

Bacillus spp. EM FERMENTAÇÃO DE ALIMENTOS

Data de aceite: 01/11/2023

Dâmaris Cristine Landgraf

Universidade Estadual de Londrina
– Departamento de Bioquímica e
Biotecnologia
<https://orcid.org/0000-0002-2722-0420>
Londrina – PR

Beatriz Cortellini Ferranti

Universidade Estadual de Londrina
– Departamento de Bioquímica e
Biotecnologia
<https://orcid.org/0000-0002-1876-4936>
Londrina – PR

Daniele Sartori

Universidade Estadual de Londrina
– Departamento de Bioquímica e
Biotecnologia
<https://orcid.org/0000-0002-0465-9932>
Londrina – PR

as linhagens de *Bacillus* utilizadas em alimentos fermentados. A maioria dos alimentos fermentados com *Bacillus* spp. utilizam vegetais ou leguminosas como substrato. Durante o processo de fermentação de alimentos, as espécies de *Bacillus* são potenciais produtoras de metabólitos como amilases e proteases até compostos antimicrobianos. A utilização de linhagens de *Bacillus* previamente caracterizadas, juntamente com os metabólitos produzidos durante a fermentação possibilita o desenvolvimento de novas fermentações com características únicas, e podendo garantir segurança e preservação dos alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: *Bacillus* spp.; Fermentação; Segurança alimentar.

Bacillus spp. IN FOOD FERMENTATION

ABSTRACT: Fermented foods enjoy widespread popularity worldwide, and a multitude of these products are crafted using *Bacillus* species as starter cultures. However, the full extent of the advantages offered by *Bacillus* spp. in terms of food quality and safety remains partially understood. This comprehensive review

RESUMO: Os alimentos fermentados são amplamente consumidos em todo o mundo. Muitos produtos são fermentados com espécies de *Bacillus* como culturas iniciadoras. Em contraste os benefícios proporcionados por *Bacillus* spp. para a qualidade e segurança dos alimentos ainda não estão totalmente elucidados. O objetivo desta revisão foi destacar as principais

aims to shed light on the primary *Bacillus* strains employed in the fermentation of foods. The majority of foods that undergo fermentation with *Bacillus* spp. typically feature vegetables or legumes as their substrates. Throughout the process of food fermentation, *Bacillus* species emerge as potential producers of essential metabolites, including amylases, proteases, and even antimicrobial compounds. The use of previously characterized *Bacillus* strains in conjunction with these metabolites generated during fermentation presents an exciting opportunity to create novel fermentations characterized by distinctive attributes. Furthermore, this approach can play a pivotal role in ensuring food safety and preservation.

KEYWORDS: *Bacillus* spp.; Fermentation; Food safety.

INTRODUÇÃO

A fermentação de alimentos consiste num método alternativo de preservação, cujos metabólitos produzidos durante o processo tem ainda a possibilidade de melhorar a qualidade nutricional do produto final. A prática da fermentação tem sido usada há séculos, como forma de prolongar o tempo de vida útil dos alimentos (BAVIA et al. 2012; LAVAFVE et al. 2019; KHUBBER et al. 2022). Alguns metabólitos, como o ácido láctico e o ácido acético, podem ser produzidos durante o processo de fermentação e desempenham um papel importante na inibição de bactérias gram-negativas (MOKOENA, 2017; DIMIDI et al. 2019; RIESUTE et al. 2021; ŠALIĆ e ŠAMEC, 2022).

Atualmente, há diversos produtos fermentados disponíveis comercialmente, em razão das diferentes formulações entre microrganismo e matérias primas (TIAN et al. 2022). A cultura local também apresenta influência no desenvolvimento de produtos fermentados, como por exemplo, em países do oriente médio em que ocorre maior desenvolvimento de fermentados lácteos (TAMANG e SAMUEL, 2010; GALIMBERT et al. 2021), enquanto que, em países asiáticos, tem-se maior desenvolvimento de produtos à base de soja e arroz (TAMANG et al. 2020; MISHRA et al. 2022).

Com o avanço dos estudos envolvendo os alimentos fermentados, compreende-se cada vez mais o papel fundamental dos substratos, condições de processamento e microrganismos envolvidos na obtenção de produtos fermentados (GALLI et al. 2023; KULATHUNGA et al. 2023).

Os microrganismos utilizados em fermentações, são denominados “starters” ou culturas iniciadoras, empregados intencionalmente para iniciar a fermentação, resultando em alterações específicas na composição química e nas propriedades sensoriais do substrato. Essa adição visa garantir a obtenção de um produto final com maior segurança e controle de qualidade (MEDINA-PRADAS et al. 2017).

PANORAMA HISTÓRICO DO USO DE *Bacillus* spp. EM FERMENTAÇÕES DE ALIMENTOS

Antes mesmo do surgimento da ciência da nutrição, os alimentos fermentados eram

produzidos. Evidências da produção de vinho durante o período Neolítico surgiram no Oriente Médio, Ásia e Extremo Oriente. Com o tempo, a produção de vinho se espalhou pelas regiões mediterrâneas da Europa. De forma semelhante, observou-se disseminação global da produção de cervejas, pães e vegetais fermentados (LI et al. 2018; WANG et al. 2018; PASQUALONE, 2018; TAMANG et al. 2019).

A fermentação de alimentos por *Bacillus* spp. tem sido relatada há muitos anos (BLANDINO et al. 2003; MUKISA et al. 2012; ZHAO et al. 2023), especialmente em alimentos à base de soja, apreciados mundialmente, principalmente em locais como Coréia, Japão, China, Sudeste Asiático e alguns países africanos.

Tem-se relatos que algumas espécies de microrganismos são utilizadas desde a antiguidade para a fermentação de alimentos (OJEDA-LINARES et al. 2021; LIU et al. 2022; OWUSU-KWARTENG et al. 2022; LI et al. 2023; RAMOS et al. 2023). Espécies do gênero *Bacillus* como *B. subtilis*, *B. licheniformis* e *B. amyloliquefaciens* são exemplos de utilização na fermentação de alimentos (KIMURA e YOKOYAMA; 2019; ZHANG et al. 2020; GOPIKRISHNA et al. 2021).

Um exemplo notável de alimento fermentado é o Chongkukjang, resultante da fermentação por *Bacillus* spp. utilizando soja como substrato. Os primeiros registros do Chongkukjang ocorreram na Coréia e datam de mais de 2.000 anos (HAN, ROMOUTS e NOUT, 2001; ITO e KIMURA, 2006; CHUNG, 2018).

