

勞動部職業災害預防及職業災害勞工重建補助實施計畫

醬油釀造工人吸入致病性麴菌之血清學流行病學調查

114年度期末報告書

提報單位：振興醫療財團法人振興醫院

提報人：陳威廷

提報日期：114年11月26日

目錄

勞動部職業災害預防及職業災害勞工重建補助實施計畫	
一、 報告摘要：	1
二、 計畫緣由與目的：	1
三、 研究辦理方法：	6
四、 研究資料之來源與分析：	7
五、 研究結果之分析：	7
六、 各項預定目標之達成程度：	14
七、 結論與建議：	15
八、 經費運用情形報告：	17
九、 效益評估：	18

(研發及研究類、其他類)

勞動部

114年職業災害預防及職業災害勞工重建實施計畫期末報告書 (醬油釀造工人吸入致病性麴菌之血清學流行病學調查)

一、 報告摘要：

麴菌廣泛分布於自然界，但也被用於食品加工及醃製。傳統食用醬油釀造使用植物性黃豆或黑豆、小麥、米等進行釀製，原料經處理後加入麴發酵。由於麴菌極易汙染糧食，生產過程一旦汙染，會造成生產品質下降，也有可能作為病原體引發人類疾病。本研究以醬油釀造工人為研究對象，雖有口罩等防護設備，然操作過程，仍有機會暴露於汙染麴菌環境下，故以血清學分析臨床常見兩種致病麴菌-黑麴菌及煙麴黴，我們發現在這類製程人員較易受到較高黴菌暴露:根據體內煙黴菌及黑黴菌 IgG 抗體效價的升高，都清楚反映製程環境黴菌濃度較高，但大多尚未誘發明顯過敏體質。而非製程人員也有 IgG/IgE 暴露，廠房環境可能仍有部分黴菌移動或員工輪調過去曾接觸製程作業。因此環境改善、穿戴個人保護具、環境監測及對員工納入年度或季度黴菌抗體檢驗，可以增加勞工健康、增加生產效益及企業形象。

二、 計畫緣由與目的：

國人煮菜講究色、香、味俱全，因此烹調時所使用之調味料種類繁多，而『醬油』則是國人飲食生活中不可或缺的調味品之一，且同時影

響一道菜之色、香、味，並適用於多種烹調方法。早期醬油之製造，是一種家傳藝術與秘密，其釀造技術長不外傳，其技術往往是由子孫代代相傳或由一派的師傅傳授下去，形成某一特定之釀造方式。

傳統醬油釀造有2種方式，一是以黑豆為釀造原料的黑豆醬油，一是以黃豆與小麥為原料的豆麥醬油。台灣一般稱醬油為「豆油」，指的就是豆類經由發酵產出醬汁再經調製的成品。我們的食用醬油釀造常使用植物性黃豆或黑豆、小麥、米等進行釀製，原料經處理後加入麴發酵，製成醬油麴，製麴時間如果長達三日，則稱為三日麴；再與食鹽水入缸進行不同時間的發酵。藉著麴菌中酵素、酵母與細菌等協同發酵，產生複雜特殊之色、香、味成分；完成之醬油醪再經壓榨後所得醬油原汁。過去政府偏重『毒醬油』檢驗，也就是著重在防腐劑或化學藥劑的添加，但微生物污染也不容小覷。在製麴完成後，由於麴菌極易污染糧食，生產過程一旦污染，也會造成生產品質下降。由於在翻麴及加麴的過程中，麴菌粉塵可能被吸入。目前認為麴菌對農村、木材、家禽、養豬場、廢棄物處理場及受污染的有機材料職業工人，有較高的呼吸道影響[1-3]。而過去一項研究發現醬油釀造加工場之空氣中真菌與細菌場內、外濃度比例偏高，推斷場內確有污染來源，且存在不同區域上之影響。菌種部分主要仍是以 *Aspergillus* spp. 真菌屬為主[4]。

至於是否可能有吸入污染的麴菌而致病或對人體有影響，則缺乏相關的文獻探討。而臨床上，最常造成侵襲性麴菌菌種是煙麴黴(*A.fumigatus*)，黃麴黴菌(*A.flavus*)和黑麴黴(*A.niger*)所造成的感染[5]。

