

Sandor  
KELLER KATZ



SZTUKA  
FERMENTACJI

Praktyczne wskazówki z całego świata na temat procesu  
KISZENIA I FERMENTACJI warzyw,  
owoców, miodu, ziaren, nabiału, strączków  
i innych produktów



*Sandor*  
ELLIX KATZ

# SZTUKA FERMENTACJI

Praktyczne wskazówki z całego świata na temat procesu  
KISZENIA i FERMENTACJI warzyw,  
owoców, miodu, ziaren, nabiału, strączków  
i innych produktów

PRZEŁOŻYŁ  
BARTŁOMIEJ KOTARSKI



Tytuł oryginału:  
*The Art of Fermentation: An In-Depth Exploration of Essential Concepts  
and Processes from around the World*

Redaktorki prowadzące: Małgorzata Świącicka, Ewa Pustelnik  
Wydawczynie: Agnieszka Fiedorowicz  
Redakcja: Marta Pustuła  
Korekta: Ewa Popielarz, Martyna Tondera-Łepkowska  
Projekt okładki: Urszula Gireń  
DTP: Maciej Grycz

Ilustracje na kartach tytułowych rozdziałów: Elara Tanguy  
Rysunki bakterii: Caroline Paquita  
Zdjęcia: Sandor Ellix Katz

Copyright © 2012 by Sandor Ellix Katz

Copyright © 2021 for the Polish edition by Wydawnictwo Kobiectwo Łukasz Kierus  
Copyright © for the Polish translation by Bartłomiej Kotarski, 2016

Wszelkie prawa do polskiego przekładu i publikacji zastrzeżone. Powielanie i rozpowszechnianie z wykorzystaniem jakiejkolwiek techniki całości bądź fragmentów niniejszego dzieła bez uprzedniego uzyskania pisemnej zgody posiadacza tych praw jest zabronione.

Wydanie III  
Białystok 2021  
ISBN 978-83-67014-35-9



Bądź na bieżąco i śledź nasze wydawnictwo na Facebooku:  
[www.facebook.com/kobiece](https://www.facebook.com/kobiece)



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

Wydawnictwo Kobiectwo  
E-mail: [redakcja@wydawnictwokobiece.pl](mailto:redakcja@wydawnictwokobiece.pl)  
Pełna oferta wydawnictwa jest dostępna na stronie  
[www.wydawnictwokobiece.pl](http://www.wydawnictwokobiece.pl)

# Spis treści



Przedmowa . . . . .	15
Podziękowania . . . . .	19
Wstęp . . . . .	23

## **Rozdział 1. Fermentacja jako siła koewolucyjna . . . . . 33**

Bakterie: nasi przodkowie i partnerzy koewolucyjni . . . . .	33
Fermentacja i kultura . . . . .	39
Fermentacja i koewolucja . . . . .	44
Fermentacja jako zjawisko naturalne. . . . .	46
Wojna przeciwko bakteriom. . . . .	47
Kultywowanie świadomości biofilicznej. . . . .	49

## **Rozdział 2. Praktyczne korzyści płynące z fermentacji . . . . . 53**

Korzyści i ograniczenia procesu fermentacji . . . . .	54
Korzyści zdrowotne wynikające ze spożywania żywności sfermentowanej. . . . .	59
Fermentacja jako strategia oszczędzania energii . . . . .	73
Niezwykłe smaki fermentacji. . . . .	74

## **Rozdział 3. Podstawowe koncepcje i wyposażenie. . . . . 79**

Substraty i społeczności bakteryjne. . . . .	79
Dzika fermentacja kontra hodowle bakteryjne . . . . .	80
Środowiska selektywne . . . . .	82
Ewolucja i sukcesja społeczności . . . . .	84
Czystość i sterylizacja . . . . .	85

Zanieczyszczenie krzyżowe . . . . .	86
Woda . . . . .	87
Sól . . . . .	88
Ciemność i światło słoneczne . . . . .	91
Naczynia do fermentacji . . . . .	91
Słoiki . . . . .	92
Garnek . . . . .	94
Pokrywki do garnków . . . . .	97
Różne rodzaje garnków . . . . .	98
Naczynia metalowe . . . . .	99
Pojemniki plastikowe . . . . .	99
Naczynia drewniane . . . . .	101
<i>Canoa</i> . . . . .	102
Kalabasy i inne owoce jako naczynia do fermentacji . . . . .	102
Kosze . . . . .	103
Fermentacja w jamach . . . . .	104
Wyciskarki . . . . .	106
Szatkownice do warzyw . . . . .	106
Narzędzia do ubijania . . . . .	106
Naczynia do produkcji alkoholu i zawory . . . . .	107
Lewary wodne i obciąg . . . . .	108
Butelki i butelkowanie . . . . .	109
Hydrometry . . . . .	111
Termometry . . . . .	112
Prasy do jabłek i winogron . . . . .	112
Młynki do zboża . . . . .	113
Parowary . . . . .	113
Komory inkubacyjne . . . . .	114
Komory dojrzewalnicze . . . . .	115
Regulatory temperatury . . . . .	115
Taśma maskująca i markery . . . . .	116

