



計畫編號：112-02-005

# 飼糧中添加豆渣與米糠發酵物對肉雞生長性能、免疫力與腸道健康之影響

報告人：蕭士翔 (宜蘭大學生物技術與動物科學系)

報告日期：2023/10/12



# Outline



計畫背景



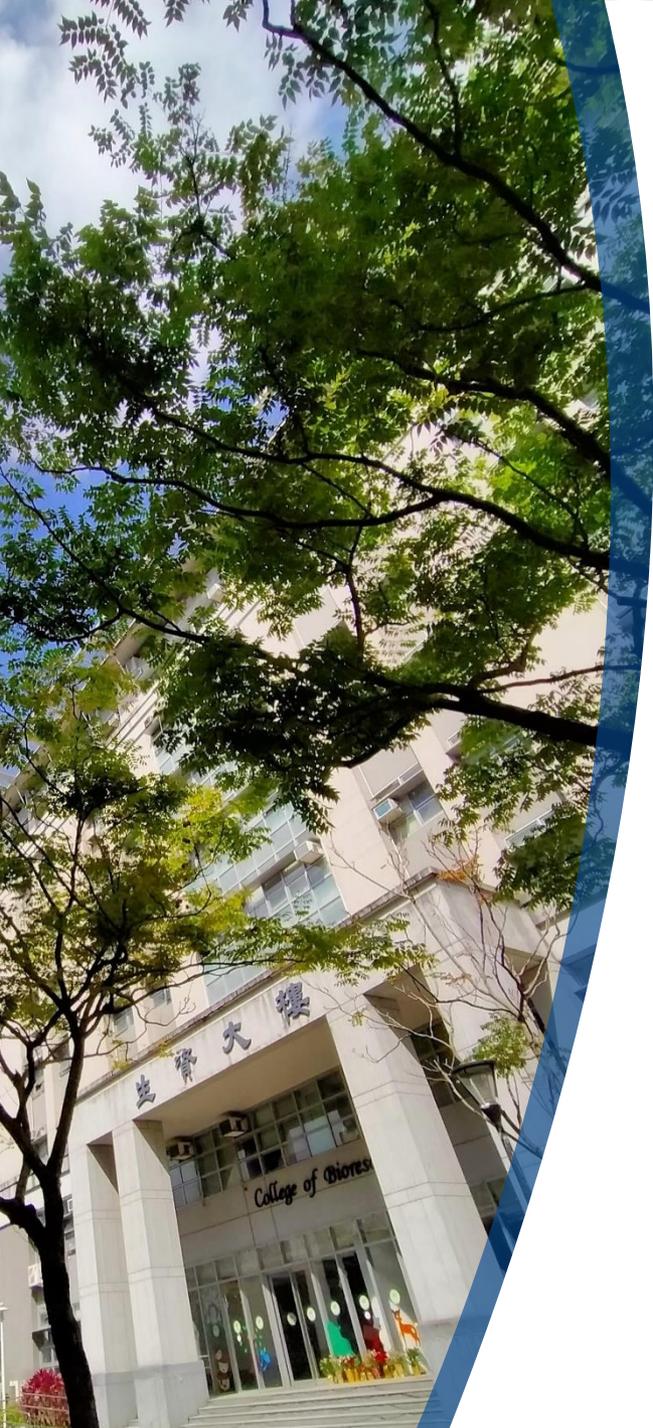
重要工作項目

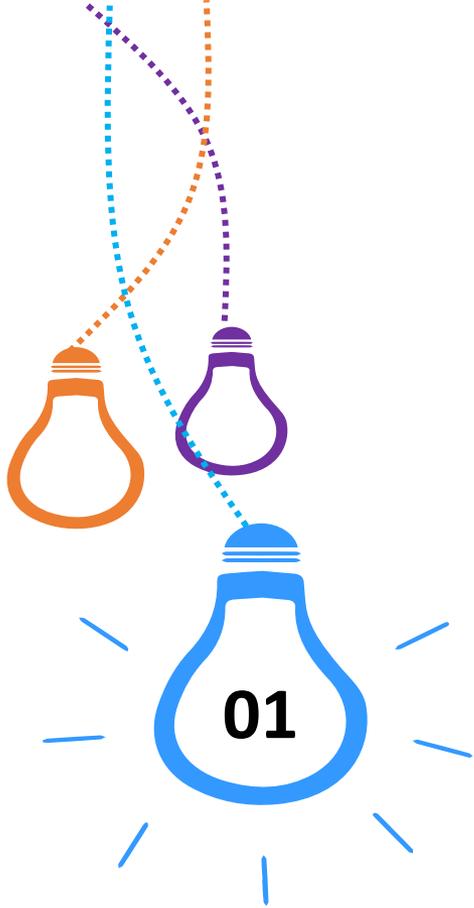


研究成果



績效指標





## 計畫背景



## 肉雞業是家禽業的一個重要分支：

- 在台灣，畜禽產業年產值約1856.1億元。
- 家禽業年產值約633億元，佔整體畜禽產業34.1%。
- 家禽業中，以白肉雞的年產值最高，約279.6億元，佔家禽業總值44.18%。

( 資料來源：農業部糧食供需重要統計指標 )

## 飼料是很家禽業成本的制約因素 ( 佔飼養成本的60-75% )：

- 109年白肉雞每百公斤主產物之粗收益為4,666元。
- 110年白肉雞每百公斤主產物之粗收益為5,092元 ( 較109年增加了9.13% )。
- 110年國內飼料費用大幅成長，使得肉雞的總生產費用有所提升。

( 資料來源：農業部臺灣主要畜禽產品生產費用與收益分析 )

## 國內飼料原料目前仍需大量仰賴進口：

- 110年國內玉米及大豆需要量約449.7萬公噸與261.8萬公噸。
- 110年玉米及大豆在國內的生產量僅約142,537公噸與4,194公噸。
- 自給率分別為3.1698%（玉米）及0.1698%（大豆），產量明顯不足。

表1、110年國內玉米與大豆之需要量、生產量與自給率。

	玉米	大豆
國內需要量	449.7萬公噸	261.8萬公噸
國內生產量	142,537公噸	4,194公噸
自給率	3.1698%	0.1698%

資料來源：農業部糧食供需重要統計指標

## 豆渣與米糠 (國產農業副產品)：

- **豆渣 (okara)** 又稱豆腐渣，是製作豆漿或豆腐濾除漿汁後所剩餘的渣質，由大豆的不溶部分組成。
- 豆渣富含蛋白質 ( 30% )、脂肪 ( 10-11% ) 和多不飽和脂肪酸 ( 佔總脂肪的 56% )，且具有異黃酮，在飼料用途方面非常具有潛力。



- **米糠 (rice bran)** 是稻穀經由脫殼後之糙米，再精磨成白米過程中所產生的殼屑副產品，約佔米殼的10%。
- 依碾米工序不同，含有蛋白質 ( 13-16% )、碳水化合物 ( 33-50% )、纖維素 ( 8-10% ) 及脂質 ( 14-21% )。

