

### [Akceptuje](#)

W ramach naszej witryny stosujemy pliki cookies w celu świadczenia państwu usług na najwyższym poziomie, w tym w sposób dostosowany do indywidualnych potrzeb. Korzystanie z witryny bez zmiany ustawień dotyczących cookies oznacza, że będą one zamieszczone w Państwa urządzeniu końcowym. Możecie Państwo dokonać w każdym czasie zmiany ustawień dotyczących cookies. Więcej szczegółów w naszej [Polityce Prywatności](#)

[Portal](#) [Informacje](#) [Katalog firm](#) [Praca](#) [Szkolenia](#) [Wydarzenia](#) [Porównania międzylaboratoryjne](#)  
[Kontakt](#)



**[Laboratoria](#)**  
**[.net](#)**  
**[Innowacje](#)**  
**[Nauka](#)**  
**[Technologie](#)**

[Logowanie](#) [Rejestracja](#) [pl](#)

Newsletter

zapisz się



- [Nowe technologie](#)
- [Felieton](#)
- [Tygodnik "Nature"](#)
- [Edukacja](#)
- [Artykuły](#)
- [Przemysł](#)

[Strona główna](#) > [Artykuły](#)

## Enzymatyczna modyfikacja składników żywności

Współczesny przemysł spożywczy systematycznie zwiększa ofertę produktów wdrażanych z uwzględnieniem wyników badań żywieniowych, informujących o zależności stanu zdrowia konsumentów od składu chemicznego, wartości odżywczej i właściwości funkcjonalnych produktów spożywczych.

Na rynku dostępne są produkty spożywcze:

- przeznaczone dla określonych grup wiekowych,
- żywność o podwyższonej wartości energetycznej dla sportowców oraz osób ciężko pracujących fizycznie,
- żywność o obniżonej wartości kalorycznej (diety odchudzające),
- żywność pozbawiona cholesterolu,
- żywność hypoalergenna.

Obecnie dla oznakowania produktu i zwrócenia uwagi konsumenta na specyficzne walory żywności spotyka się następujące określenia: żywność projektowana, nowatorska, probiotyczna, zdrowa, ekologiczna, hypoantygenowa itp. Zmierza to do przekonania konsumenta, że spożywanie takiego pokarmu zmniejsza ryzyko choroby wieńcowej, nowotworowej i wielu innych chorób cywilizacyjnych, np. osteoporozy [4].

Wraz ze wzrostem świadomości żywieniowej konsumentów wzrasta ich zainteresowanie produktami spożywczymi, które oprócz zaspokojenia głodu, spełniają dodatkowe funkcje fizjologiczno - żywieniowe, wpływając na poprawę stanu zdrowia lub zmniejszając ryzyko wystąpienia chorób cywilizacyjnych. Produkty o takich walorach określa się mianem żywności funkcjonalnej.

Żywność funkcjonalna, to żywność wzbogacona w biologicznie czynne substancje, które poza wartością odżywczą mają także korzystny wpływ na zdrowie człowieka, cechujące się działaniem profilaktycznym lub wręcz leczniczym. Naukowcy podkreślają wyraźną przewagę skuteczności żywności funkcjonalnej nad przyjmowaniem pojedynczych substancji czy związków. Coraz bardziej skłaniają się ku twierdzeniu, że produkt spożywczy będący naturalną kompozycją składników bioaktywnych występujących w optymalnych proporcjach, jest bardziej efektywny w działaniu na organizm człowieka[5].

Uatrakcyjnienie żywności przetworzonej dąży do polepszenia cech funkcjonalnych składników żywności białek, sacharydów, lipidów. Zwraca się uwagę na polepszenie struktury, konsystencji, smaku, zapachu, zdolności emulgowania, pienienia, wiązania wody itp.

W modyfikacji składu oraz właściwości funkcjonalnych składników żywności dość powszechnie stosuje się metody biotechnologiczne [4].

## **Białka**

Białka należą do najważniejszych składników pokarmowych, niezbędnych do utrzymania życia. Są to makrocząsteczki o złożonej strukturze chemicznej, których elementarne części składowe stanowią aminokwasy, zbudowane z atomów węgla, tlenu, azotu, wodoru oraz siarki. Atomy te tworzą proste związki noszące nazwę aminokwasów, które stanowią elementarne części składowe białek.

