

# 紳士塊菌固態發酵產物之射頻殺菌及射頻乾燥和安全評估

徐翌玲、陳茗萱、陳淑德\*

國立宜蘭大學 食品科學系



## 摘要

紳士塊菌(*Tuber magnatum*)的子實體又稱為義大利白松露，栽培時間長達4至7年。今選用大豆和紅薏仁以1:3比例製備混合基質，在25°C下進行培養三週，即可生產具抗氧化性的紳士塊菌固態發酵產物。本研究比較不同殺菌(滅菌釜殺菌和射頻殺菌)及乾燥(射頻乾燥、冷風乾燥和冷凍乾燥)之方法對紳士塊菌固態發酵產物之活性成分和抗氧化活性影響，另外亦添加5%紳士塊菌固態發酵產物於飼料中，針對雌、雄各6隻大鼠中進行90天飼食安全性試驗。結果顯示，紳士塊菌固態發酵產物以射頻加熱殺菌處理只需3 min，然而以121°C滅菌釜殺菌則需50 min才能紳士塊菌死滅；此外紳士塊菌固態發酵產物以射頻冷風乾燥在20 min內即可快速乾燥，耗能少，且乾燥品質與300 min 45°C冷風乾燥和冷凍乾燥相比無顯著差異。另一方面，大鼠在飼食90天安全性試驗後，其體重和血液生化值與控制組的大鼠並無顯著差異。

## 前言

白松露與魚子醬和鵝肝醬並列為世界著名的三大名菜。其富含多醣、三萜、多酚、類黃酮等生理活性代謝物，並具有良好抗氧化活性。射頻為頻率範圍從300 kHz至300 GHz之間的電磁波，由於射頻的頻率較微波的頻率小，穿透樣品的厚度較微波深，使食品中的極性水分子旋轉共振摩擦和離子快速移動，可克服熱傳障礙，達到瞬間升溫、縮短加熱時間，故射頻在食品工業常應用於滅菌、殺蟲、乾燥等。

## 材料與方法

紳士塊菌菌株(白松露)

↓ 預活化

混合基質固態發酵

(大豆:紅薏仁=1:3)

↓ 25°C 培養三週

射頻滅菌

滅菌釜 50 min

電極板間距 17、15、13 cm (A121)

(RFP17、RFP15、RFP13)

射頻乾燥條件、熱風乾燥、冷凍乾燥

(RFD17、RFD15、RFD13、HD、FD)

紳士塊菌固態發酵產物

有效成分和抗氧化  
DPPH、顏色分析

SD大鼠90天  
安全性試驗

## 結果與討論

圖1顯示，隨著射頻電極板間距由17降至10 cm，則之輸出功率隨著增加，進而射頻加熱 5 min 則在電極板間距為15 cm加熱90 s即能達到80°C(圖二)，故選用其進行殺滅紳士塊菌(圖三)以符合表一殺菌所需的條件。圖四為射頻電極板間距15 cm加熱3 kg紳士塊菌固態發酵產物的乾燥和升溫曲線。射頻乾燥的比較各種乾燥方法之乾燥速率和能量損耗，以射頻冷風加熱電極板間距15 cm下，殺菌搭配乾燥之乾燥速率最快，並且最節省能源(表二)。表三顯示紳士塊菌固態發酵產物以射頻加熱殺菌和滅菌釜殺菌與未處理之顏色均有顯著性差異，射頻加熱短時間殺菌較可保留完整顏色，但有效成分和清除DPPH自由基能力並無顯著差異。大鼠在飼食90天安全性試驗中，其體重(圖五)和血液生化值(表四)與控制組的大鼠並無顯著差異。