## 豆渣與米糠在飼料方面的應用限制：

- 豆渣 ( **okara** ) 具有高含水量，在一般環境下容易腐敗和發黴。
- 纖維含量高，嗜口性不佳。
- 含有非澱粉多醣以及一些抗營養因子。

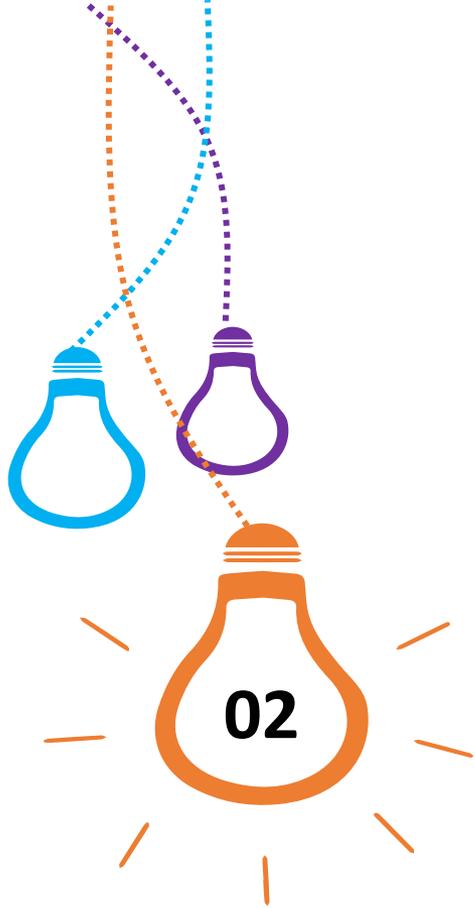


- 米糠 ( **rice bran** ) 油脂含量高，雖然含有出色的脂肪酸組成，與生物有益活性成分，但在一般環境容易氧化酸敗。
- 纖維含量高，嗜口性不佳。
- 含有非澱粉多醣以及一些抗營養因子。

## 研究團隊初步研究成果

已嘗試利用不同抗菌劑以及益生菌發酵的機能性飼料基質作為飼料添加劑，且證實能夠促進家禽生長，提升免疫力與改善腸道菌相，最終防治動物疾病的發生：

- 飼料中添加枯草芽孢桿菌發酵豆粕能部分取代大豆粕之使用，並降低大豆蛋白對肉雞引起的過敏反應（J. Appl. Anim. Res., 2019）。
- 飼料中添加枯草芽孢桿菌或地衣芽孢桿菌發酵豆粕能顯著改善產氣莢膜梭菌誘發肉雞之腸道病變、提升肉雞免疫力（J Anim Physiol Anim Nutr., 2018; J. Appl. Anim. Res., 2019）。
- 富含表面素之枯草芽孢桿菌和地衣芽孢桿菌發酵豆粕能有效抑制豬痢疾短螺旋體與產氣莢膜梭菌之生長並破壞其結構（AMB Expr., 2019）。
- 乳酸桿菌(嗜酸乳桿菌、德氏乳杆菌、唾液乳桿菌)與丁酸梭菌之豆渣與椰子粕發酵物能優化肉雞腸道菌相外，並且具有與生長促進型抗生素於改善雞隻生長性能的效果（Fermentation, 2022）。



## 計畫目標



## 1. 最佳化豆渣與米糠之發酵條件：

- 菌酶固態發酵

## 2. 評估豆渣與米糠發酵物對肉雞生長性能、腸道健康之影響：

- 腸道型態、免疫力、代謝體、腸道菌相

# 1. 最佳化豆渣與米糠之發酵條件

## (1). 依C/N調整豆渣與米糠添加比例

C, N content (Proportion)	Rice bran		Okara	
C/N	22 : 1		5 : 1	
Moisture	45%	50%	55%	60%
	<b>Rice bran (g)</b>			
quality (g)	533	462	391	320
C	509.8	441.9	374.0	306.1
N	23.2	20.1	17.0	13.9
	<b>Okara (g)</b>			
quality (g)	310	381	452	523
C	258.3	317.5	376.7	435.8
N	51.7	63.5	75.3	87.2

## (2). 依水分%調整發酵物組成 (45-60%)

Component	Moisture content			
	45%	50%	55%	60%
Rice bran (g)	533	462	391	320
Okara (g)	310	381	452	523
Protease (g)	2	2	2	2
Yeast (g)	5	5	5	5
Probiotics (ml)	50	50	50	50
Molasses(g)	100	100	100	100
NSPase* (g)	2	2	2	2
Water (ml)	0	0	0	0
<b>Total gram</b>	1000	1000	1000	1000

## (4). 尋找最適的發酵條件

- 發酵時間：0, 48, 60, 72小時

## (5). 發酵物機能性分析

- 活性指標：菌數、乳酸、還原糖
- 機能性指標：抗營養因子、抗菌力、代謝體、菌相分析

## (3). 添加益生菌與NSPase於發酵物中

- 嗜酸乳桿菌、唾液乳桿菌和德氏乳桿菌

- VemoZyme® 1002：20,000 U/g 木聚醣酶、450U/g 葡聚醣酶、1,350U/g 纖維酵素、甘露聚醣酶、α-半乳糖苷酶

## 2. 對肉雞生長性能、腸道菌相的影響

### 試驗設計：

肉雞採籠飼，依體重逢機分成4個處理組：

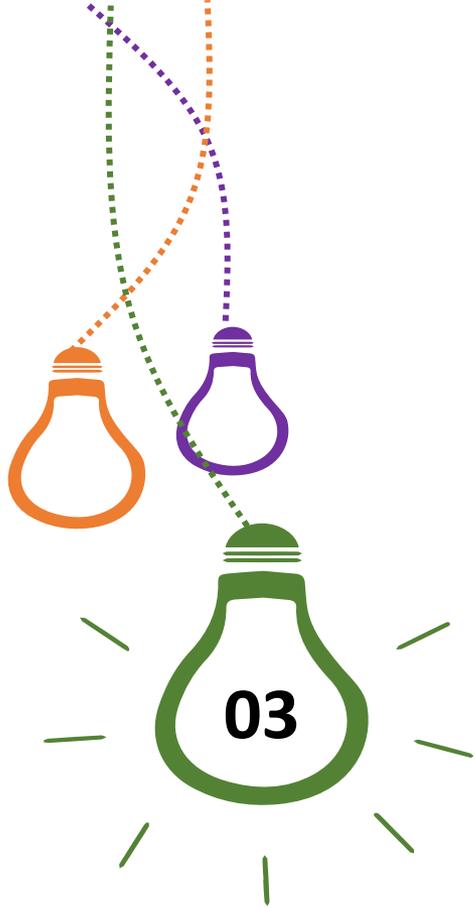
- (1) 對照組
- (2) 1.25%豆渣和米糠發酵物外加處理組
- (3) 2.5%豆渣和米糠發酵物外加處理組
- (4) 5%豆渣和米糠發酵物外加處理組

