

### [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](#)

## Wykorzystanie preparatów enzymatycznych w przemyśle spożywczym



## Streszczenie

Preparaty enzymatyczne stanowią nieodłączną część nowoczesnego przetwórstwa żywności. Enzymy są katalizatorami (biokatalizatorami) przemian chemicznych, wytwarzanymi przez żywe organizmy. Jedynie w ich obecności może zachodzić wiele reakcji metabolicznych we względnie łagodnych warunkach, tzn. w temperaturze poniżej 100 °C, przy ciśnieniu atmosferycznym i obojętnym pH. Praktyczne wykorzystywanie działania enzymów nastąpiło na długo przed tym, zanim potrafiiono uzasadnić to naukowo. Pierwszym enzymem otrzymanym na skalę przemysłową dla przemysłu spożywczego była podpuszczka, uzyskana przez duńskiego naukowca Christiana Hansena w 1874 r. z żołądków cieląt i użyta w produkcji serów. Na początku XXI w. trudno podać przykład produkcji żywności bez udziału preparatów enzymatycznych; wykorzystywanych jest ponad 100 znanych enzymów, a liczba ta każdego roku zwiększa się [13].

## Wstęp

Atrakcyjność preparatów enzymatycznych związana jest z ich szerokim zastosowaniem praktycznie w każdej gałęzi przemysłu spożywczego. Ułatwiają one otrzymanie pożądaných zmian surowca, poprawę jakości produktu gotowego oraz zmniejszenie kosztów produkcji. Na skalę przemysłową otrzymuje się enzymy, wykorzystując do tego celu mikroorganizmy. Procesy biosyntezy ulegają stałemu rozwojowi spowodowanemu głównie nowymi możliwościami wykorzystania inżynierii genetycznej do modyfikacji organizmów oraz nowych rozwiązań konstrukcyjnych bioreaktorów. Dzięki inżynierii genetycznej możemy otrzymać obecnie preparaty o wybranej ściśle określonej specyficzności, a dzięki temu o nowych właściwościach i zastosowaniach w przemyśle. Mimo to, organizmy genetycznie zmodyfikowane cechuje duża zmienność i niska stabilność w procesach technologicznych. Dlatego też w dalszym ciągu prowadzone są doświadczenia na szczepach pochodzących ze środowiska naturalnego, których genom nie został wcześniej zmodyfikowany na drodze inżynierii genetycznej. Jedną z najstarszych i najbardziej rozpowszechnionych grup enzymów są enzymy amylolityczne [10].

## Preparaty enzymów amylolitycznych

Amylazami nazywa się wiele enzymów używanych do hydrolizy skrobi na cukry prostsze. Od dawna amylazy pochodzenia roślinnego były używane w przemyśle spożywczym, a zwłaszcza w przemyśle piwowarskim i spirytusowym. Obecnie w przemyśle spożywczym są najpowszechniej stosowane są amylazy otrzymywane przy użyciu drobnoustrojów [8].

Do grupy amylaz należą m. in. [4]

$\alpha$ - amylaza	EC 3.2.1.1.
$\beta$ - amylaza	EC 3.2.1.2.
glukoamylaza	EC 3.2.1.3.
$\alpha$ - D - glikozydaza	EC 3.2.1.20.
pullulanaza	EC 3.2.1.41.
izomylaza	EC 3.2.1.68.
transferaza glukozowa cyklodekstryn	EC 2.4.1.19.

