

KONFERENCJA TECHNOLOGICZNA I TECHNICZNA  
DLA BRANŻY MIĘSNEJ, DROBIARSKIEJ I RYBNEJ

# FORUM MIĘSNE TECHNOLOGIE 2026

## FORUM MIĘSNE TECHNOLOGIE 2026

Tematyka: OPTYMALIZACJA KOSZTÓW – polepszenie RENTOWNOŚCI PRODUKCYJNEJ,  
PROCESOWEJ I ENERGETYCZNEJ FIRM.

hotel CUKROWNIA ŻNIN\*\*\*\* w Żninie

27-29.10.2026 r.

W trakcie konferencji GALA NAGRÓD ORŁY 2026



**MIĘSNE**  
TECHNOLOGIE

forum@amfi.pl • [www.spozywcze technologie.pl/miesnetecnologie](http://www.spozywcze technologie.pl/miesnetecnologie)  
tel. 731 994 999, 733 275 719  
[www.spozywcze technologie.pl/forum](http://www.spozywcze technologie.pl/forum)

 **kram**

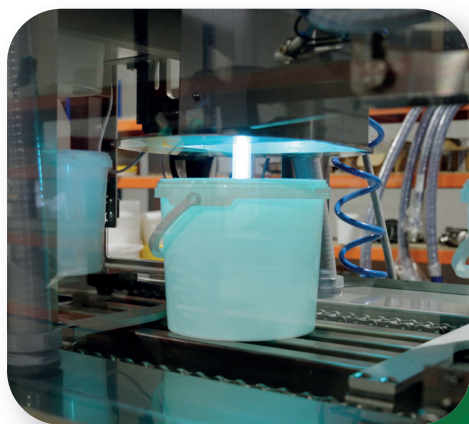
[www.kramfc.com](http://www.kramfc.com)



## **Producent zgrzewarek, linii dozująco-pakujących w wiadra**

- Linie do napełnia, zgrzewania i zamykania wiader,
- Linie o konstrukcji liniowej oraz rotacyjnej,
- Systemy dozowania: objętościowe, wagowe oraz grawitacyjne,
- Urządzenia zgrzewające tacki w systemie MAP

- Sterylizacja opakowań, folii oraz produktu lampami UV,
- wytwarzanie sterylnej powietrza - filtry HEPA,
- wysoka jakość wykonania urządzeń przeznaczona do pracy w ciężkich warunkach,
- prosta obsługa urządzenia,
- możliwość zgrzewania wiader o różnym kształcie,
- dwa rodzaje zgrzewu wiader na płasko lub z termoformowaniem,
- opatentowany system plombowania wiader oparty na wytwarzaniu próżni (mechaniczne wypchnięcie powietrza),
- szybki oraz przyjazny dla operatora system przezbrajania na inne formaty opakowań,
- mobilne stacje mycia CIP,
- wieloletnie doświadczenie na rynku polskim oraz światowym,
- wysoka wydajność,
- możliwość zastosowania buforów wiader i pokrywek umożliwiających wydłużenie ciągłości procesów produkcyjnych bez ingerencji obsługi linii produkcyjnych.



#### Dozowniki tłokowe oraz objętościowe do dozowania:

mleka, śmietany, jogurtów, serków homogenizowanych, serków topionych, sosów serowych, twarogów, kremów oraz innych produktów mleczarskich.

#### Kontakt:



tel: + 48 55 625 53 23



info@kramfc.com



www.kramfc.com



Zajrzyj  
na naszą stronę





# MLECZARSKIE

T E C H N O L O G I E

wiosna 2026

indeks reklam i marek



#### WYDAWCA:

AMFI Sp. z o.o.  
ul. Elsnera 55a, 43-190 Mikołów  
biuro@amfi.pl  
KRS: 0000741206, NIP: 6351848150

#### PREZES ZARZĄDU

Zbigniew Czajkowski

**MLECZARSKIE**  
T E C H N O L O G I E

#### REDAKCJA:

biuro@amfi.pl

#### REDAKTOR NACZELNY

Jakub Musioł, tel. kom.: 731 994 999  
j.musiol@womat.com.pl

#### DZIAŁ GRAFICZNY

#### KIEROWNIK DZIAŁU GRAFICZNEGO:

Mariusz Borowy  
tel. 509 545 418

#### DYREKTOR HANDLOWY

Jarosław Banaś, tel. kom.: 733 275 719  
j.banas@womat.com.pl

**FOTO:** Archiwum własne, internetowe banki  
zdjęć, zdjęcia firm współpracujących

ISSN: 2450-6877

portal  
**SPOŻYWCZE**  
T E C H N O L O G I E

[www.spozywcze Technologie.pl/mleko](http://www.spozywcze Technologie.pl/mleko)

|                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| ALFA LAVAL . . . . .               | 45                |
| ANDRA . . . . .                    | 39                |
| DATURE ENTERPRISE . . . . .        | 14, 52            |
| FORUM MIĘSNE TECHNOLOGIE . . . . . | 3, 20, 21, 22, 23 |
| INTER ARMA . . . . .               | 48                |
| INTERMASZ . . . . .                | 2, 18             |
| KRAM . . . . .                     | 4,5               |
| LEOSMAK . . . . .                  | 46                |
| MACZBETER . . . . .                | 34                |
| MOESCHLE POLSKA . . . . .          | 11                |
| PEPE SOLEC . . . . .               | 45                |
| PFTECHNOLOGY . . . . .             | 24                |
| POL-SPAW GROUP . . . . .           | 31                |
| PROMINENT DOZOTECHNIKA . . . . .   | 9                 |
| SMARTSTOCK . . . . .               | 14, 52            |
| STAWIANY . . . . .                 | 50                |
| STIGEN . . . . .                   | 51                |
| SYMPOZJUM INNODAIRY . . . . .      | 19                |
| TARGI FOOD TECH . . . . .          | 27                |
| TARGI POLAGRA . . . . .            | 16,17             |
| TARGI WARSAW PACK . . . . .        | 15                |
| TECHMILK . . . . .                 | 7                 |
| TORPOL . . . . .                   | 1, 38             |

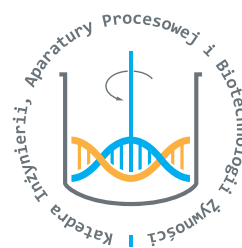
Wszystkie prawa zastrzeżone. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności za treść reklam i ogłoszeń publikowanych w niniejszym czasopiśmie. Wszystkie informacje zamieszczone w czasopiśmie są publikowane na wyłączną odpowiedzialność osób nadsyłających i podających dane. Wydawca nie zwraca materiałów oraz zastrzega sobie prawo ich redagowania i skracania. Wydawca zastrzega sobie prawo wyłączności do reprodukcji stworzonych i zamieszczonych w czasopiśmie reklam i ogłoszeń. Jakakolwiek część niniejszej publikacji nie może być reprodukowana, przedrukowywana ani przechowywana w żadnej bazie danych bez pisemnej zgody firmy AMFI. © Copyright by AMFI 2026



**11–13 lutego 2026 r.**

*Hotel Gołębiowski*

ul. Mrągowska 34  
11-730 Mikołajki



**GŁÓWNI ORGANIZATORZY:**

Przewodniczący:

**dr hab. inż. Fabian Dajnowiec**

tel. +48 89 523 3204

fabian.dajnowiec@uwm.edu.pl

Sekretarz:

**dr inż. Józef Warechowski**

tel. +48 89 523 3634

jozef.warechowski@uwm.edu.pl



Katedra Inżynierii, Aparatury  
Procesowej i Biotechnologii Żywności  
Wydział Nauki o Żywności  
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski  
w Olsztynie

ul. Oczapowskiego 7, 10-719 Olsztyn  
e-mail: [techmilk@uwm.edu.pl](mailto:techmilk@uwm.edu.pl)  
<https://techmilk.uwm.edu.pl/>  
tel./ fax: 89 523 4431

**Zgłaszanie uczestników z zakładów mleczarskich do 16.01.2026 r. na adres [techmilk@uwm.edu.pl](mailto:techmilk@uwm.edu.pl)**



# MLECZARSKIE

T E C H N O L O G I E

wiosna 2026

spis treści

**12** Polska Izba Mleka  
na targach Gulfood w Dubaju



**13** Zrównoważone mleczarstwo – odpowiedzialna  
produkcja, świadomy wybór konsumenta

**14** ŚMIETANKA TECHNOLOGICZNA  
Jak sztuczna inteligencja optymalizuje  
pracę polskich mleczarni?

**16** Nadchodzi najbardziej kompleksowa edycja  
w historii wydarzenia

**20** Technologie łączą branżę – Relacja z konferencji  
FORUM MIĘSNE TECHNOLOGIE 2025

**24** Rozwiązania dla gospodarki  
ściekowej w zakładach mleczarskich



**28** *Elżbieta Haponiuk*  
Nanotechnologia  
w opakowaniach mleczarskich



**32** **Katarzyna Nefke-Skocińska:**  
Serwatka – wartość odżywcza, prozdrowotna  
i trend zero waste

**34** *Beata Maczyszyn*  
Ulga badawczo-rozwojowa (B+R)  
w branży mleczarskiej  
decyzja podatkowa, która realnie  
wpływa na wynik finansowy



# DULCOLYSE - skuteczna dezynfekcja z minimalną zawartością chloranów

ProMinent®



## Zastosowanie:

- Dezynfekcja wody
- Dezynfekcja zewnętrznych i wewnętrznych powierzchni urządzeń produkcyjnych (CIP)



ProMinent Dozotechnika Sp. z o.o.  
tel.: 663 300 400 e-mail: [biuro@prominent.com](mailto:biuro@prominent.com)

[www.prominent.pl](http://www.prominent.pl)



# MLECZARSKIE

T E C H N O L O G I E

wiosna 2026

spis treści

## 38

Opakowanie, które przejmuje odpowiedzialność.

Dlaczego worek papierowy stał się jednym z najważniejszych elementów bezpieczeństwa?



## 46

Colostrum Bovinum:

od produktu ubocznego do „błękitnego oceanu” branży mleczarskiej.

Rola liofilizacji w budowaniu przewagi konkurencyjnej.



## 40

*Marika M. Bielecka, Marek Aljewicz*

Od ilości do jakości:  
białka mleka w nowej  
piramidzie żywienia



## 48

*Agnieszka Kopecka*

Lampa UV-A BioDtex – nowatorskie  
urządzenie do wczesnej detekcji biofilmu  
w przemyśle mleczarskim



# MoeschlePolska



**Kompletne linie technologiczne do produkcji mleka, przetworów mlecznych, produktów pochodzenia roślinnego oraz zwierzęcego.**

**Dodatkowo oferujemy najwyższej jakości koagulatory, kotły serowarskie, zbiorniki magazynowe mleka oraz zbiorniki fermentacyjne do ukwaszania produktów mlecznych oraz jogurtów.**

M: +48 606 392 978 T: +48 16 732 46 16  
przemyslaw.nieradka@moeschle.pl  
www.moeschle.pl

Moeschle Polska Sp. z o.o.  
ul. Przemysłowa 9  
36-065 Dynów

# Polska Izba Mleka na targach Gulfood w Dubaju

Polska Izba Mleka zorganizowała stoisko narodowe podczas targów Gulfood – największych w tym roku targów spożywczych na świecie i jednego z najważniejszych wydarzeń międzynarodowych dla globalnej branży food & beverage. Gulfood od lat stanowi kluczową platformę spotkań producentów żywności, dystrybutorów, sieci handlowych, importerów oraz przedstawicieli sektora HoReCa, umożliwiając wymianę doświadczeń, prezentację oferty oraz budowanie długofalowych relacji biznesowych.

Targi Gulfood są miejscem, w którym wyznaczone są światowe trendy w produkcji i handlu żywnością. To przestrzeń prezentacji innowacyjnych produktów, nowych technologii, rozwiązań w zakresie zrównoważonej produkcji oraz kierunków rozwoju globalnych rynków. Dla firm udział w Gulfood oznacza możliwość bezpośredniego dotarcia do kontrahentów z Bliskiego Wschodu, Afryki, Azji i Europy, a także realną szansę na rozpoczęcie lub rozszerzenie eksportu na dynamicznie rozwijające się rynki międzynarodowe. Obecność na targach sprzyja wzmocnieniu rozpoznawalności marki, budowaniu wizerunku wiarygodnego partnera biznesowego oraz prowadzeniu rozmów handlowych w jednym, międzynarodowym otoczeniu.

Tegoroczna edycja Gulfood ma wyjątkowy charakter również ze względu na swoją skalę organizacyjną. Po raz pierwszy w historii wydarzenie odbywa się jednocześnie w dwóch lokalizacjach: Dubai World Trade Centre oraz Dubai Exhibition Centre w Expo City Dubai. W targach uczestniczy ponad 8 500 wystawców z 195 krajów, prezentowanych jest ponad 1,5 miliona produktów w 12 sektorach tematycznych, co czyni Gulfood bezkonkurencyjną platformą dla światowego sektora spożywczego.

Udział w targach Gulfood jest elementem szerszych działań Polskiej Izby Mleka na rzecz rozwoju polskiego eksportu. PIM aktywnie wspiera krajowych producentów, organizując stoiska narodowe na międzynarodowych targach, realizując projekty promocyjne, misje gospodarcze oraz inicjatywy mające na celu zwiększenie konkurencyjności polskiego mleczarstwa na rynkach zagranicznych. Działania te przyczyniają się

do budowania silnej i rozpoznawalnej marki polskich produktów mlecznych na świecie.

Na stoisku Polskiej Izby Mleka swoją ofertę prezentują firmy Bartex, Spółdzielnia Mleczarska w Gostyniu oraz Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska w Sierpcu, wspólnie promując polskie mleczarstwo jako sektor nowoczesny, oparty na wysokiej jakości, bezpieczeństwie produkcji oraz międzynarodowych standardach.

Zapraszamy do odwiedzenia stoiska Polskiej Izby Mleka w hali Dairy, pod numerem RJ-43. ■



# Zrównoważone mleczarstwo

## – odpowiedzialna produkcja, świadomy wybór konsumenta

Zrównoważoność coraz częściej staje się kluczowym pojęciem w debacie o przyszłości rolnictwa, a sektor mleczarski jest jednym z obszarów, w których ma ona szczególne znaczenie. Zrównoważone mleczarstwo to podejście, które łączy odpowiedzialność środowiskową, dobrostan zwierząt, opłacalność ekonomiczną gospodarstw oraz wysoką jakość i bezpieczeństwo produktów trafiających do konsumentów. Jego celem jest produkcja mleka w taki sposób, aby zaspokajać potrzeby obecnego pokolenia, nie ograniczając możliwości przyszłych.

Wymogi stawiane rolnikom w ramach zrównoważonego mleczarstwa obejmują przede wszystkim odpowiedzialne gospodarowanie zasobami naturalnymi. Oznacza to racjonalne wykorzystanie wody, energii oraz pasz, a także dbałość o glebę i bioróżnorodność. Coraz większą wagę przykładana jest do ograniczania emisji gazów cieplarnianych, m.in. poprzez poprawę efektywności żywienia krów, nowoczesne zarządzanie nawozami naturalnymi oraz inwestycje w technologie energooszczędne. Istotnym elementem jest również dobrostan zwierząt, który obejmuje zapewnienie odpowiednich warunków bytowych, dostępu do świeżej wody, właściwej opieki weterynaryjnej oraz możliwości realizowania naturalnych zachowań. Rolnik zobowiązany jest także do przestrzegania rygorystycznych norm higieny i bezpieczeństwa produkcji mleka, a w wielu przypadkach do prowadzenia szczegółowej dokumentacji potwierdzającej zgodność działań z zasadami zrównoważonego rozwoju.

Zrównoważone mleczarstwo niesie ze sobą także konkretne korzyści dla samych rolników. Choć początkowo może wymagać inwestycji i zmian w sposobie prowadzenia gospodarstwa, w dłuższej perspektywie przyczynia się do większej stabilności ekonomicznej. Lepsze zarządzanie zasobami pozwala obniżyć koszty produkcji, poprawa zdrowia zwierząt zmniejsza straty i wydatki na leczenie, a spełnianie standardów zrównoważoności często otwiera dostęp do programów wsparcia finansowego oraz nowych rynków zbytu. Dodatkowo rolnicy zyskują większe zaufanie społeczne i pozytywny wizerunek jako producenci odpowiedzialni i świadomi swojego wpływu na środowisko.

Korzyści z rozwoju zrównoważonego mleczarstwa są wyraźnie odczuwalne również przez konsumentów. Przede wszystkim otrzymują oni produkty o wysokiej jakości, wytwarzane z poszanowaniem natury i dobrostanu zwierząt. Mleko i przetwory mleczne pochodzące z takich gospodarstw często charakteryzują się lepszą identyfikowalnością po-

chodzenia oraz większą transparentnością procesu produkcji. Konsument ma świadomość, że jego wybory zakupowe wspierają praktyki ograniczające negatywny wpływ na klimat i środowisko, a także przyczyniają się do utrzymania lokalnych gospodarstw i obszarów wiejskich. Zrównoważone mleczarstwo buduje również zaufanie do całego łańcucha żywnościowego, dając poczucie bezpieczeństwa i odpowiedzialnej konsumpcji.

W kontekście rosnących wyzwań klimatycznych i społecznych zrównoważone mleczarstwo staje się nie tylko trendem, ale koniecznością. Współpraca rolników, przetwórców i konsumentów pozwala tworzyć system produkcji żywności, który jest bardziej odporny, etyczny i przyjazny dla środowiska. Dzięki temu mleko przestaje być jedynie codziennym produktem, a staje się symbolem świadomego wyboru i troski o przyszłość kolejnych pokoleń. ■





# ŚMIETANKA TECHNOLOGICZNA

## Jak sztuczna inteligencja optymalizuje pracę polskich mleczarni?

Biznes mleczarski staje się coraz bardziej wymagający. Dynamiczne regulacje, wahania cen surowca oraz zmienność popytu sprawiają, że przetwórstwo musi działać szybciej, trafniej i bardziej elastycznie. Z pomocą przychodzą rozwiązania oparte na sztucznej inteligencji, które upraszczają złożone procesy i podnoszą odporność łańcucha dostaw.

*„Sztuczna inteligencja przestaje być przewagą konkurencyjną. Staje się koniecznością.”*

### AI WKRACZA DO POLSKIEGO BIZNESU

Według analiz Gartnera, do 2030 roku **ponad 70% dużych przedsiębiorstw** wdroży sztuczną inteligencję do prognozowania popytu i planowania łańcucha dostaw. Ten globalny trend widoczny jest również w Polsce – z rozwiązania **DATURE AI** korzystają już m.in. **SM Spomlek** i **Cedrob S.A.**

### O TECHNOLOGII: DATURE AI

DATURE to nagradzany polski system oparty na algorytmach uczenia maszynowego i zaawansowanej matematyce. Jego zadaniem jest:

- generowanie precyzyjnych prognoz popytu,
- wyliczanie optymalnych rekomendacji zatowarowania,
- analizowanie ryzyka braków (out-of-stock) oraz nadwyżek (over-stock),
- symulowanie parametrów dla uzyskania optymalnych kosztów i marży

### EFEKTY WDROŻEŃ W POLSKICH FIRMACH

- Redukcja błędów prognoz o 30–50%
- Ograniczenie utraconej sprzedaży nawet o 65%
- Zmniejszenie nadmiernego zapasu o 20–50%

Takie wyniki przekładają się na realne obniżenie kosztów i zwiększenie przewidywalności w planowaniu.

### PRZYKŁADY WDROŻEŃ

#### SM Spomlek – case study:

<https://dature.cloud/baza-wiedzy/case-study-sm-spomlek-optimalizacja-procesu-planowania-w-branzy-spozywczej/>

#### Cedrob S.A. – case study:

<https://dature.cloud/baza-wiedzy/case-study-cedrob/>

### NAGRODY I UZNANIE BRANŻY

W 2025 roku DATURE zdobyło dwie najważniejsze nagrody logistyczne:

- Nagroda Główna Eurologistics – Produkt Innowacyjny dla Logistyki, Transportu i Produkcji
- Logistics Award Polska – „Systemy IT dla logistyki”

To potwierdzenie, że polskie rozwiązania AI dorównują technologiom światowym.

### PODSUMOWANIE

Planowanie oparte o sztuczną inteligencję to nie przyszłość – to teraźniejszość. Mleczarnie, które wdrażają nowoczesne narzędzia predykcyjne, osiągają większą odporność operacyjną i stabilność finansową.

