

## 発酵大豆食品中のバチルスが人間の健康に及ぼす影響

[Trishala Gopikrishna](#)、[Harini Keerthana Suresh Kumar](#)、[クマールベルマル](#)、と [エラバラシエランゴヴァン](#)<sup>✉</sup>

### 序章

発酵食品は、微生物の活動と、より優れた貯蔵寿命、安全性、栄養、および治療特性を備えた食品成分の酵素的変換によって生産される食品として定義されます。これらの食品は、発酵によるプロセス（Rezacらへの生物活性分子、ビタミン、および拡張状況と他の必要なコンテンツを含む [2018](#)）。発酵食品は、温度、pH、水分含有量などの適切な環境条件下で、微生物の作用（自然培養またはスターターカルチャー）によって調製されます。生きた微生物は、順番に、糖尿病や心血管疾患などの健康上の問題を克服するために胃腸の健康とエイズを改善し、腸微生物叢、（Meliniら改善する発酵食品のヘルプに提示 [2019](#)）。

牛乳、シリアル、野菜、豆類、根菜類、肉、魚など、独自の 방법으로調理されたさまざまな基質を使用した発酵食品にはいくつかの種類があります。この総説では、大豆から作られたさまざまな発酵大豆製品について簡単に説明します。発酵大豆食品（FSF）の調製には、大豆、ケツルアズキ、イナゴマメなどの基質を利用します。主要なFSFは、醤油、醤油、テンペ、納豆、豆腐、大豆ナゲット、豆乳ヨーグルトであり、韓国や日本のようなアジア諸国で伝統的にも工業的にも製造されています。バチルス属。FSFで存在は、アミロリケファシエンス、バチルス・セレウス、*B.サーキュランス*、バチルス・リケニフォルミス、*B. sphaericus*、*B. subtilis*、および*B. thuringiensis*。ただし、枯草菌はFSFの主要な機能細菌です。乳酸菌（LAB）、糸状菌、酵母、アスペルギルス、トルロプシス、チゴサッカロミセス、及びリゾプスはFSFで同定されている他の微生物の一部（フリアスらている [2017](#)）。

現在のレビューは、発酵大豆食品（FSF）における枯草菌の有益な影響と有害な影響を要約することを目的としています。いくつかの研究により、タンパク質が豊富なFSFには多くの用途があることが証明されています。しかし、FSFにおけるこれらの微生物の悪影響に焦点を当てた系統的レビューはありません。この総説は、バチルスの重要性に関する情報を必要としている研究者を支援しますFSFに存在する健康上の種。この記事はまた、これらのFSFの消費に対する副作用に焦点を当て、安全な食品を生産するための可能な方法を特定します。したがって、発酵大豆製品に関するさまざまな研究結果の詳細な分析は、研究者が人間の健康に対するその有益で有害な影響を理解するのに役立つ可能性があります。

### 大豆発酵食品中のバチルス

**FSFの準備に関与する成分** 大豆の発酵には、大豆を浸して煮沸した後、子葉を分割してバチルス属菌による発酵プロセスをスピードアップする必要があります。発酵中のアルカリ性を維持するために、約1%の薪灰を加えることができ、周囲温度（20~35°C）を維持するために、大豆のグリットをバナナ、竹、または生姜の葉で包みます。*Calliparparoria*またはフリニウム属。納豆、アーコン、ベカン、アキソン、ペルーヤンなどの食品の加工に使用されます。竹、バナナの葉やシダの葉

のいずれかで裏打ちバスケットまたは麻袋をtungrymbai、hawaijar、及びAXONE様食品を保存および処理するために使用されている (Singhら。2014A、2014b)。1~2日後、発酵は白い粘性層とわずかなアンモニア臭の存在によって示されます。この発酵プロセスは、貯蔵寿命を2~3日に延ばすのに役立ち、太陽の下で約2~3日間乾燥させることで、1か月間でも同じ状態を保つことができます (Tamang 2015)。黄醬と黒豆がそれぞれキネマまたはシエン、納豆、テンペ、豆豉を生産するための発酵プロセスが描かれています (図。1)。



[別ウィンドウで開く](#)

図1

黄醬と黒豆の発酵工程

調理・脱脂大豆からコチュジャン、テンジャン、フルを作る発酵工程を示します (図1)。2)。

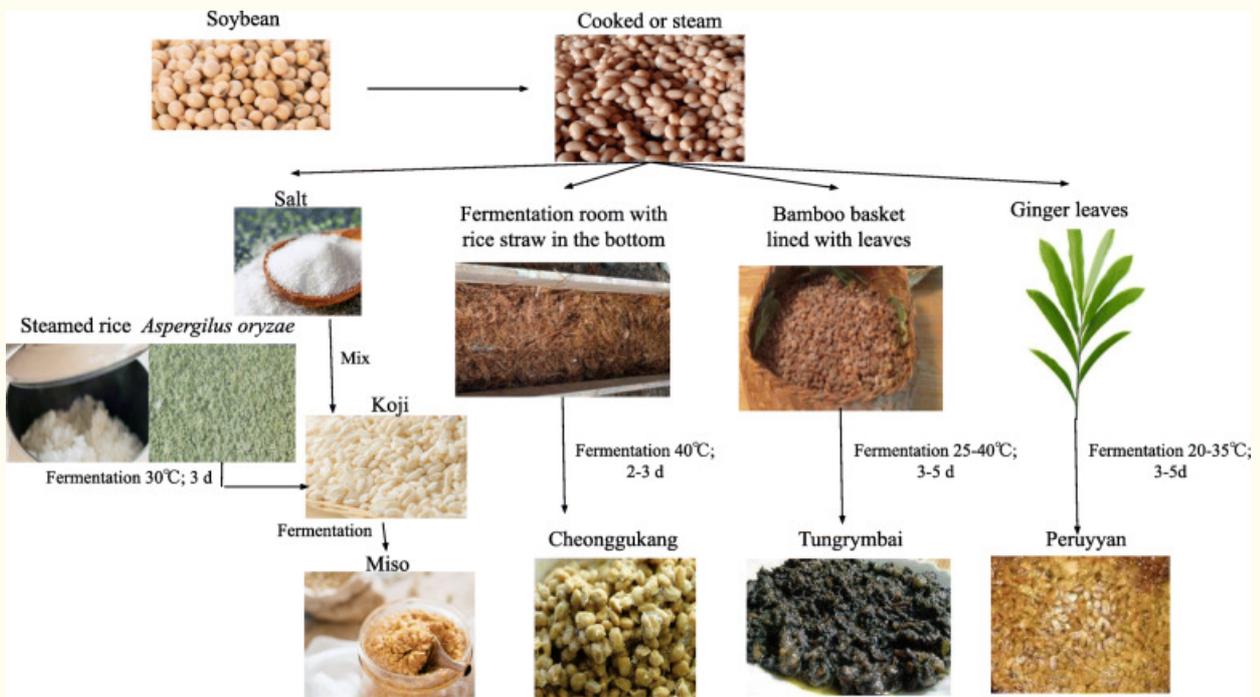


[別ウィンドウで開く](#)

図2

調理・脱脂大豆の発酵工程

大豆を発酵させて味噌、チョングッチャン、トゥングリンバイ、ペルイヤンを作る過程が描かれています (図. 3)。

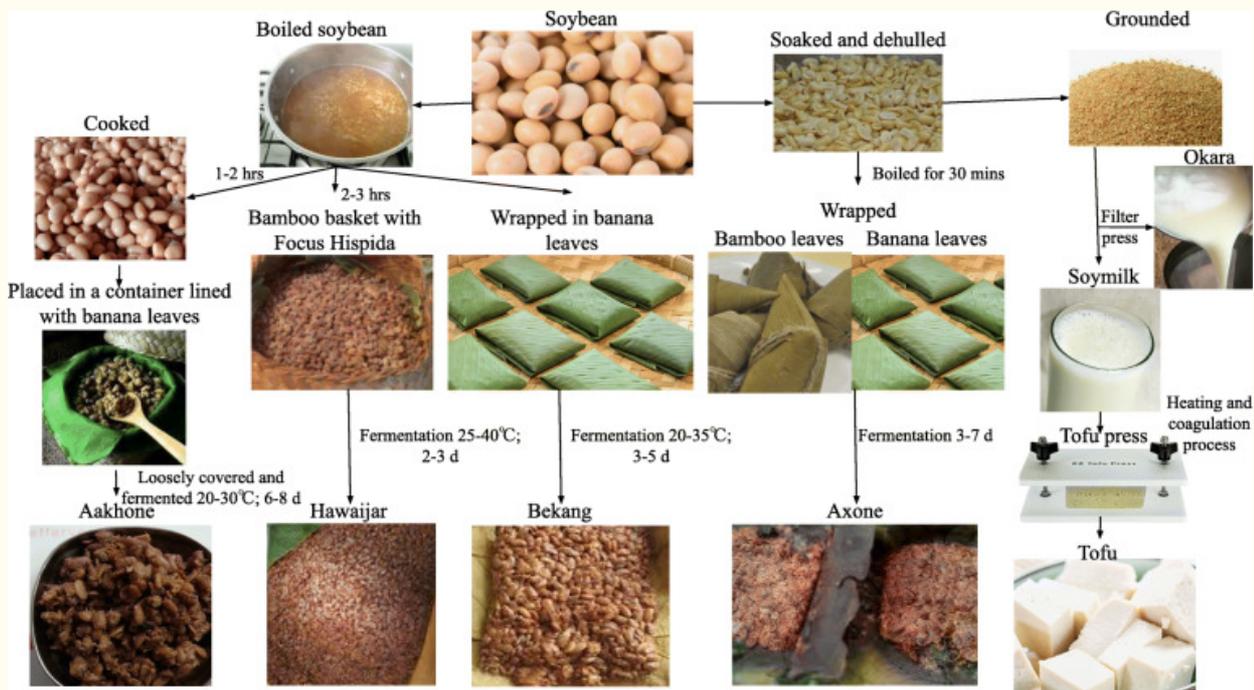


[別ウィンドウで開く](#)

図3

調理または蒸し大豆の発酵プロセス

大豆を発酵させて、ゆでた大豆とアキソンからアーコン、ハワイジャー、ベカン、皮をむいた大豆から豆腐を作る様子を表しています (図1)。4)。



[別ウィンドウで開く](#)

図4

茹でた大豆と皮をむいた大豆の発酵プロセス

**FSFに存在する優勢な微生物** LABおよびバチルス種は多くの発酵食品および飲料に広く存在します。バチルス属（バチルス・サーキュランス、バチルス・リケニフォルミス、*B.スファエリクス*、枯草菌、および*B.チューリンゲンシス*の）発酵の過程で助けFSFにおいて支配的な細菌です。*Aspergillus*sp.のようなFSFには他の微生物が存在します。、*Rhizopus*、*Mucorhiemalis*または*Actinomucorelegans*、*Lactobacillus bulgaricus*、*Streptococcus thermophilus*、*Leuconostoc*、*Pediococcus*などのLAB。FSFの製品は、一般的に東南アジア諸国によって消費されている（Dimidiら2019）。東南アジア諸国の一般的なFSFの地理的分布を表に示します。1。枯草菌属の珍しいFSFのいくつか。bhallae、bikalga、CE-ルー、kanjang、meitauza、pepok、sieng、たまり醤油、及びトゥアナオ（タマンら含む単離され、2015）。

