

ペニシリンの抽出

3618 鷹見 優月 3611 加藤 優紀 3533 安江 遼祐

要旨

身近な食べ物から取れるアオカビを用いてペニシリンを抽出すると同時にペニシリンが取れやすい食べ物を見つけることを目的に研究を行った。まず、カビを生やすために様々な食べ物を試し、ミカンが良いということが分かった。そのカビの中にペニシリンが含まれていると考えて、不純物を取り除く作業を行った。その後、その溶液の抗菌作用を確かめる実験（薬剤感受性テスト）を行った結果、大腸菌（k-12株）に対して抗菌作用があることが確かめられた。今後はペニシリンの純度を上げることについて考える。

1. 目的

漫画『JIN-仁-』にある方法でペニシリンを抽出する。ペニシリンが取れやすい食べ物を見つける。

2. 漫画『JIN-仁-』におけるペニシリン抽出について

現代の医師が幕末にタイムスリップして満足な医療設備も無いなかで人々を助けるストーリーである。その中でアオカビからペニシリンを生成するシーンがある。『仁』で行われたペニシリンの生成方法は以下のようである。

(1) アオカビの培養作業をする

芋の煮汁と米のとぎ汁を合わせた液体を容器に入れ、液体培地を作る。その上に、集めた青カビを移植する。

(2) ペニシリンの抽出作業を行う

蓋つきの陶器の樽の上に綿をつめたじょうごを置きその上からアオカビの培養液を流し入れ、培養液をろ過する。ろ過した液体に、菜種油を注ぎ、樽の中を棒でかき混ぜる。樽の栓を抜き、一番下に溜まった水の部分（水溶性物質）だけを別の容器に移す。

ペニシリン溶液からさらに不純物を取り除く。煮沸消毒して砕いた炭を入れた甕（かめ）にペニシリン溶液を流し込み、再びかき混ぜる。

炭のみを取り出し、容器（注ぎ口と排出口のついたもの）に詰めかえる。

煮沸蒸留したきれいな水を注ぎ口から流し込み、不純物を洗い流す。さらに純度を上げるため、今度は酸性水（お酢と蒸留水を混ぜたもの）を注ぐ。

最後に、容器の排出口に綿をつめた（フィルター働きをする）器具を取り付け、受け皿となる容器を用意。注ぎ口から重曹を溶かした蒸留水（アルカリ性）を通す。

(3) ペニシリン抽出液の薬効を調べる。

半合ずつに分けたペニシリン抽出液を、患者の膿から採取したブドウ球菌をなすりつけた寒天培地に少しずつたらす。蓋をして数日待つ。

3. 仮説

ペニシリンの性質に基づいた生成法であるため『仁』の生成方法でペニシリンは生成できると考えた。

自分たちが実験を行うために選んだ食材の中では、ミカンが多く水分を含んでいるため、カビが生えやすい食べ物であると考えた。

4. 使用した器具など

分液ろうと、葉さじ、葉包紙、シャーレ、マグネチックスターラー、三角フラスコ、ろうと、ビーカー、メスシリンダー、ろ紙

5. 研究・実験の手順①

(1) カビの培養を行う

(ア) 寒天培地Ⅰ (100mL 分)

ニッセイ「標準寒天培地」 3.5g
(23.5g 中に酵母エキス 2.5g、
ペプトン 5.0g、ブドウ糖 1.0g、
寒天 15g を含む)

(イ) 寒天培地Ⅱ (100mL 分)

米山薬品工業株式会社 寒天粉末 3.5g
グルコース 14g
硝酸ナトリウム 0.30g
硫酸マグネシウム 0.030g
リン酸二水素カリウム 0.050g
コーン・スティープ液 6.0mL

[アオカビの培養の仕方]

