

## 2022年【全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

### 國中組 成果報告表單

題目名稱: 五秒見真假-細菌大作戰

#### 一、摘要:

人們在用餐時,有時會不小心將食物掉在地上或桌子上,很多人可能會選擇吃掉那些食物。但是,由於這些食物掉在不乾淨的地板或桌子上,食物可能會沾滿細菌或其他有毒物質,對人體造成傷害。但也有教授提出“5秒法則”,即5秒內掉到地上的食物仍然可以安全食用。這條定律在世界各地都很流行,儘管有許多實驗與這條規則互相矛盾,即人們不能吃掉在地上的食物,但許多人仍然認為這條規則有效。因此我們將通過實驗探究「五秒定律」是否存在,並且證明「五秒定律」是否可以通用在乾或濕的食物和不同的表面。我們將會把兩種不同食物掉落在三種不同表面,並且取下食物上的細菌在讓他們生長在培養皿裡面,通過五天的觀察看看培養皿上的細菌數量來證明我們的實驗假設。根據實驗結果顯示:如果是在乾淨並且有清潔過的表面,五秒定律可以套用在乾的食物上面,但濕的食物不管如何都會沾染細菌。實驗中,作為濕食物的火腿比做為乾食物的餅乾多培養出很多細菌菌落;而根據我們的推論,因為操場較多人經過且地板較為潮濕,菌落數量和其他兩個地方(教室桌上和餐廳地板上)相比明顯多出很多。由此,我們可以總結到:濕食物(火腿)的細菌量>乾食物(餅乾)的細菌量;學校操場的細菌量>教室桌上的細菌量>餐廳地板上的細菌量。

#### 二、探究題目與動機

**研究題目:** 這次我們研究的題目將會證明五秒定律是不是正確的。「五秒定律」是一項研究提出的理論,就是如果當食物掉到地板或是桌面時,只要在五秒內,依舊都能安全食用<sup>[1]</sup>。這樣的說法是因為有專家提出,對人體有害的物質像是細菌等,在五秒內很難殘留在食物上<sup>[2]</sup>。所以,我們在這次的研究當中會把食物扔在各個表面上,並且計時五秒,觀察食物上是否有細菌,由此證明五秒定律是否成立。

**研究動機:** 我們想要研究這個題目是因為人們時常在吃飯時不小心把食物掉到各種表面上,不吃是一種浪費,但吃了又感覺會對身體造成危害。於是許多人把五秒定律當作標準,再次把食物吃下肚。但是五秒定律非常有爭議,所以我們希望藉此機會來證明五秒定律是否為實,這樣如果以後食物掉到地面或桌面時,我們才能決定能不能把它再次撿起來食用。

#### 三、探究目的與假設

**研究目標:** 透過將兩種不同的食物扔在含有細菌的各個表面上,我們希望可以: 1、證明五秒定律是否屬實, 二、透過實驗了解細菌較容易附著在乾或者濕的食物上,由此推論哪種環境(乾或濕)較適合細菌生長, 三、通過將食物扔在不同表面,觀察哪些表面較適合細菌生長,並且含有較多細菌。

**實驗假設:** 首先,我們認為五秒定律並不屬實。當食物接觸到(地板)表面時,無論你多快將它撿起,那項食物或多或少都會從表面上帶走一些細菌,而你透過肉眼的觀察,無法確認及了解附著的細菌品種及數量<sup>[2,3]</sup>。根據實驗表示,細菌從地板其他表面轉移到食物上,所需時間不到一秒。簡單來說,即使你的食物僅接觸地面一秒,細菌依然有可能附著在你的食物表面。不僅如此,根據研究顯示,當食物接觸表面時,僅僅只需五秒的時間,百分之48至百分之70的細菌都會轉移到食物表面上<sup>[5]</sup>。由此,我們可以推論五秒定律並不屬實。其二,我們認為細菌較容易附著在「濕」食物的表面。羅格斯大學的研究人員發現,當食物內含有較多水份的食物(也就是「濕」食物)接觸表面,細菌孳生的比例及數量都明顯高於較乾的食物<sup>[3,4]</sup>。不僅如此,教授兼食品科學專家唐納德沙夫納博士說到:「細菌沒有腳,它們會隨著水分移動,食物越濕,轉移的風險就越高」,此話更加我們先前的推論<sup>[4]</sup>。我們這次使用的火腿是加工並富含水分,它的水分含量高達75.06%,屬於「濕」食物;另外我們使用黑糖餅乾,這種餅乾僅具有3%的水分,因此為「乾」食物<sup>[6,7]</sup>。依照上述的研究發現我們可以總結:火腿上附著的細菌顯現得比餅乾多很多。最後,根據所選的地方,按照我