Technologia już działa. Pytanie brzmi: kiedy dołączysz? ■

#### Smartstock Sp. z o.o.

ul. Królowej Jadwigi 43, 61 871 Poznań  
tel. 534 288 279

e-mail: [biuro@smartstock.cloud](mailto:biuro@smartstock.cloud)  
[www.dature.cloud](http://www.dature.cloud)





PATRONAT:



PATRONATY HONOROWE:



**PTAK  
WARSAW  
EXPO**



**14 - 16 | 04 | 2026**

**NAJWIĘKSZE TARGI TECHNIKI  
PAKOWANIA I OPAKOWAŃ  
W POLSCE**



**ZAREJESTRUJ SIĘ**  
ODBIERZ DARMOWY BILET



**ESTYMACJE 2026:**

6 pawilonów  
**50 000 m<sup>2</sup>**  
Powierzchni wystawienniczej

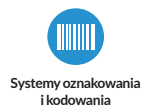
ponad  
**900**  
brandów i marek

**500**  
stoisk

**5**  
Konferencji  
**45**  
Prelekcji

**81%**  
wystawców ponownie  
wystawiło się na  
targach

**Zakres Branżowy Targów**



📍 Aleja Katowicka 62, 05-830 Nadarzyn | 🌐 [www.warsawexpo.eu](http://www.warsawexpo.eu) | 📱 / warsawexpo

# Nadchodzi najbardziej kompleksowa edycja w historii wydarzenia

Nadchodząca edycja POLAGRA przyniesie nie tylko spotkania z liderami rynku i bogaty program wydarzeń - to także nowe obszary tematyczne będące odpowiedzią na najważniejsze wyzwania stojące przed sektorem. W dniach 23-25 września 2026 Poznań ponownie stanie się miejscem, w którym branża rolno-spożywcza wyznaczy kierunek rozwoju.

**P**OLAGRA to jedno z najważniejszych wydarzeń branżowych w Europie Środkowo-Wschodniej - przestrzeń w której od lat spotykają się producenci żywności, dystrybutorzy, technolodzy, eksperci, przedstawiciele sieci handlowych oraz innowatorzy kształtujący kierunek rozwoju sektora rolno-spożywczego.

W dniach 23-25 września 2026 Poznań ponownie stanie się centrum globalnego biznesu spożywczego. Nadchodząca edycja będzie nie tylko kontynuacją najlepszych tradycji targów, ale też rozszerzeniem ich formuły o nowe, wysoce istotne dla branży obszary.

## Dlaczego warto być częścią POLAGRA 2026?

- Networking z liderami rynku i kluczowymi decydentami – spotkania, które realnie budują biznes.
- Kompleksowa oferta obejmująca cały łańcuch wartości – od surowców, przez produkcję i technologię, po opakowania i dystrybucję.
- Ekspercka wiedza – konferencje, debaty i szkolenia. Ponad 60 wydarzeń na scenie.
- Polagra HoReCa by Paweł Gruba – przestrzeń, która co roku przyciąga największą liczbę profesjonalnych szefów kuchni i twórców internetowych w Polsce.
- Partnerstwo z Lidl Polska i Żabka Polska – obecność największych graczy rynku poszukujących nowych dostawców.
- Obecność kupców z największych sieci handlowych – realna szansa na kontrakt.
- Program Hosted Buyers – dedykowane zaproszenia dla zagranicznych kupców.
- Największa w Polsce reprezentacja administracji rządowej i samorządowej – bezpośredni dialog o przyszłości sektora.

## Nowe obszary tematyczne POLAGRA 2026

Tegoroczna edycja wprowadza cztery strategiczne strefy, które odpowiadają na kluczowe wyzwania współczesnego rynku.

### 1. Gospodarka zarządzania odpadami

Rosnące koszty energii, presja regulacyjna i potrzeba zrównoważonego rozwoju powodują, że technologie zwiększające efektywność i ograniczające straty stają się priorytetem.

W tej strefie zaprezentują się firmy oferujące:

- rozwiązania do przetwarzania odpadów spożywczych na biomasę,
- systemy poprawiające efektywność energetyczną,
- innowacje zgodne z zasadami gospodarki obiegu zamkniętego w sektorze rolno-spożywczym.

To przestrzeń dla przedsiębiorstw, które chcą łączyć biznes z odpowiedzialnością środowiskową.

### 2. Oznaczenia geograficzne

W świecie, w którym konkurencja jest globalna, a produkty coraz bardziej podobne, lokalność i autentyczność stają się przewagą.

POLAGRA 2026 szczególnie mocno wspiera producentów wytwarzających:

- tradycyjne produkty regionalne,
- żywność o unikalnych cechach wynikających z terroir,
- wyroby chronione prawem unijnym lub ubiegające się o takie oznaczenia.

To strefa celebrująca wyjątkowość i historię – wartości, które wyróżniają marki na rynku.

### 3. Centrum Rozwoju Biznesu

Centrum stworzone z myślą o tych, którzy chcą świadomie planować rozwój, analizować trendy i budować przewagi rynkowe. To miejsce, w którym:

- eksperci doradzają w kluczowych kwestiach strategicznych,
- można skonsultować się ze specjalistami od eksportu, technologii czy marketingu,
- uczestnicy czerpią inspiracje i tworzą fundamenty przyszłych projektów.

Przestrzeń zaprojektowana jako hub wiedzy i kierunkowskaz dla firm o różnym poziomie zaawansowania.

### 4. Strefa Start-Up

Innowacja to dziś warunek konkurencyjności. Dlatego POLAGRA 2026 rozwija strefę start-upów, prezentując młode firmy, które zmieniają oblicze branży, napędzając przyszłość sektora rolno-spożywczego:

- nowatorskie technologie produkcji i przetwarzania,
- rozwiązania automatyzujące dystrybucję i logistykę,
- narzędzia marketingowe, sprzedażowe i analityczne nowej generacji.

**Zarezerwuj w kalendarzu: 23-25 września 2026.** Dołącz do wydarzenia, które tworzy kierunek, wyznacza standardy i łączy ludzi napędzających rozwój sektora. ■

**POLAGRA**  
food • horeca • foodtech



ZAPRASZA  
**mtp**  
GRUPA

**23-25.09.2026**



Międzynarodowe  
Targi Poznańskie



**in** [/showcase/polagra](#)

**f** [/TargiPolagra](#)

**ig** [/TargiPolagra](#)

**www** [polagra.pl](#)

# MIKROFILTRACJA W PRZEMYŚLE MLECZARSKIM

**T**echnologia membranowa wywarła w ostatnich latach ogromny wpływ na przemysł mleczarski. Rosnące zapotrzebowanie tej branży na skuteczne metody rozdziału bądź wzbogacania składników mleka lub jego pochodnych oraz coraz surowsze wymagania co do czystości produktu finalnego stanowiły siłą napędową dla rozwoju technik filtracji i separacji cieczy. Jedną z najefektywniejszych metod rozdziału okazały się techniki membranowe. Rosnąca popularność filtracji membranowej wynika zarówno z ciągłego udoskonalania materiałów stosowanych do produkcji membran, jak i ciągle poszerzającego się obszaru ich aplikacji w praktyce przemysłowej. Techniki membranowe stosowane są wszędzie tam, gdzie istnieje potrzeba klarowania, frakcjonowania, bądź zateżnienia substancji występujących w mleku, serwatce, maślanie lub solance serowarskiej.

Techniki filtracji membranowej działają w oparciu o fizyczną przegrodę zwaną membraną filtracyjną oraz siłą napędową procesu powodującą rozdział składników mieszaniny. **MEMBRANĄ FILTRACYJNĄ** nazywamy każdą cienkowarstwową przegrodę zdolną do selektywnego rozdziału składników mieszanin.

Siłą napędową procesów filtracji w praktyce przemysłowej jest najczęściej różnica ciśnień – mikrofiltracja (MF), ultrafiltracja (UF), nanofiltracja (NF) i odwrócona osmoza (RO) lub różnica potencjału elektrycznego – elektrodializa (ED). Niezależnie od wybranej techniki podczas przepływu filtrowanego roztworu wzdłuż powierzchni membrany dzięki selektywnemu działaniu membrany, jedne składniki roztworu przenikają przez membranę, tworząc strumień permeatu (filtratu), a inne pozostają w roztworze, tworząc strumień zateżniony, określany mianem retentatu (koncentratu). W zależności od aplikacji produktem finalnym procesu może być zarówno permeat, jak i retentat, a w niektórych sytuacjach oba te strumienie.

Popularność wykorzystania technik membranowych jest wynikiem licznych **ZALET**, wśród których można wymienić m.in.:

- możliwość jednoczesnego zagęszczania, frakcjonowania i oczyszczania roztworów
- ograniczenie lub wyeliminowanie negatywnego wpływu obróbki termicznej na składniki żywności lub mikroorganizmy stosowane w jej produkcji
- praca w oparciu o czysto fizyczne metody rozdziału, bez konieczności stosowania substancji chemicznych
- wyeliminowanie przemian fazowych rozdzielanych składników
- modułowa budowa urządzeń umożliwiająca ich rozbudowę

Pośród technik membranowych coraz istotniejszego znaczenia nabiera **MIKROFILTRACJA**, stosowana do oczyszczania, klarowania, odtłuszczania, koncentracji, bądź separacji białek. Wśród licznych aplikacji tej techniki w przemyśle spożywczym wymienić można m.in.

- Usuwanie bakterii i przetrwalników z mleka procesowego (produkcja serów, twarogów, proszków mlecznych)
- Usuwanie bakterii i przetrwalników z mleka ESL (mleko spożywcze o przedłużonej trwałości - mikrofiltrowane i pasteryzowane w temp. 72°C)
- Usuwanie bakterii i przetrwalników z serwatki słodkiej (produkcja proszków serwatkowych, WPC, WPI)
- Usuwanie pyłu kazeinowego oraz bakterii i przetrwalników z serwatki kwaśnej (produkcja serwatki demineralizowanej)
- Standaryzacja kazeiny w mleku procesowym (produkcja twarogów, serów, jogurtów)
- Frakcjonowanie i koncentracja białek mleka (produkcja kazeiny micelarnej MCC)
- Oczyszczanie i regeneracja solanek serowarskich
- Produkcja twarożków odtłuszczonych, tłustych lub śmietankowych z mleka lub śmietanki ukwaszonej



Materiałem wyjściowym do produkcji membran są najczęściej **ZWIĄZKI POLIMEROWE** oraz **MATERIAŁY CERAMICZNE**. Intensywny wzrost możliwości zastosowania membran w przemyśle spożywczym związany jest zarówno z dynamicznym rozwojem chemii tworzyw sztucznych, szczególnie polimerów syntetycznych, jak i rozwojem technologii wytwarzania membran z materiałów nieorganicznych, zwłaszcza ceramicznych. Te ostatnie znalazły swoje stałe miejsce w licznych obszarach zastosowań, m.in. dzięki takim cechom, jak: możliwość pracy w wysokich temperaturach, odporność na pełen zakres pH (0-14), wytrzymałość mechaniczna, długa żywotność, możliwość regeneracji tanimi środkami chemicznymi. Jednym z obszarów innowacyjności membran ceramicznych jest zastosowanie niekołowych przekrojów

kanałów membran pozwalające na istotne zwiększenie powierzchni filtracyjnej w stosunku do membran o kołowym przekroju kanałów. Fakt ten ma wpływ na obniżenie kosztów inwestycyjnych instalacji dzięki możliwości zastosowania mniejszej ilości membran i mniejszych pomp, przy jednoczesnym zachowaniu pożądanej wydajności urządzenia.

**Firma 'Intermasz – filtracja membranowa' od ponad 25 lat specjalizuje się w pracach badawczo-rozwojowych oraz projektowaniu i wdrażaniu badawczych i przemysłowych instalacji membranowych w przemyśle spożywczym.**

**Jako wyłączny przedstawiciel firmy TAMI Industries, jednego z wiodących producentów membran ceramicznych na świecie, Intermasz oferuje unikalną wiedzę i doświadczenie w zakresie stosowania instalacji z membranami ceramicznymi w szeregu aplikacji, zwłaszcza z zakresu mikro- ultra- i nanofiltracji. Firma oferuje możliwość przeprowadzenia badań laboratoryjnych lub półtechnicznych we własnym laboratorium lub w zakładzie klienta.**

# INNODAIRY 2026



## XXXII SYMPOZJUM

**TECHNIKA I TECHNOLOGIA  
W PRZEMYŚLE MLECZARSKIM**

---

**16 - 19 CZERWCA 2026**

---

## **OPTYMALIZACJA PROCESÓW I AI W MLECZARSTWIE SZANSE I ZAGROŻENIA**

### **ORGANIZATOR:**

**KATEDRA MLECZARSTWA I ZARZĄDZANIA JAKOŚCIĄ  
WYDZIAŁ NAUKI O ŻYWNOŚCI  
UNIwersytet WARMIŃSKO-MAZURSKI W OLSZTYNIE**

---

Szczegółowe informacje wraz z kartą zgłoszenia zostaną wysłane do wszystkich zakładów mleczarskich. Kartę zgłoszenia będzie można również otrzymać, pisząc na adres Sekretariatu Sympozjum.

---



### **KONTAKT:**

tel.: (89) 523-39-78, tel./ fax: (89) 523-34-02  
e-mail: [innodairy@uwm.edu.pl](mailto:innodairy@uwm.edu.pl)

TARGI, KONFERENCJE, WYSTAWY

# TECHNOLOGIE ŁĄCZĄ BRANŻĘ

## Relacja z konferencji

### FORUM MIĘSNE TECHNOLOGIE 2025

Za nami kolejne duże spotkanie branży mięsnej i drobiarskiej. Nowoczesne technologie, oszczędność energetyczna, rozwiązania decydujące o podniesieniu rentowności zakładów przetwórczych – to tematy, które poruszaliśmy na konferencji. To najbardziej interesuje branżę w obecnym czasie.

Konferencja FORUM MIĘSNE TECHNOLOGIE 2025 odbyła się w dniach 28-30 października w hotelu CUKROWNIA ŻNIN pod Bydgoszczą. FORUM otworzyła Pani Minister Dorota Bocheńska, Główny Inspektor Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych (IJHARS). W spotkaniu uczestniczyło ponad 350 osób reprezentujących firmy dostawcze oraz czołowe zakłady przetwórstwa mięsnego i drobiarskiego. Na konferencji nie zabrakło przedstawicieli przetwórstwa rybnego, dla których większość prezentowanych rozwiązań jest pokrewna z ofertą skierowaną dla branży mięsnej.

Obecni na FORUM dostawcy technologii reprezentujący zarówno wiodące polskie firmy, jak i czołowe koncerny światowe mieli okazję zaprezentowania swoich najnowszych rozwiązań podczas paneli prelekcyjnych oraz bezpośrednio na stoiskach targowych. Oszczędność energetyczna zakładów, zwiększenie wydajności i konkurencyjności to główne tematy, które były poruszane i na których skupiała się uwaga kadry zarządzającej przemysłem mięsnym. Dostawcy mieli okazję zaprezentowania swojej oferty na stoiskach targowych oraz w trakcie około 40-tu prelekcji na sali plenarnej. W prelekcjach, podzielonych na panele tematyczne, poruszono tak ważne dla branży zagadnienia, jak: wpływ nowoczesnych technologii na rentowność zakładów, optymalizacja kosztów, bezpieczeństwo energetyczne, innowacyjne rozwiązania technologiczne czy też kwestie prawne oraz fundusze unijne.

Dużym zainteresowaniem cieszyła się debata pt.: "KORZYŚCI, SZANSE I ZAGROŻENIA DLA BRANŻY MIĘSNEJ - CO NAS CZEKA W NAJBLIŻSZEJ PRZYSZŁOŚCI? PYTANIA I ODPOWIEDZI. Poruszono w niej tematy obecnej sytuacji branży oraz wyzwań stojących przed nią w najbliższym czasie. Prowadzącym debatę był Witold Katner, a jej uczestnikami: Łukasz Wielgat (Stowarzyszenie Rzeźników i Wędliniarzy RP), lek. wet. Karolina Florek (Główny Inspektorat Weterynarii), Grażyna Franica-Socha (Zakład BRADO-2) oraz Adam Zdanowski (Unia Producentów i Pracodawców Przemysłu Mięsnego).

Konferencja odbyła się w formule dwudniowej. Z jednej strony była możliwość zapoznania się z interesującymi zagadnieniami i nowościami technologicznymi w czasie serii ciekawych wykładów, prelekcji, z drugiej możliwość spotkania z dostawcami na sali targowej z około 70 stoiskami firmowymi. Tam też spotykały się potrzeby właścicieli zakładów

planujących kolejne inwestycje z szeroką ofertą dostawców. Liczne rozmowy na stoiskach oraz w czasie spotkań nieformalnych zaowocowały nawiązaniem wartościowych kontaktów. W ciągu dwóch dni konferencji uczestnicy otrzymali sporą dawkę niezbędnych informacji na interesujące ich tematy, zapoznali się z najnowszymi technologiami.

FORUM MIĘSNE TECHNOLOGIE 2025 pokazało, jak ważnym elementem prowadzenia biznesu jest możliwość bezpośredniej relacji z kontrahentem. W opinii wielu uczestników było to bardzo pożyteczne spotkanie, a nawiązane kontakty mogą przełożyć się na konkretne efekty już po konferencji.

Po każdym z dwóch dni konferencyjnych, przeplatanych dużą ilością prelekcji i rozmów na stoiskach, przygotowaliśmy dla uczestników wieczorne atrakcje. Firma Smoker serwowała mięsa przyrządzone w lokomotywie grillowej oraz doskonałe, lokalne wyroby wędliniarskie. Kolejnego dnia uczestników konferencji swoimi wybornymi produktami raczył ZM Zawistowscy. Schłodzić usta można było przy piwku oraz drinkach serwowanych przez grupę barmanów, która prowadzona przez mistrza świata z Rio De Janeiro dała również wspaniały pokaz swoich umiejętności żonglerskich.

Wieczorną galę rozpoczęło wręczenie nagród redakcji MIĘSNYCH TECHNOLOGII „ORŁY 2025” dla zakładów przetwórczych oraz firm dostawczych, które wykazały się dużą innowacyjnością, dynamicznym rozwojem i jakością swoich produktów i usług. Oto tegoroczni laureaci: Zakład drobiarski BRADO-2, Zakład drobiarski LECH-DRÓB, Zakład Masarski KRAWCZYK, Masarnia WŁADYSŁAWOWO ZAWISTOWSKI, NIEWIEŚCIN, LUKULLUS, Grupa Sokołów S.A., Sokołów S.A. Oddział w Sokołowie Podlaskim, UBOJNIA RYTEL, FOLGA – rozwiązania HR dla branży mięsnej oraz STIGEN – producent wytwornic pary czystej.

Drugi dzień konferencji zakończyliśmy uroczystym balem do białego rana. Parkiet zapętnił się po brzegi, a branża mięsna pokazała, jak wspaniale potrafi się bawić! Jako organizatorzy zrobimy wszystko, aby kolejne edycje FORUM jeszcze skuteczniej konsolidowały przedstawicieli przemysłu mięsnego z dostawcami i przynosiły obu stronom wymierne korzyści.

Wszystkim uczestnikom konferencji życzymy wielu sukcesów zawodowych! Do zobaczenia na FORUM MIĘSNE TECHNOLOGIE 2026. ■

## SPONSOR GŁÓWNY



## SPONSORZY STRATEGICZNI



## SPONSORZY



## PARTNERZY



## PATRONAT HONOROWY







**PFTechnology sp. z o.o.**  
 ul. Kościuszki 96  
 26-680 Wierzbica  
 Tel. +48 48 618 20 71  
 e-mail: office@pfttechnology.eu



# Rozwiązania dla gospodarki ściekowej w zakładach mleczarskich

Zakłady przetwórstwa mleka należą do jednych z najbardziej wymagających obiektów przemysłu spożywczego pod względem gospodarki ściekowej. Duża zmienność asortymentu (mleko, jogurty, sery, lody, śmietany), częste zmiany produkcji, wysokie ładunki tłuszczów (FOG), zawiesiny ogólnej (TSS) oraz ChZT/BZT powodują, że klasyczne rozwiązania oczyszczania często okazują się niewystarczające lub nieekonomiczne. Jedną z najskuteczniejszych technologii wstępnego oczyszczania ścieków mleczarskich jest flotacja ciśnieniowa GEM® w nowoczesnych wariantach wspierana intensywnym mieszaniem i precyzyjnym dozowaniem reagentów.

## Oczyszczanie wstępne – filtracja

Oczyszczanie ścieków z przemysłu mleczarskiego to proces wieloetapowy. Pierwszym etapem jest filtracja mechaniczna oddzielająca większość zanieczyszczeń stałych, większości zanieczyszczeń stałych przygotowując odciek do dalszych etapów przy niskim nakładzie pracy i energii. PFTechnology oferuje sprawdzone urządzenia filtracyjne dedykowane branży mleczarskiej, w tym sita obrotowe z napływem wewnętrznym (LBW) i zewnętrznym (LB). Wykorzystują one obracający się bęben z sita szczelinowego, co tworzy mechaniczną barierę filtracyjną i umożliwia samooczyszczanie wkładu filtracyjnego. Najnowsza wersja sita LB została wyposażona w podwójny nóż zgarniający, zwiększając efektywność usuwania zanieczyszczeń z powierzchni bębna. Taki wstępny etap filtracji zwiększa stabilność pracy całej instalacji, ogra-

nicza ryzyko zatorów i awarii oraz pozwala obniżyć koszty eksploatacji i częstotliwość konserwacji

Dla bardziej wymagających aplikacji dostępne są także sita taśmowe o selektywności od 300µm (z możliwością uzyskania większej dokładności dzięki tworzeniu placka filtracyjnego), a także sita łukowe wibracyjne umożliwiające filtrację już od 100µm. Szczególnie polecamy sita ZSO, które łączą zarówno funkcje sita filtracyjnego i odwadniania wytapanych zanieczyszczeń. PFTechnology specjalizuje się w doborze rozwiązań oraz projektowaniu zarówno pojedynczych urządzeń, jak i wielostopniowych instalacji filtracji, dopasowanych do parametrów ścieków i wymagań klienta. W ofercie znajdują się również filtry osadnikowe oraz filtry samoczyszczące.