Chongkukjang, possui semelhança com outros produtos fermentados por linhagens de *Bacillus*, e que são muito consumidos, como o Natto comum no Japão, Thuo nao na Tailândia, Pepokdo em Mianmar e Sieng no Camboja. Embora os alimentos fermentados citados compartilhem da mesma matéria-prima, que é a soja, cada um desses alimentos apresenta características distintas (CHUKEATIROTE, 2015; QIN et al. 2020; KATUWAL et al. 2023; WANG et al. 2023).

Outros alimentos fermentados que utilizam a soja como matéria prima tem-se, o kinema, o hawaijar, o tungrymbai, o beking, o aakhone e o peruyaana, muito populares no Himalaia Oriental. O principal microrganismo responsável pelo processo de fermentação desses alimentos é *B. subtilis* (TAMANG, 2015; SINGH et al. 2022).

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DE *Bacillus* spp. UTILIZADOS PARA A FERMENTAÇÃO DE ALIMENTOS

Espécies do gênero *Bacillus* são caracterizadas por serem gram-positivas, formadoras de esporos, morfologia de bastonetes, podendo ser aeróbicas ou anaeróbicas facultativas (ALOU et al. 2015; KOTB, 2015; MAGANA-ARACHCHI e WANIGATUNGE, 2020).

Geralmente, *Bacillus* spp. são classificadas como mesófilas, com temperatura de crescimento entre 20-45 °C. No entanto, é importante ressaltar, que a temperatura ideal

para o desenvolvimento de espécies sob condições de fermentação pode variar de acordo com cada linhagem e substrato disponível (HARWOOD, 1989; TO et al. 2022).

Da mesma forma, o pH desempenha papel importante no crescimento de desenvolvimento do microrganismo. *Bacillus* spp. se desenvolvem em ampla faixa de pH de 4,0 a 10,0, o pH ideal para o desenvolvimento apresenta variação de acordo com cada linhagem e substrato disponível. Por exemplo, *B. thuringiensis* pode se desenvolver em pH variando entre 4,9 a 8,0, por outro lado em pH 7,0 ocorre o desenvolvimento ideal dessa espécie, enquanto que isolados de *B. subtilis* têm melhor crescimento em pH 8,0 (LINDSAY et al. 2000; MOTTA et al. 2007; SIDOROVA et al. 2020; TO et al. 2022).

Outra característica importante apresentada por algumas espécies de *Bacillus* utilizadas em fermentação de alimentos é a capacidade de formação de esporos, enquanto que, espécies, como *Lactobacillus* spp. não formam estas estruturas. A formação de esporos faz com, que o alimento fermentado possa ser armazenado em temperatura ambiente sem qualquer efeito prejudicial sob a viabilidade (LEE et al. 2015; KONURAY e ERGINKAYA, 2018).

Acerca das características apresentadas por algumas espécies de *Bacillus*, diversos estudos foram desenvolvidos (CHO et al. 2011; EPPARTI et al. 2022; PAWLUK et al. 2022). Tem-se ainda, que devido às características que algumas espécies de *Bacillus* apresenta, dentre as quais as citadas anteriormente, tais espécies podem ser utilizadas como probióticos. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) e Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO), os probióticos são microrganismos vivos, que ao serem administrados em quantidades apropriadas, proporcionam benefícios à saúde do hospedeiro (Food and Agriculture Organization and World Health Organization, 2006).

Cho et al. (2011), utilizaram *Bacillus subtilis* CS90 na fermentação de soja. O processo de fermentação proporcionou, a biotransformação dos constituintes fitoquímicos da soja, incluindo isoflavonas, flavonóis e ácidos fenólicos, apresentando aumento de β -glicosidase e esterase, glicosídeos de isoflavona, flavanol e ácido fenólico, tendo impacto positivo na qualidade nutricional e propriedades funcionais do produto final.

Bacillus atropheus isolado do queijo foi utilizado no estudo de Guo et al. (2016), com o objetivo de verificar características dessa espécie quanto a capacidade de inibição do crescimento de microrganismos deteriorantes de alimentos. Os autores, demonstraram que *B. atropheus* inibiu *Listeria* após 12 horas de incubação.

A utilização de *B. coagulans* como probiótico foi investigada no estudo de Almada-Érix et al. (2022). Os autores avaliaram a utilização de pão como veículo para esporos de *B. coagulans* GBI-30 6086 (probióticos). Os resultados demonstraram que os esporos de *B. coagulans* GBI-30 foram resistentes às etapas de processamento.

Zou et al. (2022), verificaram que a fermentação da soja por *Bacillus amyloliquefaciens* resultou em um produto final com alta capacidade antioxidante, devido à produção diferencial de licopeno em relação à soja não fermentada.

Algumas linhagens de *Bacillus* são relatadas, por produzirem quantidades superiores de proteínas, além de apresentar alto desempenho de crescimento em fontes de carbono de baixo custo (PAVITHRA et al. 2014; GHANI et al. 2019; ILYAS et al. 2020) e serem adequadas às fermentações em larga escala, o que as tornam excelentes para aplicação industrial (GU et al. 2018; RAMESH et al. 2020; LI et al. 2023).

Mazhar et al. (2019), otimizaram uma condição de cultivo com resíduos agroindustriais de baixo custo para a produção de lipases termoestáveis por *B. amyloliquefaciens* sob fermentação em estado sólido. Os autores verificaram que o farelo de trigo e o bagaço de cana-de-açúcar, foram os melhores substratos para a produção de lipases.

No estudo de Nagar et al. (2011), os autores avaliaram a produção de xilanase em meio alcalino produzida em curto período de tempo, por fermentação em estado sólido e utilizando farelo de trigo como substrato. *Bacillus pumilus* SV-85S foi empregado nesse processo de fermentação.

Tem-se ainda que linhagens de *Bacillus* pode desempenhar papel importante na produção de compostos aromáticos durante o processo de fermentação, os quais podem ser responsáveis por garantir sabor e aroma ao produto fermentado (WU et al. 2015; ZHI, WU, & XU, 2017; YANG et al. 2020; WU et al. 2021).

No estudo de Xu et al. (2023), foi demonstrado que a adição de *B. subtilis* em subprodutos de *Penaeus sinensis*, resultou na redução de compostos associados a aromas indesejáveis, como propanal, metacroleína-M/D, 1-propanol-M, propionato de hexil, ácido acético e acetato de etila-M/D. Por outro lado, houve efeito positivo nas propriedades voláteis dos subprodutos, detectados a partir de compostos como, 2,5-dimetil furano, acetato de hexil e estireno, responsáveis pela melhoria da qualidade sensorial dos subprodutos.

A utilização de *Bacillus* também foi avaliada na produção de vinagre aromático (Zhenjiang). A presença do microrganismo no processo de fermentação resultou em ácido láctico, seis ésteres etólicos, acetato de etila, benzenoacetaldéido e 3-metilbutiraldeído, correlacionados com efeito positivo quanto ao aroma (LIU et al. 2023).

