

摘要

此研究以向列型液晶—5CB 為基礎，參雜硼酸分子作為探針，並以正電分子 CTAB 及負電分子 SDS 作為界面活性劑，在液晶／水溶液界面誘導液晶的排列形成垂直配向，在此狀態下以偏光顯微鏡可觀察到暗的光學訊號。當萊克多巴胺存在於水溶液中，萊克多巴胺會和硼酸接環，影響 CTAB 及 SDS 誘導液晶排列的能力，此時液晶排列狀態改變並呈現亮訊號，由此暗變亮的訊號轉換可得知系統是否檢測到水溶液中萊克多巴胺的存在。而當測試真實豬肉樣品時，豬肉萃取液中若含有萊克多巴胺，會使液晶排列狀態改變並呈現亮訊號，藉此可判斷肉品中萊克多巴胺濃度是否超過標準。液晶感測器具有低成本、簡單操作且肉眼即可辨識訊號的特性，因此適合開發為肉品之萊克多巴胺檢測器。

研究動機

萊克多巴胺為瘦肉精之一，直接食入過量的萊克多巴胺會產生噁心、肌肉顫抖、血壓上升、心悸、頭暈等症狀，老人、孕婦、嬰幼兒及心血管疾病患者食用時需要特別注意。台灣曾經舉辦反萊豬公投，但以 51.21% 的反對率使此公投不通過。而由於萊克多巴胺會危害人體健康，我們想利用液晶可被排列的特性設計出一種簡單操作且可以簡易辨識的液晶感測器來檢測肉品中的萊克多巴胺。

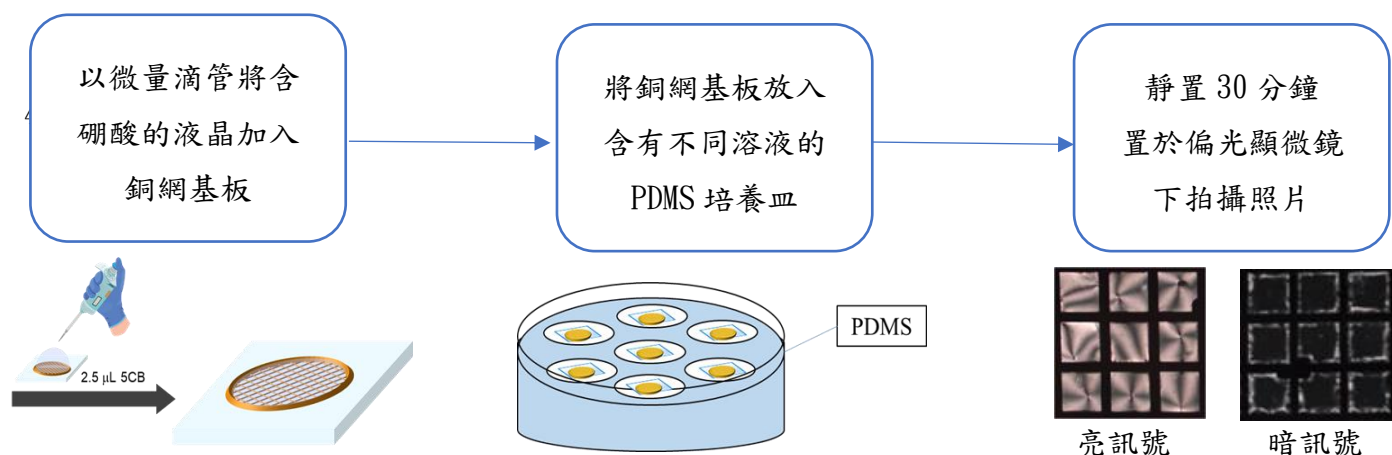
研究目的

- 一、改變探針在不同環境下測量其對液晶排列的影響，分析最佳探針及環境使系統呈穩定暗訊號。
- 二、加入萊克多巴胺於 CTAB/SDS 水溶液中，探討系統能偵測到的萊克多巴胺的最低濃度。
- 三、探討萊克多巴胺和硼酸反應的官能基。
- 四、加入肉品於 CTAB/SDS 水溶液中，探討系統能偵測到的萊克多巴胺最低濃度並分析其應用價值。

主要實驗藥品及器材


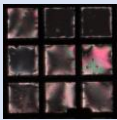
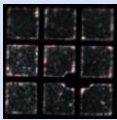
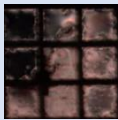

