

第八屆原住民華碩科教獎 成果報告書

國中組－部落中的科學創意與智慧

Yabit2016013

“醇萃”喝咖啡－咖啡酒、咖啡啤酒的釀製與沖煮變因對咖啡萃取率、糖度及酸鹼度影響之探討。

學校名稱：台東縣立賓茂國民中學

<p>團隊成員：</p> <p>七年級 洪若晨</p> <p>七年級 黃楷鈞</p> <p>七年級 華浚希</p> <p>七年級 張敏雯</p>	<p>指導老師：</p> <p>朱家億</p> <p>羅智明</p>
--	------------------------------------

摘要：

近年來原住民傳統農業受到外來文化影響甚深，除了小米、紅藜的種植外，越來越多原住民開始種植咖啡。本校坐落於太平洋邊的金崙部落，距離種植咖啡的歷坵非常近，藉由地利之便，我們要上山親自體驗咖啡豆的採收，除此之外，還要透過地方耆老的指導學習如何去皮，曝曬，去殼以及烘焙的後製過程。

去皮後保留咖啡豆的果膠，運用傳統原住民釀製小米酒的技術來釀製咖啡酒並檢測酒精度。除此之外，我們還要利用製作啤酒的技術，以咖啡取代麥芽，在不同的酵母菌發酵下來探討咖啡啤酒的可行性及酒精度差異。

以咖啡烘焙程度、研磨粗細、沖煮水溫為變因來探討其糖度、酸鹼度以及萃取率的差異，試圖找出最健康的咖啡沖煮方式。

一、研究動機：

咖啡這些年來成為除了茶以外的另外一項主流飲料，但是喝咖啡對健康是好是壞卻眾說紛紜，所以我們決定要親自動手來研究咖啡，我們認為咖啡是好東西，但是如果沖煮方法不恰當就有可能會對健康帶來傷害，因此我們訂定了烘焙程度、研

磨粗細和沖煮水溫等三項變因來探討在不同情況下沖煮出來的咖啡其成分物質的差異，並進而探討怎麼喝咖啡最健康。另外，咖啡種植漸漸成為原住民部落除小米，紅藜，洛神花和小米之外的另外一項重要經濟作物，但是種出來的咖啡常常低價賣給中盤商，我們想要探討咖啡的應用性，利用咖啡開發出一些創新的產品來幫助當地農民，提升原住民收入，這就是我們想研究咖啡啤酒和咖啡小米酒的原因。

二、研究目的：

- 1.學習並了解咖啡採收及後製之過程。
- 2.學習認識歷坵咖啡豆之特性及最適之烘焙曲線。
- 3.瞭解烘焙程度、研磨粗細及沖煮溫度對咖啡品質之影響。
- 4.瞭解傳統釀酒技術在咖啡酒製作上之應用。
- 5.嘗試將釀製啤酒之技術套用在咖啡啤酒製作上之可行性。

三、實驗器材：

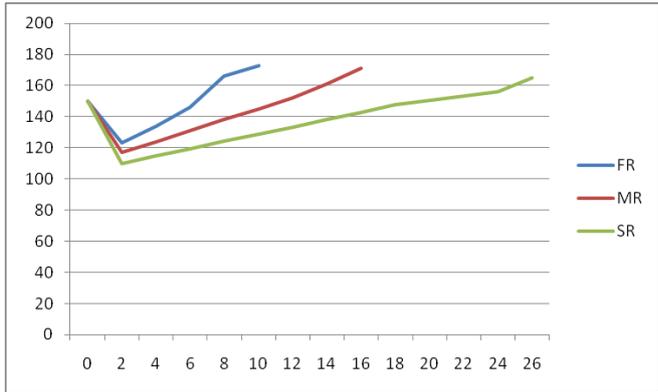
磨豆機	烘豆機	尖嘴壺	電子秤
			

五、實驗流程：

1.採豆⇒去皮⇒釀製咖啡酒⇒生豆曝曬⇒去殼⇒選豆

採豆	去皮	釀酒
		
曝曬	去殼	選豆
		

2.烘豆(深度、中度、淺度烘焙)