Chen et al. (2022) avaliaram alterações em nutrientes e compostos voláteis durante a fermentação da soja por *Bacillus subtilis natto*. Durante o processo de fermentação, foram identificados e quantificados diversos compostos. A quantidade de teores de polissacarídeos e proteínas solúveis totais no pó de soja fermentado diminuíram, enquanto que, a quantidade de aminoácidos livres totais, ácidos graxos de cadeia curta e a variedade de componentes voláteis aumentaram.

PRINCIPAIS ESPÉCIES DE *Bacillus* spp. UTILIZADAS NA FERMENTAÇÃO DE ALIMENTOS

Bacillus spp. são amplamente utilizadas como culturas *starters* na fermentação de alimentos, tendo como os principais representantes, *B. licheniformis*, *B. sphaericus*,

B. pumilus, *B. subtilis*, *B. stearothermophilus*, *B. thuringiensis*, *B. atropheus*, *B. amyloliquefaciens* e *B. coagulans* (YANG et al. 2006; CHOI et al. 2007; KADA et al. 2013; KEISHING et al. 2013; LEE et al. 2017; CHEN et al. 2019; GOPIKRISHNA et al. 2021; CHEN et al. 2023).

As culturas *starters*, também conhecidas como culturas iniciadoras são definidas como microrganismos inoculados diretamente em um substrato para provocar mudanças previsíveis ao final da fermentação (CABALLERO et al., 2003; BEVILACQUA et al., 2016). Uma das espécies que tem sido mais utilizada na fermentação de alimentos ao longo do tempo é *B. subtilis*. Como exemplo, tem-se o estudo de Chhetri et al. (2019), no qual os autores avaliaram a espécie como cultura *starter* em queijo. A utilização da espécie como *starter* resultou em efeito inibitório contra *Staphylococcus aureus*. Durante um período de armazenamento de 16 dias a 4-6 °C, a contagem de células viáveis de *S. aureus* foi reduzida significativamente. Tal resultado proporcionou maior frescor ao queijo.

A utilização de espécies de *Bacillus* para a fermentação de alimentos deve seguir alguns critérios de segurança em relação à utilização da espécie ou até mesmo da linhagem empregada (LIANG et al. 2019; HARYANI et al. 2023; ZHAI et al. 2023). Dentre os principais critérios para emprego da espécie na fermentação de alimentos está a triagem de genes relacionados à produção de aminas biogênicas e a resistência a antibióticos (KIRTIL E ÖZTOP, 2016; XING et al. 2017; SIVAMARUTHI et al. 2018; JAGUEY-HERNADEZ et al. 2021; RODZI e LEE, 2021).

As aminas biogênicas são produzidas a partir da descarboxilação de aminoácidos por descarboxilases. A produção de aminas biogênicas é dependente do *background* genético da linhagem e ou espécie, e como consequência dessa característica, é possível selecionar linhagens *starters* que não apresentem genes produtores dessas enzimas ou cuja produção de aminas biogênicas seja em baixas concentrações (ANLI & BAYRAM, 2008; JIN et al. 2022; MA et al. 2023).

As aminas biogênicas quando produzidas em baixas concentrações por determinada linhagem pode ocorrer a metabolização das mesmas, no entanto, a produção em altas concentrações pode causar graves efeitos toxicológicos à saúde humana. De acordo com o FDA (Food and Drug Administration), é recomendado um limite máximo de consumo de aminas biogênicas abaixo de 1000 mg kg⁻¹ (JASTRZĘBSKA et al. 2023; GAO et al. 2023).

O outro critério que restringe a utilização de espécies de *Bacillus* para a fermentação de alimentos é a capacidade de conter genes de resistência a antibióticos. Em *Bacillus* spp., a resistência aos antibióticos pode ser intrínseca ou adquirida. Em geral, os genes responsáveis pela resistência adquirida aos antibióticos são encontrados em elementos genéticos móveis, como plasmídeos ou transposons, o que pode ocasionar a disseminação da resistência por meio da transferência horizontal de genes (WINTERSDORFF et al. 2016; NAVANEETHAN e EFFARIZAH, 2021).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o crescente aumento da

resistência microbiana aos antibióticos representa um sério risco à saúde está se tornando um dos problemas mais grave de saúde pública. Sendo assim, é necessário garantir que os microrganismos utilizados como culturas *starters* na fermentação de alimentos, não seja uma fonte de genes de resistência a antibióticos (HAERTLÉ et al. 2019; ZARZECKA et al. 2022).

PRODUTOS ALIMENTÍCIOS FERMENTADOS POR *Bacillus* spp.

Bacillus spp. têm sido amplamente empregados em fermentações tradicionais de alimentos, como aqueles à base de leguminosas, tubérculos e cereais, principalmente em regiões da Ásia, África e América do Sul (KIMURA et al. 2019).

Bacillus sphaericus tem sido relatado na fermentação do cacau, sementes de Hibisco e também como produtora de enzimas, como a tanase, que tem como função, hidrolisar as ligações de taninos presentes em plantas. Essas enzimas têm aplicações na indústria de alimentos, incluindo a fabricação de chá instantâneo, cerveja, vinho e café, reduzindo o sabor adstringente (BATTESTIN et al. 2004; OUOBA et al. 2008; OUATTARA et al. 2011; RAGHUVANSHI et al. 2011).

B. subtilis tem sido uma das espécies mais utilizadas na fermentação de alimentos. Alguns estudos (PERMPOONPATTANA et al. 2012; JEON et al. 2018; LUO et al. 2023; SAENGRUNG et al. 2023), demonstraram a capacidade de *B. subtilis* como probiótico, devido a habilidade de redução da atividade de fatores antinutricionais e alérgenos, ao mesmo tempo em que aumentam a digestibilidade das proteínas em leguminosas (BASSON et al. 2021).

B. subtilis já foi utilizado como suplemento seguro na produção de iogurtes, aplicado na fermentação de sementes de jaca, na produção de bebidas e na fermentação de leguminosas (LI e WANG, 2021; CHEN et al. 2022; LE et al. 2023; LUO, BAO e ZHU, 2023; ZOU et al. 2023).

Estudos relataram o uso de *B. amyloliquefaciens* na fermentação da soja, resultando em aumento nos teores de licopeno, apresentando altas capacidade antioxidante e anticoagulante (CAI et al. 2017; WOLDEMARIAM YOHANNES et al. 2020; ZOU et al. 2021).

Bacillus coagulans é classificado como um probiótico devido às suas características notáveis, incluindo a tolerância a sais e ácidos biliares, o que lhe confere alta capacidade de sobrevivência no trato gastrointestinal. Uma vez no intestino, *Bacillus coagulans* atua de forma direta, auxiliando na erradicação de microrganismos intestinais que são responsáveis pela resposta imune inflamatória (MANDEL, EICHAS e HOLMES, 2010; CUTTING, 2011; ZHOU et al. 2020).