## Rozdział 4. Fermentacja alkoholowa: miód, wino i cydr . . . . 119

Drożdże . . . . .	121
Miód pitny . . . . .	123
Roślinne dodatki do miodu: <i>tedź</i> i <i>baälche</i> . . . . .	126
Miody owocowe i kwiatowe . . . . .	128
Prosta i krótka fermentacja kontra alkohol wytrawny i leżakowanie . . .	130
Starter ciągły . . . . .	131
Eliksir miodowo-ziołowy . . . . .	132
Wino z winogron . . . . .	136
Cydr i perry . . . . .	138



Owocowe wina na bazie cukru . . . . .	141
Napoje alkoholowe na bazie innych skoncentrowanych substancji słodzących . . . . .	142
Sałatki ze sfermentowanych owoców . . . . .	143
Fermentacja soków roślinnych. . . . .	144
Gazowane napoje alkoholowe . . . . .	147
Dziedzictwo mieszanych źródeł. . . . .	148
Problemy . . . . .	149

## Rozdział 5. Fermentowane warzywa (i owoce) . . . . . 153

Bakterie kwasu mlekowego. . . . .	154
Witamina C i fermentowane warzywa . . . . .	156
Podstawy <i>kraut-chi</i> . . . . .	156
Siekanie. . . . .	157
Sól – solenie na sucho kontra solanka. . . . .	158
Ubijanie lub wyciskanie warzyw (albo moczenie w solance) . . . . .	160
Pakowanie. . . . .	160
Jak długo fermentować? . . . . .	161
Pleśń i drożdże . . . . .	163
Które warzywa można fermentować? . . . . .	166
Przyprawy . . . . .	170
Kapusta kiszona . . . . .	171
Kimchi . . . . .	173
Chińskie kiszonki . . . . .	177
Hinduskie kiszenie . . . . .	179
Ostre sosy, relisz, salsa i inne dodatki . . . . .	180
Himalajskie dania <i>gundruk</i> i <i>sinki</i> . . . . .	181
Informacje dotyczące fermentowania warzyw bez użycia soli . . . . .	182
Solanka . . . . .	183
Ogórki kiszone. . . . .	187
Grzyby w solance. . . . .	190
Oliwki w zalewie . . . . .	192
Marynowana fasolka szparagowa. . . . .	193
Fermentacja mlekowa w owocach . . . . .	194
<i>Kawal</i> . . . . .	198
Dodawanie kultur starterowych do fermentacji warzywnej. . . . .	199
Płynne formy fermentacji warzywnej: kwas buraczany i kapuściany, sok z kapusty, <i>kaanji</i> i <i>şalgam suyu</i> . . . . .	202
<i>Tsukemono</i> : japońskie kiszonki. . . . .	204
Gotowanie warzyw fermentowanych . . . . .	209
<i>Laphet</i> (fermentowane liście herbaty). . . . .	210
Problemy . . . . .	211

**Rozdział 6. Fermentowane kwaśne napoje tonizujące . . . . . 215**

Karbonizacja . . . . .	217
Piwo imbirowe ze starterem <i>ginger bug</i> . . . . .	219
Kwas chlebowy . . . . .	221
<i>Tepache</i> i <i>aluá</i> . . . . .	223
<i>Mabí</i> ( <i>mauby</i> ) . . . . .	224
Kefir wodny ( <i>Tibicos</i> ) . . . . .	226
Serwatka jako starter . . . . .	231
Piwa korzenne . . . . .	232
<i>Pru</i> . . . . .	234
<i>Sweet potato fly</i> . . . . .	235
Nowe smaki . . . . .	236
<i>Smreka</i> . . . . .	237
Noni (morwa indyjska) . . . . .	239
Kombucza: panaceum czy zagrożenie? . . . . .	240
Przyrządzanie kombuczy . . . . .	243
Cukierki z kombuczy: <i>nata</i> . . . . .	249
<i>Jun</i> . . . . .	250
Ocet . . . . .	250
<i>Shrub</i> . . . . .	252
Problemy . . . . .	253