烘豆	烘焙時間及溫度紀錄																																																												
	 <table border="1"> <caption>烘焙時間及溫度紀錄 (估計數據)</caption> <thead> <tr> <th>時間 (min)</th> <th>FR (°C)</th> <th>MR (°C)</th> <th>SR (°C)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>150</td><td>150</td><td>150</td></tr> <tr><td>2</td><td>120</td><td>120</td><td>115</td></tr> <tr><td>4</td><td>130</td><td>130</td><td>125</td></tr> <tr><td>6</td><td>145</td><td>140</td><td>135</td></tr> <tr><td>8</td><td>165</td><td>150</td><td>145</td></tr> <tr><td>10</td><td>175</td><td>160</td><td>150</td></tr> <tr><td>12</td><td>-</td><td>165</td><td>155</td></tr> <tr><td>14</td><td>-</td><td>170</td><td>158</td></tr> <tr><td>16</td><td>-</td><td>170</td><td>160</td></tr> <tr><td>18</td><td>-</td><td>-</td><td>162</td></tr> <tr><td>20</td><td>-</td><td>-</td><td>163</td></tr> <tr><td>22</td><td>-</td><td>-</td><td>164</td></tr> <tr><td>24</td><td>-</td><td>-</td><td>165</td></tr> <tr><td>26</td><td>-</td><td>-</td><td>165</td></tr> </tbody> </table>	時間 (min)	FR (°C)	MR (°C)	SR (°C)	0	150	150	150	2	120	120	115	4	130	130	125	6	145	140	135	8	165	150	145	10	175	160	150	12	-	165	155	14	-	170	158	16	-	170	160	18	-	-	162	20	-	-	163	22	-	-	164	24	-	-	165	26	-	-	165
時間 (min)	FR (°C)	MR (°C)	SR (°C)																																																										
0	150	150	150																																																										
2	120	120	115																																																										
4	130	130	125																																																										
6	145	140	135																																																										
8	165	150	145																																																										
10	175	160	150																																																										
12	-	165	155																																																										
14	-	170	158																																																										
16	-	170	160																																																										
18	-	-	162																																																										
20	-	-	163																																																										
22	-	-	164																																																										
24	-	-	165																																																										
26	-	-	165																																																										

3.研磨(刻度 8)⇒糖化(85°C 下加蓋靜置半小時)⇒冷卻至 25°C

糖化進行中	糖化完成，準備冷卻
-------	-----------



4.發酵(選用 V22/V66/V68 三種釀製酒及水果酒常用酵母)



5.深度烘焙豆⇒以刻度 2 進行研磨⇒不同溫度下沖煮(95°C-75°C)⇒測 Brix⇒測 TDS⇒測 PH 值⇒計算萃取率

不同溫度下進行沖煮



測 Brix 與 TDS



測 PH 值



換算萃取率



6.以刻度 4/刻度 6/刻度 8 進行研磨並反覆進行步驟 5 之流程，將結果紀錄下來。

7.以中度烘焙之咖啡豆進行步驟 5 至步驟 6 之流程並將結果紀錄下來。

8.以淺度烘焙之咖啡豆進行步驟 5 至步驟 6 之流程並將結果紀錄下來。

9.以比重計測量咖啡酒及咖啡啤酒之酒精度。

咖啡酒的味道太強了吧!



吼~這味道!!!