**表1**

東南アジア諸国の一般的な発酵大豆食品の地理的分布

国	大豆発酵食品	発酵を助ける機能性微生物	バチルス属以外。
日本	納豆	枯草菌	アスペルギルスオリゼ
日本	味噌	枯草菌	<i>Pediococcus acidilactici</i> 、 <i>Leuconostoc mesenteroides</i> 、 <i>Micrococcus halobius</i> 、 <i>Aspergillus oryzae</i> 、 <i>Zygosaccharomyces rouxii</i> 、 <i>Torulopsis sp</i>
中国	古	<i>B. pumilus</i> 、 <i>B. megaterium</i> 、 <i>B. stearothermophilus</i> 、 <i>B. firmus</i>	スタフィロコッカスホミニス
韓国	チョング ツチャン	バチルス・アミロリケファシ エンス、バチルス・リケニフ オルミス、バチルス・メガテ リウム、および枯草菌	<i>Leuconostoc</i> 、 <i>Lactobacillus</i> 、 <i>Pseudomonas</i> 、 <i>Pa</i> および <i>Weissella</i> 属
Korea	Gochujang	<i>B. velegensis</i> 、 <i>B.</i> <i>amyloliquefaciens</i> 、 <i>B. subtilis</i> 、 <i>B.</i> <i>licheniformis</i> 、 <i>Oceanobacillus spp.</i>	<i>Zygosaccharomyces</i> 、 <i>Candida</i> <i>lactis</i> 、 <i>Zygorouxii</i> 、 <i>Aspergillus</i> 、 <i>Penicillium</i> 、 <i>Rhizop</i>
Mizoram state of India	Bekang	<i>B. subtilis</i> 、 <i>B. licheniformis</i> 、 <i>B.</i> <i>pumilus</i> 、 <i>Bacillus</i> <i>cereus</i> 、 <i>B. amyloliquefaciens</i>	<i>Debaryomyces hansenii</i> 、 <i>Pichia burtonii</i>
Meghalaya state of India	Tungrymbai	<i>B. subtilis</i> 、 <i>B. pumilus</i> 、 <i>B.</i> <i>licheniformis</i> 、 <i>B.</i> <i>amyloliquefaciens</i> 、 <i>Lactobacillus</i> <i>brevis</i> 、	<i>Vagococcus carniphilus</i> 、 <i>Debaryomyces hansenii</i> 、 <i>l</i> <i>burtonii</i> 、
Nepal, Bhutan, India	Kinema	<i>B. subtilis</i> 、 <i>B. licheniformis</i> 、 <i>B.</i> <i>cereus</i> 、 <i>B. circulans</i> 、 <i>B.</i> <i>thuringiensis</i> 、 <i>B. sphaericus</i>	<i>Geotrichum candidum</i> .
Manipur state of India	Hawaijar	<i>B. subtilis</i> 、 <i>B. licheniformis</i> 、 <i>B.</i> <i>amyloliquefaciens</i> 、 <i>B. cereus</i> 、	<i>Alcaligenes sp.</i> 、 <i>Providencia rettgers</i>
Korea	Doenjang	<i>B. subtilis</i> 、 <i>B. licheniformis</i> 、 <i>B.</i>	<i>Mucor plumbeus</i> 、 <i>Aspergillus oryzae</i> 、 <i>Debaryomyc</i>

[別ウィンドウで開く](#)

**枯草菌種とその酵素** 大豆に含まれるたんぱく質は熱安定性があり、化学組成を損なうことなく発酵させることができます。枯草菌を使用して発酵させた大豆。アルカリ性の状態で発生します。

(Sanjukta and Rai 2016 ; Seo and Lee 2004)。バチルス属。発酵食品に存在するものは基質を加水分解し、ナットウキナーゼ、フィターゼ、アミラーゼ、プロテアーゼ、セルラーゼ、リパーゼな

どの酵素を生成します。しかし、発酵条件は、そのような酵素を生産するために枯草菌種の成長のために一貫して最適である必要があります (Nguyen and Nguyen 2020)。これらの酵素は、複雑な化合物を単純な生体分子に分解するのに役立ちます。たとえば、大豆に含まれるでんぷんは、酵素アミラーゼによって糖に変換されます。同様に、プロテアーゼはアミノ酸へのタンパク質の変換に使用されている (ライら、2017)。自然環境に広く存在する枯草菌は、大豆のタンパク質や脂肪を分解するプロテアーゼやエステラーゼを生成します。*Bacillus spp.* は、タンパク質分解酵素を産生する *Bacillus subtilis* と同様に、大豆タンパク質 (グリシニンおよびβ-コングリシニン) を加水分解し、特定の生物活性ペプチドの産生をもたらします (Sanjukta and Rai 2016)。これらのペプチドは、親タンパク質内の非アクティブであり、それらは発酵や胃腸消化中のみ酵素加水分解の際に放出されている (タマンら2016)。研究によれば、バチルス *siamensis* FSF に存在する 43.2% のβシート構造を減らし、効果的にタンパク質消化を促進する大豆タンパク質の元の構造を破壊することにより、栄養特性が向上 (鄭ら、2017)。

**スターターカルチャーを使用した発酵** 生体分子は、発酵などの生物学的活動を助けます。酵素はいくつかの化学的および酵素的反応を触媒し、粘液と呼ばれる特徴的な粘着性物質の生成をもたらします。粘液は、ポリガンマグルタミン酸 (PGA) と枯草菌によって生成されるフルクタンの混合物です。納豆。このタイプの発酵から生成された粘液は、さまざまな慢性疾患に対する治療の可能性があることが示されています。したがって、発酵大豆は、食品、化粧品、医薬品、さらには特徴的な香り、風味、さまざまな組成変化の形成に応用できる可能性のある機能性食品素材として利用できます (Chettri and Tamang 2014)。バチルス以来 発酵大豆に存在する *spp.* には潜在的な利点があり、これらの微生物は効果的な発酵のためのスターターカルチャーとして使用されます。

*B. subtilis subsp.* 枯草菌 BEST195 は、FSF (納豆) の生産に使用されるスターター株です。枯草菌株は孢子形成細菌です。これらは、一般的に納豆発酵を開始するために使用することができる乾燥した稲わらに見出される (カマダら、2015)。*Bacillus siamensis* (D2-2) と *Bacillus subtilis* (D12-5) は、低塩 (6.5–7.5% NaCl) テンジャンを発酵させるためのスターターカルチャーとして機能することが報告されており、タンパク質分解活性と抗病原性活性の両方を示しました (Jeon et al. 2016)。工業的に製造風味豊かな味噌に関する研究を模倣するような土着混合スターターの発酵発見されている伝統的なテンジャンとの類似性を有することが報告されている麹菌の MJS14、枯草菌 D119C、およびテトラジェノ *halophilus* 7BDE22 を。パイロットスケールで製造されたテンジャンは、最高の消費者受容性、豊かな風味、および確実な安全性を示し、5週間以内に製造されました (Lee et al. 2018a、2018b)。納豆、味噌、タウコ、コチュジャン、豆豉、チョングッチャン、テンジャン、豆腐、テンペ、メジュ、豆腐などのFSFは、日本、中国、インドネシア、韓国などの東アジアおよび東南アジア諸国の小売市場で市販されています。豆腐のようないくつかの大豆食品は、米国やインドのような国でも利用可能です (Chenら 2012; ヴァンら 2020)。これらの市販の発酵食品は、このようなスターター培養物を用いて発酵させた枯草菌キネマ、tungrymbai、bekang、納豆を製造するための (タマン 2015)。アスペルギルス・オリゼのが降る (Linら 製造するために使用されている 2016) コチュジャン、テンジャン (シンとチョン 2015)、味噌 (Nout 2015)。*Rhizopus* 種と *Aspergillus egypciacus* は、それぞれテンペと漉水を生成するために使用できます (Nout 2015)。

## 健康上の利点

多数の健康上の利益の潜在的な源であることが示された大豆発酵リリース小ペプチド及び粘液、（チャタジーら、[2018](#)）。大豆の発酵を助ける微生物は生物活性化合物を生成し、これらの化合物は有益な効果をもたらします。枯草菌種によって生成される生物活性化合物とその健康上の利点を表に示します [2](#)。

**表2**

枯草菌種によって生成される生物活性化合物とその健康上の利点

微生物	生物活性化合物	健康上の利点	参考文献
枯草菌種	ポリ- $\gamma$ -グルタミン酸	食後血糖値の上昇の抑制	Chettri et al. (2016)
枯草菌種	イソフラボンアグリコン	フラボノイドの生物変換	キムら (2018)
枯草菌種LM7	バシロマイシンDとサーファクチン	抗菌活性	Lee et al. (2016a、2016b)
枯草菌変種。納豆	ナットウキナーゼとセリンプロテアーゼスブチリシン	線維素溶解活性と組織プラスミノゲン活性化因子を増加させることができます	Mohanasrinivasan et al. (2017)
枯草菌1423	プロテアーゼ	複雑なタンパク質をより単純な分子に分解します	グエンとグエン (2020)
<i>Bacillus subtilis</i> DC27	Serine protease	Fibrinolytic activity	Hu et al. (2019)
<i>Bacillus subtilis</i> natto O9516	ACE inhibitory peptides	Anti-hypertensive activity	Ibe et al. (2009)
<i>Bacillus subtilis</i>	Nattokinase	Anti-hyperlipidemic activity	Chen et al. (2018)
<i>Bacillus natto</i> TK-1	Lipopeptide	Biosurfactant activity	Cao et al. (2009)
<i>Bacillus subtilis</i>	Protease and esterase	Degradation of proteins and fats	Sanjukta and Rai (2016)
<i>Bacillus subtilis</i>	Proteolytic enzymes	Glycinin and $\beta$ -conglycinin hydrolyzed for the production of bioactive peptides	Sanjukta and Rai (2016)
<i>Bacillus subtilis</i> var. natto	PGA and fructan (mucilage)	Antioxidant properties	Chettri and Tamang (2014)
<i>Bacillus subtilis</i> SN7	Bacteriocin	Biocontrol agent	Lee and Chang (2017)
<i>Bacillus subtilis</i> CSY 191	Surfactin	Inhibits growth of human breast cancer cells (MCF-7)	Lee et al. (2012)
<i>Bacillus subtilis</i> (natto)	Lipoproteins	Anti-inflammatory response	Rhayat et al. (2019)
<i>Bacillus subtilis</i> SHZ	Bioactive peptide and polyphenols	Antioxidant activity	Sanjukta and Rai (2016)
枯草菌 N205 (BS205)	イソフラボンアグリコン	抗酸化特性	Ping et al. (2012)
枯草菌-SKm (BS-c)	$\alpha$ -アミラーゼ、および $\gamma$ -GTP	抗酸化作用	Zheng et al. (2011)
枯草菌SC-8	サーファクチン、フエンギシン、イツリ	抗真菌性および抗生物質の特	Yeo et al. (2011a、2011b)