Do amylaz rozszczepiających wiązania  $\alpha$  - 1,4 - glikozydowe skrobi należą:  $\alpha$  - amylaza,  $\beta$  - amylaza, egzo -  $\alpha$  - amylazy. Wiązania  $\alpha$  - 1,6 - glikozydowe rozszczepia izoamylaza i pullulanaza. Glukoamylaza i niektóre pullulanazy mogą rozszczepiać wiązania  $\alpha$  - 1,4 - i 1,6 - glikozydowe. Biorąc pod uwagę położenie rozszczepianego wiązania w łańcuchu skrobi, rozróżniamy endoamylazy, np.  $\alpha$  - amylazy, amylazy znoszące rozgałęzienia cyklodekstrynazy oraz egzoamylazy, tj. glukoamylazy,  $\beta$  - amylazy, egzo -  $\alpha$  - amylazy [4], [2]. Biorąc pod uwagę technologiczny punkt widzenia wyróżniamy amylazy upłynniające -  $\alpha$  - amylazy, pullulanazy, cyklodekstrynazy oraz scukrzające - niektóre  $\alpha$  - amylazy,  $\beta$  - amylazy, glukoamylazy. Badania nad enzymatyczną degradacją skrobi są prowadzone od dawna. W przemyśle skrobiowym można stosować różne enzymy lub ich mieszaniny, co umożliwia uzyskanie różnych produktów spełniających określone wymagania odbiorców. Końcowe produkty hydrolizy skrobi są różne i zależne od użytego enzymu. Podatność skrobi na działanie enzymów amylolytycznych zależy od jej pochodzenia. Zaobserwowano, że skrobia kukurydziana i sojowa ulega hydrolizie szybciej od skrobi ziemniaczanej. Enzymy amylolytyczne dzięki swoim właściwościom znajdują powszechne zastosowanie m. in. w przemyśle piwowarskim, w procesie zacierania słodu do upłynniania i scukrzania skrobi, w celu przygotowania jej do fermentacji przez drożdże. Dzięki za zastosowaniu enzymów amylolytycznych można obniżyć temperaturę kiełkowania skrobi z ok. 75 - 80°C do temperatury maksymalnie 70°C. Scukrzanie skrobi następuje w wyniku współdziałania „cukrującej”  $\beta$  - amylazy i „dekstrującej”  $\alpha$  - amylazy, na co zdecydowany wpływ ma temperatura i pH środowiska [4]. Należy pamiętać, że na końcowy efekt działania enzymów ma wpływ wiele czynników technologicznych, w tym ogromne znaczenie mają temperatura i pH [7].

Preparaty amylolytyczne pochodzenia mikrobiologicznego nabierają szczególnego znaczenia w tym przemyśle w związku ze stosowaniem do otrzymywania brzeczek z niesłodowanych surowców (śruty jęczmiennej, ryżowej czy kukurydzianej, pszennej), w których proporcje związków białkowych do skrobi są inne niż w słodzie jęczmiennym. Amylazy pochodzenia mikrobiologicznego znajdują zastosowanie w gorzelnictwie rolniczym przy scukrzaniu skrobi ziemniaczanej lub zbożowej, umożliwiają częściowe lub całkowite wyeliminowanie słodu, co skutkuje znacznymi efektami ekonomicznymi. Zastosowanie amylazy pochodzenia pleśniowego umożliwia zastąpienie słodu o 50 - 60%, natomiast użycie termostabilnej, bakteryjnej  $\alpha$  - amylazy oraz amyloglukozydazy (glukoamylazy) pochodzenia grzybowego pozwala na całkowite wyeliminowanie słodu. Dawka enzymów w przeliczeniu na skrobię wynosi 0,1 - 0,5%  $\alpha$  - amylazy i 0,15 - 0,4% amyloglukozydazy [4].

Zastosowanie preparatów amylolytycznych w piekarnictwie powoduje zwiększenie puli cukrów fermentowanych wykorzystywanych przez drożdże, co z kolei zwiększa pulchność ciasta [8].

Enzymy amylolytyczne stosuje się także w:

- przemyśle zbożowym - do produkcji dekstryn, krystalicznej glukozy, tzw. syropu zbożowego,
- cukiernictwie - do odzyskiwania cukru z odpadów cukierniczych,
- przemyśle ziemniaczano - krochmalniczym - do produkcji różnych preparatów: środków zagęszczających, dodatków do sosów, budyni, składników odżywek dla dzieci, do produkcji dekstryn i amylozy służącej jako materiał do opakowań środków spożywczych. Preparaty stosuje się często przy produkcji glukozy i syropów dla przemysłu cukierniczego (do produkcji cukierków i chałwy),

owocowo - warzywnego (do produkcji dżemów i marmolad), a także jako środek słodzący w przemyśle piekarniczym i piwowarskim.