10.結果與討論

六、實驗數據：

1.不同條件下之 Brix/TDS/PH/萃取率：

(1)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	2 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	95°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.81	0.96	0.98	0.92
Brix	1.03	1.22	1.23	1.16
PH	5.5	5.5	5.5	5.50
萃取率	20.6	24.4	24.6	23.20

(2)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	2 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	90°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.8	0.72	0.84	0.79
Brix	1.02	0.92	1.07	1.00
PH	5.5	5.3	5.5	5.43
萃取率	20.4	18.4	21.4	20.07

(3)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	2 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	85°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.83	0.81	0.84	0.83
Brix	1.04	1.03	1.07	1.05
PH	5.6	5.5	5.5	5.53
萃取率	20.8	20.6	21.4	20.93

(4)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	2 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	80°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.75	0.75	0.74	0.75
Brix	0.95	0.95	0.94	0.95
PH	5.5	5.5	5.5	5.50
萃取率	19	19	18.8	18.93

(5)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	2 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	75°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.6	0.88	0.71	0.73
Brix	0.77	1.12	0.91	0.93
PH	5.6	5.5	5.5	5.53
萃取率	15.4	22.4	18.2	18.67

(6)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	4 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	95°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.54	0.61	0.48	0.54
Brix	0.69	0.78	0.62	0.70
PH	5.5	5.5	5.5	5.50
萃取率	13.8	15.6	12.4	13.93

(7)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	4 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	90°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.48	0.38	0.6	0.49
Brix	0.62	0.49	0.77	0.63
PH	5.5	5.5	5.5	5.50
萃取率	12.4	9.8	15.4	12.53

(8)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	4 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	85°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.83	0.56	0.54	0.64
Brix	1.06	0.71	0.69	0.82
PH	5.5	5.5	5.5	5.50
萃取率	21.2	14.2	13.8	16.40

(9)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	4 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	80°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.5	0.49	0.41	0.47
Brix	0.64	0.63	0.52	0.60
PH	5.7	5.6	5.8	5.70
萃取率	12.8	12.6	10.4	11.93

(10)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	6 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	95°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.43	0.46	0.4	0.43
Brix	0.55	0.59	0.51	0.55
PH	5.8	5.9	6	5.90
萃取率	11	11.8	10.2	11.00

(11)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	6 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	90°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.46	0.4	0.42	0.43
Brix	0.59	0.51	0.54	0.55
PH	6.2	6.1	6.1	6.13
萃取率	11.8	10.2	10.8	10.93

(12)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	6 號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	85°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.36	0.37	0.46	0.40
Brix	0.46	0.47	0.59	0.51
PH	5.2	5.1	4.6	4.97
萃取率	9.2	9.4	11.8	10.13

(13)

品種：	台東縣歷坵咖啡(海拔 1000 公尺高山豆)			
烘焙程度：	深度	咖啡重量：	7.5g	
研磨度：	6號(數字越大顆粒越粗)			
水溫：	80°C	水量：	150ml	
	1	2	3	平均
TDS	0.28	0.29	0.37	0.31
Brix	0.36	0.37	0.47	0.40
PH	5.1	4.6	4.6	4.77
萃取率	7.2	7.4	9.4	8.00

備註：

◎ $Brix \times 0.8 = TDS$

◎ $萃取率 = (Brix \times 咖啡溶液量) \div 咖啡粉重量$

2.咖啡啤酒酒精度檢測：

(1)Hydrometer Temperature Corrections

T °C	Delta G	T °F		T °C	Delta G	T °F
0	-0.0007	32		25	0.0021	77
1	-0.0008	33.8		26	0.0023	78.8
2	-0.0008	35.6		27	0.0026	80.6
3	-0.0009	37.4		28	0.0029	82.4
4	-0.0009	39.2		29	0.0032	84.2
5	-0.0009	41		30	0.0035	86
6	-0.0008	42.8		31	0.0038	87.8
7	-0.0008	44.6		32	0.0041	89.6