[別ウィンドウで開く](#)

**線維素溶解活性** フィブリンはタンパク質成分であり、創傷部位での血液の凝固に関与しています。しかし、血管内にフィブリンが過剰に蓄積すると、血液循環に深刻な障害を引き起こし、血栓症を引き起こす可能性があります。この見解では、FSF（納豆）は血漿中および組織プラスミノゲン活性化因子の産生において線維素溶解活性を増強することが見出されています。枯草菌変種。納

豆は、サブチリシンと呼ばれる酵素ナットウキナーゼとセリンプロテアーゼを産生します。これは、組織プラスミノゲン活性化因子の増加とともに線維素溶解活性を有することが証明されています。次に血小板凝集の減少は、血液の粘度を低下させる（Mohanasrinivasanら、[2017](#)）。

最近の研究では、納豆、中国の発酵ペースト、豆醬、豆豉、テンジャン、チョングッチャン、インドネシアのテンペなど、さまざまな種類の伝統的なFSFからさまざまな強力な線維素溶解酵素を生成できることが示されています。豆豉で枯草菌DC27が産生するセリンプロテアーゼであるDFE27酵素の線維素溶解活性は、プラスミノゲンに富むプレートで約90%の線維素溶解活性を示すことが報告されています。これは、精製DFE27直接加水分解し、フィブリンができ、また、この潜在的な線維素溶解剤せるプラスミンへのプラスミノゲンを変換することを示している（Huら、[2019](#)）。さらに、別の研究では、バチルス・アミロリケファシエンスによって発酵される伝統的なベトナムのFSF、味噌が証明されていますFZB42は、29.74から77.95に固体発酵下FU/gの範囲の線維素溶解酵素を産生することができる（ウイラ、[2016](#)）。

**高血圧の予防。** アンジオテンシンI変換酵素（ACE）阻害ペプチドのようにFSFに存在する生物学的に活性なペプチドは、枯草菌納豆O9516による降圧効果を発揮します（Vallabha and Tiku [2014](#)）。ACE阻害ペプチドは、大豆タンパク質画分（グリシニン及びβコングリシニン）（半田らのタンパク質分解によって生成される[2020年](#)）。新規のACE阻害ペプチドによって発酵された大豆ミールから単離されたB.サブチリス0.022 mg/mlとのIC50値で84.1パーセントの活性を示した納豆（Wangら[2013](#)）。結果は、得られたこれらのACE阻害ペプチドが高血圧の管理に潜在的な影響を与えることを示唆しています（Sanjukta and Rai [2016](#)）。

**アテローム性動脈硬化症に対する保護** 心血管疾患（CVD）は、世界中で最も主要な死亡原因です。アテローム性動脈硬化症は動脈疾患です。これは、脂肪、コレステロール、カルシウム、および血液に見られる他の物質で構成されるプラークの蓄積を指します。時間の経過とともに、プラークが硬化すると動脈が狭くなり、臓器や体の他の部分への酸素が豊富な血液の流れが制限されます。心臓発作、脳卒中、あるいは死などの深刻な問題にこのリード（ガンら[2016](#)）。研究によれば、ポリアミンは、寿命を増加させ、特定の年齢関連CVDSを低減する可能性（Chenら有していてもよいshuidouchi中に存在[2019](#)）。枯草菌が産生する酵素であるナットウキナーゼ（NK）発酵大豆では、強力な抗高脂血症作用があり、アテローム性動脈硬化症を予防することができます。チェンらの研究。納豆はコレステロールとそれに関連する脂質を減らすのに効果的であると報告しています。NKは、その抗酸化特性によってアテローム性動脈硬化症を予防し、その結果、脂質過酸化が減少し、脂質代謝が改善されます（低密度リポタンパク質[LDL]酸化の阻害）（Chen et al.[2018](#)）。

**腸内の腸内病原菌に対する保護** チョングッチャン、テンジャン、メジュなどのさまざまな従来のFSFから分離された枯草菌種の抗菌活性で、タンパク質、酵素、リポペプチド、バクテリオシンなどの抗菌化合物を生成します。納豆から分離された納豆菌TK-1は、強い表面活性を持つリポペプチドを産生することがわかっています。これらのリポペプチドは、以下のようないくつかの細菌性病原体に対する抗付着効果を示すために発見したボトリチス・シネレア（*Botrytis cinerea*）、フサリウム・*moniliforme*、ミクロルテウス、及びネズミチフス菌などの食品媒介病原体セレウス菌（ツァ

オラ。2009;オムら、2014)。したがって、これらの抗菌ペプチドは、細菌/真菌性疾患および食品保存剤の治療のための抗生物質の代替として使用することができます (Lee *etal.* 2016a、2016b)。

抽出されたフェニル酢酸などの有機化合物バチルス・リケニホルミス (B65-1) は、chungkookjang中に存在するような腸管病原体の増殖を阻害することが示された黄色ブドウ球菌及び大腸菌 (Kimら。2004)。リポペプチドは、FSFの抗菌および抗真菌活性に関与する主要な化合物であることがわかっています。さらに、別の研究では、チョングッチャンからの*B.amyloliquefaciens* EMD17によるサーファクチンの生産が原因物質である可能性があり、大豆食品の発酵のスターター株として利用できる可能性があることが示されました (Lee *etal.* 2016a、2016b)。によって生成されるバクテリオシン枯草菌SN7は、黄色ブドウ球菌および大腸菌O157:H7に対する生物的防除剤として作用する可能性があります。したがって、この株は、チョングクジャンの準備のスターターカルチャーとして使用できます (Lee and Chang 2017)。

**癌に対する抑制反応** がんは、特定の部位に局在するか、体全体に転移する細胞の異常な成長です。乳がんは、新たながん症例の24.2%、がんによる死亡の15.0%を占めています。世界的に、乳がんの発生率と死亡率は、それぞれ154か国と104か国で第1位です (CaiとLiu 2019)。納豆に存在するバイオサーファクタントに抗腫瘍活性が認められ、納豆TK-1を用いて発酵させた (Sanjukta and Rai 2016)。テンジャンから分離された枯草菌CSY191は、24時間で10 mg/mlのIC50値で、用量依存的にヒト乳がん細胞 (MCF-7) の増殖を阻害するサーファクチンを産生します。バチルスの効果 cheongkookjangに存在する乳がんMCF7細胞の増殖についても研究されました。炎症関連遺伝子をダウンレギュレーションし、トランスフォーミング成長因子 (TGF) 経路も活性化することがわかっています (Sanjukta and Rai 2016)。

Shuidouchiは、SPM (スペルミン) やSPD (スペルミジン) などのポリアミンを含むことが示されています。人間の疫学研究は、食事のポリアミンが癌と心血管関連の死亡率の軽減に相関していることを報告しました (Chen *et al.* 2019)。ある研究では、ニンニクを補給したテンジャンが、胃腺癌および肺腺癌に対する抗癌活性の改善とともに、フェノール類、フラボノイド、および抗酸化物質の増強を実証することが報告されていることが確認されました。これは、栄養的に価値のある、また機能性食品のソース作り、ニンニク補充テンジャン中の遊離アミノ酸の高レベルの存在に起因する (Bahugunaら、2019)。

**免疫賦活および抗炎症作用** 枯草菌 (natto) 細胞は、ペプチドグリカン、リポタンパク質、リポテイコ酸、フラジェリン、およびトール様受容体に結合してサイトカイン応答を誘導することが知られている非メチル化CpGジヌクレオチドなどのいくつかの活性成分を含みます (Rhayat *et al.* 2019)。特定の微生物を使用した大豆発酵は、免疫反応性の原因となる成分を減らすことが示されています。チョングッチャンは免疫賦活作用の高い食品として報告されています。これは、腫瘍壊死因子 $\alpha$  (TNF $\alpha$ ) の産生を増加させる多糖類の存在によるものです。テンジャンやチョングッチャンなどのFSFは、シクロオキシゲナーゼ-2 (COX-2) や一酸化窒素合成酵素 (iNOS) の発現を調節することで抗炎症作用を示すことも報告されています。TNF- $\alpha$ 、インターロイキン-6 (IL-6)、

およびiNOSは、免疫刺激活性と炎症活性の両方のマーカーとして使用されました。従って、TNF- $\alpha$ 、IL-6、およびiNOSは、FSF（チョイらによる免疫刺激活性の増加として解釈される可能性があります<sup>2014</sup>）。

**高脂血症に対する抗肥満効果** 過体重と肥満は、糖尿病、高血圧、脂質異常症、喘息、関節炎、および冠状動脈性心臓病の危険因子である（Otang-Mbengら、<sup>2017</sup>）。主に枯草菌によって発酵されるテンジャンで抗肥満作用が報告されていますとカビ。発酵中に大豆によって生成されるゲニステインやダイゼインなどのアグリコンは、CPT-1転写をアップレギュレートすることにより、肝臓のカルニチンパルミトイルトランスフェラーゼ-1（CPT-1）酵素活性を増加させることが報告されています。これにより、エネルギー消費が増加し、最終的に体脂肪と体重が減少します。動物実験では、テンジャンが高脂肪/高コレステロール食を与えられたラットの高脂血症を軽減することも一貫して証明されています。12週間のような40グラムの投与量とテンジャンとしてイソフラボンが豊富な大豆とFSFの長期摂取は年齢に関連する慢性疾患（チャラを防止するために重要である腹部脂肪を減少させるように見えたことが報告されている。<sup>2012</sup>;ウーら<sup>2009</sup>）。

**抗アレルギー反応** 大豆ミールに存在する約30%のグリシニン及び $\beta$ コングリシニンのような食物アレルギーが（Wangらは、動物、また新生児動物（保育ブタ）における小腸及び下痢などの異常に原因過敏症によく知られている<sup>2014</sup>）。ある研究によると、枯草菌、ラクトバチルスカゼイ、酵母などの微生物による固体発酵は、これらの主要なアレルギーを分解し、大豆ミール（SBM）の潜在的なアレルギー誘発性を低下させる可能性があります（Yang et al.<sup>2018</sup>）。

**骨粗鬆症の予防** 骨粗鬆症は、骨量が少なく、骨格の脆弱性が強まり、骨質が低下し、骨折する傾向がある多因子性障害（Rosen<sup>2020</sup>;Sözenら。<sup>2017</sup>）。国際骨粗鬆症財団からの最近の統計によると、世界的に、5人の男性では50歳と1以上の3人の女性における1は一生（Sözenらに骨粗鬆症性骨折を経験する可能性があります。<sup>2017</sup>）。ある研究では、チョングッチャンがイソフラボン（アグリコン）の含有量を増加させていることが確認されました。SAMP6マウスへの補給は、骨形成タンパク質2（BMP2）/SMADsタンパク質/オステオプロテゲリン（OPG）経路を介して、骨形成を促進し、破骨細胞形成を阻害する可能性があります。したがって、evidentiallyチョングッチャンの消費が老人性骨粗しょう症を防ぐために、潜在的な相補治療食品（Kimらであると結論づけている<sup>2019</sup>）。日本の研究によると、納豆の習慣的な摂取は、閉経後の女性の骨粗鬆症性骨折のリスクの低下と関連している可能性があります（Kojima et al.<sup>2019</sup>）。