**Rozdział 7. Fermentowanie mleka. . . . . 257**

Surowe mleko: mikrobiologia i polityka . . . . .	260
Ukwaszanie mleka . . . . .	262
Jogurt . . . . .	263
Kefir . . . . .	270
<i>Viili</i> . . . . .	275
Inne kultury mleczarskie . . . . .	277
Roślinne początki kultur mleczarskich . . . . .	279
<i>Crème fraîche</i> , masło i maślanka . . . . .	280
Serwatka . . . . .	281
Ser . . . . .	283
Serowarstwo przemysłowe kontra wiejskie . . . . .	286
Mleko, jogurt i sery roślinne . . . . .	288
Problemy . . . . .	290

**Rozdział 8. Fermentowanie ziaren zbóż i bulw. . . . . 293**

Schematy . . . . .	294
Moczenie ziaren . . . . .	302

Kiełkowanie .....	303
<i>Rejuvelac</i> .....	304
Kasza .....	304
Fermentowana owsianka .....	305
Grysik/polenta .....	306
<i>Atole agrio</i> .....	308
Kasza jaglana .....	309
Kasza z sorgo .....	309
<i>Congee</i> z ryżu .....	310
Kasza z czerstwego chleba .....	311
Kasza ziemniaczana .....	311
<i>Poi</i> .....	311
Maniok .....	313
Południowoamerykański chleb z manioku .....	316
Fermentowanie ziemniaków .....	316
Zakwas: przygotowanie i konserwacja .....	317
Podpłomyki/placki .....	324
Chleb na zakwasie .....	325
Kwaśna zupa z mąki żytniej (żur) .....	327
Ryż sierra .....	329
<i>Hopper/appam</i> .....	330
<i>Kiszk i Keckek el Fouqara</i> .....	332
Fermentowanie ziaren zbóż z innymi rodzajami pożywienia .....	333
Fermentowanie resztek ziaren (i bulw) .....	334
Problemy .....	334

## Rozdział 9. Fermentacja piwa i innych napojów alkoholowych na bazie ziaren zbóż. .... 337

Piwa na dzikich drożdżach .....	338
<i>Tesgüino</i> .....	341
Piwo z sorgo .....	345
<i>Merissa</i> (sudańskie piwo z prażonego sorgo) .....	348
Azjatyckie piwa ryżowe .....	354
Podstawowe piwo ryżowe .....	355
<i>Makgeolli</i> z batatów .....	358
<i>Tongba</i> z prosa .....	359
<i>Sake</i> .....	361
Słodowanie jęczmienia .....	363
Naturalnie mętne piwo jęczmienne .....	366
Piwo z manioku lub ziemniaków .....	367
Nie tylko chmiel: piwo z innymi ziołami i dodatkami roślinnymi .....	369
Destylacja .....	372



**Rozdział 10. Hodowanie kultur pleśni . . . . . 375**

Komory inkubacyjne do hodowania pleśni . . . . .	378
Tempeh . . . . .	382
Gotowanie z tempeh . . . . .	389
Hodowanie zarodników tempeh . . . . .	389
<i>Koji</i> . . . . .	396
<i>Amazaké</i> . . . . .	399
Roślinne źródła kultur pleśni . . . . .	402
Problemy . . . . .	406

**Rozdział 11. Fermentowanie fasoli, nasion i orzechów . . . . . 411**

Sery, pasztety i mleko z fermentowanych nasion lub/oraz orzechów . . . . .	412
Żołądziejce . . . . .	413
Olej kokosowy . . . . .	415
Fermentacja kakaowca, kawy i wanilii . . . . .	415
Spontaniczna fermentacja roślin strączkowych . . . . .	417
<i>Idli/dosa/dhokla/khaman</i> . . . . .	417
<i>Acarajé</i> (afro-brazylijskie placki z fermentowanej fasoli czarnej) . . . . .	419
Nasiona soi . . . . .	421
Miso . . . . .	424
Zastosowania miso . . . . .	428
Sos sojowy . . . . .	431
Fermentowane nuggetsy sojowe: <i>hamanatto</i> i <i>douchi</i> . . . . .	434
<i>Natto</i> . . . . .	436
<i>Dawadawa</i> i podobne afrykańskie fermentowane dodatki do potraw . . . . .	439
Fermentowanie tofu . . . . .	441
Problemy . . . . .	443

**Rozdział 12. Fermentacja mięsa, ryb i jaj . . . . . 446**

Suszenie, solenie, wędzenie i peklowanie . . . . .	449
Podstawy peklowania na sucho . . . . .	452
Solankowanie: wołowina i ozór wołowy peklowane w solance . . . . .	455
Kiełbasy peklowane na sucho . . . . .	457
Sos rybny . . . . .	465
Marynowane ryby . . . . .	467
Fermentowanie ryb z ziarnami zbóż . . . . .	469
Filipińskie dania <i>burong isda</i> i <i>balao-balao</i> . . . . .	470
Japońskie <i>nare zushi</i> . . . . .	472
Fermentowanie ryb i mięsa w serwatce, kiszzonej kapuście i kimchi . . . . .	474
Fermentowanie jaj . . . . .	477
Olej z wątroby dorsza . . . . .	478