8	-0.0007	46.4		33	0.0044	91.4
9	-0.0007	48.2		34	0.0047	93.2
10	-0.0006	50		35	0.0051	95
11	-0.0005	51.8		36	0.0054	96.8
12	-0.0004	53.6		37	0.0058	98.6
13	-0.0003	55.4		38	0.0061	100.4
14	-0.0001	57.2		39	0.0065	102.2
15	0	59		40	0.0069	104
16	0.0002	60.8		41	0.0073	105.8
17	0.0003	62.6		42	0.0077	107.6
18	0.0005	64.4		43	0.0081	109.4
19	0.0007	66.2		44	0.0085	111.2
20	0.0009	68		45	0.0089	113
21	0.0011	69.8		46	0.0093	114.8
22	0.0013	71.6		47	0.0097	116.6
23	0.0016	73.4		48	0.0102	118.4
24	0.0018	75.2		49	0.0106	120.2

(2) Percent Alcohol From Original and Final Gravity

OG \ FG	1.03	1.035	1	1.045	1.05	1.055	1.06	1.065	1.07	1.075
0.998	4.1	4.8	5	6.1	6.8	7.4	8.1	8.7	9.4	10.1
1	3.9	4.5	5	5.8	6.5	7.1	7.8	8.5	9.1	9.8
1.002	3.6	4.2	5	5.6	6.2	6.9	7.5	8.2	8.9	9.5
1.004	3.3	4	5	5.3	5.9	6.6	7.3	7.9	8.6	9.3
1.006	3.1	3.7	4	5	5.7	6.3	7	7.7	8.3	9
1.008	2.8	3.5	4	4.8	5.4	6.1	6.7	7.4	8	8.7
1.01	2.6	3.2	4	4.5	5.1	5.8	6.5	7.1	7.8	8.4
1.012	2.3	2.9	4	4.2	4.9	5.5	6.2	6.8	7.5	8.2
1.014	2	2.7	3	4	4.6	5.3	5.9	6.6	7.2	7.9
1.016	1.8	2.4	3	3.7	4.4	5	5.7	6.3	7	7.6
1.018	1.5	2.2	3	3.4	4.1	4.7	5.4	6	6.7	7.3
1.02	1.3	1.9	3	3.2	3.8	4.5	5.1	5.8	6.4	7.1
1.022	1	1.6	2	2.9	3.6	4.2	4.9	5.5	6.2	6.8
1.024	0.8	1.4	2	2.7	3.3	4	4.6	5.2	5.9	6.5

(3)咖啡啤酒酒精濃度

實驗日期：		2017/3/13	2017/3/31	酒精濃度(%)
溫度：		20°C	24°C	
比重：		OG(Original Gravity)	FG(Final Gravity)	
深焙	V-22	$1.034+0.0009=1.0349$	$1.008+0.0018=1.0098$	3.2
	V-66	$1.034+0.0009=1.0349$	$1.004+0.0018=1.0058$	3.7
	V-68	$1.034+0.0009=1.0349$	$1.004+0.0018=1.0058$	3.7
中焙	V-22	$1.002+0.0009=1.0029$	$1.002+0.0018=1.0038$	5
	V-66	$1.002+0.0009=1.0029$	$1.002+0.0018=1.0038$	5
	V-68	$1.002+0.0009=1.0029$	$1.000+0.0018=1.0009$	5

3. 咖啡酒酒精度檢測：

釀製日期：2017/3/5(OG=1.258)

檢測日期：2017/3/31(FG=1.116)

釀製條件：

600g 咖啡皮+300g 細砂糖(2:1)+米酒 600ml(酒精度 19.5%)

