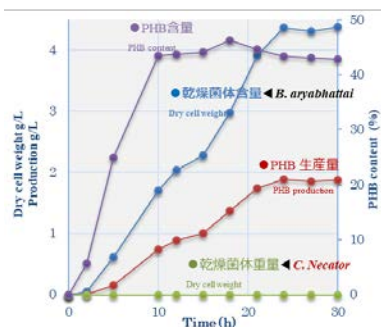


# Bacillus aryabhatai は農作物残渣内の澱粉からバイオプラスチックを生産する

## Bacillus aryabhatai produces bioplastics from starch in crop residues

本研究では、膨大な量の農作物残渣に由来する環境負荷を軽減し、有用なバイオマス資源として活用する技術開発の一環として、澱粉から直接バイオプラスチックの一種であるポリヒドロキシ酪酸(PHB)生産が可能な細菌を探索し、バイオプラスチック生産の有効性を検討した。日本の土壌から新たに単離した細菌 *Bacillus aryabhatai* はアミラーゼ遺伝子(*amyA*)を保有し、菌体外に分泌した澱粉分解酵素(アミラーゼ)による澱粉分解によってグルコース生産してPHBを体内に蓄積する。本菌を用いることで、澱粉分解酵素や遺伝子組換え菌を利用することなく、キャッサバパルプやオイルパーム廃棄木等の残渣から直接、PHBを生産できるため、バイオプラスチック生産のコスト削減や農作物残渣の処理、環境負荷の低減等が期待できる。

In this research, a technology for reducing environmental burden was developed by isolating bioplastic-producing bacteria. *Bacillus aryabhatai*, a bacterium newly isolated from Japanese soil, has an amylase gene (*amyA*), and glucose was produced by the amylase secreted outside the cells. The bacteria accumulates polyhydroxybutyric acid (PHB), which is a kind of bioplastic in the body. By using this bacterium, PHB can be produced directly from agricultural waste and residues such as cassava pulp and oil palm trunk without using amylase or genetically modified bacteria, thereby reducing the cost of bioplastic production. In addition, a reduction in environmental load can be expected.



*B. aryabhatai*は高い生産効率を示す一方で、PHB生産菌として工業利用されたい Cupriavidus necator はアミラーゼ遺伝子を持たないため澱粉を利用することができず、同環境下で培養してもPHBを生産できない(図1)。



図1 *B. aryabhatai*による可溶性澱粉からのPHB生産  
Fig. 1. PHB production from soluble starch by *B. aryabhatai*

図2 農作物残渣内の未利用澱粉からのPHB生産  
Fig. 2. PHB production from starch in agricultural waste residues

表1 *B. aryabhatai*による農作物残渣内の未利用澱粉からのPHB生産量

Table 1. PHB production from unused starch in crop residues by *B. aryabhatai*

澱粉の原料	澱粉分解率 (%)	乾燥菌体量 (g/L)	PHB生産量 (g/L)	PHB含有量 (%)
キャッサバパルプ	96±3	1.42±0.08	0.12±0.03	8.68±1.44
オイルパーム廃棄木	99±1	1.95±0.05	0.33±0.06	17.07±2.83

キャッサバパルプならびにオイルパーム廃棄木内の澱粉を用いて *B. aryabhatai* によるPHB直接生産を行うと、前者は96%、後者は99%が分解され、それぞれ0.12 g/L、0.33 g/LのPHBが生産される(図2、表1)。

表2 *B. aryabhatai*及び他の細菌によるグルコースとキャッサバパルプから生産したPHB物性比

Table 2. Physical property ratio of PHB produced from glucose and cassava pulp by *B. aryabhatai* and other bacteria

菌株	炭素源	PHBの物性		
		重量平均分子量	数平均分子量	融点(°C)
<i>B. aryabhatai</i>	グルコース	2.19×10 <sup>5</sup>	4.43×10 <sup>4</sup>	165
	キャッサバパルプ	1.61×10 <sup>5</sup>	4.28×10 <sup>4</sup>	170
<i>Bacillus</i> spp. 871	グルコース	5.13×10 <sup>5</sup>	未測定	153
<i>Bacillus</i> spp. 112A	グルコース	5.21×10 <sup>5</sup>	未測定	148
<i>Saccharophagus degradans</i>	グルコース	5.42×10 <sup>4</sup>	未測定	166

PHBの物性を表す重量平均分子量は市販のグルコースを用いて生産したPHBと同等であるが、耐熱性の一つの指標となる融点は、キャッサバパルプを利用して生産したPHBが市販のグルコースを用いて生産したものよりも高く(表2)、高温下での加熱加工に適するとともに製品の耐熱性も高まると期待できる。