W zakładach wytwórczych glukozy na całym świecie daje się zauważyć tendencję do coraz częstszego stosowania kwasowo - enzymatycznych i enzymatycznych metod hydrolizy skrobi zamiast hydrolizy kwasowej.

Enzym  $\alpha$  - amylaza hydrolizuje wiązania  $\alpha$  - 1,4 - glikozydowi wewnątrz łańcucha cząsteczki skrobi, co zmniejsza lepkość roztworu.

Stosuje się go w pierwszym etapie przetwarzania skrobi, powodując jej szybkie upłynnienie. Produktami końcowymi hydrolizy skrobi, w zależności od pochodzenia enzymu, może być maltoza i niewielkie ilości dekstryn granicznych.

Przy użyciu *Aspergillus oryzae*, otrzymana  $\alpha$  - amylaza w hodowli powierzchniowej, była pierwszym enzymem produkowanym na skalę przemysłową.

*Aspergillus oryzae* jest grzybem używanym najczęściej w badaniach nad optymalizacją biosyntezy  $\alpha$  - amylazy, co umożliwia opracowanie warunków jej przemysłowego otrzymywania podczas hodowli węgłbnej.

W zależności od drobnoustroju użytego do produkcji  $\alpha$  - amylazy, otrzymane enzymy różnią się miejscem hydrolizowanego wiązania  $\alpha$  - 1,4 - glikozydowego w skrobi oraz optymalnymi warunkami hydrolizy, tj. optymalną temperaturą i kwasowością. Tym samym końcowe produkty hydrolizy skrobi mogą być różne, zależnie od pochodzenia  $\alpha$  - amylazy. Enzym ten, syntetyzowany przez bakterie, może upłynniać lub upłynniać i scukrzać skrobię.

W wyniku działania enzymu upłynniającego ze skrobi otrzymujemy syrop o DE 30 (równoważnik dekstrozowy, tj. liczba cukrów redukujących przypadająca na jednostkę suchej substancji produktu), zawierający glukozę, maltozę, maltotriozy, znaczne ilości oligosacharydów zawierających 6 reszt glukozowych oraz dekstryny graniczne.

W wyniku działania enzymów scukrzających na skrobię otrzymuje się cząsteczki zawierające 1 - 6 reszt glukozowych oraz  $\alpha$  - dekstryny graniczne. W następstwie hydrolizy skrobi otrzymuje się syrop o DE 50.

Dzięki  $\alpha$  - amylazom syntetyzowanym przez grzyby skrobi można uzyskać syrop o DE 30 - 80, zawierający glukozę, maltozę, oligosacharydy zawierające 3 - 6 reszt glukozy oraz  $\alpha$  - dekstryny graniczne [4].

Należy podkreślić, że  $\alpha$  - amylazy grzybowe, w przeciwieństwie do  $\alpha$  - amylazy bakteryjnej, wykazują większą aktywność w środowisku o niższej temperaturze i wyższym pH. Używając wyselekcjonowanego szczepu *Bacillus licheniformis*, otrzymano termostabilną  $\alpha$  - amylazę o optymalnej temperaturze hydrolizy skrobi 95°C; przez krótki czas jest ona nawet aktywna w temp. 105 - 110°[8].

### **Preparaty enzymów proteolitycznych**

Z punktu widzenia handlowego najważniejszą grupę enzymów stanowią enzymy proteolityczne (proteazy) [14]. Głównie wynika to ze stosowania proteaz do produkcji detergentów (proszki do prania), niemniej należy też podkreślić ich ważną rolę w przetwórstwie żywności [5]. Obejmują one białka enzymatyczne, wśród których można wyróżnić cztery grupy różniące się budową centrum aktywnego. Jedną z grup tych enzymów są proteazy serynowe, głównie pochodzenia bakteryjnego. Należy tu m. in. subtilizyna. Proteazy serynowe działają w środowisku zasadowym i wykorzystuje się je do obróbki skór rzeźnych oraz do usuwania sierści. Inną grupę enzymów proteolitycznych stanowią proteazy cysteinowe, których najbardziej znanym przedstawicielem jest roślinny enzym papaina. Działa ona w środowisku obojętnym i jest szeroko wykorzystywana w browarnictwie do

klarowania piwa oraz do tenderyzacji (zwiększania kruchości) mięsa.