OG/FG 酒精度換算參考連結：

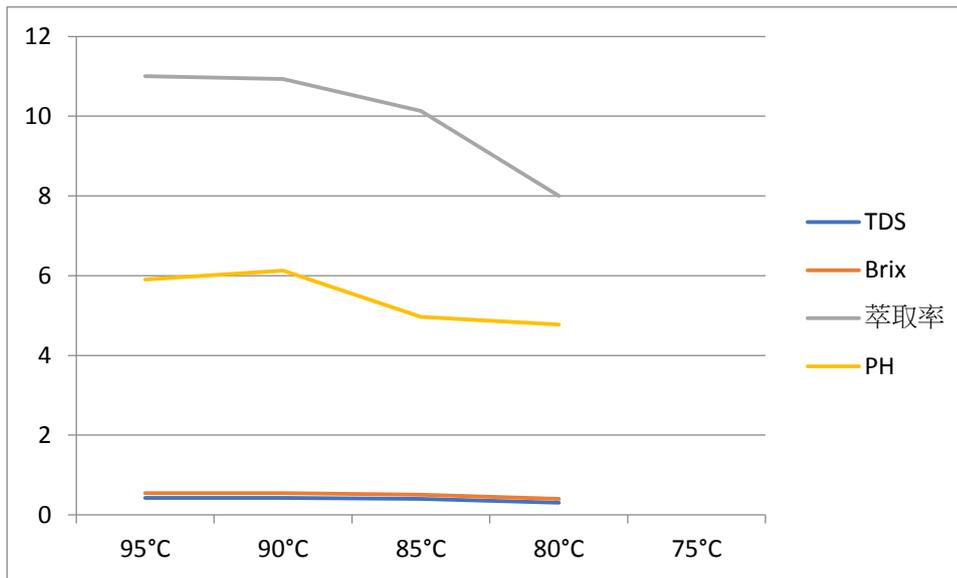
<http://www.diybeersupply.com.tw/SGtoBrix.html>

酒精度：29.37%

七、結果與討論：

1.

烘焙程度	深		研磨度	2 號	
溫度	95°C	90°C	85°C	80°C	75°C
TDS	0.92	0.79	0.83	0.75	0.73
Brix	1.16	1	1.05	0.95	0.93
萃取率	23.2	20.07	20.93	18.93	18.67
PH	5.5	5.43	5.53	5.5	5.53

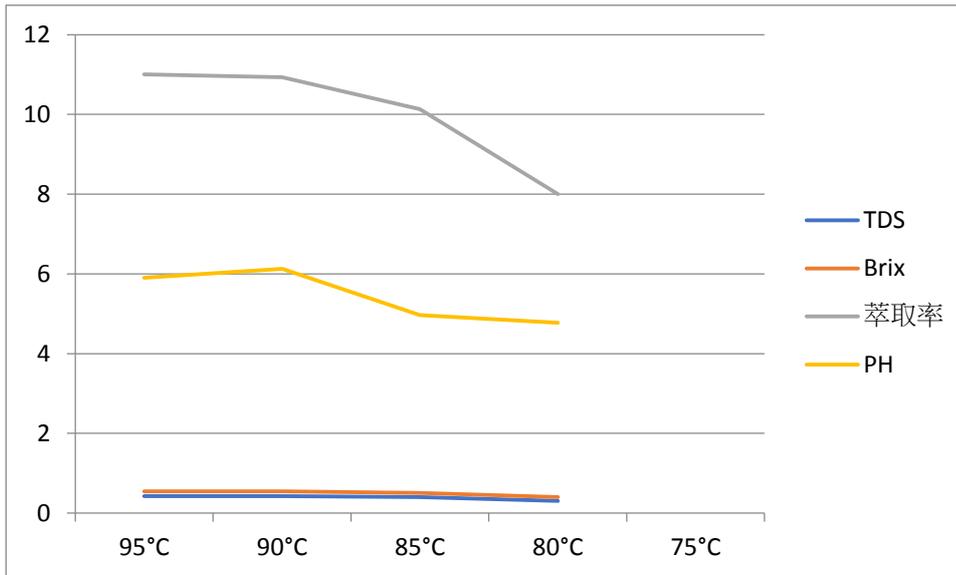


(1)溫度越低，TDS、Brix 和萃取率均呈現下降趨勢，但在 85°C 時例外，在 85°C 時之各項指標雖然較 95°C 時低，但卻比 90°C 時高，成陡升態勢，這是很有趣的現象。

(2)在不同溫度下之 PH 值沒有太大的差異，基本上都在 5.5 上下，誤差在 2%以內，概因咖啡中的酸以單寧酸為主要成分，而單寧酸對水溶解度高，只要溫度差異不大，其溶解程度都差不多，所以酸鹼度幾乎一致。

2.

