

[2022 科學探究競賽-這樣教我就懂]

高中(職)組 成果報告表單

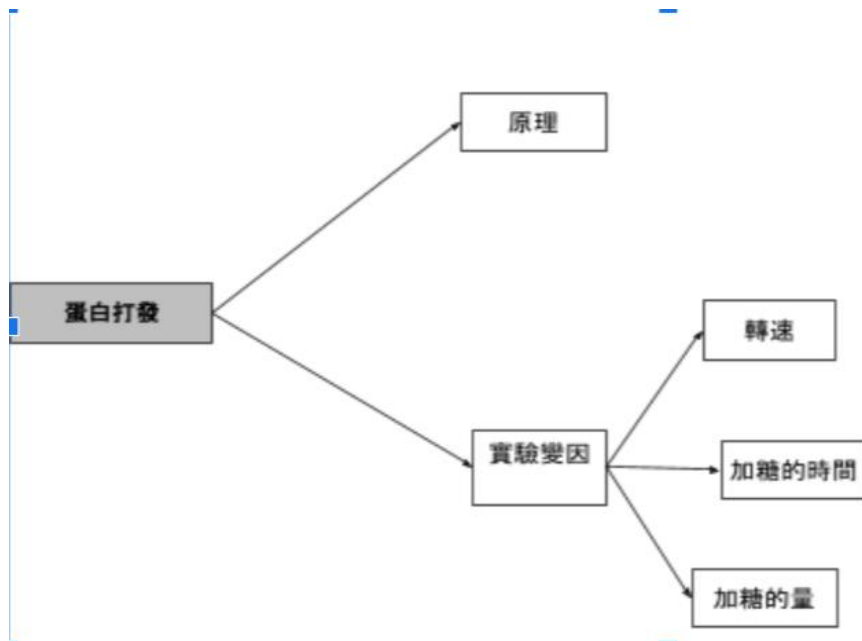
題目名稱:不能說的蛋白

一、摘要

本研究透過蛋白起泡的過程，了解蛋白質變性現象、影響蛋白起泡因素，並分析蛋白泡比重與打發階段之關聯性。

二、探究題目與動機

鬆軟的蛋糕、酥脆的杏仁瓦片、香甜的瑞士式蛋白霜都是許多人最愛的甜點。家政課上，老師指導我們製作簡單的烘焙甜點。我們發現許多的甜點都有打發蛋白這個步驟，但每本食譜、網站上都有不同打發蛋白的方法，所以我們想要了解打發蛋白的原理，以及影響蛋白打發的因素有那些。並且更進一步了解蛋白質的構造和蛋白質變性的原理。