### 飼養條件：

- 試驗期35日。
- 每組6重複(籠)，每籠5隻雞，共120隻雞。
- 實驗的第4天和第14天給予新城雞瘟和雞傳染性支氣管炎疫苗。

### 分析項目：

- 每週測量採食量、體重以及飼料轉換率。
- 第21天和35天，收集雞隻血液進行血液生化分析(丙胺酸轉胺酵素、天門冬胺酸轉胺酵素、總蛋白、白蛋白、血糖)、抗體力價分析(新城雞瘟與雞傳染性支氣管炎)。
- 第35天收集雞隻的迴腸內容物進行腸道絨毛與隱窩深度分析、代謝體分析以及腸道菌相分析。



## 研究成果



# 1.最佳化豆渣與米糠之發酵條件

# 1.最佳化豆渣與米糠之發酵條件

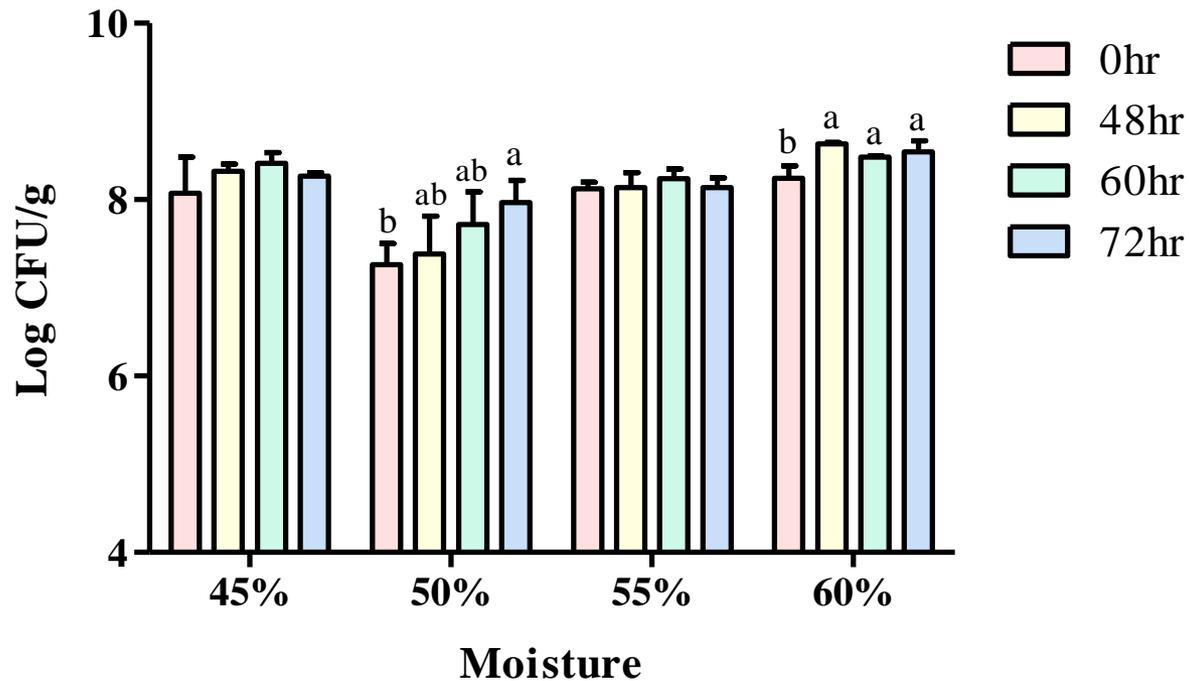


圖1、不同起始水分與發酵時間對豆渣與米糠發酵物中乳酸菌數的影響。

# 1.最佳化豆渣與米糠之發酵條件

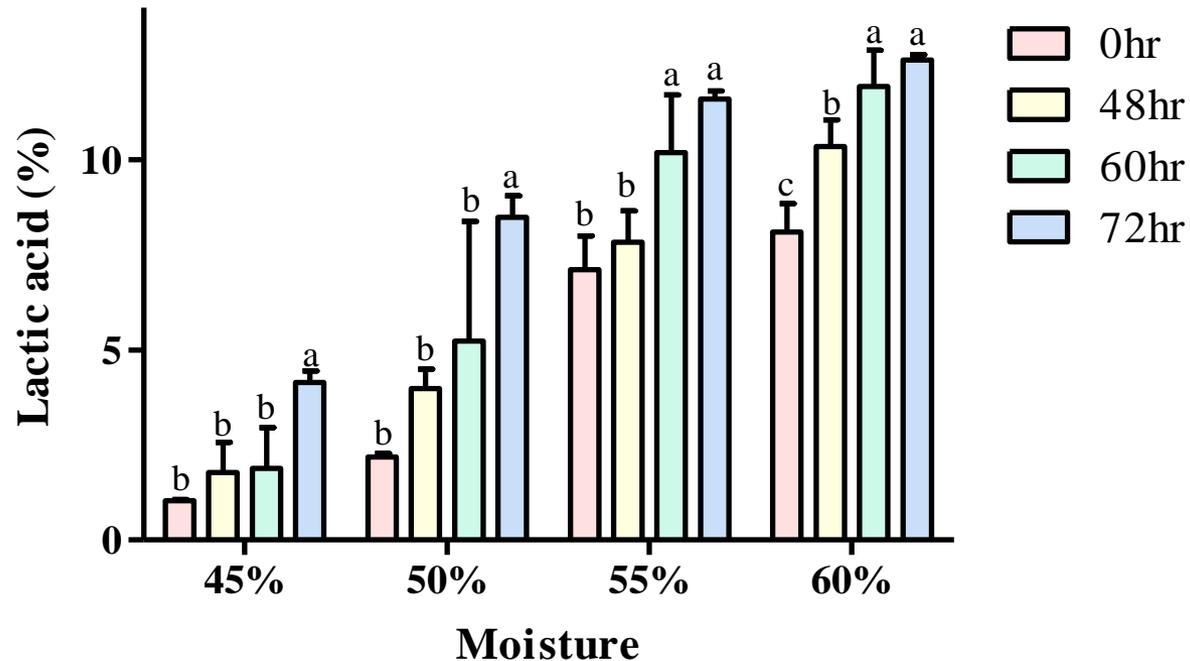


圖2、不同起始水分與發酵時間對豆渣與米糠發酵物中乳酸含量的影響。

# 1.最佳化豆渣與米糠之發酵條件

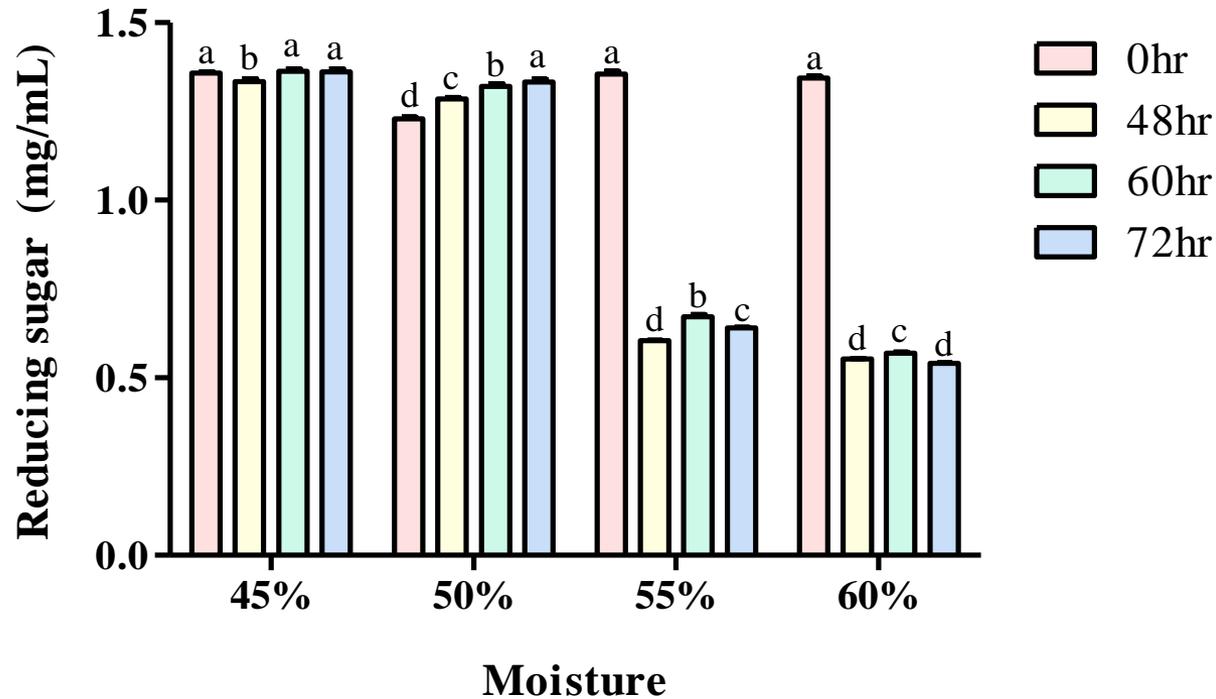


圖3、不同起始水分與發酵時間對豆渣與米糠發酵物中還原糖含量的影響。

# 1.最佳化豆渣與米糠之發酵條件

## 發酵條件：

- 60% 初始水分含量
- 72小時 發酵時間

## 益生菌：

- 嗜酸乳桿菌 (*Lactobacillus acidophilus*)
- 德氏乳桿菌 (*Lactobacillus delbrueckii*)
- 唾液乳桿菌 (*Lactobacillus salivarius*)

