

Bài đánh giá: Đa dạng vi sinh vật trong đồ ăn và thức uống lên men trên toàn cầu

Tác giả gốc: [Jyoti P. Tamang](#), [Koichi Watanabe](#), và [Wilhelm H. Holzapfel](#)

Dịch sang tiếng Việt: Trần Tuyết Lan, [nhóm Ha Mên](#), [hướng dẫn ăn đúng](#)

Tóm tắt

Các vi sinh vật nuôi cấy được và không nuôi cấy được làm lên men tự nhiên đa số đồ ăn và thức uống lên men trên toàn cầu. Việc lên men thực phẩm truyền thống đại biểu cho một di sản văn hóa cực kỳ có giá trị ở hầu hết các khu vực, và chứa đựng tiềm năng di truyền to lớn của những chủng vi sinh vật có giá trị mà cho đến nay vẫn chưa được phát hiện.

Các nhà vi sinh học thực vật quan tâm đến các phương pháp tổng thể để định danh và hoàn thiện công tác lập hồ sơ về cả những vi sinh vật nuôi cấy được và không nuôi cấy được có trong những thực phẩm lên men trên toàn cầu.

Việc áp dụng kỹ thuật nghiên cứu vi sinh không cần nuôi cấy (culture-independent technique) đã làm sáng tỏ sự đa dạng của nhiều loài vi sinh vật không nuôi cấy được và đến nay vẫn còn chưa được định danh trong nhiều thực phẩm lên men tự nhiên.

Có thể thấy được các nhóm vi khuẩn chức năng (“phylotype”) thông qua biểu hiện mARN của chúng trong một chất nền cụ thể chứ không đơn thuần thông qua khám phá cấp độ ADN. Bài viết này cố gắng đánh giá vi sinh học của một số thực phẩm lên men và đồ uống có cồn trên thế giới.

Lời dẫn

Theo truyền thống thì cơm là chế độ ăn uống tinh bột kèm với những sản phẩm đậu (đa phần là đậu tương) lên men và không lên men, rau củ, dưa muối, cá và thịt ở Viễn Đông châu Á, Nam Á, Bắc Á và tiểu lục địa Ấn Độ ngoại trừ Tây Ấn và Bắc Ấn; trong khi đó bánh mì làm từ lúa mì trắng/kiều mạch cấu thành chế độ ăn uống tinh bột theo sau là sữa và các sản phẩm sữa lên men, thịt và thịt lên men (xúc xích) ở Tây và Bắc Ấn Độ, lục địa Tây Á, châu Âu, Bắc Mỹ và thậm chí là ở Úc và New Zealand.

Mặt khác, cháo cao lương/cháo ngô là những món chính trong chế độ ăn uống có nhiều kê/ngô/cao lương lên men và không lên men, sắn, hạt đậu đại, thịt và sản phẩm sữa ở châu Phi và Nam Mỹ.

Thực phẩm lên men là trung tâm của các liên hợp vi sinh vật, bởi lẽ hoặc chúng đại biểu cho hệ vi sinh vật bản địa tự nhiên trong những chất nền thực vật hay động vật sống, những dụng cụ, đồ chứa, chum vại sành và môi trường hoặc gia tăng bổ sung những vi sinh vật nguồn giống khởi động (starter culture) có chứa các vi sinh vật chức năng (functional microorganism), những vi sinh vật điều biến hóa sinh các chất nền cũng như là biến đổi cảm quan thành những sản phẩm ăn được mà người tiêu dùng có thể chấp nhận được về mặt văn hóa và xã hội. Các vi sinh vật biến đổi thành phần hóa học của các nguyên liệu sống trong quá trình lên men, điều này làm giàu thêm giá trị dinh dưỡng của một số thực phẩm lên men và đem đến những lợi ích sức khỏe cho người tiêu dùng.

Một số nhà nghiên cứu đã đánh giá vi sinh học, hóa sinh học và dinh dưỡng của những đồ ăn và thức uống lên men từ nhiều quốc gia khác nhau ở châu Á; châu Phi; Châu Âu; Nam Mỹ và Bắc Mỹ. Người ta đã ghi nhận có nhiều giống/loài vi sinh vật liên quan đến nhiều thực phẩm và đồ uống lên men trên khắp thế giới; việc sử dụng những công cụ phân tử trong những năm gần đây đã trợ giúp làm sáng tỏ, ít nhất một phần, tình trạng khái quát chung chung và mơ hồ lẫn lộn về pháp danh khi sử dụng các phương pháp phân loại thông thường (theo kiểu hình). Bài nghiên cứu này cố gắng đối chiếu phân loại và xem xét đánh giá thông tin cập nhật về vi sinh vật học của một số loại đồ ăn và thức uống lên men trên toàn cầu.

Vi sinh vật trong thực phẩm lên men

Vi khuẩn axit lactic (LAB/ Lactic acid bacteria) xuất hiện rộng rãi trong nhiều loại đồ ăn và thức uống lên men. Những giống LAB chính như là *Alkalibacterium*, *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, và *Weissella* đã được phân lập từ nhiều loại đồ ăn và thức uống lên men trên toàn cầu.

Bacillus (trực khuẩn) xuất hiện trong những thực phẩm lên men-kiềm của châu Á và châu Phi. Các loài *Bacillus* mà xuất hiện, chủ yếu là trong những sản phẩm có nguồn gốc là các loại đậu lên men gồm có *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus circulans*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus firmus*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus subtilis* giống *natto*, và *Bacillus thuringiensis*; trong khi đó những chủng *Bacillus cereus* đã được phân lập từ quá trình lên men hạt *Prosopis africana* để sản xuất *okpehe* ở Nigeria. Một số chủng *B. subtilis* sản xuất axit λ -polyglutamic (PGA), một polyme axit amin (amino acid polymer) thường thấy trong những thực phẩm đậu tương lên men của châu Á mà đem lại đặc trưng kết cấu nhớt dính của sản phẩm.

Người ta đã báo cáo xuất hiện quần hợp một số loài *Kocuria*, *Micrococcus* (thuộc *Actinobacteria*) và *Staphylococcus* (thuộc *Firmicutes*) trong những sản phẩm sữa lên men, các sản phẩm cá, thịt và xúc xích lên men. Các loài *Bifidobacterium*, *Brachybacterium*, *Brevibacterium*, và *Propionibacterium* được phân lập từ phô mai và các loài *Arthrobacter* và *Hafnia* phân lập từ những sản phẩm thịt lên men. *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, *K. pneumoniae* subsp. *ozaenae*, *Haloanaerobium*, *Halobacterium*, *Halococcus*, *Propionibacterium*, *Pseudomonas*, vân vân cũng có mặt trong nhiều thực phẩm lên men trên toàn cầu.

Các giống nấm men được ghi nhận có trong thực phẩm lên men, đồ uống có cồn và các giống vi sinh khởi động phân giải tinh bột hỗn hợp ngoài thực phẩm (non-food mixed amylolytic starters) chủ yếu là *Brettanomyces*, *Candida*, *Cryptococcus*, *Debaryomyces*, *Dekkera*, *Galactomyces*, *Geotrichum*, *Hansenula*, *Hanseniaspora*, *Hyphopichia*, *Issatchenkia*, *Kazachstania*, *Kluyveromyces*, *Metschnikowia*, *Pichia*, *Rhodotorula*, *Rhodospiridium*, *Saccharomyces*, *Saccharomycodes*, *Saccharomycopsis*, *Schizosaccharomyces*, *Sporobolomyces*, *Torulasporea*, *Torulopsis*, *Trichosporon*, *Yarrowia*, và *Zygosaccharomyces*.

Vai trò chính của mốc dạng sợi (filamentous mold) trong những đồ ăn và thức uống lên men là sản sinh các enzyme và phân hủy các chất kháng dinh dưỡng (anti-nutritive factors). Các loài *Actinomucor*, *Amylomyces*, *Aspergillus*, *Monascus*, *Mucor*, *Neurospora*, *Parcilomyces*,

Penicillium, *Rhizopus*, và *Ustilago* được báo cáo có trong nhiều thực phẩm lên men, các vi sinh vật khởi động phân giải tinh bột ngoài thực phẩm của châu Á và đồ uống có cồn.

Công cụ phân loại để định danh vi sinh vật trong thực phẩm lên men

Việc sử dụng môi trường nuôi cấy (culture media) có thể bỏ sót một số vi sinh vật vô danh không nuôi cấy được mà có khả năng giữ vai trò chính hoặc phụ trong việc sản xuất những thực phẩm lên men. Tách chiết ADN trực tiếp (direct DNA extraction) từ các mẫu thực phẩm lên men, thường gọi là các phương pháp nghiên cứu vi sinh không cần nuôi cấy (culture-independent methods), ngày nay đang được sử dụng thường xuyên trong lĩnh vực vi sinh học thực phẩm để lập hồ sơ cho các quần thể vi sinh nuôi cấy được và không nuôi cấy được từ các thực phẩm lên men, với điều kiện là hiệu suất khuếch đại (amplification efficiency) đủ lớn. Phương pháp phân tích PCR (Phản ứng chuỗi trùng hợp)-DGGE (Điện di ADN biến tính trên gel gradient) là kỹ thuật nghiên cứu vi sinh không cần nuôi cấy (culture-independent technique) phổ biến nhất dùng để phát hiện tìm kiếm những vi sinh vật có trong thực phẩm lên men và theo đó lập hồ sơ cho cả hai quần thể vi khuẩn và quần thể nấm men có trong những thực phẩm lên men. Có thể định danh được cả vi sinh vật nuôi cấy được và không nuôi cấy được từ đồ ăn và thức uống lên men bất kỳ thông qua việc sử dụng các phương pháp nghiên cứu vi sinh không nuôi cấy và có nuôi cấy để lấy đủ tư liệu lập một hồ sơ hoàn chỉnh về các vi sinh vật cũng như là để nghiên cứu tính đa dạng liên loài và nội loài trong một giống cụ thể hay giữa nhiều giống. Có thể kết hợp biện pháp dùng thuốc nhuộm PMA (Propidium MonoAzide treatment) để phát hiện các vi sinh vật sống sót trong các mẫu trước khi tách chiết ADN và phương pháp định lượng phân tử để đếm chính xác những vi sinh vật tồn tại được trong những thực phẩm lên men.

Kỹ thuật giám định phân tử nổi bật lên với tư cách là một công cụ định danh chính xác và đảm bảo, và được sử dụng rộng rãi trong công tác định danh cả vi sinh vật nuôi cấy được và không nuôi cấy được từ những thực phẩm lên men. Kỹ thuật PRC mỗi chuyên biệt theo loài (species-specific PCR primers) được dùng để định danh cấp độ loài; kỹ thuật này được áp dụng rộng rãi trong việc định danh LAB phân lập từ những thực phẩm lên men. Việc áp dụng kỹ thuật tổng hợp chuỗi trùng lặp thời gian thực qPCR (real-time quantitative PCR) với các mỗi chuyên biệt cho phép tìm và định lượng được loài LAB trong các thực phẩm lên men.

Đa hình phân đoạn ADN nhân bản ngẫu nhiên (RAPD/Random amplification of polymorphic DNA) là một phương pháp phân loại dựa trên đặc điểm đoạn gen ADN được khuếch đại bằng kỹ thuật PCR (genomic DNA fragment profiles amplified by PCR), và thường được dùng để phân rã các chủng LAB từ thực phẩm lên men. Kỹ thuật PCR dựa trên chuỗi ADN ngược xuôi giống nhau nằm ngoài gen có tính lặp lại (rep-PCR/ repetitive extragenic palindromic sequence-based PCR) cho phép phân loại ở cấp độ phân loài (subspecies) và hé mở những khác biệt kiểu gen lớn trong các chủng thuộc cùng một loài vi khuẩn phân lập từ những mẫu thực phẩm lên men. Phân tích đa hình chiều dài đoạn cắt khuếch đại (amplified fragment length polymorphism/AFLP) là một kỹ thuật dựa trên việc phóng đại và phân tách có chọn lọc các đoạn gen giới hạn và người ta đã chứng minh được tính ứng dụng của phương pháp này trong việc định danh và phân biệt nhiều chủng LAB.

Các kỹ thuật điện di ADN biến tính trên gel gradient (denaturing gradient gel electrophoresis/DGGE) và điện di ADN nhiệt trên gel gradient (temperature gradient gel electrophoresis/TGGE) đã được phát triển để lập hồ sơ cho các cộng đồng vi sinh vật phân lập trực tiếp từ những thực phẩm lên men và dựa trên những khác biệt chuyên biệt về chuỗi (sequence-specific distinctions)

của các đơn vị siêu sao chép (amplicons) của 16S rADN và 26S rADN được tạo ra bằng PCR. Tuy nhiên, DGGE có một số nhược điểm như là tốn thời gian, không thể xác định được tính phong phú tương đối của những loài vi sinh chủ đạo và không phân biệt được giữa những tế bào sống được và không sống được, cũng như là khó mà lý giải được nhiều nhóm vi sinh vật. DGGE cũng hạn chế chỉ phát hiện được những loài chuyên biệt vì nó chỉ có thể làm rõ một số loài vi khuẩn chính như là *B. licheniformis* và *Bacillus thermoamylovorans* trong *chungkokjang* (thực phẩm đậu tương lên men nhót của Hàn Quốc) và không phát hiện được nhiều chủng vi khuẩn hiếm đa dạng hoặc vượt trội đã được định danh khi phân tích giải trình tự ADN bằng tổng hợp (pyrosequencing analysis).