們的觀察及推論，我們認為餐廳地板較常清潔，所以相對細菌較少，而學校操場因較多人踩踏且不常清潔，會有較多的細菌。因此，可以推論出細菌的滋生程度由多到少：學校操場> 教室桌上> 餐廳地板上。

#### 四、探究方法與驗證步驟

##### 探究方法-

##### 變數：

<p><b>【操縱】變因</b> 我們將會有兩個不同的操縱變因，一個是不同的掉落表面，另一個是不同種類的食物。我們需要改變掉落的表面因為人們吃飯掉東西的時候不可能總是在一個地方，而且不同表面的細菌量也會有所不同。另外，我們這次會使用兩種不同食物，一種乾一種濕。乾或濕食物都要測試，因為表面的材質不一樣，結果也會有一定程度上的不同，所以五秒定律也有可能指套用在某一種食物上。所以我們需要在各種表面上，用乾濕兩種食物都測試一次，才能準確證實這個規則。</p>	<p>將如何改變操縱變因？ 我們會把食物掉在不同的掉落表面，測試的表面有：學校操場、教室桌上和餐廳地板上。我們會在這三個地方測試，因為這些是學生時常吃東西的地方，這樣我們才能如實告訴學生五秒法則是否正確。 我們使用餅乾當作乾的食物、火腿當作濕的食物。將會把這兩種食物都丟在學校操場、教室桌上和餐廳地板上三個表面，並觀察它們的細菌數量是否有不一樣。如此，才能證明五秒法則是否能套用在這兩種食物上。</p>	
<p><b>【應變】變因：</b> 我們的應變數將會是食物丟在地面後滋生出的細菌數量，因為我們的題目是觀察食物掉到各種表面後的五秒是否會有細菌殘留。而且因我們測試的表面和食物不同，食物表面殘留的細菌數量也會不一樣，所以我們需要比較這些食物上的細菌數量。我們預計總共計算9次，每0小時、20小時、24小時、44小時、48小時、70小時、72小時、94小時、96小時拍攝照片並計算一次。</p>	<p>將如何測量應變變因？ 我們會用培養基培養細菌，所以將在固定時間數細菌群的數量，並測量這些細菌群落的大小。這樣我們才能準確估算出細菌的數量，來證明五秒法則是否成立。</p>	
<p><b>【控制】變因</b></p>	<p>你將如何控制？</p>	<p>控制這一點將如何提高結果的有效性？</p>
<p>每次實驗食物數量及面積</p>	<p>每次實驗將會使用一片火腿或餅乾（如果需要也可以裁切至一樣表面積）</p>	<p>控制實驗中每次食物的重量及數量，可以有效的減少因為接觸面積增加，而增加的細菌數量。</p>
<p>食物接觸表面的時間</p>	<p>每個食物每次將會接觸地面5秒</p>	<p>根據研究顯示，當食物接觸表面的時間增加時，細菌附著的數量以及程度也會隨之增加<sup>[8]</sup>。不僅如此，對於細菌移動或附著的速度是相當有爭議性的。根據Dr. Schaffner 說：“longer food contact times usually result in the transfer of more bacteria from each surface to food.”，簡單來說就是隨著時間的增加，轉移到食物表面上的細菌也會增加<sup>[4]</sup>。由此可見，確保食物接觸地面的時</p>