## 2. 發酵物抗營養因子分析

## 2. 發酵物抗營養因子分析

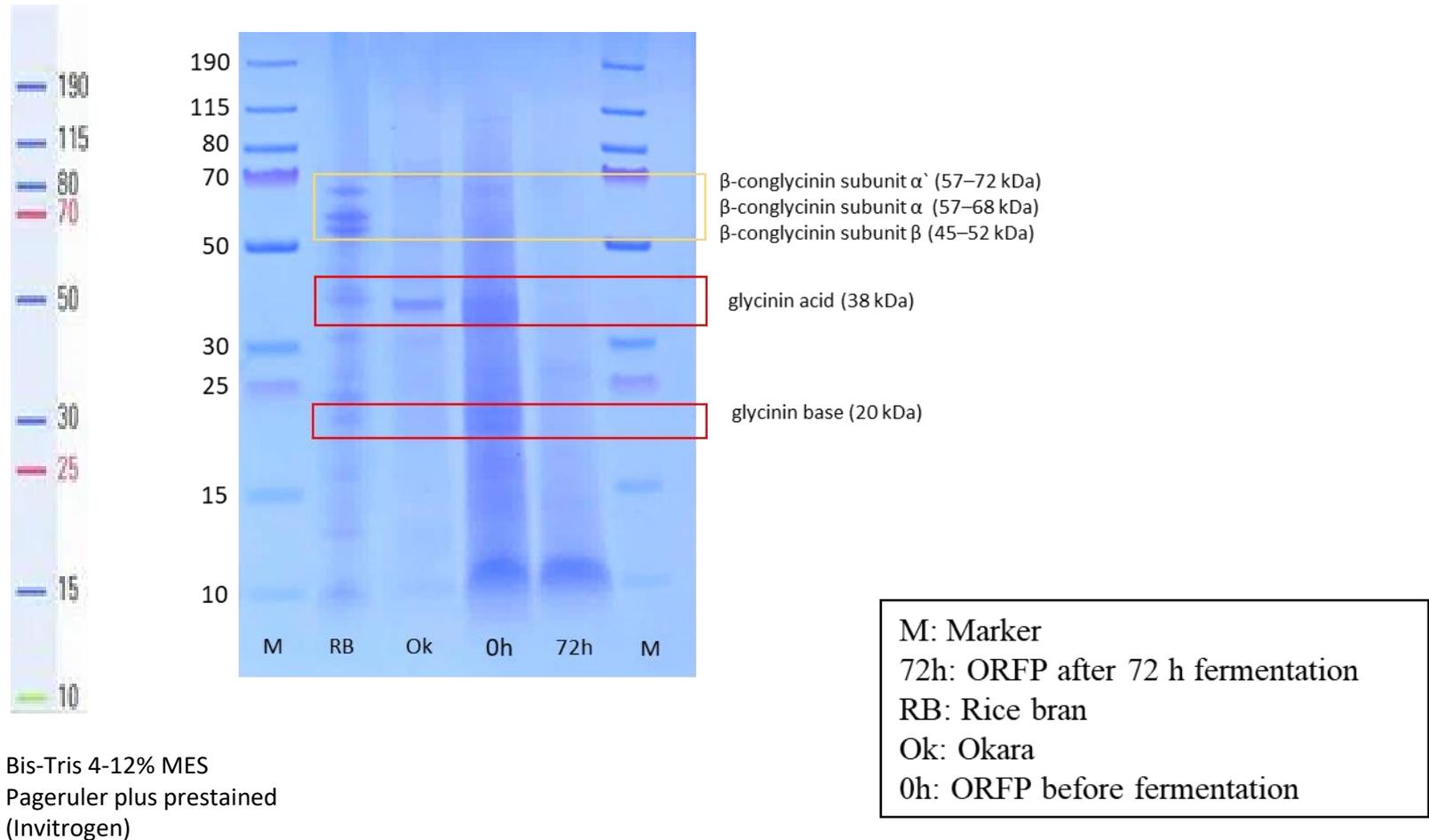


圖4、菌酶固態發酵對豆渣與米糠中抗營養因子含量的影響。

### 3. 發酵物抑菌分析

### 3. 發酵物抑菌分析

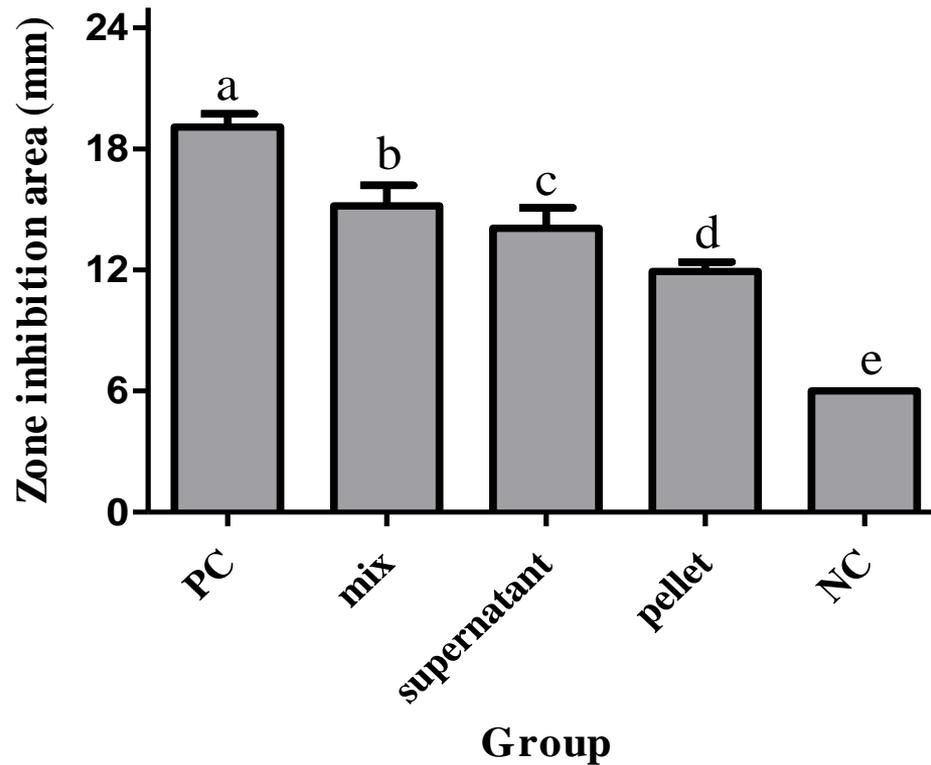


圖5、豆渣與米糠發酵物之抑菌圈分析。

### 3. 發酵物抑菌分析

表 2、豆渣與米糠發酵物之最小抑菌濃度 ( MIC ) 和最小殺菌濃度 ( MBC ) 分析。

	mix	CFS	FP
<b>MIC (mg/mL)</b>	100	50	200
<b>MBC (mg/mL)</b>	200	100	200

mix: ORFP 60%, 72h, 400 mg/mL directly add to well

CFS: supernatant from ORFP 400 mg/mL; filtered with 0.22 um milipore

FP: pellet from ORFP 400 mg/mL; filtered with 6 um filter paper

## 4. 發酵物微生物組分析

# 4. 發酵物微生物組分析：文氏圖

## Venn diagram

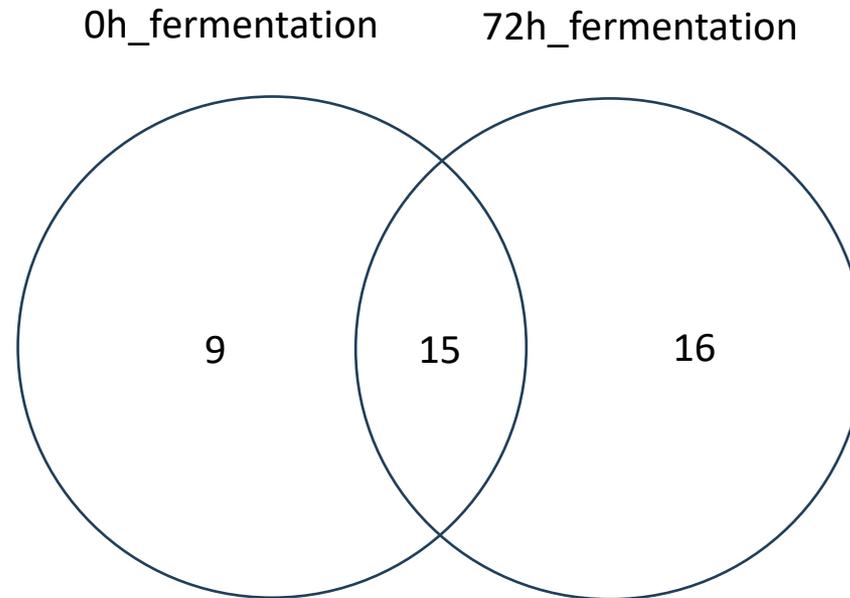


圖6、豆渣與米糠於發酵前後之文氏圖分析。

# 4. 發酵物微生物組分析：Alpha多樣性

表2、豆渣與米糠於發酵前後之微生物組Alpha多樣性分析。

Item	Treatment		SEM	P-value
	s0	s72		
Chao1	12.50	10.50	0.71	0.172
Fisher alpha	1.42 <sup>a</sup>	0.91 <sup>b</sup>	0.12	0.014
Shannon	1.16 <sup>a</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.20	<0.001
Simpson	0.59 <sup>a</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.11	<0.001