目前檢測侵襲性麴菌可以透過半乳甘露聚糖抗原檢測、(1,3)- β -d-葡聚糖((1,3)- β -d-glucan)、麴菌專一性抗體及分子生物學檢測等方式。透過(1,3)- β -d-葡聚糖((1,3)- β -d-glucan)的血清測量，這種比色測定現已在美國上市，以幫助診斷侵襲性真菌感染。半乳甘露聚糖和(1,3)- β -d-葡聚糖是黴菌細胞壁的組成部分，在黴菌生長過程中釋放到體液中。(1,3)- β -d-葡聚糖是大多數真菌的重要細胞壁成分，接合菌和新型隱球菌除外[6,7]。因此，它更適合作為侵襲性真菌感染的存在和程度的標記，而不是用於建立麴菌的具體診斷。歐洲癌症/真菌病研究與治療組織 (EORTC/MSG) 2002年和2008年指南中，將(1,3)- β -d-葡聚糖檢測與半乳甘露聚糖的血清學和肺泡沖洗液的篩檢，列為被認為是用以診斷感染煙麴黴的工具。兩項測試均顯示有感染。而其他黴菌感染也可 GM 檢驗陽性，例如 Histoplasmosis (組織胞漿菌感染)、Fusariosis (鐮孢菌感染)或是 Talaromycosis (青黴菌感染)。由於此項檢查必須在標準實驗室進行，且檢驗時間花費較長。

對於慢性肺部麴菌感染或長期接觸或是過敏性麴菌感染是屬於慢性疾病，這類病人由於長期有可能麴菌移生在鼻腔、氣管或支氣管內，而

兩者所造成的臨床症狀皆可以從輕微咳嗽症狀、反覆性咳嗽、咳血或反覆氣喘發作。差別在於前者可引發肺部疾病且導致胸部影像學有病灶存在。所以在此類患者體內會有上升的麴菌專一 IgG 血清抗體濃度，而使用(1,3)- β -d-葡聚糖檢測與半乳甘露聚糖，甚至需要受檢者接受侵入性肺部沖洗術。過去研究顯示，過敏性支氣管麴菌病(allergic bronchopulmonary aspergillosis; ABPA)和麴菌性氣喘患者血清，80%存在特異性 IgE，但慢性肺部麴菌瘤(Aspergilloma)的血清則不存在。慢性肺部麴菌瘤和過敏性支氣管麴菌病則有較高的專一 IgG 血清抗體濃度，但麴菌性氣喘患者則未檢出專一 IgG [8,9]。因此，同時評估受試者 IgG 和 IgE 血清抗體濃度，若可以配合影像，更可以提供臨床診斷參考(如表一)。

對於常見的三種侵襲性麴菌菌種的篩檢，台灣優良食品驗證方案產品檢驗項目規格及標準，已涵蓋黃麴毒素的檢驗，因此本計畫則以黑麴黴及煙麴黴兩者為主要研究方向，用以評估醬油釀造工人吸入致病性麴菌之血清學流行病學調查。

表一、麴菌血清學表現與臨床診斷

血清學\疾病	過敏性支氣管麴菌病	慢性肺部麴菌瘤	麴菌性氣喘
特異性 IgG 數值	高	高	正常值
特異性 IgE 數值	高	正常值	高
影像學	異常	異常	正常

參考文獻：

1. Sabino R, Veríssimo C, Viegas C, Viegas S, Brandão J, Alves-Correia M, Borrego LM, Clemons KV, Stevens DA, Richardson M. The role of occupational *Aspergillus* exposure in the development of diseases. *Med Mycol*. 2019 Apr 1;57(Supplement_2):S196-S205. doi: 10.1093/mmy/myy090. PMID: 30816970.
2. Sabino R, Faísca VM, Carolino E, Veríssimo C, Viegas C. Occupational exposure to *Aspergillus* by swine and poultry farm workers in Portugal. *J Toxicol Environ Health A*. 2012;75(22-23):1381-91. doi: 10.1080/15287394.2012.721170. PMID: 23095156.
3. Raquel Sabino, Cristina Veríssimo, Carla Viegas, Susana Viegas, João Brandão, Magna Alves-Correia, Luís-Miguel Borrego, Karl V Clemons, David A Stevens, Malcolm Richardson, The role of occupational *Aspergillus* exposure in the development of diseases, *Medical Mycology*, Volume 57, Issue Supplement_2, April 2019, Pages S196–S205
4. 楊心豪;黃筱茜;徐櫻芳;羅金翔;洪柏宸;劉暉廷.醬油釀造加工場所空氣中微生物之分布與特性調查.農業工程學報_65卷4期 (2019/12)_Pp. 53-61
5. 陳柏齡;李南瑤.常見的院內黴菌感染——侵襲性麴菌感染的診斷.感控雜誌 2022;32:99-106
6. F Lamothe, H Akan, D Andes, M Cruciani, O Marchetti, L Ostrosky-Zeichner, Z Racil, C J Clancy, Assessment of the Role of 1,3- β -D-Glucan Testing for the Diagnosis of Invasive Fungal Infections in