Kĩ thuật phân tích giới hạn ADN ribosom khuếch đại (amplified ribosomal DNA restriction analysis/ARDRA) dùng các enzyme giới hạn cũng hữu ích trong việc định danh các vi sinh vật phân lập từ những thực phẩm lên men.

Phân tích tính đa dạng về tổ hợp trình tự nhiều vùng gen (Multilocus sequence analysis /MLSA), dùng các gen giữ nhà (housekeeping genes) làm các chất chỉ thị phân tử thay thế cho các gen 16S rARN, được dùng để định danh các loài LAB: gen *rpoA* và *pheS* với *Enterococcus* và *Lactobacillus*, *atpA* và *pepN* với loài *Lactococcus*, và *dnaA*, *gyrB*, và *rpoC* với các loài *Leuconostoc*, *Oenococcus*, và *Weissella*.

Những công cụ hiệu quả của công nghệ giải trình tự thế hệ mới (next generation sequencing /NGS) như là metagenomics (phân tích ADN đa hệ gen), phylobiomics (nghiên cứu phát sinh quần xã sinh vật), và metatranscriptomics (nghiên cứu biểu hiện gen của vi sinh vật trong môi trường tự nhiên) ngày nay được áp dụng cho việc cung cấp tư liệu về các nguồn giống vi sinh vật trong các sản phẩm lên men truyền thống. Tuy nhiên, NGS với tư cách là một công cụ tinh vi cần có đôi bàn tay thành thạo khéo léo và một phòng thí nghiệm phân tử trang bị đầy đủ, điều kiện này không phải luôn luôn có sẵn. Việc áp dụng phương pháp nghiên cứu ADN đa hệ gen, thông qua sử dụng song song giải mã trình tự bằng tổng hợp các đơn vị siêu sao chép gen 16S rRNA gắn thẻ, đem lại thông tin về các cộng đồng vi sinh mà đã được mô tả lập hồ sơ trong *kimchi*, một sản phẩm rau củ lên men tự nhiên của Hàn Quốc, *nukadoko*, món cám gạo lên men của Nhật, *narezushi*, cá ướp muối lên men kèm com của Nhật Bản và *ben-saalga*, cháo kê trên châu truyền thống của Burkina Faso. Giải mã trình tự bằng tổng hợp làm rõ sự tồn tại của vô số và thậm chí là những nhóm vi khuẩn có số lượng ít nhất trong các thực phẩm lên men, nhưng phương pháp khám phá cấp độ ADN lại không phân biệt được giữa những sinh vật “thụ động” và “chủ động” về mặt chuyển hóa. Có thể phát hiện cụ thể các “phyloTYPE liên quan về chức năng” (functionally relevant phylotypes) trong một hệ sinh thái thông qua ví dụ như là weighted UniFrac principal coordinate analysis (phân tích khoảng cách đa chiều theo biến thể định lượng chuẩn đo khoảng cách UniFract) dựa trên giải mã trình tự tổng hợp 454 gen 16S rARN như đã được áp dụng trong các nghiên cứu về hệ vi khuẩn trong ruột. Phương pháp giải mã trình tự bằng tổng hợp dựa trên trình tự gen 16S rARN cho phép phân tích hệ sinh thái vi khuẩn một cách chuyên sâu với số lượng vật liệu đầu vào lớn và người ta đã áp dụng phương pháp này trong nhiều thực phẩm lên men truyền thống.

Phương pháp giám định hệ protein (proteomics identification method) dựa trên lập hồ sơ protein thông qua kỹ thuật ion hóa mẫu hấp thu dựa trên sự hỗ trợ của các chất nền và năng lượng laser – khối phổ thời gian bay (matrix-assisted laser desorption ionizing - time of flight mass spectrometry/MALDI-TOF MS) đã được dùng để định danh loài *Bacillus* (trực khuẩn) trong

những thực phẩm lên men của châu Phi và loài LAB phân lập từ những thực phẩm lên men trên toàn cầu.

Thực phẩm lên men trên toàn cầu

Campbell-Platt ghi nhận có khoảng 3.500 đồ ăn và thức uống lên men và chia chúng thành khoảng 250 nhóm. Trên thế giới ngày nay, hàng tỉ người đang tiêu thụ có thể hơn 5.000 loại thực phẩm lên men và đồ uống có cồn phổ biến và không phổ biến, giống như tinh bột và các thành phần thực phẩm khác. Thực phẩm lên men toàn cầu được chia vào chín nhóm chính căn cứ vào chất nền (nguyên liệu sống) dùng từ các nguồn thực vật/động vật: (1) ngũ cốc lên men, (2) rau củ và măng lên men, (3) các loại đậu lên men, (4) củ/thân lên men, (5) sản phẩm sữa lên men, (6) sản phẩm thịt bảo quản và lên men (7) sản phẩm cá lên men, phơi khô và xông khói, (8) sản phẩm lên men pha tạp và (9) đồ uống có cồn.

Sản phẩm sữa lên men

Sản phẩm sữa lên men (Bảng 1) được chia thành hai nhóm chính căn cứ theo vi sinh vật: (A) lên men lactic, do loài LAB chi phối, gồm loại “ưa nhiệt” (thermophilic) (ví dụ như sữa chua/yogurt, sữa thừa sau khi làm bơ của Bulgari/Bulgarian buttermilk), loại lợi khuẩn (probiotic) (ví dụ sữa acidophilus, sữa bifidus), và loại ưa nhiệt độ trung bình (mesophilic) (ví dụ sữa lên men tự nhiên/natural fermented milk, sữa cấy vi sinh vật/cultured milk, kem béo cấy vi sinh vật/cultured cream, sữa bơ cấy vi sinh vật/cultured buttermilk); và (B) lên men lactic-nấm, trong đó LAB hợp tác với nấm men để sản xuất sản phẩm cuối cùng, bao gồm sữa có cồn/alcoholic milks (ví dụ sữa men acidophilus, kefir, koumiss), và sữa mốc/moldy milks (ví dụ viili). Lên men tự nhiên là một trong những phương pháp chế biến sữa cổ xưa nhất dùng sữa thô chưa tiệt trùng và sữa đã được đun để lên men ngẫu nhiên, hoặc dùng phương pháp back-slopping method trong đó một phần sản phẩm lên men ở mẻ trước đó được dùng để cấy vào mẻ mới. Phô mai và các sản phẩm từ phô mai bắt nguồn từ quá trình lên men sữa tươi có tầm quan trọng to lớn về dinh dưỡng và thương mại trên toàn thế giới. Những nguồn giống vi sinh vật khởi động (starter cultures) trong lên men sữa chia vào hai loại: nguồn giống nguyên cấp (primary cultures) mà chủ yếu là *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lc. lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *delbrueckii*, *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis*, *Lb. helveticus*, *Leuconostoc* spp., và *Streptococcus thermophilus* tham gia vào quá trình làm chua hóa; và nguồn giống thứ cấp (secondary cultures) mà được dùng để làm phô mai là *Brevibacterium linens*, *Propionibacterium freudenreichii*, *Debaryomyces hansenii*, *Geotrichum candidum*, *Penicillium camemberti*, và *P. roqueforti* tạo nên hương vị và kết cấu trong quá trình phô mai chín. Một số vi khuẩn axit lactic không phải giống khởi động (non-starter lactic acid bacteria/NSLAB) thường xuất hiện nhiều trong sữa lên men, bao gồm *Enterococcus durans*, *Ent. faecium*, *Lb. casei*, *Lb. plantarum*, *Lb. salivarius*, và *Staphylococcus* spp.

Bảng 1

Vi sinh vật phân lập từ một số sản phẩm sữa lên men phổ biến và không phổ biến trên thế giới.

Sản phẩm	Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Airag</i>	Sữa ngựa hay sữa lạc đà	Đồ uống có cồn nhẹ, có tính axit, có vị chua	<i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. kefiranofaciens</i> , <i>Bifidobacterium mongoliense</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i>	Mông Cổ
<i>Amasi</i>	Sữa bò	Có tính axit, có vị chua, độ đặc cao	<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> (chủ đạo), <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Enterococcus</i> , và <i>Leuconostoc</i> spp. Một số chủng không nuôi cấy được.	Nam Phi, Zimbabwe
<i>Phô mai</i>	Sữa động vật	Dạng rắn, cứng hoặc mềm; món phụ, salad, dùng trong nhiều món nấu/nướng	<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>delbrueckii</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. salivarius</i> , <i>Leuconostoc</i> spp., <i>Strep. thermophilus</i> , <i>Ent. durans</i> , <i>Ent. faecium</i> , and <i>Staphylococcus</i> spp., <i>Brevibacterium linens</i> , <i>Propionibacterium freudenreichii</i> , <i>Debaryomyces hansenii</i> , <i>Geotrichum candidum</i> , <i>Penicillium camemberti</i> , <i>P. roqueforti</i>	Toàn thế giới

Sản phẩm	Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Chhu</i>	Sữa bò/bò Tây Tạng	Sản phẩm giống phô mai, nấu cà ri, canh súp	<i>Lb. farciminis</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. alimentarius</i> , <i>Lb. salivarius</i> , <i>Lact. lactis</i> , <i>Candida</i> sp. <i>Saccharomycopsis</i> sp.	Ấn Độ, Nepal, Bhutan, Trung Quốc (Tibet)
<i>Chhurpi</i>	Sữa bò/bò Tây Tạng	Sản phẩm giống phô mai, nấu cà ri, canh súp, dưa muối chua	<i>Lb. farciminis</i> , <i>Lb. paracasei</i> , <i>Lb. biofermentans</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. curvatus</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. alimentarius</i> , <i>Lb. kefir</i> , <i>Lb. hilgardii</i> , <i>W. confusa</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i>	Ấn Độ, Nepal, Bhutan, Trung Quốc (Tibet)
<i>Dahi</i>	Sữa trâu/bò, starter culture (vi sinh vật khởi động)	Sữa đông, ngon	<i>Lb. bif fermentans</i> , <i>Lb. alimentarius</i> , <i>Lb. paracasei</i> , <i>Lact. lactis</i> , <i>Strep. cremoris</i> , <i>Strep. lactis</i> , <i>Strep. thermophilus</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. cremoris</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>P. acidilactici</i> , <i>W. cibaria</i> , <i>W. paramesenteroides</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>indicus</i> , <i>Saccharomycopsis</i> sp., <i>Candida</i> sp.	Ấn Độ, Nepal, Sri Lanka, Bangladesh, Pakistan

Sản phẩm	Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Dadiah</i>	Sữa trâu	Sữa đông, ngon	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Strep. lactis</i> supsp. <i>lactis</i> , <i>Strep. cremoris</i> , <i>Lb. casei</i> subsp. <i>casei</i> , and <i>Lb. casei</i> subsp. <i>rhamnosus</i>	Indonesia
<i>Kefir</i>	Sữa dê, cừu, bò	Sữa lên men có cặn, sữa sủi bọt	<i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. caucasicus</i> , <i>Strep. thermophilus</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Tor. holmii</i> , <i>Tor. delbruechii</i>	Nga
<i>Koumiss</i>	Sữa	Đồ uống, sữa lên men axit	<i>Lb. bulgaricus</i> , <i>Lb. salivarius</i> , <i>Lb. buchneri</i> , <i>Lb. heveticus</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Torula</i> sp.	Nga, Mông Cổ
<i>Laban rayeb</i>	Sữa	Sữa lên men axit, giống sữa chua	<i>Lb. casei</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lact. lactis</i> , <i>Leuconostoc</i> sp., <i>Sacch. kefir</i>	Ai Cập
<i>Leben / Lben</i>	Sữa bò	Sữa có vị chua	<i>Candida</i> sp., <i>Saccharomyces</i> sp., <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Leuconostoc</i> sp.	Bắc Phi, Trung Đông châu Phi

Sản phẩm	Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Misti dahi</i> (<i>mishti doi, lal dahi, payodhi</i>)	Sữa trâu/bò	Tính axit nhẹ, đặc quánh, sữa đông có vị ngọt, ngon	<i>Strep. Salivarius</i> subsp. <i>thermophilus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i>	Ấn Độ, Bangladesh
<i>Nunu</i>	Sữa bò tươi chưa tiệt trùng	Sữa tươi lên men tự nhiên	<i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Ent. italicus</i> , <i>Weissella confusa</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>C. rugosa</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>Galactomyces geotrichum</i> , <i>Pichia kudriavzevii</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i>	Ghana
<i>Philu</i>	Sữa bò/bò Tây Tạng	Sản phẩm giống kem béo, nấu cà ri	<i>Lb. paracasei</i> , <i>Lb. bifementans</i> , <i>Ent. faecium</i>	Ấn Độ, Nepal, Tibet (Trung Quốc)
<i>Shrikh</i>	Sữa trâu, bò	Tính axit, dẻo ngọt	<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>diacetylactis</i> , <i>Lc.</i>	Ấn Độ

Sản phẩm	Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>and</i>		nhiều, ngon	<i>lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Strep. thermophilus</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	
<i>Somar</i>	Sữa bò hoặc bò Tây Tạng	Sữa (thừa sau khi làm) bơ	<i>Lb. paracasei</i> , <i>Lact. lactis</i>	Ấn Độ, Nepal
<i>Sua chua</i>	Sữa gầy khô, starter, đường	Sữa lên men axit	<i>Lb. bulgaricus</i> , <i>Strep. thermophilus</i>	Việt Nam
<i>Tarag</i>	Sữa bò/dê/bò Tây Tạng	Đồ uống chua có tính axit	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Strep. thermophilus</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Issatchenkia orientalis</i> , <i>Kazachstania unispora</i>	Mông Cổ
<i>Viili</i>	Sữa bò	Đặc và dính, vị ngọt, ăn sáng	<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> , <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lc. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> , <i>Leuc. Mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>G. candidum</i> , <i>K. marxianus</i> , <i>P. fermentans</i>	Phần Lan
Sữa	Sữa động vật	Tính axit, dẻo đặc	<i>Strep. thermophilus</i> , <i>Lb.</i>	Châu Âu,

Sản phẩm	Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
chua		quánh, sản phẩm giống sữa đông, ngon	<i>delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. rhamnosus</i> , <i>Lb. gasseri</i> , <i>Lb. johnsonii</i> , <i>Bifidobacterium</i> spp.	Australia, Châu Mỹ

Thực phẩm ngũ cốc lên men

Ở hầu hết các nước châu Á, người ta lên men gạo bằng cách dùng các nguồn giống vi sinh vật hỗn hợp (mixed-culture) trong đồ uống có cồn hoặc các đồ uống thực phẩm, trong khi đó ở châu Âu, châu Mỹ và Australia, đa số ngũ cốc như là lúa mì, tiểu mạch, đại mạch và ngô được lên men tự nhiên hoặc bằng cách cho thêm men nướng bánh thương mại vào hỗn hợp bột để làm thành các ổ bánh mì. Ở châu Phi, thực phẩm ngũ cốc lên men theo truyền thống được dùng làm thực phẩm tinh bột cũng như là thực phẩm bổ sung và ăn dặm cho trẻ sơ sinh và trẻ nhỏ. Ở châu Âu, người ta vẫn làm theo phương pháp làm bánh mì cũ mà không dùng các chủng men nướng bánh thương mại. Men và LAB thực hiện lên men khối bột, chủ yếu là bột chua San Francisco, và các sản phẩm từ đó nhìn chung được gọi là bánh mì bột chua vì chúng có hàm lượng axit lactic và axit axetic cao hơn do tăng sinh vi khuẩn.