烘焙程度	深		研磨度	4 號	
溫度	95°C	90°C	85°C	80°C	75°C
TDS	0.54	0.49	0.64	0.47	
Brix	0.7	0.63	0.82	0.6	
萃取率	13.93	12.53	16.4	11.93	
PH	5.5	5.5	5.5	5.7	

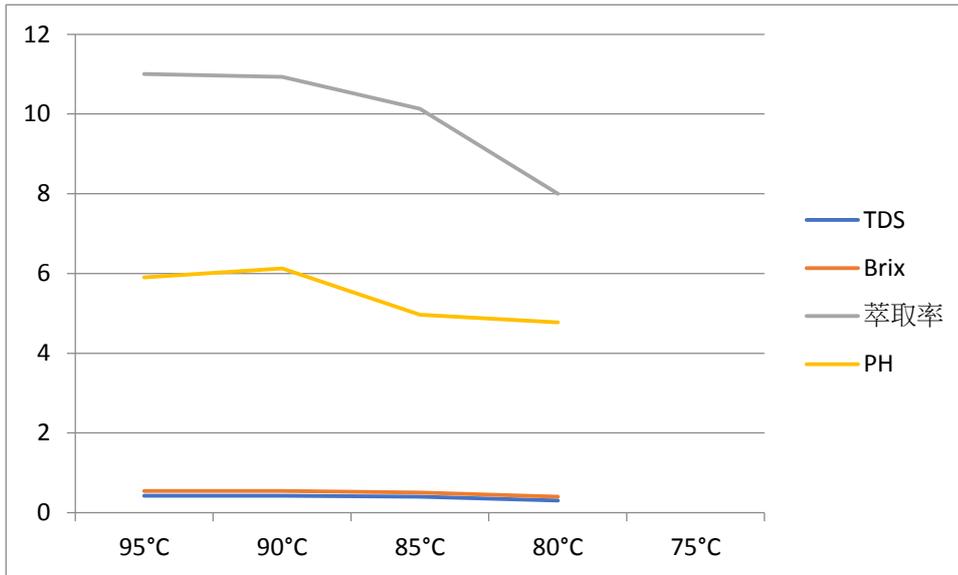


(1)與 2 號研磨度結果相似，Brix、TDS 和萃取率均隨溫度下降而下降，但 85°C 時各項指標不只高過 90°C，甚至遠高於 95°C 的指標。

(2)PH 值亦分布在 5.5 上下，研判 2 號研磨和 4 號研磨的顆粒差異不影響酸鹼度。

3.

烘焙程度	深		研磨度	6 號	
溫度	95°C	90°C	85°C	80°C	75°C
TDS	0.43	0.43	0.4	0.31	
Brix	0.55	0.55	0.51	0.4	
萃取率	11	10.93	10.13	8	
PH	5.9	6.13	4.97	4.77	