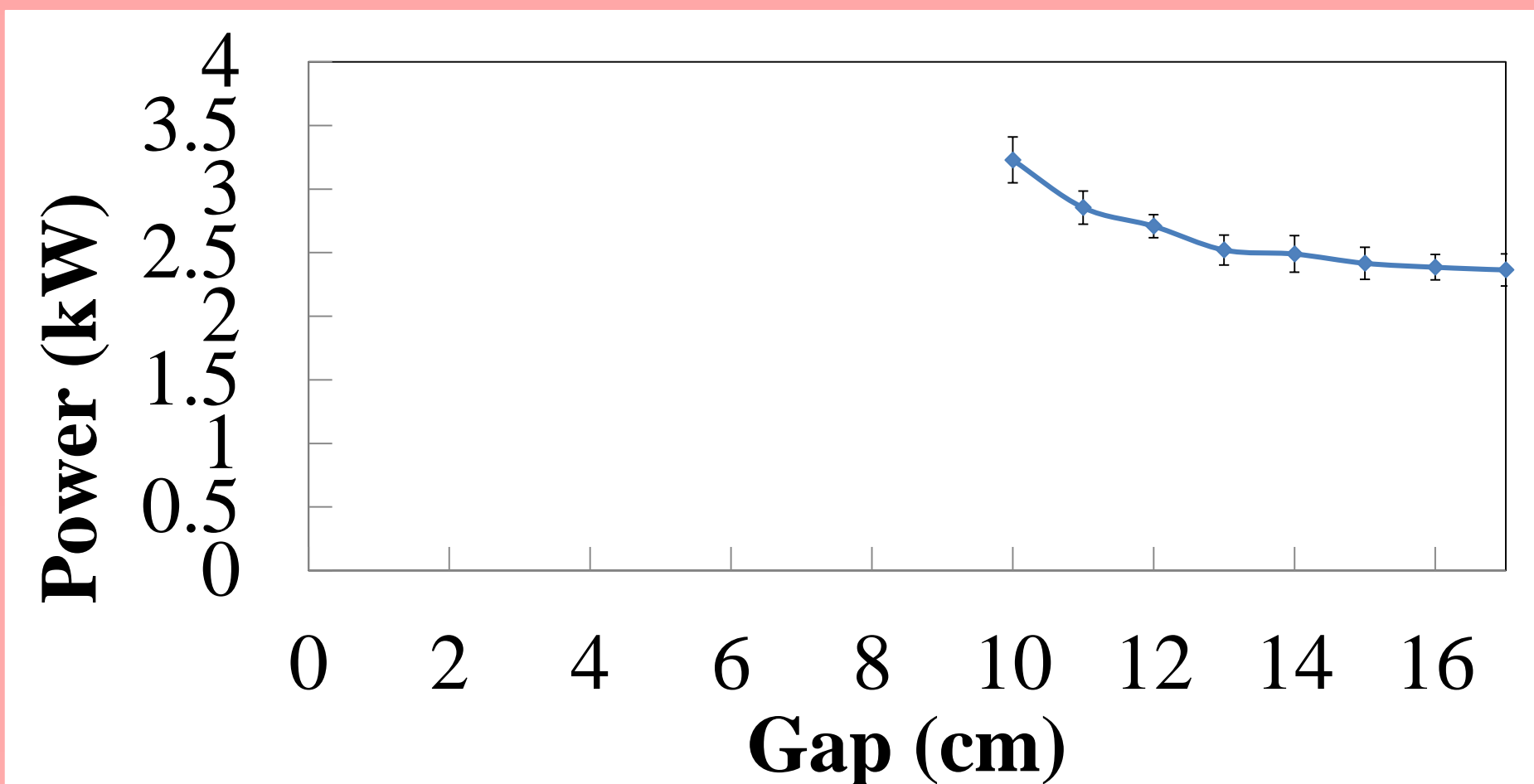


圖1、射頻電極板間距對3 kg紳士塊菌固態發酵產物之輸出功率影響。

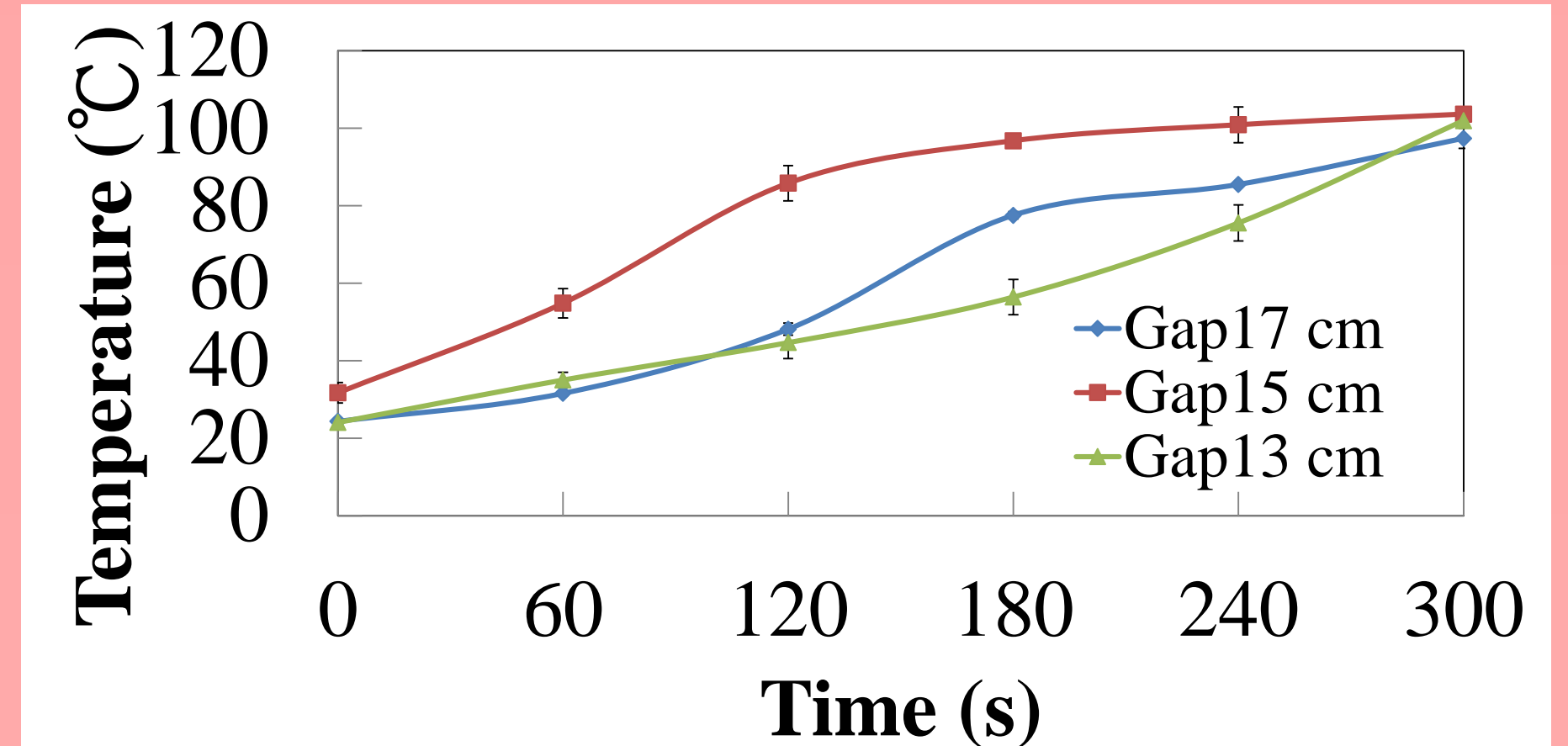


圖2、不同射頻電極板間距加熱對3 kg紳士塊菌固態發酵產物之升溫曲線。

表1、2 mL紳士塊菌液加熱死滅所需的溫度與時間

Temperature (°C)	60	70	80	90
Time (s)	240	160	90	80

圖3、3 kg紳士塊菌固態發酵產物在射頻RFP15下加熱後，植入PDA平板培養7天之生長情形。

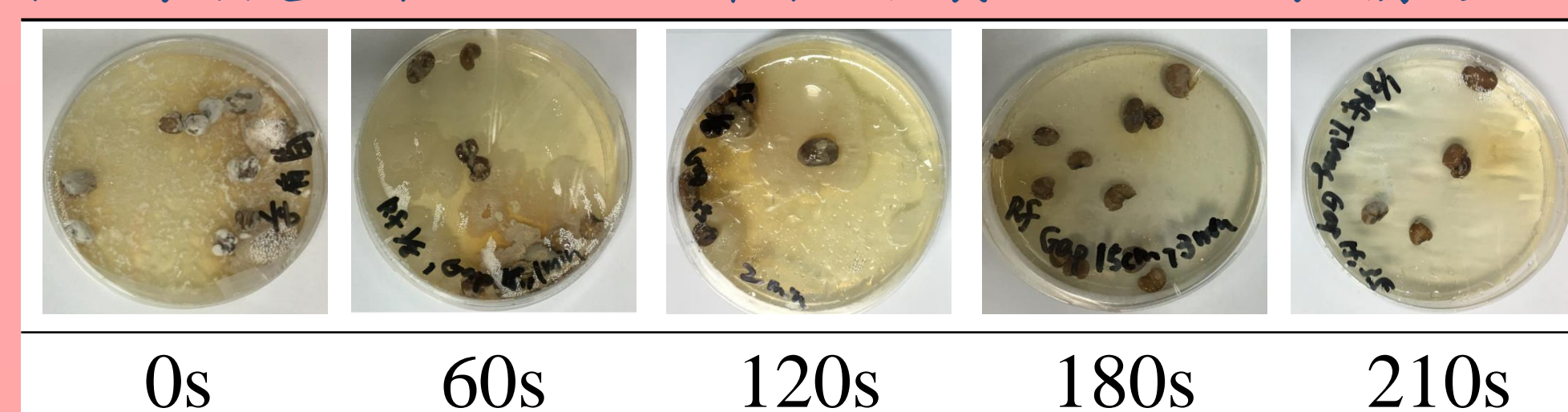


表3、不同殺菌和乾燥方法對紳士塊菌固態發酵產物中的粗多醣、粗三萜、清除DPPH自由基及外觀差異的影響

Drying methods	Triterpenoids (mg/g)	Polysaccharide (mg/g)	Scavenging DPPH radicals (%)		L*	a*	b*
			Water extracts	Ethanol extracts			
RFP15-FD	16.98 <sup>a</sup>	271.56 <sup>a</sup>	90.77 <sup>ab</sup>	92.85 <sup>ab</sup>	31.60 <sup>a</sup>	6.32 <sup>b</sup>	14.25 <sup>b</sup>
RFP15-CD	16.91 <sup>a</sup>	270.99 <sup>a</sup>	89.95 <sup>b</sup>	91.64 <sup>b</sup>	30.68 <sup>b</sup>	7.51 <sup>ab</sup>	14.55 <sup>ab</sup>