Zakopywanie mięsa i ryb .....	479
Mięso przefermentowane .....	482
Etyczny wymiar fermentacji mięsa i ryb.....	483
<b>Rozdział 13. Uwagi dotyczące przedsiębiorstw .....</b>	<b>487</b>
Utrzymanie stałej jakości i smaku produktów .....	488
Pierwsze kroki .....	492
Zwiększanie skali produkcji .....	495
Przepisy, regulacje i licencje .....	498
Różne modele biznesowe: przedsiębiorstwa wiejskie, dywersyfikacja i specjalizacja .....	504
<b>Rozdział 14. Zastosowania fermentacji niezwiązane z pożywieniem .....</b>	<b>509</b>
Rolnictwo .....	509
Bioremediacja .....	520
Gospodarka odpadami .....	523
Utylizacja zwłok.....	526
Sztuka tekstylna i materiały budowlane .....	527
Produkcja energii.....	534
Lecznicze zastosowania fermentacji .....	537
Fermentacja na potrzeby pielęgnacji ciała i aromaterapii.....	538
Sztuka z wykorzystaniem fermentacji.....	540
<b>Epilog. Manifest zwolennika odrodzenia kulturowego .....</b>	<b>543</b>
<b>Źródła.....</b>	<b>547</b>
<b>Słowniczek pojęć.....</b>	<b>561</b>
<b>Informacje o przypisach.....</b>	<b>567</b>
<b>Wykaz ważniejszych pozycji bibliograficznych .....</b>	<b>571</b>
<b>Przypisy .....</b>	<b>577</b>
<b>Indeks .....</b>	<b>605</b>

## Rozdział 1

# Fermentacja jako siła koewolucyjna

Większość informacji, które znajdziecie w niniejszej książce, odnosi się do technik fermentacji, dzięki którym można uzyskać smaczne, odżywcze pożywienie i napoje. W tym kontekście fermentacja to transformacja jedzenia, jakiej dokonują rozmaite bakterie, grzyby i produkowane przez nie enzymy. Ludzie wykorzystują tę właściwość, by produkować alkohol, konserwować żywność i sprawiać, że będzie ona łatwiej trawiona, mniej toksyczna lub/oraz smaczniejsza. Według niektórych szacunków niemal jedną trzecią spożywanego na świecie pożywienia stanowią wytwory fermentacji<sup>1</sup>, a produkcja pokarmu sfermentowanego to jedna z największych gałęzi przemysłu<sup>2</sup>. Fermentacja odegrała niezwykle ważną rolę w ewolucji kultury człowieka, o czym opowiem nieco później. Warto także zauważyć, że jest zjawiskiem naturalnym, o zastosowaniu znacznie szerszym niż tylko kulinarne; komórki w naszym ciele również potrafią przeprowadzać procesy fermentacyjne. Innymi słowy, ludzie wcale nie wynaleźli ani nie stworzyli fermentacji. Bardziej precyzyjne byłoby stwierdzenie, że to fermentacja stworzyła nas.



### **Bakterie: nasi przodkowie i partnerzy koewolucyjni**

Biolodzy używają terminu „fermentacja”, by opisać metabolizm anaerobowy, czyli produkcję energii ze składników odżywczych bez użycia tlenu. Bakterie odpowiedzialne za fermentację prawdopodobnie wykształciły się na bardzo wczesnym etapie, zanim jeszcze w ziemskiej atmosferze poja-

wiło się na tyle dużo tlenu, aby umożliwić egzystencję aerobowych form życia. „Podczas pierwszych dwóch miliardów lat życia na Ziemi bakterie – jedyni mieszkańcy naszej planety – nieustannie przekształcały jej powierzchnię i atmosferę, tworząc wszystkie główne miniaturowe układy chemiczne”<sup>3</sup>, pisze słynna biolog, Lynn Margulis. Badania profesor Margulis i innych naukowców przekonały wielu uczonych, że związki symbiotyczne pomiędzy fermentującymi bakteriami i innymi wczesnymi jednokomórkowymi formami życia stały się podstawą pierwszych komórek eukariotycznych tworzących strukturę roślin, zwierząt i grzybów<sup>4</sup>. W swojej książce *Microcosmos*, Margulis i Dorion Sagan tłumaczą, że tego rodzaju symbioza mogła wykształcić się jako zależność typu drapieżnik–ofiara:

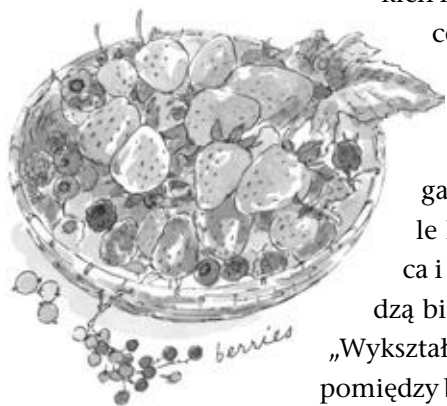
Na pewnym etapie ofiara wykształciła u siebie tolerancję wobec swoich aerobowych drapieżników, którzy przeżyli w obfitującym w pożywienie organizmie żywiciela. Te dwa typy organizmów wzajemnie wykorzystywały produkty swoich procesów metabolicznych. Drapieżniki zaczęły rozmnażać się w organizmie żywiciela, nie szkodząc mu w żaden sposób, po czym stopniowo porzucały swoją niezależność i pozostawały z żywicielem na zawsze<sup>5</sup>.

Ewolucja bierze się właśnie z takiej symbiozy zwanej symbiogenezą. Mikrobiolodzy Sorin Sonea i Léo G. Mathieu wyjaśniają tę koncepcję: „Dzięki tysiącom różnych genów bakterii symbiogeneza zdecydowanie wzbogaciła ograniczony potencjał metaboliczny organizmów eukariotycznych, przyspieszając i umożliwiając ich adaptację, która nie mogłaby odbywać się tak szybko jedynie za pomocą losowych mutacji”<sup>6</sup>.

Procesy fermentacyjne bakterii odegrały istotną rolę w przypadku wszystkich istot żyjących. Fermentacja jest tak ważna dla procesów odżywczych, że wszystkie istoty – łącznie

z nami – koewoluowały razem z nią. Dzięki symbiozie i koewolucji bakterie rozwijały nowe formy życia, prowadząc do powstania pozostałych gatunków. „Przez ostatni miliard lat przedstawiciele królestwa bakterii działali jako siła selekcyjująca i nadająca kierunek ewolucji eukariontów”, twierdzą biolodzy molekularni, Jian Xu i Jeffrey I. Gordon.

„Wykształcone na drodze koewolucji symbiotyczne związki pomiędzy bakteriami a organizmami wielokomórkowymi są



widoczną cechą ziemskich form życia”<sup>7</sup>. Znaczenia bakterii i naszych interakcji z nimi nie da się przecenić. Nie moglibyśmy istnieć ani funkcjonować bez naszych niewidzialnych gołym okiem partnerów.

Podobnie jak wszystkie wielokomórkowe formy życia, organizm ludzki jest żywicielem dla bardzo licznej bioty. Niektórzy genetycy są zdania, że jesteśmy w istocie zbiorem wielu gatunków, a nasz skład genetyczny odzwierciedla nie tylko ludzkie geny, ale także geny naszych symbiontów<sup>8</sup>. W ludzkich organizmach bakterie górują liczebnie nad komórkami zawierającymi DNA w stosunku 10 do 1<sup>9</sup>. Większość tych bakterii – około 100 trylionów ( $10^{14}$ ) – znajduje się w naszych jelitach<sup>10</sup>. Bakterie rozkładają składniki odżywcze, których w przeciwnym razie nie moglibyśmy strawić<sup>11</sup>, i odgrywają istotną rolę (którą dopiero odkrywamy) w regulowaniu równowagi między wykorzystaniem a magazynowaniem energii<sup>12</sup>. Bakterie jelitowe produkują określone, niezbędne dla nas składniki odżywcze, takie jak witaminy B i K<sup>13</sup>. Bronią też naszych organizmów, „skutecznie rywalizując



z patogenami w walce o ekologiczne nisze i substraty metaboliczne”<sup>14</sup>. Ponadto bakterie jelitowe potrafią modulować ekspresję niektórych naszych genów powiązanych z „różnorodnymi i fundamentalnymi funkcjami fizjologicznymi”<sup>15</sup>, jak reakcja immunologiczna. „Pojawiają się coraz to nowe dowody świadczące o aktywnym dialogu” pomiędzy bakteriami jelitowymi a komórkami odpornościowymi obecnymi w ściankach jelita<sup>16</sup>.