Do dobrych źródeł białka w żywieniu należą jaja, mleko i jego przetwory, sery twarogowe i żółte oraz mięso zwierząt hodowlanych, drobiu i ryb. Mleko i jaja sama natura przeznaczyła do zapewnienia wzrostu i rozwoju młodych organizmów. Te produkty są szczególnie zalecane w żywieniu niemowląt, dzieci oraz ludzi w wieku podeszłym i starszym [6].

Jednakże czasami spożycie mleka może być ryzykowne, ze względu na dysfunkcje trawienne, problemy z absorpcją, metabolizmem i reakcją immunologiczną. Mleko krowie zawiera ponad 30 białek i większość z nich może wzbudzić IgE - zależną odpowiedź u dzieci alergicznych. Zmian immunoreaktywnych poszczególnych składników żywności można dokonać m.in. w wyniku procesów enzymatycznych [11].

### **Enzymatyczna modyfikacja składu i właściwości białek**

Wpływ enzymów proteolitycznych na zmiany immunoreaktywności białek mleka jest jednym z ważniejszych etapów podczas przygotowywania odżywek dziecięcych. Dotychczas nie udało się dobrać idealnych warunków hydrolizy, zapewniających uzyskanie produktu końcowego o uniwersalnych właściwościach. Modyfikacje białek mleka, uzyskane w wyniku reakcji enzymatycznych, nie są jednak idealnym rozwiązaniem, gdyż mimo tego, że pozwalają uzyskać hydrolizaty o poprawionych właściwościach immunoreaktywnych, powodują jednak powstanie niekorzystnych cech funkcjonalnych uzyskanego w ten sposób produktu. Istotną cechą spożywanego produktu jest jego smak, natomiast konsekwencją reakcji hydrolizy jest niejednokrotnie smak gorzki, pojawiający się w wyniku obecności tzw. „gorzkich i cierpkich peptydów” [11].

Jednakże, gorzkość można zmniejszyć, usuwając hydrofobowe aminokwasy i gorzkie peptydy, modyfikując skład hydrolizatu za pomocą reakcji plasteinowej (polegającej na amidowym wiązaniu pożądanych reszt aminokwasów do peptydów hydrolizatu białkowego) lub oddając substancje maskujące smak, np. polifosforany, dekstryny, skrobię, żelatyny lub izobaty białkowe[10].

#### *Enzymatyczna modyfikacja białek serwatkowych*

Leman J. (2006) ocenił przydatność enzymatycznej modyfikacji białek serwatkowych do otrzymywania żywności o zaplanowanych i pożądanych właściwościach, w tym hydrolizatów o ściśle zdefiniowanym profilu peptydowym. Również szczególną uwagę zwrócił na zastosowanie enzymatycznej hydrolizy, zwłaszcza w kombinacji z ogrzewaniem lub presuryzacją, do dealergizacji białek serwatkowych. Wskazał także na możliwość wykorzystania oporności  $\beta$ -laktoglobuliny na hydrolizę pepsyną lub peptydazami bakteryjnymi do otrzymywania jej wysoko oczyszczonych preparatów oraz na przydatność transglutaminazy do otrzymywania z białek serwatkowych jadalnych osłonek produktów żywnościowych [8].

### **Sacharydy**

Sacharydy, obok białek i lipidów, są podstawową i różnorodną grupą związków naturalnych. Stanowią one połowę materii organicznej na Ziemi i większość składników organicznych zawartych w roślinach, natomiast u zwierząt występują w znacznie mniejszych ilościach. Różnorodność tej grupy związków jest duża, bowiem należą do niej sacharydy rozpuszczalne, o małej masie

cząsteczkowej, wielkocząsteczkowe: skrobia, celuloza, glikogen, chityna, pektyny, gумы oraz śluzы roślinne i bakteryjne, substancje grupowe krwi, lektyny i In. Pełnią w organizmach żywych różne funkcje[6].

Ponadto sacharydy są jednym z ważniejszych ilościowo, obfitym składnikiem żywności. Do najważniejszych zalicza się:

·polisacharydy, np.: skrobię, celulozę, hemicelulozę, pektyny,  $\beta$ -glukany, fruktany,

·disacharydy, np.: sacharozę, maltozę,

·monosacharydy, np.: glukozę, fruktozę.

Ważne znaczenie w życiu człowieka ma błonnik. W jego składzie występują substancje o unikalnej strukturze chemicznej, charakterystycznych właściwościach fizykochemicznych oraz fizjologicznych. Oprócz lignin wszystkie te składniki są sacharydami występującymi naturalnie.

