ból.

Owoce - dla wzmocnienia wzroku, nalewka alkoholowa z zielonych owoców i liści próbując zwalczać gruźlicę skóry, a odwar nie tylko w leczeniu cukrzycy, podagry, ale też do płukania gardła i nacierania skóry w miejscach oparzeń. Olej służy jako maść.



# MEDYCYNA

Uzupełnione wybranymi ziołami, znalazły zastosowanie w stanach przedcukrzycowych i w początkach choroby oraz w niektórych schorzeniach układu limfatycznego.

Wyciągi z orzecha zmniejszają poziom cukru we krwi i usuwają szkodliwe substancje, a preparaty z liści i okryw owoców wspomagają leczenie nieżytów przewodu pokarmowego, i krwawień wewnętrznych.



# WARTOŚCI ODŻYWCZE W 100g

Energia 2,738 kJ 654 (Kcal)

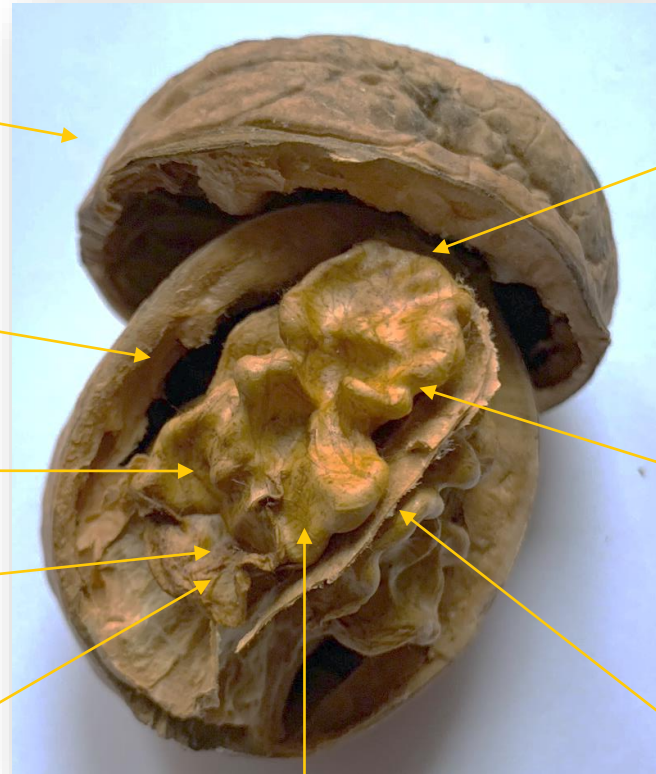
Zasób soli mineralnych,  
zwłaszcza fosforu  
i wapnia

Węglowodany (13,71)

Tłuszcz (65,21)

Cukry (2,61)

Witaminy beta-karoten, B1, B2, B3,  
B5, B6, B12, C, D, E, K



Woda (4,07)

Proteiny (15,23)

60-70% przyswajalnych tłuszczów, w których wykryto sporo kwasów nasyconych i nienasyconych, między innymi linolowy, stearynowy i oleinowy

Zawartość białka wynosi 17–24%, a w jego składzie zidentyfikowano takie aminokwasy: jak alanina, leucyna, izoleucyna, fenyloalanina oraz lizyna.

Zielona okrywa powstaje bowiem nie ze ściany zalążni, lecz z przekształconych liści, i jest homologiczna z kupulą – miseczką występującą u roślin z rodziny bukowatych (*Fagaceae*), takich jak buk (*Fagus*), dąb (*Quercus*) czy kasztan (*Castanea*). Właściwa owocnia orzecha jest zdrewniała i twarda, składa się z dwóch połówek powstałych z dwóch owocolistków. Komory obu owocolistków są wypełnione dwoma dużymi, faliście powyginanymi i otoczonymi cienką łupiną liścieniami jednego zarodka.



- Na Kaukazie zachował się obszar naturalnych orzechów o wielkości 50 000 ha, który dostarcza rocznie ok. 12 tys. ton owoców.
- Zrzuca liście na zimę,
- Osiąga wysokość 25 m,
- Spośród drzew owocowych należy do tych, których korzenie sięgają najgłębiej w glebę.
- W optymalnych warunkach może żyć 500 lat.
- Nie- parzystopierzaste liście o długości 35 cm, złożone z trzech par listków, wydzielają po roztarciu przyjemny zapach.
- Kwitnienie rozpoczyna się w drugiej połowie maja, owoce dojrzewają jesienią.
- Zebranie plonów możliwe dopiero po ok. 10 latach.
- Wytrzymuje obniżenie temperatury powietrza do  $-30^{\circ}\text{C}$ , jeżeli przemarznie, to dzięki zdolnościom regeneracyjnym szybko zabliznia rany.
- Odznacza się znaczną odpornością na niektóre choroby i szkodniki.