W przemyśle spożywczym duże zastosowanie znalazły proteazy asparaginowe, produkowane głównie przez pleśnie z gatunków *Mucor miehi* i *M. pusillus*. Ich optimum pH wynosi 4 - 4,5 [5], [14]. Najważniejszym enzymem z tej grupy jest podpuszczka stosowana w przemyśle serowarskim do koagulacji białek mleka. Tradycyjnie enzym ten był otrzymywany z treści żołądków cieląt. Kwaśne proteazy pleśniowe, podobnie jak cielęca renina, nie hydrolizują kazeiny, tylko powodują jej ścinanie w drodze koagulacji. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że od preparatów kwaśnych proteaz wymagana jest wysoka czystość, jakiegokolwiek bowiem zanieczyszczenia innymi protezami i lipazami mogą prowadzić do rozkładu kazeiny oraz powstania gorzkiego smaku. Kwaśne proteazy wytwarzane przez grzyby z rodzaju *Mucor* stosuje się głównie do wyrobu serów typu cheddar. W latach pięćdziesiątych XX wieku skonstruowano rekombinowane genetycznie drożdże i bakterie, zdolne do syntezy proteaz podpuszczkowych znanych pod nazwą chymozyny. Enzymy te są obecnie szeroko stosowane w przemyśle serowarskim.

Proteaz pleśniowych używa się także w piekarnictwie do poprawiania tekstury ciasta, skrócenia czasu jego mieszenia i zwiększania objętości pieczywa. Enzymy te są również dodawane do piwa w celu zwiększenia jego klarowności i polepszenia warunków filtracji. W przemyśle mleczarskim proteazy pleśniowe są wykorzystywane do stabilizacji zagęszczanego mleka i produkcji hydrolizatów białkowych.

Należy dodać, że jedynym enzymem proteolitycznym pochodzenia zwierzęcego, oprócz podpuszczki, który ma zastosowanie przemysłowe i dla którego optimum pH wynosi 1,8 - 2,5, jest pepsyna pozyskiwana z błony śluzowej żołądków kurcząt rzeźnych [5].

Udokumentowanie wiodącej roli enzymów endogennych w procesie dojrzewania ryb solonych i marynat rybnych nasunęło wniosek wykorzystania preparatów proteolitycznych dla stymulacji tego procesu. W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych prowadzono bardzo intensywne badania w tym zakresie w wielu krajach, szczególnie w Holandii, W. Brytanii, Norwegii, ZSRR i w Polsce. Uzyskano kilkadziesiąt różnego rodzaju patentów i otrzymane wyniki wydawały się początkowo bardzo obiecujące, przynajmniej w skali laboratoryjnej i ćwierćtechnicznej. Dotyczyły one głównie zastosowania: wysuszonych i częściowo oczyszczonych wyrostków pylorycznych z ryb, mieszanek enzymów wyizolowanych z solanek rybnych, dodawania preparatów proteolitycznych pochodzenia zwierzęcego (głównie trypsyna), roślinnego (papaina, bromelaina, ficyna) lub mikrobiologicznego (głównie ze szczepów *Aspergillus* i *Bacillus*). W Polsce do produkcji enzymatycznie solonych ryb został dopuszczony preparat proteolityczny typu Proteopol BP-S (Pektowin, Jasło), otrzymywany w procesie biosyntezy z wykorzystaniem szczepu bakterii *Bacillus subtilis*, na bazie naturalnych podłoży pochodzenia roślinnego. Enzymy zawarte w preparacie hydrolizują białka do polipeptydów, peptydów i aminokwasów w środowisku o odczynie zbliżonym do obojętnego (pH 6-8). Preparat ten, jak również inne enzymy, był przedmiotem naszych badań podczas dojrzewania ryb solonych. Odnotowano, że enzymy te są bardzo efektywne, lecz ich działanie ogranicza się głównie do powierzchniowych warstw mięsa, które po pewnym czasie staje się papkowate, podczas gdy zmiękczenie tkanki wewnątrz fileta lub tuszy jest niedostateczne. Wiąże się to z utrudnioną dyfuzją enzymów jako makromolekuł w głąb mięsa. Przy nastrzykiwaniu filetów solanką z dodatkiem enzymu wyniki są korzystniejsze. Jednak żaden z dotychczas przebadanych preparatów enzymatycznych nie gwarantował uzyskania typowego, w pełni dojrzałego produktu solonego, tak pod względem smakowo-zapachowym jak i tekstury. Zauważono również, że proteazy pochodzenia roślinnego (np. papaina) są zbyt aktywne i powodują szybkie upłynnianie mięsa oraz, że obecność domieszki lipaz w preparacie proteolitycznym pogarsza jego przydatność technologiczną. Stosowanie odpowiednio oczyszczonych enzymów łączy się ze sprawą kosztów i obowiązkiem ich inaktywacji w gotowym produkcie [11]