		間是否相同十分重要，甚至會影響到我們整體實驗結果的可信度。
提取細菌的方法以及將無菌棉籤上的細菌移到營養瓊脂上的方法	使用無菌棉籤以Z字形沾取食物表面並且按照Z字形抹在營養瓊脂	在實驗中，我們都會以Z字形沾取食物表面並塗抹在瓊脂上。不同的沾取、塗抹方式將會影響細菌提取成果，因此選定一種細菌的沾取相當重要。
測量細菌的方法	我們將計算菌落而非細菌個體數量	控制我們如何計算數據至關重要，因為不同的結果計算方式會導致不同的細菌數量。因此我們決定數菌落而非細菌個體數量。
擺放平板培養基(營養瓊脂)地方的溫度	平板培養基將會擺放在恆溫箱，並且調整溫度至36.5°到37.5°。	根據平板培養基擺放位置溫度的不同，細菌滋養的速度也會大不相同，隨著溫度的提升，細菌滋養的速度也會隨之增加 <sup>[9]</sup> 。但是，過高或者過低的溫度都可能導致細菌無法生存，而大多數細菌生長於5° C ~ 60°C。 <sup>[9,10]</sup> 。因此我們會將所有的平板培養基擺放在恆溫箱中，並調整溫度36.5°到37.5°。

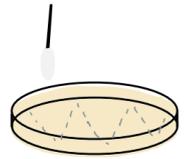
#### 實驗設備(Equipment):

數量	設備/材料	數量	設備/材料
12 塊 (每次4塊, 一共三次)	新東陽吐司火腿	33.0g	營養瓊脂 (粉狀)
12 塊 (每次4塊, 一共三次)	黑糖乾糧餅乾	1L	蒸餾水
24	無菌培養皿- 需含蓋	4	三角瓶
24	無菌手套	500ml x 1	量杯
24	無菌棉棒	1	攪拌棒
1	恆溫箱	1	計時器
24	紙盤	1	酒精燈
24	標籤貼紙	1	溫度計

#### 實驗步驟:

- 1) 備齊上述實驗材料
- 2) 首先，需要先準備培養細菌用的營養瓊脂：拿出無菌培養皿、無菌手套、營養瓊脂粉、蒸餾水
- 3) 製作營養瓊脂：
  - a) 量出33g的營養瓊脂以及1L的蒸餾水倒入量杯中，並打點燃酒精燈
  - b) 混合營養瓊脂以及蒸餾水，放置酒精燈上方
  - c) 加熱的同時，用攪拌棒攪拌
  - d) 當溫度達到41°~43°時，將量杯中的液體平均的倒入(24個) 平板培養基中