W produkcji żywności przetworzonej duże znaczenie ma polepszenie właściwości fizycznych, funkcjonalnych i fizjologicznych sacharydów. Przykładem może być enzymatyczna hydroliza laktozy, skrobi,  $\beta$ -glukanu, celulozy (tab.1) [4].

**Tabela 1. Przykłady enzymatycznej hydrolizy sacharydów [4]**

Proces	Substrat	Produkt
Hydroliza enzymatyczna	celuloza	glukoza
	ksylany	ksyloza
	laktoza	glukoza galaktoza
	$\beta$ -glukan	$\beta$ -glukan hydrolizowany do oligosacharydów

Laktoza (disacharyd), jeden z głównych składników mleka, jest jednym z głównych substratów reakcji chemicznych, których celem jest zwiększenie jej wartości użytkowej, funkcjonalnej. Laktoza może być substratem w reakcjach hydrolizy, fruktozylotransferu, transgalaktozylacji, izomeryzacji, oksydacji i redukcji, w wyniku, których powstają odpowiednio: glukoza i galaktoza, laktosacharoza, galaktooligosacharydy, laktuloza, kwas laktobionowy i laktikol. Zastosowanie powszechnie znanej reakcji hydrolizy laktozy w przemyśle mleczarskim może wspomagać przetwórstwo mleka i produktów ubocznych w celu: usunięcia laktozy z mleka, kontroli krystalizacji laktozy w koncentraty mleczarskich, pełnego wykorzystania serwatki i jej permeatu, produkcji karmy dla zwierząt, syntezy oligosacharydów i egzopolisacharydów, intensyfikacji syntezy kultur starterowych, poprawy i zwiększenia syntezy związków smakowo-zapachowych, otrzymania nowych,

modyfikowanych produktów, np. serów serwatkowych, serów o nowych cechach smakowo zapachowych, produktów do smarowania pieczywa. Obecnie duże zainteresowanie towarzyszy zastosowaniu laktozy, jako substratu w reakcjach enzymatycznej syntezy prebiotycznych galaktooligosacharydów. Kataliza reakcji transgalaktozylacji prowadzona jest z udziałem enzymów o różnym stopniu oczyszczenia oraz katalizatorów niewydziałonych ze struktur komórkowych (całokomórkowe, ang. whole-cell system) [3].

### *Niektóre możliwości stosowania enzymów rozkładających sacharydy w przetwórstwie owocowo-warzywnym*

W przemyśle spożywczym wykorzystuje się głównie trzy grupy enzymów rozkładających sacharydy: amylazy (hydrolizujące skrobię), pektynazy (hydrolizujące związki pektynowe) i celulazy (hydrolizujące celulozę). Jednym z większych obszarów stosowania preparatów enzymatycznych jest przemysł sokowniczy, w którym ich stosowanie jest powszechne. Już w latach 30. XX wieku do produkcji soku owocowego stosowano pektynazy. Ich użycie ograniczało się początkowo do obróbki miazgi i soku podczas przerobu owoców jagodowych i do depektynizacji soku z owoców ziarnkowych. Operacje te stworzyły możliwość oferowania konsumentom klarownych, stabilnych soków owocowych.

Gwałtowny rozwój technik współczesnej biotechnologii, wydzielenie indywidualnych enzymów komórkowych oraz identyfikacja nowych enzymów, o nieznanym dotychczas właściwościach, spowodowały, że stały się one nowym elementem kształtowania procesów technologicznych. Jednym z głównych kierunków zastosowania preparatów enzymatycznych jest maceracja miazgi owoców i warzyw. Proces ten ułatwia tłoczenie i przyczynia się do zwiększenia uzysku soku. Preparaty używane do maceracji miazgi stanowią kompozycję enzymów pektynolitycznych, hemiceluloz i celulaz. Działanie enzymów hemicelulolitycznych, oprócz wspomaganie procesu tłoczenia, zapobiega występowaniu wtórnych zmętnień w soku, spowodowanych nadmierną ilością rozpuszczalnej hemicelulozy w soku. Odpowiednio dobrany, do konkretnych surowców preparat enzymatyczny, ułatwia również dalszą obróbkę soku, tj. depektynizację, klarowanie i filtrację soku [9].