## **Preparaty enzymów pektynolitycznych i celulolitycznych**

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.

Jednym z ważniejszych kierunków zastosowania tych 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 [9].

## **Preparaty enzymów lipolitycznych**

W produkcji żywności coraz częściej sięga się po enzymy lipolityczne (lipazy). Należą one do esteraz rozkładających triglicerydy wyższych kwasów tłuszczowych. Ponieważ lipidy nie rozpuszczają się w wodzie reakcja lipaz zachodzi na granicy fazy wodnej, w której rozpuszczone są enzymy, oraz fazy stałej (produkt zawierający tłuszcze) [5], [12], [3]. Do produkcji lipaz wykorzystuje się głównie grzyby strzępkowe z rodzaju *Rhizopus*, *Aspergillus* i *Mucor*.

Dotychczas lipazy były wykorzystywane głównie w serowarstwie do przyspieszania dojrzewania i poprawiania aromatu serów. Ostatnio rośnie jednak zainteresowanie ich stosowaniem do regulowania składu kwasów tłuszczowych w triglicerydach, co ma znaczenie w kształtowaniu wartości odżywczej margaryn.

Zastosowanie innych enzymów jest znacznie mniejsze i ogranicza się do specjalnych celów. Spośród enzymów z grupy oksydaz w produkcji żywności stosuje się oksydazę glukozową do usuwania glukozy lub tlenu z produktów spożywczych (masa jajowa, piwo, soki cytrusowe) lub dla zapobieżenia utlenianiu lipidów (np. majonez). Pewne zastosowanie znalazła także katalaza, która chroni produkty spożywcze przed szkodliwym działaniem nadtlenku wodoru (mleko, susze). Innym przykładem zastosowania enzymów oksydacyjnych jest lipooksydaza sojowa stosowana do zapobiegania ciemnieniu mąki pszennej [5].

Dzięki postępom enzymologii jest możliwe wytwarzanie fruktozylotransferaz o dużej aktywności w postaci immobilizowanej i preparatów ciekłych do stosowania w procesach biokonwersji sacharozy [6].

Z kolei 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 koncentratkach 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 smakozapachowych, 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 niewydzielonych ze struktur komórkowych (całokomórkowe, ang. whole-cell system) [1].

## **Podsumowanie**

Stosowanie preparatów enzymatycznych w praktyce jest szerokie, gdyż obejmuje prawie wszystkie gałęzie przemysłu spożywczego. Najważniejsze korzyści płynące z zastosowania enzymów to: przyspieszenie procesów technologicznych, możliwość uruchomienia produkcji nowych asortymentów żywności (w tym żywności funkcjonalnej), podniesienie jakości i atrakcyjności oraz wydłużenie trwałości produktów żywnościowych, możliwość zwiększenia wydajności tradycyjnie stosowanych surowców i zmniejszenie kosztów produkcji [13].