骨密度（BMD）の納豆の前向き研究のメタ分析によると、納豆が（Liuらにも更年期の女性に抗骨粗鬆症効果を持っていることが報告されている<sup>2020</sup>）。また、そのビタミンK見出される<sup>2</sup>納豆は、オステオカルシン（OC）およびカルシウム分布（ブキャナンらの調節因子であるマトリックスのGlaタンパク質（MGP）、などのタンパク質を活性化するようにFSFに見出される（メナキノ）<sup>2016</sup>）。このように、研究は、ビタミンKことを示唆している<sup>2</sup>等納豆などの伝統的なFSFに存在するが、骨代謝における役割を担っています。また、BMDの維持と骨粗鬆症の予防にも寄与する可能性があります（Jaghsi <sup>2019</sup>）。

**抗糖尿病性** 糖尿病は、血糖値の上昇によって発生する代謝性疾患です。2017年、糖尿病に関連する世界の発生率、有病率、死亡、および障害調整生存年（DALY）は、2,290万、4億7,600万、137万、および6,790万であり、2,660万、5億7,090万、159万と予測されています。2025年にはそれぞれ

7,930万人でした (Lin et al.2020)。例えばmejuとしてFSFはSanjuktaら (抗糖尿病性を有することが報告されている。2015年)。97,454人の妊婦を対象に実施されたコホート研究によると、イソフラボンの摂取量が約10mg/日増加すると、妊娠糖尿病が2%減少することがわかりました。ゲニステインとダイゼインの摂取でも同様の結果が観察されました。味噌汁と納豆の摂取量が多いと、妊娠糖尿病の発生率も低くなります (Dong et al.2020)。

2型糖尿病 (T2D) は、インスリン欠乏症と末梢インスリン抵抗性を特徴としています。イソフラボンであるダイゼインは、主にFSFにグルコシドの形で存在します。インスリン抵抗性の増加に大きな影響を与えることが示されています。イソフラボンは、これらの配糖体のグリコシド結合の分解を引き起こします。0.2gダイゼイン/kg体重で9週間、雌マウスの血漿グルコースレベルが低下し、0.2 g/kg体重で6週間、グルコース代謝の改善と肝グルコースの調節が示されました (Das et al.2018)。。チョングッチャンはB.アミロリケファシエンスで調製されたと報告されています非肥満の2型糖尿病動物モデルにおいて、インスリン感受性とインスリン分泌能力を潜在的に改善できる抗糖尿病特性を持っている可能性があります。これは、ダイゼインの濃度の増加によるものである (チョンら、2020)。

細菌細胞の外側で生成されるポリマーは、ポリ- $\gamma$ -ポリグルタミン酸 (PGA) として知られています。PGAの生産は、バチルス種の機能特性の1つであり、凍結防止剤、薬物担体、生物学的接着剤など、多くの用途があります。その生分解性プロパティは医療、食品、化粧品 (Chettriらのような様々な分野で使用されている2016)。納豆に存在する $\gamma$ -PGAの効果による食後血糖値の上昇の抑制を調査するために、ランダム化クロスオーバーパイロット研究が実施されました。血糖値の曲線下面積 (IAUC) を分析するために血液サンプルを収集したところ、高 $\gamma$ -PGA納豆ミールの血糖値IAUCは白米および低 $\gamma$ -PGA納豆ミールよりも低いことがわかりました。(全て $p < 0.05$ )。この研究では、高 $\gamma$ -PGA納豆を同時に摂取した後の初期段階で、食後血糖値の上昇が抑制されることが観察されました (Araki et al.2020)。

**肝疾患の治療** NAFLD (非アルコール性脂肪性肝疾患) は、メタボリックシンドロームに関連する最も一般的な併存疾患の1つです (Kim et al.2018)。研究によると、テンジャンのようなFSFは、食餌誘発性肥満マウスに有益な代謝効果を発揮し、対照マウスと比較して、高脂肪食 (HFD) 誘発性の体重増加を抑制し、耐糖能障害とNAFLD関連の代謝パラメーターを逆転させます。この効果は、バチルス属のような有益な発酵微生物を可能にすることによる有効成分 (フラボノイド) の上昇によるものです。乗算する (Kim et al.2018)。いくつかの研究は、バチルスによって発酵された大豆を報告しています spp。その結果、イソフラボン (アグリコン) の量が増加し、フラボノイドの生物変換の高い能力を示します。バチルス混合物である長期豆醬ペースト (LFSP) は、HFDによる体重増加と耐糖能障害を軽減することが示されています。バチルス混合物で処理されたマウスは、未処理の対照マウスと比較して有意な耐糖能を示します (Kim et al.2018)。

**抗酸化作用** 生体分子の酸化、細胞死、および組織の損傷は、さまざまな生化学的プロセスのために人体で起こります。抗酸化剤は、フリーラジカルを捕捉し、酸化防止する分子である (Mouketteら。2015)。FSFで枯草菌SHZから精製された生物活性ペプチドは、10 mg/mlの濃度でスーパーオキシド (62%) およびヒドロキシルラジカル (96%) の有意な捕捉活性を示すことが報告されています (Sanjukta and Rai 2016)。黄色と黒の大豆が枯草菌。MTCC 5480はより高い抗酸化活性

を持ち、胃腸の消化にも役立ちます。Trp、His、Phe、Ala、Tyr、Met、Gly、Leu、Valなどのアミノ酸が抗酸化ペプチドの成分であることが観察されています。研究によると、タンパク質分解微生物は枯草菌のシッキムのFSFに存在するものは、ポリフェノールだけでなくペプチドの増加により、抗酸化特性が強化されていると報告されています。調査結果によると、大豆の発酵は、未発酵の大豆と比較して、ラジカル（DPPHおよびスーパーオキシド）捕捉活性（3.1～24倍）および総抗酸化活性を増加させます。大豆の加工から生じる副産物も、適度に優れた抗酸化特性を示します。したがって、FSFは、酸化ストレス（Sanjuktaら低減する機能性食品および栄養補助食品の添加剤として使用することができる2015）。

**腸内細菌叢と免疫システムを強化する** 最近では、新しいコロナウイルス（COVID-19）が、世界的な罹患率と死亡率の増加に伴い、世界中で巨大な健康危機の原因となっています。必要な栄養素の適切な摂取は、感染に対する免疫応答を改善し、感染の重症度を制御することによって重要な役割を果たす可能性があります（Alkhatib 2020）。日本の研究によると、味噌や納豆などのFSFは、バランスの取れた腸内細菌叢を維持することにより、免疫系の機能を高める上で本質的な影響を及ぼします。これらの食品には、抗酸化物質、ビタミン、ミネラル、葉酸、高タンパク質、プロバイオティクス細菌などの有益な化合物が含まれており、免疫システムを強化して感染症と戦うことができます。FSFが健康を促進し、腸を改善するのに役立つという証拠はありますが、COVID-19感染への直接の影響に関する証拠はありません（Tashiro and Shaw 2020）。

伝統的な漢方薬がSARS-CoV-2患者の治療に有益な効果を示すという声明を支持する多くの証拠があります。陰橋さんはFSFは、種々のハーブと共に成分として使用される伝統的な漢方薬（TCM）の一つである（フーら、2018；Ouassouら、2020）。TCMが開発した理論によると、陰曉さんの治療効果は毒性を軽減し、この薬は機能を改善するために使用されます。また、上気道感染症の治療にも使用されます（Yang et al.2020）。枯草菌（納豆菌）を含むFSFは、ビフィズス菌、ラクトバチルスなどの他の微生物の増殖を促進することが示されていると考えられています。、大腸菌（*Escherichia coli*）、およびエンテロコッカスヒト腸内細菌叢を改善する（Dimidiら、2019）。

**低コストで副作用のない栄養価の向上** 動物性たんぱく質はたんぱく質が豊富な食品の需要を満たすための主要な供給源ですが、その副作用が増加しているため、世界経済で低コストの植物性たんぱく質を使用する強い動機があります。この需要により、食品業界はFSFなどの食品製剤に含まれる植物性タンパク質に焦点を当てるようになりました。加工技術の進歩により、優れた栄養価を維持しながら、食品業界で多くの機能を実行できる大豆タンパク質製品が生まれました。その結果、大豆たんぱく質製品は、完成食品の価値を高めるための食品原料として広く使用され、受け入れられてきました。実際に、彼らは、肉製品、乳製品、ベーカリー、朝食用シリアル、乳児用食品、及び飲料は不可欠な成分（劉として大豆タンパク質を含有してもよいことを多目的になっている2012）。

## 健康上のリスク

多くの研究者がバチルス属のいくつかの有益な効果を報告していますが、FSFでは、これらのバチルス属菌のいくつかの悪影響を報告している研究者はごくわずかです。人間の健康に（オムら、2015；Parkら、2016）

**生体アミンの生産** 生体アミン (BA) は、アミノ酸の脱炭酸またはアルデヒドとケトンのアミノ基転移およびアミノ基転移によって形成される低分子量化合物です。微生物による大豆の発酵は、BAの形成につながる可能性があります。これらの物質は、吐き気、呼吸困難、動悸、低血圧または高血圧などの症状を引き起こす中毒につながる可能性があります。さまざまな血管作用性および腐敗性BA (ヒスタミン、チラミン、 $\beta$ -フェニルエチルアミン、トリプタミン、プトレシン、カダベリン) の形成は、大豆、牛乳、肉、魚などのタンパク質が豊富な原材料の発酵過程で一般的に発生します (Lu et al. [2015](#); タマンら. [2016](#))。さらに、亜硝酸塩の存在下で、化合物の生体性ポリアミン (スペルミジンおよびスペルミン) は発がん性のニトロソアミンを形成することが知られています。しかし、ヒトの腸のアミノオキシダーゼ (モノアミノオキシダーゼ、ジアミノオキシダーゼおよびポリアミノオキシダーゼ) の存在のために、生体アミンの経口摂取はしばしば悪影響を引き起こさない。しかし、アミン代謝能力が過剰に飽和すると症状が発生する可能性があります。これは、うつ病の治療として使用される阻害剤 (モノアミノオキシダーゼ阻害剤、フェネルジン) によって代謝活性が弱まると発生します。食品中の生体アミンの毒性投与量は、100~800 mg/kgのチラミン、30 mg/kgの $\beta$ -フェニルエチルアミン、および100 mg/kgのヒスタミンであることがわかっています ([2019](#))。

バチルス種 (特に枯草菌) はアミノ酸の脱炭酸が可能であり、その結果、BAが生成されます。文献レビューによると、特に大豆を発酵させる *Bacillus subtilis* には、プトレシンとカダベリンの生成に関与するODC (オルニチンデカルボキシラーゼ) およびLDC (リジンデカルボキシラーゼ) タンパク質が含まれています。BAによる中毒のリスクを減らすために、モノアミノオキシダーゼ阻害剤 (MAOI) による治療を受けているうつ病の患者は、発酵食品の摂取を避ける必要があります (Mah [2015](#))。