圖一、實驗架構

三、探究目的與假設

把蛋白打發常見的問題，用科學的方式來設計實驗。

實驗分成三個部分：

一、轉速對蛋白打發的影響

二、糖量對蛋白打發的影響

三、糖加入時間對蛋白打發的影響

假設：我們認為轉速越高，蛋白泡成型越完整，也就是比重越小。糖越多，蛋白泡越不容易成型，也就是比重越大。加入糖的時間越晚，蛋白泡比較容易成形，比重較小。

四、探究方法與驗證步驟

壹、原理

蛋白的化學成分：雞蛋白在不計蛋殼的情況下，約佔全雞蛋重量的三分之二，其中 90% 的重量來自水分。其餘重量則是蛋白質、微量的礦物質、脂肪物質、維生素及葡萄糖。

蛋白質結構：蛋白質是由胺基酸組成的大分子由 20 種胺基酸構成且每個胺基酸的側鏈結構不同。蛋白質分成親水端和疏水端。

蛋白打發原理：蛋白透過電動打蛋器打的動作，使空氣進入蛋液中形成泡沫。攪打會使蛋白原本摺疊的結構展開蛋白鏈上的疏水端與空氣鍵結，親水端與水鍵結最後形成包圍空氣的蛋白質網。在空氣與蛋白液的接面的蛋白質受到延伸及乾燥造成部份變性的情形，這樣的變性可以穩固泡沫的持久性。若過度攪打，使過多空氣進入，會造成過度變性，反而使蛋白泡變得沒有光澤。砂糖在打發過程中會吸收蛋白中的水分，使得產生的氣泡表面不容易被破壞，安定氣泡的穩定性。另一方面，糖份也有抑制打發的作用，能夠抑制蛋白中的蛋白質變性，使得蛋白變得不易打發 (Lomakina & Mikova, 2006)。蛋白打發可以分成初始擴張階段、濕性發泡階段、硬性發泡階段、乾性發泡階段。初始擴張階段、濕性發泡階段、硬性發泡階段，烘焙業者都會有人利用。初始擴張階段會被拿來作為西點類的黏著劑、濕性發泡階段和硬性發泡階段則是拿來做裝飾或糕點類的。乾性發泡階段通常不會有業者用，因為過度打發導致蛋白泡沒有光澤且乾燥。

貳、實驗器材

蛋、糖、電動打蛋器、計時器、電子秤、碗公

參、測量方法

由於蛋白泡的體積是不規則形狀的，所以利用比重來呈現。水的密度是 $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，把水裝進空的紙杯裡，這樣就能得知紙杯的體積，接下來把蛋白泡擠入杯子內並刮平，並測量蛋白泡的質量，最後利用 $D=M/V$ 計算蛋白泡的比重。