Adults, *Clinical Infectious Diseases*, Volume 72, Issue Supplement_2, 2021, Pages S102-S108

7. Hsu AJ, Tamma PD, Zhang SX. Challenges with Utilizing the 1,3-Beta-d-Glucan and Galactomannan Assays To Diagnose Invasive Mold Infections in Immunocompromised Children. *J Clin Microbiol*. 2021 Aug 18;59(9):e0327620. doi: 10.1128/JCM.03276-20. Epub 2021 Aug 18. PMID: 33883182; PMCID: PMC8373034
8. Wallenbeck I, Dreborg S, Zetterström O, Einarsson R. Aspergillus fumigatus specific IgE and IgG antibodies for diagnosis of Aspergillus-related lung diseases. *Allergy*. 1991 Jul;46(5):372-8. doi: 10.1111/j.1398-9995.1991.tb00601.x. PMID: 1928661.
9. Liu A, Chen W, Wei Y, Liang J, Liao S, Chen Y, Li Y, Wang X, Chen W, Qiu Y, Li Z, Ye F. Comparison of diagnostic efficiency of detecting IgG and IgE with immunoassay method in diagnosing ABPA: a meta-analysis. *BMC Pulm Med*. 2023 Oct 5;23(1):374. doi: 10.1186/s12890-023-02620-3. PMID: 37798745; PMCID: PMC10557217.

三、 研究辦理方法：

本計畫經振興醫院人體試驗委員會審查核准後(核准字號 CHGH-IRB: (1144)114-02)，開始實施。許多著名醬油釀造工廠散居台灣各地地區，本計畫將以台灣地區之醬油釀造工廠為主要研究對象，先經電話或電子郵件聯繫取得單位初步同意後，再進行醬油釀造工廠訪視。所有檢測經當面說明，並經工廠負責人及個人同意，完成簽署受試者同意書後，進行健康問卷調查(如附表)及血液採樣3毫升，進行分析。所採樣

之檢體僅分析預計之分析項目(*Aspergillus fumigatus* and *nigra* IgG/IgE, total IgE)，所剩檢體予以丟棄。為顧及工廠資方日後可能藉此產生勞資問題，檢測報告完成後，採去連結方式呈現。

四、 研究資料之來源與分析：

本計畫經振興醫院人體試驗委員會核准後進行，所有受試者皆取得受試者同意書及簡易問卷調查。本研究共納入14家醬油工廠，91位受試者，受試者經靜脈抽取3毫升血液樣本，當日於實驗室將血液離心後，取血清進行檢驗。所採樣之檢體僅分析預計之分析項目(*Aspergillus fumigatus* and *nigra* IgG/IgE, total IgE)。檢測採用類似於螢光酶免疫分析法 (FEIA) 的方法。這些檢查測量 *A. fumigatus* (m3) 和 *A. niger* (m207) 的特異性抗體水平，以及總 IgE 水平。並配合胸部 X 光問卷調查是否異常，以幫助診斷和監測過敏反應、曝觸或感染。

資料分析採用 GraphPad Prism 10 軟體。兩組間比較採用 unpaired t-test。並進一步採取多變項線性迴歸 (multivariate linear regression) 分析，控制人口學變數對所探討抗體的影響。P< 0.05 是為統計學有意義。

五、 研究結果之分析：

醬油工廠相關員工，男女比率為35:56，非製程相關人員為26人。其中製程相關員工為65人 (M:F=33:32)，平均工作年資為15.3年，平均年齡 45.9

歲，其人口學資料，如表一。進一步多變項線性迴歸分析，各項變數對測量抗體效價的影響，如表二~表六。36 位煙麴菌陽性 IgG($\geq 40\text{mgA/L}$)受試者，製程相關員工有34位; 39位黑麴菌陽性 IgG($\geq 24\text{mgA/L}$)受試者，製程相關員工有36位，如表七。而同時35位煙麴菌陽性 IgG($\geq 40\text{mgA/L}$)及黑麴菌 IgG($\geq 24\text{mgA/L}$) 受試者，製程相關員工共33位($33/65=50.7\%$)，各組別之抗體效價濃度如圖一。分析這91位受試者血清中煙麴菌和黑麴菌 IgG 的相關性，我們發現煙麴菌與黑麴菌抗體效價呈正相關(圖二)。表示這兩種麴菌菌相濃度是成正比例影響，若工人接觸較高濃度的黑麴菌時，也意味著同時有接觸較高的煙麴菌機會(圖三)。顯示製麴過程中，有很高機會，菌相會同時存在煙麴菌與黑麴菌的雜菌。低效價煙麴菌 IgG($<40\text{mgA/L}$)且黑麴菌 IgG($<24\text{mgA/L}$)共51位，非製程相關人員23位，製程相關人員則有28位。