**食品病原菌による汚染** *B.cereus* や *B.thuringiensis* などの食品病原菌は、さまざまなFSFに含まれています。これらの菌株による食中毒は、下痢や嘔吐を引き起こす可能性があります。これは、セレウリドと呼ばれるこれらの菌株によって生成される複雑なエンテロトキシンが原因である可能性があります。セレウス菌は、10以上の濃度で見出し<sup>5</sup>食品誘導食中毒におけるCFU/gです。研究によれば、主要なエンテロトキシン遺伝子はエンテロトキシンの中に見出されるセレウス菌の群と催吐セレウス菌はテンジャンなどFSFから分離する (Parkら. [2016](#))。 *Bacillus cereus* のリスクを評価するための研究が行われました定量的リスク評価によるパッケージ豆腐 (小売市場から家庭まで)。このセレウス菌は、9°C以下の温度では増殖できませんでしたが、11°C以上では増殖できました。しかし、豆腐を10°Cで保存した場合、このセレウス菌は増殖も死滅もしませんでした。豆腐の摂取は、1日1人あたり約 $1.0 \times 10^{-4}$ の食中毒につながる可能性があります。バイオフィーム形成の制御は、セレウス菌によって引き起こされるリスクを減らす可能性があります。小売市場では、これらの微生物によって引き起こされるリスクを軽減の温度エイズを監視 (クオンら、[2019](#); クオンら、[2020](#))。

**遅発性アナフィラキシーの発生** 臨床レビューでは、FSFに対する過敏症が疑われる7人の患者にプリックテストとチャレンジテストを実施させました。ELISAおよびIg-Eイムノブロットング技術を使用して、FSFおよび納豆抽出物のアレルゲンに対する血清特異的IgE抗体を検出しました。納豆の摂取後、すべての患者は全身性蕁麻疹、呼吸困難、嘔吐、意識喪失、虚脱、および下痢を経験

しました。IgEとプリックテストの結果によると、患者は納豆に対してアレルギー反応を示しましたが、未発酵の大豆と納豆菌（納豆菌）には耐性がありました。納豆アレルギーは発酵中に生成されることが疑われています。アレルギーの遅発性のメカニズムは不明なままです。PGAはによって生成されますバチルス発酵中の納豆。研究によると、一部の薬物はPGAに結合して、長期的に制御された薬物放出を行うことができます（Richard and Margaritis [2003](#)）。同様に、納豆アレルギーはPGAに結合しているため、症状を示すために一定の濃度に達するまでに長い時間がかかる可能性があります。従って、アナフィラキシーの遅発性の理由により製造されるPGAとアレルギーの結合によるものであると仮定されているバチルス・ナットウ（猪俣ら、[2007](#)）。

## 食品安全

FSFの食品安全性と機能性を改善するための効果的な方法は、バチルスを使用することです。、スターターとして望ましい特性を持つ菌株をすることです。これらのスターター株は、生物活性化合物を生成する能力で病原性微生物の増殖を阻害し、FSFに望ましい官能特性を与えることができます。

FSFのBAを減らすための介入は、照射の使用、チロシンデカルボキシラーゼ阻害剤としてのニコチン酸（0.15%および0.20%）の添加、およびバチルススターターカルチャー（*B.subtilis*および*B.アミロリケファシエンス*の株）容量（mAhら、[2019](#)）。さらに、別の研究では、製造プロセスのさまざまな段階で食品添加物（カテキンとグレープフルーツ種子抽出物）を使用し、味噌発酵を保存すると、生体アミンの生成を減らすことができると報告されています。プトレシン（PUT）とカダベリン（CAD）のレベルは、グレープフルーツ種子抽出物（300 mg/kg）とカテキン（3 g/kg）をそれぞれ追加すると減少します（Lee et al.[2018b](#)。; Mah et al. [2019](#)）。

文献レビューは、選択されたことが確認された*B.リケニホルミスチョングッチャン*の株がカウント低減することが可能であるセレウス菌を発酵（人工汚染）の後にCFU/gのログL以下に3~4対数CFU/gです。*B.リケニホルミス*株は生体アミンと良質チョングッチャンの低レベルを生成することができます（蘇ヨンら、[2017](#)）。同様に、*B.アミロリケファシエンス*は、米テンジャンから単離されるRD7-7は内毒素関連遺伝子発現の阻害を確認する*B.セレウス*（EOMとチェ[2016](#)）。

Mah et al. FSFでBAの形成を減らすために使用されるさまざまな方法をレビューしました。チョングクジャンでは、化学的介入がBA、特にチラミンの形成を阻害するために使用されます。BAの形成は、0.15%と0.20%の濃度のニコチン酸を使用すると、それぞれ70%と83%に減少します。テンジャンでは、物理的介入（原材料のγ線照射）を使用して、一部のBAの含有量を20~30%削減します。物理的介入の使用が遅延した異常な発酵につながる可能性があることは注目に値します。これは、発酵を助ける優勢な細菌の数が減少したためです。のBAの形成に関与する遺伝子の発現を調節するために、分子レベルでのスターター株を同定し、特徴付けるために重要である（麻雀ら、[2019](#)）。

バクテリオファージは細菌に感染するウイルスであり、これらはFSF（納豆とチョングッチャン）に広く存在します。したがって、これらの食品は発酵大豆バクテリオファージ（FSB）として知られています。細菌性病原体に感染することができるファージは有益であると見なすことができます。セレウス菌に特異的なFSBは、強力な溶解活性を示すことが報告されており、セレウス菌

の汚染を減らす可能性があります。食品の安全性の問題に関して、FSBは、大腸菌、サルモネラ属菌、スタフィロコッカス属菌など、FSFに存在する他の食品媒介性病原菌に対する生物制御剤として使用できる可能性があります。（Chukeatiroteら、[2018](#)）。

BAの蓄積または形成、およびFSFにおける食品病原菌による汚染は、人間の主要な健康リスクの原因です。したがって、食品の安全性と品質を改善するための解決策は、デカルボキシラーゼ活性がなく、その有益な代謝および機能特性（生体保護およびBA分解特性）を備えた定義済みのスターターカルチャーを使用することです。

## 結論

私たちは微生物学のポストゲノミクスとプロテオミクスの時代にあり、微生物について多くの研究が行われてきました。研究者たちは、食品の発酵、遺伝子工学からの抗菌剤の生成、貴重な栄養製品の生産のために微生物を利用してきました。微生物は、食品および製菓業界に新しい可能性を開いています。バチルス属、FSFに存在する重要な微生物である、業界におけるアプリケーションの多さを示しており、これらの種は、リスト（一般的に安全とみなさ）食品医薬品局のGRASに含まれています。

民族発酵大豆食品は、東南アジア諸国の人々の伝統的な主要な食事である植物性タンパク質の費用効果の高い供給源です。バチルスこれらのFSFに存在する種は、発酵の過程でレンダリングされるだけでなく、イソフラボン、リポペプチド、タンパク質加水分解物、酵素などのいくつかの有益な化合物も生成します。これらのFSFの生物活性化合物は、ACE阻害、抗酸化、抗腫瘍、抗糖尿病、抗菌、抗高血圧、抗アレルギー、および免疫調節の特性を示します。有益な特性を持つFSFの生物活性化合物に関する研究は、機能性食品や健康補助食品の調製に適用できます。FSFの栄養価は抗栄養特性によって隠されていますが、それに関連する特定の健康上のリスクがあります。臨床的証拠は、FSFが適度に消費された場合、FSFに関連するいくつかの健康リスクがあることを宣言しています。によって生成される破滅的な効果FSFのバチルスは食中毒を引き起こしました。したがって、それは人間にとって有毒な物質であると考えられています。これらの食品に関連する他の有害な影響は、*B. cereus*や*B. thuringiensis*などの食品病原菌による汚染と遅発性アナフィラキシーです。そのため、より安全な食品への需要は、FSFの非有益な効果に関連する研究の進歩をもたらしました。このレビューでは、BAの生産に関連する知識とその含有量を減らすための可能な手段について、食品病原菌やMAOIによる食中毒などの他の健康リスクについて説明しました。したがって、FSFに存在する中毒物のレベルを監視するために食品安全対策を講じる必要があります。

結論として、FSFに存在する枯草菌種は無数の健康上の利点を示すことが証明されているため、これらの食品は、食品の安全性と品質を維持するために効率的な介入が実施された場合にのみ、人間が消費するための強力な選択肢となります。

## 今後の展望

近年、イソフラボン、リポペプチド、タンパク質加水分解物、酵素などのFSF由来の生物活性化合物に関する科学研究により、幅広い機能が示されています。いくつかの研究では、これらの生物活性化合物のin vitroでの活性と効果が示されていますが、in vivoでの効果に直接関連付けることは

できません。これは、これらの化合物の分解および修飾に関する代謝機能がインビボ条件で変化する可能性があるためです。さらに、バチルス属菌が産生する生物活性分子のメカニズムと活性については、まだ研究が行われていません。有益な製品として商品化するために、病原性微生物に対してFSFに存在します。バチルスとしてFSFから分離された種は、効果的なプロバイオティクス活性を持っていると考えられているため、これらの微生物は、抗生物質耐性が高まっている世界で抗生物質の有望な代替品として使用できます。免疫無防備状態の患者のためのこれらの生物活性化合物の安全性と品質を改善することに関する研究もまだ行われていません。FSFの生物活性化合物に関する研究は、機能的食品や健康補助食品の調製に適用できる有益な特性を持っていることが証明されています。

## 謝辞

---

適用できない

## 略語

---

FSF	大豆発酵食品
ラボ	乳酸菌
PGA	ポリガンマグルタミン酸
エース	アンジオテンシンI変換酵素
CVD	心血管疾患
NK	ナットウキナーゼ
TGF	トランスフォーミング成長因子
SPM	スペルミン
SPD	スペルミジン
TNF $\alpha$	腫瘍壊死因子アルファ
COX2	シクロオキシゲナーゼ-2
iNOS	一酸化窒素シンターゼ
IL-6	インターロイキン-6
CPT-1	カルニチンパルミトイルトランスフェラーゼ-1
SBM	大豆粕
BMP 2	骨形成タンパク質2
OPG	オステオプロテゲリン
BMD	骨塩密度
OC	オステオカルシン
MGP	マトリックスメカニカルノックアウトタンパク質
DALYs	障害調整生存年
T2D	2型糖尿病
IAUC	曲線の下増分領域
NAFLD	非アルコール性脂肪性肝疾患
HFD	高脂肪食
LFSP	豆醬の長期発酵

TCM	漢方薬
BA	生体アミン
ODC	オルニチンデカルボキシラーゼ
LDC	リシンデカルボキシラーゼ
MAOI	モノアミンオキシダーゼ阻害剤
置く	プトレシン
CAD	カダベリン
FSB	発酵大豆バクテリオファージ
GRAS	一般的に安全と見なされます

## 著者の貢献

---

このレビューペーパーの完成は、すべての著者の協力によって達成されました。TrishalaGopikrishnaとHariniKeerthana Suresh Kumarが情報を収集し、原稿を書きました。KumarPerumalとElavarashiElangovanが記事をレビューし、提案を提供しました。著者は最終原稿を読んで承認しました。