Lên men ngũ cốc chủ yếu nhờ các loài LAB và nấm men. *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, và *Weissella* là những vi khuẩn phổ biến liên quan đến quá trình lên men ngũ cốc. Các chủng *Saccharomyces cerevisiae* bản địa là những men chính trong hầu hết các quá trình lên men, nhưng các nấm men không phải nấm đường (non-*Saccharomyces* yeasts) khác cũng quan trọng trong nhiều quá trình lên men ngũ cốc bao gồm *Candida*, *Debaryomyces*, *Hansenula*, *Kazachstania*, *Pichia*, *Trichosporon*, và *Yarrowia*.

Bảng 2

Vi sinh vật phân lập từ một số thực phẩm ngũ cốc lên men phổ biến và không phổ biến trên thế giới.

Sản phẩm	Nguyên liệu sống/Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia

Sản phẩm	Nguyên liệu sống/Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Ang-kak</i>	Gạo huyết rồng	Tạo màu	<i>Monascus purpureus</i>	Trung Quốc, Đài Loan, Thái Lan, Philippines
<i>Boza</i>	Ngũ cốc	Dạng lỏng vị chua sảng khoái	<i>Lactobacillus</i> sp., <i>Lactococcus</i> sp., <i>Pediococcus</i> sp., <i>Leuconostoc</i> sp., <i>Sacch. cerevisiae</i>	Bulgari
<i>Busa</i>	Ngô, cao lương, kê	Chất nền chìm hết trong quá trình lên men	<i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Schizosacchromyces pombe</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. helveticus</i> , <i>Lb. salivarius</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. buchneri</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ped. damnosus</i>	Đông Phi, Kenya
<i>Ben-saalga</i>	Kê trân châu	Thức ăn dặm	<i>Lactobacillus</i> sp., <i>Pediococcus</i> sp., <i>Leuconostoc</i> sp., <i>Weisselasp.</i> , yeasts	Burkina Faso, Ghana
<i>Dosa</i>	Gạo và đậu	Mỏng, bánh kép giòn, rán ít	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Tor. candida</i> ,	Ấn Độ, Sri Lanka,

Sản phẩm	Nguyên liệu sống/Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
	mười	dầu/mỡ, tinh bột	<i>Trichosporon pullulans</i>	Malaysia, Singapore
<i>Enjera/Injera</i>	Bột Tef, lúa mì	Tính axit, bột chua, lên men, bánh mì giống bánh kép, tinh bột	<i>Lb. pontis, Lb. plantarum, Leuc. mesenteroides, Ped. cerevisiae, Sacch. cerevisiae, Cand. glabrata</i>	Etiopia
<i>Gowé</i>	Ngô	Sản phẩm trung gian dùng để làm đồ uống, cháo	<i>Lb. fermentum, Lb. reuteri, Lb. brevis, Lb. confusus, Lb. curvatus, Lb. buchneri, Lb. salivarius, Lact. lactis, Ped. pentosaceus, Ped. acidilactici, Leuc. mesenteroides; Candidatropicalis, C. krusei, Kluyveromyces marxianus</i>	Benin
<i>Hussuwa</i>	Cao lương	Bột chín	<i>Lb. fermentum, Ped. acidilactici, Ped. pentosaceus, nấm men</i>	Sudan
<i>Idli</i>	Gạo, đậu mười hoặc các loại	Tính axit nhẹ, mềm, ướt,	<i>Leuc. mesenteroides, Lb. delbrueckii, Lb. fermenti, Lb.</i>	Ấn Độ, Sri Lanka,

Sản phẩm	Nguyên liệu sống/Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
	đậu xay bỏ vỏ khác	pudding xốp; tinh bột, ăn sáng	<i>coryniformis</i> , <i>Ped. acidilactis</i> , <i>Ped. cerevisiae</i> , <i>Streptococcus</i> sp., <i>Ent. faecalis</i> , <i>Lact. lactis</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>Cand. cacaoi</i> , <i>Cand. fragicola</i> , <i>Cand. glabrata</i> , <i>Cand. kefir</i> , <i>Cand. pseudotropicalis</i> , <i>Cand. sake</i> , <i>Cand. tropicalis</i> , <i>Deb. hansenii</i> , <i>Deb. tamarisii</i> , <i>Issatchenkia terricola</i> , <i>Rhiz. graminis</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Tor. candida</i> , <i>Tor. holmii</i>	Malaysia, Singapore
<i>Jalebi</i>	Bột mỳ	Ngọt giòn, giống donut, chiên, ăn vặt	<i>Sacch. Bayanus</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. buchneri</i> , <i>Lact. lactis</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i>	Ấn Độ, Nepal, Pakistan
<i>Kenkey</i>	Ngô	Tính axit, đặc rắn, bánh hấp, tinh bột	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Ent. cloacae</i> , <i>Acinetobacter</i> sp., <i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Cand. mycoderma</i>	Ghana
<i>Khamak</i> (<i>Kao-</i>	Gạo nếp, <i>Look-pang</i> (starter/vi	Tráng miệng	<i>Rhizopus</i> sp., <i>Mucor</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp.,	Thái Lan

Sản phẩm	Nguyên liệu sống/Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>mak)</i>	sinh vật khởi động)		<i>Endomycopsis</i> sp., <i>Hansenulasp.</i> , <i>Saccharomyces</i> sp.	
<i>Kunu-zaki</i>	Ngô, cao lương, kê	Tính axit nhẹ, dẻo dính, cháo, tinh bột	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. pantheris</i> , <i>Lb. vaccinostercus</i> , <i>Corynebacterium</i> sp., <i>Aerobacter</i> sp., <i>Cand. mycoderma</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Rhodotorula</i> sp., <i>Cephalosporium</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp.	Nigeria
<i>Kisra</i>	Cao lương	Bánh mì mỏng như bánh kếp, tinh bột	<i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Lb. confusus</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Erwinia ananas</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> , <i>Ent. cloacae</i> , <i>Cand. intermedia</i> , <i>Deb. hansenii</i> , <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Rhizopus</i> sp.	Sudan
<i>Koko</i>	Ngô	Cháo	<i>Ent. clocae</i> , <i>Acinetobacter</i> sp., <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Cand. mycoderma</i>	Ghana

Sản phẩm	Nguyên liệu sống/Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Lao-chao</i>	Gạo	Món trắng miệng sệt, mềm, nhiều nước, dính	<i>Rhiz. oryzae</i> , <i>Rhiz. chinensis</i> , <i>Chlamydomucor oryzae</i> , <i>Sacchromycopsis</i> sp.	Trung Quốc
<i>Mawè</i>	Ngô	Sản phẩm trung gian dùng để làm đồ uống, cháo	<i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. reuteri</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. confusus</i> , <i>Lb. curvatus</i> , <i>Lb. buchneri</i> , <i>Lb. salivarius</i> , <i>Lact. lactis</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Ped. acidilactici</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> ; <i>Candida glabrata</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Clavispora lusitaniae</i>	Benin, Togo
<i>Mbege</i>	Ngô, cao lương, kê	Chất nền chìm hết trong quá trình lên men	<i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Schizosaccharomyces pombe</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i>	Tanzania
<i>Ogi</i>	Ngô, cao lương, kê	Tính axit nhẹ, dẻo, cháo, tinh bột	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. pantheris</i> , <i>Lb. vaccinostercus</i> , <i>Corynebacterium</i> sp., <i>Aerobacter</i> sp., <i>Candida krusei</i> , <i>Clavispora lusitaniae</i> , <i>Sacch.</i>	Nigeria

Sản phẩm	Nguyên liệu sống/Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
			<i>cerevisiae</i> , <i>Rhodotorula</i> sp., <i>Cephalosporium</i> sp., <i>Fusarium</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp.	
<i>Pito</i>	Ngô, cao lương	Chất nền chìm hết trong quá trình lên men	<i>Geotrichum candidum</i> , <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Candida</i> sp.	Tây Phi
<i>Poto poto</i>	Ngô	Sền sệt	<i>Lb. gasseri</i> , <i>Lb. plantarum/paraplantarum</i> , <i>Lb. acidophilus</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> , <i>Lb. reuteri</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Bacillus</i> sp., <i>Enterococcus</i> sp., Yeasts	Công-gô
<i>Pozol</i>	Ngô	Tính axit nhẹ, rất dẻo, cháo, tinh bột	<i>Strep. bovis</i> , <i>Strep. macedonicus</i> , <i>Lc. lactis</i> , <i>Ent. sulfureus</i>	Mexico
<i>Puto</i>	Gạo	Bánh hấp, ăn sáng	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , Yeasts	Philippines

Sản phẩm	Nguyên liệu sống/Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Rabadi</i>	Sữa trâu hoặc bò và ngũ cốc, các loại đậu	Tính axit nhẹ, sản phẩm đặc giống vữa	Men <i>Ped. acidilactici</i> , <i>Bacillus</i> sp., <i>Micrococcus</i> sp.,	Ấn Độ, Pakistan
<i>Selroti</i>	Bột gạo – bột mỳ - sữa	Giống bánh pretzel, bánh chiên, tinh bột	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Ped.</i> <i>Pentosaceus</i> and <i>Lb. curvatus</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Sacch. kluyveri</i> , <i>Deb. hansenii</i> , <i>P. burtonii</i> , <i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	Ấn Độ, Nepal, Bhutan
<i>Sourdough</i>	Hắc mạch, lúa mỳ	Tính axit nhẹ, bánh mì lên men	<i>Lb. sanfranciscensis</i> , <i>Lb. alimentarius</i> , <i>Lb. buchneri</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> , <i>Lb. fructivorans</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. reuteri</i> , <i>Lb. johnsonii</i> , <i>Cand. humili</i> , <i>Issatchenkia orientalis</i>	Châu Mỹ, Châu Âu, Australia
<i>Tape Ketan</i>	Gạo nếp, <i>Ragi</i>	Ngọt, chua, còn nhẹ, trắng miệng	<i>Thizopus</i> sp., <i>Chlamydomucor</i> sp., <i>Candida</i> sp., <i>Endomycopsis</i> sp., <i>Saccharomyces</i> sp.	Indonesia

Sản phẩm	Nguyên liệu sống/Chất nền	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Togwa</i>	Sắn, ngô, cao lương, kê	Đồ uống hoặc cháo sưng lên men	<i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. cellobiosus</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. plantarum</i> and <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Candida pelliculosa</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>Issatchenkia orientalis</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i>	Tanzania
<i>Tarhana</i>	Sữa cừu, lúa mì	Tính axit nhẹ, chua ngọt, súp hoặc bánh bích quy	<i>Lb. bulgaricus</i> , <i>Strep. thermophilus</i> , nấm men	Cộng hòa Kypros, Hy Lạp, Thổ Nhĩ Kỳ
<i>Uji</i>	Bột ngô, cao lương, kê, sắn	Tính axit, chua, cháo, tinh bột	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Lb. plantarum</i>	Kenya, Uganda, Tanzania

Thực phẩm rau củ lên men

Rau ăn lá theo mùa và dễ hỏng, củ cải dài, dưa chuột gồm măng non mềm ăn được, được lên men truyền thống thành các sản phẩm ăn được (Bảng 3). Lên men rau củ chủ yếu bị chi phối bởi các loài *Lactobacillus* và *Pediococcus*, theo sau là *Leuconostoc*, *Weissella*, *Tetragenococcus*, và *Lactococcus*. Người ta mô tả đặc điểm của một hồ sơ hệ vi khuẩn LAB hoàn chỉnh trong *kimchi* bằng cách dùng những công cụ giám định phân tử khác nhau. Người ta đã nghiên cứu những quá trình lên men tự nhiên trong khi sản xuất *sauerkraut*, một sản phẩm bắp cải lên men của Đức, và đã phát hiện được một loài LAB. Những loài LAB cấu thành quần thể bản địa trong các sản phẩm lên men ở khu vực Himalaya như là *gundruk*, *sinki*, *goyang*, *khalti*, và *inziangsang* trong một số sản phẩm măng lên men tự nhiên của Ấn Độ và Nepal.