## Flotacja ścieków mleczarskich jako podstawowy etap oczyszczania

Instalacje flotacyjne DAF (Dissolved Air Flotation), projektowane i produkowane przez PFTechnology, wyróżniają się wysoką jakością wykonania, niezawodnością oraz efektywnością w oczyszczaniu ścieków przemysłowych. Systemy te mogą być łatwo integrowane zarówno z istniejącymi instalacjami, jak i nowo projektowanymi ciągami technologicznymi, co pozwala na elastyczne dopasowanie do warunków danego zakładu. Dzięki zastosowaniu nowoczesnych układów saturacji drobnopęcherzykowej flotacja jest bardziej efektywna, stabilizuje pracę oczyszczalni biologicznych i ogranicza ilość wytwarzanego osadu, co ma szczególne znaczenie w przemyśle mleczarskim i spożywczym, gdzie jakość ścieków może być zmienna.

Dla klientów szczególnie wymagających, posiadających duże ładunki zanieczyszczeń w ściekach oferujemy **System flotacji GEM®** jako **zaawansowaną alternatywę dla klasycznego DAF**.



Rys 1. Sito łukowe odwadniające ZSO

System flotacji GEM® (Gas Energy Mixing) stanowi nowoczesne i wysoce efektywne rozwiązanie w zakresie fizykochemicznego podczyszczania ścieków, zapewniając intensywne napowietrzenie 100% objętości oczyszczanego strumienia. Technologia ta, opracowana przez firmę Clean Water Technology (CWT), wprowadza przełomowe podejście do procesu flotacji, wykorzystując wysokoenergetyczne mieszanie oraz separację cyklonową do aktywnego oddzielania zanieczyszczeń, w przeciwieństwie do klasycznej flotacji DAF.

Zastosowanie systemu GEM® pozwala na znaczącą poprawę efektywności oczyszczania przy jednoczesnym ograniczeniu zużycia środków chemicznych. Dodatkową korzyścią jest uzyskanie osadu poflotacyjnego o znacznie wyższej zawartości suchej masy (10–30%), co przekłada się na mniejszą objętość osadu i istotne obniżenie kosztów jego dalszego zagospodarowania. Do kluczowych zalet technologii GEM® należy również bardzo kompaktowa zabudowa — powierzchnia instalacji może być mniejsza nawet o 50–90% w porównaniu z tradycyjnymi systemami DAF, co bezpośrednio redukuje koszty inwestycyjne, szczególnie w przypadku nowych obiektów lub modernizacji istniejącej infrastruktury. Istotnym atutem rozwiązania jest także jego wysoka elastyczność operacyjna, umożliwiającą łatwe dostosowanie instalacji do zmiennych przepływów i parametrów ścieków bez konieczności wymiany zbiornika flotacyjnego.

### Retrofit GEM®

Dzięki swoim zaletom Technologia GEM® umożliwia zwiększenie przepustowości istniejących flotatorów DAF poprzez zastosowanie systemu Retrofit GEM® z głowicami LSGM. Rozwiązanie to łatwo integruje się z istniejącą infrastrukturą, wykorzystując dotychczasowe zbiorniki i instalacje, jednocześnie podnosząc wydajność oczyszczania. Dzięki Retrofit GEM® możliwa jest szybka modernizacja starych systemów DAF przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów inwestycyjnych i skróceniu przestojów, zachowując wszystkie zalety technologii GEM®. Zabudowana w Polsce instalacja Retrofit GEM® zwiększyła przepustowość dotychczasowej instalacji DAF ze 100 m³/h do 180 m³/h przy 7 godzinnym czasie postoju technologicznego.

PFTechnology jest jedynym przedstawicielem technologii GEM® firmy CWT na rynku Polskim, oferując jej pełne wsparcie projektowe, technologiczne i serwisowe.

### Przykłady zastosowania Flotacji GEM®

Jednym z przykładów zastosowania technologii GEM® jest instalacja w zakładzie produkcji jogurtów i lekkich serków zlokalizowanej w Holandii, w której zastosowano system GEM® 75/150 o przepustowości projektowej 30 m³/h.



Rys 2. Ścieki z zakładu przetwórstwa mleka w Holandii. Od lewej: ścieki surowe, ścieku oczyszczony, osad flotacyjny.

Zastosowanie flotacji GEM® pozwoliło znacząco poprawić jakość ścieków odprowadzanych z procesu przemysłowego. Klient był bardzo zadowolony z efektów i wdrożył rozwiązanie w swojej oczyszczalni. Analiza parametrów wejściowych i wyjściowych znajduje się w tabeli 1.

Tabela 1. Parametry ścieków przed i po flotacji GEM®.

| System GEM® 75/150<br>Przepływ: 30 m³/h |                    |                |          |
|---|--------------------|----------------|----------|
| Parametr                                | Dopływ do flotacji | Odpływ po GEM® | Redukcja |
| pH                                      | 11,5               | 7,0            | --       |
| TSS (mg/l)                              | 397                | 8              | 98%      |
| ChZT (mg/l)                             | 1880               | 844            | 55%      |
| Mętność (NTU)                           | 352                | 23             | 96%      |

### Przykład modernizacji instalacji flotacji DAF do technologii Retrofit GEM®

W jednym z Hiszpańskich zakładów produkcji sera przeprowadzono modernizację istniejącej instalacji flotacji ciśnieniowej DAF, aby sprostać rosnącemu obciążeniu hydraulicznemu i zwiększyć zdolność oczyszczania ścieków. Dotychczasowa instalacja składała się z dwóch równolegle pracujących instalacji DAF o wydajności 10 m³/h każdy, działających na granicy swoich możliwości, podczas gdy wymagany przepływ docelowy wynosił 30 m³/h przy pracy ciągłej 24 h/dobę. Zamiast budowy nowego obiektu zdecydowano się na modernizację istniejącego flotatora poprzez system Retrofit GEM®.

W celu sprawdzenia zasadności zastosowania systemu GEM® w zakładzie wykonano testy małoskalowe. Jednostka GEM® pracowała równolegle z obecnym systemem, co pozwoliło na bezpośrednie porównanie skuteczności oczyszczania. Wyniki wykazały redukcję ChZT na poziomie ponad 95%, bardzo skuteczne usuwanie zawiesin i mętności oraz ograniczenie zużycia środków chemicznych o około 50%, przy zachowaniu porównywalnej skuteczności separacji. Po okresie testów klient zgodził się na wprowadzenie modernizacji dla istniejącej instalacji DAF z wykorzystaniem jednostki Retrofit GEM® 75/150.

Dodatkową korzyścią modernizacji była poprawa jakości osadu poflotacyjnego – jego zawartość suchej masy wzrosła ponad dwukrotnie (powyżej 7%, a po dodatkowym odsączeniu nawet powyżej 10%), co zmniejszyło jego objętość i obniżyło koszty dalszego zagospodarowania.

Modernizacja polegała na integracji głowic LSGM z istniejącym flotatorem. System Retrofit GEM® pompował wodę pod wysokim ciśnieniem przez sześć głowic, wstrzykiwał powietrze do 100% ścieków i dodawał chemikalia, nasycając wodę powietrzem. W zbiorniku powstawały miliony nano-bąbelków, co umożliwiało niemal natychmiastowe oddzielanie dużych i drobnych floków. Minimalny czas zatrzymania hydraulicznego pozwolił na zwiększenie obciążenia zbiornika, a jego pojemność wzrosła trzykrotnie, osiągając 30 m³/h, przy wykorzystaniu istniejącej infrastruktury.

Modernizacja przyniosła wymierne korzyści operacyjne: zmniejszenie zużycia chemikaliów, ograniczenie ilości osadu oraz zwiększenie pojemności hydraulicznej przy jednoczesnym oszczędzeniu miejsca i kosztów inwestycyjnych. Dzięki innowacyjnemu systemowi GEM® proces oczyszczania stał się bardziej wydajny, stabilny i ekonomiczny, zapewniając klientowi wyraźną poprawę efektywności i oszczędności.



Rys 3. Ścieki z zakładu produkcji sera Hiszpania. Od lewej: ścieki surowe, ścieki po obróbce chemicznej, ścieku oczyszczony.

Tabela 2. Parametry ścieków przed i po flotacji z Retrofit GEM®.

| System Retrofit GEM® 75/150 |                    |                |          |
|-----------------------------|--------------------|----------------|----------|
| Parametr                    | Dopływ do flotacji | Odpływ po GEM® | Redukcja |
| TSS (mg/l)                  | 5250               | 100            | 99%      |
| ChZT (mg/l)                 | 8500               | 611            | 95%      |
| Mętność (NTU)               | >1000              | 225            | >99%     |

Tabela 3. Zużycie chemikaliów i jakość osadu po flotacyjnego

| Parametr                       | DAF     | System GEM®       |
|--------------------------------|---------|-------------------|
| Wydajność instalacji           | 10 m³/h | 30 m³/h           |
| Dawka koagulantu               | 600 ppm | 500 ppm           |
| Dawka flokulantu anionowego    | 40 ppm  | 18–20 ppm         |
| Redukcja zużycia flokulantu    | –       | ok. 50%           |
| Sucha masa osadu po flotacji   | < 3%    | > 7,2%            |
| Sucha masa osadu po odsączeniu | –       | > 10%             |
| Objętość osadu                 | wysoka  | istotnie mniejsza |

### Podsumowanie:

PFTechnology dostarcza kompleksowe rozwiązania dla przemysłu mleczarskiego w zakresie gospodarki wodno-ściekowej – obejmujące nowoczesne systemy filtracji, oczyszczanie ścieków oraz zarządzanie osadami. Szczególną uwagę warto poświęcić wstępnym etapom podczyszczania, które są najtańszym i najskuteczniejszym sposobem redukcji zanieczyszczeń. PFTechnology oferuje przy tym szeroki wachlarz indywidualnie dobieranych rozwiązań, dostosowanych do specyfiki ścieków i potrzeb danego zakładu oraz oferuje testy nowoczesnych urządzeń w celu porównania efektów ich pracy z obecnie użytkowymi.

Dzięki bogatemu portfolio urządzeń, elastycznym rozwiązaniom i innowacyjnym technologiom firma wspiera cały proces gospodarki wodno-ściekowej. Przykładem przełomowej technologii jest system GEM®, który łączy wysoką efektywność oczyszczania z niskimi kosztami operacyjnymi i kompaktową zabudową, przy zachowaniu najwyższych standardów ochrony środowiska. ■



Rys 4. System Retrofit GEM® 75/100.



Rys 5. Instalacja flotacji GEM®.

# F<sup>OOD</sup> TECH

EXPO 8. EDYCJA

## MIĘDZYNARODOWE TARGI TECHNOLOGII SPOŻYWCZYCH

17 - 19 LISTOPADA 2026  
WARSZAWA



ZAREJESTRUJ SIĘ



**4**  
Konferencje

**22 000 m<sup>2</sup>**

Powierzchni  
wystawienniczej

ponad  
**220**  
wystawców  
brandów, marek

# Nanotechnologia w opakowaniach mleczarskich

Nanotechnologia stanowi jeden z najbardziej perspektywicznych kierunków rozwoju nowoczesnych opakowań mleczarskich. Zastosowanie nanomateriałów umożliwia poprawę właściwości barierowych, mechanicznych oraz funkcjonalnych opakowań, a także rozwój systemów aktywnych i inteligentnych. Opakowania mleczarskie muszą zapewniać skuteczną ochronę przed czynnikami zewnętrznymi, takimi jak tlen, światło, wilgoć i mikroorganizmy, a jednocześnie spełniać wymagania środowiskowe i oczekiwania konsumentów. W ostatnich latach dynamicznie rozwija się zastosowanie nanotechnologii w sektorze opakowań żywnościowych, umożliwiające uzyskanie materiałów o podwyższonych właściwościach barierowych, mechanicznych i biologicznych. Nanotechnologia pozwala na modyfikację materiałów opakowaniowych na poziomie nanometrycznym, co skutkuje poprawą ich funkcjonalności bez istotnego zwiększania masy czy kosztów produkcji. W przemyśle mleczarskim rozwiązania te znajdują zastosowanie zarówno w opakowaniach pierwotnych, jak i wtórnych, przyczyniając się do wydłużenia trwałości produktów oraz poprawy ich bezpieczeństwa.

Celem pracy jest przedstawienie aktualnych zastosowań nanotechnologii w opakowaniach mleczarskich, omówienie technologii ich wytwarzania oraz wskazanie wyzwań związanych z bezpieczeństwem i regulacjami prawnymi.

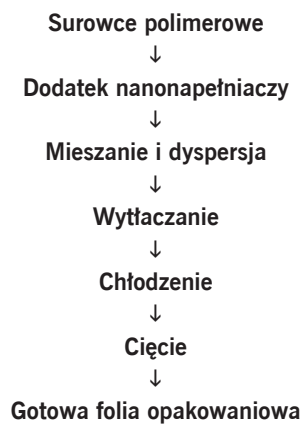
## Rodzaje nanomateriałów stosowanych w opakowaniach mleczarskich

Do nanomateriałów stosowanych w opakowaniach mleczarskich zaliczamy:

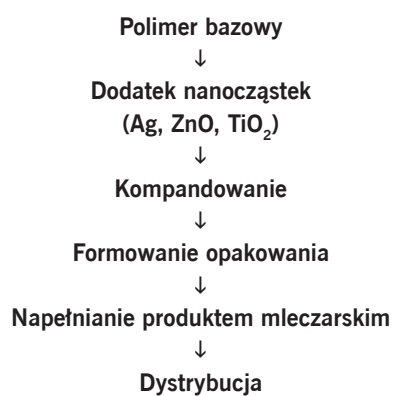
- Nanokompozyty polimerowe, które powstają poprzez wprowadzenie nanonapełniaczy, takich jak nanogliny, nanokrzemionka czy nanoceluloza do matrycy polimerowej. Materiały te charakteryzują się zwiększoną odpornością mechaniczną oraz lepszymi właściwościami

barierowymi w porównaniu do konwencjonalnych tworzyw. Znajdują zastosowanie w produkcji butelek na mleko, kubków jogurtowych oraz folii opakowaniowych. Proces technologiczny ich wytwarzania przedstawiono na rysunku 1, który ilustruje kolejne etapy przygotowania surowców, dyspersji nanocząstek oraz formowania gotowej folii opakowaniowej. Zastosowanie tej technologii pozwala na uzyskanie materiałów o znacznie lepszych właściwościach barierowych przy niewielkim dodatku nanonapełniaczy, co ma bezpośredni wpływ na trwałość produktów mleczarskich.

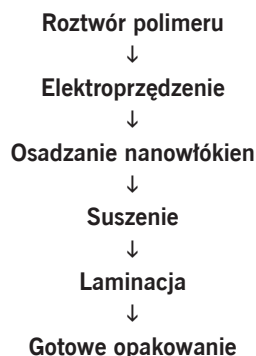
- Nanocząstki metali i tlenków metali, takich jak nanocząsteczki srebra, tlenku cynku oraz dwutlenku tytanu wykazują właściwości przeciwdrobnoustrojowe, co umożliwia ich wykorzystanie w opakowaniach aktywnych. Dzięki temu możliwe jest ograniczenie rozwoju mikroorganizmów na powierzchni opakowania oraz w jego wnętrzu, co przyczynia się do wydłużenia trwałości mikrobiologicznej produktów mleczarskich. Technologia produkcji takich opakowań została przedstawiona na rysunku 2. Na etapie kompowania nanocząstki są równomiernie rozpraszane w matrycy polimerowej, co zapewnia trwałe właściwości przeciwdrobnoustrojowe opakowania bez bezpośredniego kontaktu substancji aktywnych z produktem.
- Nanowłókna i nanostruktury powierzchniowe – nanowłókna, umożliwiają tworzenie cienkich warstw barierowych o wysokiej powierzchni właściwej, otrzymywane są metodą elektroprzędzenia, zaś nanostruktury powierzchniowe pozwalają na modyfikację właściwości adhezyjnych i hydrofobowych materiałów, co zwiększa ich funkcjonalność i trwałość. Proces technologiczny ich wytwarzania i aplikacji przedstawiono na rysunku 3. Technologia ta znajduje zastosowanie w produkcji wielowarstwowych opakowań dla mleka UHT, serów dojrzewających oraz produktów fermentowanych, gdzie kluczowe znaczenie mają właściwości barierowe przy zachowaniu niskiej masy materiału.



Rysunek 1. Schemat wytwarzania nanokompozytowej folii barierowej



Rysunek 2. Schemat produkcji opakowania aktywnego z nanocząstkami



Rysunek 3. Schemat wytwarzania powłoki barierowej z nanowłókien

## Funkcje nanotechnologii w opakowaniach mleczarskich

### Poprawa właściwości barierowych

Jednym z kluczowych zastosowań nanotechnologii jest zwiększenie odporności opakowań na przenikanie tlenu, pary wodnej i promieniowania UV. Nanokompozyty tworzą złożoną strukturę wewnętrzną materiału, która wydłuża drogę dyfuzji cząsteczek gazów i wilgoci. W efekcie możliwe jest znaczne wydłużenie okresu przydatności do spożycia produktów mleczarskich bez konieczności stosowania dodatkowych konserwantów.

### Opakowania aktywne

Nanomateriały umożliwiają rozwój opakowań aktywnych, które oddziałują z produktem lub jego otoczeniem. Przykładem są materiały absorbujące tlen, regulujące wilgotność lub uwalniające substancje przeciwdrobnoustrojowe. W sektorze mleczarskim rozwiązania te przyczyniają się do stabilizacji jakości sensorycznej produktów oraz ograniczenia ryzyka skażeń mikrobiologicznych.

### Opakowania inteligentne

Nanotechnologia znajduje również zastosowanie w tworzeniu opakowań inteligentnych, wyposażonych w nanosensory monitorujące stan produktu. Sensory te mogą reagować na zmiany pH, obecność metabolitów mikroorganizmów lub zmiany temperatury, dostarczając informacji o świeżości produktu. Takie rozwiązania zwiększają bezpieczeństwo konsumentów oraz ułatwiają zarządzanie jakością w łańcuchu dostaw.

## Bezpieczeństwo i aspekty regulacyjne

### Migracja nanomateriałów do żywności

Jednym z głównych wyzwań związanych z zastosowaniem nanotechnologii w opakowaniach żywności jest potencjalna migracja nanocząstek do produktu. W przypadku produktów mleczarskich, charakteryzujących się wysoką zawartością wody i tłuszczu, zagrożenie to wymaga szczegółowej oceny. Badania wskazują, że odpowiednia immobilizacja nanomateriałów w strukturze polimeru oraz stosowanie powłok barierowych może znacząco ograniczyć to zjawisko.

### Regulacje prawne

Zastosowanie nanomateriałów w opakowaniach żywności podlega rygorystycznym regulacjom prawnym, w szczególności przepisom Unii Europejskiej do których należą Rozporządzenia (WE) 1935/2004 i (UE) 10/2011, które wymagają, by materiały do kontaktu z żywnością nie migrowały szkodliwych substancji i były obojętne dla żywności. Bardzo ważne jest oznakowanie „nano” dla składników w nanomateriałach, za twierdzenie nanomateriałów (np. dwutlenek tytanu, nano-srebro) i deklaracja zgodności, by zapewnić, że nie stanowią zagrożenia dla zdrowia, choć brak jasnych regulacji dla niektórych zastosowań może być problemem. Każdy nowy materiał musi przejść ocenę bezpieczeństwa oraz uzyskać odpowiednie zezwolenia, co stanowi istotne wyzwanie dla producentów i może ograniczać tempo wdrażania innowacyjnych rozwiązań.





### Akceptacja konsumencka

Akceptacja konsumentów dla opakowań opartych na nanotechnologii zależy od poziomu wiedzy, zaufania do producentów oraz transparentności komunikacji. Istotne znaczenie ma rzetelne informowanie o korzyściach i bezpieczeństwie stosowanych rozwiązań, co może przyczynić się do zwiększenia ich społecznej akceptacji. Aktualnie do czynników kształtujących postawy konsumentów należą:

- **Wysoka akceptacja dla funkcjonalności:** około 80% konsumentów deklaruje chęć zakupu żywności w opakowaniach aktywnych i inteligentnych, nawet przy wyższej cenie, jeśli gwarantują one dłuższą świeżość mleka lub informują o zepsuciu produktu.
- **Priorytet bezpieczeństwa nad technologią:** dla współczesnego konsumenta najważniejszą cechą opakowania pozostaje brak wpływu na smak i zapach produktu oraz brak ryzyka zdrowotnego (tzw. czysta etykieta technologii).
- **Obawy o migrację:** największą barierą pozostaje jednak niepokój związany z przenikaniem nanocząsteczek (np. nanosrebra) do mleka oraz ich potencjalną toksycznością, co wymaga od producentów transparentności i posiadania jasnych certyfikatów bezpieczeństwa.

Dlatego też obecnie akceptacja konsumencka nanotechnologii w opakowaniach mleczarskich jest warunkowa i silnie uzależniona od postrzeganych korzyści bezpośrednich, takich jak trwałość produktu i bezpieczeństwo żywności.