## 資金調達

---

著者は資金提供を受けていません。

## データと資料の入手可能性

---

適用できない

## 宣言

---

倫理的承認と参加への同意

適用できない

公開の同意

適用できない

競合する利益

著者は、競合する利益を宣言していません。

## 脚注

---

### 出版社のメモ

Springer Natureは、公開された地図および所属機関の管轄権の主張に関して中立のままです。

## 寄稿者情報

Trishala Gopikrishna、Eメール：[gopikrishnatrishala@gmail.com](mailto:gopikrishnatrishala@gmail.com)。

Harini Keerthana Suresh Kumar、Eメール：[harinikeerthana.s@gmail.com](mailto:harinikeerthana.s@gmail.com)。

Kumar Perumal、Eメール：[kumar.p@sriramachandra.edu.in](mailto:kumar.p@sriramachandra.edu.in)。

Elavarashi Elangovan、Eメール：[elavarashi@sriramachandra.edu.in](mailto:elavarashi@sriramachandra.edu.in)。

## 参考文献

1. AlkhatibA. コロナウイルスの抗ウイルス機能性食品と運動ライフスタイルの予防。栄養素。2020; 12 (9) : 2633。土井：10.3390 / nu12092633。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
2. 荒木R、藤江K、ゆいねN、渡部Y、丸夫K、鈴木H、橋本K.食後の初期段階でのガンマポリグルタミン酸に富む納豆による食後血糖値の上昇の抑制の可能性：無作為化クロスオーバーパイロット勉強。栄養素。2020; 12 (4) : 915。土井：10.3390 / nu12040915。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
3. Bahuguna A、Shukla S、Lee JS、Bajpai VK、Kim SY、Huh YS、Han YK、Kim M. Garlicは、韓国の伝統的な豆醬ペーストであるテンジャンの機能のおよび栄養的行動を強化します。 *Sci Rep*.2019 ;9 (1) : 5436。土井：10.1038 / s41598-019-41691-3。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
4. ブキヤナンGS、ジョアンC、メルビンT、メリットB、ビショップC、シュラーFD (2016) ビタミンK2 (メナキノン) サプリメントと心血管疾患、骨粗鬆症、および癌におけるその利点。 *マーシャルJメッド* 2 (3) 。10.18590 / mjm.2016.vol2.iss3.8
5. Cai D、Liu M、Wei X、Li X、Wang Q、Nomura CT、Chen S.血糖降下化合物、1-デオキシノジリマイシン (DNJ) 、および栄養補助食品の高レベル生産のためのバチルスアミロリケファシエンスHZ-12の使用発酵による大豆。 *ApplBiochemBiotechnol*。2017; 181 (3) : 1108–1122。土井：10.1007 / s12010-016-2272-8。 [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
6. Cai Z、Liu Q (2019) 2018年の世界のがん統計を理解する：がん対策への影響。 *科学チャイナライフサイエンス*。10.1007 / s1142701998161
7. Cao XH、Liao ZY、Wang CL、Yang WY、Lu MF 納豆菌TK-1由来のリポペプチドバイオサーファクタントの、抗接着、抗菌および抗腫瘍活性の潜在的な供給源としての評価。 *ブラズJマイクロビオール*。2009; 40 : 373–379。土井：10.1590 / S1517-83822009000200030。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
8. Cha YS、Yang JA、Back HI、Kim SR、Kim MG、Jung SJ、Song WO、Chae SW 太りすぎの成人では、豆醬のテンジャンを補給することで、内臓脂肪と体重が減少します。 *Nutr Res Pract*。2012; 6 (6) : 520–526。土井：10.4162 / nrp.2012.6.6.520。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
9. Chang MI、Kim JY、Kim US、Baek SH ナタマメから作られたチョングッチャン粉末を添加したコチュジャンの抗酸化、チロシナーゼ阻害、および抗増殖活性。 *KFST*。2013; 45 : 221–226。 [ [Google Scholar](#) ]

10. Chatterjee C、Gleddie S、Xiao CW 大豆生物活性ペプチドとその機能特性。栄養素。2018; 10 (9) : 1211。土井 : 10.3390 / nu10091211。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
11. Chen H、McGowan EM、Ren N、Lal S、Nassif N、Shad-Kaneez F、Qu X、Lin Y. ナットウキナーゼ : 心血管疾患の予防と治療における有望な代替手段。バイオマークインサイト。2018; 13 : 11772711918785130。土井 : 10.1177 / 1177271918785130。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
12. Chen KI、Erh MH、Su NW、Liu WH、Chou CC、Cheng KC 大豆食品および大豆製品 : 従来の使用から現代の用途まで。 *Appl Microbiol Biotechnol*。2012; 96 (1) : 9–22。土井 : 10.1007 / s00253-012-4330-7。 [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
13. Chen YH、Liu XW、Huang JL、Baloch S、Xu X、Pei XF 中国の伝統的な発酵大豆である水堂内の微生物多様性と化学分析。 *Int Food Res J*。2019; 116 : 1289–1297。土井 : 10.1016 / j.foodres.2018.10.018。 [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
14. Chettri R、Bhutia MO、Tamang JP インドの発酵大豆食品であるキネマから分離されたポリ- $\gamma$ -グルタミン酸 (PGA) 産生枯草菌種。 *フロント微生物フロンティア*。2016; 7 : 971。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [Google Scholar](#) ]
15. Chettri R、Tamang JP インド北東部の自然発酵大豆食品であるトゥングリンバイとベカンの機能特性。 *IJFF*。2014; 3 (1) : 87–103。土井 : 10.5958 / 2321-712X.2014.01311.8。 [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
16. Chettri R、Tamang JP インドの自然発酵大豆食品であるツングリンバイとベカンから分離された枯草菌種。 *Int J 食品微生物*。2015; 197 : 72–76。土井 : 10.1016 / j.ijfoodmicro.2014.12.021。 [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
17. チェ・JH、チョン・MJ、ジョン・DY、オー・DH。ヒト初代免疫細胞における大豆発酵製品からのイソフラボン配糖体とエタノール抽出物の免疫刺激活性。 *Jメッドフード*。2014; 17 (10) : 1113–1121。土井 : 10.1089 / jmf.2013.3040。 [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
18. Choi JH、Pichiah PBT、Kim MJ、Cha YS *B. licheniformis* 67で発酵させた味噌である Cheonggukjangは、高脂肪食誘発性肥満マウスの体重増加を防ぎ、血糖コントロールを改善します。 *J Clin Biochem Nutr*。2016; 59 (1) : 31–38。土井 : 10.3164 / jcbn.15-30。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
19. Chukeatirote E、Phongtang W、Kim J、Jo A、Jung LS、Ahn J. 発酵大豆におけるバクテリオファージの重要性 : レビュー。 *Biomol* の概念。2018; 9 (1) : 131–142。土井 : 10.1515 / bmc-2018-0012。 [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
20. Das D、Sarkar S、Bordoloi J、Wann SB、Kalita J、Manna P. Daidzein、2型糖尿病に関連するグルコースおよび脂質代謝障害と血管炎症に対するその影響。 *BioFactors*。2018; 44 (5) : 407–417。土井 : 10.1002 / biof.1439。 [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
21. Deb CR、Jamir B. Akhuni / Axoneからの微生物の栄養評価と分子同定 : インド、ナガランドの大豆ベースの発酵食品。 *J Adv Biol*。2018; 11 : 2170–2179。土井 : 10.24297 / jab.v11i1.7118。 [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
22. Dimidi E、Cox SR、Rossi M、Whelan K. 発酵食品 : 定義と特性、腸内細菌叢への影響、胃腸の健康と病気への影響。 *栄養素*。2019; 11 (8) : 1806。土井 : 10.3390 / nu11081806。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]

23. ドンJY、木村T、池原S、崔M、川西Y、木村T、上田K、磯H.大豆の消費と妊娠糖尿病の発生率：日本環境と子供の研究。 *Eur J Nutr.* 2020; 60 (2) : 897–904。土井：10.1007 / s00394-020-02294-1。 [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
24. Eom JS、Choi HS。発酵大豆製品における *Bacillus amyloliquefaciens* RD7-7 による *Bacillus cereus* の増殖と毒素産生の阻害。 *J Microbiol Biotechnol.* 2016; 26 (1) : 44–55。土井：10.4014 / jmb.1509.09090。 [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
25. Eom JS、Lee SY、Choi HS。伝統的な発酵大豆食品からの *Bacillus subtilis* HJ18-4 は、*Bacillus cereus* の成長と毒素関連遺伝子を阻害します。 *J 食品科学* 2014; 79 : M2279–M2287。土井：10.1111 / 1750-3841.12569。 [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
26. Eom JS、Seo BY、Choi HS。従来の発酵大豆食品から分離されたバチルス種による生体アミン分解とデカルボキシラーゼ関連遺伝子の検出。 *J Microbiol Biotechnol.* 2015; 25 (9) : 1519–1527。土井：10.4014 / jmb.1506.06006。 [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
27. Frias J、Penas E、Martinez-Villaluenga C。健康と病気の予防における発酵食品。2017.第16章 栄養と健康増進における発酵豆類。pp. 385–416。 [ [Google Scholar](#) ]
28. Fu YJ、Yan YQ、Qin HQ、Wu S、Shi SS、Zheng X、Wang PC、Chen XY、Tang XL、Jiang ZY インフルエンザウイルスに感染したマウスの TLR7 / NF- $\kappa$ B シグナル伝達経路に対する漢方治療のさまざまな原理の影響。 *チンメッド*。2018; 13 (1) : 42。土井：10.1186 / s13020-018-0199-4。 [ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
29. Gan P、Jin D、Zhao X、Gao Z、Wang S、Du P、Qi G. *Bacillus* が産生するサーファクチンは、ApoE (-/-) マウスのアテローム性動脈硬化症の慢性炎症を軽減します。 *Int Immunopharmacol.* 2016; 35 : 226–234。土井：10.1016 / j.intimp.2016.03.043。 [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
30. Handa CL、Zhang Y、Kumari S、Xu J、Ida EI、Chang SKC 加工方法とタンパク質単離によって影響を受ける大豆食品のアンギオテンシン変換酵素 (ACE) 阻害の比較研究。 *プロセス*。2020; 8 (8) : 978。土井：10.3390 / pr8080978。 [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
31. Hong SW、Choi JY、Chung KS 韓国の伝統的な発酵大豆食品である Chungkookjang からの細菌群集の培養ベースおよび変性剤濃度勾配ゲル電気泳動分析。 *J 食品科学* 2012; 77 : 572–578。土井：10.1111 / j.1750-3841.2012.02901.x。 [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
32. Hu Y、Yu D、Wang Z、Hou J、Tyagi R、Liang Y、Hu Y。伝統的な中国の発酵大豆食品である豆豉からスクリーニングされた枯草菌 DC27 からの新規で非常に強力な線維素溶解酵素の精製と特性評価。 *Sci Rep.* 2019; 9 (1) : 9235。土井：10.1038 / s41598-019-45686-y。 [ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
33. Huy DNA、Haom PA、Hung MPV。枯草菌のスクリーニングと同定。高い線維素溶解酵素生産のために伝統的なベトナムの大豆発酵製品から分離されました。 *Int Food Res J.* 2016; 23 : 326–331。 [ [Google Scholar](#) ]
34. 伊部聡、吉田晃、熊田晃、鶴神聡、古庄毅、音部晃。自然発症高血圧ラットにおける納豆の降圧効果。 *食品科学技術*。2009; 15 : 199–202。 [ [Google Scholar](#) ]
35. 猪俣N、大須奈H、川野K、山口J、柳町M、松倉S、池沢Z. 枯草菌発酵大豆 (納豆) 摂取後の遅発性アナフィラキシー：7人の患者の臨床レビュー。 *Allergol Int.* 2007; 56 (3) : 257–261。土井：10.2332 / allergolint.O-06-460。 [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