Bảng 3

Vi sinh vật phân lập từ một số sản phẩm rau củ lên men phổ biến và không phổ biến trên thế giới.

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Burong mustala</i>	Cải bẹ	Tính axit, ướt	<i>Lb. brevis, Ped. cerevisiae</i>	Philippines
<i>Dưa chuột (lên men)</i>	Dưa chuột	Tính axit, ướt, dưa chua	<i>Leuc. mesenteroides, Ped. cerevisiae, Ped. acidilactici, Lb. plantarum, Lb. brevis</i>	Châu Âu, Mỹ, Canada
<i>Dưa muối</i>	Cải bẹ and củ cải đường, quả cà	Tính axit, ướt	<i>Lb. fermentum, Lb. pentosus, Lb. plantarum, Ped. pentosaceus, Lb. brevis, Lb. paracasei, Lb. pantheris, Ped. acidilactici</i>	Việt Nam
<i>Ekung</i>	Măng	Tính axit, chua, mềm, nấu cà ri	<i>Lb. plantarum, Lb. brevis, Lb. casei, Tor. halophilus</i>	Ấn Độ
<i>Eup</i>	Măng	Tính axit, chua, khô, nấu cà ri	<i>Lb. plantarum, Lb. fermentum, Lb. brevis, Lb. curvatus, Ped. pentosaceus, Leuc. mesenteroides, Leuc. fallax,</i>	Ấn Độ

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
			<i>Leuc. lactis</i> , <i>Leuc. citreum</i> , <i>Ent. durans</i>	
<i>Fu-tsai</i>	Cải bẹ	Tính axit, chua	<i>Ent. faecalis</i> , <i>Lb. alimentarius</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. coryniformis</i> , <i>Lb. farciminis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. versmoldensis</i> , <i>Leuc. citreum</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Leuc. pseudomesenteroides</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>W. cibaria</i> , <i>W. paramesenteroides</i>	Đài Loan
<i>Goyang</i>	Rau dại	Tính axit, chua, ươn, dùng trong món súp	<i>Lb. plantarum</i> , <i>L. brevis</i> , <i>Lc. lactis</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Candida</i> sp.	Ấn Độ, Nepal
<i>Gundruk</i>	Rau ăn lá	Tính axit, chua, khô, dùng trong món súp, món phụ	<i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Lb. casei</i> subsp. <i>pseudoplantarum</i> , <i>Ped. pentosaceus</i>	Ấn Độ, Nepal, Bhutan

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Herring</i>	Ngọn măng	Tính axit, chua, ướt, dưa chua	<i>Lb. brevis, Lb. plantarum, Lb. curvatus, Ped. pentosaceus, Leuc. mesenteroides, Leuc. fallax, Leuc. lactis, Leuc. citreum, Ent. durans, Lc. lactis</i>	Ấn Độ
<i>Hom-dong</i>	Hành tím	Hành tím lên men	<i>Leuc. mesenteroides, Ped. cerevisiae, Lb. plantarum, Lb. fermentum, Lb. buchneri</i>	Thái Lan
<i>Jiang-gua</i>	Dưa chuột	Dưa chuột lên men, dưa chua	<i>Ent. casseliflavus, Leuc. lactis, Leuc. mesenteroides, Lb. pentosus, Lb. plantarum, Lb. paraplantarum, Lc. lactis subsp. lactis, W. cibaria, W. hellenica</i>	Đài Loan
<i>Jiang-sun</i>	Măng, muối, đường, <i>douche</i> (đậu tương lên men)	Măng lên men; món ăn kèm	<i>Lb. plantarum, Ent. faecium, Lc. lactis subsp. lactis</i>	Đài Loan

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Khalpi</i>	Dưa chuột	Tính axit, chua, ươn, dưa chua	<i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Ped. acidilactici</i> , <i>Leuc. fallax</i>	Ấn Độ, Nepal
<i>Kimchi</i>	Cải bắp, hành hoa, ớt, gừng	Tính axit, chua nhẹ, ươn, món ăn kèm	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Leuc. citreum</i> , <i>Leuc. gasicomitatum</i> , <i>Leuc. kimchii</i> , <i>Leuc. inhae</i> , <i>W. koreensis</i> , <i>W. kimchii</i> , <i>W. cibaria</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. sakei</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> , <i>Lb. buchneri</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Ped. acidilactici</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Lc. Lactis</i> , yeasts species of <i>Candida</i> , <i>Halococcus</i> , <i>Haloterrigena</i> , <i>Kluyveromyces</i> , <i>Lodderomyces</i> , <i>Natrialba</i> , <i>Natronococcus</i> , <i>Pichia</i> , <i>Saccharomyces</i> , <i>Sporisorium</i> and <i>Trichosporon</i>	Hàn Quốc
<i>Naw-mai-dong</i>	Măng	Tính axit, ươn	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ped. cerevisiae</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. buchneri</i>	Thái Lan

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Mesu</i>	Măng	Tính axit, chua, ươn	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. curvatus</i> , <i>Leu. citreum</i> , <i>Ped. pentosaceus</i>	Ấn Độ, Nepal, Bhutan
<i>Oiji</i>	Dưa chuột, muối, nước	Dưa chuột lên men	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Ped. cerevisiae</i>	Hàn Quốc
<i>Oliu</i> (lên men)	Oliu	Tính axit, ươn, salad, món ăn kèm	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> ; <i>Lb. plantarum</i> <i>Lb. pentosus</i> / <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. paracollinoides</i> , <i>Lb. vaccinostercus</i> / <i>Lb. suebicus</i> and <i>Pediococcus</i> sp. non-lactics (<i>Gordonia</i> sp./ <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Halorubrum orientalis</i> , <i>Halosarcina pallid</i> , <i>Sphingomonassp./Sphingobium</i> sp./ <i>Sphingopyxis</i> sp., <i>Thalassomonas agarivorans</i>) and yeasts (<i>Candida</i> cf. <i>apicola</i> , <i>Pichia</i> sp., <i>Pic. manshurica</i> / <i>Pic. galeiformis</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i>)	Mỹ, Tây Ban Nha, Bồ Đào Nha, Peru, Chile

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Pak-gard-dong</i>	Rau ăn lá, muối, cơm	Tính axit, ướt, món ăn kèm	<i>Lb. plantarum, Lb. brevis, Ped. cerevisiae</i>	Thái Lan
<i>Pak-sian-dong</i>	Lá <i>Gynandropis pentaphylla</i>	Tính axit, ướt, món ăn kèm	<i>Leuc. mesenteroides, Ped. cerevisiae, Lb. plantarum, Lb. germentum, Lb. buchneri</i>	Thái Lan
<i>Pao cai</i>	Cải bắp	Có vị chua ngọt hơn là vị cay, ăn sáng	<i>Lb. pentosus, Lb. plantarum, Lb. brevis, Lb. lactis, Lb. fermentum, and Leuc. mesenteroides, và Ped. pentosaceus</i>	Trung Quốc
<i>Sauerkraut</i>	Cải bắp	Tính axit, chua, ướt, Salad, món ăn kèm	<i>Leuc. mesenteroides, Ped. pentosaceus; Lb. brevis, Lb. plantarum, Lb. sakei</i>	Châu Âu, Mỹ, Canada, Australia
<i>Sayur asin</i>	Lá cải bẹ, cải bắp, muối, dứa	Tính axit, chua, ướt, salad	<i>Leuc. mesenteroides, Lb. plantarum, Lb. brevis, Lb. confuses, Ped. pentosaceus.</i>	Indonesia

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Soibum</i>	Măng	Tính axit, chua, mềm, nấu cà ri	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. coryniformis</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> , <i>Leuc. fallax</i> , <i>Leuc. Lact. lactis</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. durans</i> , <i>Strep. lactis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. lichniformis</i> , <i>B. coagulans</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Saccharomyces</i> sp., <i>Torulopsis</i> s p.	Ấn Độ
<i>Soidon</i>	Ngọn măng	Tính axit, chua, mềm, nấu cà ri	<i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , uncultured <i>Lb. acetotolera</i> , <i>Leuc. fallax</i> , <i>Leuc. citreumns</i> , <i>Lc. lactissubsp. cremoris</i> , <i>Weissella cibaria</i> , uncultured <i>W. ghanensis</i>	Ấn Độ
<i>Sinki</i>	Củ cải dài	Tính axit, chua, khô, dùng trong món súp, dưa chua	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. casei</i> , <i>Leuc. fallax</i>	Ấn Độ, Nepal, Bhutan

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Suan-cai</i>	Rau củ	Tính axit, chua, ươn	<i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Tetragenococcus halophilus</i>	Trung Quốc
<i>Suan-tsai</i>	Cải bẹ	Tính axit, chua, khô	<i>Ent. faecalis</i> , <i>Lb. alimentarius</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. coryniformis</i> , <i>Lb. farciminis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. versmoldensis</i> , <i>Leuc. citreum</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Leuc. pseudomesenteroides</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>W. cibaria</i> , <i>W. paramesenteroides</i>	Đài Loan
<i>Sunki</i>	Củ cải tròn	Tính axit, chua, ươn	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. delbrueckii</i> , <i>Lb. parabuchneri</i> , <i>Lb. kisonensis</i> , <i>Lb. otakiensis</i> , <i>Lb. rapi</i> , <i>Lb. sunkii</i>	Nhật Bản
<i>Takuanzuke</i>	Củ cải Nhật Bản, muối, đường, <i>Shochu</i>	Củ cải muối	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Streptococcus</i> sp., <i>Pediococcus</i> sp., yeasts	Nhật Bản

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Tuaithur</i>	Măng	Rắn, ướt, chua, nẫu cà ri	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Ped. pentosaceou</i> , <i>Lc. lactis</i> , <i>Bacillus circulans</i> , <i>B. firmus</i> , <i>B. sphaericus</i> , <i>B. subtilis</i>	Ấn Độ

Đậu tương và các loại đậu khác lên men

Người ta sản xuất hai loại thực phẩm đậu tương lên men: thực phẩm đậu tương lên men do *Bacillus* spp. (chủ yếu là *B. subtilis*) kèm theo đặc trưng nhót, và thực phẩm đậu tương lên men do mốc dạng sợi chủ yếu là *Aspergillus*, *Mucor*, *Rhizopus*. Thực phẩm đậu tương không mặn và nhót lên men do *Bacillus* tập trung phân bố trong một tam giác tương tượng có ba đỉnh, mỗi đỉnh nằm tại Nhật Bản (*natto*), Đông Nepal và Đông Bắc Ấn Độ (*kinema* và những sản phẩm tương tự), và phía bắc Thái Lan (*thua-nao*), có tên là “tam giác *natto*” và được đặt lại là “tam giác *kinema-natto-thuanao* (KNT)”. Trong những quốc gia thuộc vùng tam giác KNT, những thực phẩm đậu tương nhót không mặn lên men do *Bacillus* được tiêu thụ như là *natto* của Nhật Bản, *chungkokjang* của Hàn Quốc, *kinema* của Ấn Độ, Nepal và Bhutan, *aakhune*, *bekang*, *hawaijar*, *perayaan*, và *tungrymbai* của Ấn Độ, *thua nao* của Thái Lan, *pepok* của Myanmar, và *sieng* của Campuchia và Lào. Mặc dù phương pháp sản xuất và cách thực hành ẩm thực khác biệt giữa từng sản phẩm, nhưng plasmit và phân tích phát sinh loài (plasmids and phylogenetic analysis) *B. subtilis* đã chứng tỏ tính tương đồng giữa các chủng *B. subtilis* phân lập từ thực phẩm đậu tương lên men nhót phổ biến ở châu Á, điều này cho thấy lên men do chung dòng *Bacillus*. Sản phẩm đậu tương lên men bằng mốc là *miso* và *shoyu* của Nhật Bản, *tempe* của Indonesia, *douchi* và *sufu* của Trung Quốc, và *doenjang* của Hàn Quốc. Một số loại đậu lên men phổ biến không phải đậu tương (ví dụ đậu trường giác) là *bikalga*, *dawadawa*, *iru*, *okpehe*, *soumbala*, và *dugba* của châu Phi, sản phẩm đậu mòi lên men như là *dhokla*, *papad*, và *wari* của Ấn Độ, và *maseura* của Ấn Độ và Nepal.

Bảng 4

Vi sinh vật phân lập từ một số sản phẩm đậu (đậu tương và không phải đậu tương) lên men phổ biến và không phổ biến trên thế giới.