### Podsumowanie

W przyszłości można spodziewać się dalszego rozwoju nanotechnologii w opakowaniach mleczarskich, ponieważ oferuje ona szerokie możliwości poprawy ich funkcjonalności, w tym zwiększenia właściwości barierowych, rozwoju opakowań aktywnych i inteligentnych, a także wydłużenia trwałości produktów. Jednocześnie jej zastosowanie wiąże się z wyzwaniem w zakresie bezpieczeństwa, regulacji prawnych i akceptacji konsumenckiej oraz rozwoju nanomateriałów pochodzenia biologicznego, takich jak nanoceluloza czy nanochitozan, które łączą wysoką funkcjonalność z mniejszym obciążeniem środowiska. Dalszy rozwój tej dziedziny wymaga interdyscyplinarnej współpracy, prowadzenia kompleksowych badań nad oceną cyklu życia opakowań nanotechnologicznych oraz ich wpływu na zdrowie konsumentów i środowisko naturalne, co umożliwi pełną integrację tych rozwiązań z zasadami zrównoważonego rozwoju. ■

#### Literatura

- Elżbieta Haponiuk (2024). *Opakowania i maszyny pakujące wykorzystywane w przemyśle mleczarskim. Mleczarskie Technologie* s. 14-16.
- Azeredo, H. M. C., et al. (2019). *Nanotechnology in food packaging: Advances and challenges. Trends in Food Science & Technology*, 86, 96–108.
- Silvestre, C., Duraccio, D., Cimmino, S. (2011). *Food packaging based on polymer nanomaterials. Progress in Polymer Science*, 36(12), 1766–1782.
- Han, J. H. (Ed.). (2014). *Innovations in Food Packaging (2nd ed.)*. San Diego: Academic Press.
- Cushen, M., Kerry, J., Morris, M., Cruz-Romero, M., Cummins, E. (2012). *Nanotechnologies in the food industry – Recent developments, risks and regulation. Trends in Food Science & Technology*, 24(1), 30–46.
- Bouwmeester, H., et al. (2018). *State of the safety assessment of nanomaterials in food. EFSA Journal*, 16(7), e05306.
- Duncan, T. V. (2011). *Applications of nanotechnology in food packaging and food safety. Journal of Colloid and Interface Science*, 363(1), 1–24.
- Śmiechowka, M., Nowak, B. (2018). *Opakowania żywności a bezpieczeństwo konsumenta. Przemysł Spożywczy*, 72(4), 12–16. [PL]
- Kowalski, Z., Kulczycka, J., Góralczyk, M. (2015). *Ocena cyklu życia produktów i technologii*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN. [PL]



# POL SPAW

## Kompleksowa Obsługa Projektów Spawalniczo - Montażowych

Jakość Potwierdzona Doświadczeniem!

- Doradztwo techniczne
- Przygotowanie projektów
- Modelowanie 3D

Wykonywanie  
prefabrykatów  
na warsztacie

Prace montażowe  
i spawalnicze  
na obiekcie



Certyfikaty Firmowe  
EN ISO 3834  
EN 1090  
PED

☎ **Zadzwoń**

Marcin Drabarz  
+48 514 833 029

📍 **Odwiedź nas**

Stare Kobiałki 76  
21-450 Stoczek Łukowski

✉ **Napisz**

[marcin.drabarz@polspawgroup.com](mailto:marcin.drabarz@polspawgroup.com)



[pol-spaw.com](http://pol-spaw.com)

Poznaj nas!

**dr hab. inż. Katarzyna Neffe-Skocińska**

Afiliacja: Instytut Nauk o Żywieniu Człowieka, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie; UNISTART – spin-off SGGW w Warszawie, [www.unistart.pl](http://www.unistart.pl)

# Serwatka

## – wartość odżywcza, prozdrowotna i trend zero waste

Serwatka wiele lat była postrzegana głównie jako odpad technologiczny, obecnie uznawana jest za pełnowartościowy surowiec spożywczy o wysokim potencjale odżywczym i funkcjonalnym. Serwatka zachowuje znaczną część składników mleka, w tym wartościowe frakcje białka, cukry, witaminy i składniki mineralne, dzięki czemu znajduje szerokie zastosowanie zarówno w żywieniu człowieka, jak i w przemyśle.

Serwatka to płynny produkt uboczny powstający w procesie koagulacji mleka podczas produkcji serów podpuszczkowych oraz twarogowych. Oddziela się ona od skrzepu mlecznego po działaniu podpuszczki lub startowych kultur bakterii fermentacji mlekowej.

Z technologicznego punktu widzenia wyróżnia dwa podstawowe rodzaje serwatki: słodka i kwaśna. Serwatka słodka, uzyskiwana jest przy produkcji serów podpuszczkowych, takich jak cheddar, gouda czy emmentaler. Charakteryzuje się ona łagodnym, lekko słodkawym smakiem, jasną barwą oraz stosunkowo niską kwasowością. Dzięki takiej charakterystyce chętnie wykorzystywana w przemyśle spożywczym, m.in. do produkcji żywności białkowych, napojów mlecznych i wyrobów piekarniczych. Drugim istotnym rodzajem jest serwatka kwaśna, która powstaje głównie podczas wytwarzania serów twarogowych w wyniku procesów fermentacji mlekowej. Serwatka kwaśna charakteryzuje się

wyraźnie kwaśnym smakiem i niższym pH. Serwatka kwaśna jest bogata w szereg związków odżywczych, w tym prozdrowotnych. Często jest również wykorzystywana w kuchni tradycyjnej, np. do przygotowywania zup, takich jak żur, barszcz biały, a także jako podstawa do projektowania napojów funkcjonalnych o charakterze izotonicznym lub wspomagających trawienie.

Ze względu na dalsze przetwarzanie serwatkę można również podzielić na serwatkę płynną, serwatkę w proszku oraz koncentraty i izolaty białek serwatkowych. Formy te różnią się stopniem zagęszczenia i zawartością białka, co wpływa na ich zastosowanie – od domowego gotowania, przez przemysł spożywczy, aż po dietetykę sportową. Taka różnorodność sprawia, że serwatka przestaje być jedynie produktem ubocznym, a staje się wartościowym i wszechstronnym składnikiem współczesnej diety.



## Wartość odżywcza i prozdrowotna serwatki

Serwatka jest produktem o wyjątkowo korzystnym profilu odżywczym, który łączy niską kaloryczność z wysoką zawartością biologicznie aktywnych składników. W około 93% składa się z wody, jednak pozostałe 7% to cenne substancje odżywcze, zachowane z mleka w trakcie procesu serowarskiego, w tym o właściwościach antyoksydacyjnych, które pomagają neutralizować wolne rodniki i ograniczać stres oksydacyjny.

Jedną z najważniejszych frakcji serwatki są białka, uznawane za jedne z najbardziej wartościowych z punktu widzenia wartości odżywczej w żywieniu człowieka. Charakteryzują się one wysoką strawnością oraz pełnym profilem aminokwasów egzogennych, w tym leucyny, izoleucyny i waliny (tzw. kompleks 3 aminokwasów egzogennych BCAA – branched-chain amino acids), kluczowych dla syntezy białek mięśniowych. Z tego względu serwatka i produkty na jej bazie są szczególnie polecane osobom aktywnym fizycznie, sportowcom oraz osobom w okresie rekonwalescencji. Co więcej, obecne w serwatce frakcje białkowe, to alfa-laktoalbumina, beta-laktoglobulina oraz laktoferryna, wykazujące działanie immunomodulujące i przeciwbakteryjne.

Serwatka jest również źródłem laktozy, naturalnego cukru mlecznego, która może sprzyjać rozwojowi korzystnych bakterii jelitowych, wspomagając równowagę mikrobioty jelitowej oraz procesy trawienne. Regularne spożywanie serwatki może poprawiać perystaltykę jelit, zapobiegać zaparciom i wspierać zdrowie układu pokarmowego. Należy jednak zaznaczyć, że osoby z nietolerancją laktozy powinny sięgać po nią z umiarem lub wybierać produkty serwatkowe o obniżonej zawartości tego dwucukru.

Kolejnym ważnym atutem żywieniowym serwatki jest obecność witamin z grupy B, w szczególności ryboflawiny (B2), niacyny (B3), pirydoksyny (B6) oraz kwasu foliowego (B9). Witaminy te odgrywają kluczową rolę w metabolizmie energetycznym, funkcjonowaniu układu nerwowego oraz utrzymaniu prawidłowego stanu skóry, włosów i błon śluzowych. Dzięki ich obecności serwatka może wspierać koncentrację, zmniejszać uczucie zmęczenia oraz poprawiać ogólną vitalność organizmu.

Serwatka dostarcza także cennych składników mineralnych, takich jak wapń, fosfor, potas, magnez i cynk. Wapń i fosfor wspierają mineralizację kości i zębów, co czyni serwatkę wartościowym elementem diety dzieci, młodzieży oraz osób starszych. Potas i magnez wpływają korzystnie na pracę mięśni i układu sercowo-naczyniowego, pomagając regulować ciśnienie krwi oraz zapobiegać skurczom mięśni. Badania wskazują, że bioaktywne peptydy obecne w serwatce mogą wykazywać działanie hipotensyjne, wspierając profilaktykę chorób układu krążenia. Podsumowując, serwatka jest dobrym źródłem związków o charakterze prozdrowotnym, wspierając nawodnienie organizmu i uzupełnianie elektrolitów. Regularne włączanie serwatki do diety, jako napoju lub składnika potraw, może więc stanowić prosty i naturalny sposób na poprawę zdrowia

## Trend zero waste serwatki

Współczesne podejście do technologii żywności coraz częściej opiera się na idei zrównoważonego rozwoju oraz odpowiedzialnego gospodarowania zasobami. W tym kontekście serwatka staje się doskonałym przykładem produktu ubocznego, który może zostać przekształcony w wartościowy surowiec, w pełni wpisujący się w trend zero waste. W przeszłości nadmiar serwatki stanowił istotny problem dla zakładów mleczarskich ze względu na jej wysokie obciążenie środowiskowe oraz ekonomiczne. Obecnie serwatka jest coraz częściej postrzegana jest jako cenny element gospodarki obiegu zamkniętego, w tym jako wartościowy surowiec spożywczy.

W skali przemysłowej trend zero waste serwatki obejmuje jej przetwarzanie przede wszystkim na produkty o wysokiej wartości dodanej, takie jak koncentraty i izolaty białek serwatkowych, laktoza, kwas



mlekowy, czy bioaktywne peptydy. Składniki te znajdują zastosowanie w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym oraz w produkcji suplementów diety. Wykraczając poza technologię żywności, serwatka ma również zastosowanie w kosmetologii, gdzie wykorzystywana jest w preparatach nawilżających i regenerujących skórę. Takie wielokierunkowe zagospodarowanie serwatki przyczynia się do ograniczenia strat surowców oraz zmniejszenia negatywnego wpływu produkcji mleczarskiej na środowisko.

Serwatka odgrywa również istotną rolę w procesach fermentacji i bio-konserwacji żywności. Dzięki obecności bakterii fermentacji mlekowej może być wykorzystywana do kiszenia warzyw, przyspieszając fermentację i wzbogacając produkty w korzystne mikroorganizmy. Zastosowanie serwatki zamiast solanki czy wody pozwala nie tylko ograniczyć marnowanie surowców, lecz także podnieść walory smakowe i prozdrowotne kiszzonek.

Z drugiej strony, jednym z najprostszych i najbardziej dostępnych sposobów wykorzystania serwatki w duchu zero waste jest jej zastosowanie kulinarne w warunkach domowych. Serwatka może zastępować wodę lub mleko w wypiekach, nadając pieczywu, naleśnikom czy plackom delikatny, lekko kwaskowy smak oraz zwiększając ich wartość odżywczą. Sprawdza się także jako baza do zup, sosów i koktajli, a w kuchni tradycyjnej wykorzystywana jest do przygotowywania potraw fermentowanych. Coraz większą popularnością cieszą się również napoje na bazie serwatki, wzbogacane owocami, ziołami lub miodem, które stanowią naturalną alternatywę dla słodzonych napojów.

## Podsumowanie

Serwatka powinna stanowić codzienny element zbilansowanej diety, wspierając procesy regeneracyjne, czy modulowanie odporności organizmu. Trend zero waste serwatki oprócz aspektu technologicznego i odżywczego, ma również wymiar edukacyjny i społeczny. Coraz więcej konsumentów świadomie poszukuje rozwiązań pozwalających na niemarnowanie żywności i pełne wykorzystanie produktów pochodzenia zwierzęcego. Powrót do tradycyjnych metod kuchni regionalnej, zainteresowanie fermentacją oraz domowym przetwórstwem sprzyja ponownemu odkrywaniu serwatki jako surowca taniego, zdrowego i ekologicznego. W ten sposób serwatka staje się symbolem zmiany podejścia do żywności – od jednorazowej konsumpcji ku odpowiedzialnemu, zrównoważonemu modelowi wykorzystania zasobów. ■

1. Papademas P., Kotsaki P., „Technological utilization of whey towards sustainable dairy industry”, *Sustainability*, 11(6), 2019, s. 1–18.
2. Prazeres A. R., Carvalho F., Rivas J., „Cheese whey management: A review”, *Journal of Environmental Management*, 110, 2012, s. 48–68.
3. Krissansen G. W., „Emerging health properties of whey proteins and their clinical implications”, *Journal of the American College of Nutrition*, 26(6), 2007, s. 713S–723S.



# Ulga badawczo-rozwojowa (B+R) w branży mleczarskiej

## – decyzja podatkowa, która realnie wpływa na wynik finansowy

W dyskusjach o finansowaniu działalności innowacyjnej przedsiębiorstw najczęściej pojawiają się dotacje. Są one naturalnym i dobrze znanym narzędziem wsparcia projektów rozwojowych, zwłaszcza na etapie planowania inwestycji. W praktyce jednak nie są jedynym mechanizmem pozwalającym na odzyskanie części kosztów poniesionych na prace badawczo-rozwojowe.

**U**lga badawczo rozwojowa (B+R) funkcjonuje na zupełnie innych zasadach niż dotacje. Nie jest instrumentem konkursowym, nie wymaga uzyskania decyzji o dofinansowaniu ani konkurencji o środki z innymi podmiotami. Stanowi **ulgę/ mechanizm podatkowy, który pozwala rozliczyć koszty działalności badawczo-rozwojowej poprzez dodatkowe odliczenie ich od podstawy opodatkowania**. W efekcie przedsiębiorstwo może odzyskać część/ całość zapłaconego podatku dochodowego lub obniżyć jego wysokość w kolejnych latach- tarcza podatkowa.

Co istotne, ulga B+R może być stosowana **niezależnie od dotacji**, jako samodzielne narzędzie wspierające rozwój, ale może również **współistnieć z innymi formami finansowania**, o ile nie dochodzi do podwójnego finansowania tych samych kosztów. W praktyce oznacza to, że projekty rozwojowe realizowane bez dotacji, jak i te częściowo finansowane ze środków zewnętrznych, mogą być objęte ulgą – pod warunkiem spełnienia ustawowych kryteriów.

Mimo tej elastyczności ulga B+R wciąż bywa w branży mleczarskiej narzędziem niedostatecznie wykorzystywanym. Przyczyną nie jest brak realnych prac rozwojowych, lecz trudność w ich prawidłowej identyfikacji – zwłaszcza tam, gdzie rozwój produktów, technologii i instalacji procesowych przenika się z bieżącą działalnością operacyjną.

### Granica pomiędzy działalnością rozwojową a rutynową optymalizacją

Branża mleczarska należy do sektora, w którym działalność B+R często przybiera nieoczywistą formę. Z jednej strony obejmuje ona prace nad parametrami produktów i komponentów (np. stabilność, profil mineralny, właściwości funkcjonalne, bezpieczeństwo mikrobiologiczne,

okres przydatności – shelf-life), z drugiej natomiast projekty inżynierskie związane z projektowaniem, konfiguracją i uruchamianiem urządzeń, linii oraz instalacji procesowych (m.in. filtracja membranowa, zagęszczanie, odparowanie, suszenie, CIP, automatyka). W obu przypadkach codzienna praktyka operacyjna przenika się z działaniami rozwojowymi, a granica pomiędzy nimi bywa trudna do uchwycenia bez odpowiedniego „języka projektu”.

Ulga B+R nie jest instrumentem podatkowym ograniczonym do laboratoriów ani do projektów zakończonych patentem. Obejmuje także **prace prowadzone w środowisku produkcyjnym i wdrożeniowym, o ile mają charakter twórczy, systematyczny, są obarczone niepewnością technologiczną oraz prowadzą do zwiększenia zasobów wiedzy lub ich nowego zastosowania**. Z perspektywy praktycznej **kluczowe jest prawidłowe rozróżnienie działań rozwojowych od rutynowej modernizacji i optymalizacji** – niezależnie od tego, czy prace dotyczą receptury i parametrów produktu, czy konfiguracji instalacji i sterowania procesem.

Poniżej przedstawiono, w jaki sposób organy podatkowe – na podstawie interpretacji indywidualnych Dyrektora Krajowej Informacji Skarbowej – oceniają projekty realizowane w branży mleczarskiej, w ujęciu obejmującym zarówno działania podejmowane w zakładach mleczarskich, jak i projekty realizowane przez firmy technologiczne dostarczające rozwiązania dla tej branży.

#### 1. Projekty dotyczące produktu i komponentów – B+R „po stronie procesu i jakości”

Jednym z typowych obszarów prac rozwojowych w zakładach mleczarskich są projekty dotyczące przetwarzania i zagospodarowania serwatki oraz innych komponentów powstających w toku produkcji,

a także prace nad uzyskaniem określonych parametrów fizykochemicznych i funkcjonalnych produktu. W interpretacji 0111-KDIB1-3.4010.197.2023.3.ZK z 11 sierpnia 2023 r. podatek przedstawił projekt, którego celem było opracowanie serwatki demineralizowanej w proszku o niestandardowych parametrach, w tym obniżonej zawartości białka oraz obniżonej mineralizacji. Organ zwrócił uwagę na elementy typowe dla działalności B+R: niepewność technologiczną, twórczy i systematyczny charakter prac (dobór proporcji, próby technologiczne, weryfikacja) oraz mierzalny, zdefiniowany cel.

W praktyce projekty tego typu często mają „drugą stronę” – rozwiązania technologiczne lub modyfikacje procesu, które umożliwiają osiągnięcie parametrów docelowych. W konsekwencji B+R może występować zarówno w obszarze rozwoju produktu (w tym parametrów jakościowych), jak i w obszarze rozwoju technologii procesu.

#### Wniosek praktyczny:

Prace nad parametrami serwatki, koncentratów, proszków i komponentów mlecznych mogą stanowić działalność B+R, o ile są realizowane jako wyodrębnione projekty rozwojowe, a nie jako bieżące działania produkcyjne ukierunkowane wyłącznie na utrzymanie standardu.

### 2. Produkty opracowywane indywidualnie „pod klienta” a działalność B+R

W branży mleczarskiej powszechne jest dostosowywanie produktu i procesu do wymagań odbiorców (np. parametry funkcjonalne, skład, ograniczenia surowcowe, wymagania jakościowe) albo do specyficznych uwarunkowań technologicznych. Sam fakt realizacji zamówienia indywidualnego nie przesądza jednak o B+R. W interpretacji 0111-KDIB1-3.4010.199.2023.3.JMS z 10 sierpnia 2023 r. podatek realizował trzy odrębne podprojekty, w których opracowywano produkty pod indywidualne potrzeby, a kluczowe znaczenie miało to, że prace nie ograniczały się do prostych modyfikacji receptur, lecz obejmowały unikatowy dobór składników, ich proporcji oraz weryfikację wyników z wykorzystaniem aparatury analitycznej.

#### Wniosek praktyczny:

Produkt opracowywany na indywidualne zamówienie może być efektem działalności B+R, jeżeli towarzyszy mu rzeczywista niepewność technologiczna, iteracyjny proces prób oraz rzetelna dokumentacja techniczna.

### 3. Urządzenia i instalacje technologiczne – B+R po stronie dostawców technologii

W praktyce interpretacyjnej działalność badawczo-rozwojowa bywa relatywnie łatwiejsza do wykazania w projektach inżynierskich obejmujących projektowanie nowych lub istotnie ulepszonych urządzeń, linii oraz instalacji technologicznych. Wynika to z ich projektowego charakteru, obejmującego opracowywanie koncepcji, wariantowanie rozwiązań, testowanie oraz iteracyjne dopracowywanie parametrów technicznych.

Stanowisko to potwierdza interpretacja indywidualna Dyrektora KIS 0111-KDIB1-3.4010.340.2024.1.PC z 13 sierpnia 2024 r., w której organ uznał, że spółka projektująca i wytwarzająca nowe lub istotnie ulepszone urządzenia dla przemysłu spożywczego może rozliczyć ulgę B+R, mimo że efekt prac rozwojowych jest następnie sprzedawany klientom. Organ jednoznacznie wskazał, że komercjalizacja rozwiązania nie wyklucza kwalifikacji kosztów poniesionych na etapie B+R.