表一、手工醬油工廠員工人口學資料

	製程相關	非製程相關	統計學 P 值
人數(人)	65	26	
性別 (M:F)	33:32	2:24	
年齡 (歲)	45.94± 14.17	55.12±17.14	p<0.05
Mean ± SD			
職場工作時間(年)	14.85±13.78	20.68±7.7	P<0.05
身高 (公分)	164.1±6.9	156±6.3	P<0.01
體重 (公斤)	65.22±10.03	62.33±9.23	P>0.05
疾病及個人史			
抽菸 (人)	6	1	
糖尿病	2	5	
高血壓	7	7	
心臟病	3	1	
鼻過敏	7	5	
氣喘	2	0	
曾被告知胸部 X 光異常	0	0	

表二、手工醬油工廠各項人口學變數對煙麴菌 IgG 效價的影響

變數	Estimate	Standard error	95% CI (as-ymptotic)	t	P value	P value summary
Intercept	36.61	154.5	-271.1 to 344.3	0.237	0.8133	ns
性別(男)	-21.53	15.22	-51.83 to 8.782	1.415	0.1613	ns
非製程	-37.37	12.38	-62.03 to -12.70	3.017	0.0035	**
年齡	0.5437	0.5086	-0.469 to 1.56	1.069	0.2885	ns
身高	-0.1303	0.9619	-2.046 to 1.785	0.1355	0.8926	ns
體重	0.3923	0.5696	-0.742 to 1.527	0.6887	0.4931	ns
年資(年)	-0.1384	0.5537	-1.241 to 0.964	0.25	0.8033	ns
抽菸	12.02	20.15	-28.11 to 52.14	0.5965	0.5526	ns
糖尿病	-6.218	19.72	-45.49 to 33.06	0.3153	0.7534	ns
高血壓	-20.59	16.26	-52.98 to 11.80	1.266	0.2093	ns
心臟病	7.803	29.33	-50.60 to 66.21	0.2661	0.7909	ns
鼻過敏	-11.67	14.24	-40.03 to 16.70	0.8192	0.4152	ns
氣喘	7.375	35.57	-63.47 to 78.22	0.2073	0.8363	ns
X 光異常	46.83	52.32	-57.36 to 151.0	0.8952	0.3735	ns

**P<0.05; ns: no statistically significant

表三、手工醬油工廠各項人口學變數對黑麴菌 IgG 效價的影響

變數	Estimate	Standard error	95% CI (asymptotic)	t	P value	P value summary
Intercept	17.1	108.4	-198.9 to 233.1	0.1577	0.8751	ns
性別(男)	-15.1	10.68	-36.37 to 6.176	1.413	0.1616	ns
非製程	-23.95	8.693	-41.26 to -6.634	2.755	0.0073	**
年齡	0.3995	0.357	-0.3115 to 1.111	1.119	0.2666	ns
身高	0.03072	0.6752	-1.314 to 1.375	0.0455	0.9638	ns
體重	0.06205	0.3998	-0.734 to 0.858	0.1552	0.8771	ns
年資(年)	-0.08019	0.3886	-0.854 to 0.694	0.2063	0.8371	ns
抽菸	3.863	14.14	-24.30 to 32.03	0.2732	0.7855	ns
糖尿病	-7.355	13.84	-34.92 to 20.21	0.5314	0.5967	ns
高血壓	-15.26	11.42	-38.00 to 7.475	1.337	0.1853	ns
心臟病	13.55	20.58	-27.45 to 54.54	0.6581	0.5125	ns
鼻過敏	-8.039	9.995	-27.95 to 11.87	0.8043	0.4237	ns
氣喘	5.335	24.97	-44.40 to 55.07	0.2137	0.8314	ns
X 光異常	48.68	36.72	-24.46 to 121.8	1.326	0.189	ns

**P<0.05; ns: no statistically significant

表四、手工醬油工廠各項人口學變數對 total IgE 效價的影響

變數	Estimate	Standard error	95% CI (asymptotic)	t	P value	P value summary
Intercept	795.8	886	-968.8 to 2560	0.8982	0.3719	ns
性別(男)	143.6	87.27	-30.25 to 317.4	1.645	0.1041	ns
非製程	-6.796	71.02	-148.3 to 134.7	0.09569	0.924	ns
年齡	-4.245	2.917	-10.05 to 1.565	1.455	0.1497	ns
身高	-1.262	5.516	-12.25 to 9.725	0.2287	0.8197	ns
體重	-4.193	3.267	-10.70 to 2.313	1.284	0.2032	ns
年資(年)	-1.492	3.175	-7.817 to 4.832	0.47	0.6397	ns
抽菸	336.2	115.5	106.1 to 566.3	2.91	0.0047	**
糖尿病	34.98	113.1	-190.3 to 260.2	0.3094	0.7579	ns
高血壓	-11.67	93.27	-197.4 to 174.1	0.1251	0.9008	ns
心臟病	-49.83	168.2	-384.8 to 285.1	0.2963	0.7678	ns
鼻過敏	-51.2	81.67	-213.8 to 111.5	0.6269	0.5326	ns
氣喘	306.5	204	-99.85 to 712.8	1.502	0.1372	ns
X 光異常	-392.4	300	-990.0 to 205.2	1.308	0.1949	ns