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Bekang</i>	Đậu tương	Tính kiềm, nhớt, tương sệt, nấu cà ri	<i>B. subtilis</i> , <i>B. brevis</i> , <i>B. circulans</i> , <i>B. coagulans</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. sphaericus</i> , and <i>Lysinibacillus fusiformis</i>	Ấn Độ
<i>Bhallae</i>	Đậu mười	Tính axit nhẹ, món phụ	<i>B. subtilis</i> , <i>Candida curvata</i> , <i>C. famata</i> , <i>C. membranaefaciens</i> , <i>C. variovaarai</i> , <i>Cryptococcus humicoius</i> , <i>Deb. hansenii</i> , <i>Geotrichum candidum</i> , <i>Hansenula anomala</i> , <i>H. polymorpha</i> , <i>Kl. marxianus</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ped. membranaefaciens</i> , <i>Rhiz. marina</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Trichosporon beigeli</i> , <i>Trichosporon pullulans</i> , <i>Wingea robertsii</i>	Ấn Độ
<i>Bikalga</i>	Búp giấm (<i>Hibiscus sabdariffa</i>)	Gia vị	<i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. pumilus</i>	Burkina Faso

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Chungkokjang</i> (hay <i>jeonkukjang</i> , <i>cheonggukjang</i>)	Đậu tương	Tính kiềm, nhớt, súp	<i>B. subtilis</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Pantoea agglomerans</i> , <i>Pantoea ananatis</i> , <i>Enterococcus</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Rhodococcus</i> sp.	Hàn Quốc
<i>Dawadawa</i>	Đậu trường giác	Tính kiềm, nhớt	<i>B. pumilus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. firmus</i> , <i>B. atrophaeus</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. mojavensis</i> , <i>Lysinibacillus sphaericus</i> .	Ghana, Nigeria
<i>Dhokla</i>	Đậu gà	Tính axit nhẹ, xốp, hấp, ăn vặt	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Lb. fermenti</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Tor. candida</i> , <i>Tor. pullulans</i>	Ấn Độ
<i>Douchi</i>	Đậu tương	Tính kiềm, tương sệt	<i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>Asp. oryzae</i>	Trung Quốc, Đài Loan
<i>Doenjang</i>	Đậu tương	Tính kiềm,	<i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>Mu. plumbeus</i> ,	Hàn

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
		trương sợi, súp	<i>Asp. oryzae</i> , <i>Deb. hansenii</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Tor. halophilus</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Lactobacillus</i> sp.	Quốc
<i>Furu</i>	Đậu phụ	Tính axit nhẹ	<i>B. pumilus</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. stearothermophilus</i> , <i>B. firmus</i> , <i>Staph. hominis</i>	Trung Quốc
<i>Gochujang</i>	Đậu tương, ớt đỏ	Nêm vị cay	<i>B. velegensis</i> , <i>B. amyloliquefacious</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. liqueformis</i> , species of <i>Oceanobacillus</i> , <i>Zygosaccharomyces</i> , <i>Candida lactis</i> , <i>Zygorouxii</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Rhizopus</i>	Hàn Quốc
<i>Hawaijar</i>	Đậu tương	Tính kiềm, nhớt	<i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Staph. aureus</i> , <i>Staph. sciuri</i> , <i>Alkaligenes</i> sp., <i>Providencia rettgers</i> , <i>Proteus mirabilis</i>	Ấn Độ
<i>Iru</i>	Đậu trường giác	Tính kiềm,	<i>B. subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> ,	Nigeria,

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
		nhót	<i>B. licheniformis</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. fumus</i> , <i>B. atrophaeus</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. mojavensis</i> , <i>Lysinibacillus sphaericus</i> , <i>Staph. saprophyticus</i>	Benin
<i>Kanjang</i>	Đậu tương, <i>meju</i> , muối, nước	Nước tương	<i>Asp. oryzae</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. pumillus</i> , <i>B. citreus</i> , <i>Sarcina mazima</i> , <i>Sacch. rouxii</i>	Hàn Quốc
<i>Kawal</i>	Lá cây đậu (<i>Cassiasp.</i>)	Tính kiềm, vị mạnh, khối tròn khô	<i>B. subtilis</i> , <i>propionibacterium sp.</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Staph. sciuri</i> , yeasts	Sudan
<i>Kecap</i>	Đậu tương, lúa mỳ	Lỏng	<i>Rhiz. oligosporus</i> , <i>Rhiz. oryzae</i> , <i>Asp. oryzae</i> , <i>Ped. halophilus</i> , <i>Staphylococcus sp.</i> , <i>Candida sp.</i> , <i>Debaromyces sp.</i> , <i>Sterigmatomyces sp.</i>	Indonesia
<i>Ketjap</i>	Đậu tương (đen)	Siro	<i>Asp. oryzae</i> , <i>Asp. flavus</i> , <i>Rhiz. oligosporus</i> , <i>Rhiz. arrhizus</i>	Indonesia

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Kinda</i>	Đậu trường giác	Tính kiềm, nhớt	<i>B. pumilus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. atrophaeus</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. mojavensis</i> , <i>Lysinibacillus sphaericus</i>	Sierra Leone
<i>Kinema</i>	Đậu tương	Tính kiềm, nhớt; nấu cà ri	<i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. circulans</i> , <i>B. thuringiensis</i> , <i>B. sphaericus</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Cand. parapsilosis</i> , <i>Geotrichum candidum</i>	Ấn Độ, Nepal, Bhutan
<i>Maseura</i>	Đậu gà	Khô, giòn, giống viên bi, gia vị	<i>B. subtilis</i> , <i>B. mycoides</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. laterosporus</i> , <i>Ped. acidilactici</i> , <i>Ped. pentosaceous</i> , <i>Ent. durans</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. salivarius</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Pic. burtonii</i> , <i>Cand. castellii</i>	Nepal, Ấn Độ
<i>Meitauza</i>	Đậu tương	Lông	<i>B. subtilis</i> , <i>Asp. oryzae</i> , <i>Rhiz. oligosporus</i> , <i>Mu. meitauza</i> , <i>Actinomucor elegans</i>	Trung Quốc, Đài Loan

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Meju</i>	Đậu tương	Tính kiềm, tương sệt	<i>Asp. flavus, Asp. fumigatus, Asp. niger, Asp. oryzae, Asp. reitricus, Asp. spinosa, Asp. terreus, Asp. wentii, Botrytis cinerea, Mu. adundans, Mu. circinelloides, Mu. griseocyanus, Mu. hiemalis, Mu. jasseni, Mu. racemosus, Pen. citrinum, Pen. griseopurpureum, Pen. griesotula, Pen. kaupscinskii, Pen. lanosum, Pen. thomii, Pen. turalense, Rhi. chinensis, Rhi. nigricans, Rhi. oryzae, Rhi. Sotronifer; Candida edax, Can. incommenis, Can. utilis Hansenula anomala, Han. capsulata, Han. holstii, Rhodotorula flava, Rho. glutinis, Sacch. exiguus, Sacch. cerevisiae, Sacch. kluyveri, Zygosaccharomyces japonicus, Zyg. rouxii, B. citreus, B. circulans, B. licheniformis, B. megaterium, B. mesentericus, B. subtilis, B. pumilis, Lactobacillus sp., Ped. acidilactici</i>	Hàn Quốc

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Miso</i>	Đậu tương	Tính kiềm, tương sệt	<i>Ped. acidilactici</i> , <i>Leuc. paramesenteroides</i> , <i>Micrococcus halobius</i> , <i>Ped. halophilus</i> , <i>Streptococcus</i> sp., <i>Sacch. rouxii</i> , <i>Zygosaccharomyces rouxii</i> , <i>Asp. oryzae</i>	Nhật Bản
<i>Natto</i>	Đậu tương	Tính kiềm, nhớt, ăn sáng	<i>B. subtilis (natto)</i>	Nhật Bản
<i>Oncom Hitam</i> (<i>Oncom</i> đen) và <i>Oncom Merah</i> (<i>Oncom</i> đỏ cam)	Lạc ép thành bánh, sắn, starter trong bã đậu phụ	Bánh lạc lên men, nướng hoặc rán	<i>Neurosporaintermedia</i> , <i>N. crassa</i> , <i>N. sitophila</i> (từ <i>oncom</i> đỏ), <i>Rhi. oligosporus</i> (<i>oncom</i> đen)	Indonesia
<i>Ogiri / Ogili</i>	Hạt dưa vàng, hạt thầu dầu, hạt bí, vừng		<i>B. subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. rimus</i> , <i>Pediococcus</i> sp., <i>Staph. saprophyticus</i> , <i>Lb. plantarum</i>	Tây, Đông và Trung Phi

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Okpehe</i>	Hạt của <i>Prosopis africana</i>	Tính kiềm, nhớt	<i>B. subtilis</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. licheniformis</i>	Nigeria
<i>Soumbala</i>	Đậu trường giác	Tính kiềm, nhớt	<i>B. pumilus</i> , <i>B. atrophaeus</i> , <i>B. amyloliquefaciens</i> , <i>B. mojavensis</i> , <i>Lysinibacillus sphaericus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. thuringiensis</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>B. badius</i> , <i>B. firmus</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. mycoides</i> , <i>B. sphaericus</i> , <i>Peanibacillus alvei</i> , <i>Peanibacillus larvae</i> , <i>Brevibacillus laterosporus</i>	Burkina Faso
<i>Shoyu</i>	Đậu tương	Tính kiềm, lỏng, nêm	<i>Asp. oryzae</i> or <i>Asp. sojae</i> , <i>Z. rouxii</i> , <i>C. versatilis</i>	Nhật Bản, Hàn Quốc, Trung Quốc
<i>Sufu</i>	Đậu phụ	Tính axit nhẹ, mềm	<i>Actinomucor elenans</i> , <i>Mu. silvaticus</i> , <i>Mu. corticolus</i> , <i>Mu. hiemalis</i> , <i>Mu. praini</i> , <i>Mu. racemosus</i> , <i>Mu. subtilissimus</i> ,	Trung Quốc, Đài Loan

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
			<i>Rhiz. chinensis</i>	
<i>Tauco</i>	Đậu tương	Tính kiềm, tương sệt, dùng làm chất tăng hương vị	<i>Rhiz. oryzae, Rhiz. ologosporus, Asp. oryzae, Zygosaccharomyces soyae, Bacillus sp., Ent. hermanniensis, Lb. agilis, Lb. brevis, Lb. buchneri, Lb. crispatus, Lb. curvatus, Lb. delbrueckii, Lb. farciminis, Lb. fermentum, Lb. pantheris, Lb. salivarius, Lb. vaccinostercus, Lc. lactis, Lactococcus sp., Leuc. camosum, Leuc. citreum, Leuc. fallax, Leuc. lactis, Leuc. mesenteroides, Leuc. pseudomesenteroides, Ped. acidilactici, Strep. bovis, Strep. macedonicus, W. cibaria, W. confusa, W. paramesenteroides, W. soli</i>	Indonesia
<i>Tempe</i>	Đậu tương	Tính kiềm, rắn, bánh rán, ăn sáng	<i>Rhiz. oligosporus, Rhiz. arrhizus, Rhiz. oryzae, Rhiz. stolonifer, Asp. niger, Citrobacter freundii, Enterobacter cloacae, K.</i>	Indonesia (Gốc), Hà Lan, Nhật

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
			<i>pneumoniae</i> , <i>K. pneumoniae</i> subsp. <i>ozaenae</i> , <i>Pseudomonas fluorescens</i> as vitamin B ₁₂ -producing bacteria, <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. lactis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. reuteri</i>	Bản, Mỹ
<i>Thua nao</i>	Đậu tương	Tính kiềm, tương sệt, khô, món phụ	<i>B. subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>Lactobacillus</i> sp.	Thái Lan
<i>Tungrymba i</i>	Đậu tương	Tính kiềm, nhớt, nấu cà ri, súp	<i>B. subtilis</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>B. pumilus</i>	Ấn Độ
<i>Ugba</i>	Đậu dầu châu Phi (<i>Pentaclethra macrophylla</i>)	Tính kiềm, dẹt, bóng, màu nâu	<i>B. subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. licheniformis</i> , <i>Staph. saprophyticus</i>	Nigeria
<i>Wari</i>	Đậu gà	Giống viên bi, giòn, món phụ	<i>B. subtilis</i> , <i>Cand. curvata</i> , <i>Cand. famata</i> , <i>Cand. krusei</i> , <i>Cand. parapsilosis</i> , <i>Cand. vartiovaarai</i> ,	Ấn Độ

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
			<i>Cryptococcus humicolus</i> , <i>Deb. hansenii</i> , <i>Deb. tamaritii</i> , <i>Geotrichum candidum</i> , <i>Hansenula anomala</i> , <i>Kl. marxianus</i> , <i>Sacch. cerevisiae</i> , <i>Rhiz. lactosa</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Wingea robetsii</i> , <i>Trichosporon beigelii</i>	
<i>Yandou</i>	Đậu tương	Tính kiềm, nhớt, có muối, ăn vất	<i>B. subtilis</i>	Trung Quốc

Loài *Bacillus* đã được ghi nhận có trong một số thực phẩm đậu tương lên men ở châu Á. Tuy nhiên, *B. subtilis* là vi khuẩn chức năng chủ đạo trong những thực phẩm đậu tương lên men của châu Á. *Natto* của Nhật là thực phẩm đậu tương lên men bằng *Bacillus* duy nhất giờ được sản xuất bằng đơn giống khởi động thương mại *B. natto*, phân lập ban đầu từ *natto* lên men tự nhiên bởi Sawamura. *Ent. Faecium*, với tư cách là một nhóm quần thể vi khuẩn thiểu số, cũng có mặt trong *chungkukjang*.

Sản phẩm củ và thân thực vật lên men

Củ sắn (*Manihot esculenta*) theo truyền thống được lên men thành những thực phẩm tinh bột như là *gari* ở Nigeria; *fufu* ở Togo, Burkina Faso, Benin và Nigeria; *agbelima* ở Ghana; *chikawgue* ở Zaire; *kivunde* ở Tanzania; *kocho* ở Etiopia; và *foo foo* lần lượt ở Nigeria, Benin, Togo, and Ghana, (Bảng 5). Giai đoạn lên men sắn ban đầu bị chi phối bởi *Corynebacterium manihot* với diễn thể LAB (*Lb. acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. fermentum*, *Lb. pentosus*, *Lb. plantarum*). Củ sắn cũng được lên men thành món tráng miệng có vị ngọt theo truyền thống gọi là *tapé* ở Indonesia.