RFP15-RFD15	16.83 <sup>a</sup>	269.61 <sup>a</sup>	89.43 <sup>b</sup>	90.98 <sup>b</sup>	28.56 <sup>c</sup>	7.98 <sup>ab</sup>	15.54 <sup>a</sup>
A121-CD	16.42 <sup>a</sup>	268.11 <sup>a</sup>	89.16 <sup>b</sup>	90.33 <sup>b</sup>	23.22 <sup>d</sup>	5.67 <sup>c</sup>	9.11 <sup>c</sup>

表4、飼食紳士塊菌固態發酵產物對SD大鼠的血清生化之影響

		Tp	Crea	GOT	γ-GT	Ca	Na	GLU	ALB	GPT	IP	ALP	Cl	K	BUN	T-BIL
Male	Control	7.4 <sup>c</sup>	0.6 <sup>b</sup>	138.2 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	9.7 <sup>a</sup>	146.0 <sup>a</sup>	205.3 <sup>a</sup>	4.5 <sup>b</sup>	64.5 <sup>a</sup>	8.8 <sup>a</sup>	238.1 <sup>a</sup>	100.7 <sup>a</sup>	6.5 <sup>ab</sup>	17.6 <sup>ab</sup>	<0.04
	5%	7.2 <sup>bc</sup>	0.5 <sup>ab</sup>	125.7 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	10.4 <sup>a</sup>	144.8 <sup>a</sup>	127.3 <sup>b</sup>	4.4 <sup>b</sup>	50.3 <sup>a</sup>	5.9 <sup>a</sup>	221.9 <sup>a</sup>	103.2 <sup>a</sup>	5.2 <sup>a</sup>	17.0 <sup>ab</sup>	<0.04
Female	Control	8.5 <sup>ab</sup>	0.6 <sup>b</sup>	106.7 <sup>a</sup>	1.0 <sup>a</sup>	11.9 <sup>a</sup>	144.7 <sup>b</sup>	147.2 <sup>a</sup>	5.3 <sup>a</sup>	47.7 <sup>a</sup>	7.4 <sup>a</sup>	182.9 <sup>a</sup>	103.2 <sup>a</sup>	6.5 <sup>b</sup>	19.9 <sup>c</sup>	<0.04
	5%	8.0 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	113.7 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>	141.5 <sup>a</sup>	147 <sup>a</sup>	5.1 <sup>a</sup>	48.5 <sup>a</sup>	6.4 <sup>a</sup>	137.6 <sup>a</sup>	100.8 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>	16.4 <sup>a</sup>	<0.04