36. Jaghsi S (2019) ビタミンKと骨粗鬆症の関係。Bone Regen 10.5772 /intechopen.89656。2019年11月21日にアクセス
37. チャンM、ジョンDW、リーJH 自然発酵大豆製品であるメジュの優勢なバチルス、エンテロコッカス、およびスタフィロコッカス種の同定。MBL。2019; 47 : 359–363。[ [Google Scholar](#) ]
38. Jeon HH、Jung JY、Chun BH、Kim MD、Baek SY、Moon JY、Yeo SH、Jeon CO。低塩味噌（テンジャン）を発酵させるための潜在的なバチルススターターカルチャーのスクリーニングと特性評価*J Microbiol Biotechnol*。2016; 26 (4) : 666–674。土井 : 10.4014 /jmb.1512.12014。[ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
39. チョンDY、デイリーJW、リーGH、龍MS、ヤンHJ、チョンSY、秋JY、張T、とパークS。短期納豆バチルス・アミロリケファシエンス増強インスリン分泌能と改善腸microbiomeの多様性とアジアを軽減するための腸の整合性を2型糖尿病の症状。*J Agric Food Chem*。2020; 68 (46) : 13168–13178。土井 : 10.1021 /acs.jafc.9b07962。[ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
40. 鎌田M、長谷S、藤井K、三宅M、佐藤K、木村K、榊原Y。無塩発酵大豆食品から分離された枯草菌株の全ゲノム配列決定と比較ゲノム解析。*PLoS One*。2015; 10 (10) : e0141369。土井 : 10.1371 /journal.pone.0141369。[ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
41. Khosravi A、Razavi SH (2021) 発酵大豆および黒豆製品におけるポリフェノールの治療効果。*J Funct Foods* 81 : 1756–4646。10.1016 /j.jff.2021.104467
42. Kim JS、Lee H、Nirmala FS、Jung CH、Jang YJ、Ha TY、Ahn J。乾式発酵大豆食品（Cheonggukjang）は、老化促進マウス傾向6モデルの老人性骨粗鬆症を改善します。*Jメッドフード*。2019; 22 (10) : 1047-1057。土井 : 10.1089 /jmf.2018.4335。[ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
43. キムMJ、クワクHS、ジョンHY、キムSS 韓国の発酵大豆ペースト（テンジャン）の感覚属性に関連する微生物群集*Int Food Res J*。2016; 89 (Pt 1) : 724–732。土井 : 10.1016 /j.foodres.2016.09.032。[ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
44. キムMS、キムB、パークH、ジY、ホルザプフェルW、キムDY、ヒョンCK 長期豆醬ペーストは、高脂肪食誘発性肥満マウスの非アルコール性脂肪性肝疾患およびインスリン抵抗性に関連する代謝パラメーターを改善します。*Biochem Biophys Res Commun*。2018; 495 (2) : 1744–1751。土井 : 10.1016 /j.bbrc.2017.12.003。[ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
45. キムY、チョJY、ククJH、ムーンJH、チョJI、キムYC、パークKH。発酵大豆Chungkook-Jangから分離された*Bacilluslicheniformis*が産生するフェニル酢酸の同定と抗菌活性*Curr Microbiol*。2004; 48 (4) : 312–317。土井 : 10.1007 /s00284-003-4193-3。[ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
46. 児島晃、池原晋、神谷晃、梶田悦、佐藤悠、幸田晃、玉城淳、鏡森晋、壺岐正夫。納豆摂取は閉経後の日本人女性の骨粗鬆症性骨折リスクと逆相関している。*J Nutr*。2019; 150 : 599–605。土井 : 10.1093 /jn / nxz292。[ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
47. クォンMJ、リーCL、ユンKS。豆腐中の下痢型と催吐型のセレウス菌のリスク比較。微生物。2019; 7 (11) : 536。土井 : 10.3390 /microorganisms7110536。[ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

48. クォンMJ、リーMS、ユンKS。韓国の小売市場での包装豆腐中のセレウス菌のリスク評価研究。 *FoodSciBiotechnol*. 2020; 29 (3) : 339–350。土井 : 10.1007 / s10068-019-00670-0。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
49. Lee EJ、Hyun J、Choi YH、Hurh BS、Choi SH、Lee I.パイロットプラント規模での自生混合スターターを使用した安全で風味豊かなテンジャン（韓国の豆醬）の開発。 *J食品科学* 2018; 83 (6) : 1723–1732。土井 : 10.1111 / 1750-3841.14166。 [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
50. Lee JH、Nam SH、Seo WT、Yun HD、Hong SY、Kim MK、Cho KM 潜在的なプロバイオティクス枯草菌CSY191によるチョングクジャンの発酵中のサーファクチンの産生およびその結果としてのMCF-7ヒト乳癌細胞の増殖抑制。 *食品化学*. 2012; 131 (4) : 1347–1354。土井 : 10.1016 / j.foodchem.2011.09.133。 [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
51. Lee JY、Kim Y、Her JY、Kim MK、Lee KG 食品添加物を使用した豆醬ペースト中の生体アミン含有量の削減。 *J食品科学技術*. 2018; 98 : 470–476。 [ [Google Scholar](#) ]
52. Lee JY、Shim JM、Yao Z、Liu X、Lee KW、Kim HJ、Ham KS、Kim JH 発酵大豆食品から分離されたEMD17の抗菌活性とスターターとしての使用の可能性。 *FoodSciBiotechnol*. 2016; 25 (2) : 525–532。土井 : 10.1007 / s10068-016-0073-z。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
53. Lee MH、Lee J、Nam YD、Lee JS、Seo MJ、Yi SH 枯草菌によって産生される抗菌性リポペプチドの特性化。韓国の伝統的な発酵大豆食品であるChungkookjangから分離されたLM7。 *IntJ食品微生物*. 2016; 221 : 12–18。土井 : 10.1016 / j.ijfoodmicro.2015.12.010。 [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
54. Lee SG、Chang HC 韓国の伝統的な発酵大豆食品であるチョングクジャンのスターターカルチャーとしての枯草菌SN7の評価、およびチョングクジャンのバチルスセレウスを制御する能力。 *Jフードコントロール*. 2017; 73 : 946–953。土井 : 10.1016 / j.foodcont.2016.10.015。 [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
55. Lin Q、Sirisansaneeyakul S、Wang Q、McElhatton A. *Yunnan*発酵豆腐 : *Furu (Lufu)*。伝統的な食品プロセスと製品の近代化。 2016. pp. 125–144。 [ [Google Scholar](#) ]
56. Lin X、Xu Y、Pan X、Xu J、Ding Y、Sun X、Song X、Ren Y、Shan PF グローバル、地域、および国民負担と195個の国と地域における糖尿病の動向 : 1990年から2025年までの分析サイエンス議員。 2020; 10 (1) : 14790。土井 : 10.1038 / s41598-020-71908-9。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
57. Liu K. *Soybeans* : 化学、技術、および利用。米国 : Springer; 2012。 [ [Google Scholar](#) ]
58. Liu Y、He Y、Baorong H、Lingbo K (2020) 閉経周辺期の女性の骨塩密度に対する納豆の抗骨粗鬆症効果。 *Curr Med Chem* 27. 10.2174 / 0929867327666200306123140 [ [PubMed](#) ]
59. Lu S、Ji H、Wang Q、Li B、Li K、Xu C、JiangC. 伝統的な中国の燻製馬肉ソーセージにおける生体アミン蓄積に対するスターターカルチャーと植物抽出物の影響。 *Jフードコントロール*. 2015; 50 : 869–875。土井 : 10.1016 / j.foodcont.2014.08.015。 [ [CrossRef](#)] [ [Google Scholar](#) ]
60. Mah JH、Park YK、Jin YH、Lee JH、Hwang HJ アジアの発酵大豆食品における生体アミンの細菌生産と管理 食品 (スイス、バーゼル) 2019; 8 : 85。 [ [PMC無料記事](#)] [ [PubMed](#)] [ [Google Scholar](#) ]

61. マーJH. 発酵大豆食品：生体アミン、オースティンの重要性。 *J Nutr FoodSci*. 2015; 3 : 1058. [ [Google Scholar](#) ]
62. Melini F, Melini V, Luziatelli F, Ficca AG, Ruzzi M. 発酵食品の健康増進成分：最新の系統的レビュー。 *栄養素*. 2019; 11 (5) : 1189. 土井：10.3390/nu11051189. [ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
63. Mohanasrinivasan V, Mohanapriya A, Potdar S, Chatterji S, Konne S, Kumari S, Keziah SM, Devi CS ナットウキナーゼの線維素溶解活性に関する invitro および insilico 研究： *Bacillus* sp. からの血餅バスター。 *フロントバイオ*. 2017; 12 (3) : 219–225. 土井：10.1007/s11515-017-1453-3. [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
64. Moukette BM, Pieme CA, Njimou JR, Biapa CPN, Marco B, Ngogang JY スパイスとして使用される非木材林産物： *Monodora myristica* の invitro 抗酸化特性、抽出物のフリーラジカル除去活性、およびポリフェノール組成。 *バイオ解像度* 2015; 48 (1) : 15. 土井：10.1186/s40659-015-0003-1. [ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
65. ナムYD、イーSH、リムSI バーコード付きパイロシーケンスによって分析された、韓国の伝統的な発酵食品であるチョングッチャンの細菌の多様性。 *食品管理*. 2012; 28 (1) : 135–142. 土井：10.1016/j.foodcont.2012.04.028. [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
66. グエンT、グエンCH. 枯草菌1423によって大豆発酵で生成されたプロテアーゼ内容に影響を与える要因の決意エネルギー議員を。 2020; 6 : 831–836. 土井：10.1016/j.egyr.2019.11.011. [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
67. Nout R (2015) 大豆の品質、安全性、生体機能性、発酵制御。発酵食品および飲料の進歩。 *エルゼビア*, 409–434ページ。 10.1016/b978-1-78242-015-6.00018-9
68. Otang-Mbeng W, Otunola GA, Afolayan AJ 南アフリカ、東ケープ州のンコンコベ市における肥満と太りに関するライフスタイル要因と併存疾患。 *J Health Popul Nutr*. 2017; 36 (1) : 22. 土井：10.1186/s41043-017-0098-9. [ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
69. Ouassou H, Kharchoufa L, Bouhrim M, Daoudi NE, Imtara H, Bencheikh N, ELbouzidi A, Bnouham M. コロナウイルス病2019 (COVID-19) の病因：評価と予防。 *J Immunol Res*. 2020; 2020 : 1–7. 土井：10.1155/2020/1357983. [ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
70. Özogul Y, Özogul F (2019) 生体アミンの形成、毒性、食品の規制：分析、発生および毒性。 *R Soc Chem* 第1章 : 1–17. 10.1039/9781788015813-00001
71. Park KM, Kim HJ, Jeong MC, Koo M. 韓国の豆醬ペーストであるテンジャンにおける毒素産生セレウス菌とバチルスチューリンゲンシスの発生。 *J Food Prot*. 2016; 79 (4) : 605–612. 土井：10.4315/0362-028X.JFP-15-416. [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
72. Ping SP, Shih SC, Rong CT, King WQ 発酵期間中の枯草菌の様々な培養による納豆のイソフラボンアグリコン含有量と抗酸化活性の影響。 *J Nutr FoodSci*. 2012; 2 : 153. [ [Google Scholar](#) ]
73. Rai AK, Sanjukta S, Chourasia R, Bhat I, Bhardwaj PK, Sahoo D. プロテアーゼ、 $\beta$ -グルコシダーゼおよび $\alpha$ -アミラーゼを使用した生物活性加水分解物の生産 キネマから分離されたバチルス属菌の。 *Bioresour Technol*. 2017; 235 : 358–365. 土井：10.1016/j.biortech.2017.03.139. [ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