ミカン、餅、食パンに生えたアオカビを純水に混ぜ、その液体を寒天培地Ⅰ、Ⅱの表面に塗る。その後、培地を常温で放置し、アオカビを培養する。

(2) ペニシリンの抽出作業を行う

ペニシリンは、酸性物質であり、水には溶けるがヘキサンには溶けないという性質を持つ。よってこの性質を利用し、ペニシリンの抽出を行うために次の実験を行った。

- ①培養したアオカビを純水 20mL に混ぜ、マグネチックスターラーを使ってその溶液を 10 分攪拌する。
- ②攪拌した溶液をろ過する。
- ③分液ろうとにろ過した液体を移し、ヘキサン 30mL を加え、よく混ぜた後、液体が二層に分かれるまで放置し、下層をビーカーに集める。(ペニシリンは水溶性物質であるため、下層にある水に含まれる)
- ④集めた溶液に粉状の炭と粒状の炭を加え、10 分攪拌する。
- ⑤攪拌した溶液をろ過し、ろ紙上に残った炭を利用する。(ペニシリンは炭に吸着す

る性質があるため)

- ⑥ろ紙上の炭に 1.0%の酢酸を 100mL 注ぐ。
(ペニシリンは酸性物質であるため酸性の溶液には溶け出さず、炭に吸着していた塩基性の不純物のみが溶け出す)
- ⑦ろ紙上の炭に 2.0%の炭酸水素ナトリウムを 100mL 注ぐ。(ペニシリンは酸性物質のため塩基性の溶液をかけることで溶けだしてくる)



図1 ろ過をしている様子

(3) ペニシリンの抗菌作用を確かめる

- ①寒天培地上に大腸菌 (k-12 株) を塗る。
- ②富士フィルム和光純薬社製のペニシリン溶液、先ほど得られたペニシリン溶液を四角形に切ったろ紙に染み込ませ寒天培地上に置く。
- ③37°Cの環境で放置し翌日観察する。
- ④培地の様子を観察する。

6. 結果①

まず常温でミカン、パン、餅を放置しカビを生やした。



図2 食べ物に生えたカビの様子

ミカンには最も青色のカビが生え、パン、餅には青色のカビだけでなく黒色、白色のカビが多く生えてしまった。よって、ミカンがアオカビを生育させるためには最も適した食べ物であることが分かった。

次にミカンから得られたカビを純水に溶かし寒天培地Ⅰに塗り、一週間程度放置しカビをさらに増殖させた。

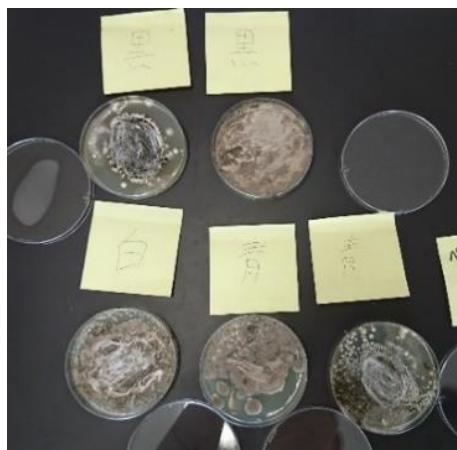


図3 寒天培地Ⅰで得られたカビ

餅とミカンからとったカビを培養した所、白色・黒色のカビが多く繁殖してしまつた。このことから、アオカビの生育にはより多くの栄養が必要であると考え、寒天培地Ⅱを制作した。比較を行うためにミカンから得たカビを純水に溶かした溶液を寒天培地Ⅰと寒天培地Ⅱに塗り、同条件で一週間放置させた。