Z perspektywy branży mleczarskiej istotne jest to, że projekty technologiczne realizowane przez dostawców rozwiązań są zazwyczaj ukierunkowane na osiągnięcie konkretnych parametrów produktu lub procesu po stronie zakładu. W efekcie to samo przedsięwzięcie może stanowić działalność B+R po stronie dostawcy technologii, a równolegle — po spełnieniu odrębnych kryteriów — również po stronie zakładu mleczarskiego. Każdy z tych podmiotów ocenia jednak zakres B+R niezależnie, w odniesieniu do własnych działań, ryzyk i ponoszonych kosztów.

### 4. Projekty częściowo kwalifikowane – ryzyko wynikające z braku rozdzielenia etapów i ról

W praktyce interpretacyjnej wiele spraw dotyczących maszyn, linii i instalacji technologicznych kończy się rozstrzygnięciem „częściowo prawidłowe, częściowo nieprawidłowe”. Najczęściej nie wynika to z braku działalności badawczo-rozwojowej, lecz z nieprawidłowego ujęcia kosztów oraz braku rozróżnienia pomiędzy etapem rozwojowym a realizacyjnym projektu.

Na to ryzyko zwraca uwagę interpretacja Dyrektora KIS 0111-KDIB1-3.4010.536.2023.1.PC z 22 listopada 2023r., w której organ zakwestionował ujmowanie „wszystkich kosztów materiałów” bez ich funkcjonalnego przypisania do fazy rozwojowej (np. prototypowanie, testy, iteracyjne uruchamianie i modyfikowanie rozwiązań) oraz do etapu wykonania docelowego rozwiązania.

## Mapa interpretacji KIS dla mleczarstwa

Jak KIS ocenia projekty z branży mleczarskiej pod kątem ulgi B+R?



| Obszar  | Interpretacja                                    | Wynik       | Co przesądziło                                      |
|---|--|-------------|---|
| <b>Produkt/komponent</b><br>(serwatka)          | 0111-KDIB1-3.4010.197.2023.3.ZK<br>(11.08.2023)  | ✓ TAK       | parametry + testy + niepewność                      |
| <b>Produkty „pod klienta”<br/>/ podprojekty</b> | 0111-KDIB1-3.4010.199.2023.3.JMS<br>(10.08.2023) | ✓ TAK       | dobór składników + analityka + projektowe podejście |
| <b>Technologie/linie<br/>dla przemysłu</b>      | 0111-KDIB1-3.4010.340.2024.1.PC<br>(13.08.2024)  | ✓ TAK       | prototypowanie + koszty przy sprzedaży              |
| <b>Urządzenia + koszty</b>                      | 0111-KDIB1-3.4010.536.2023.1.PC<br>(22.11.2023)  | ! CZĘŚCIOWO | zbyt szeroki koszyk kosztów                         |
| <b>Modernizacja procesów</b>                    | 0111-KDIB1-3.4010.90.2025.1.PC<br>(15.05.2025)   | ✗ NIE       | rutyna / usprawnienia bez B+R                       |



✓ TAK – projekt uznany za B+R



! CZĘŚCIOWO – projekt częściowo uznany lub wymaga korekt



✗ NIE – projekt odrzucony przez KIS



Istotne jest przy tym, że czynności takie jak montaż czy uruchamianie instalacji **nie mają jednolitego charakteru podatkowego**. Dla dostawcy technologii mogą one stanowić element działalności B+R, jeżeli służą dalszemu testowaniu i dopracowywaniu nowego lub istotnie ulepszanego rozwiązania. Te same działania, oceniane z perspektywy zakładu mleczarskiego, mają najczęściej charakter wdrożeniowy i operacyjny.

Decydujące znaczenie ma zatem nie nazwa etapu, lecz jego funkcja w projekcie oraz możliwość wykazania, że dane koszty służyły jeszcze osiągnięciu niepewnego rezultatu technologicznego.

## 5. Modernizacja i usprawnienia procesów – kiedy prowadzą do odmowy

W praktyce interpretacyjnej jednym z najczęstszych powodów odmowy uznania prac za działalność badawczo-rozwojową jest zakwalifikowanie ich przez podatnika jako modernizacji lub usprawnienia procesów, bez wykazania elementu twórczego eksperymentowania i niepewności technologicznej. Na ten aspekt zwraca uwagę interpretacja Dyrektora KIS 0111-KDIB1-3.4010.90.2025.1.PC z 15 maja 2025 r.

Organ podatkowy wskazał, że działania polegające wyłącznie na zwiększeniu wydajności, redukcji strat, usprawnieniu pakowania czy optymalizacji procedur (np. CIP), realizowane w oparciu o znane i sprawdzone rozwiązania, nie spełniają przesłanek działalności B+R. Odmienne ocena jest możliwa wyłącznie wówczas, gdy podatnik wykaże, że prace miały charakter rozwojowy, obejmowały formułowanie hipotez, prowadzenie testów, validację wyników oraz wiązały się z realnym ryzykiem niepowodzenia.

To rozróżnienie ma charakter uniwersalny i dotyczy zarówno działań procesowych po stronie zakładów mleczarskich, jak i projektów modernizacyjnych lub typu „upgrade” realizowanych przez dostawców technologii. O kwalifikacji prac decyduje nie ich nazwa, lecz faktyczny charakter i sposób prowadzenia.

## Jak prawidłowo identyfikować i opisywać działalność B+R w branży mleczarskiej (produkt + technologia)

Doświadczenie wynikające z analizy interpretacji indywidualnych oraz praktyki czynności podatkowych pokazuje, że **spory dotyczące ulgi B+R rzadko wynikają z braku realnych prac rozwojowych**. Zdecydowanie częściej są konsekwencją niewłaściwej identyfikacji projektów oraz **sposobu ich opisu, który nie pozwala wykazać spełnienia przesłanek działalności B+R**.

W branży mleczarskiej problem ten przyjmuje dwie typowe postaci:

- prace rozwojowe nad parametrami produktu/procesu są opisywane językiem „utrzymania produkcji” (co utrudnia wykazanie twórczości i niepewności),
- prace rozwojowe w projektach technologicznych są opisywane językiem „realizacji kontraktu” (co rozmywa etap B+R w etapie wykonawczym).

W tym kontekście kluczowe znaczenie ma wykazanie, że działania miały charakter wyodrębnionego projektu rozwojowego, a nie elementu ciągłej działalności operacyjnej lub standardowego wdrożenia.

Analiza interpretacji indywidualnych pozwala wskazać zestaw powtarzalnych kryteriów, na podstawie których organy podatkowe oceniają, czy projekty realizowane w branży mleczarskiej spełniają przesłanki działalności badawczo-rozwojowej:

### 1. Projektowy charakter prac

Sformułowanie „projektowy, a nie procesowy charakter prac” odnosi się do rozróżnienia pomiędzy wyodrębnionym przedsięwzięciem rozwojowym a powtarzalną działalnością operacyjną. W praktyce oznacza to konieczność wykazania, że:

- projekt posiadał cel, zakres i metodykę,

- istniał punkt rozpoczęcia i zakończenia (również w przypadku niepowodzenia),
- prace obejmowały iteracje i weryfikację hipotez,
- rezultat nie był z góry przesądzony.

Praktyczna wskazówka redakcyjna: jeżeli opis projektu da się streścić wyłącznie słowami „usprawniliśmy”, „zmodernizowaliśmy”, „zwiększyliśmy wydajność” – to najczęściej brakuje elementu projektowego, który w ocenie organów jest kluczowy.

### 2. Cel projektu – mierzalny efekt technologiczny lub jakościowy

Cel projektu powinien zostać zdefiniowany w sposób mierzalny, np. poprzez:

- parametry fizykochemiczne lub funkcjonalne produktu/komponentu,
- stabilność w czasie, parametry mikrobiologiczne,
- osiągnięcie wydajności przy zachowaniu jakości i reżimu sanitarnego,
- wymagania procesu wynikające z ograniczeń infrastrukturalnych lub energetycznych,
- parametry sterowania i stabilność procesu w różnych reżimach pracy.

Cel formułowany ogólnikowo („poprawa jakości”, „optymalizacja”, „usprawnienie procesu”) jest niewystarczający – nie dlatego, że nie odzwierciedla realnych działań, ale dlatego, że nie pozwala wykazać mierzalnego rezultatu projektu.

### 3. Niepewność technologiczna – jak ją właściwie opisać

Niepewność technologiczna jest jednym z najważniejszych elementów odróżniających B+R od rutyny. W praktyce branży mleczarskiej może wynikać m.in. z:

- konfliktu parametrów (np. stabilność vs. skład; wydajność vs. jakość; obniżenie określonego składnika przy zachowaniu właściwości sensorycznych),
- zmienności surowca i wrażliwości procesu,
- ograniczeń linii/instalacji i reżimu sanitarnego,
- integracji kilku systemów (proces, automatyka, CIP) w warunkach zakładowych,
- ryzyk mikrobiologicznych i validacji bezpieczeństwa.

W opisie projektu należy wskazać, dlaczego wynik nie był oczywisty oraz jakie było ryzyko, że założonego efektu nie uda się uzyskać w zakładanych warunkach.

### 4. Metodyka i iteracje – dowód systematyczności

Organy podatkowe zwracają uwagę na to, czy prace miały charakter systematyczny. W praktyce „systematyczność” można wykazać poprzez sekwencję: hipoteza → próba/test → analiza → korekta założeń → ponowna próba.

W zależności od charakteru przedsięwzięcia, iteracje mogą przyjmować postać:

- serii prób technologicznych i badań jakościowych,
- testów pilotażowych,
- testów FAT/SAT,
- uruchomień i stabilizacji procesu,
- validacji parametrów produktu lub procesu po zmianach.

Kluczowe jest, aby iteracje nie były opisane jako „dalsze prace”, lecz jako element metodyki prowadzącej do weryfikacji hipotez.

### 5. Dokumentacja – rdzeń dowodowy projektu (minimum, które powinno istnieć)

W praktyce za dokumenty dowodowe potwierdzające realizację projektu i jego charakter B+R mogą służyć m.in.:

- protokoły prób, raporty badań, wyniki analiz,
- wersjonowanie receptur, nastaw, parametrów procesu,
- karty zmian technologicznych i raporty jakości,
- dokumentacja projektowa: koncepcje, P&ID, schematy, obliczenia, opisy funkcjonalne,
- raporty FAT/SAT, protokoły uruchomień i odbiorów wraz z opisem problemów i sposobów ich rozwiązania,
- notatki projektowe wskazujące warianty i odrzucone rozwiązania (często bardzo mocny dowód twórczości i niepewności).

## 6. Wyodrębnienie kosztów – warunek konieczny i najczęstsze źródło sporów

Nawet prawidłowo zidentyfikowany projekt badawczo-rozwojowy nie może zostać rozliczony w ramach ulgi B+R, jeżeli koszty nie zostaną właściwie wyodrębnione. Kluczowe znaczenie ma funkcjonalne przypisanie kosztów do zakresu prac faktycznie realizowanych w ramach działalności B+R.

W praktyce konieczne jest rozróżnienie pomiędzy:

- kosztami prac o charakterze rozwojowym, obejmującymi projektowanie, testy, próby technologiczne, iteracyjne uruchamianie, walidację i dopracowywanie parametrów,
- a kosztami działań o charakterze rutynowym i odtwórczym, związanymi z realizacją znanego rozwiązania, jego seryjnym wykonaniem lub bieżącą eksploatacją procesu.

Należy podkreślić, że czynności realizacyjne lub wdrożeniowe – takie jak montaż, uruchamianie czy konfiguracja – **nie są automatycznie wyłączone z działalności B+R**. Mogą one stanowić koszty kwalifikowane, o ile służą dalszemu testowaniu lub doskonaleniu

nowego albo istotnie ulepszanego rozwiązania i wiążą się z niepewnością co do osiągnięcia zakładanego rezultatu. Poza ulgą pozostają natomiast te elementy realizacji, które mają charakter standardowy i powtarzalny.

W praktyce do kosztów kwalifikowanych najczęściej zalicza się:

- czas pracy personelu zaangażowanego w prace B+R,
- materiały i komponenty zużyte w ramach prób i testów,
- analitykę, badania i ekspertyzy,
- amortyzację aparatury wykorzystywanej w fazie rozwojowej.

Jednym z najczęstszych błędów jest ujmowanie całości kosztów projektu jako kosztów B+R, bez rozróżnienia ich funkcji i związku z etapem rozwojowym, co prowadzi do rozstrzygnięć częściowo negatywnych.

## 7. Praktyczne kryteria „szybkiej kwalifikacji” projektu (checklista)

W branży mleczarskiej (produkt i technologia) wstępna ocena potencjału B+R może opierać się na pięciu pytaniach:

1. Czy istnieje mierzalny cel technologiczny/jakościowy?
2. Czy rezultat nie był z góry przesądzony (niepewność technologiczna)?
3. Czy prace obejmowały iteracje i testy (metodyka)?
4. Czy istnieje dokumentacja przebiegu prac i decyzji?
5. Czy koszty fazy B+R są wyodrębnione od fazy realizacyjnej?

To podejście jest spójne z tym, czego oczekuje organ w analizie projektów – niezależnie od tego, czy przedsięwzięcie dotyczy parametrów produktu, czy instalacji technologicznej.

## Podsumowanie: ulga B+R w mleczarstwie – instrument realny po obu stronach procesu

Analiza interpretacji indywidualnych dotyczących branży mleczarskiej pokazuje, że ulga badawczo-rozwojowa jest narzędziem realnie dostępnym zarówno w projektach skoncentrowanych na parametrach produktu i procesu, jak i w przedsięwzięciach inżynierskich obejmujących urządzenia, linie oraz instalacje technologiczne. Warunkiem jej skutecznego zastosowania jest jednak nie sama skala inwestycji, lecz właściwe rozpoznanie prac rozwojowych, ich projektowy charakter, istnienie niepewności technologicznej oraz prawidłowe udokumentowanie i wyodrębnienie kosztów.

Z perspektywy finansowej ulga B+R stanowi istotny element polityki podatkowej przedsiębiorstwa. Przy poziomie **1 mln zł rocznych kosztów kwalifikowanych działalności B+R**, potencjalna korzyść podatkowa może kształtować się **w przedziale od 190 tys. zł do nawet 380 tys. zł**, w zależności od struktury kosztów, stawki podatku oraz bieżącej sytuacji podatkowej podatnika. Co ważne, mechanizm ten ma charakter powtarzalny i może być stosowany w kolejnych latach, w miarę prowadzenia prac rozwojowych.

Jednocześnie praktyka organów podatkowych pokazuje, że negatywne rozstrzygnięcia w zakresie ulgi B+R wynikają najczęściej nie z braku faktycznych prac badawczo-rozwojowych, lecz z ich niewłaściwego ujęcia i opisu — sprowadzenia projektów do języka rutynowej modernizacji, optymalizacji lub standardowej realizacji technologii. W tym sensie kluczowe znaczenie ma nie „tworzenie” B+R, lecz **świadome uporządkowanie, nazwanie i rozliczenie działań rozwojowych, które w zakładach mleczarskich oraz firmach technologicznych już funkcjonują**.

Dla zarządów i dyrektorów finansowych oznacza to, że ulga B+R nie jest narzędziem teoretycznym, lecz **świadomą decyzją podatkową, która – przy właściwej identyfikacji projektów i kosztów – może w sposób mierzalny i trwały wpływać na wynik finansowy przedsiębiorstwa**. ■

### Ulga B+R w mleczarstwie – 7 praktycznych zasad

Bez spełnienia tych elementów trudno uzyskać ulgę:





**Projektowy charakter prac**  
Rozpoczęcie, zakończenie, cel, iteracje



**Mierzalny cel projektu**  
Parametry jakościowe lub technologiczne



**Niepewność technologiczna**  
Brak pewności co do rezultatu



**Metodyka i iteracje**  
Sekwencja: hipoteza → próba → analiza → korekta



**Dokumentacja projektu**  
Raporty prób i analiz, notatki projektowe



**Wyodrębnione koszty B+R**  
Rozdzielenie fazy rozwojowej i realizacyjnej



**Opis językiem B+R**  
Unikanie języka rutyny i wykonawstwa



**Oszczędność w podatku: 190–380 tys. zł rocznie przy 1 mln zł kosztów**  
\* Uzależnione m.in. od stawki podatku i formy działalności.

# Opakowanie, które przejmuje odpowiedzialność.

## Dlaczego worek papierowy stał się jednym z najważniejszych elementów bezpieczeństwa?

W przemyśle mleczarskim jakość produktu rzadko kończy się na linii technologicznej. W przypadku proszków mlecznych, serwatki i mieszanek funkcjonalnych to, co najtrudniejsze, zaczyna się dopiero po zapakowaniu. Transport, magazynowanie, przeładunki i długotrwałe składowanie w zmiennych warunkach klimatycznych tworzą przestrzeń, w której produkt musi zachować swoje parametry bez wsparcia technologii produkcyjnej. W tym sensie opakowanie przestaje być dodatkiem i staje się nośnikiem odpowiedzialności.

**W**orek papierowy, przez lata postrzegany jako neutralny element końca procesu, dziś coraz częściej traktowany jest jako element infrastruktury bezpieczeństwa. To on odpowiada za stabilność produktu w najdłuższym i najbardziej nieprzewidywalnym etapie jego cyklu życia.

### TAM, GDZIE KOŃCZY SIĘ KONTROLA, ZACZYNA SIĘ KONSTRUKCJA

W zakładach produkujących mleko w proszku i składniki funkcjonalne moment zamknięcia worka oznacza przejście produktu w strefę większego ryzyka, której nie da się już kontrolować w czasie rzeczywistym. Każdy błąd konstrukcyjny, każda nieszczelność lub niedopasowanie materiałowe ujawniają się dopiero po czasie, często u odbiorcy końcowego.

Z tego powodu opakowanie zaczęło pełnić rolę stabilizatora procesu. Jego zadaniem jest przejęcie funkcji, które wcześniej realizowała infrastruktura zakładu, oraz utrzymanie jakości w warunkach wyłamujących się bezpośredniej kontroli producenta.

### SKALA, KTÓRA PRZEKŁADA SIĘ NA DOJRZAŁOŚĆ OPERACYJNĄ

TORPOL od ponad trzydziestu lat projektuje i produkuje wielowarstwowe worki papierowe dla przemysłu mleczarskiego i spożywczego. Każdego miesiąca w opakowania firmy trafia blisko milion jednostek produktów sypkich, co w praktyce oznacza miliony powtarzalnych cykli

pakowania realizowanych w różnych konfiguracjach technologicznych i logistycznych.

Taka skala produkcji buduje unikalną wiedzę operacyjną, opartą na obserwacji realnych procesów, a nie wyłącznie na założeniach projektowych. To doświadczenie pozwala tworzyć opakowania, które zachowują swoje parametry w warunkach długotrwałego magazynowania, transportu morskiego i składowania w zróżnicowanych strefach klimatycznych.

### KONSTRUKCJA WORKA JAKO ELEMENT SYSTEMU PRODUKCYJNEGO

Współczesny worek papierowy dla produktów mlecznych musi być projektowany jako integralna część systemu produkcyjnego. Jego konstrukcja powinna uwzględniać charakterystykę produktu, gęstość nasytowania, dynamikę napełniania, sposób paletyzacji oraz warunki logistyczne, w jakich będzie funkcjonował przez kolejne tygodnie lub miesiące.

Wielowarstwowe konstrukcje papierowe stosowane przez TORPOL zapewniają stabilność mechaniczną, odporność na uszkodzenia oraz wysoką powtarzalność parametrów w kolejnych partiach. Wkładka LDPE pełni funkcję bariery przeciwwilgociowej i ochronnej, stabilizując środowisko produktu w całym cyklu dystrybucyjnym. Tak zaprojektowane opakowanie przestaje być kompromisem materiałowym, a staje się narzędziem wspierającym efektywność procesu.

## ZAMKNIĘCIE JAKO PUNKT KRYTYCZNY PROCESU

Zamykanie worka pozostaje jednym z najbardziej wrażliwych etapów pakowania produktów sypkich. Właśnie w tym miejscu najczęściej powstają nieszczelności i zanieczyszczenia, które ujawniają się dopiero po długim czasie, często poza zasięgiem producenta.

Zastosowanie technologii HOT LOCK oraz EASY OPEN pozwala na szczelne, zgrzewalne zamknięcie worka bez użycia nici, igieł i dodatkowych elementów. Eliminacja tych komponentów ogranicza ryzyko pojawienia się ciał obcych, ułatwia spełnienie rygorystycznych wymagań systemów jakościowych i upraszcza audyty bezpieczeństwa żywności. Jednocześnie rozwiązanie to zapewnia kontrolowane otwieranie worka na kolejnych etapach przetwarzania, bez strat produktu i zagrożeń dla personelu.

## IDENTYFIKOWALNOŚĆ JAKO FUNDAMENT ZARZĄDZANIA RYZYKIEM

Bezpieczeństwo opakowania obejmuje także pełną identyfikowalność każdej partii produkcyjnej. W środowisku, w którym reakcja na zdarzenia kryzysowe musi być natychmiastowa i precyzyjna, transparentność danych staje się elementem bezpieczeństwa operacyjnego.

Produkcja worków TORPOL prowadzona jest zgodnie z wymaganiami BRC GS, co umożliwia śledzenie surowców, procesów i wyrobów gotowych w całym łańcuchu dostaw. Oznacza to większą kontrolę, ograniczenie skali potencjalnych strat oraz wzmocnienie zaufania partnerów handlowych i audytorów.