## **Lipidy**

### **Postępy biokatalizy w modyfikacji lipidów**

Lipidy obejmują dużą grupę związków chemicznych, które można określić, jako rozpuszczalne w tzw. rozpuszczalnikach organicznych. Ich wpływ na organizm ludzki jest nie do przecenienia, ponieważ są one nośnikami energii, elementami budulcowymi struktur komórkowych, regulują funkcje fizjologiczne organizmu, *etc.* Tłuszcze są często postrzegane, jako związki chemiczne niekorzystnie oddziałujące na nasz organizm. Odpowiedzią na te wątpliwości jest propozycja strukturyzacji lipidów. Doskonalenie właściwości lipaz i fosfolipaz umożliwia otrzymanie produktów biokatalizy

o ściśle zdefiniowanej budowie stereochemicznej i składzie chemicznym. Zastosowanie metagenomu i metod ukierunkowanej ewolucji molekularnej w pozyskiwaniu enzymów o nowych właściwościach biochemicznych może przyczynić się do znacznego postępu w

modyfikacji lipidów. Powszechnie stosowane i wciąż doskonalone są metody inżynierii środowiska reakcji, inżynierii rozpuszczalnikowej mające na celu poprawę efektu biokatalizy. Celem strukturyzacji lipidów jest otrzymanie triacylogliceroli, fosfolipidów zawierających zestryfikowane w odpowiednich *sn*-pozycjach z cząsteczką glicerolu polienowe kwasy tłuszczowe, w tym sprzężone, a także

średniołańcuchowe kwasy tłuszczowe. Strukturyzacja lipidów polega także na otrzymywaniu acylogliceroli, a ważnym kierunkiem modyfikacji lipidów jest enzymatyczna modyfikacja aktywności

biologicznej witamin rozpuszczalnych w tłuszczach. Enzymatyczna modyfikacja lipidów daje szansę na przyjazne dla substratów tłuszczowych i środowiska warunki realizacji procesu. Jest to szczególnie

ważne z uwagi na możliwość ograniczenia powstawania izomerów *trans* kwasów tłuszczowych [2]

#### *Cele enzymatycznej modyfikacji lipidów*

Enzymatyczna modyfikacja triacylogliceroli może być prowadzona w celu osiągnięcia następujących celów, w zakresie modyfikacji wartości żywieniowej, poprawy właściwości prozdrowotnych oraz fizykochemicznych:

- ograniczenia spożycia kwasów tłuszczowych nasyconych i syntezy izomerów *trans* kwasów tłuszczowych,
- zwiększenia zawartości kwasów tłuszczowych polienowych, w tym z grupy *n-3* i *n-6*,
- zmniejszenia wartości kalorycznej tłuszczów i olejów,
- poprawy właściwości fizyko-chemicznych tłuszczów i olejów, np. stabilności oksydacyjnej, temperatury krzepnięcia i topnienia,
- syntezy tłuszczów i olejów przydatnych w różnych gałęziach przemysłu, np. tłuszczów piekarniczych i cukierniczych oraz olejów smaźalniczych.
- otrzymania tłuszczów i olejów charakteryzujących się właściwościami prozdrowotnymi, np. synteza triacylogliceroli zawierających podwyższone stężenie sprzężonych dienów kwasu linolenowego (CLA, *ang.* conjugated linolenic acid) lub kwasu stearydynowego (18:4, *n-3*),

- otrzymania substytutów tłuszczów i olejów charakteryzujących się pożądanymi cechami fizyko-chemicznymi (substytuty masła kakaowego i oleju jojoba) oraz żywieniowymi (substytut tłuszczu mleka kobiecego)[2].

### *Modyfikacja tłuszczu mlekowego*

Zmniejszające się spożycie tłuszczu mlekowego oraz wysokotłuszczowych produktów mlecznych spowodowało wzrost zainteresowania nowymi metodami produkcji ustrukturyzowanego tłuszczu lub modyfikowanego tłuszczu mlekowego o lepszych właściwościach fizycznych, zmniejszonej kaloryczności i pożądanym walorach smakowo-zapachowych. Enzymatyczna modyfikacja tłuszczu mlekowego najczęściej prowadzona jest metoda interestryfikacji. Produkty tego typu reakcji charakteryzują się tym samym składem kwasów tłuszczowych, zmianie ulega rozmieszczenie kwasów tłuszczowych w trójacyloglicerolach (TAG), co prowadzi do zmian fizycznych właściwości tłuszczu mlekowego [1]

Procesy enzymatyczne stanowią podstawę najstarszych procesów technologicznych, dotyczących przetwórstwa żywności, tj. fermentacje alkoholowe czy wytwarzanie serów. Jednak o świadomym wykorzystywaniu enzymów można mówić dopiero na przełomie XIX i XX wieku. [9].