$\alpha$ 多樣性：衡量樣本內微生物組成多樣性。

Chao1：估算樣本中的OUT數目。

Fisher alpha：多樣性特徵值。

Shannon, Simpson：估算樣品中微生物的多樣性指數，數值越大多樣性越高。

# 4. 發酵物微生物組分析：Beta多樣性

Beta多樣性：衡量樣本間微生物組成相似性指標

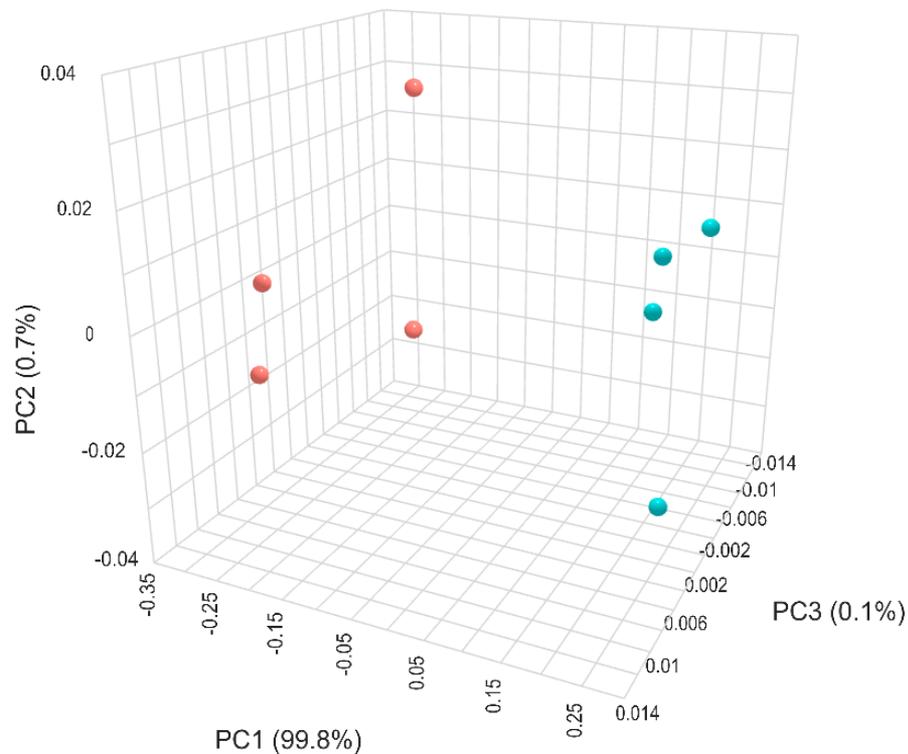


圖7、豆渣與米糠於發酵前後之微生物組Beta多樣性分析。

# 4. 發酵物微生物組分析：豐富度分析（科）

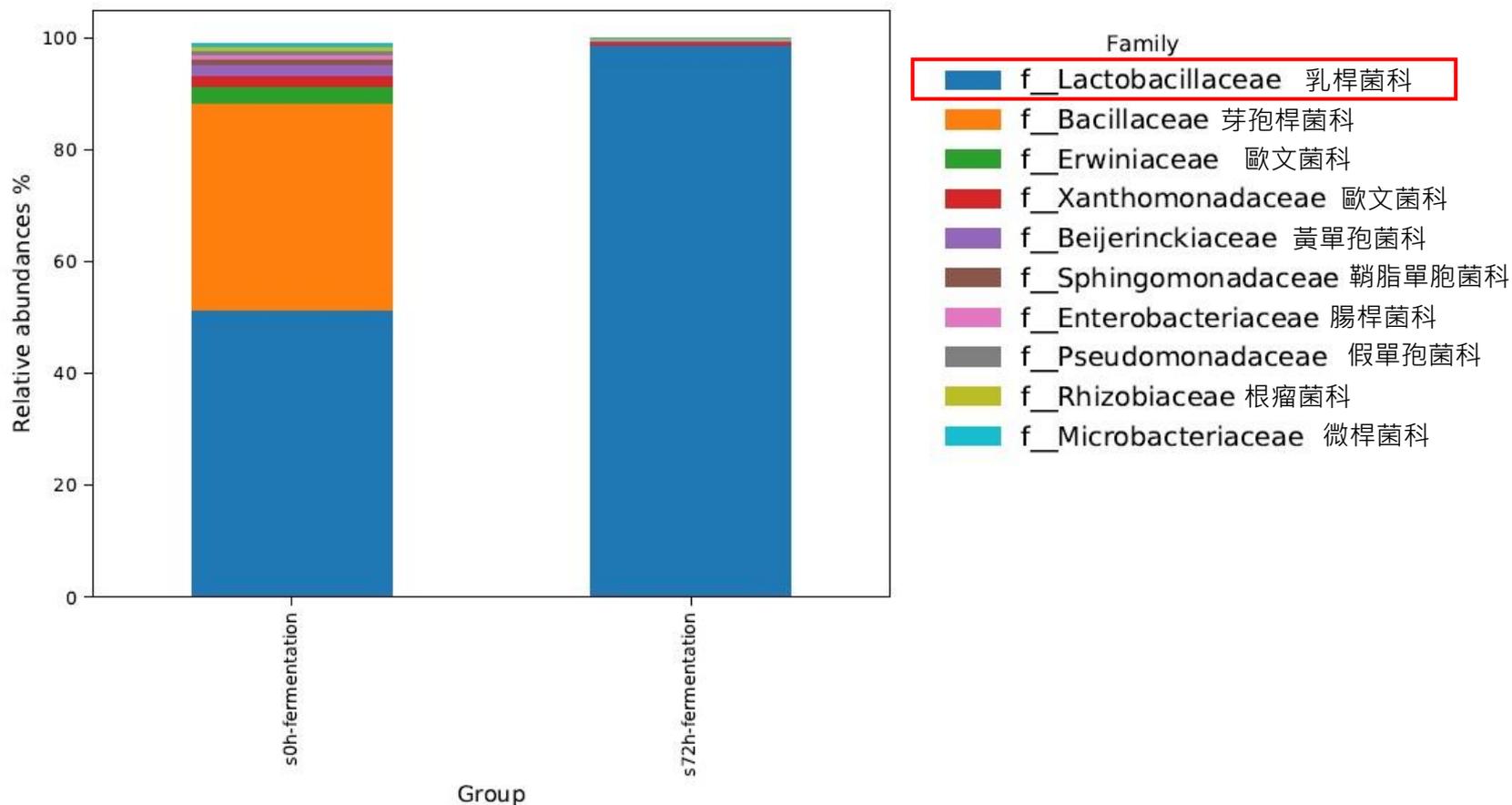


圖8、豆渣與米糠於發酵前後之微生物組豐富度分析(科層級)。

# 4. 發酵物微生物組分析：豐富度分析（屬）

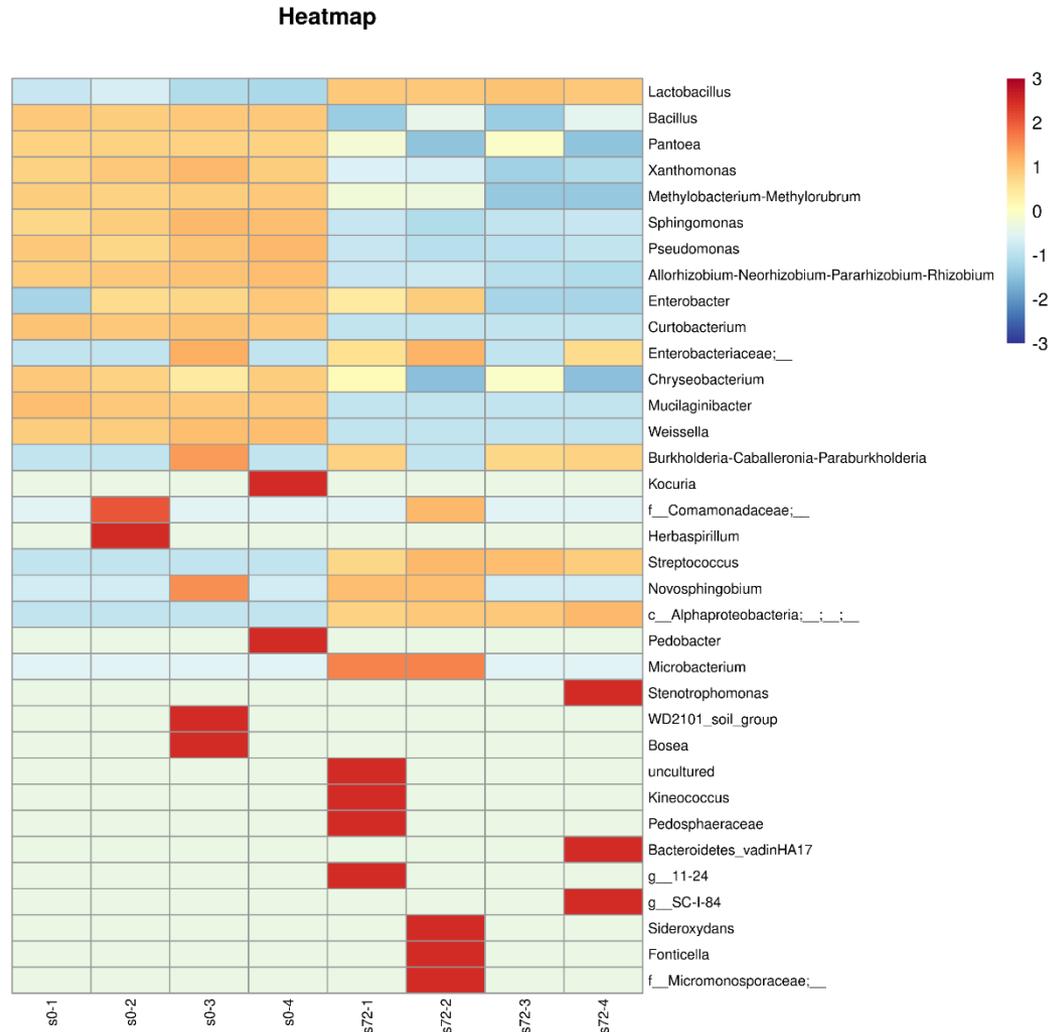


圖9、豆渣與米糠於發酵前後之微生物組熱圖分析(屬層級)。

# 4. 發酵物微生物組分析：豐富度分析 (屬)

表3、豆渣與米糠於發酵前後之微生物組成分析(屬層級)。

Level	Treatment		SEM	P-value	
	s-0	s-72			
<b>Phylum (%)</b>					
Firmicutes	後壁菌門：能分解脂肪、蛋白質和碳水化合物	88.43 <sup>b</sup>	98.79 <sup>a</sup>	0.02	<0.001
Bacteroidetes	擬桿菌門：發酵纖維、製造短鏈脂肪酸	0.55 <sup>a</sup>	0.02 <sup>b</sup>	<0.01	0.002
<b>Genus (%)</b>					
<i>Lactobacillus</i>	乳桿菌屬：養分吸收、腸道健康、抗生活性等	51.24 <sup>b</sup>	98.74 <sup>a</sup>	0.09	<0.001
<i>Bacillus</i>	芽孢桿菌屬：具抗生活性、強化免疫力	37.02 <sup>a</sup>	0.01 <sup>b</sup>	0.07	<0.001