As linhagens probióticas do gênero *Bacillus*, como *B. cereus* IP5832b, *B. subtilis* 2335, *Bacillus licheniformis* 2336, *Bacillus polyfermenticus* SCD, *Bacillus laterosporus* BOD, *B. subtilis* RO179, *B. coagulans*, *Bacillus clausii*, *Bacillus pumilus* e *Bacillus polymyxa*, são

amplamente utilizadas na alimentação animal e humana. Essas linhagens são normalmente comercializadas na forma de cápsulas (SANDERS et al. 2003; CUTTING, 2011; SOARES et al. 2023).

PRODUTOS COMERCIALIZADOS CONTENDO *Bacillus* spp.

Nos últimos anos, houve rápido crescimento da utilização industrial de *B. subtilis*, abrangendo uma ampla variedade de produtos industriais, como produção de enzimas, de antibióticos e de vitaminas. Além disso, enzimas, vitaminas e compostos antioxidantes produzidos por essa espécie desempenham papel crucial em diversos setores, como alimentício, de rações, cosméticos, produtos químicos e farmacêuticos (ACEVEDO-ROCHA et al. 2019; AVALLAIE et al. 2019; SALEM et al. 2020).

A utilização de *B. subtilis* auxilia a produção de várias vitaminas, incluindo B1, B2, B5, B6 e B7. Além dessas vitaminas do complexo B, *B. subtilis* também é capaz de produzir a menaquinona-7 (MK-7), um componente valioso da família da vitamina K. Essa capacidade de sintetizar diferentes vitaminas e reforça o potencial de *B. subtilis* para a produção de nutrientes na indústria alimentícia e farmacêutica (WU e AHN, 2018; ACEVEDO-ROCHA et al. 2019).

Um dos produtos comercializados atualmente no mercado é a Enterogermina, um produto farmacêutico probiótico que contém esporos do *Bacillus clausii*, benéfico para o sistema gastrointestinal. A Enterogermina é utilizada no tratamento de diferentes condições relacionadas ao sistema digestivo, restauração do equilíbrio da microbiota intestinal (SANOFI, 2023).

Outro produto comercializado é o MICROTAG - SLA que contém uma combinação de três espécies de *Bacillus*, sendo, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis* e *Bacillus amyloliquefaciens*. É aplicado nas plantas e no solo, e pode ser usado em diversos tipos de culturas, como hortaliças, frutas, flores e plantas ornamentais (TECAGUA, 2023).

Bacillus amyloliquefaciens (UMAF6614) é comercializado na forma de pó e apresenta ação contra nematóides. O produto contém metabólitos microbianos, como, iturina, sufarcina, proteases, lipases, glucanases e quitinases que promovem a desorientação e degradação dos nematoides fitopatogênicos (KOPPERT, 2023).

Thurucide é um bioinseticida microbiológico desenvolvido a partir de *Bacillus thuringiensis kurstaki*, cuja ação se dá por ingestão do produto pelas lagartas da ordem lepidóptera (borboletas, mariposas e traças), as quais se alimentam da planta tratada com o produto (BIOCONTROLE, 2023).

Diante do exposto, é destacado a importância de *Bacillus* spp. como culturas iniciadoras e da relevância dos metabólitos produzidos por essas linhagens, os quais desempenham papel fundamental na preservação e garantia da qualidade de produtos fermentados.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO-ROCHA, C. G.; GRONENBERG, L. S.; MACK, M.; COMMICHAU, F. M.; GENEÉ, H. J. **Microbial cell factories for the sustainable manufacturing of B vitamins.** Current Opinion in Biotechnology, v. 56, p. 18-29, 2019.
- ALMADA-ÉRIX, C. N.; ALMADA, C. N.; PEDROSA, G. T. S.; BIACHI, J. P. BONATTO, M. S. SCHMIELE, M.; NABESHIMA, E. H.; CLERICI, M. T. P. S.; MAGNANI, M.; SANT'ANA, A. S. **Bread as probiotic carriers: Resistance of *Bacillus coagulans* GBI-30 6086 spores through processing steps.** Food Research International, v. 155, p. 111040, 2022
- ALOU, M. T.; RATHORED, J.; KHELAFIA, S.; MICHELLE, C.; BRAH, S.; DIALLO, B. A.; RAOULT, D.; LAGIER, J. C. ***Bacillus rubiinfantis* sp. nov. strain mt2T, a new bacterial species isolated from human gut.** New Microbes and New Infections, v. 8, p. 51-60, 2015.
- ANLI, R. E.; BAYRAM, M. **Biogenic amines in wines.** Food Reviews International, 25(1), 86-102, 2008.
- BASSON, A. R.; AHMED, S.; ALMUTAIRI, R.; SEO, B.; COMINELLI, F. **Regulation of intestinal inflammation by soybean and soy-derived compounds.** Foods, v. 10, p. 774, 2021.
- BEVILACQUA, A.; CORBO, M. R.; SINIGAGLIA, M. **The microbiological quality of food: foodborne spoilers.** Woodhead Publishing, 2016.
- Biocontrol. **Bioinseticidas.** Disponível em: <https://biocontrol.com.br/categoria-produto/bioinseticidas/>
Acesso em: 25/07/2023.
- BLANDINO, A.; AL-ASEERI, M. E.; PANDIELLA, S. S.; CANTERO, D.; WEBB, C. **Cereal-based fermented foods and beverages.** Food research international, v. 36, p. 527-543, 2003.
- CABALLERO, B.; TRUGO, L.; FINGLAS, P. **Encyclopedia of food sciences and nutrition: Volumes 1-10.** Elsevier Science BV, 2003.
- CAI, D.; LIU, M.; WEI, X.; LI, X.; WANG, Q.; NOMURA, C. T.; CHEN, S. **Use of *Bacillus amyloliquefaciens* HZ-12 for high-level production of the blood glucose lowering compound, 1-deoxynojirimycin (DNJ), and nutraceutical enriched soybeans via fermentation.** Applied Biochemistry and Biotechnology, v. 181, p. 1108-1122, 2017.
- CHEN, X.; LU, Y.; ZHAO, A. WU, Y.; ZHANG, Y.; YANG, X. **Quantitative analyses for several nutrients and volatile components during fermentation of soybean by *Bacillus subtilis natto*.** Food Chemistry, v. 374, p. 131725, 2022.
- CHHETRI, V.; PRAKITCHAIWATTANA, C.; SETTACHAIMONGKON, S. **A potential protective culture; halophilic *Bacillus* isolates with bacteriocin encoding gene against *Staphylococcus aureus* in salt added foods.** Food Control, v. 104, p. 292-299, 2019.
- CHO, K. M.; LEE, J. H.; YUN, H. D.; AHN, B. Y.; KIM, H.; SEO, W. T. **Changes of phytochemical constituents (isoflavones, flavanols, and phenolic acids) during cheonggukjang soybeans fermentation using potential probiotics *Bacillus subtilis* CS90.** Journal of Food Composition and Analysis, v. 24, p. 402-410, 2011.