**Autor: Emilia Cielecka**

## **Literatura:**

1. Adamczak M., Bednarski W. Enzymatyczna synteza galaktiooligosacharydów i laktulozy w permeacie po ultrafiltracji serwatki. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 2008, 6 (61): 105 - 117
2. Aiyer P. V., Amylases and their applications. *African Journal of Biotechnology* Vol. 4 (13), 2005: 1525 - 1529
3. Aravindan R., Anbumathi P., Viruthagiri T. Lipase Application in Food Industry. *Indian Journal of Biotechnology*. Vol.6,(4), 2007: 141 - 158
4. Bednarski W., Rejs A. *Biotechnologia żywności*. Wydawnictwa Naukowo - Techniczne. Warszawa, 2003: 298 - 315
5. Gawęcki J., Mossor - Pietraszewska T. red. *Kompendium wiedzy o żywności, żywieniu i zdrowiu*. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa, 2004: 85 - 126
6. Król B., Klewicki R. Wytwarzanie koncentratów fruktooligosacharydów (FOS) o zróżnicowanym składzie oligomerycznym z wykorzystaniem enzymatycznej biokonwersji sacharozy. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 2005, 2 (43): 5 - 22
7. Krzyżaniak W., Olesienkiewicz A., Białas W., i in. Charakterystyka chemiczna maltodekstryn o małym równoważniku glukozowym otrzymanych przez hydrolizę skrobi ziemniaczanej za pomocą alfa -amylaz. *Technologia Alimentaria* 2 (2), 2003: 5 -15
8. Monteiro de Souza P., Magalhães P. Application of Microbial  $\alpha$  - Amylase in Industry - A Review. *Brazilian Journal of Microbiology* (2010) 41: 850 - 861
9. Nowak D. Enzymy jako nowoczesne narzędzie technologiczne. *Agro Przemysł* 2/2008: 28 - 30
10. Nowak D., Nowak A. Kinetyka wzrostu biomasy oraz biosyntezy enzymów amylolitycznych przez drożdże *Saccharomyces Fibuligera* podczas hodowli w bioreaktorze. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, 1 (62): 28 - 36
11. Prof. dr hab. Edward Kołakowski Katedra Technologii Żywności, Prof. dr hab. Anna Kołakowska Katedra Towaroznawstwa i Oceny Jakości. *Postępy w technologii solenia i marynowania ryb*. Wydział Nauk o Żywności i Rybactwa Akademia Rolnicza w Szczecinie: 22 - 23
12. Rajendran A., Palanisamy A., Thangavelu V. Lipase Catalyzed Ester Synthesis for Food

13. Samborska K. Suszenie rozpyłowe enzymów - przyczyny inaktywacji oraz metody i mechanizmy ich stabilizacji. ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość, 2010, 6 (73): 7 - 17

14. Sumantha A., Larroche Ch., Pandey A. Microbiology and Industrial Biotechnology of Food - Grade Proteases: A Perspective. Food Technol. Biotechnol. 44 (2), 2006: 211 - 220

<http://laboratoria.net/artukul/12855.html>

**Informacje dnia:** [Jak otworzyć laboratorium? Dziękujemy za odwiedziny na targach Labs Expo W przyszłości będziemy jedli mięso z drukarki Ruszył nabór na wspólne projekty przedsiębiorców i naukowców; w puli 66 mln zł Błonica - choroba groźna także dla dorosłych 87% internautów uważa hejt za poważny problem społeczny](#) [Jak otworzyć laboratorium? Dziękujemy za odwiedziny na targach Labs Expo W przyszłości będziemy jedli mięso z drukarki Ruszył nabór na wspólne projekty przedsiębiorców i naukowców; w puli 66 mln zł Błonica - choroba groźna także dla dorosłych 87% internautów uważa hejt za poważny problem społeczny](#) [Jak otworzyć laboratorium? Dziękujemy za odwiedziny na targach Labs Expo W przyszłości będziemy jedli mięso z drukarki Ruszył nabór na wspólne projekty przedsiębiorców i naukowców; w puli 66 mln zł Błonica - choroba groźna także dla dorosłych 87% internautów uważa hejt za poważny problem społeczny](#)

## **Partnerzy**