**P<0.05; ns: no statistically significant

表五、手工醬油工廠各項人口學變數對煙麴菌 IgE 效價的影響

變數	Estimate	Standard error	95% CI (asymptotic)	t	P value	P value summary
Intercept	76.15	33.65	9.131 to 143.2	2.263	0.0265	*
性別(男)	-3.296	3.404	-10.07 to 3.483	0.9683	0.336	ns
非製程	5.156	2.723	-0.268 to 10.58	1.893	0.0622	ns
年齡	-0.2779	0.2143	-0.705 to 0.149	1.297	0.1987	ns
身高	0.06978	0.1282	-0.186 to 0.325	0.5441	0.588	ns
體重	0.788	0.08577	0.617 to 0.959	9.187	<0.0001	****
年資(年)	-0.2076	5.076	-10.32 to 9.902	0.04089	0.9675	ns
抽菸	4.507	4.454	-4.364 to 13.38	1.012	0.3148	ns
糖尿病	3.443	3.677	-3.880 to 10.77	0.9364	0.3521	ns
高血壓	6.966	6.698	-6.375 to 20.31	1.04	0.3017	ns
心臟病	-3.764	3.181	-10.10 to 2.573	1.183	0.2405	ns
鼻過敏	11.91	9.815	-7.640 to 31.46	1.213	0.2288	ns
氣喘	25.03	11.57	1.992 to 48.06	2.164	0.0336	*
X 光異常	-1.226	2.086	-5.382 to 2.929	0.5878	0.5584	ns