<i>Pantoea</i>	泛菌屬	3.12 <sup>a</sup>	0.02 <sup>b</sup>	0.01	<0.001
<i>Xanthomonas</i>	黃單胞菌屬：具抗生活性	1.93 <sup>a</sup>	0.50 <sup>b</sup>	<0.01	<0.001
<i>Methylobacterium</i>	甲基桿菌屬	2.02 <sup>a</sup>	0.001 <sup>b</sup>	<0.01	<0.001
<i>Sphingomonas</i>	鞘氨醇單胞菌屬	0.91 <sup>a</sup>	0.10 <sup>b</sup>	<0.01	<0.001
<i>Pseudomonas</i>	假單胞菌屬	0.81 <sup>a</sup>	0.03 <sup>b</sup>	<0.01	<0.001
<i>Rhizobium</i>	根瘤菌屬	0.77 <sup>a</sup>	0.07 <sup>b</sup>	<0.01	<0.001
<i>Enterobacter</i>	腸桿菌屬：抗菌作用、改善腸道菌相	0.50	0.21	<0.01	0.373
<i>Curtobacterium</i>	短小桿菌屬	0.50 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	<0.01	<0.001
<i>Enterobacteriaceae</i>	腸桿菌屬	0.16	0.14	<0.01	0.917
<i>Chryseobacterium</i>	金黃桿菌屬	0.26 <sup>a</sup>	0.01 <sup>b</sup>	<0.01	0.012
<i>Mucilaginibacter</i>	多糖黏液桿菌屬	0.26 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	<0.01	<0.001
<i>Weissella</i>	魏斯氏菌屬	0.16 <sup>a</sup>	0 <sup>b</sup>	<0.01	0.003
<i>Burkholderia-Caballeronia</i>	伯克氏菌屬	0.07	0.02	<0.01	0.534