肆、實驗變因

控制變因:固定溫度、同一品牌的蛋、同一品牌的糖、固定打 2 分 30 秒

操縱變因:不同的轉速、不同糖的量、糖加入的時間

應變變因:蛋白的發泡狀態

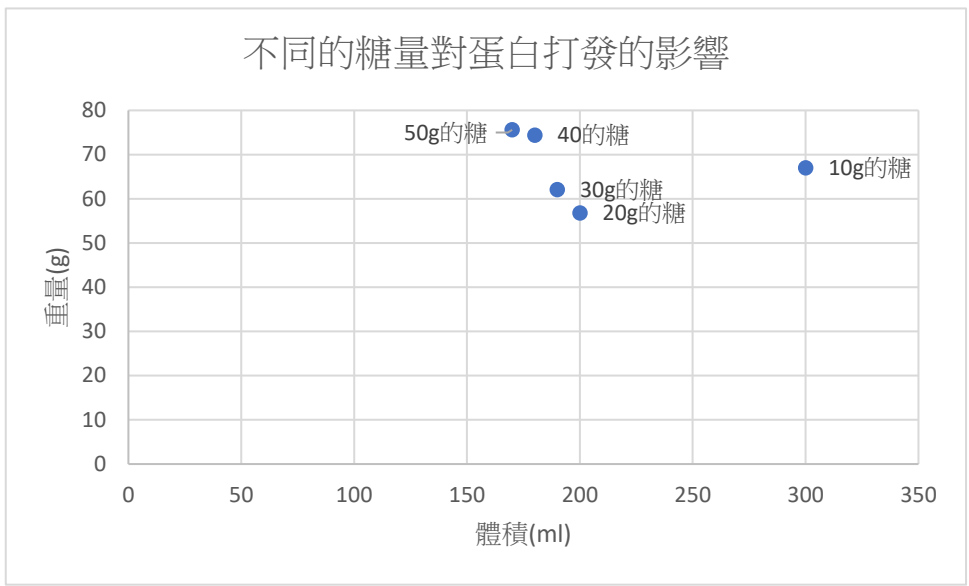
伍、實驗方法

實驗一: 取 50g 的蛋白與 30g 的糖，使用電動打蛋器分別以機器上的 1 速、2 速、3 速、4 速、5 速攪打 2 分 30 秒，測量蛋白比重

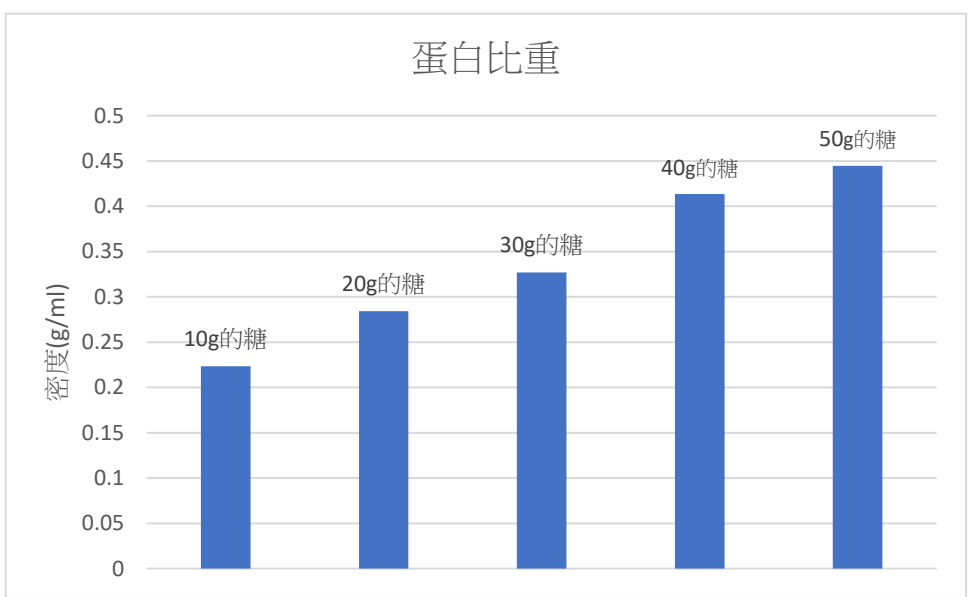
實驗二:取 50g 蛋白與 10g(20%)、20g(40%)、30g(60%)、40g(80%)、50g(100%)的糖，以 2 速攪打蛋白，分別在 2 分 30 秒內取出蛋白泡，並測量蛋白泡的比重。

實驗三: 取 50g 蛋白與 30g 的糖，使用電動打蛋器 2 速攪打，分別在 0 分鐘、30 秒、1 分鐘、1 分 30 秒、2 分鐘加入糖，繼續攪打至 2 分 30 秒，測量蛋白泡的比重。