Mowa tu wyłącznie o bakteriach jelitowych, jednak zastępy bakterii żyją również na powierzchni naszego ciała, zajmując szereg różnych nisz. „Na przykład owłosione i wilgotne pachy nie różnią się aż tak bardzo od pach gładkich i suchych, ale te dwie nisze są z ekologicznego punktu widzenia równie odmienne, jak lasy deszczowe i pustynia”<sup>17</sup>, czytamy w przeprowadzonym w 2009 r. badaniu nad genetyczną różnorodnością bakterii żyjących na skórze. Bakterie obecne są na każdym skrawku powierzchni naszego ciała, zwłaszcza w cieplejszych i mocniej pocących się miejscach, a także na powierzchni oczu, w górnych drogach oddechowych i wszelkich otworach; w samej jamie ustnej wyszczególniono ponad 700 ich rodzajów<sup>18</sup>.

Nawet nasz proces reprodukcji wymaga fermentacji. Jak odkryli naukowcy, wagina wydziela glikogen, który utrzymuje przy życiu populację bakterii

z gatunku *Lactobacillus*. Bakterie te fermentują glikogen do postaci kwasu mlekowego, chroniąc tym samym pochwę przed patogenami, które nie potrafią przeżyć w tak zakwaszonym środowisku. „Obecność bakterii *Lactobacillus* będącej częścią normalnej flory waginy jest istotnym czynnikiem wpływającym na prawidłowe działanie funkcji reprodukcyjnych”<sup>19</sup>. Nasze bakterie chronią nas na każdym kroku i umożliwiają nam prawidłowe funkcjonowanie, a my dopiero poznajemy niektóre ich funkcje. Z ewolucyjnego punktu widzenia ta

rozległa mikrobiota „nadaje nam cechy, których nie moglibyśmy sami wykształcić”<sup>20</sup>. Jest to cud koewolucji – bakterie żyjące w naszym ciele dają nam życie. Mikrobiolog Michael Wilson zauważa, że „każdy odsłonięty skrawek ludzkiego ciała jest zamieszkały przez mikroorganizmy idealnie dostosowane do tego konkretnego środowiska”<sup>21</sup>. Mimo to procesy związane z tą populacją i ich wzajemne interakcje wciąż nie są do końca znane.

Przeprowadzona w 2008 r. analiza porównawcza bakterii kwasu mlekowego potwierdza, że badacze „są dopiero w początkowym stadium poznania zawitych relacji między ludźmi a ich mikrobiotą”<sup>22</sup>.

Bakterie są tak skutecznymi partnerami koewolucyjnymi dlatego, że potrafią się dostosowywać i mutować.

„Bakterie nieustannie monitorują zarówno środowisko zewnętrzne, jak i wewnętrzne, a wydajność obliczają na podstawie informacji uzyskanych za pomocą wbudowanych mechanizmów

pomiarowych” – wyjaśnia zajmujący się bakteriami genetyk James Shapiro, który pisze o „różnorodnych i szeroko rozprzestrzenionych układach bakteryjnych mobilizujących cząsteczki DNA i manipulujących nimi”<sup>23</sup>. W przeciwieństwie do naszych komórek eukariotycznych, które cechują się stałym i ustalonym składem genetycznym, bakterie prokariotyczne posiadają swobodne geny podlegające częstej wymianie. Z tego powodu niektórzy biolodzy uważają, że nie należy uznawać bakterii za oddzielny gatunek. „Prokarioty nie dzielą się na gatunki”, uważają Sonea i Mathieu<sup>24</sup>. „Bakterie to raczej kontinuum” – wyjaśnia Margulis. „Przyjmują niektóre geny, wyrzucają inne i ogólnie cechują się sporą elastycznością w tej dziedzinie”<sup>25</sup>. Sonea i Mathieu piszą dodatkowo o bakteryjnym „genetycznym wolnym rynku”, na którym „każdą bakterię można porównać do nadającej i odbierającej wiadomości radiostacji korzystającej z genów jak z cząsteczek przechowujących informacje”. Geny „trafiają do bakterii tylko wtedy, gdy są potrzebne (...), podobnie jak człowiek, który posługuje się niezbędnymi mu specjalistycznymi narzędziami”<sup>26</sup>.



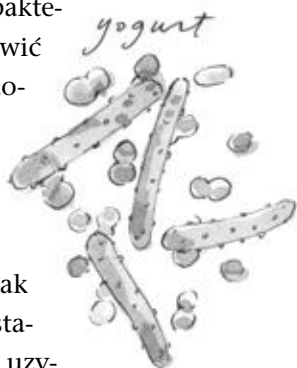


Odkrywane przez nas szczegóły dotyczące transferu genów są fascynujące. Oprócz bezpośredniej wymiany genów z innymi bakteriami, organizmy te otrzymują też geny od profagów, określanych przez Soneę i Mathieu mianem „niepowtarzalnej nieożywionej konstrukcji biologicznej: mikrorobota służącego wymianie genów (...), zbudowanego niczym ultramikroskopijna strzykawka z pustym zbiornikiem («głowa») i miniaturową igłą («ogon») (...). Ten typowo bakteryjny instrument wymiany genów wśród istot żywych może być przenoszony na znaczne odległości dzięki pomocy wody, wiatru, zwierząt itp.”.