74. Rezac S、Kok CR、Heermann M、およびHutkins R (2018) 生きた有機体の食事源としての発酵食品。フロント微生物9 : 1785、DOI : 10.3389 /fmicb.2018.01785。【[PMC無料記事](#)】  
【[PubMed](#)】
75. Rhayat L、Maresca M、Nicoletti C、Perrier J、Brinch KS、Christian S、Devillard E、Eckhardt E。腸のバリア機能と炎症反応に対する菌株の影響。フロント *Immunol*。2019; 10 : 564。土井 : 10.3389 /fimmu.2019.00564。[ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ]  
[ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
76. リチャード A、マルガリティス A。枯草菌によるポリ (グルタミン酸) 発酵のレオロジー、酸素移動、および分子量特性。 *Biotechnol Bioeng*。2003; 82 (3) : 299–305。土井 : 10.1002 /bit.10568。[ [PubMed](#) ] [ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
77. ローゼン CJ。骨粗鬆症の疫学と病因。エンドテキスト。 *MDText.com*。Inc. サウスダートマス (MA) NBK279134。2020年。[ [Google Scholar](#) ]
78. Sanjukta S、Rai AK 大豆発酵中の生理活性ペプチドの生産とそれらの潜在的な健康上の利点。 *トレンド食品科学技術*。2016; 50 : 1–10。土井 : 10.1016 /j.tifs.2016.01.010。  
[ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
79. Sanjukta S、Rai AK、Muhammed A、Jeyaram K、Talukdar NC。タンパク質分解枯草菌発酵によるシッキムヒマラヤ地域の2つの大豆品種の抗酸化特性の強化。 *Jファンクトフーズ*。2015; 14 : 650–658。土井 : 10.1016 /j.jff.2015.02.033。[ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
80. Seo JH、Lee SP *Bacillus firmus* NA-1で発酵させた大豆グリッツからの線維素溶解酵素の生産。 *Jメッドフード*。2004; 7 (4) : 442–449。土井 : 10.1089 /jmf.2004.7.442。[ [PubMed](#) ]  
[ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
81. Shahzad R、Shehzad A、Bilal S、およびLee IJ (2020) 発酵大豆の生化学的および栄養的組成を増強するための新しい潜在的菌株としてのバチルスアミロリケファシエンスRWL-1。 *分子* 25 : 2346。10.3390 /molecules25102346 [ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ]
82. シン D、ジョン D。韓国の伝統的な発酵大豆製品 : チャン。 *JEthnFoods*。2015; 2 (1) : 2–7。土井 : 10.1016 /j.jef.2015.02.002。[ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
83. Singh B、Karan R、Singh V。ナガランドの発酵大豆食品である Axone-Akhuni の微生物の品質と安全性。 *能登-メッド* です。2014; 2014 : 13。[ [Google Scholar](#) ]
84. Singh TA、Devi KR、Ahmed G、Jeyaram K。インド北東部の伝統的な発酵食品における線維素溶解活性の微生物および内因性起源。 *Int Food Res J*。2014 ; 55 : 356–362。土井 : 10.1016 /j.foodres.2013.11.028。[ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
85. Sopheap E、Thavrak H、Borarin B、Chim C、Inatsu Y。カンボジアで生産された発酵大豆 (SIENG) の品質と安全性を向上させるためのスターターカルチャーとしての抗菌性枯草菌株の適用。 *J Food Eng*。2019; 9 : 333–353。[ [Google Scholar](#) ]
86. Sözen T、Özışık L、Başaran NÇ。骨粗鬆症の概要と管理。 *Eur J Rheumatol Inflamm*。2017; 4 (1) : 46–56。土井 : 10.5152 /eurjrheum.2016.048。[ [PMC無料記事](#) ] [ [PubMed](#) ]  
[ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]
87. Su-Yeon K、Hyeong-Eun K、Yong-Suk K。Cheonggukjang (韓国の発酵無塩味噌) における *B.cereus* の増殖阻害および生体アミンの減少に対する *Bacillus licheniformis* 菌株の可能性食品管理。2017; 79 : 87–93。土井 : 10.1016 /j.foodcont.2017.03.028。[ [CrossRef](#) ] [ [Google Scholar](#) ]

88. Tamang J, Thapa N, Tamang B, Rai A, Chettri R. 発酵食品および飲料中の微生物。タマン、J (ed) 健康上の利点発酵食品飲料。2015; 6 : 1–110。 [[Google Scholar](#)]
89. タマンJP。インドの自然発酵したエスニック大豆食品。 *JEthnFoods*。2015; 2 (1) : 8–17。土井 : 10.1016 /j.jef.2015.02.003。 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
90. タマンJP、シンDH、ジョンSJ、チェSW 発酵食品中の微生物の機能特性。食品微生物。2016; 7 : 578。 [[PMC無料記事](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
91. Tashiro A, Shaw R. COVID-19日本におけるパンデミック反応：曲線の最初の平坦化の背後にあるものは何ですか？持続可能性。2020; 12 (13) : 5250。土井 : 10.3390 / su12135250。 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
92. Vallabha VS, Tiku PK. 大豆たんぱく質を発酵により誘導した降圧ペプチド。 *Int J PeptRes Ther*。2014; 20 (2) : 161–168。土井 : 10.1007 / s10989-013-9377-5。 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
93. Vann K, Techaparin A, Apiraksakorn J. GABAが豊富な豆腐生産のための潜在的なツールとしての豆の発芽。 *J食品科学技術*。2020; 57 (11) : 3947–3954。土井 : 10.1007 / s13197-020-04423-4。 [[PMC無料記事](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
94. Wang H, Zhang S, Sun Y, Dai Y. 機能性食品として発酵大豆ミールから単離されたACE阻害ペプチド。 *IJFE*。2013; 9 (1) : 1–8。土井 : 10.1515 / ijfe-2012-0207。 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
95. Wang Y, Liu XT, Wang HL, Li DF, Piao XS, Lu WQ 固形発酵大豆ミールの加工条件の最適化と離乳豚の成長能力と栄養消化率への影響 生き生きとした科学。2014; 170 : 91–99。土井 : 10.1016 /j.livsci.2014.07.020。 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
96. Woo YP, Fung WY, Easa AM, Liong MT. プロバイオティクス発酵大豆食品：利点と強化された生物活性。 *アクタアリメント*。2009; 38 (3) : 381–391。土井 : 10.1556 / AAAlim.2009.0003。 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
97. Xu D, Wang Y, Sun L, Liu H, Li J. エビの腸炎ビブリオに対する枯草菌由来の新規抗菌ペプチドAMPNT-6の阻害活性。 *食品管理*。2013; 30 (1) : 58–61。土井 : 10.1016 /j.foodcont.2012.07.025。 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
98. ヤンA、ズオL、チェンY、ウーZ、リーX、トンP、チェンH. 微生物による固体発酵による大豆ミールの主要アレルゲンの分解とアレルゲン性の低下。 *食品機能*。2018; 3 : 1899–1909。土井 : 10.1039 / C7FO01824J。 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
99. ヤンH、ヤンL、チャンJ、リーH、トゥZ、ワンX. 伝統的な中華料理、アスペルギルス型豆豉の発酵における機能的なコアバクテリアの調査。 *PLoS One*。2019; 14 (12) : e0226965。土井 : 10.1371 /journal.pone.0226965。 [[PMC無料記事](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
100. ヤンHJは、クォン・DY、キム・HJ、キムMJ、ユングDY、カンHJ、キム・DS、カン・S、ムンNR、新BK、とパークS. 発酵大豆バチルス・リケニホルミスは、糖尿病における認知機能とグルコースhomeostasisを向上させるために彼らの能力を増強します実験的アルツハイマー型認知症のラット。 *Eur J Nutr*。2014; 54 : 77–88。土井 : 10.1007 / s00394-014-0687-y。 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
101. Yang J, Wu XB, Chen HL, Sun-Waterhouse D, Zhong HB, Cui C. 大豆ミール副産物の栄養価を改善するための付加価値アプローチ：バチルスアミロリケファシエンスSWJS22による発酵による抗酸化活性の強化。 *食品化学*。2019; 272 : 396–403。土井 : 10.1016

- /j.foodchem.2018.08.037。 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
102. ヤンY、イスラムMS、ワンJ、リーY、チェンX. 2019年の新しいコロナウイルス (SARS-CoV-2) に感染した患者の治療における伝統的な漢方薬：レビューと展望。 *Int J BiolSci*. 2020; 16 (10) : 1708–1717。土井：10.7150 /ijbs.45538。 [[PMC無料記事](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
103. Yeo IC、Lee NK、Cha CJ、Hahm YT 枯草菌SCK-2由来の抗菌ペプチドのセレウス菌に対する狭い拮抗活性。 *J BiosciBioeng*. 2011; 112 (4) : 338–344。土井：10.1016 /j.jbiosc.2011.06.011。 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
104. Yeo IC、Lee NK、Hahm YT 伝統的な韓国の発酵大豆食品から分離された、バチルスセレウスグループに拮抗する枯草菌SC-8のゲノム配列決定。 *Jバクテリオール*. 2011; 194 : 536–537。土井：10.1128 /JB.06442-11。 [[PMC無料記事](#)] [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
105. Zheng L、Li D、Li ZL、Kang LN、Jiang YY、Liu XY、Chi YP、Li YQ、Wang JH 大豆ミールのタンパク質微細構造と抗栄養因子に対するバチルス発酵の影響。 *Lett ApplMicrobiol*. 2017; 65 (6) : 520–526。土井：10.1111 /lam.12806。 [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]
106. Zheng YF、Jeong JK、Choi HS、ParkKY. 枯草菌-SKmで発酵させたチョングッチャンの品質特性と生理学的効果の向上。 *J韓国Soc食品科学栄養素*. 2011; 40 (12) : 1694–1699。土井：10.3746 /jkfn.2011.40.12.1694。 [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]