Postępy biotechnologii w ostatnich latach pozwoliły na dalsze udoskonalenie zastosowania enzymów w przemyśle spożywczym. Znalaziono rozwiązania dla wielu poprzednio występujących problemów technologicznych i wytyczono drogę dla wielu nowych ekscytujących możliwości. Obecnie zastosowanie znajduje wiele oczyszczonych enzymów. Prawdopodobnie najbardziej uderzającym przykładem korzyści odniesionych dzięki nowoczesnej technologii z zastosowaniem enzymów jest rozkład skrobi do cukrów prostych. Ten proces wymagał gotowania skrobi z obecnością kwasu, wiązał się z dużym nakładem energii i powstawaniem niepożądanych produktów ubocznych tej reakcji. Zastosowanie procesu enzymatycznego nie wymaga specjalnych warunków, oszczędza energię i zapobiega powstawaniu zanieczyszczeń, dlatego stanowi bardzo dobrą alternatywę dla innych procesów[12].

*Autor: Emilia Cielecka*

### *Literatura:*

1. Adamczak M. Enzymatyczna modyfikacja naturalnych triacylogliceroli. BIOTECHNOLOGIA 1 (68) 131-151 2005 143
2. Adamczak M. Strukturyzowane lipidy: Postępy biokatalizy w modyfikacji lipidów. Monografia. Konferencja. Żywność projektowana. Kraków, 2011
3. Adamczak M., Bednarski W. Enzymatyczna synteza galaktooligosacharydów i laktulozy w permeacie po ultrafiltracji serwatki. ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość., 2008, 6 (61): 105-117
4. Bednarski W., Repsa A. red. Biotechnologia żywności. Wydawnictwa Naukowo - Techniczne. Warszawa, 2001: 376 - 397

5. Diowkosz A. Pieczywo, jako żywność funkcjonalna (cz.I). Przegląd Piekarski i Cukierniczy, 2010 (9): 18 - 19
6. Gawęcki J., Hryniewiecki L. red. Żywnie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu. Tom 1. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa, 1998, 2000: 176 - 198
7. Kączkowski J. Podstawy biochemii. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. Warszawa, 1970, 2005: 270 - 302
8. [Leman J.](#) Enzymatyczna modyfikacja białek serwatkowych. [Przemysł Spożywczy](#), 2006, T. 60, nr 12: 26-29,41
9. Nowak D. Enzymy jako nowoczesne narzędzie technologiczne. Agro Przemysł 2/2008
10. Sikorski Z. E. red. Chemia Żywności. Skład, przemiany i właściwości żywności. Wydawnictwa Naukowo - Techniczne, Warszawa 1994, 2002
11. Wróblewska B., Jędrychowski L. Wpływ modyfikacji technologicznych na zmianę właściwości immunoreaktywnych białek mleka krowiego. Alergia Astma Immunologia, 2003, 8(4): 157 - 164
12. Zastosowanie enzymów. WSPÓŁCZESNA ŻYWNOŚĆ 04/1998

<https://laboratoria.net/artukul/11817.html>

**Informacje dnia:** [Susza/ Ulewne deszcze i fale upałów to dwie strony zmiany klimatu Wypalenie rodzicielskie może być poprzedzone spadkiem ciekawości](#) [Studenci z Wrocławia pracują nad komunikacją opartą na falach mózgowych Sztucznej inteligencji brakuje „iskry” i smaku badawczego](#) [Już za 3 tygodnie branża spotka się na PCI Days 2026 Nowy wzór elektronicznej legitymacji studenckiej](#) [Susza/ Ulewne deszcze i fale upałów to dwie strony zmiany klimatu Wypalenie rodzicielskie może być poprzedzone spadkiem ciekawości](#) [Studenci z Wrocławia pracują nad komunikacją opartą na falach mózgowych Sztucznej inteligencji brakuje „iskry” i smaku badawczego](#) [Już za 3 tygodnie branża spotka się na PCI Days 2026 Nowy wzór elektronicznej legitymacji studenckiej](#)

## **Partnerzy**