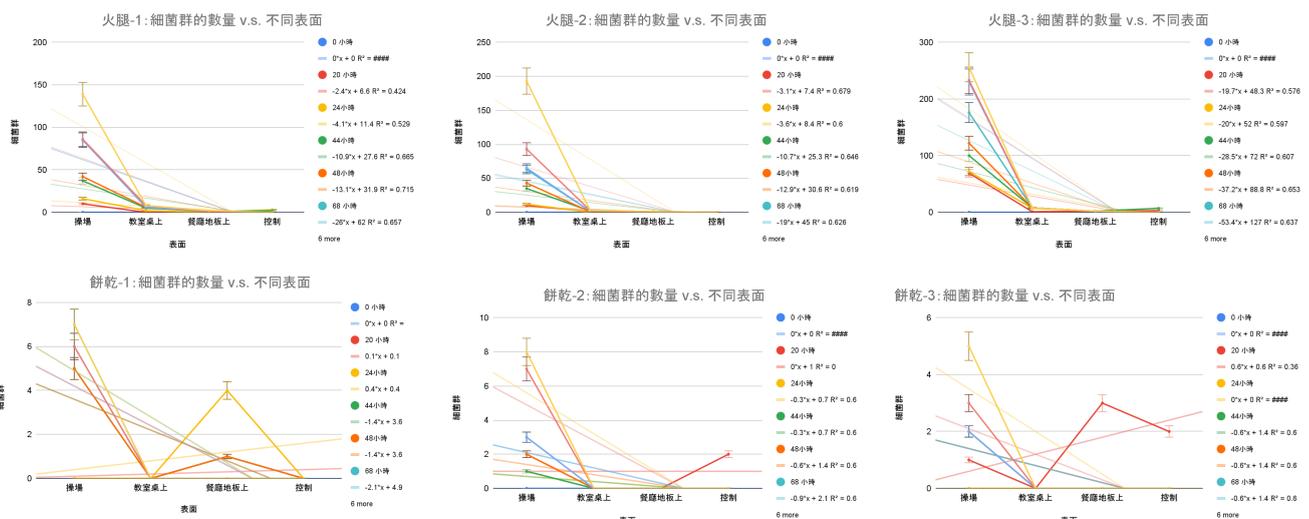
- 4) 將火腿丟在第一個表面上
- 5) 當火腿著地時用手機開始計時5 秒
- 6) 把火腿從地上撿起來放在紙盤上
- 7) 用全新的無菌棉棒擦拭食物接觸表面的部分(按照Z字形沾取食物表面)
- 8) 打開平板培養基的蓋子
- 9) 在將擦拭完食物的無菌棉棒按照Z字形抹在營養瓊脂(不可重複塗抹同一部分)
- 10) 蓋上平板培養基的蓋子
- 11) 貼上標籤
- 12) 換一雙手套
- 13) 用餅乾重複4)到11)步驟
- 14) 在二個和第三個表面重複4)到12)步驟
- 15) 用未丟在地面的餅乾和火腿重複7)到11) 步驟, 作控制組
- 16) 把燈泡安裝在紙箱裡
- 17) 把所有平板培養基整齊放到恆溫箱內
- 18) 重複以上所有步驟(1到17)兩次
- 19) 每0 小時、20 小時、24小時、44小時、48小時、70 小時、72小時、94 小時、96小時拍攝並計算菌落(bacterial colonies)

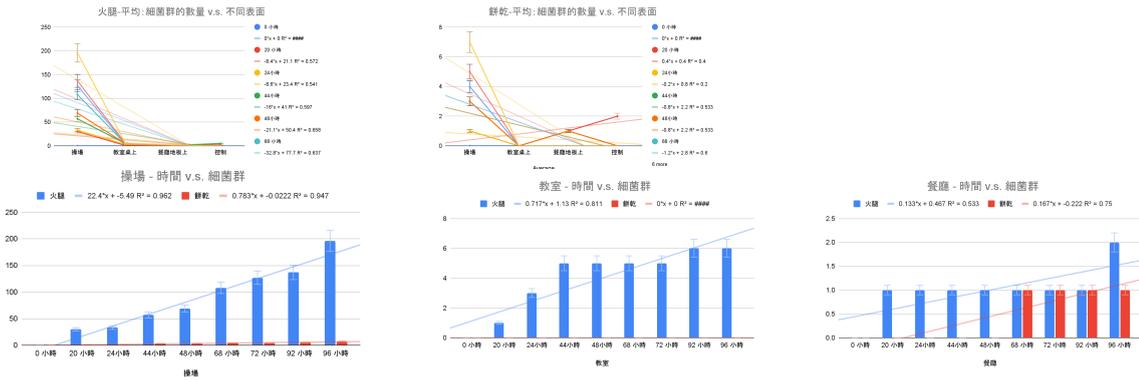


### 安全須知

- A. 實驗過程中戴上手套以及護目鏡以確保個人安全。(如果可以, 請穿上實驗袍。如果是女生請將頭髮綁起來)
- B. 在培養細菌的過程中, 請不要將平板培養基的蓋子打開, 以避免外界細菌對實驗結果的影響及防止培養之細菌擴散。
- C. 請記得在每換一塊食物時記得更換手套以及用於提取食物表面細菌的無菌棉棒, 以避免實驗結果出現誤差。
- D. 請將平板培養基放置在孩童無法取得之處, 以避免誤食及打翻。
- E. 營養瓊脂並非可食用物品, 請勿服用
- F. 請將實驗過程中用於培養細菌的食物在使用過後立馬丟掉, 避免誤食細菌。(請勿口服)
- G. 實驗過程中請勿口服實驗用品及器材。