## 結論

紳士塊菌固態發酵產物以射頻加熱殺菌處理只需3 min，而以121°C滅菌釜殺菌則需50 min；此外其以射頻冷風乾燥在20 min內即可快速乾燥，且乾燥品質與300 min 45°C冷風乾燥和冷凍乾燥相比無顯著差異。經飼食SD大鼠90天毒性試驗後，其體重和血液生化值與控制組的大鼠並無顯著差異。故可利用固態發酵、射頻殺菌和乾燥技術快速生產安全的紳士塊菌固態發酵產物。

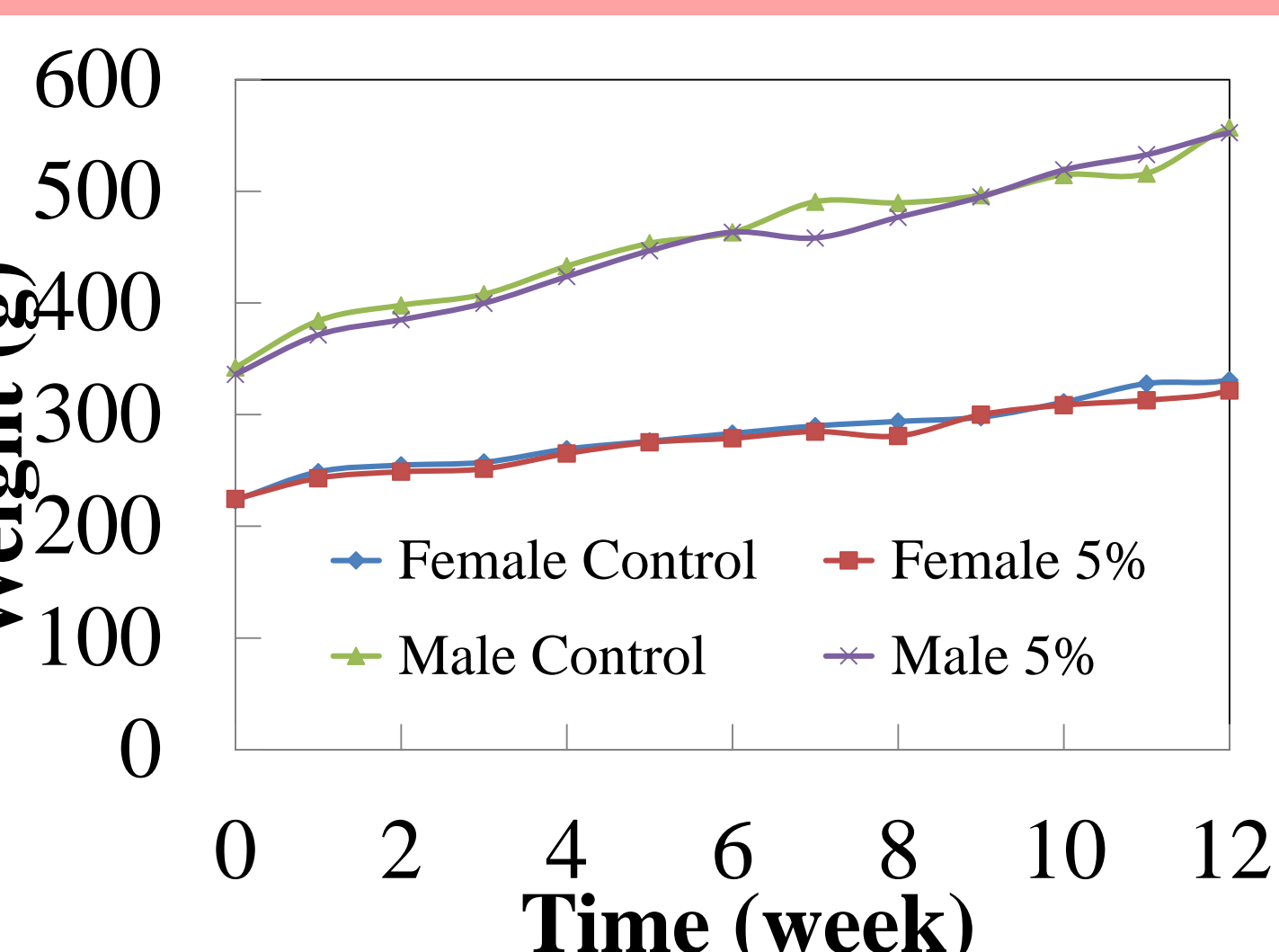


圖5、飼食5%紳士塊菌固態發酵產物對SD大鼠的體重之影響。