Bảng 5

Vi sinh vật phân lập từ một số sản phẩm củ thực vật lên men trên thế giới.

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Chikwangu</i>	Củ sắn	Dạng rắn, tinh bột	Loài <i>Corynebacterium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Acinetobacter</i> , <i>Moraxella</i>	Trung Phi, Zaire
<i>Cingwada</i>	Củ sắn	Dạng rắn	Loài <i>Corynebacterium</i> , <i>Bacillus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Micrococcus</i>	Đông và Trung Phi
<i>Fufu</i>	Củ sắn	Chất nền chìm hết trong quá trình lên men, tinh bột	<i>Bacillus</i> sp., <i>Lb. plantarum</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Lb. cellobiosus</i> , <i>Lb. brevis</i> ; <i>Lb. coprophilus</i> , <i>Lc. lactis</i> ; <i>Leuc. lactis</i> , <i>Lb. bulgaricus</i> , <i>Klebsiella</i> sp., <i>Leuconostoc</i> sp., <i>Corynebacterium</i> sp., <i>Candida</i> sp.	Tây Phi
<i>Gari</i>	Củ sắn	Dạng rắn, tinh bột	<i>Corynebacterium mannihot</i> , <i>Geotrichum</i> sp., <i>Lb. plantarium</i> , <i>Lb. buchnerri</i> , <i>Leuconsostoc</i> sp., <i>Streptococcus</i> sp.	Tây và Trung Phi
<i>Lafun</i>	Củ sắn	Chất nền chìm hết trong quá	<i>Bacillus</i> sp., <i>Klebsiella</i> sp., <i>Candida</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., <i>Leuc.</i>	Tây Phi

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
/Konkonte		trình lên men, tinh bột	<i>mesenteroides</i> , <i>Corynebacterium manihot</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Micrococcus luteus</i> , <i>Geotrichum candidum</i>	
Tapé	Củ sắn	Đồ ngọt trắng miệng	<i>Streptococcus</i> sp., <i>Rhizopus</i> sp., <i>Saccharomycopsis fibuligera</i>	Indonesia
Tapai Ubi	Củ sắn, Ragi	Đồ ngọt trắng miệng	<i>Saccharomycopsis fibuligera</i> , <i>Amylomyces rouxii</i> , <i>Mu. circinelloides</i> , <i>Mu. javanicus</i> , <i>Hansenula</i> spp, <i>Rhi. arrhizus</i> , <i>Rhi. oryzae</i> , <i>Rhi. chinensis</i>	Malaysia

Sản phẩm thịt lên men

Sản phẩm thịt lên men được chia thành hai loại: một loại làm từ nguyên miếng hoặc nguyên lát thịt như là thịt khô và thịt sấy; và loại làm bằng cách băm hoặc xay thịt, thường gọi là xúc xích. Những sản phẩm thịt lên men truyền thống của nhiều quốc gia đã có trong tư liệu (Bảng 6) như là xúc xích lên men và *salami* của châu Âu, thịt khô của châu Mỹ và châu Phi, *nham* của Thái Lan, và *nem chua* của Việt Nam. Các nhóm vi khuẩn chính tham gia vào quá trình lên men thịt là LAB, theo sau là khuẩn tụ cầu có men coagulase âm tính (coagulase-negative staphylococci), cầu khuẩn gram dương (micrococci) và *Enterobacteriaceae*, cũng như là tùy thuộc vào sản phẩm mà một số loài nấm men và mốc có thể đóng vai trò trong việc làm chín thịt.

Bảng 6

Vi sinh vật phân lập từ một số sản phẩm thịt lên men phổ biến và không phổ biến trên thế giới.

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Alheira</i>	Thịt lợn hoặc thịt bò, mỡ bằm với bánh mì, gia vị, muối	Khô/khô một nửa, xúc xích	<i>Lb. plantarum, Lb. paraplantarum, Lb. brevis, Lb. rhamnosus, Lb. sakei, Lb. zaeae, Lb. paracasei, Ent. faecalis, Ent. faecium, Leuc. mesenteroides, Ped. pentosaceus, Ped. acidilactici, W. cibaria, W. viridescens</i>	Bồ Đào Nha
<i>Androlla</i>	Thịt lợn, bằm to, gia vị, muối	Khô, xúc xích lợn	<i>Lb. sake, Lb. curvatus, Lb. plantarum</i>	Tây Ban Nha
<i>Arjia</i>	Ruột già của dê	Xúc xích, nấu cà ri	<i>Ent. faecalis, Ent. faecium, Ent. hirae, Leuc. citreum, Leuc. mesenteroides, Ped. pentosaceus, Weissella cibaria</i>	Ấn Độ, Nepal
<i>Chartayshya</i>	Thịt dê	Sấy khô, thịt xông khói	<i>Ent. faecalis, Ent. faecium, Ent. hirae, Leuc. citreum, Leuc. mesenteroides, Ped. pentosaceus, Weissella cibaria</i>	Ấn Độ
<i>Chorizo</i>	Thịt lợn	Khô, bằm to, gia vị, muối; xúc	<i>Lb. sake, Lb. curvatus, Lb. plantarum</i>	Tây Ban Nha

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
		xích		
<i>Kargyong</i>	Thịt bò Tây Tạng, thịt bò, thịt lợn, tỏi nghiền, gừng, muối	Sản phẩm giống xúc xích, nấu cà ri	<i>Lb. sakei</i> , <i>Lb. divergens</i> , <i>Lb. carnis</i> , <i>Lb. sanfranciscensis</i> , <i>Lb. curvatus</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. mycoides</i> , <i>B. thuringiensis</i> , <i>Staph. aureus</i> , <i>Micrococcus</i> sp., <i>Deb. hansenii</i> , <i>Pic. anomala</i>	Ấn Độ
<i>Nham (Musom)</i>	Thịt lợn, bì lợn, muối, gạo, tỏi	Thịt lợn lên men	<i>Ped. cerevisiae</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i>	Thái Lan
<i>Nem chua</i>	Thịt lợn, muối, com	Xúc xích lên men	<i>Lb. pentosus</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Lb. paracasei</i> , <i>Lb. fermentum</i> , <i>Lb. acidipiscis</i> , <i>Lb. farciminis</i> , <i>Lb. rossiae</i> , <i>Lb. fuchuensis</i> , <i>Lb. namurensis</i> , <i>Lc. lactis</i> , <i>Leuc. citreum</i> , <i>Leuc. fallax</i> , <i>Ped. acidilactici</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Ped. stilesii</i> , <i>Weissella cibaria</i> , <i>W. paramesenteroides</i>	Việt Nam

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Pastirma</i>	Thịt bò băm với thịt cừu, nấm đậm đà	Khô/khô một nửa, xúc xích	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. sake</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Staph. xylosus</i> , <i>Staph. carnosus</i>	Thổ Nhĩ Kỳ, Iraq
<i>Peperoni</i>	Thịt lợn, thịt bò	Thịt khô, xông khói, xúc xích	Loài LAB, <i>Micrococcus</i> spp.	Châu Âu, Châu Mỹ, Australia
<i>Sai-krok-prieo</i>	Thịt lợn, gạo, tỏi, muối	Xúc xích lên men	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. salivarius</i> , <i>Ped. pentosacuns</i>	Thái Lan
<i>Salchichon</i>	Thịt lợn hay thịt cừu, mỡ, NaCl, gia vị	Khô, xúc xích	Các loài LAB, <i>Staph. spp.</i> , <i>Micrococcus spp.</i> , enterobacteriaceae, mốc	Tây Ban Nha
<i>Salsiccia</i>	Thịt lợn băm, gia vị, NaCl	Khô/khô một nửa, xúc xích	Các loài LAB, <i>Staph. spp.</i> , <i>Micrococcus spp.</i> , enterobacteriaceae, nấm men	Italy

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất & đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Soppresata</i>	Thịt lợn nạc băm, NaCl và gia vị	Khô/khô một nửa, xúc xích	Các loài LAB, <i>Staph.</i> spp., <i>Micrococcus</i> spp., enterobacteriaceae, nấm men	Italy
<i>Sucuk</i>	Thịt băm, thịt lợn hoặc thịt bò, ướp muối và nhiều loại gia vị	Khô, xúc xích	Các loài LAB, <i>Staph.</i> spp., <i>Micrococcus</i> spp., enterobacteriaceae	Thổ Nhĩ Kỳ
<i>Suka ko masu</i>	Thịt dê, thịt trâu, bột nghệ, dầu cải cay, muối	Thịt khô hay xông khói, nấu cà ri	<i>Lb. carnis</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. mycoides</i> , <i>B. thuringiensis</i> , <i>Staph. aureus</i> , <i>Micrococcus</i> sp., <i>Debaromyces hansenii</i> , <i>Pic. burtonii</i>	Ấn Độ
<i>Tocino</i>	Thịt lợn, muối, đường, kali nitrat	Thịt lợn muối lên men	<i>Ped. cerevisiae</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i>	Philippines

Sản phẩm cá lên men

Bảo quản cá thông qua lên men, phơi nắng/xông khói và ướp muối (Bảng 7) là cách làm truyền thống của những người dân sống gần khu vực duyên hải, hồ và sông và được dùng làm hạt nêm, gia vị, và món phụ. Một số loài vi khuẩn và nấm men đã được ghi nhận có trong những sản phẩm cá bảo quản truyền thống và lên men trên thế giới.

Bảng 7

Vi sinh vật phân lập từ một số sản phẩm cá lên men phổ biến và không phổ biến trên thế giới.

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất và đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Balao-balao</i> (<i>Burong Hipon Tagbilao</i>)	Tôm, cơm, muối	Tôm lên men với cơm, gia vị	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ped. cerevisiae</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Ent. faecalis</i>	Philippines
<i>Belacan</i> (<i>Blacan</i>)	Tôm, muối	Mắm sệt, gia vị	<i>Bacillus</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Sarcina</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Brevibacterium</i> , <i>Flavobacterium</i> , <i>Corynebacteria</i>	Malaysia
<i>Bakasang</i>	Cá, tôm	Mắm sệt, gia vị	<i>Pseudomonas</i> , <i>Enterobacter</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Moraxella</i> ,	Indonesia

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất và đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
			<i>Staphylococcus</i> , <i>Pediococcus</i> spp.	
<i>Burong Bangus</i>	Cá măng sữa, gạo, muối, dấm	Cá măng sữa lên men, tương mắm	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>W. confusus</i>	Philippines
<i>Burong Isda</i>	Cá, cơm, muối	Cá lên men, mắm	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ped. cerevisiae</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Strep. faecalis</i> , <i>Micrococcus</i> sp.	Philippines
<i>Budu</i>	Cá hải dương, muối, đường	Muslim sauce (mắm kiểu Hồi giáo), mắm cá	<i>Ped. halophilus</i> , <i>Staph. aureus</i> , <i>Staph. epidermidis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. laterosporus</i> , <i>Proteus</i> sp., <i>Micrococcus</i> sp., <i>Sarcina</i> sp., <i>Corynebacterium</i> sp.	Thái Lan, Malaysia
<i>Gnuchi</i>	Cá (<i>Schizothorax richardsonii</i>), muối, bột nghệ	Ăn thành món cà ri	<i>Lb. plantarum</i> , <i>Lact. lactis</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Cand. chiropterorum</i> , <i>Cand.</i>	Ấn Độ

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất và đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
			<i>bombicola</i> , <i>Saccharomycopsis</i> sp.	
<i>Gulbi</i>	Động vật có vỏ	Ướp muối và làm khô, món phụ	<i>Bacillus licheniformis</i> , <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Aspergillus</i> sp., <i>Candida</i> sp.	Hàn Quốc
<i>Hentak</i>	Cá cỡ ngón tay (<i>Esomus danricus</i>)	Gia vị	<i>Lact. lactis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. fructosus</i> , <i>Lb. amylophilus</i> , <i>Lb. coryniformis</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>Micrococcus</i> sp., <i>Candida</i> sp., <i>Saccharomycopsis</i> sp.	Ấn Độ
<i>Hoi-malaeng pu-dong</i>	Trai (<i>Mytilus smaragdinus</i>), muối	Trai lên men	<i>Ped. halophilus</i> , <i>Staph. aureus</i> , <i>Staph. epidermidis</i>	Thái Lan
<i>Ika-Shiokara</i>	Mực, muối	Mực lên men	<i>Micrococcus</i> sp., <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Debaryomyces</i> sp.	Nhật Bản

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất và đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Jeotkal</i>	Cá	Lên men nhiều muối, tinh bột	LAB, halophilic Firmicutes including <i>Staphylococcus</i> , <i>Salimicrobium</i> , and <i>Alkalibacillus</i> . Also <i>Halanaerobium</i> and halophilic archaea.	Hàn Quốc
<i>Karati</i> , <i>Bordia</i> , <i>Lashim</i>	Cá (<i>Gudushia chapra</i> , <i>Pseudeutropius atherinoides</i> , <i>Cirrhinus reba</i>), muối	Làm khô, ướp muối, món phụ	<i>Lact. lactis</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>Candida</i> sp.	Ấn Độ
<i>Kusaya</i>	Cá sông, muối	Cá khô lên men	<i>Corynebacterium kusaya</i> , <i>Spirillum</i> sp., <i>C. bifermentans</i> , <i>Penicillium</i> sp.	Nhật Bản
<i>Myulchijeot</i>	Cá mòi nhỏ, muối	Cá mòi lên men	<i>Ped. cerevisiae</i> , <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Bacillus</i> sp., <i>Micrococcus</i> sp.	Hàn Quốc