實驗結果



圖二



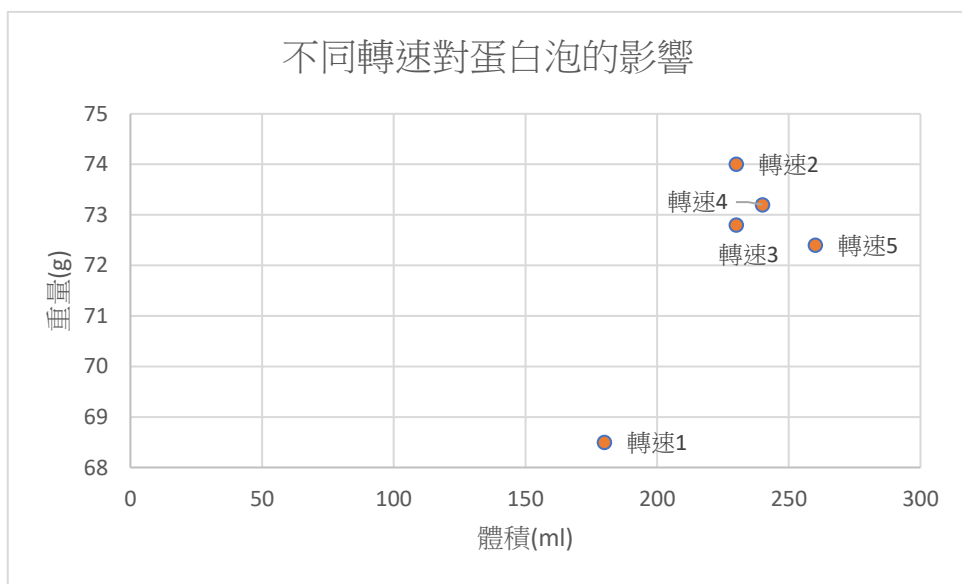
圖三



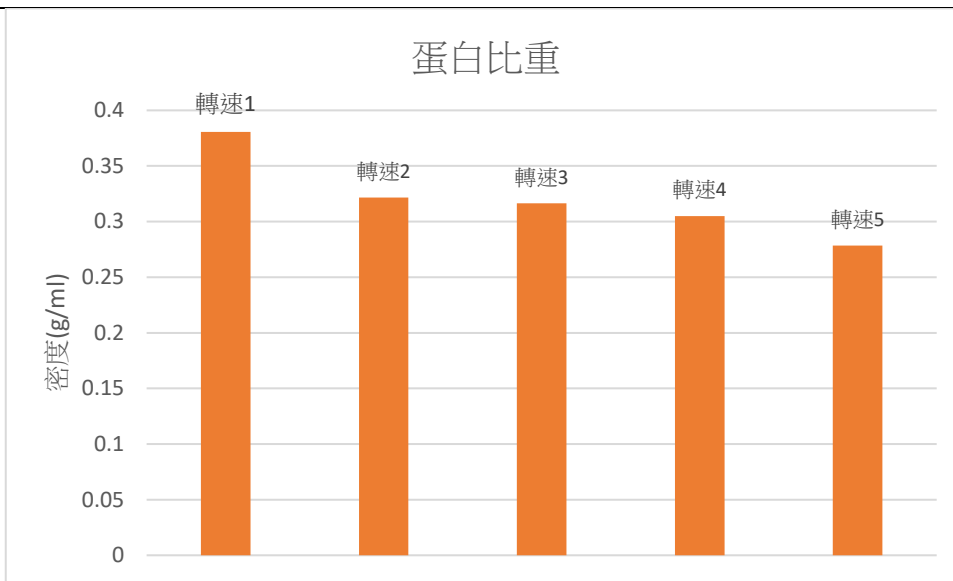
圖四、實驗成果

小結:

1. 10g 的糖起泡效果佳，但是屬於乾性發泡，沒有利用價值。20g 和 30g 的糖起泡效果好，且屬於硬性發泡，蛋白泡質地斯滑，能夠利用的範圍很廣。40g 和 50g 的糖起泡效果不好，屬於濕性發泡，相較於 20g 和 30g 的外觀，40g 和 50g 外觀明顯較濕，所以不適合當糕點類的蛋白霜。
2. 觀察圖三和圖四，我們發現比重在 0.25~0.35 之間的蛋白泡的外觀是最好的。