CHUKEATIROTE, E. **Thua nao: Thai fermented soybean**. Journal of Ethnic Foods, v. 2, p. 115-118, 2015.

CHUNG, K. R. **The history of Chongkukjang**. The Journal of the Korea Contents Association, v. 18, n. 7, p. 647-655, 2018.

CUTTING, S. M. **Bacillus probiotics**. Food Microbiology, v. 28, p. 214-220, 2011.

DU JARDIN, P. **Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation**. Scientia Horticulturae, v. 196, p. 3-14, 2015.

ELSHAGHABEE, F. M.; ROKANA, N.; GULHANE, R. D.; SHARMA, C.; PANWAR, H. **Bacillus as potential probiotics: status, concerns, and future perspectives**. Frontiers in Microbiology, p. 1490, 2017.

Enterogermina. **Produtos**. Disponível em: <https://www.enterogermina.com/pt-br/produto>. Acesso em: 29/06/2023.

EPPARTI, P.; ELIGAR, S. M.; SATTUR, A. P.; KUMAR, B. G.; HALAMI, P. M. **Characterization of dual bacteriocins producing Bacillus subtilis SC3. 7 isolated from fermented food**. LWT, 154, 112854, 2022.

Food and Agriculture Organization (FAO). World Health Organization (WHO). **Probiotics in food – Health and Nutrition Properties of Probiotics in Food including Powder Milk with Live Lactic Acid Bacteria**. Rome. p. 1-56, 2006.

GALLI, B. D.; NIKOLOUDAKI, O.; TONINI, S.; HELAL, A.; DI CAGNO, R.; GOBBETTI, M.; TAGLIAZUCCHI, D. **How starter cultures affect the peptidomic profile and bioactive activities of the Asiago-PDO cheese throughout ripening**. Food Research International, v. 167, p. 112743, 2023.

GAO, X.; LI, C.; HE, R.; ZHANG, Y.; WANG, B.; ZHANG, Z. H.; HO, C. T. **Research advances on biogenic amines in traditional fermented foods: Emphasis on formation mechanism, detection and control methods**. Food Chemistry, p. 134911, 2022.

GHANI, M.; ANSARI, A.; HAIDER, M. S.; ASIF, T.; IBRAHIM, F.; QADER, S. A. U.; AMAN, A. **Purification and characterization of a thermostable starch-saccharifying alpha-1, 4-glucan-glucohydrolase produced by Bacillus licheniformis**. Starch-Stärke, v. 71, p. 1800352, 2019.

GUO, Y.; HUANG, E.; YANG, X.; ZHANG, L.; YOUSEF, A. E.; ZHONG, J. **Isolation and characterization of a Bacillus atrophaeus strain and its potential use in food preservation**. Food Control, v. 60, p. 511-518, 2016.

GUPTA, S.; LEE, J. J.; CHEN, W. N. **Analysis of improved nutritional composition of potential functional food (Okara) after probiotic solid-state fermentation**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 66, p. 5373-5381, 2018.

HAERTLÉ, T.; BLATT, N.; RIZVANOV, A. **World Health Organization Report: Current Crisis of Antibiotic Resistance**, Springer, v. 9, p 778-788, 2019.

HAN, BEI-ZHONG.; ROMBOUTS, FRANS M.; NOUT, M. J ROBERT. **A Chinese fermented soybean food**. International Journal of Food Microbiology, v. 65, n. 1-2, p. 1-10, 2001.

HARWOOD, C. R. **Introduction to the Biotechnology of *Bacillus***. *Bacillus*, p. 1-4, 1989.

HARYANI, Y.; HALID, N. A.; GUAT, G. S.; NOR-KHAIZURA, M. A. R.; HATTA, M. A. M.; SABRI, S.; RADU, S.; HASAN, H. **High prevalence of multiple antibiotic resistance in fermented food-associated lactic acid bacteria in Malaysia**. Food Control, v. 147, p. 109558, 2023.

HILL, C.; GUARNER, F.; REID, G.; GIBSON, G. R.; MERENSTEIN, D. J. POT.; MORELLI, L.; CANANI, R. B.; FLINT, H. H. J.; SALMINEN, S.; CALDER, P. C.; SANDERS, M. E. **Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic**. Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, v. 11, p. 506-514, 2014.

ILYAS, R.; AHMED, A.; SOHAIL, M.; SYED, M. N. **Glucoamylase from a thermophilic strain of *Bacillus licheniformis* RT-17: production and characterization**. Pakistan Journal of Botany v. 52, p. 329-333, 2020.

ITO, Y.; KIMURA, K. **Natto bacteria take up polyglutamic acid**. Kagaku Seibutu, v. 44, p. 569-572, 2006.

JAGUEY-HERNANDEZ, Y.; AGUILAR-ARTEAGA, K.; OJEDA-RAMIREZ, D.; ANORVE-MORGA, J.; GONZÁLEZ-OLIVARES, L. G.; CASTANEDA-OVANDO, A. **Biogenic amines levels in food processing: Efforts for their control in foodstuffs**. Food Research International, v. 144, p. 110341, 2021.

JASTRZĘBSKA, A.; KMIECIAK, A.; BRZUZY, K.; GRALAK, Z.; KRZEMIŃSKI, M. P.; SZŁYK, E. **Determination of selected biogenic amines in fermented vegetables juices**. Food Control, p. 109980, 2023.

JEON, H. L.; YANG, S. J.; SON, S. H.; KIM, W. S.; LEE, N. K.; PAIK, H. D. **Evaluation of probiotic *Bacillus subtilis* P229 isolated from cheonggukjang and its application in soybean fermentation**. LWT, v. 97, p. 94-99, 2018.

JIN, Y. H.; LEE, J.; PAWLUK, A. M.; MAH, J. H. **Inhibitory effects of nicotinic acid, glycine, and other food additives on biogenic amine formation in Baechu kimchi fermentation**. LWT - Food Science and Technology, v. 155, p. 112921, 2022.

JO, Y. J.; CHO, I. H.; SONG, C. K.; SHIN, H. W.; KIM, Y. S. **Comparison of fermented soybean paste (Doenjang) prepared by different methods based on profiling of volatile compounds**. Journal of Food Science, v. 76, p. 368-379, 2011.