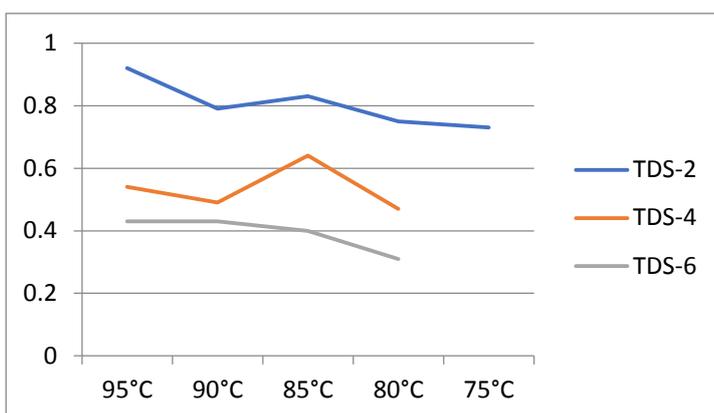


(1)這次的實驗結果和前兩次最大差異就在於 85°C 時沒有發生萃取率、Brix 和 TDS 陡升的現象，而是一路隨著溫度下降而下降，研判研磨程度越粗，85°C 的特殊現象也會跟著消失。

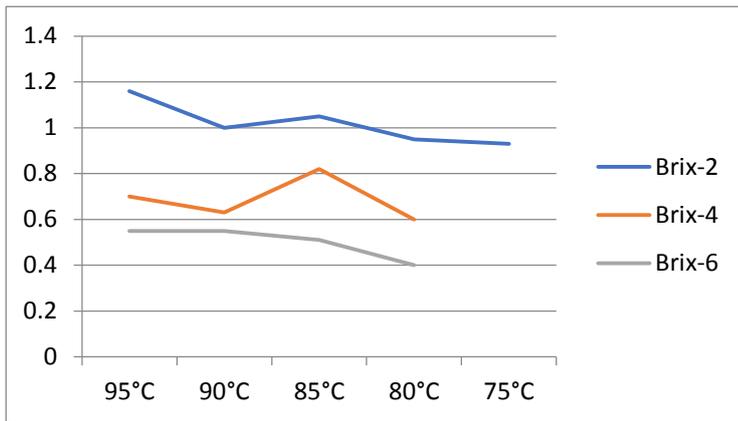
(2)當刻度達到 6 號時，PH 值不再圍繞在 5.5 附近，變動範圍較大，90°C 時 PH 值甚至超過 6，85°C 和 80°C 時低於 5，有點偏酸，所以我們大膽假設當顆粒太粗時酸鹼度不易掌握，並不是一個適合沖煮精品咖啡的研磨度。

4.

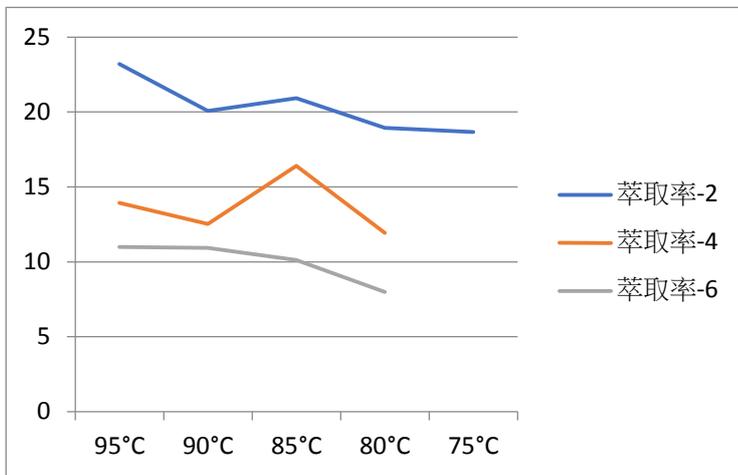
(1)



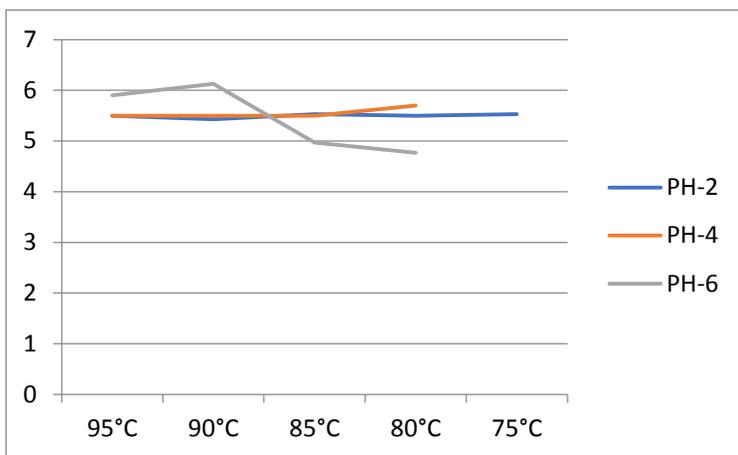
(2)