*P<0.05; ****P<0.0001; ns: no statistically significant

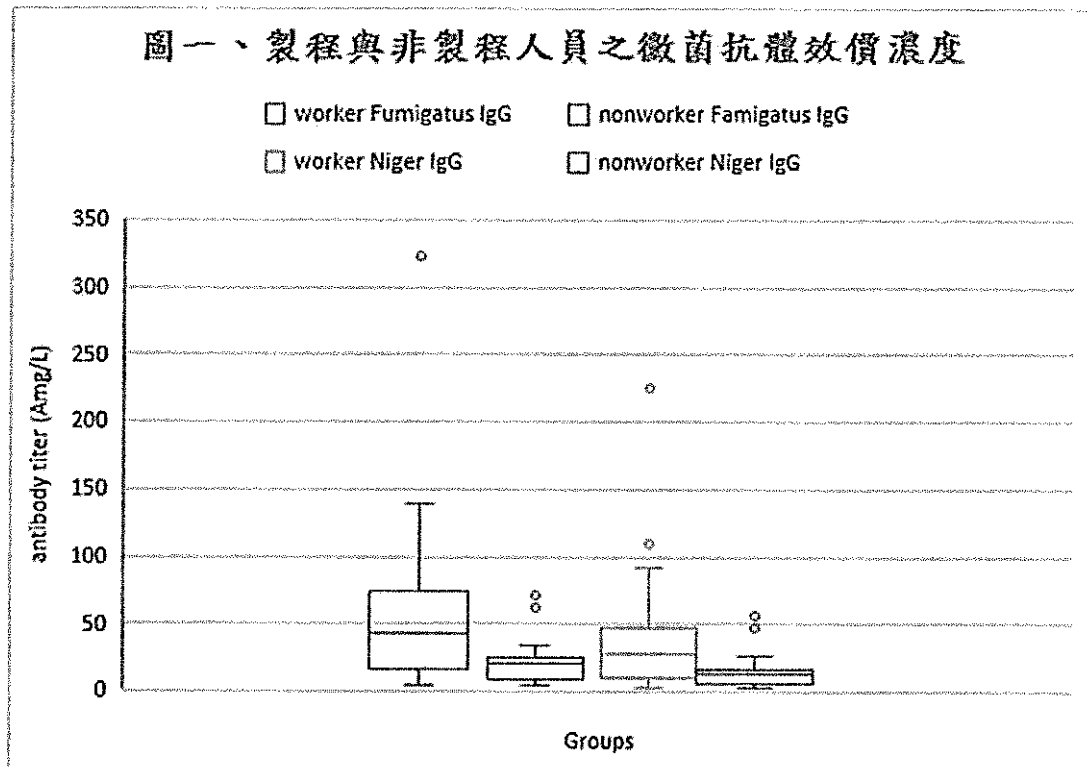
表六、手工醬油工廠各項人口學變數對黑麴菌 IgE 效價的影響

變數	Estimate	Standard error	95% CI (asymptotic)	t	P value	P value summary
Intercept	76.15	33.65	9.131 to 143.2	2.263	0.0265	*
性別(男)	-3.296	3.404	-10.07 to 3.483	0.9683	0.336	ns
非製程	5.156	2.723	-0.268 to 10.58	1.893	0.0622	ns
年齡	-0.2779	0.2143	-0.705 to 0.149	1.297	0.1987	ns
身高	0.06978	0.1282	-0.186 to 0.325	0.5441	0.588	ns
體重	0.788	0.08577	0.617 to 0.959	9.187	<0.0001	****
年資(年)	-0.2076	5.076	-10.32 to 9.902	0.04089	0.9675	ns
抽菸	4.507	4.454	-4.364 to 13.38	1.012	0.3148	ns
糖尿病	3.443	3.677	-3.880 to 10.77	0.9364	0.3521	ns
高血壓	6.966	6.698	-6.375 to 20.31	1.04	0.3017	ns
心臟病	-3.764	3.181	-10.10 to 2.573	1.183	0.2405	ns
鼻過敏	11.91	9.815	-7.640 to 31.46	1.213	0.2288	ns
氣喘	25.03	11.57	1.992 to 48.06	2.164	0.0336	*
X 光異常	-1.226	2.086	-5.382 to 2.929	0.5878	0.5584	ns

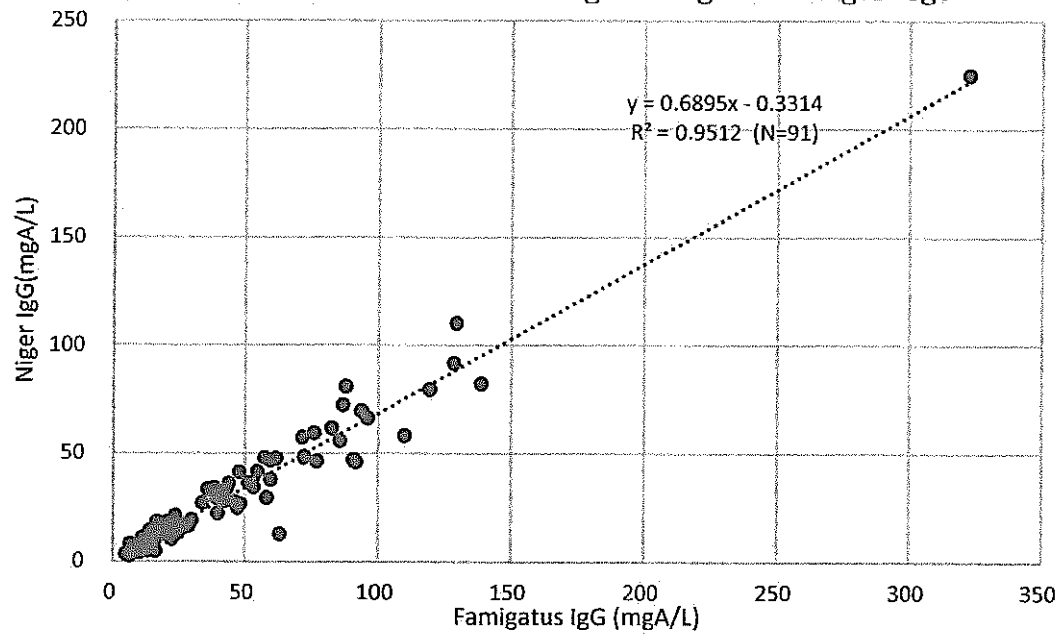
*P<0.05; ****P<0.0001; ns: no statistically significant