A：寒天培地Ⅱ B：寒天培地Ⅰ



図4 寒天培地ⅠとⅡで得られたカビ

寒天培地Ⅱではアオカビとみられるカビを増殖させることができた。寒天培地Ⅰでは黒色や白色のカビが増殖してしまつた。

次に寒天培地Ⅱから得られたアオカビからペニシリンを抽出し、大腸菌（k-12株）による薬剤感受性テストを行った。

左から順に市販のペニシリン、粉状の炭を利用し抽出したペニシリン溶液、粒状の炭を利用し抽出したペニシリン溶液、何もなし

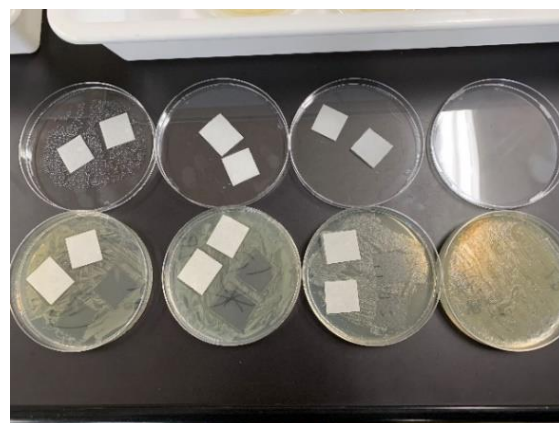


図5 薬剤感受性テストの結果

粉状の炭を利用し抽出したペニシリン溶液からは市販のペニシリンと同じような抗菌作用が確かめられた。また、粒状の炭でも抗菌作用は確認されたが粉状の炭よりは弱いことが確かめられた。

7. 研究・実験の手順②

ペニシリンの純度を上げるために分画法について考えた。

- (1) ヘキサンを 30mL から 60mL、1.0%の酢酸を 100mL から 200mL、2.0%の炭酸水素ナトリウムを 100mL から 200mL に変更し今までと同様の方法で抽出を行う。
- (2) 2.0%の炭酸水素ナトリウムを 40mL ずつ 5 個のビーカーに分画する。
- (3) それぞれのビーカーについて大腸菌を用いた薬剤感受性テストを行う。

8. 結果②

左から順に 1, 2, 3, 4, 5 番目のビーカーと 100 倍のペニシリン希釈溶液



図 6 分画法によるペニシリン抽出の結果

1 番目から 5 番目のそれぞれのビーカーにおいて薬剤感受性テストを行った結果わずかながら 3, 4, 5 番目のビーカーからとった溶液により強い抗菌作用が見られた。

9. 考察

寒天培地 I では白色や黒色の異なるカビが多く増殖してしまった。その後行った寒天培地 II による培養では、青色のカビが培養できた。このことから、アオカビは栄養を多く含む寒天培地上でしか培養できないことが分かった。しかし、そのカビの種類を判断することはできなかった。

その後行った薬剤感受性テストでは、実際にミカンに生えたアオカビからペニシリンとみられる物質を抽出することができることが確かめられた。また、ペニシリンを抽出する際に使用する炭は粒状のものより粉状のものの方が良いことが分かった。この理由として粉状の炭のほうが粒状の炭より表面積が大きくより多くのペニシリンを吸着できたためと考えられる。

分画法では、抽出した順番によってわずかながら溶液の抗菌作用に違いが見られた。このことから溶液に含まれるペニシリンの純度に違いがあり、これは酸性物質であるペニシリンと塩基性物質の反応のしやすさによるものと考えられる。

10. 今後の展望

さらにペニシリンの純度を上げるために次の方法について考えた。

- ①求めているアオカビ（ペニシリウム・クリソゲナム）のみを生やす方法を見つける。
- ②より多くのアオカビを使って抽出操作をすることで取り出せるペニシリンの量を増やす。
- ③クロマトグラフィーを行う。研究・実験の手順②で利用したそれぞれのビーカーについて長さ 40 cm、幅 2 cm のろ紙を利用してクロマトグラフィーを行う。展開溶媒は質量比で酸（1.0%の酢酸）20%、アルカリ（2.0%の炭酸水素ナトリウム）80%のものを利用する。

11. 謝辞

先生方のご協力に感謝します。

12. 参考文献、引用文献

JIN-仁-公式サイト - TBS

http://www.tbs.co.jp/jin2009/report/report_12.html (2018/04/03 閲覧)

カビ対策マニュアル基礎編 - 文部科学省。

www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sonota/003/houkoku/08111918/002.htm (2018/4/18 閲覧)

村上もとか(2010)JIN-仁-2, 3 巻 集英社

原色ワイド図鑑(1995) 海藻・菌類
学習研究社

平成 28 年度課題研究サイエンスリサーチ II
岐阜県立恵那高等学校「ペニシリンの抽出」