KADA, S.; ISHIKAWA, A.; OHSHIMA, Y.; YOSHIDA, K. I. **Alkaline serine protease AprE plays an essential role in poly- γ -glutamate production during natto fermentation**. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, v. 77, p. 802-809, 2013.

KATUWAL, N.; RAYA, B.; DANGOL, R.; ADHIKARI, B. R.; YADAV, K. C.; UPADHYAY, A. **Effects of fermentation time on the bioactive constituents of Kinema, a traditional fermented food of Nepal**. Heliyon, v. 9, 2023.

KEISHING, S.; BANU, A. T. **Hawaijar–A fermented soya of Manipur, India.** IOSR - Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology, v. 4, p. 29-33, 2013.

KIRTIL, E.; ÖZTOP, H. M. **Reference Module in Food Science.** Elsevier Science, Oxford/Amsterdam, 2016.

KONURAY, G.; ERGINKAYA, Z. **Potential use of *Bacillus coagulans* in the food industry.** Foods, v. 7, p. 92, 2018.

Koppert. **Chevelle.** Disponível em: <https://www.koppert.com.br/chevelle/>. Acesso em: 25/07/2023.

KOTB, E. **Purification and partial characterization of serine fibrinolytic enzyme from *Bacillus megaterium* KSK-07 isolated from kishk, a traditional Egyptian fermented food.** Applied Biochemistry and Microbiology, v. 51, p. 34-43, 2015.

KULATHUNGA, J.; WHITNEY, K.; SIMSEK, S. **Impact of starter culture on biochemical properties of sourdough bread related to composition and macronutrient digestibility.** Food Bioscience, v. 53, p. 102640, 2023.

LE, T. A. N.; LEE, J. J. L.; CHEN, W. N. **Stimulation of lactic acid production and *Lactobacillus plantarum* growth in the coculture with *Bacillus subtilis* using jackfruit seed starch.** Journal of Functional Foods, v. 104, p. 105535, 2023.

LI, H.; WANG, H.; LI, H.; GOODMAN, S.; VAN DER LEE, P.; XU, Z.; FORNTUNATO, A.; YANG, P. **The worlds of wine: Old, new and ancient.** Wine Economics and Policy, v. 7, p. 178-182, 2018.

LI, W.; WANG, T. **Effect of solid-state fermentation with *Bacillus subtilis* lwo on the proteolysis and the antioxidative properties of chickpeas.** International Journal of Food Microbiology, v. 338, p. 108988, 2021.

LI, Z.; ZHENG, M.; ZHENG, J.; GÄNZLE, M. G. ***Bacillus* species in food fermentations: an underappreciated group of organisms for safe use in food fermentations.** Current Opinion in Food Science, v. 50, p. 101007, 2023.

LIANG, J.; LI, D.; SHI, R.; WANG, J.; GUO, S.; MA, Y.; XIONG, K. **Effects of microbial community succession on volatile profiles and biogenic amine during sufu fermentation.** LWT, v. 114, p. 108379, 2019.

LIU, G.; NIE, R.; LIU, Y.; LI, X.; DUAN, J.; HAO, X.; SHAN, Y.; ZHANG, J. ***Bacillus subtilis* BS-15 effectively improves Plantaricin production and the regulatory biosynthesis in *Lactiplantibacillus plantarum* RX-8.** Frontiers in Microbiology, p. 3732, 2022.

LIU, J.; U.; YE, X.; WANG, X.; ZHU, Y.; WANG, Y.; YU, Z.; LIU. **Exploring the ecological interactions of *Bacillus* and their contribution to characteristic aroma components in Zhenjiang aromatic vinegar.** Food Bioscience. p. 102900, 2023.

LIU, L.; CHEN, X.; HAO, L.; ZHANG, G.; JIN, Z.; LI, C.; CHUN, L.; RAO, J.; CHEN, B. **Traditional fermented soybean products: Processing, flavor formation, nutritional and biological activities.** Critical reviews in food science and nutrition. v. 62, p. 871-888, 2022.

LUO, H.; BAO, Y.; ZHU, P. **Development of a novel functional yogurt rich in lycopene by *Bacillus subtilis***. Food Chemistry, v. 407, p. 135142, 2023.

MA, J. ZHANG, J.; ZHANG, L.; NIE, Y.; XU, Y. **Systematic analysis of key fermentation parameters influencing biogenic amines production in spontaneous fermentation of soy sauce**. Food Bioscience, v. 52, p. 102484, 2023.

MANDEL, D. R.; EICHAS, K.; HOLMES, J. ***Bacillus coagulans*: a viable adjunct therapy for relieving symptoms of rheumatoid arthritis according to a randomized, controlled trial**. BMC Complementary and Alternative Medicine, v. 10, p. 1-7, 2010.

MAZHAR, H.; ULLAH, I.; ALI, U.; ABBAS, N.; HUSSAIN, Z.; ALI, S. S.; ZHU, H. **Optimization of low-cost solid-state fermentation media for the production of thermostable lipases using agro-industrial residues as substrate in culture of *Bacillus amyloliquefaciens***. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, v. 47, p. 102559, 2023.

MEDINA-PRADAS, E.; PÉREZ-DÍAZ, I. M.; GARRIDO-FERNÁNDEZ, A.; ARROYO-LÓPEZ, F. N. **Review of vegetable fermentations with particular emphasis on processing modifications, microbial ecology, and spoilage**. The microbiological quality of food. p. 211-236. Woodhead Publishing, 2017.

MICROTAG - SLA (*Bacillus subtilis* + *Bacillus licheniformis* + *Bacillus amyloliquefaciens*). Disponível em: <https://www.tecagua.eco.br/produto/microtag-sla-bacillus-subtilis-bacillus-licheniformis-bacillus-amyloliquefaciens/>. Acesso em: 29/06/2023.

MUKISA, I. M.; PORCELLATO, D.; BYARUHANGA, Y. B.; MUYANJA, C. M.; RUDI, K.; LANGSRUD, T.; NARVHUS, J. A. **The dominant microbial community associated with fermentation of Obushera (sorghum and millet beverages) determined by culture-dependent and culture-independent methods**. International Journal of Food Microbiology, v. 160, p. 1-10, 2012.

NAGAR, S.; MITTAL, A.; KUMAR, D.; KUMAR, L.; KUHAD, R. C.; GUPTA, V. K. **Hyper production of alkali stable xylanase in lesser duration by *Bacillus pumilus* SV-85S using wheat bran under solid state fermentation**. New Biotechnology, v. 28, p. 581-587, 2011.

NAVANEETHAN, Y.; EFFARIZAH, M. E. **Prevalence, toxigenic profiles, multidrug resistance, and biofilm formation of *Bacillus cereus* isolated from ready-to eat cooked rice in Penang, Malaysia**. Food Control, v. 121, p.107553, 2021.