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất và đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Narezushi</i>	Cá nước mặn, kê nấu chín, muối	Cơm cá lên men	<i>Leuc. mesenteroides, Lb. plantarum</i>	Nhật Bản
<i>Nam pla</i> (<i>Nampladee, Namplasod</i>)	<i>Solephorus</i> sp., <i>Ri stelliger</i> sp. <i>Cirrhinus</i> sp., nước, muối	Nước mắm cá	Species of <i>Micrococcus</i> ., <i>Pediococcus</i> , <i>Staphylococcus</i> ., <i>Streptococcus</i> ., <i>Sarcina</i> ., <i>Bacillus</i> ., <i>Lactobacillus</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Halococcus</i> , <i>Halobacterium</i>	Thái Lan
<i>Ngari</i>	Cá (<i>Puntius sophore</i>), muối	Cá lên men	<i>Lact. lactis, Lb. plantarum, Lb. pobuzihii, Lb. fructosus, Lb. amylophilus, Lb. coryniformis, Ent. faecium, B. subtilis, B. pumilus, B. indicus, Micrococcus</i> sp., <i>Staphy. cohnii</i> subsp. <i>cohnii</i> , <i>Staphy. carnosus, Tetragenococcus halophilus</i> subsp. <i>flandriensis, Clostridium irregular, Azorhizobium caulinodans, Candida</i> sp., <i>Saccharomycopsis</i> sp.	Ấn Độ

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất và đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Nước mắm</i>	Cá đại dương	Mắm cá, gia vị	<i>Bacillus</i> sp., <i>Pseudomonas</i> sp., <i>Micrococcus</i> sp., <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Halococcus</i> sp., <i>Halobacterium salinarium</i> , <i>H. cutirubrum</i>	Việt Nam
<i>Patis</i>	<i>Stolephorus</i> sp., <i>Clupea</i> sp., <i>Decapteruss</i> sp., <i>Leionathus</i> sp., muối	Mắm cá	<i>Ped. halophilus</i> , <i>Micrococcus</i> sp., <i>Halobacterium</i> sp., <i>Halococcus</i> sp., <i>Bacillus</i> sp.	Philippines, Indonesia
<i>Pla-paeng-daeng</i>	Cá đại dương, cơm mốc đỏ (<i>Ang-kak</i>), muối	Cá lên men đỏ	<i>Pediococcus</i> sp., <i>Ped. halophilus</i> , <i>Staph. aureus</i> , <i>Staph. epidermidis</i> ,	Thái Lan
<i>Pla-som (Pla-khao-sug)</i>	Cá đại dương, muối, cơm, tỏi	Cá lên men, gia vị	<i>Ped. cerevisiae</i> , <i>Lb. brevis</i> , <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Bacillus</i> sp.	Thái Lan
<i>Saeo Jeot (Jeotkal)</i>	Tôm (<i>Acetes chinensis</i>), muối	Tôm lên men	<i>Halobacterium</i> sp., <i>Pediococcus</i> sp.	Hàn Quốc

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất và đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Shidal</i>	<i>Puntis</i>	Sản phẩm không cho muối lên men một nửa; 4–6 tháng lên men; nấu cà ri/làm dưa chua	<i>Staphy. aureus</i> , <i>Micrococcus</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., <i>E. coli</i>)	Ấn Độ, Bangladesh
<i>Shottsuru</i>	Cá trống, opossum shrimp (tép có túi), muối	Mắm cá, gia vị	<i>Halobacterium</i> sp., <i>Aerococcus viridians</i> (<i>Ped. homari</i>), nấm men ưa mặn và chịu mặn	Nhật Bản
<i>Sidra</i>	Cá (<i>Punitus sarana</i>)	Cá khô, nấu cà ri	<i>Lact. lactis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>W. confusa</i> , <i>Cand. chiropterorum</i> , <i>Cand. bombicola</i> , <i>Saccharomycopsis</i> sp.	Ấn Độ
<i>Sikhae</i>	Cá nước mặn, kê nấu chín, muối	Cơm cá lên men, tương	<i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Lb. plantarum</i>	Hàn Quốc

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất và đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
<i>Suka ko maacha</i>	Cá sông (<i>Schizothorax richardsoni</i>), muối, bột nghệ	Xông khói, sấy khô, nấu cà ri	<i>Lact. lactis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Cand. chiropterorum</i> , <i>Cand. bombicola</i> , <i>Saccharomycopsis</i> sp.	Ấn Độ
<i>Sukuti</i>	Cá (<i>Harpodon nehereus</i>)	Đề muối dưa, nấu canh và cà ri	<i>Lact. lactis</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Leuc. mesenteroides</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Ent. faecalis</i> , <i>Ped. pentosaceus</i> , <i>Cand. chiropterorum</i> , <i>Cand. bombicola</i> , <i>Saccharomycopsis</i> sp.	Ấn Độ
<i>Surström ming</i>	Cá	Cá trích lên men	<i>Haloanaerobium praevalens</i>	Thụy Sĩ
<i>Tungtap</i>	Cá	Cá lên men, mắm, muối dưa	<i>Lc. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i> , <i>Lc. plantarum</i> , <i>Ent. faecium</i> , <i>Lb. fructosus</i> , <i>Lb. amylophilus</i> , <i>Lb. coryniformis</i> subsp. <i>torquens</i> , <i>Lb. plantarum</i> , <i>Lb. puhozi</i> , <i>B.</i>	Ấn Độ

Sản phẩm	Chất nền/Nguyên liệu sống	Tính chất và đặc tính cảm quan	Vi sinh vật	Quốc gia
			<i>subtilis</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>Micrococcus</i> , yeasts-species of <i>Candida</i> , <i>Saccharomycopsis</i>	

Sản phẩm lên men pha tạp

Dấm là một trong những loại gia vị phổ biến nhất trên thế giới và được làm từ đường hay ethanol có chứa các chất nền và các vật liệu tinh bột bị thủy phân bởi quá trình biến đổi kỵ khí thành axit axetic. *Acetobacter aceti* subsp. *aceti*, *Acetobacter pasteurianus*, *Acetobacter polyxygenes*, *Acetobacter xylinum*, *Acetobacter malorum*, *Acetobacter pomorum* chiếm ưu thế trong quá trình sản xuất dấm, trong khi đó cũng ghi nhận có xuất hiện các loài nấm men như là *Candida lactis-condensi*, *Candida stellata*, *Hanseniaspora valbyensis*, *Hanseniaspora osmophila*, *Saccharomycodes ludwigii*, *Sacch. cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces bisporus*, *Zygosaccharomyces lentus*, *Zygosaccharomyces mellis*, *Zygosaccharomyces Pseudorouxii*, và *Zygosaccharomyces Rouxii*.

Mặc dù trà đen được dùng mọi nơi, nhưng một số cộng đồng châu Á thiếu số thích những loại trà lên men đặc biệt như là *miang* của Thái Lan và trà *puer*, *fuzhuan brick* và *kombucha* của Trung Quốc. *Aspergillus niger* là loại nấm chủ đạo trong trà *puer* trong khi đó phân lập được *Blastobotrys adeninivorans*, *Asp. glaucus*, loài *Penicillium*, *Rhizopus*, và *Saccharomyces* cùng với loài vi khuẩn *Actinoplanes* và *Streptomyces* trong trà này. Người ta cũng phân lập được *Brettanomyces bruxellensis*, *Candida stellata*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Saccharomyces* spp., *Schizosaccharomyces pombe*, *Torulasporea delbrueckii*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces bisporus*, *Zygosaccharomyces kombuchaensis*, và *Zygosaccharomyces microellipsoides* từ trà *kombucha*. Giống vi khuẩn chính có mặt trong *kombucha* là *Gluconacetobacter*. Tuy nhiên, Marsh và các cộng sự đã báo cáo về sự chi phối của *Lactobacillus*, *Acetobacter*, và *Zygosaccharomyces*. Phân lập được *Lb. Thái Lanensis*, *Lb. camelliae*, *Lb. plantarum*, *Lb. pentosus*, *Lb. vaccinostercus*, *Lb. pantheris*, *Lb. fermentum*, *Lb. suebicus*, *Ped. siamensis*, *Ent. casseliflavus* và *Ent. camelliae* trong quá trình lên men khi sản xuất *miang*. Các loài *Aspergillus*, *Penicillium*, và *Eurotium* là những nấm chủ yếu có tác dụng lên men trà *fuzhuan brick*.

Nata hay cellulose vi khuẩn (bacterial cellulose) sản sinh bởi *Acetobacter xylinum* là một món ngon của Philippines, ăn như kẹo. Hai loại *nata* nổi tiếng là: *nata de piña*, làm bằng nước ép từ các miếng dứa, và *nata de coco*, làm từ nước dừa hay sữa dừa tách béo. Dùng làm một thành phần thực phẩm thì cellulose vi khuẩn có tác dụng đáng kể khi xét đến tính thuần khiết cao của

nó, thay đổi hương vị và màu sắc *tại chỗ* (in situ), và có khả năng tạo nên nhiều hình dáng và kết cấu.

Sô-cô-la là một sản phẩm hạt cacao lên men mà ghi nhận các loài *Lb. fermentum* và *Acetobacter pasteurianus* chiếm ưu thế trong quá trình lên men. Loài LAB đa dạng đường như thường liên quan đến lên men hạt cacao ở Ghana, mà bao gồm *Lb. ghanensis*, *Weissella ghanensis*, *Lb. cacaonum*, và *Lb. fabifermentans* và *Weissella fabaria*. *Fructobacillus pseudoficulneus*, *Lb. plantarum*, *Acetobacter senegalensis*, và các vi khuẩn ruột *Tatumella tyseos* và *Tatumella citrea* trong số những loài thịnh sinh trong giai đoạn lên men cacao ban đầu. Nấm men tham gia vào quá trình lên men cacao ngẫu nhiên là *Hanseniaspora uvarum*, *Hanseniaspora quilliermundii*, *Issatchenkia orientalis* (*Candida krusei*), *Pichia membranifaciens*, *Sacch. Cerevisiae*, và loài *Kluyveromyces* để phát triển hương vị.

Người Trung Quốc ăn *pidan*, món trứng vịt muối làm từ trứng vịt tươi được xử lý kiềm và có mùi H₂S với mùi ammoniac nồng. Chất phản ứng hóa học tính kiềm chính được dùng để làm *pidan* là NaOH, được giải phóng từ phản ứng của Na₂CO₃, nước và CaO trong nước ngâm hoặc bùn phủ.

Vi sinh vật khởi động phân giải tinh bột (amylolytic starters)

Cách nuôi cấy truyền thống vi sinh vật thiết yếu (các liên hợp mốc dạng sợi, nấm men và LAB sản sinh cồn và phân giải tinh bột) với gạo hoặc lúa mì làm nền dưới dạng những viên tròn hoặc dẹt khô, để sản xuất đồ uống có cồn là một khám phá xuất sắc trong lịch sử thực phẩm của người dân châu Á, mà chỉ được làm ở Đông Nam Á, bao gồm khu vực Himalaya thuộc Ấn Độ, Nepal, Bhutan, và Trung Quốc. Người ta cấy khoảng 1–2% những vi sinh vật khởi động phân giải tinh bột đã được chuẩn bị trước vào khối bột và để nguồn giống vi sinh vật hỗn hợp đó sinh trưởng trong một thời gian ngắn, sau đó làm khô hỗn hợp và dùng để làm rượu hoặc thực phẩm lên men từ các nguyên liệu tinh bột. Các giống vi sinh vật khởi động phân giải tinh bột ở châu Á có các tên gọi bản xứ khác nhau như là *marcha* ở Ấn Độ và Nepal; *hamei*, *humao*, *phab* ở Ấn Độ; *mana* và *manapu* của Nepal; *men* ở Việt Nam; *ragi* ở Indonesia; *bubod* ở Philippines; *chiu/chu* ở Trung Quốc và Đài Loan; *loogpang* ở Thái Lan; *mae/dombae/buh/puh* ở Campuchia; và *nuruk* ở Hàn Quốc.

Hồ sơ vi sinh của những giống khởi động phân giải tinh bột của Ấn Độ, Nepal, và Bhutan là những mốc dạng sợi như là *Mucor circinelloides* forma *circinelloides*, *Mucor hiemalis*, *Rhi. chinensis*, và *Rhi. stolonifer* giống *lyococcus*; nấm men như là *Sacch. cerevisiae*, *Sacch. bayanus*, *Saccharomycopsis* (*Sm.*) *fibuligera*, *Sm. capsularis*, *Pichia anomala*, *Pic. burtonii*, và *Candida glabrata*; và các loài LAB có tên là *Ped. pentosaceus*, *Lb. bifementans*, và *Lb. brevis*. Nhiều loại nấm men (*Candida tropicalis*, *Clavispora lusitaniae*, *Pichia anomala*, *Pichia ranongensis*, *Saccharomycopsis fibuligera*, *Sacch. cerevisiae*, *Issatchenkia* sp.); mốc dạng sợi (*Absidia corymbifera*, *Amylomyces rouxii*, *Botryobasidium subcoronatum*, *Rhizopus oryzae*, *Rhi. microsporus*, *Xeromyces bisporus*); LAB (*Ped. pentosaceus*, *Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Weissella confusa*, *Weissella paramesenteroides*); khuẩn que sản sinh amylase (*Bacillus subtilis*, *B. circulans*, *B. amyloliquefaciens*, *B. sporothermodurans*); và vi khuẩn axit axetic (*Acetobacter orientalis*, *A. pasteurianus*) có trong men, một nguồn giống vi sinh vật khởi động của Việt Nam.