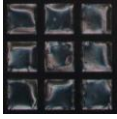


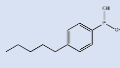

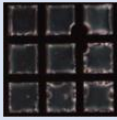
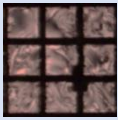
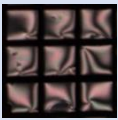
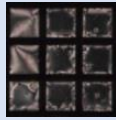
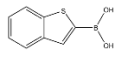



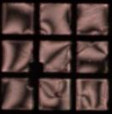

1. B1(4-(二苯氨基)苯硼酸頻哪醇酯)
2. B2(噻吩-2-硼酸)
3. B3(4-戊基苯硼酸)
4. B4(苯並噻吩-2-硼酸)
5. 5CB
6. 萊克多巴胺(簡稱 Rac)
7. 偏光顯微鏡

研究過程與方法



研究結果與討論

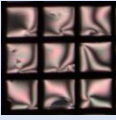
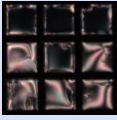
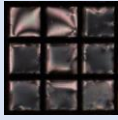
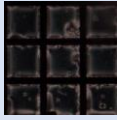
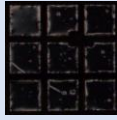
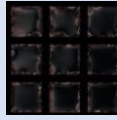
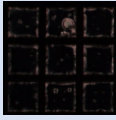
一、改變探針在不同環境下測量其對液晶排列的影響

	SDS	CTAB	SDS+Rac	CTAB+Rac	CTAB+Rac
B1 					
B2 					
B3 					
B4 					

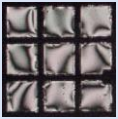
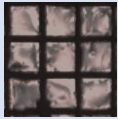
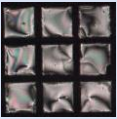
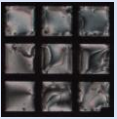
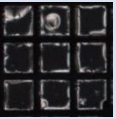
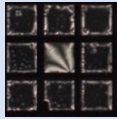
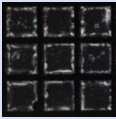
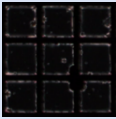
圖、參雜 1%硼酸的液晶在不同環境下的光訊號，其中 SDS 濃度為 0.01%、CTAB 濃度為 0.001%、Rac(萊克多巴胺)濃度為 1.5mM、1.5mM、0.5mM

以 SDS 0.01%作為環境時，只有參雜 B3、B4 1%的液晶可呈現穩定暗訊號，；以 CTAB 0.001%作為環境時，參雜 4 種硼酸可呈現穩定暗訊號；而以 SDS 0.01%作為環境時，加入 1.5mM 的 Rac，B3 可呈現亮訊號，而 B4 呈現暗訊號，代表 B3 可與 Rac 反應；以 CTAB 0.001%為環境時，加入 1.5mM 的萊克多巴胺，只有 B3 及 B4 呈現亮訊號，，而加入 0.5mM 的萊克多巴胺時，B4 呈穩定暗訊號，而 B3 還有一部分亮訊號，表示 B3 可偵測到更低濃度的 Rac，故以 B3 作為探針。