## OPAKOWANIE JAKO CICHY NOŚNIK PRZEWAGI KONKURENCYJNEJ

W dojrzałych organizacjach przemysłowych przewaga konkurencyjna budowana jest poprzez ograniczanie ryzyka i stabilizację procesów. Opakowanie, które działa niezawodnie w tle, rzadko bywa tematem dyskusji, ale jego brak lub awaria natychmiast ujawniają konsekwencje w postaci strat, opóźnień i utraty wiarygodności.



Doświadczenie TORPOL, oparte na regularnym pakowaniu produktów sypkich dla branży mleczarskiej, pokazuje, że worek papierowy stał się jednym z kluczowych elementów infrastruktury operacyjnej. Dobrze zaprojektowane opakowanie chroni produkt, stabilizuje logistykę i wspiera decyzje zarządcze w długiej perspektywie. ■



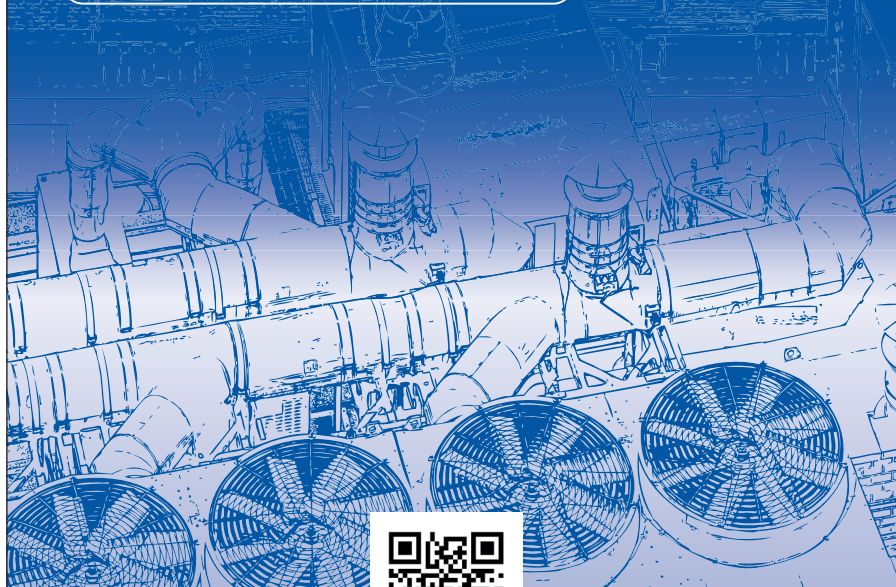
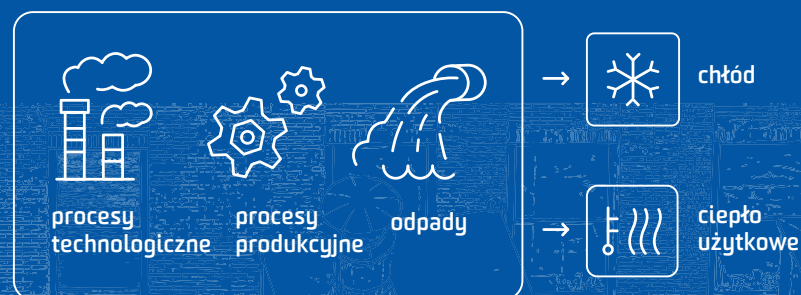
**Torpol Sp. z o.o.**  
ul. Przemysłowa 5, 19-230 Szczuczyn  
tel.: +48 86 261 11 22  
e-mail: torpol@ekotorpol.com  
[www.ekotorpol.com](http://www.ekotorpol.com)



## OBNIŻAMY KOSZTY PRODUKCJI I EKSPLOATACJI

Maszynownie chłodnicze  
i węzły chłodu pod klucz

Odzysk ciepła odpadowego  
NH3, HFC/HFO, GLIKOL, ABSORPCJA



[www.andra.com.pl](http://www.andra.com.pl)  
[chlodnictwo@andra.com.pl](mailto:chlodnictwo@andra.com.pl)

Dr inż. Marika M. Bielecka, dr hab. Marek Aljewicz, prof. UWM  
Katedra Mleczarstwa i Zarządzania Jakością  
Uniwersytet Warmińsko Mazurski w Olsztynie, Wydział Nauki o Żywności  
ul. M. Oczapowskiego 7; 10-719 Olsztyn

# Od ilości do jakości: białka mleka w nowej piramidzie żywienia

Początek 2026 roku przyniósł istotne zmiany w podejściu do oficjalnych zaleceń żywieniowych, czego wyrazem jest nowa amerykańska piramida zdrowego żywienia. Zmiana ta nie była konsekwencją odmiennych potrzeb fizjologicznych człowieka, lecz efektem lepszego zrozumienia różnicy pomiędzy dietą poprawnie zaplanowaną pod względem ilościowym a dietą, która w praktyce sprzyja stabilnej kontroli glikemii, regulacji łaknienia oraz utrzymaniu prawidłowej masy ciała. Wcześniejsze modele zaleceń żywieniowych koncentrowały się na wysokiej podaży węglowodanów przy jednoczesnym ograniczaniu tłuszczu, co było spójne z ówczesnym paradygmatem prewencji chorób sercowo-naczyniowych. W ostatnich latach stało się jasne, że samo ilościowe bilansowanie makroskładników nie chroni przed rozwojem zaburzeń metabolicznych, jeżeli pomija się jakość żywności oraz stopień jej przetworzenia.

Najnowsze Dietary Guidelines for Americans na lata 2025–2030 wskazują na potrzebę bardziej elastycznego podejścia do żywienia, w którym punkt ciężkości przesuwają się z prostego bilansowania makroskładników na ocenę jakości produktów oraz rzeczywistych wzorców ich spożycia. W zaleceniach szczególną uwagę zwrócono na konieczność ograniczenia nadmiernego spożycia cukrów dodanych oraz żywności wysoko przetworzonej, przy jednoczesnym uwzględnieniu zróżnicowanych źródeł energii i składników odżywczych, dostosowanych do indywidualnych potrzeb i uwarunkowań populacyjnych. W aktualnych zaleceniach żywieniowych większą uwagę poświęca się jakości makroskładników, w tym roli tłuszczów o korzystnym profilu kwasów tłuszczowych oraz pełnowartościowego białka i ich wpływie na zdrowie i profilaktykę chorób dietozależnych.

W takim ujęciu białko przestaje być traktowane wyłącznie jako neutralny element bilansu energetycznego, a zaczyna pełnić rolę jednego z kluczowych czynników kształtujących jakość diety oraz jej potencjalne skutki metaboliczne. O znaczeniu białka dla organizmu decyduje nie tylko jego spożywana ilość, lecz przede wszystkim profil aminokwasów,

ich rzeczywista strawność oraz biodostępność czyli zakres, w jakim aminokwasy te mogą zostać efektywnie wykorzystane po spożyciu produktu. Na tym tle produkty mleczarskie, a w szczególności te o wysokiej zawartości białka, zajmują istotne miejsce w nowoczesnych modelach żywienia. Białka mleka należą do najlepiej poznanych i najwyżej ocenianych pod względem wartości biologicznej białek pokarmowych, a liczne dane literaturowe potwierdzają ich przydatność zarówno w żywieniu osób starszych i aktywnych fizycznie, jak i w dietoterapii nadwagi, otyłości oraz zaburzeń metabolicznych.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie znaczenia jakości białek mleka w świetle aktualnych zaleceń żywieniowych, ze szczególnym uwzględnieniem ich wartości biologicznej, strawności oraz wpływu procesów technologicznych na biodostępność aminokwasów.

## Zmiana paradygmatu: od ilości do jakości makroskładników

Białka mleka należą do najlepiej zbadanych białek pokarmowych w żywieniu człowieka. Dotyczy to w szczególności ich składu aminokwasowego, strawności, kinetyki trawienia oraz odpowiedzi metabolicznej po spożyciu, które były przedmiotem licznych badań żywieniowych i fizjologicznych. Wynika to z faktu, że w wielu metodach oceny jakości białka, takich jak wskaźnik aminokwasowy skorygowany o strawność białka - PDCAAS (z ang. *Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score*) czy wskaźnik strawnych aminokwasów egzogennych - DIAAS (z ang. *Digestible Indispensable Amino Acid Score*), białka mleka wykazują wysoką zgodność z zapotrzebowaniem człowieka na aminokwasy niezbędne. Wartość biologiczna białka rozumiana jest jako zdolność do pokrycia strat azotu ponoszonych przez organizm w przebiegu procesów fizjologicznych oraz do efektywnego wspierania syntezy białek ustrojowych. Wynika ona przede wszystkim z zapewnienia odpowiedniej ilości i proporcji aminokwasów egzogennych. Jest determinowana zarówno składem aminokwasowym, jak i strawnością białka, a także aktual-

Tabela 1 Wskaźnik przyswajalności niezbędnych aminokwasów dla wybranych produktów mleczarskich (opracowanie własne)

| Żywność                               | Główne typy białek i ich zawartość [%]                 | DIAAS % | Pierwszy aminokwas ograniczający |
|---------------------------------------|--|---------|----------------------------------|
| Mleko krowie (płynne)                 | Kazeiny (~80%), białka serwatkowe (~20%)               | 110–120 | SAA                              |
| Jogurt naturalny                      | Kazeiny (~75–80%), białka serwatkowe (~20–25%)         | 110–120 | SAA                              |
| Twaróg chudy                          | Kazeiny (>85%), śladowe białka serwatkowe              | 120–130 | SAA                              |
| Ser dojrzewający (np. gouda, cheddar) | Kazeiny (>85%), peptydy                                | 120–130 | SAA                              |
| Odtłuszczone mleko w proszku          | Kazeiny (~80%), białka serwatkowe (~20%)               | ~123    | SAA                              |
| Koncentrat białek mleka (MPC)         | Kazeiny + serwatka (zależnie od stopnia koncentracji)  | ~141    | SAA                              |
| Izolat białek mleka (MPI)             | Kazeiny + serwatka (>90% białka)                       | 130–145 | SAA                              |
| Koncentrat białek serwatkowych (WPC)  | $\beta$ -laktoglobulina, $\alpha$ - laktalbumina, inne | ~133    | His                              |
| Izolat białek serwatkowych (WPI)      | Białka serwatkowe (>90%)                               | ~125    | His                              |
| Hydrolizat białek serwatkowych        | Krótkie peptydy, wolne aminokwasy                      | 130–140 | His                              |

Opracowanie własne na podstawie: Cai, H., Qin, X., Lai, M., Geng, X., Ma, H., Wu, X., ... & Li, H. (2025). Processing of Dairy Products Can Affect the Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS): an in vivo study in Bama minipigs. *The Journal of Nutrition*.

Mathai, J. K., Liu, Y., & Stein, H. H. (2017). Values for digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS). *British Journal of Nutrition*, 117(4), 490-499.

nym zapotrzebowaniem organizmu, zależnym między innymi od wieku, stanu fizjologicznego oraz poziomu aktywności fizycznej. W praktyce oznacza to, że o wartości biologicznej produktów nie decyduje wyłącznie ilość białka deklarowana „na etykiecie” produktu, lecz jego jakość rozumiana jako zawartość aminokwasów i strawność.

W mleku krowim białko stanowi średnio około 3–3,5% składu i występuje głównie w dwóch frakcjach: kazeinie, stanowiącej większość białka mleka, oraz białkach serwatkowych, które mimo mniejszego udziału odgrywają istotną rolę metaboliczną i funkcjonalną z punktu widzenia odpowiedzi organizmu na spożycie pożywku. Frakcja kazeinowa obejmuje cztery główne komponenty:  $\alpha$ S1-,  $\alpha$ S2-,  $\beta$ - oraz  $\kappa$ -kazeinę, które – dzięki zdolności wiązania kationów metali, w szczególności jonów wapnia i fosforanów, ale także innych związków mineralnych, takich jak magnez, cynk czy miedź – odgrywają istotną rolę w transporcie oraz biodostępności składników mineralnych. Z żywieniowego punktu widzenia oznacza to, że białka mleka pełnią jednocześnie funkcję nośników wybranych makroelementów (wapnia, fosforu, cynku), wspierając ich wykorzystanie przez organizm. Z punktu widzenia strukturalnego kazeina należy do białek o ograniczonej stabilizacji struktury trzeciorzędowej i w środowisku mleka tworzą micelle kazeinowe, stanowiące ich fizjologiczną formę organizacji. Do frakcji serwatkowej należą przede wszystkim  $\alpha$ -laktalbumina i  $\beta$ -laktoglobulina, a także białka o znaczeniu funkcjonalnym, takie jak laktoferyna i immunoglobuliny, których obecność wykracza poza klasyczną funkcję odżywczą białka. Białka te, poza funkcją odżywczą, mogą wykazywać zróżnicowaną aktywność biologiczną, której znaczenie zależy od stopnia zachowania struktur natywnych oraz warunków trawienia.

Wysoka wartość żywieniowa białek mleka wynika przede wszystkim z ich korzystnego profilu aminokwasowego oraz bardzo dobrej strawności. Charakteryzują się one wysoką zawartością aminokwasów egzogennych (EAA; *Essential Amino Acids*), w tym aminokwasów siarkowych (SAA; *Sulphur Amino Acids*) oraz aminokwasów rozgałęzionych (BCAA; *Branched-Chain Amino Acids*), przy czym poziom strawności i efektywność wykorzystania aminokwasów mogą być modyfikowane przez rodzaj i intensywność procesów technologicznych. Na tle kazeiny, białka serwatkowe wyróżniają się zwykle wyższą zawartością EAA, w tym SAA i BCAA, co ma znaczenie metaboliczne, zwłaszcza w warunkach zwiększonego zapotrzebowania na białko na przykład u osób aktywnych fizycznie lub w okresach rekonwalescencji. Białka mleka stanowią ważne źródło SAA, głównie metioniny i cysteiny, które odgrywają kluczową rolę w utrzymaniu homeostazy redoks, syntezie glutationu oraz ochronie struktur komórkowych przed stresem oksydacyjnym. Jednocześnie SAA należą do najbardziej reaktywnych reszt aminokwasowych i mogą ulegać modyfikacjom oksydacyjnym w trakcie przetwarzania i przechowywania żywności. W konsekwencji intensywne procesy technologiczne

mogą ograniczać biodostępność tych aminokwasów, zmniejszając rzeczywistą wartość odżywczą białek mleka mimo niezmienną zawartości białka ogółem. Szczególne znaczenie przypisuje się również BCAA, a zwłaszcza leucynie, które pełnią kluczową rolę w regulacji metabolizmu mięśniowego, inicjacji odpowiedzi anabolicznej po spożyciu pożywku oraz procesach związanych z regulacją metabolizmu mięśniowego, co pośrednio może mieć znaczenie w kontekście kontroli masy ciała w ramach całego sposobu żywienia. Analizy porównawcze profilu aminokwasowego różnych źródeł białka wskazują, że białka serwatkowe cechują się jedną z najwyższych „gęstości” aminokwasów egzogennych, co sprzyja osiągnięciu progu anabolicznego przy relatywnie niższej podaży energii w porównaniu z większością białek roślinnych.

Na tym tle białka mleka zajmują szczególną pozycję wśród źródeł białka pokarmowego. Ich wysoka wartość biologiczna znajduje potwierdzenie w nowoczesnych wskaźnikach oceny jakości białka, takich jak DIAAS (Digestible Indispensable Amino Acid Score), które uwzględniają nie tylko profil aminokwasowy, lecz również rzeczywistą strawność jelitową poszczególnych aminokwasów egzogennych. Produkty mleczarskie, a także koncentraty i izolaty białek mleka oraz serwatki, osiągają wartości DIAAS przekraczające 100%, co świadczy o ich bardzo wysokiej zdolności do pokrywania zapotrzebowania organizmu na niezbędne aminokwasy. W zależności od rodzaju frakcji białkowej aminokwasami ograniczającymi są najczęściej aminokwasy siarkowe (metionina lub cysteina) lub histydyna. Wartości DIAAS zestawione w tabeli 1 odzwierciedlają zakre-



sy obserwowane w badaniach *in vitro* i nie powinny być interpretowane w oderwaniu od stopnia przetworzenia produktu ani jego docelowego zastosowania żywieniowego. Jednym z kluczowych czynników determinujących wysoką wartość odżywczą białek mleka jest bardzo dobra ich strawność, która w wielu produktach mleczarskich i w typowych warunkach fizjologicznych przekracza 90%. Wysoka strawność białek mleka wynika z ich budowy oraz dobrej dostępności dla enzymów trawiennych. Białka te nie są chronione przez struktury antyodżywcze typowe dla wielu surowców roślinnych. W warunkach przewodu pokarmowego człowieka ulegają one szybkiej i skutecznej proteolizie.

Strawność i biodostępność aminokwasów z białek mleka zmieniają się zależnie od produktu i procesu produkcji (np. fermentacja, ogrzewanie, koncentracja, suszenie). Metoda oceny jakości białka - DIAAS pozwala to lepiej uchwycić, bo uwzględnia strawność jelitową poszczególnych aminokwasów, a nie tylko strawność białka ogółem. Białka mleka różnią się tempem trawienia, co ma znaczenie dla odpowiedzi metabolicznej organizmu po posiłku. Kazeina trawiona jest wolniej, natomiast białka serwatkowe wchłaniają się szybciej i wywołują szybką odpowiedź anaboliczną. Kazeina, dzięki zdolności tworzenia skrzepu w kwaśnym środowisku żołądka, ulega wolniejszemu trawieniu, prowadząc do stopniowego uwalniania aminokwasów do krwiobiegu, dłuższego utrzymywania uczucia sytości oraz sprzyjając stabilizacji dodatniego bilansu azotowego. Białka serwatkowe są trawione i wchłaniane znacznie szybciej, a ich wysoka zawartość leucyny przekłada się na silną i szybką stymulację poposiłkowej syntezy białek mięśniowych. Różnice te są wykorzystywane w praktyce żywieniowej, między innymi w dietach osób aktywnych fizycznie oraz w żywieniu osób starszych.

Znaczenie białek mleka nie ogranicza się do funkcji budulcowej. W trakcie hydrolizy enzymatycznej, zachodzącej zarówno w procesach technologicznych (np. fermentacji), jak i podczas trawienia w przewodzie pokarmowym, mogą powstawać peptydy o aktywności biologicznej obejmujące m.in. właściwości antyoksydacyjne, przeciwbakteryjne i immunomodulujące oraz potencjał wpływu na regulację ciśnienia tętniczego. Rzeczywisty efekt zależy od tego, czy peptydy przetrwają trawienie i zostaną wchłonięte w aktywnej formie. Dlatego wyniki z badań *in vitro* wymagają ostrożnej interpretacji.

### Wpływ metod przetwarzania na bioaktywność i biodostępność białek mleka

Wartość żywieniowa oraz funkcjonalna białek mleka może ulegać istotnym modyfikacjom pod wpływem procesów technologicznych stosowanych w przemyśle mleczarskim. Jakość białka obecnego w gotowym

produkcie może być w istotnym stopniu modyfikowana na etapie przetwarzania, przy czym skala tych zmian zależy od rodzaju procesu i jego intensywności, a nie wyłącznie od właściwości surowca. Obróbka cieplna, fermentacja, homogenizacja, koncentracja białka czy hydroliza enzymatyczna wpływają zarówno na strukturę białek, jak i na ich strawność, biodostępność aminokwasów oraz potencjał bioaktywny. Przetwarzanie technologiczne może prowadzić do zmian konformacyjnych białek, takich jak denaturacja, agregacja czy glikacja, które z kolei modulują przebieg trawienia, tempo uwalniania aminokwasów oraz wybrane elementy odpowiedzi metabolicznej organizmu po spożyciu. Przeglądy systematyczne i analizy porównawcze wskazują, że skutki przetwarzania nie są jednoznacznie korzystne ani niekorzystne, lecz zależą od parametrów procesu oraz właściwości matrycy produktu. W praktyce ten sam typ operacji może zwiększać podatność białek na proteolizę i poprawiać wykorzystanie aminokwasów, ale przy nadmiernej intensywności prowadzić do spadku dostępności wybranych aminokwasów.

Najlepiej poznanym czynnikiem modyfikującym właściwości białek mleka jest ogrzewanie. W zależności od intensywności obróbki cieplnej może ono prowadzić do częściowej lub całkowitej denaturacji białek, ich agregacji oraz chemicznych modyfikacji reszt aminokwasowych. Z jednej strony denaturacja może zwiększać dostępność miejsc cięcia dla enzymów trawiennych, poprawiając strawność białek; z drugiej jednak, nadmierna intensywność procesu sprzyja niekorzystnym przemianom, w tym reakcji Maillarda, prowadzącej do obniżenia biodostępności niektórych aminokwasów, zwłaszcza lizyny. W praktyce technologicznej oznacza to kompromis między bezpieczeństwem mikrobiologicznym a ochroną wartości żywieniowej białek. O wyniku decydują parametry procesu, w szczególności temperatura, czas, pH oraz skład matrycy produktu, ponieważ to one determinują zakres denaturacji, agregacji i reakcji nieenzymatycznych wpływających na strawność i biodostępność aminokwasów.