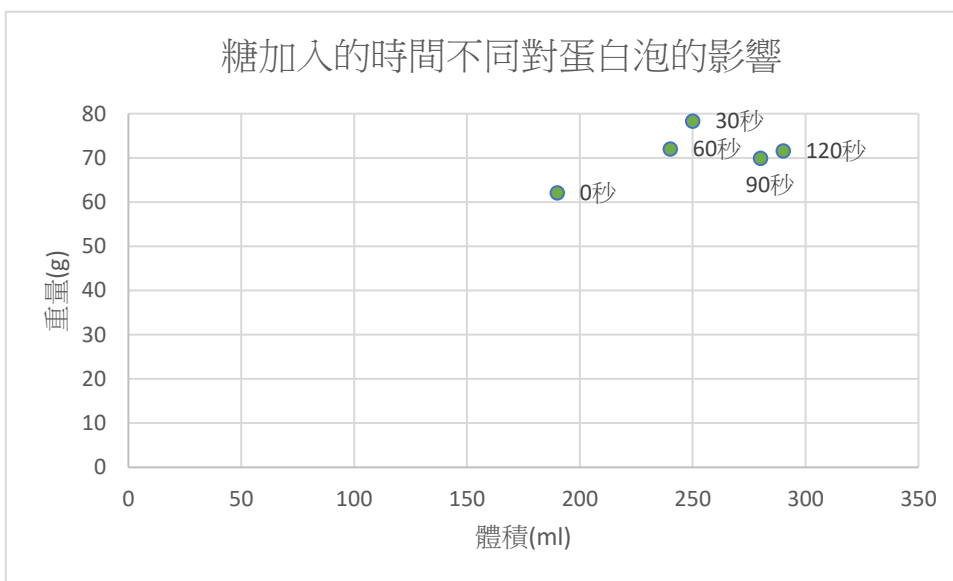
圖五



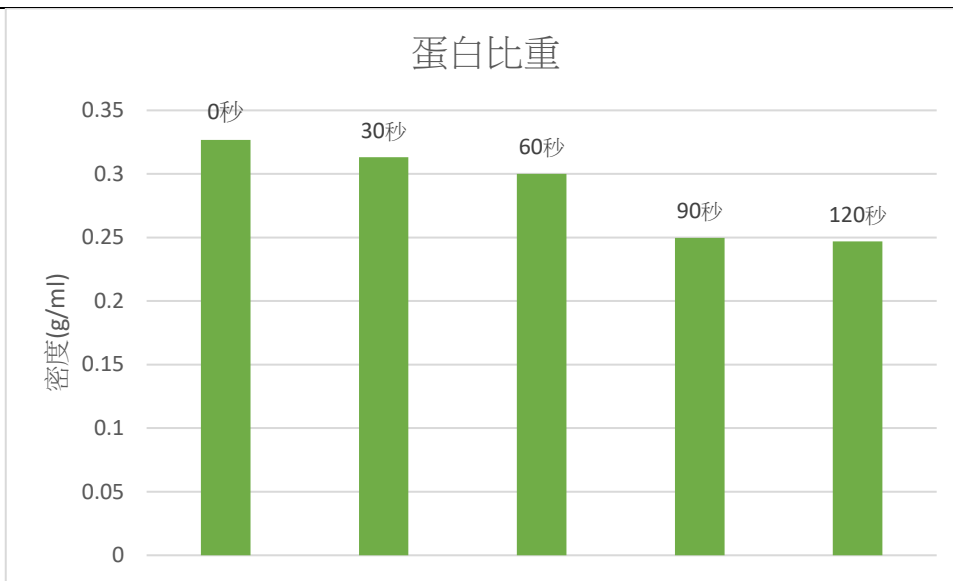
圖六

小結

- 轉速越快不代表蛋白成型越好，其實在轉速 1 後的成果都是差不多的，都是屬於硬性發泡。



圖七



圖八



圖九、實驗成果

小結:

1. 從圖八和圖九的結果來看，成果都是差不多的，我們推估可能是蛋白的量太少，就算一開始就放糖，蛋白也能打發成硬性發泡。最終的比重也是都約在 0.25~0.35 之間。

五、結論

根據實驗一的成果，我們發現糖的多寡是能不能讓蛋白打發的關鍵，太少的糖會打發過度，太多的糖反而會打不太起來，所以大約蛋白重量 5 成到 6 成的糖打發蛋白比較好的量。實驗二的成果和我們假設的一樣，我們認為的原因在我們設定的時長剛好讓轉速 5 在時間內不會過度打發。實驗三的成果都差不多，我們推估可能是蛋白的量太少，就算一開始就放糖，蛋白也能打發成硬性發泡。如果我們設定的蛋白量多一點，就能符合我們的假設了。

參考資料

霖 陳 肅. (2014). 蛋白原理. In *食物學原理*. essay, Hua dou wen hua shi ye you xian gong si.

Kitchen, M. P. (2016, February 24). **【烘焙小技巧】**如何輕鬆打發蛋白霜 by Mrs P's kitchen. 愛料理. Retrieved April 11, 2022, from <https://icook.tw/recipes/144457>