Z powodu wielu mechanizmów służących wymianie genów „wszystkie bakterie świata mają tak naprawdę dostęp do pojedynczej puli genetycznej, a tym samym do mechanizmów adaptacyjnych całego królestwa bakterii”<sup>27</sup>, podsumowują Margulis i Sagan. Oprócz tej genetycznej elastyczności „bakterie wykorzystują zaawansowane mechanizmy komunikacji międzykomórkowej i posiadają nawet zdolność przejmowania na swoje potrzeby procesów biologicznych istot wyższego rzędu, czyli roślin i zwierząt” – pisze Shapiro<sup>28</sup>. Zaczynamy dostrzegać bakterie w nowym świetle; nie są one już dla nas prostymi „istotami niższego rzędu” – to wysoce rozwinięte formy życia posiadające skomplikowane układy umożliwiające im dostosowywanie się i przetrwanie w dowolnych warunkach.

W każdym środowisku obecna jest jakaś część puli genetycznej bakterii. Interesujące wyniki przeprowadzonych niedawno badań pozwoliły zidentyfikować nową grupę enzymów wytwarzanych przez morskie bakterie z gatunku *Zobellia galactanivorans*. Enzymy te potrafią trawić polisacharyd zwany porfyraniem, zawarty w niektórych wodorostach (w tym w nori) żyjących na obszarze występowania bakterii. Dzięki analizie genomu badacze zidentyfikowali obecne w bakteriach geny produkujące ten enzym. Po przeszukaniu baz danych sekwencjonowania genów naukowcy odkryli te same geny w bakteriach jelitowych Japończyków, jednak nie znaleźli ich u mieszkańców Ameryki Południowej. Jak ustalili badacze: „wskazuje to na fakt, iż ludzkie bakterie jelitowe używały ten enzym właśnie dzięki spożywaniu wodorostów wraz z morskimi bakteriami”, zaś „kontakt z niesterylnym jedzeniem może odpowiadać za różnorodność enzymów w ludzkiej florze jelitowej”<sup>29</sup>. Oznacza to, że mikroby obecne w spożywanym przez nas jedzeniu w pewnym stopniu określają nasze zdolności metaboliczne.

Odkrycie to rodzi poważne pytania związane zarówno z przeszłością, jak i przyszłością. „Wciąż nie ustalono, w jaki sposób w trakcie procesu ludzkiej ewo-



lucji zmiany w produkcji i przygotowywaniu żywności (mowa np. o rolnictwie i gotowaniu) wpłynęły na jelitową mikrobiotę”, czytamy w artykule zamieszczonym w czasopiśmie „Nature”. „Spożywanie hiperhigienicznego pokarmu wysoko przetworzonego i obfitującego w kalorie, produkowanego na masową skalę to test sprawdzający, jak szybko mikrobiota mieszkańców krajów zindustrializowanych jest w stanie się dostosować bez pomocy obecnej w środowisku puli genów pozwalającej na adaptację za pomocą transferu lateralnego”<sup>30</sup>.

Nie musimy godzić się na życie pozbawione takiej puli genów! Przetworzone i wysterylizowane pożywienie pozbawia mikrobiotę stymulacji genetycznej. Rezygnujemy z żywności zawierającej żywe kultury i bogatej w geny bakteryjne, będącej częścią naszego dziedzictwa kulturowego. Dzięki zmianie diety możemy sięgnąć po nowe i smaczne produkty – spożywać rozmaite obfitujące w bakterie pożywienie po to, by móc wykształcić w jelitach zbiór genów wzbogacający nasze możliwości metaboliczne, wzmagający czynność układu odpornościowego i innych regulujących funkcji fizjologicznych.