*Chiny- 979 tys. ton*

*USA– 376 tys. ton*

*Turcja – 177 tys. ton*

*Iran – 141 tys. ton*

*Meksyk – 70 tys. ton*

Światowa produkcja w 2019/2020 r.

Na Kaukazie i w Azji Środkowej cieszą się wielkim popytem młode orzechy kandyzowane wraz z zielonymi okrywkami i miękkimi jeszcze pestkami w gęstym syropie.

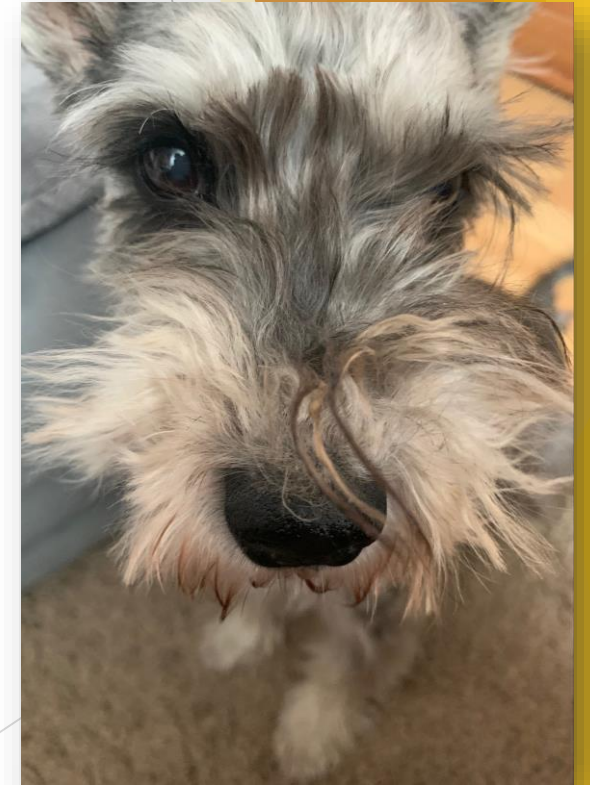


Zwierzęta:

w postaci wytlóków stanowią treściwy pokarm dla zwierząt, bo zawierają 45% białka i 8% tłuszczu.

Właściwości:

- bakteriobójcze,
- przeciwzapalne,
- odtruwające,
- ściągające.







Przemysł  
szybko schnących i trwałych  
farb malarskich i drukarskich  
oraz tuszu i kosmetyków.



Cukiernia i piekarnia  
ciast, tortów i czekolady  
nadziewane masą orzechowa



Można jeszcze przypomnieć o znaczeniu zawartych w liściach,  
zielonych owocach  
i korze garbników oraz brunatnego barwnika w bejcowaniu drewna  
i nadawaniu koloru nie tylko tkaninom, lecz również włosom.

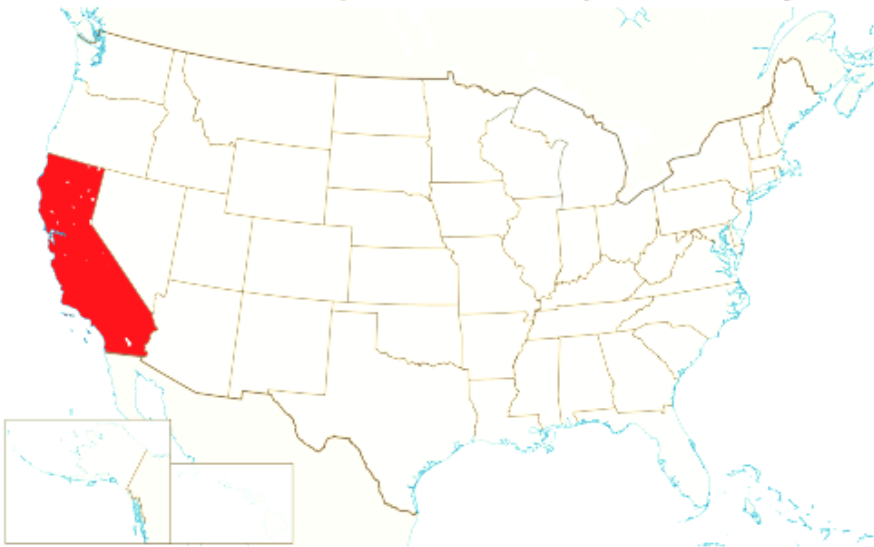
Już w czasach starożytnych służyło do wyrobu kolb do kusz, a w okresie późniejszym wyposażano nim muszkiety i karabiny



Zarówno stolarstwo, tokarstwo, jak i budownictwo pochłaniają znaczne ilości tego surowca, a zasłużoną renomę zyskały luksusowe meble i ozdobne parkiety.