### 研究結果:





火腿>餅乾

操場>教室>餐廳

驗證假設(include the analysis of validity and reality):

我們的實驗結果為:如果是在乾淨並且有清潔過的表面,五秒定律可以套用在乾的食物上面,但濕的食物不管如何都會沾染細菌。

乾濕食物:

我們的實驗假設**得到了證實**,因為我們在假設裡有提到,含水量較高的食物會提高細菌轉移的風險,而且潮濕的地方也有利於細菌的滋生。實驗中,火腿的細菌量果然就高出餅乾很多,因為火腿的含水量為75.06%,而餅乾的含水量只有3%。

不同表面:

我們的實驗在這個部分也**得到了證實**,因為我們在假設裡有提到,細菌的數量由操場、教室、餐廳依序慢慢變少,因為操場和教室比較少清潔。在實驗中,操場的細菌量果然就多出教室和餐廳很多。另外一個原因,是因為我們在做實驗的當天,操場下了雨,地面都是濕的,所以這樣的環境更有利於細菌的滋生。而教室的細菌數量也稍微高過餐廳地板一些,我們的推算因為餐廳是學生吃飯的地方,所以會更常被清潔。

效度與信度:

我們在實驗的每個地點和每項食物都有做三輪,而以下的表格是96小時(我們最後一個數據)細菌數量的標準差和變異係數,這些數字可以讓我們更好分析我們數據的可信度。最好的標準差是在2以內,這代表有多達95%的數據都在平均值以內。從以下的表格來看,我們所有數據都小於2,甚至都小於1。但是扔在操場的火腿的數據就差的比較多,標準差為27.6。雖然這個項目比較不標準,但是其他的標準差都非常小,因此,我們的實驗十分準確。另外,變異係數是一種衡量變異程度的方法,最佳值為20以內,除了教室的火腿以外,其他的數據都非常集中,且都在20以內。這兩組數據證明我們的實驗十分可靠。而我們實驗的效度也非常高,因為我們的實驗方法和最後實踐的步驟是一樣的,代表我們的實驗方法是有效並且可行的。另外,我們實驗使用的營養瓊脂培養基,是一種對培養細菌要求不高的通用培養基,所以可培養出大多數的細菌,不會因為培養基的問題導致細菌數量變低,由此證明了我們的實驗效度<sup>[1]</sup>。

	操場(火腿)	操場(餅乾)	教室(火腿)	教室(餅乾)	餐廳(火腿)	餐廳(餅乾)
平均	196	7	6	0	2	0
標準差	27.6	0.73	1.37	0	0.3	0
變異係數	14.1	10.4	22.8	0	15.0	0

五、結論與生活應用

結論: 根據實驗結果, 我們可以推論五秒定律並不一定完全屬實, 細菌傳播的數量會隨著食物的含水量及掉落表面的乾淨程度而產生不同的結果 (地面越乾燥及乾淨, 細菌滋生的機率越低)。而, 即使實驗中, 餅乾滋生細菌的數量不多, 但在沒有確定掉落表面是否乾淨的情況下, 我們認為不應該過於依賴五秒定律, 畢竟我們無法確定食物究竟會沾到多少細菌或者是什麼樣的細菌。

評估 - 優勢: 根據我們控制變因的其中一項 (需要確定食物都是相同面積), 由於我們的食品樣本: 火腿及餅乾都是長方形的, 因此, 我們可以透過火腿簡單的裁切來確保每一個食物樣本的大小 (表面積) 均相同。

評估 - 缺點: 在此實驗中, 我們總共面臨兩個大問題。首先, 我們將培養皿全數擺放在恆溫箱中, 並調整溫度36.5° 到37.5°, 由於溫度過高或過於乾燥, 靠近恆溫箱邊角培養基中的營養瓊脂出現乾掉的狀態。而乾掉得情況將會影響那個培養基可滋生細菌得面積, 並影響實驗結果的有效性。其次, 由於我們將培養基放置在學校的恆溫箱中, 加上上課時間的考量, 每次觀察的間距並不是一樣的。舉例來說, 我們第一次觀察 (0小時) 和第二次觀察 (20小時), 總共相差至20 小時; 而我二次觀察 (20小時) 和第三次觀察 (24小時), 卻只相差至4 小時。