(3)



(4)



(5)

由以上四張圖表做縱斷面分析可看出 85°C，4 號研磨應是最適

合沖煮咖啡的條件，雖然 2 號研磨的萃取率較高，但恐有萃取過度而造成咖啡因過高，苦澀味濃厚的疑慮，而 6 號刻度無法表現出 85°C 的獨特之處，甚至有萃取不足的可能，除此之外，PH 值不是過高就是過低，穩定性不足亦不適合沖煮咖啡。

5.

以深度烘焙的咖啡豆釀製啤酒效果較差，使用不同的酵母結果也不同，大概是因為烘焙程度較深，碳化程度較高，含糖量減少所造成的。其中以 V22(此款酵母菌株特別適合酸度高的水果酒釀造，具有緩和，穩定的發酵力，良好的果酸轉化能力，泡沫生成量少，發酵平穩。在較低的溫度下發酵能產生特殊的酯香。)的效果最差，酒精度只有 3.2%左右，而 V66(針對葡萄酒的濃縮乾酵母，具有穩定，安全，徹底的發酵能力，良好的單寧色素浸提力，果香濃郁，酒香醇厚，發酵後酵母凝聚性好，酒色穩定。)和 V68(此款酵母菌株適合各種水果酒，香檳酒，酵素的釀造，營養需求低，啟動發酵溫度範圍大並可用於發酵已靜止而仍有殘糖的果酒。)則沒有太大差異，酒精度大約 3.7%左右。

6.

以中度烘焙的咖啡豆釀製啤酒效果尚可，使用不同的酵母結果差異也不大，酒精度大約 5%左右。但整體而言，不管是使用

深度烘焙或是中度烘焙的咖啡豆來釀製啤酒其最終的結果都未臻完美，可能是因為使用商業酵母的緣故，因為商業酵母只有單一菌種，本身不具有分解澱粉供應自身養分的能力，如果釀製過程中不另外加入細砂糖的話，其釀製能力會大打折扣。相反的，如果使用自己培養的野酵母的話，由於菌叢種類較為豐富，具有分解澱粉供酵母菌使用的能力，發酵的效果應會較為理想。

7.使用咖啡皮以傳統原住民釀酒的方式來釀酒效果非常好，將咖啡皮及細砂糖以 2:1 的比例混和後，再加入一瓶 600ml，酒精度 19.5%的米酒後，最終將酒精度提升到近 30%，酒精度大大提升，概因咖啡皮表面菌種豐富，咖啡皮含糖量高，本身糖量即足以供應酵母菌成長，再加上另外加入的細砂糖，酵母菌的食物來源不虞匱乏，除此之外，米酒做為調味及引子的作用良好，實驗結果超乎想像。

八、延伸學習：

- 1.將中度烘焙及淺度烘焙之咖啡豆進行如上之操作後，測量 Brix、TDS、萃取率及 PH 值並和上述實驗結果做交叉比對，比較烘焙深淺對於各項指標的影響程度。
- 2.自製不同種類之酵母來製作咖啡啤酒，比較結果差異。
- 3.以糖化溫度、糖化時間和研磨粗細作為操作變因來探討咖啡

啤酒的發酵效果。

4.釀製咖啡酒過程中，若不加入米酒，效果會如何？

5.若以其他酒類來替代米酒，風味和酒精度會產生怎樣的變化？