Istotną rolę w kształtowaniu jakości białka odgrywają również procesy membranowe, w tym mikrofiltracja i ultrafiltracja, które umożliwiają otrzymywanie produktów o wysokiej zawartości białka i kontrolowanym składzie frakcyjnym, przy jednoczesnym ograniczeniu zawartości laktozy i tłuszczu. Z punktu widzenia jakości żywieniowej metody te pozwalają na koncentrację białka bez istotnego pogorszenia jego strawności i biodostępności aminokwasów. Z technologicznego punktu widzenia stanowią one podstawę rozwoju kategorii produktów wysokobiałkowych, takich jak jogurty wysokobiałkowe, sery twarogowe oraz koncentraty i izolaty białek mleka i serwatki. Metody te pozwalają na zachowanie wysokiej strawności oraz korzystnej biodostępności aminokwasów, co ma szczególne znaczenie w kontekście żywienia grup o zwiększonym zapotrzebowaniu na białko.

Szczególne znaczenie w kontekście bioaktywności przypisuje się fermentacji. Aktywność proteolityczna mikroflory fermentacyjnej prowadzi do częściowej hydrolizy białek i uwalniania peptydów bioaktywnych, którym przypisuje się potencjalne działanie prozdrowotne, m.in. antyoksydacyjne, immunomodulujące czy regulujące ciśnienie tętnicze. Dostępne dowody dotyczące tych efektów w dużej mierze pochodzą z badań laboratoryjnych, a ich przełożenie na warunki fizjologiczne zależy od biodostępności powstałych peptydów. Jednocześnie fermentacja może sprzyjać poprawie strawności białek oraz tolerancji produktów mleczarskich w wybranych grupach konsumentów, co ma znaczenie zwłaszcza u osób starszych oraz osób z zaburzeniami trawienia.

Hydroliza enzymatyczna stanowi podejście celowo ukierunkowane na zwiększenie biodostępności białek poprzez wytwarzanie krótkich peptydów i wolnych aminokwasów, charakteryzujących się szybkim wchłanianiem w przewodzie pokarmowym. Z technologicznego i żywieniowego punktu widzenia proces ten prowadzi do istotnej zmiany kinetyki trawienia białka. Zastosowanie hydrolizatów białek serwatkowych znajduje uzasadnienie w żywieniu klinicznym i sportowym, a także w produktach projektowanych pod kątem ograniczenia alergenności części frakcji serwatkowych, zależnie od stopnia hydrolizy.



Oprócz zmian strukturalnych wywoływanych przez obróbkę cieplną czy fermentację, istotnym – a często niedostatecznie eksponowanym – mechanizmem modulującym wartość żywieniową białek mleka jest ich utlenianie. Białka żywności mogą ulegać utlenianiu zarówno bezpośrednio pod wpływem reaktywnych form tlenu i azotu, jak i pośrednio w reakcjach ze związkami powstającymi w warunkach stresu oksydacyjnego, w tym produktami peroksydacji lipidów, utlenionymi cukrami oraz w obecności metali przejściowych (np. żelaza i miedzi). Zjawiska te nasilają się zwłaszcza przy wysokiej temperaturze i długim przechowywaniu, a więc w warunkach typowych dla niektórych procesów przemysłowych i dystrybucji. W konsekwencji mogą zmieniać funkcjonalność białek oraz obniżać ich wykorzystanie metaboliczne, szczególnie wtedy, gdy modyfikacji ulegają aminokwasy ograniczające wartość białka. Z punktu widzenia fizjologii żywienia szczególnie niekorzystne są modyfikacje aminokwasów ograniczających wartość białka, zwłaszcza lizyny oraz aminokwasów siarkowych (metioniny i cysteiny), które należą do najbardziej podatnych na utlenianie. Jedną z głównych form oksydacyjnego uszkodzenia białek w żywności jest karbonylacja, zachodząca zarówno w klasycznych szlakach oksydacji, jak i w procesach glikooksydacji. Wykazano obecność oraz określono miejsca karbonylowania białek w mleku surowym, mleku przetworzonym oraz produktach mleczarskich, co potwierdza, że modyfikacje te stanowią realny element „historii technologicznej” białek mleka. Wśród dominujących produktów karbonylacji białek zwierzęcych wymienia się semialdehydy  $\alpha$ -aminoadypinowe i  $\gamma$ -glutaminowe, które mogą stanowić znaczną część całkowitej puli pochodnych karbonylowych.

Równoległe do procesów utleniania, w trakcie ogrzewania i przechowywania produktów mleczarskich może zachodzić nieenzymatyczna glikacja białek (reakcja Maillarda), inicjowana reakcją cukrów redukujących z wolnymi grupami aminowymi aminokwasów, najczęściej lizyny i w konsekwencji wpływająca na jej dostępność. Powstające produkty wczesne (np. produkty Amadoriego) mogą następnie ulegać dalszym przemianom prowadzącym do powstawania zaawansowanych produktów glikacji (AGE), przy czym szlak ten bywa sprzężony z procesami oksydacyjnymi. Sprzężenie tych procesów z reakcjami oksydacyjnymi może dodatkowo nasilać degradację białek. Z perspektywy oceny jakości białka kluczowe jest to, że modyfikacje Maillarda mogą prowadzić do sieciowania i agregacji białek, co w konsekwencji ogranicza ich strawność oraz biodostępność. Wykazano również, że wcześniejsza glikacja kazeinianów może modyfikować biologiczną odpowiedź *in vitro* po trawieniu pepsyno-trypsynowym, co sugeruje, iż procesy te wpływają nie tylko na parametry ilościowe, lecz także na potencjalne oddziaływanie biologiczne produktów trawienia.

Podsumowując, odpowiedni dobór metod przetwarzania technologicznego może nie tylko podtrzymywać wysoką wartość żywieniową białek mleka, lecz także funkcjonalnie ukierunkowywać ich właściwości poprzez modyfikację strawności, biodostępności aminokwasów oraz profilu związków bioaktywnych. W świetle aktualnych zaleceń żywieniowych aspekt technologiczny powinien być traktowany jako integralny element oceny jakości białka, ponieważ ten sam „surowcowy” potencjał białka może dawać różny efekt fizjologiczny w zależności od tego, jak produkt był wytwarzany i przechowywany.

## Zdrowotne aspekty spożywania białek mleka

Aktualizacja norm żywieniowych w krajach obszaru DA-CH (Niemcy, Austria i Szwajcaria), opublikowana w 2019 r., nie wprowadziła zmian w zalecanym spożyciu białka dla osób dorosłych poniżej 65. roku życia, dla których utrzymano wartość 0,8 g/kg masy ciała na dobę. Istotną nowością było natomiast wyodrębnienie odrębnej rekomendacji dla osób w wieku  $\geq 65$  lat, u których przyjęto wyższą, szacunkową wartość spożycia białka wynoszącą 1,0 g/kg masy ciała na dobę. Podkreślenie odrębnych potrzeb żywieniowych tej grupy wiekowej stanowi istotne odejście od wcześniejszego podejścia opartego na jednolitych normach

dla populacji dorosłych. Zmiana ta odzwierciedla rosnący konsensus naukowy dotyczący znaczenia odpowiedniej podaży białka w zapobieganiu utracie masy i funkcji mięśniowej, przeciwdziałaniu oporności anabolicznej oraz utrzymaniu sprawności funkcjonalnej i zdrowia metabolicznego w populacji osób starszych. Była to pierwsza rewizja zaleceń DA-CH, w której wiek starszy został potraktowany jako odrębny etap życia wymagający zwiększonej podaży białka, mimo braku jednoznacznych różnic w zapotrzebowaniu określonym metodą bilansu azotowego. Fakt ten podkreśla, że klasyczne metody szacowania zapotrzebowania na białko nie w pełni oddają jego znaczenie dla utrzymania funkcji mięśniowych i sprawności metabolicznej w wieku starszym.

Coraz więcej danych wskazuje jednak, że wpływ białka pokarmowego na zdrowie człowieka nie ogranicza się wyłącznie do jego ilości, lecz w istotnym stopniu zależy również od jego jakości, stopnia przetworzenia oraz właściwości funkcjonalnych. Oznacza to, że identyczna ilość białka pochodząca z różnych źródeł może wywoływać odmienne efekty metaboliczne. Czynniki te determinują nie tylko strawność i biodostępność aminokwasów, ale także skład i aktywność mikrobioty jelitowej. Produkty fermentacji białek w jelicie grubym obejmują m.in. amoniak, aminy biogenne, związki fenolowe i indolowe oraz rozgałęzione krótkołańcuchowe kwasy tłuszczowe. Ich znaczenie metaboliczne zależy od ilości białka w diecie, jego źródła oraz równowagi z fermentacją węglowodanów. Efekty te mogą mieć charakter zarówno korzystny, jak i niekorzystny, w zależności od proporcji poszczególnych składników w diecie.

Pełnowartościowe białka mleka mogą stanowić szczególnie istotny element diety osób starszych, zwłaszcza w kontekście obserwowanych zmian demograficznych oraz rosnącej częstości sarkopenii, definiowanej jako postępująca utrata masy i siły mięśniowej. Schorzenie to istotnie ogranicza zdolność wykonywania codziennych czynności i prowadzi do obniżenia jakości życia. Z perspektywy żywieniowej kluczowe znaczenie ma spowolnienie tempa tych zmian poprzez zapewnienie odpowiedniej podaży wysokiej jakości białka.

W zaleceniach eksperckich dotyczących żywienia osób starszych (np. PROT-AGE) wskazuje się, że podaż białka często powinna przekraczać klasyczne minimum i może wynosić około 1,0–1,2 g/kg masy ciała na dobę, a w okresie choroby lub zwiększonej aktywności fizycznej także więcej. Znaczenie ma nie tylko ilość, ale też jakość białka oraz rozkład spożycia w ciągu dnia. Zwiększenie podaży białka, zwłaszcza łącznie z aktywnością fizyczną, sprzyja utrzymaniu masy i funkcji mięśniowej, choć efekty zależą od stanu zdrowia i podaży energii. Produkty mleczarskie mogą ułatwiać realizację tych założeń dzięki wysokiej strawności i korzystnemu profilowi aminokwasowemu.

Drugą grupą populacyjną, która może odnosić wymierne korzyści z włączenia wysokobiałkowych produktów mleczarskich, są osoby z nadwagą i otyłością. Badania interwencyjne sugerują, że zwiększenie udziału białka, w tym białek mleka i serwatki, może wspierać dietoterapię otyłości poprzez wpływ na sytość. Efekty obserwuje się w ramach całościowych interwencji dietetycznych, przy zachowaniu bilansu energetycznego, częściej w populacjach kobiet. Znaczenie mogą mieć różnice w kinetyce trawienia białek serwatkowych i kazeinowych, które sprzyjają nasileniu sygnałów regulujących łaknienie oraz opóźnieniu opróżniania żołądka, co ułatwia kontrolę masy ciała. Znaczenie tych mechanizmów jest szczególnie istotne w dietach redukcyjnych, w których utrzymanie sytości odgrywa kluczową rolę w długoterminowym przestrzeganiu zaleceń żywieniowych.

## Znaczenie produktów mleczarskich wysokobiałkowych w praktyce żywieniowej i regulacyjnej

Dynamiczny rozwój kategorii produktów „wysokobiałkowych” w przemyśle spożywczym należy rozpatrywać w kontekście jednoznacznych kryteriów prawnych dotyczących oświadczeń żywieniowych oraz rosnącego znaczenia jakości białka w ocenie wartości żywieniowej produktów. Rozwój ten jest wynikiem zarówno zmieniających się preferencji



konsumentów, jak i aktualizacji wiedzy naukowej dotyczącej roli białka w zdrowiu metabolicznym. W Unii Europejskiej oświadczenie „wysoka zawartość białka” („high protein”) jest zdefiniowane w przepisach dotyczących oświadczeń żywieniowych i odnosi się do udziału energii pochodzącej z białka w produkcie, która nie może być niższa niż 20%. Regulacja ta sprzyja porównywalności produktów, lecz jednocześnie wymaga uwzględniania całej matrycy żywności, w tym zawartości cukrów, tłuszczu oraz stopnia przetworzenia, ponieważ sama obecność oświadczenia żywieniowego nie przesądza o rzeczywistej wartości zdrowotnej produktu, przy ocenie ich potencjalnych efektów prozdrowotnych.

Należy jednak podkreślić, że liczne tradycyjne produkty mleczarskie, mimo iż historycznie nie były opatrzone formalnymi oświadczeniami żywieniowymi, od dawna stanowią bardzo dobre i względnie tanie źródło białka w diecie. Dotyczy to w szczególności twarogów, serów dojrzewających oraz zagęszczonych koncentratów mlecznych, które od dziesięcioleci są uznawane za integralny element tradycyjnych wzorców żywieniowych.

Z perspektywy żywieniowej szczególnie istotne jest, że nowoczesne podejście do białka obejmuje równolegle trzy wzajemnie powiązane aspekty:

- ilość spożywanego białka, rozumianą jako element bilansu żywieniowego,
- jego jakość, ocenianą m.in. na podstawie profilu aminokwasowego oraz wskaźników takich jak DIAAS, oraz
- wpływ technologii przetwarzania na strawność, biodostępność i potencjalną bioaktywność białek, które determinują faktyczną odpowiedź fizjologiczną organizmu.

W konsekwencji ocena produktów mleczarskich o podwyższonej zawartości białka powinna uwzględniać nie tylko deklarowaną zawartość białka, lecz także zastosowane metody przetwarzania oraz rzeczywisty efekt fizjologiczny po ich spożyciu. Takie podejście pozwala odróżnić produkty spełniające wyłącznie kryteria formalne od tych, które w określonych sytuacjach żywieniowych mogą rzeczywiście wspierać realizację zaleceń dotyczących jakości i funkcjonalności białka.

## Podsumowanie

Zmieniające się zalecenia żywieniowe coraz częściej akcentują znaczenie doboru źródeł makroskładników pod kątem ich funkcji metabolicznych i rzeczywistego wykorzystania przez organizm. W tym ujęciu niskoprzetworzone produkty mleczarskie o podwyższonej zawartości białka wyróżniają się jako bardzo dobre źródło białka o wysokiej wartości biologicznej, łączące korzystny profil aminokwasowy i dobrą

strawność z cechami technologicznymi oraz sensorycznymi istotnymi w codziennym żywieniu.

Dostępne dane naukowe wskazują, że wysokobiałkowe produkty mleczarskie mogą wspierać realizację współczesnych modeli żywienia ukierunkowanych na poprawę zdrowia metabolicznego, kontrolę masy ciała oraz utrzymanie masy i funkcji mięśniowej, o ile są stosowane w ramach zbilansowanego wzorca żywieniowego. Znajdują one zastosowanie zarówno w żywieniu osób aktywnych fizycznie, jak i w dietoterapii otyłości, cukrzycy typu 2 i zespołu metabolicznego, a także w żywieniu osób starszych, u których zwiększone zapotrzebowanie na białko występuje z ograniczoną podażą energii i ryzykiem sarkopenii.

Z perspektywy przedstawionych analiz zasadne jest uwzględnianie w ocenie białka nie tylko jego ilości, lecz przede wszystkim jakości, strawności jelitowej, biodostępności aminokwasów oraz wpływu procesów technologicznych na jego właściwości biologiczne i funkcjonalne. W tym ujęciu produkty mleczarskie o wysokiej zawartości białka mogą stanowić racjonalny element strategii żywieniowych opartych na dowodach naukowych. Ich ocena powinna jednak uwzględniać całą matrycę żywnościową, stopień przetworzenia oraz rzeczywiste uwarunkowania technologiczne i produkcyjne. ■

### Wykaz literatury

- Bauer, J., Biolo, G., Cederholm, T., Cesari, M., Cruz-Jentoft, A. J., Morley, J. E., ... & Boirie, Y. (2013). Evidence-based recommendations for optimal dietary protein intake in older people: a position paper from the PROT-AGE Study Group. *Journal of the American Medical Directors Association*, 14(8), 542-559. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2013.05.021>
- Cai, H., Qin, X., Lai, M., Geng, X., Ma, H., Wu, X., ... & Li, H. (2025). Processing of Dairy Products Can Affect the Digestible Indispensable Amino Acid Score (DIAAS): an in vivo study in Bama minipigs. *The Journal of Nutrition*.
- Dupont, D., & Tomé, D. (2020). Milk proteins: Digestion and absorption in the gastrointestinal tract. W *Milk proteins* (p. 701-714). Academic Press.
- FAO. (2013). Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of an FAO expert consultation. FAO Food and Nutrition Paper No. 92. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Fardet, A., Dupont, D., Rioux, L. E., & Turgeon, S. L. (2019). Influence of food structure on dairy protein, lipid and calcium bioavailability: A narrative review of evidence. *Critical reviews in food science and nutrition*, 59(13), 1987-2010. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1435503>
- Mathai, J. K., Liu, Y., & Stein, H. H. (2017). Values for digestible indispensable amino acid scores (DIAAS) for some dairy and plant proteins may better describe protein quality than values calculated using the concept for protein digestibility-corrected amino acid scores (PDCAAS). *British Journal of Nutrition*, 117(4), 490-499.
- Mulet-Cabero, A. I., Mackie, A. R., Brodkorb, A., & Wilde, P. J. (2020). Dairy structures and physiological responses: a matter of gastric digestion. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(22), 3737-3752. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1707159>
- Phillips, S. M., & Van Loon, L. J. C. (2011). Dietary protein for athletes: From requirements to optimum adaptation. *Journal of Sports Sciences*, 29(sup1), S29-S38. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.619204>
- Richter, M., Baerlocher, K., Bauer, J. M., Elmadfa, I., Heseker, H., Leschik-Bonnet, E., Stangl, G., Volkert, D., Stehle, P., & on behalf of the German Nutrition Society (DGE) (2019). Revised Reference Values for the Intake of Protein. *Annals of nutrition & metabolism*, 74(3), 242-250. <https://doi.org/10.1159/000499374>
- Singh, H., Ye, A., & Ferrua, M. J. (2015). Aspects of food structures in the digestive tract. *Current opinion in food science*, 3, 85-93. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2015.06.007>
- U.S. Department of Agriculture, & U.S. Department of Health and Human Services. (2025). *Dietary Guidelines for Americans, 2025-2030* (9th ed.). Washington, DC.
- van Lieshout, G. A. A., Lambers, T. T., Bragt, M. C. E., & Hettinga, K. A. (2020). How processing may affect milk protein digestion and overall physiological outcomes: A systematic review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 60(14), 2422-2445. <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1646703>
- Venier, D., & Capocasa, M. (2025). Macronutrients and cardiovascular diseases: a narrative review of recent scientific literature. *Clinical Nutrition ESPEN*. 68; 32-46. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2025.04.022>



PePe

ARUBIX  
Company

ALFA  
LAVAL

Master Distributor

# Armatura i stal kwasoodporna dla przemysłu spożywczego



Szeroki asortyment magazynowy  
oraz realizacje pod wymiar



Specjalistyczne projektowanie  
i dobór wymienników ciepła



Kompleksowe usługi serwisowe:  
audyty, przeglądy, modernizacje



Oficjalny Master Dystrybutor  
Alfa Laval w regionie CEE



PePe Sp. z o.o., ul. Powstańców 9D, 86 050 Solec Kujawski  
tel: 52 387 30 13, e-mail: pepe@pepesolec.pl

[www.pepesolec.pl](http://www.pepesolec.pl)

# Colostrum Bovinum:

## od produktu ubocznego do „błękitnego oceanu” branży mleczarskiej.

### Rola liofilizacji w budowaniu przewagi konkurencyjnej

W obliczu rosnącej presji na marże tradycyjnych produktów nabiałowych, zakłady mleczarskie poszukują innowacyjnych kierunków dywersyfikacji. Colostrum bovinum (siara bydlęca), niegdyś traktowane marginalnie, wyrasta na jeden z najbardziej dochodowych segmentów rynku nutraceutyków. Kluczem do sukcesu w tym sektorze nie jest jednak wolumen, lecz technologia. Jak proces liofilizacji redefiniuje standardy jakości i pozwala zachować bioaktywność tego surowca?

**A**nalizujemy temat przy wsparciu specjalistów partnera technologicznego naszego wydawnictwa firmy LEOSMAK - wiodącego polskiego producenta nowoczesnych liofilizatorów.

Współczesne mleczarstwo wychodzi poza ramy dostarczania podstawowych produktów spożywczych, wkraczając odważnie w obszar żywności funkcjonalnej i nutraceutyków. Siara bydlęca, pierwsza wydzielina gruczołu mlekowego ssaków, jest surowcem o unikatowym potencjale, którego wartość rynkowa dynamicznie rośnie. Według analiz Grand View Research, globalny rynek colostrum w 2024 roku wyceniany był na 3 577,1 mln USD, a prognozy wskazują na wzrost do poziomu 5 430,4 mln USD do 2030 roku. Dla nowoczesnej mleczarni to wyraźny sygnał: popyt na naturalne immunoglobuliny rośnie średnio o 7,2% rocznie (CAGR), otwierając szansę na zagospodarowanie surowca, który zyskuje na wartości w oczach świadomego konsumenta.