改進: 對於上述的兩個缺點, 我們分別有兩個解決方案。關於培養基乾掉的問題, 其一, 如果是春或夏季, 我們可以將培養基改放在室溫中來避免營養瓊脂因為過熱而被曬乾的情況; 而秋季或冬季, 可以裝一碗100ml的水並放置到恆溫箱中, 透過提升濕度來加速細菌的養成。其二, 我們也可以將恆溫箱溫度稍微調低一些, 大約35.0° 至 36.0°即可, 同時保持在大多數細菌生長得溫度區間: 5° C ~ 60°C內<sup>[9,10]</sup>。緊接著, 關於記錄時間間距不同的問題, 我們可以選擇每24小時測量一次或者是每4小時測量一次。當初礙於上課的時間以及假日的問題, 我們只能在平常日 (週一至週五) 的早自習及中午時間前去紀錄結果。但是, 如果情況允許的話, 每24小時測量一次實驗結果將會是一個更好的選項。

生活應用:

人們在用餐時, 有時會不小心將食物掉在地上或桌子上, 而有些人並不在乎食物是否已經掉落至地面, 認為只要五秒內撿起來還是可以食用。但是, 由於這些食物掉在不干淨的地板或桌子上, 食物可能會沾滿細菌或其他有毒物質, 對人體造成傷害。有些細菌的毒性極強, 即使這些細菌中有0.1%本身就存在於食物中, 人們吃了它, 可能會患上嚴重的疾病<sup>[11]</sup>。地板上有一些常見的細菌。例如, 金黃色葡萄球菌, 可引起嚴重嘔吐、腹瀉和胃痙攣; 傷寒沙門氏菌, 引起發燒; 大腸桿菌, 導致腹瀉<sup>[13,14]</sup>。根據我們實驗中得出的結果, 即使餅乾上的細菌數量不多, 但因為我們不能確定餅乾掉落地面時沾染上什麼細菌, 因此不建議大家食用。更不用說作為濕食物的火腿, 但凡有接觸表面的都滋生了不少細菌。

參考資料

- [1] 天下雜誌. 食物掉地上還能吃的5秒規則是真的嗎?, [Website link](#) [Accessed 7th March 2022]
- [2] Education. *The 5 Second Rule: Science Project*. [Website link](#) [Accessed 7th March 2022]
- [3] Weatherspoon, Deborah. *Is the 5-Second Rule an Urban Legend?*, [Website link](#) [Accessed 7th March 2022]
- [4] Becker. *Bacteria move faster than the '5-second rule', researchers find*. [Website link](#) [Accessed 7th March 2022]
- [5] Praderio, Caroline. *What Happens If You Eat Food That Fell on the Floor?* [Website link](#) [Accessed 7th March 2022]
- [6] Diet & Fitness Today. Amount of Water in Ham. [Website link](#) [Accessed 7th March 2022]
- [7] Food Data Central. Cookies. [Website link](#) [Accessed 7th March 2022]
- [8] P. Dawson, I. Han. *Residence time and food contact time effects on transfer of Salmonella Typhimurium from tile, wood and carpet: testing the five-second rule*. [DOI link](#) [Accessed 7th March 2022]
- [9] An Qi Wei. The Effect of Temperature on Microorganisms Growth Rate. [Document](#) [Accessed 7th March 2022]
- [10] Government of Western Australia. Bacteria grow in the temperature danger zone. [Document](#) [Accessed 7th March 2022]
- [11] 太鼎生物科技有限公司. Nutrient Agar - 營養瓊脂 [website](#) [Accessed 7th March 2022]
- [12] P. Dawson. *Explainer: is it really ok to eat food that's fallen on the floor?* [Website link](#) [Accessed 3th March 2022]
- [13] M. Gupta. *Characterization of Microbial Contaminants Associated with Floor Material Types*. [DOI link](#). [Accessed 3th March 2022]
- [14] CDC. *Foodborne Germs and Illnesses*. [Website link](#) [Accessed 3th March 2022]