OJEDA-LINARES, C.; ÁLVAREZ-RÍOS, G. D.; FIGUEREDO-URBINA, C. J.; ISLAS, L. A., LAPPE-OLIVERAS, P.; NABHAN, G. P.; TORRES—GARCIA, I.; VALLEJO, M.; CASAS, A. **Traditional fermented beverages of Mexico: A biocultural unseen foodscape**. Foods, v. 10, p. 2390, 2021.

OUATTARA, H. G.; REVERCHON, S.; NIAMKE, S. L.; NASSER, W. **Molecular identification and pectate lyase production by *Bacillus* strains involved in cocoa fermentation**. Food Microbiology, v. 28, p. 1-8, 2011.

OUOBA, L. I. I.; PARKOUDA, C.; DIAWARA, B.; SCOTTI, C.; VARNAM, A. H. **Identification of *Bacillus* spp. from Bikalga, fermented seeds of *Hibiscus sabdariffa*: phenotypic and genotypic characterization**. Journal of Applied Microbiology, v. 104, p. 122-131, 2008.

OWUSU-KWARTENG, J.; PARKOUDA, C.; ADEWUMI, G. A.; OUOBA, L. I. I.; JESPERSEN, L. **Technologically relevant *Bacillus* species and microbial safety of West African traditional alkaline fermented seed condiments.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 62, 2022.

PASQUALONE, A. **Traditional flat breads spread from the Fertile Crescent: Production process and history of baking systems.** *Journal of Ethnic Foods*, v. 5, p. 10-19, 2018.

PAVITHRA, S.; RAMESH, R.; AARTHY, M.; AYYADURAI, N.; GOWTHAMAN, M. K.; KAMINI, N. R. **Starchy substrates for production and characterization of *Bacillus subtilis* amylase and its efficacy in detergent and breadmaking formulations.** *Starch-Stärke*, v. 66, p. 976-984, 2014.

PAWLUK, A. M.; KIM, D.; JIN, Y. H.; JEONG, K. C.; MAH, J. H. **Biofilm-associated heat resistance of *Bacillus cereus* spores in vitro and in a food model, cheonggukjang jjigae.** *International Journal of Food Microbiology*, v. 363, p. 109505, 2022.

PERMPOONPATTANA, P.; HONG, H. A.; KHANEJA, R.; CUTTING, S. M. **Evaluation of *Bacillus subtilis* strains as probiotics and their potential as a food ingredient.** *Beneficial Microbes*, v. 3, p. 127-135, 2012.

PHELAN, R. W.; BARRET, M.; COTTER, P. D.; O'CONNOR, P. M.; CHEN, R.; MORRISSEY, J. P.; DOSON, A. D. W.; O'GAARA, F.; BARBOSA, T. M. **Subtilomycin: a new lantibiotic from *Bacillus subtilis* strain MMA7 isolated from the marine sponge *Haliclona simulans*.** *Marine Drugs*, v. 11, p. 1878-1898, 2013.

QIN, D.; HARA, Y.; RABOY, V.; SANEOKA, H. **Characteristics and quality of japanese traditional fermented soybean (natto) from a low-phytate line.** *Plant Foods for Human Nutrition*, v. 75, p. 651-655, 2020.

RAGHUWANSHI, S.; DUTT, K.; GUPTA, P.; MISRA, S.; SAXENA, R. K. ***Bacillus sphaericus*: The highest bacterial tannase producer with potential for gallic acid synthesis.** *Journal of Bioscience and Bioengineering*, v. 111, p. 635-640, 2011.

RAMOS, C. L.; BRESSANI, A. P. P.; BATISTA, N. N.; MARTINEZ, S. J.; DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F. **Indigenous fermented foods: nutritional and safety aspects.** *Current Opinion in Food Science*, p. 101075, 2023.

RODZI, N. A. R. M.; LEE, L. K. **Traditional fermented foods as vehicle of non-dairy probiotics: Perspectives in South East Asia countries.** *Food Research International*, v. 150, p. 110814, 2021.

SAENGRUNG, J.; BUNNOY, A.; DU, X.; HUANG, L.; NA, R.; LIANG, X.; SRISAPOOME, P. **Effects of ribonucleotide supplementation in modulating the growth of probiotic *Bacillus subtilis* and the synergistic benefits for improving the health performance of Asian seabass (*Lates calcarifer*).** *Fish & shellfish immunology*, p. 108983, 2023.

SALEM, K.; ELGHARBI, F.; BEN HLIMA, H.; PERDUCA, M.; SAYARI, A.; HMIDA-SAYARI, A. **Biochemical characterization and structural insights into the high substrate affinity of a dimeric and Ca²⁺ independent *Bacillus subtilis* α -amylase.** *Biotechnology Progress*, v. 36, p. 2964, 2020.

SANDERS, M. E.; MORELLI, L.; TOMPKINS, T. A. **Sporeformers as human probiotics: *Bacillus*, *Sporolactobacillus*, and *Brevibacillus*.** *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 2, p. 101-110, 2003.

SIDOROVA, T. M.; ASATUROVA, A. M.; HOMYAK, A. I.; ZHEVNOVA, N. A.; SHTERNSHIS, M. V.; TOMASHEVICH, N. S. **Optimization of laboratory cultivation conditions for the synthesis of antifungal metabolites by *Bacillus subtilis* strains.** Saudi Journal of Biological Sciences, v. 27, p. 1879-1885, 2020.

SINGH, R.; LANGYAN, S.; SANGWAN, S.; GAUR, P.; KHAN, F. N.; YADAVA, P.; ROHATGI, B.; SHRIVASTAVA, M.; KHANDELWAL, A.; DARJEE, S.; SAHU, P. K. **Optimization and production of alpha-amylase using *Bacillus subtilis* from apple peel: Comparison with alternate feedstock.** Food Bioscience, v. 49, p. 101978, 2022.

SIVAMARUTHI, B. S.; KESIKA, P.; CHAIYASUT, C. **Toxins in fermented foods: prevalence and preventions—a mini review.** Toxins, v. 11, n. 1, p. 4, 2018.

SOARES, M. B.; ALMADA, C. N.; PEREIRA, E. P. R.; FERREIRA, B. M.; BALTHAZAR, C. F.; KHORSHIDIAN, N.; ROCHA, R. S.; XAVIER-SANTOS, D.; CRUZ, A. G.; RANADHEERA, C. S.; MORTAZAVIAN, A. M. GÓMEZ-ZAVAGLIA, A.; MARTINEZ, R. C. R.; SANT'ANA, A. S. **Review - Sporeforming probiotic bacteria: Characteristics, health benefits, and technological aspects for their applications in foods and beverages.** Trends in Food Science & Technology, v. 138, p. 453-469, 2023.