Orzech włoski jest kultywowany również w Chinach, Japonii oraz Indonezji, jak też w Afryce Północnej i Australii. Do Nowego Świata dotarł dzięki przybyszom europejskim, a szczególnie przysłużyli się Franciszkanie (zakon żebrzący, założony w XIII stuleciu przez św. Franciszka z Asyżu), którzy w 1769 r. obdarowali nim Kalifornię. Do dnia dzisiejszego istnieją największe sady.

Położenie na mapie Stanów Zjednoczonych



Można jeszcze wspomnieć o **kariatydach** –  
podporach architektonicznych w kształcie kobiecych  
wizerunków (wzmacnianych łupinami orzecha), które  
czasem zdobią budowle porządku jońskiego zamiast  
kolumn.



**Co się stanie jeśli będziesz jeść 5-8 orzechów włoskich dziennie?**



***ZDROWIE i SAMOPOCZUCIE***

***POPRAWIĄ SIĘ,***

***a innowacyjne ekologiczne pomysły  
inżynierskie same w wpadną do głowy.***

# LITERATURA

1. S. J. Antreich, N. Xiao, J. C. Huss, N. Gierlinger, **The Puzzle of the Walnut Shell: A Novel Cell Type with Interlocked Packing.** Advanced Science 6(16):1900644, DOI:[10.1002/advs.201900644](https://doi.org/10.1002/advs.201900644)
2. J. Nicolás-Bermúdez, J. Arzate-Vázquez, J. Chanona-Pérez, V. Méndez-Méndez, M. J. Perea-Flores, G. A. Rodríguez-Castr, R. N. Domínguez-Fernández, Characterization of the hierarchical architecture and micromechanical properties of walnut shell (*Juglans regia* L.); Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, **Volume 130**, June 2022, 105190
3. M. Yazdi, A Preliminary Study of the Structure and Architecture of Walnut Shell. Conference: Third International conference of Bionic Engineering; DOI: [10.13140/RG.2.1.2893.2968](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2893.2968)
4. R. Bernik, D. Stajniko, I. Demšar, Comparison of the Kernel Quality of Different Walnuts (*Juglans regia* L.) Varieties Shelled with Modified Centrifugal Sheller Erwerbs-Obstbau 62(1); DOI: [10.1007/s10341-020-00473-2](https://doi.org/10.1007/s10341-020-00473-2)
5. T. Kędra, J. Konieczny, B. Chmielnicki, Kompozyty WPC, napełnione mączką z łupin orzechów o osnowie polietylenowej; Zeszyty kół naukowych PŚ Gliwice 2019(3).
6. R. Kaczmarczyk, Orzech grecki, „wołoski” i w efekcie włoski; *Wszechświat*, t. 1143, nr 10-3-1220/12301

# Literatura:

1. S. J. Antreich, N. Xiao, J. C. Huss, N. Gierlinger, **The Puzzle of the Walnut Shell: A Novel Cell Type with Interlocked Packing**. *Advanced Science* 6(16):1900644, DOI:[10.1002/advs.201900644](https://doi.org/10.1002/advs.201900644)
2. J.Nicolás-Bermúdez, J. Arzate-Vázquez, J.Chanona-Pérez,V.Méndez-Méndez, M.J.Perea-Flores,G.A.Rodríguez-Castr, R.N.Domínguez-Fernández,Characterization of the hierarchical architecture and micromechanical properties of walnut shell (*Juglans regia* L.); *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, Volume 130, June 2022, 105190
3. M.Yazdi, A Preliminary Study of the Structure and Architecture of Walnut Shell. Conference: Third International conference of Bionic Engineering; DOI: [10.13140/RG.2.1.2893.2968](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2893.2968)
4. R. Bernik, D. Stajniko, I. Demšar, Comparison of the Kernel Quality of Different Walnuts (*Juglans regia* L.) Varieties Shelled with Modified Centrifugal Sheller *Erwerbs-Obstbau* 62(1); DOI: [10.1007/s10341-020-00473-2](https://doi.org/10.1007/s10341-020-00473-2)
5. T. Kędra , J. Konieczny , B. Chmielnicki, Kompozyty WPC, napelnione mączką z łupin orzechów o osnowie polietylenowej; *Zeszyty kół naukowych PŚ Gliwice* 2019(3).
6. R. Kaczmarczyk, Orzech grecki, „wołoski” i w efekcie włoski; *Wszechświat*, t. 1143, nr 10-3-/1220/12301

# DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !!!

## ***CZY MOŻNA WYKORZYSTAĆ Z NATURY- ŁUPINY ORZECHA W INŻYNIERII MATERIAŁOWEJ?***

**POLITECHNIKA LUBELSKA  
Katedra Inżynierii Materiałowej  
dr inż. Monika Ostapiuk**

---

Projekt „Politechnika Lubelska - Regionalna Inicjatywa Doskonałości”  
- finansowany ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego



Ministerstwo  
Edukacji i Nauki