表七、製程與非製程人員數與黴菌抗體之 2x2 交叉表

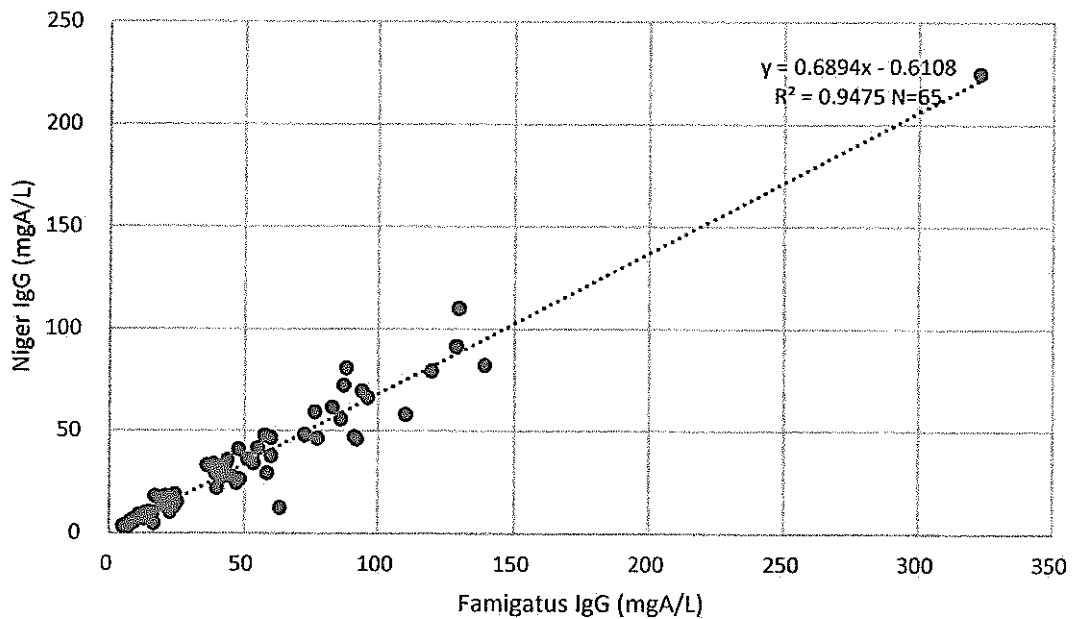
	煙 麴 菌 陽 性 IgG($\geq 40\text{mgA/L}$)	黑 麴 菌 陽 性 IgG($\geq 24\text{mgA/L}$)
製程員工 (65位)	34 (34/65=52.3%)	36 (36/65=55.3%)
非製程員工 (26位)	2	3
	36 位	39 位



圖二、Correlation between Famigatus IgG and Niger IgG



圖三、製程員工抗體相關性



醬油製程人員，血清中煙麴菌 IgG 抗體明顯比和非製程人員具有統計學意義的偏高(51.6 vs 21.38 mgA/L; N=65 vs 26, $P < 0.001$)，而且黑麴菌 IgG 抗體也同樣明顯偏高(34.91 vs 15.18 mgA/L; N=65 vs 26, $P = 0.0056$)。兩組人員比較，雖然製程人員血清總 IgE 偏高，但兩組人員血清總 IgE 並無統計學意義差別(197.3 vs 90.38 mgA/L; N=65 vs 26, $P > 0.05$)。而其中僅5位

煙麴菌 IgE 抗體異常偏高，但皆為製程人員;4位煙麴菌 IgE 抗體異常偏高者，則有3位為製程人員。

六、各項預定目標之達成程度：

工作項目 \ 月次	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	工作項目執行進度
IRB 送審													100%
醬油釀造工廠聯繫及訪視													64%
同意受試者人數統計													76%
受試者血液樣本收集													76%
受試者血液樣本檢驗													76%
期中報告提交													100%
資料彙整、統計及分析													100%
結案報告撰寫及提交													100%
計畫執行進度	5%	26%	38%	51%	51%	51%	51%	51%	56%	76%	100%		

備註：同意受試者人數÷預計受試者人數=76%；達成率76%。醬油釀造工廠同意訪視為 (同意家數/電訪家數=14/22) 64%。本計畫收案之困難度在於：真正手工醬油工廠並不多，且願意參加收案多為小型家庭式工廠，所以員工數不多。而許多中南部大型醬油工廠經營者，深恐員工驗出之異常，導致勞資糾紛及賠償，紛紛婉拒，導致下半年度收案困難度增加。

七、 結論與建議：

依據本計畫研究的結論為：

1. 製程人員較易受到較高黴菌暴露:根據煙黴菌及黑黴菌 IgG 抗體效價的升高，都清楚反映製程環境黴菌濃度較高。
2. 大多受試者煙黴菌及黑黴菌 IgE 抗體仍是 IgE <0.35 KUA/L (過敏臨界點)，顯示雖然暴露較高，但大多尚未誘發明顯過敏體質。
3. 本計畫受試者僅接受血清學檢查，但未安排胸部 X 光篩檢，僅從問卷中得知並未有人被告知有異常影像，因此 IgG 偏高可能反映「長期暴露」，非疾病。IgG 並不代表疾病，而是代表暴露足跡。但若偏高者伴隨咳、喘、鼻塞症狀 → 需留意可能的過敏性支氣管肺黴菌病 (ABPA) 或過敏性肺炎風險。
4. 非製程人員也有 IgG/IgE 暴露，廠房環境可能仍有部分黴菌移動或員工輪調過去曾接觸製程作業。
5. 由於致敏與預防過敏症臨床發作十分困難，究竟應採暫時調離