TAMANG, J.P.; COTTER, P.D.; ENDO, A.; HAN, N.S.; KORT, R. LIU, S.Q.; MAIO.; WESTERIK, N.; HUTKINS, R. **Fermented foods in a global age: East meets West.** Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 19, p. 184-217, 2020.

TAVALLAIE, S.; KHOMEIRI, M.; MOUSIVAND, M.; MAGHSOUDLOU, Y.; HASHEMI, M. **Starches from different sources hydrolysis using a new thermo-tolerant amylase complex produced by *Bacillus subtilis* T41a: Characterization and efficiency evaluation.** LWT - Food Science and Technology, v. 112, p. 108218, 2019.

TO, H. T. A.; CHHETRI, V.; SETTACHAIMONGKON, S.; PRAKITCHAIWATTANA, C. **Stress tolerance-*Bacillus* with a wide spectrum bacteriocin as an alternative approach for food bio-protective culture production.** Food Control, v. 133, p. 108598, 2022.

VON WINTERSDORFF, C. J.; PENDERS, J.; VAN NIEKERK, J. M.; MILLS, N. D.; MAJUMDER, S.; VAN ALPHEN.; SAVELKOUL, P. H. M.; L. B.; WOLFFS, P. F. **Dissemination of antimicrobial resistance in microbial ecosystems through horizontal gene transfer.** Frontiers in microbiology, v. 7, p. 173, 2016.

WANG, C.; CHEN, J.; TIAN, W.; HAN, Y.; XU, X.; REN, T.; CHEN, C. **Natto: A medicinal and edible food with health function.** Chinese Herbal Medicines, 2023.

WANG, X.; DU, H.; ZHANG, Y.; XU, Y. **Environmental microbiota drives microbial succession and metabolic profiles during Chinese liquor fermentation.** Applied and Environmental Microbiology, v. 84, p. 02369-17, 2018.

WOLDEMARIAMYOHANNES, K.; WAN, Z.; YU, Q.; LI, H.; WEI, X.; LIU, Y.; WANG, J.; SUN, B. **Prebiotic, probiotic, antimicrobial, and functional food applications of *Bacillus amyloliquefaciens*.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 68, p. 14709-14727, 2020.

WU, Q.; ZHU, Y.; FANG, C.; WIJFFELS, R. H.; XU, Y. **Can we control microbiota in spontaneous food fermentation?—Chinese liquor as a case example.** Trends in Food Science & Technology, v. 110, p. 321-331, 2021.

WU, QUN.; CHEN, BI.; XU, YAN. **Regulating yeast flavor metabolism by controlling saccharification reaction rate in simultaneous saccharification and fermentation of Chinese Maotai-flavor liquor.** International Journal of Food Microbiology, v. 200, p. 39-46, 2015.

WU, W. J.; AHN, B. Y. **Statistical optimization of medium components by response surface methodology to enhance menaquinone-7 (vitamin K2) production by *Bacillus subtilis*,** Journal of Microbiology and Biotechnology, v. 28, p. 902-908, 2018.

XING, Z.; TANG, W.; GENG, W.; ZHENG, Y.; WANG, Y. **In vitro and in vivo evaluation of the probiotic attributes of *Lactobacillus kefiranofaciens* XL10 isolated from Tibetan kefir grain.** Applied Microbiology and Biotechnology, v. 101, p. 2467-2477, 2017.

XU, Y.; SONG, R.; JIA, Z. WEI, R.; WANG, J.; SUN, J. **Effect of *Bacillus subtilis* (*Bacillus subtilis* subsp.) inoculation on the fermentation characteristics of *Penaeus sinensis* by-products: Protease activity and volatile property.** LWT - Food Science and Technology, v. 177, p. 114584, 2023.

YANG, F.; LIU, Y.; CHEN, L.; LI, J.; WANG, L.; DU, G. **Genome sequencing and flavor compound biosynthesis pathway analyses of *Bacillus licheniformis* isolated from Chinese Maotai-flavor liquor-brewing microbiome.** Food Biotechnology, v. 34, p. 193-211, 2020.

YU, T.; KONG, J.; ZHANG, L.; GU, X.; WANG, M.; GUO, T. **New crosstalk between probiotics *Lactobacillus plantarum* and *Bacillus subtilis*.** Scientific Reports, v. 9, p. 1-9, 2019.

ZARZECKA, U.; CHAJĘCKA-WIERZCHOWSKA, W.; ZADERNOWSKA, A. **Microorganisms from starter and protective cultures—Occurrence of antibiotic resistance and conjugal transfer of tet genes in vitro and during food fermentation.** LWT - Food Science and Technology, v. 153, p. 112490, 2022.

ZHAI, Z.; CUI, C.; LI, X.; YAN, J.; SUN, E.; WANG, C.; GUO, H.; HAO, Y. **Prevalence, antimicrobial susceptibility, and antibiotic resistance gene transfer of *Bacillus* strains isolated from pasteurized milk.** Journal of Dairy Science, v. 106, p. 75-83, 2023.

ZHAO, N.; YU, T.; YAN, F. **Probiotic role and application of thermophilic *Bacillus* as novel food materials.** Trends in Food Science & Technology, 2023.

ZHI, Y.; WU, Q.; XU, Y. **Genome and transcriptome analysis of surfactin biosynthesis in *Bacillus amyloliquefaciens* MT45.** Scientific Reports, v. 7, p. 1-13, 2017.

ZHOU, Y.; ZENG, Z.; XU, Y.; YING, J.; WANG, B.; MAJEED, M.; MAJEED, S.; PANDE, A.; LI, W. **Application of *Bacillus coagulans* in animal husbandry and its underlying mechanisms.** Animals, v. 10, p. 454, 2020.

ZOU, D.; LI, L.; MIN, Y.; JI, A.; LIU, Y.; WEI, X.; WANG, J.; WEN, Z. **Biosynthesis of a novel bioactive metabolite of spermidine from *Bacillus amyloliquefaciens*: gene mining, sequence analysis, and combined expression.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 69, p. 267-274, 2020.

ZOU, D.; YE, C.; MIN, Y.; LI, L.; RUAN, L.; YANG, Z.; WEI, X. **Production of a novel lycopene-rich soybean food by fermentation with *Bacillus amyloliquefaciens***. *LWT - Food Science and Technology*, v. 153, p. 112551, 2022.

ZOU, Y.; ZHONG, Y.; ZHOU, Q.; JIA, Z.; CHEN, Q.; XU, W.; GAO, H. **Effects of solid-state fermentation with *Bacillus subtilis* Y4 on the quality of Yibin Yacai**. *Food Bioscience*, v. 51, p. 102258, 2023.