Ludzie nie są jedynymi istotami, które koewoluowały wraz z bakteryjnymi symbiontami. Ten sam proces zaobserwować można także u roślin. Związek między bakteriami wywołującymi proces fotosyntezy a innymi prokariotami uważa się za początek chloroplastów w komórkach roślinnych<sup>31</sup>. Gleba wokół korzeni roślin tworzy tzw. ryzosferę, w której rośliny znajdują pożywienie za pomocą skomplikowanych interakcji między nimi a zwierzętami i glebą. „Wiemy więcej na temat gwiazd niż na temat ziemi, którą mamy pod stopami”<sup>32</sup> – zauważa mikrobiolog Elaine Ingham. Korzenie i powierzchnia ich interakcji z glebą to konstrukcja o wiele bardziej złożona, niż może się wydawać. Żyto dorasta w ciągu jednej pory roku, ale posiada miliony miniatury korzeni o łącznej długości 1094 kilometrów, a każda wypustka pokryta jest setkami jeszcze mniejszych włosków tworzących 10 600-kilometrową nić<sup>33</sup>. Wszystkie te mikroskopijne wypustki uwalniają do gleby eksudat zawierający cukry, aminokwasy, enzymy oraz wiele innych składników odżywczych i niepowtarzalnych związków chemicznych. Ma to na celu wytworzenie specyficznego środowiska „dosłownie przywołującego odpowiednie bakterie do miejsca, w którym rośnie roślina”<sup>34</sup> – twierdzi Stephen Harrod Buhner. Podobnie jak my, rośliny polegają na bakteriach i wykształciły skomplikowane mechanizmy przyciągające te mikroorganizmy, by umożliwić wzajemną interakcję.

Rozwinęliśmy się, spożywając zarówno rośliny, jak i zwierzęta. Koewoluowaliśmy wraz z jednymi i drugimi – nasza historia koewolucyjna łączy się nie tylko ze światem fauny i flory, ale również z ich współnikami, czyli bakteriami. To właśnie wszechobecność tych form życia, odwieczna, ale do niedawna

niedostrzegalna, odpowiada za wykształcone jeszcze w czasach prehistorycznych procesy fermentacyjne dające nam tak lubiane przez nas potrawy i napoje. W postaciach występujących spontanicznie produkty fermentacji istniały na długo przed tym, nim ludzie nauczyli się manipulować otoczeniem w takim stopniu, by móc sterować procesem fermentacji. W końcu jednak zdobyliśmy odpowiednie umiejętności, a wraz z nimi pojawiła się sztuka fermentacji. Same jej produkty oraz nasza umiejętność ich wytwarzania są w takiej samej mierze owocem koewolucji, jak wytwórca, roślina, drożdże czy bakterie. Tak więc koewolucja ma związek z całą naszą kulturą.



## Fermentacja i kultura

Czym dokładnie jest kultura? W przeciwieństwie do wymiaru reprodukcji biologicznej, w której informacje są kodowane i kopiowane do genów, w wymiarze kulturowym informacje mają postać memów. Te zaś przekazywane są poprzez słowa, pomysły, obrazy, procesy, abstrakcję – historie, ilustracje, książki, filmy, fotografie, programy komputerowe czy rejestry, sekretne rodzinne przepisy, życiowe lekcje, takie jak nauka odróżniania roślin jadalnych od niejadalnych, wiedza o ogrodnictwie, gotowaniu, łowieniu ryb oraz o zdobywaniu i konserwowaniu pożywienia – fermentacji.

To właśnie nasze bogate doświadczenia polegające na interakcji z roślinami (i związanymi z nimi mikroorganizmami) dały początek temu, co nazywamy kulturą. Słowo „kultura” wywodzi się przecież od łacińskiego *cultura*, formy czasownika *colere*, oznaczającego kultywację, czyli uprawę. Pierwsza angielska definicja zamieszczona w słowniku *Oxford English Dictionary* brzmi: ‘uprawa ziemi i znaczenia pochodne’. Dzięki tym pochodnym znaczeniom i zastosowaniom kultywacji rozszerzył się zakres znaczeniowy tego słowa. W języku angielskim „kultura” może odnosić się do hodowli pereł, komórek, a nawet produkcji mleka. Mamy angielskie słowa *agriculture* (‘rolnictwo’), *viticulture* (‘uprawa winorośli’), *horticulture* (‘ogrodnictwo’), nie wspominając o kulturze popularnej. Ludzie wpajają kulturę dzieciom, czasami ubolewają nad przywłaszczaniem symboli kulturowych lub bronią czystości kulturowej. Kultura rozpoczyna się od uprawy ziemi, sadzenia nasion, wprowadzania celowości do cykli, które staramy się kontynuować.

O wiele starszym pierwowzorem słowa „kultura” jest indoeuropejski rdzeń *kwel* znaczący tyle, co ‘obrać się’. To z niego wywodzą się nie tylko słowa „cykl” czy „czakra”, ale także „kultura”<sup>35</sup>. Kultura to kultywacja, lecz nie stanowi aktu odizolowanego; z definicji to część cyklu, ciągłego procesu przekazywanego z pokolenia na pokolenie.



*Sięgnij po  
więcej!*



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



[kobiece](https://www.facebook.com/kobiece)



[wydawnictwo.kobiece](https://www.instagram.com/wydawnictwo.kobiece)