Kết hợp *Asp. oryzae* và *Asp. sojae* được dùng trong *koji* ở Nhật Bản để sản xuất đồ uống có cồn bao gồm sake. *Koji* (tiếng Trung Quốc là *chu*, *shi*, hay *qu*) cũng sản sinh các amylase mà biến

đổi tinh bột thành những phân tử đường lên men được, những chất sau đó được dùng cho quá trình lên men nấm giai đoạn hai để làm đậu tương lên men không có cón *miso* và *shoyu*. *Asp. awamori*, *Asp. kawachii*, *Asp. oryzae*, *Asp. shirousamii*, và *Asp. sojae* đã được sử dụng rộng rãi làm vi sinh vật khởi động (starter) trong quá trình tạo ra *koji* để sản xuất *miso*, *saké*, *shoyu*, *shochu*.

Đồ uống có cón

Tamang đã chia đồ uống có cón của thế giới thành 10 loại:

1. Đồ uống có cón không chưng cất và không lọc sản xuất bằng các vi sinh vật khởi động phân giải tinh bột như là *kodo ko jaanr* (kê lên men) và *bhaati jaanr* (gạo lên men) của Ấn Độ và Nepal, *makgeolli* (gạo lên men) của Hàn Quốc
2. Đồ uống có cón không chưng cất và có lọc sản xuất bởi các sinh vật khởi động phân giải tinh bột, ví dụ rượu saké của Nhật Bản.
3. Đồ uống có cón đã chưng cất sản xuất bằng các vi sinh vật khởi động phân giải tinh bột ví dụ như *shochu* của Nhật Bản, và *soju* của Hàn Quốc.
4. Đồ uống có cón sản xuất bằng sự tham gia của amylase có trong nước bọt của con người như là *chicha* của Peru.
5. Đồ uống có cón sản xuất bằng lên men đơn chủng như là bia.
6. Đồ uống có cón sản xuất từ mật ong như là *tej* của Etiopia.
7. Đồ uống có cón làm từ các bộ phận thực vật như là *pulque* của Mexico, *toddy* của Ấn Độ và *kanji* của Ấn Độ.
8. Đồ uống có cón làm từ mạch nha (ủ nảy mầm hạt ngũ cốc) như là bia cao lương (“Bantu”) của Nam Phi, *pito* của Nigeria, cùng với Ghana và *tchoukoutou* của Benin.
9. Đồ uống có cón làm từ trái cây không chưng cất như là rượu nho, rượu táo.
10. Đồ uống có cón chưng cất làm từ trái cây và ngũ cốc như là whisky và brandy.

Đồ uống thực phẩm có độ cón nhẹ không chưng cất sản xuất bằng các vi sinh vật khởi động phân giải tinh bột (amylolytic starters)

Quá trình sinh học hóa lỏng và hóa đường tinh bột ngũ cốc do nấm men và mốc dạng sợi, được bổ sung bởi các amylolytic starters, trong quá trình lên men dạng rắn là một trong hai giai đoạn chính của quá trình sản xuất đồ uống có cón ở châu Á. Những đồ uống có cón này chủ yếu được xem như đồ uống thực phẩm và được ăn như thực phẩm tinh bột có nhiều calo ở nhiều khu vực thuộc châu Á, ví dụ như *kodo ko jaanr* ở khu vực Himalaya thuộc Ấn Độ, Nepal, Bhutan, và Trung Quốc (Tibet) với hàm lượng cón 5%. Hoạt động hóa đường phần lớn là nhờ *Rhizopus* spp. và *Sm. Fibuligera* trong khi đó, hoạt động hóa lỏng là do *Sm. fibuligera* và *Sacch. Cerevisiae*. Trong *lao-cha*, một thức uống làm từ gạo lên men nổi tiếng của người thiểu số Trung Quốc, xuất hiện *Rhizopus*, *Amylomyces*, *Torulopsis*, và *Hansenula*. Trong khi lên men *makgeolli* của Hàn Quốc (làm từ gạo lên men bởi vi sinh vật khởi động phân giải tinh bột *nuruk*), tỉ lệ họ *Saccharomycetaceae* tăng nhiều và hệ vi khuẩn chính trong các mẫu chuyển từ γ -*Proteobacteria* thành *Firmicutes*.

Đồ uống không chung cất và đã lọc sản xuất bằng các amylolytic starters

Đồ uống có cồn sản xuất bằng amylolytic starter (*koji*) không được chung cất nhưng dịch chiết từ ngũ cốc lên men được lọc thành chất lỏng hàm lượng cồn cao, như ở trong *sake*, một loại rượu quốc dân của Nhật Bản. Các chủng cải tiến *Asp. oryzae* được dùng để sản xuất *sake* quy mô công nghiệp.

Đồ uống có cồn chung cất sản xuất bằng amylolytic starters

Loại đồ uống có cồn này là sản phẩm chung cất trong suốt có hàm lượng cồn cao chế biến thành đồ uống từ những loại đồ uống ngũ cốc lên men thông qua sử dụng các amylolytic starters. *Raksi* là một đồ uống dân tộc có cồn (22–27% v/v-thể tích/thể tích) ở dãy Himalaya với hương thơm đặc trưng và được chung cất từ những đồ uống ngũ cốc lên men truyền thống.

Đồ uống có cồn sản xuất bằng nước bọt con người

Chicha là một loại đồ uống có cồn (2–12% v/v-thể tích/thể tích) lên men độc đáo của tộc người da đỏ thuộc dãy Andes ở Nam Mỹ chủ yếu ở Peru, làm từ ngô thông qua quá trình tiết nước bọt của người. *Sacch. cerevisiae*, *Sacch. apiculata*, *Sacch. pastorianus*, các loài *Lactobacillus* và *Acetobacter* có mặt trong *chicha*. Người ta đã phân lập và định danh được *Sacch. cerevisiae* từ *chicha* thông qua kỹ thuật MALDI-TOF. Các loài *Lactobacillus*, *Bacillus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Streptomyces*, *Enterobacter*, *Acinetobacter*, *Escherichia*, *Cronobacter*, *Klebsiella*, *Bifidobacterium*, và *Propionibacterium* đã được ghi nhận có trong *chicha* của Brazil.

Đồ uống có cồn sản xuất từ mật ong

Một số loại đồ uống có cồn được sản xuất từ mật ong như là *tej* của Etiopia. Nó là đồ uống có màu vàng, vị ngọt, cồn sủi bọt và đục (7–14% v/v-thể tích/thể tích). *Sacch. cerevisiae*, *Kluyvermyces bulgaricus*, *Debaromyces phaffi*, và *Kl. veronae*, và các loài LAB *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, và *Pediococcus* là nguyên nhân làm lên men *tej*.

Đồ uống có cồn sản xuất từ các bộ phận thực vật

Pulque là một trong những đồ uống có cồn cổ xưa nhất làm từ nước ép cây xương rồng (*Agave*) của Mexico. Các vi khuẩn xuất hiện trong quá trình lên men *pulque* là LAB (*Lc. lactis* subsp. *lactis*, *Lb. acetotolerans*, *Lb. acidophilus*, *Lb. hilgardii*, *Lb. kefir*, *Lb. plantarum*, *Leuc. citreum*, *Leuc. kimchi*, *Leuc. mesenteroides*, *Leuc. pseudomesenteroides*), γ -Proteobacteria (*Erwinia rhapontici*, *Enterobacter* spp., và *Acinetobacter radioresistens*, một số α -Proteobacteria), *Zymomonas mobilis*, *Acetobacter malorum*, *A. pomorium*, *Microbacterium arborescens*, *Flavobacterium johnsoniae*, *Gluconobacter oxydans*, và *Hafnia alvei*. Nấm men phân lập từ *pulque* gồm có nấm đường *Saccharomyces* (*Sacch. bayanus*, *Sacch. cerevisiae*, *Sacch. paradoxus*) và không phải nấm đường non-*Saccharomyces* (*Candida* spp., *C. parapsilosis*, *Clavispora lusitaniae*, *Hanseniaspora uvarum*, *Kl. lactis*, *Kl. marxianus*, *Pichia membranifaciens*, *Pichia* spp., *Torulaspora delbrueckii*).

Tùy vào khu vực, những đồ uống có cồn truyền thống được làm từ nước ép cây cọ gọi là “rượu cọ” (palm wine) được mọi người gọi bằng nhiều cái tên như là *toddy* hay *tari* ở Ấn Độ, *mu*,

bandji, ogogoro, nsafufuo, nsamba, mnazi, yongo, taberna, tua, hay *tubak* ở Tây Phi và Nam Mỹ. Vi sinh vật mà làm lên men *toddy* là *Sacch. cerevisiae*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Acetobacter acetii*, *A. rancens*, *A. suboxydans*, *Leuc. dextranicum (mesenteroides)*, *Micrococcus sp.*, *Pediococcus sp.*, *Bacillus sp.*, và *Sarcina sp.*

Kanji là một loại đồ uống có cồn nhẹ vị đậm của người da đỏ làm từ củ cải đường và cà rốt để lên men tự nhiên. *Hansenula anomala*, *Candida guilliermondii*, *C. tropicalis*, *Geotrichium candidum*, *Leuc. mesenteroides*, *Pediococcus sp.*, *Lb. paraplantarum*, và *Lb. pentosus* xuất hiện trong *kanji*.

Đồ uống có cồn làm bằng cách tạo mạch nha hoặc ủ mầm

Bia *Bantu* hay bia cao lương của bộ lạc Bantu ở Nam Phi là một loại đồ uống có cồn sản xuất bằng cách tạo mạch nha hay quá trình ủ nảy mầm. Bia mạch nha nổi tiếng ở châu Phi với nhiều tên gọi khác nhau như là *bushera* hay *muramba* ở Uganda, *chibuku* ở Zimbabwe, *dolo*, *burkutu*, và *pito* ở Tây Phi và *ikigage* ở Rwanda. Người ta tạo mạch nha từ cao lương (*Sorghum caffrorum* hay *S. vulgare*), đặc trưng bởi lên men hai giai đoạn (lên men lactic sau đó lên men cồn với *Lb. fermentum* là loài LAB chủ đạo).

Đồ uống có cồn làm từ trái cây không chung cất

Ví dụ thường thấy nhất về đồ uống có cồn sản xuất từ trái cây mà không chung cất là rượu vang, kích phát bởi tăng sinh nhiều loài nấm men đường *Saccharomyces* và không phải nấm men đường/*non-Saccharomyces* (được gọi là nấm men “hoang/wild”) ví dụ *Candida colliculosa*, *C. stellata*, *Hanseniaspora uvarum*, *Kloeckera apiculata*, *Kl. thermotolerans*, *Torulasporea delbrueckii*, *Metschnikowia pulcherrima*). Phân lập được *Candida sp.* và *Cladosporium sp.* từ rượu vang trắng lên men khi dùng mCOLD-PCR-DGGE, nhưng vẫn chưa phát hiện được nếu dùng PCR thông thường. Chủng *Sacch. cerevisiae* phát triển trong quá trình lên men rượu vang đóng vai trò chủ động tích cực trong việc tạo nên các đặc trưng của rượu vang. *Saccharomyces Genome Database* (SGD/Cơ sở dữ liệu bộ gen của nấm đường; www.yeastgenome.org) cho phép truy cập miễn phí hoặc tiếp cận các đường dẫn đến bộ dữ liệu toàn diện gồm các thông tin về bộ gen, biểu hiện gen, hệ protein và chất chuyển hóa.

Lời kết

Mọi cộng đồng trên thế giới có nền văn hóa ẩm thực riêng biệt bao gồm đồ ăn và thức uống lên men, mà biểu trưng cho di sản và những khía cạnh văn hóa xã hội của nhóm dân tộc đó. Từ “culture” (văn hóa) có nghĩa là những thói quen ẩm thực của dân tộc; một nghĩa khác của cùng từ “culture” (nguồn giống vi sinh vật) này là một đám tế bào vi khuẩn hay chất cầy, một khu sinh vật thiết yếu đối với quá trình lên men, thường được dùng trong vi sinh vật học. Sự đa dạng của vi sinh vật chức năng thay đổi từ những loại mốc dạng sợi đến các nấm men sản sinh cồn và enzyme, và từ vi khuẩn gam dương đến một số vi khuẩn gam âm, trong khi đó kể cả *Archaea* cũng đã được quy cho là có vai trò trong một số thực phẩm lên men và đồ uống có cồn. Tuy nhiên, người ta đang tiêu thụ ít đi những thực phẩm lên men của dân tộc mà không nổi tiếng và ít phổ biến do thay đổi sinh hoạt chuyển đổi từ những thói quen ăn uống theo văn hóa sang các loại thực phẩm thương mại và đồ ăn nhanh, ảnh hưởng mạnh mẽ đến cách ăn uống truyền thống, và cũng bởi vì tình trạng biến đổi khí hậu ở một số môi trường như là khu vực Sahel ở châu Phi và những khu vực bao la rộng lớn liền kề với sa mạc Gobi ở châu Á.

Đóng góp tác giả

JT: đóng góp 50% bài đánh giá. WH: đóng góp 25% bài đánh giá. KW: đóng góp 25% bài đánh giá.

Tuyên bố về mâu thuẫn lợi ích

Nhóm các tác giả khẳng định rằng nghiên cứu này được tiến hành không dựa trên bất cứ mối quan hệ thương mại hay tài chính nào mà có thể bị xem là mâu thuẫn lợi ích tiềm ẩn.