#### Biochemiczny skarbiec: dlaczego colostrum jest tak cenne?

Aby zrozumieć wyzwania technologiczne związane z przetwórstwem siary, należy przyrzeć się jej składowi. Colostrum to substancja fundamentalnie różna od mleka dojrzałego. Jest to gęsta, żółtawa ciecz o odczynie lekko kwaśnym (pH ok. 6,4), która stanowi źródło biernej odporności dla nowonarodzonego cielęcia. W przeciwieństwie do ludzi, u bydła nie następuje transfer immunoglobulin przez łożysko, dlatego cielę rodzi się w stanie agammaglobulinemii i jest całkowicie zależne od przeciwciał zawartych w młodziwie.

Siara zawiera ponad 250 związków aktywnych biologicznie. Do najważniejszych należą:

- **Immunoglobuliny (Ig):** głównie klasy IgG (stanowiące 85-90% ogółu Ig), a także IgM i IgA. Ich stężenie w pierwszej dobie po wycieleniu może wynosić od 45 do nawet 100 g/l, co jest wartością wielokrotnie wyższą niż w mleku dojrzałym.
- **Laktoferyna:** białko wiążące żelazo, wykazujące silne działanie bakteriostatyczne, przeciwwirusowe i przeciwgrzybicze.
- **Lizozym i laktoperoksydaza:** enzymy o działaniu antybakteryjnym, niszczące ściany komórkowe bakterii.

- **Czynniki wzrostu:** w tym IGF-1, TGF-β, EGF, które stymulują regenerację tkanek i dojrzewanie układu pokarmowego.
- **Polipeptydy bogate w prolinę (PRP):** pełniące funkcje regulatorowe w układzie odpornościowym.

Co istotne dla przetwórcy, skład siary zmienia się dynamicznie w czasie. Najwyższa koncentracja składników bioaktywnych występuje w pierwszych godzinach po porodzie. Badania wykazują, że stężenie IgG spada drastycznie z każdym kolejnym dojem – już w 10. i 14. godzinie po wycieleniu ich poziom jest znacząco niższy niż bezpośrednio po porodzie. Dlatego z punktu widzenia produkcji nutraceutyków klasy premium, kluczowe jest pozyskiwanie surowca z tzw. „pierwszego doju” lub pierwszych 12 godzin.

#### Wyzwanie technologiczne: temperatura wrogiem bioaktywności

Surowiec tak bogaty w białka o złożonej strukturze trzeciorzędowej jest ekstremalnie wrażliwy na warunki obróbki. Tradycyjne metody utrwalania żywności stosowane w mleczarstwie, takie jak pasteryzacja czy suszenie rozpyłowe, powodują nieodwracalną utratę wartości biologicznej colostrum.

Badania wskazują, że ogrzewanie siary powyżej 60°C prowadzi do uszkodzenia cząsteczek IgG. Pasteryzacja w temperaturze 63°C przez 30 minut, choć redukuje florę bakteryjną, może obniżyć poziom immunoglobulin o blisko 60% oraz zniszczyć aktywność laktoferyny i liozomy. Suszenie rozpyłowe (spray drying), mimo że jest procesem wydajnym i tanim, wiąże się z ekspozycją produktu na wysokie temperatury (często powyżej 140°C na wlocie), co generuje szok termiczny prowadzący do denaturacji części białek i utraty aktywności enzymatycznej.

Dla zakładu mleczarskiego celującego w rynek premium, gdzie cena produktu finalnego zależy między innymi od deklarowanej zawartości aktywnych immunoglobulin (np. standaryzacja na 40% IgG), utrata bioaktywności na etapie suszenia jest ekonomicznie nieuzasadniona.

#### Liofilizacja: złoty standard w konserwacji białek

Odpowiedzią na te wyzwania jest liofilizacja (suszenie sublimacyjne). Jest to proces usuwania wody z zamrożonego produktu poprzez

sublimację lodu, czyli jego bezpośrednie przejście w stan pary z pominięciem fazy ciekłej. Proces ten odbywa się w warunkach obniżonego ciśnienia (próżni) i niskiej temperatury.

#### Dlaczego liofilizacja jest przewagą technologiczną w przetwórstwie colostrum?

- 1. Ochrona struktur białkowych:** dzięki prowadzeniu procesu w niskich temperaturach (mrożenie do  $-40^{\circ}\text{C}$  lub niżej) unika się denaturacji termicznej. Badania potwierdzają, że liofilizowane colostrum zachowuje poziom immunoglobulin, laktoferyny i czynników wzrostu (TGF- $\beta$ 2, IGF-1) na poziomie zbliżonym do surowca wyjściowego.
- 2. Struktura i rehydratacja:** liofilizat posiada porowatą strukturę, co zapewnia błyskawiczną rehydratację. Produkt końcowy po dodaniu wody odzyskuje właściwości organoleptyczne i fizykochemiczne świeżej siary. Jest to kluczowe dla konsumentów stosujących colostrum w formie proszku do rozpuszczania.
- 3. Stabilność mikrobiologiczna:** usunięcie wody do poziomu wilgotności resztkowej 2-3% (lub niżej) drastycznie obniża aktywność wody (aw). W tak niskim zakresie aw zahamowane zostają nie tylko procesy rozwoju drobnoustrojów, ale także reakcje enzymatyczne i nieenzymatyczne brunatnienie (reakcja Maillarda). Gwarantuje to długi termin przydatności bez konieczności stosowania konserwantów – tzw. „Czysta etykieta” (Clean Label).

#### Kluczowe parametry procesu i rola nowoczesnych urządzeń

Wdrożenie liofilizacji w zakładzie mleczarskim wymaga odpowiedniego zaplecza technologicznego. Proces ten składa się z trzech krytycznych etapów: zamrażania, suszenia pierwotnego (sublimacji) i suszenia wtórnego (desorpcji).

Jakość finalnego produktu zależy od precyzyjnej kontroli parametrów na każdym z tych etapów. Nieprawidłowo prowadzony etap mrożenia ma istotny wpływ na jakość produktu końcowego, jednak nie decyduje o niej bezpośrednio wielkość kryształów lodu, lecz zdolność powstałej struktury do utrzymania ciągłej i drożnej sieci porów oraz zachowania stabilności poniżej temperatur przejść fazowych materiału. Zbyt wysoka temperatura w fazie desorpcji prowadzi do intensyfikacji procesów degradacji termicznej, w tym denaturacji immunoglobulin. W konsekwencji dochodzi do istotnego obniżenia jakości biologicznej oraz stabilności końcowego colostrum.

W tym kontekście na znaczeniu zyskują rozwiązania inżynierskie dostosowane specyficznie do wymogów branży spożywczej i biotechnologicznej. Polscy producenci, tacy jak firma Leosmak, dostarczają systemy liofilizacyjne zaprojektowane z myślą o bezkompromisowym zachowaniu bioaktywności wrażliwych surowców mleczarskich.

#### Nowoczesny liofilizator przemysłowy powinien zapewniać:

- Głęboką próżnię i wymrażanie: kluczem do jakości siary jest eliminacja wody w warunkach, które „unieruchamiają” struktury białkowe. Urządzenia Leosmak pozwalają na osiągnięcie parametrów gwarantujących uzyskanie produktu o jakości premium, potwierdzonej niskim wskaźnikiem aktywności wody (aw).
- Monitoring i kontrola (Industry 4.0): zaawansowane oprogramowanie umożliwiające podgląd procesu w czasie rzeczywistym (temperatura półek, ciśnienie, wydajność kompresora) jest niezbędne dla działów R&D do optymalizacji receptur. Jest to szczególnie ważne przy tak kosztownym wsadzie jak colostrum.
- Standardy higieniczne: komory i półki wykonane ze stali nierdzewnej AISI 304, konstrukcja zgodna z HACCP/GMP oraz atesty do kontaktu z żywnością to absolutne minimum w produkcji nutraceutyków.
- Skalowalność: możliwość przejścia od skali laboratoryjnej (wsad  $\sim 4$  kg) do przemysłowej (600 kg i więcej) pozwala zakładom na elastyczne reagowanie na popyt.

#### Bezpieczeństwo i zaufanie konsumentów

Rynek colostrum przechodzi transformację z niszy rolniczej w kierunku profesjonalnego sektora suplementów diety. Konsumentci poszukują produktów bezpiecznych i przebadanych. Ma to szczególne znaczenie w kontekście doniesień o zanieczyszczeniach mikrobiologicznych. FDA i inne organy regulacyjne kładą duży nacisk na czystość biologiczną produktów mleczarskich.

Proces liofilizacji, choć sam w sobie nie jest metodą sterylizacji (nie zabija wszystkich patogenów, lecz hamuje ich rozwój poprzez usunięcie wody), w połączeniu z odpowiednią obróbką wstępną (np. mikrofiltracja) pozwala uzyskać produkt bezpieczny. Liofilizacja usuwa wodę niezbędną do życia bakterii, co stabilizuje produkt mikrobiologicznie. Co więcej, nowoczesne systemy liofilizacyjne pozwalają na precyzyjne sterowanie procesem końcowym (np. łamanie próżni gazem obojętnym, jak azot), co dodatkowo chroni tłuszcze zawarte w siarze przed utlenianiem.

#### Perspektywy rynkowe: Europa i Polska

Choć rynek colostrum jest zdominowany przez Amerykę Północną i Azję, Europa – a w szczególności Polska – staje się ważnym graczem. Polska, jako jeden z liderów produkcji mleka w UE, posiada ogromny, wciąż nie w pełni wykorzystany potencjał surowcowy. Zagospodarowanie siary, która często jest utylizowana lub skarmiana w nadmiarze, stanowi szansę na stworzenie nowego strumienia przychodów.

Konsumpcja colostrum przesunęła się z odżywek dla niemowląt w stronę suplementacji dorosłych – wsparcia odporności, zdrowia jelit (uszczelnianie bariery jelitowej) oraz regeneracji po wysiłku fizycznym. Forma proszku (powder), dominująca w sprzedaży, jest idealna do produkcji kapsułek, saszetek czy dodatków do żywności funkcjonalnej.

#### Podsumowanie

Colostrum bovinum to surowiec o wyjątkowej wartości, który wymaga równie wyjątkowego traktowania. Inwestycja w technologię liofilizacji to dla zakładów mleczarskich krok w stronę produkcji wysokomarżowej, odpornej na wahania cen mleka konwencjonalnego. Wybór odpowiedniego partnera technologicznego, oferującego sprzęt gwarantujący zachowanie pełnej bioaktywności białek przy jednoczesnej efektywności energetycznej, może zadecydować o przewadze konkurencyjnej na tym dynamicznie rosnącym rynku. Rozwiązania dostarczane przez rodzimych inżynierów, takie jak systemy firmy Leosmak, udowadniają, że polska myśl techniczna skutecznie konkuruje z zachodnimi dostawcami, oferując jakość premium niezbędną do wprowadzenia „płynnego złota” na globalne rynki. ■

#### Bibliografia:

- Pazola Z., *Biochemiczne i biofizyczne aspekty liofilizacji żywności*, Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych, 1965.
- Colostrum Market Size, Share & Trends Analysis Report, Grand View Research, 2025-2030.
- Colostrum lyophilization technology. – Leosmak Sp. z o.o. 2026.
- Hayes M., *Bovine Colostrum*, Clemson University Thesis, 2010.
- Ramani A. et al., *Bovine colostrum as a promising nutraceutical: a systematic review*, Sustainable Food Technology, 2024.
- Materiały techniczne firmy Leosmak.
- Wieczorek-Dąbrowska M. et al., *Znaczenie siary krów oraz czynniki warunkujące jej jakość*, Przegląd Hodowlany, 4/2013.



**Leosmak S.A.**  
ul. E. Kwiatkowskiego 4  
52-326 Wrocław  
tel. +48 71 715 66 00  
e-mail: office@leosmak.com  
www.leosmak.com

# Lampa UV-A BioDtex

## – nowatorskie urządzenie do wczesnej detekcji biofilmu w przemyśle mleczarskim

Biofilm wciąż pozostaje jednym z najtrudniejszych do kontrolowania zagrożeń środowiskowych w zakładach produkujących żywność gotową do spożycia (RTE). Pomimo stosowania procedur CIP oraz rutynowych metod kontroli higieny, jego obecność może nie być ujawniana na wczesnym etapie. Artykuł omawia ograniczenia klasycznych narzędzi kontrolnych oraz rolę inspekcji wizualnej jako elementu wspierającego zarządzanie ryzykiem biofilmu w obszarze produkcyjnym.

W zakładach przetwórstwa mlecznego produkujących żywność RTE, *Listeria monocytogenes* stanowi poważne zagrożenie. Nawet przy prawidłowo zaprojektowanych procedurach CIP i COP, regularnych badaniach mikrobiologicznych, bakterie tego gatunku mogą utrzymywać się w przestrzeni produkcyjnej. Mają one zdolność do uczestniczenia w tworzeniu biofilmu, który rozwija się lokalnie, często w strefach trudnodostępnych. Jego struktura wykazuje podwyższoną odporność na rutynowe procesy mycia i dezynfekcji. Uzasadnia to potrzebę uzupełnienia klasycznych metod kontroli higieny o narzędzia wspierające wczesną identyfikację obszarów ryzyka związanego z biofilmem oraz ukierunkowanie precyzyjnych działań naprawczych.

Biofilm stanowi istotny problem operacyjny z perspektywy codziennego funkcjonowania zakładu produkcyjnego, ponieważ może rozwijać się bez widocznych oznak zewnętrznych i jednoznacznego odzwierciedlenia w wynikach rutynowych kontroli. W konsekwencji zakład może funkcjonować w pozornie stabilnych warunkach higienicznych, podczas gdy biofilm stopniowo staje się trwałym elementem środowiska produkcyjnego. W praktyce zakładowej kontrola higieny opiera się na połączeniu badań mikrobiologicznych i testów ATP. Metody te stanowią fundament systemów bezpieczeństwa żywności i zapewniają kontrolę zgodności higienicznej. Jednak ze względu na swój punktowy i retrospektywny charakter nie zawsze pozwalają na ocenę skuteczności higieny w skali całej instalacji. W efekcie działania korygujące podejmowane są dopiero po uzyskaniu niezgodnych wyników, często, gdy biofilm zdążył już utrwalić się w otoczeniu produkcyjnym.

Lampa detekcyjna UV-A BioDtex zapewnia wczesny, wizualny sygnał ostrzegawczy wspierający ocenę skuteczności mycia oraz identyfika-



Lampa detekcyjna BioDtex

cję obszarów potencjalnego ryzyka związanego z obecnością biofilmu, zanim w środowisku produkcyjnym dojdzie do jego przyrostu. Zasada działania lampy polega na ujawnieniu sygnałów związanych z obecnością struktur biofilmu czy zanieczyszczeń organicznych na obszarach podwyższonego ryzyka, jak spoiny spawów, zagłębienia czy załamania. Urządzenie BioDtex nie zastępuje badań mikrobiologicznych ani testów ATP. Pełni rolę narzędzia wspierającego weryfikację wizualną i decyzje operacyjne po zakończeniu procesu mycia, poprzez wskazanie miejsc wymagających dodatkowej kontroli lub doczyszczania.

### Detekcja oparta na fluorescencji

Lampa UV-A BioDtex jest urządzeniem detekcyjnym, wykorzystującym zjawisko fluorescencji do wizualnej identyfikacji biofilmu oraz zanieczyszczeń organicznych. Emitowane promieniowanie UV-A wzbudza

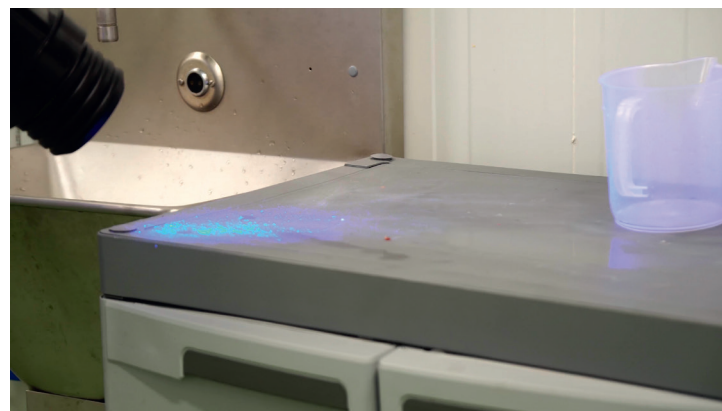
fluorescencję wybranych zanieczyszczeń, co generuje widoczny sygnał w postaci emisji światła w zakresie widzialnym i zwiększa kontrast względem tła. Mechanizm ten nie polega na identyfikacji mikroorganizmów gatunkowo, lecz na ujawnieniu sygnałów związanych z obecnością struktur biofilmu czy zanieczyszczeń organicznych, a także obszarów podwyższonego ryzyka ich utrzymywania się. Lampa BioDtex nie zastępuje badań mikrobiologicznych ani testów ATP, lecz pełni rolę narzędzia działającego w czasie rzeczywistym, wspierającego weryfikację wizualną i decyzje operacyjne po zakończeniu procesu CIP poprzez wskazanie miejsc wymagających dodatkowej kontroli lub doczyszczania. W praktyce pozwala to na wczesną identyfikację obszarów wymagających działań korygujących, ograniczenie reakcji wyłącznie do konkretnych stref oraz przerwanie ciągu zdarzeń prowadzących do utrwalenia biofilmu, szczególnie w obszarach produkcji i pakowania żywności gotowej do spożycia (RTE).

### Skuteczność potwierdzona zewnętrznymi testami

Lampa UV-A BioDtex została poddana badaniom przez Campden BRI, niezależny, międzynarodowy instytut badawczo-doradczy, specjalizujący się w bezpieczeństwie żywności. Zgodnie z wynikami przeprowadzonych testów potwierdzono, że wskazuje obecność jedno- i wielogatunkowych biofilmów typowych dla branży spożywczej, także w przypadku nierównomiernego rozmieszczenia. Testy wykonano z użyciem kluczowych patogenów przemysłowych, m. in. *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* czy bakteria *E. coli*. Rezultatem przeprowadzonych testów jest wyraźna fluorescencja, odróżnialna od tła i resztek organicznych czy pozostałości detergentów typowych dla procesu produkcyjnego. W efekcie wynik detekcji pozwala precyzyjnie zidentyfikować miejsca, w których proces czyszczenia jest niewystarczający, nawet przy niskim poziomie skażenia.

### Audytywanie i tworzenie dokumentacji

Urządzenie BioDtex daje możliwość wykonywania dokumentacji fotograficznej z inspekcji i wspiera proces raportowania. Dział odpowiadający za jakość może pozyskać bieżącą informację inspekcyjną dotyczącą skuteczności mycia, a także przygotować dokumentację dla audytorów



zewnętrznych. BioDtex ułatwia identyfikację miejsc wymagających dodatkowego czyszczenia, dzięki czemu możliwe jest potencjalne skrócenie czasu przestoju w cyklu produkcyjnym. Wizualne efekty jakie daje wykorzystanie lampy BioDtex, mogą mieć też realny wpływ na postrzeganie wagi procesów higienicznych przez pracowników. Regularne inspekcje z użyciem urządzenia podnoszą świadomość zagrożeń i pozytywnie motywują do przestrzegania procedur czystości.

### Praktyczne zastosowanie BioDtex w zakładzie przetwórstwa mlecznego

BioDtex ma zastosowanie przy codziennych kontrolach wewnętrznych linii produkcyjnych, ale też podczas przygotowań do audytów zewnętrznych. Urządzenie jest szczególnie przydatne w miejscach trudnodostępnych: pod taśmociągami, w szczelinach maszyn, na powierzchniach bezpośredniego kontaktu z produktem oraz w strefach wysokiego ryzyka. Dzięki kompaktowej konstrukcji inspekcja jest możliwa do przeprowadzenia nawet w trakcie trwania zmiany, w zaplanowanych oknach operacyjnych. Wyniki można natychmiast przekazać zespołowi odpowiedzialnemu za utrzymanie czystości, co pozwala na szybkie podjęcie ewentualnych działań naprawczych. Producent zaleca stosowanie lampy w warunkach ograniczonego oświetlenia oraz używanie okularów ochronnych chroniących przed promieniowaniem UV. W przypadku wątpliwości dotyczących rodzaju wykrytych zanieczyszczeń, interpretacja wyników może być dodatkowo wspierana testami ATP lub analizą laboratoryjną.

### Wykorzystanie Lampy UV-A BioDtex do raportowania ESG

Lampa BioDtex w kontekście zarządzania higieną może stanowić wsparcie regularnego monitoringu operacyjnego oraz dokumentowania działań dotyczących identyfikacji biofilmu. Dane i zapisy powstające w toku regularnych inspekcji mogą stanowić materiał wejściowy dla systemów zarządzania jakością i środowiskiem, wykorzystywanych następnie w raportowaniu niefinansowym wymaganym przez obowiązujące regulacje. Wizualne zapisy inspekcji oraz ich archiwizacja wzmacniają transparentność procesów kontrolnych, ułatwiając nadzór wewnętrzny i przygotowanie do audytów zewnętrznych. W tym ujęciu BioDtex pełni funkcję elementu infrastruktury operacyjnej, który zwiększa wiarygodność danych ujawnianych w raportach wynikających z CSRD, dotyczących zarządzania ryzykiem, zrównoważonego wykorzystania zasobów oraz kultury bezpieczeństwa w organizacji. ■

 **inter arma**

OFICJALNY DYSTRYBUTOR W POLSCE



# KOMORY WĘDZARNICZE



[www.stawiany.pl](http://www.stawiany.pl)