# 4. 發酵物微生物組分析：KEGG

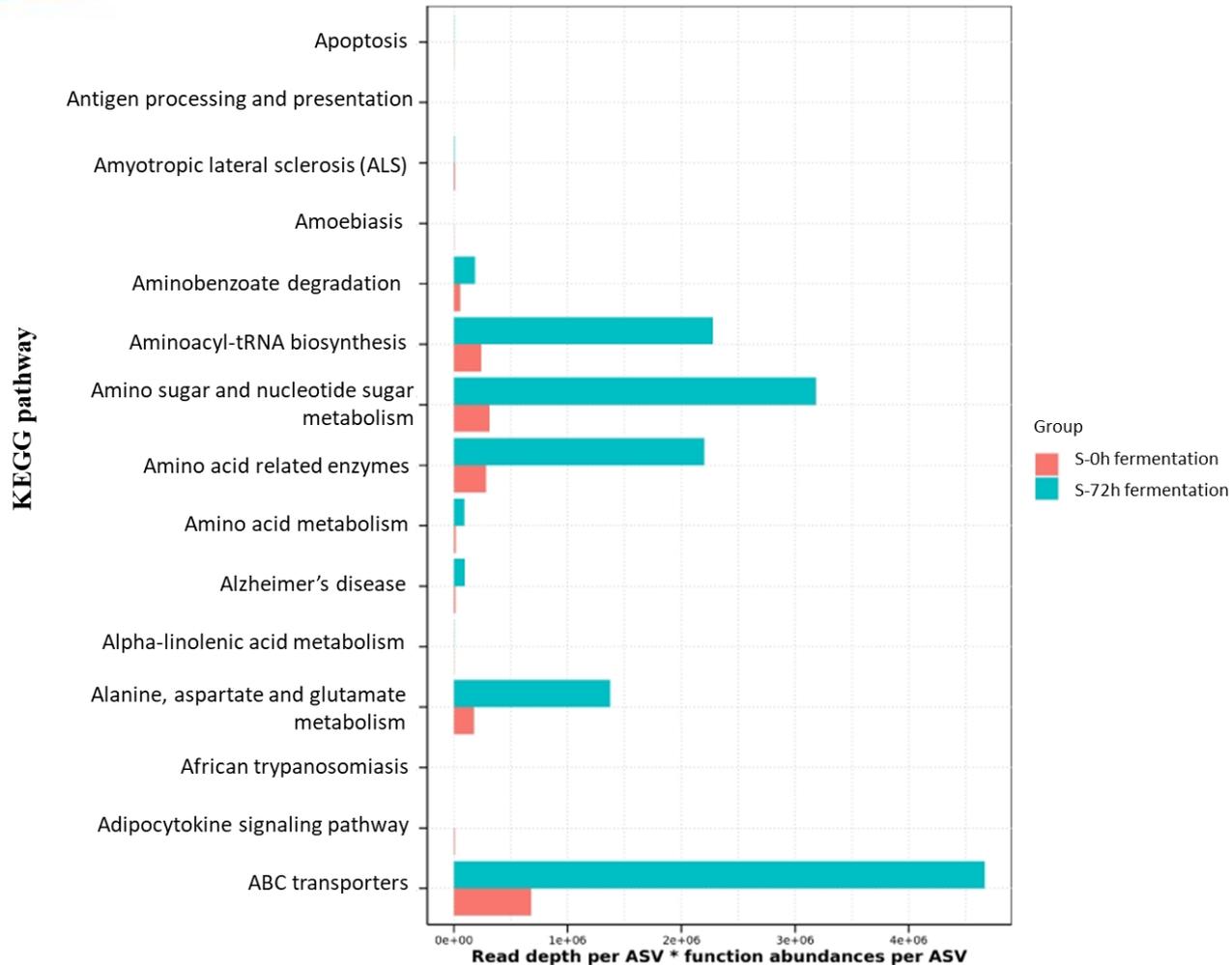


圖10、豆渣與米糠於發酵前後之微生物組KEGG分析。

# 4. 發酵物微生物組分析：菌群功能分析

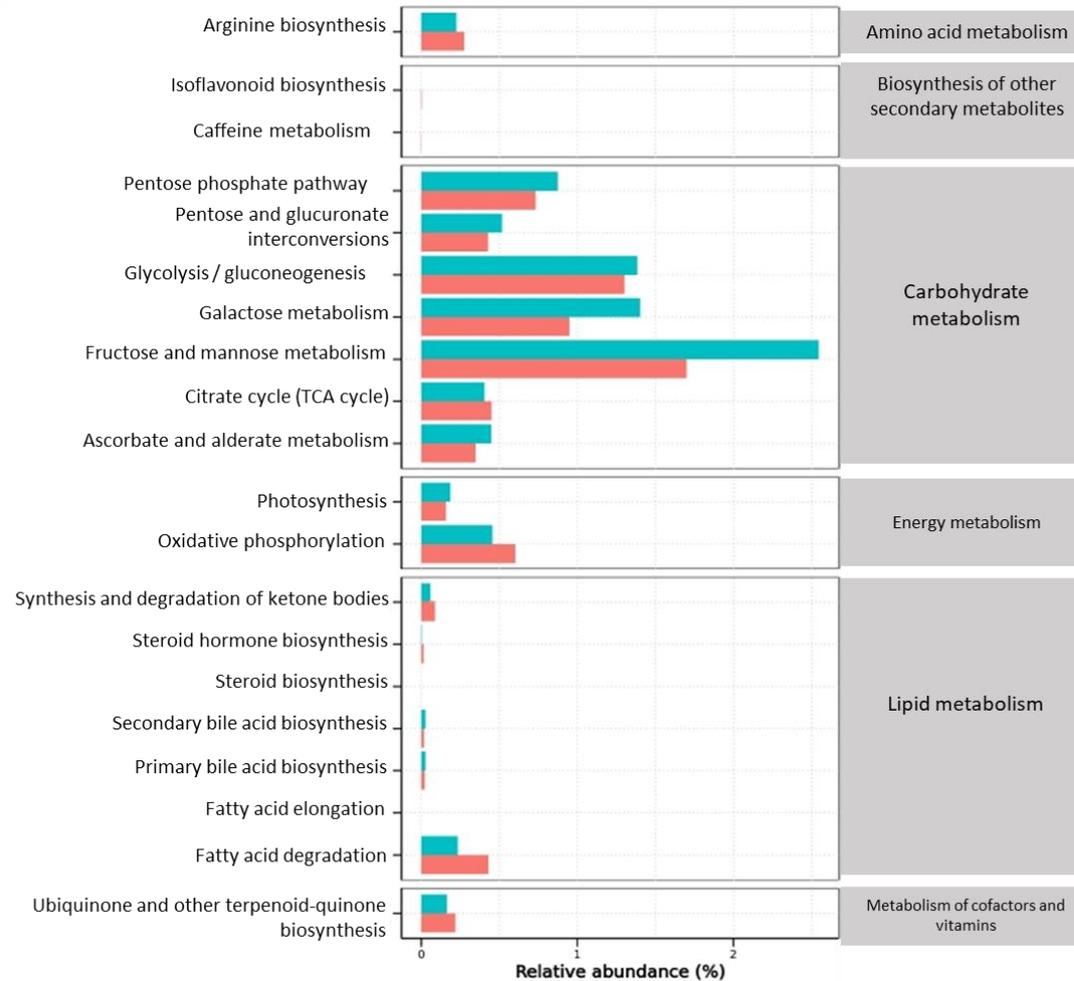


圖11、豆渣與米糠於發酵前後之微生物組營養代謝功能預測分析。

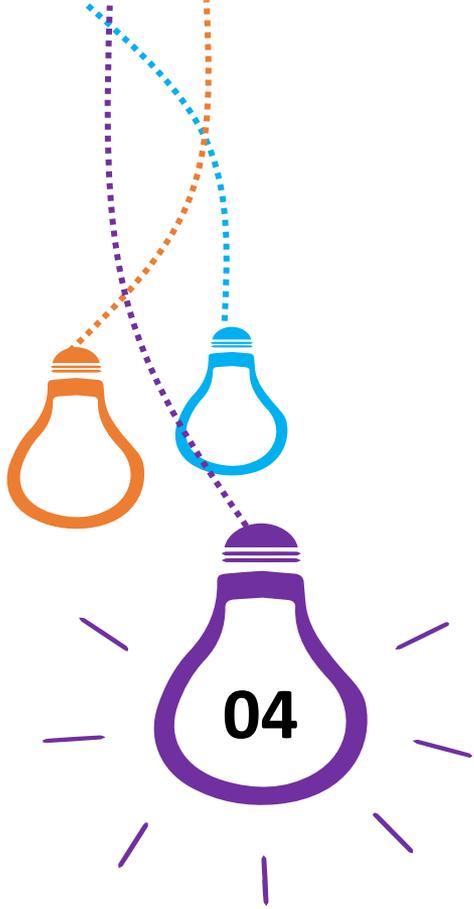
## 4. 進行中試驗

### 1. 最佳化豆渣與米糠之發酵條件：

- 發酵前後代謝體差異 (試驗進行中)

### 2. 評估豆渣與米糠發酵物對肉雞生長性能、腸道健康之影響：

- 腸道型態、免疫力、代謝體、腸道菌相 (試驗進行中)



## 績效指標



# 預定進度

月份 項目	112年度					
	7	8	9	10	11	12
建立豆渣與米糠菌酶發酵系統	V	V				
最佳化豆渣與米糠菌酶發酵系統		V	V			
評估豆渣與米糠發酵物對肉雞生長性能之影響			V	V		
評估豆渣與米糠發酵物對肉雞腸道型態、免疫力、代謝體與腸道菌相之影響				V	V	
實驗結果分析與撰寫期末報告						V



# 謝謝聆聽

Thank you for your attention