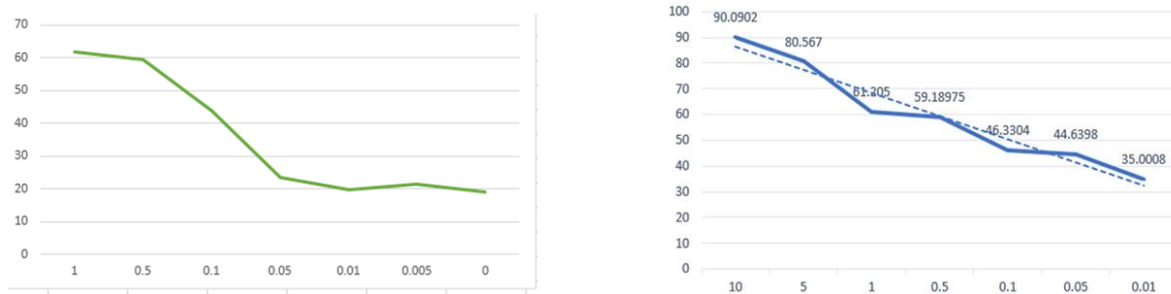
二、系統對萊克多巴胺的檢測

Rac 濃度	1mM	0.5mM	0.1mM	0.05mM	0.01mM	0.005mM	0mM
SDS							

圖、參雜 B3 1%的液晶在 SDS 0.01%+不同濃度 Rac 環境下的光訊號

Rac 濃度	10mM	5mM	1mM	0.5mM	0.1mM	0.05mM	0.01mM	0mM
CTAB								

圖、參雜 B3 1%的液晶在 CTAB 0.001%+不同濃度 Rac 環境下的光訊號



圖、SDS 0.01%環境下亮度-Rac 濃度作圖

圖、CTAB 0.001%環境下亮度-Rac 濃度作圖

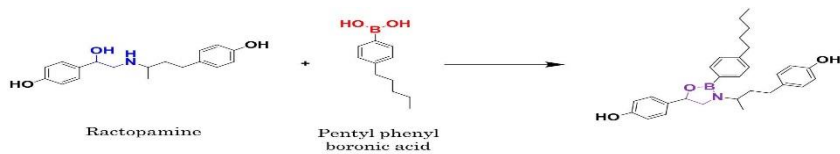
以 SDS 0.01% 作為環境時，當萊克多巴胺濃度低於 0.05mM 時趨近於定值，呈穩定暗訊號，故萊克多巴胺最低檢測濃度約為 0.05mM；以 CTAB 0.001% 作為環境，當萊克多巴胺濃度低於 0.01mM 時趨近於定值，呈穩定暗訊號，萊克多巴胺最低檢測濃度約為 0.01 mM。

三、系統之選擇性的探討

	4-硝基苯酚	4-己基苯酚	苯酚
SDS			
CTAB			

圖、參雜 B3 1%的液晶在 SDS 0.01%或 CTAB 0.001%+不同含酚基化合物 10mM 環境下的光訊號

4-硝基苯酚、4-己基苯酚、苯酚於 CTAB 或 SDS 水溶液皆為暗訊號，表示酚基不會和硼酸反應，我們推測硼酸是與萊克多巴胺有二級胺及羥基的結構結合，如下圖所示。

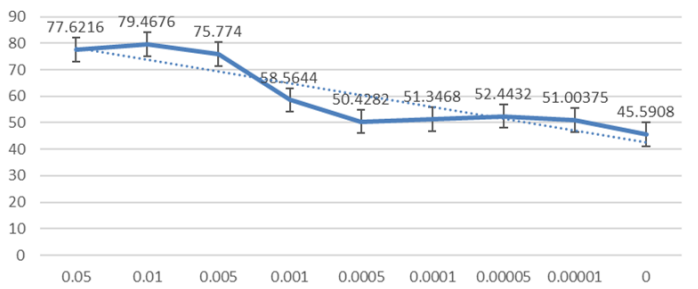


圖、萊克多巴胺與 4-戊基苯硼酸之反應預測

四、真實樣品測試

Rac 濃度	0.05	0.01	0.005	0.001	0.0005	0.0001	0.00005	0.00001
	mM	mM	mM	mM	mM	mM	mM	mM
SDS								

圖、參雜 B3 1%的液晶在 SDS 0.01%+豬肉萃取液+不同濃度 Rac 環境下的光訊號



圖、SDS 0.01%+豬肉萃取液下亮度-Rac 濃度作圖

因為 CTAB 為陽離子型界面活性劑，而豬肉中常添加的亞硝酸鹽中的 NO₂⁻有可能影響 CTAB，故我們採用陰離子型界面活性劑 SDS 進行此實驗，由實驗結果得知，萊克多巴胺需到很低濃度才有可能產生暗訊號，代表此感測器能檢測到極低濃度的萊克多巴胺，是作為檢測試劑的良好條件，但暗訊號呈現不太穩定，有待我們進一步改良。

結論

- 一、1%的四戊基苯硼酸是檢測萊克多巴胺之液晶感測器之良好探針。
- 二、本方法萊克多巴胺最低檢測濃度為:SDS 為 0.05mM；CTAB 為 0.01mM。
- 三、萊克多巴胺之酚基不與硼酸反應，推測硼酸是與萊克多巴胺有二級胺及羥基的結構結合。
- 四、本研究提供了一種低成本、簡單操作且肉眼即可辨識訊號特性的液晶感測器，此方法是一種具有實際應用潛力能有效檢測萊克多巴胺的途徑。