暴露作業，永久調整作業內容，或其他適當措施，值得進一步討論。

建議：

1. 環境改善（高效益）：

發酵區空氣改善：針對翻麴、洗麴、開桶作業，增加區域排風、局部抽氣，或採用機器翻麴、洗麴，強化 HEPA 過濾設備及清潔死角（架上、地溝、濾網），預期可降低黴菌孢子曝觸濃度。

2. 個人保護具（PPE）：

製程人員建議標準配戴：N95以上 + 防護眼鏡(目的在於減少眼睛黏膜接觸，產生過敏現象(IgE))。

對高 IgE 或有鼻過敏人員，建議：N95 + 每日更換口罩 + 定期鼻腔清洗

3. 監測制度：

(1) 每年一次黴菌抗體（IgG/IgE）監測，對於 IgE 上升者 → 個別評估過敏風險。高暴露作業（例如翻麴）者 → 建議每半年。

(2) 症狀調查。加做咳嗽、喘、胸悶、鼻過敏問卷。高 IgG + 有症狀者 → 建議肺功能檢查

4. 工作輪調：

對於 IgE 明顯上升或出現症狀者 → 先暫時調離高暴露作業區域 1-3 個月。

八、經費運用情形報告：

經費支用報告表

單位：新臺幣元

項目	預算數	實支數	自籌款	勞動部補助金額 (請自行分配)	○○機關補助金額 (請自行分配)	單據編號	實支數分析		
							機關別	補助(自籌)比例	實際(自籌)補助金額
檢驗試劑 Aspergillus fumigatus IgG/IgE	34,304	25,728	0	25,728		4,8	自籌部分	1.40%	2,200
檢驗試劑 Aspergillus niger IgG/IgE	32,160	26,800	0	26,800		4,8	勞動部補助部分	98.60%	155,153
檢驗試劑 特異性 IgG 標定抗性	14,400	9,600	0	9,600		4,8	○○機關補助金額		0
檢驗試劑 特異性 IgE 標定抗性	14,400	9,600	0	9,600		4,8			
檢驗試劑 Total IgE	48,000	40,000	0	40,000		4,8			
人體試驗 委員會審查費	5,000	2,000	0	2,000		2			
國內差旅費	39,480	21,425	0	21,425		3,5	合計	100%	157,353
工作人員費用	28,800	22,200	2,200	20,000		1,6,7,9	勞動部核定補助金額		207,744
受試者營食費	24,000	0	0	0			勞動部實際補助金額		155,153
合計	240,544	157,353	2,200	155,153					

受補助單位

承辦人



主辦會計



計畫主持人



單位負責人



九、 效益評估：

研究顯示醬油釀造工人較易有黴菌暴露，若能配合職業防護措施的局部排氣設備，將預期可以達到三個面向的效益：

1. 勞工健康效益:預期過敏症狀降低，呼吸道相關請假次數下降;長期 IgE 異常者減少。
2. 生產效益:員工健康提升，缺勤率下降。製程區空氣品質改善，麴菌品質較不受汙染，而且更穩定。減少因員工過敏導致的調職、離職成本。
3. 法規與企業形象效益:符合《職安衛法》對生物性暴露之要求;可作為食品產業 ESG 報告中的「職場健康」指標;另外更可以提升企業永續形象（員工照護＋安全生產）。

附表

醬油釀造作業勞工健康問卷調查

日期：114年__月__日

1.個人資訊
姓名：_____ 年齡：_____ 歲 性別： ☐ 男 ☐ 女 身高：_____ 公分 體重：_____ 公斤 工作年資：_____ 年 _____ 月 工作場域： ☐ 製程相關 ☐ 非製程
2.健康狀況
(1)有無抽菸： ☐ 有，__年，__包/天 ☐ 無 ☐ 戒菸 __年 (2)疾病史：是否患有下列疾病或症狀？ 糖尿病： ☐ 有 ☐ 無 高血壓： ☐ 有 ☐ 無 心臟病： ☐ 有 ☐ 無 鼻過敏： ☐ 有 ☐ 無 氣喘史： ☐ 有 ☐ 無 呼吸道相關疾病(如肺氣腫、肺炎)： ☐ 有，請說明：_____ ☐ 無 (3)勞工體檢曾否被告知胸部 X 光異常？ ☐ 有，請說明：_____ ☐ 無