

# 國產有機芻料應用於公紐西蘭白兔生長效果之評估<sup>(1)</sup>

吳錫勳<sup>(2)</sup> 柯瑋羚<sup>(2)</sup> 蔡銘洋<sup>(2)</sup> 謝昭賢<sup>(2)</sup> 翁博群<sup>(3)(4)</sup>

收件日期：98年6月1日；接受日期：98年10月8日

## 摘要

本試驗之目的在探討國產有機芻料及穀副產物調製成兔有機飼料之可行性，並評估有機飼料對生長期公紐西蘭白兔生長及健康之影響。選取4週齡體重相近之公紐西蘭白兔 24 隻，隨機分為 2 組，分別餵飼對照組（商業兔料）及有機組（有機兔料）飼料，試驗期間至 16 週齡，並於 8、12 及 16 週齡時採集血液樣品，進行分析。試驗結果顯示，有機組兔隻之 8 週齡體重及 4-8 週齡之日增重均顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ），且罹病率及死亡率均降低，但 9-12 週齡之日增重則顯著低於對照組（ $P < 0.05$ ）。有機組兔隻之8週齡平均紅血球血紅素、總蛋白質、白蛋白、磷、鈣及 12 週齡之三酸甘油酯濃度，8 週齡之丙胺酸轉胺酶活性均顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ）；有機組兔隻 8 週齡之三酸甘油酯、12 週齡之平均紅血球血紅素、白蛋白及血液尿素氮濃度，12 週齡之乳酸脫氫酶、肌酸激酶及澱粉酶活性，16 週齡紅血球數、血球容積比及血紅素濃度均顯著較對照組為低（ $P < 0.05$ ）。綜上所述，生長期之紐西蘭白兔餵予有機飼料在離乳初期有較佳的生長表現，並可降低罹病率及死亡率，且血液學及血液化學診斷顯示並無不良影響，此結果證明，有機兔料生產與兔有機飼養具有可行性。

關鍵詞：有機芻料、兔、生長。

## 緒言

兔在國內主要作為伴侶動物（companion animal）與實驗動物，其具有體積小，世代間距短，繁殖能力高，生長快速且耐粗食等特性。兔在生長期對粗纖維的需求量為 10-12%（NRC, 1977），雖然兔對纖維之消化率僅 21%（Chiou *et al.*, 2000），但仍需採食適當量，以維持其腸

---

(1) 行政院農業委員會畜產試驗所研究報告第 1531 號。

(2) 行政院農業委員會畜產試驗所產業組。

(3) 國立嘉義大學微生物與免疫學系。

(4) 通訊作者，E-mail: brian@mail.ncyu.edu.tw。

道之健康。De Blas and Wiseman (1998) 建議生長兔飼糧中纖維含量為 14.5%。飼糧中之纖維含量高低與生長兔消化道健康 (De Blas, 1992; Lebas *et al.*, 1998) 及食慾有關 (Gidenne *et al.*, 2000; Bennegadia *et al.*, 2001)，因此提高飼糧中纖維含量可降低離乳仔兔下痢之發生率。目前國內大部分寵物兔飼養者以進口飼料與乾草餵飼之，商業化兔料則大多以進口苜蓿粒為主要芻料來源。近年來由於油價高漲，進口芻料價格隨之大幅攀升，若能提高國產芻料之利用，不僅可降低外匯支出，亦可拓展國產芻料市場，降低飼料成本，提高農民收益。因此，本試驗擬利用國產有機芻料及農業副產物調製兔有機飼料，並探討國產芻料應用於兔飼料生產之可行性，且測定相關血液性狀作為評估其營養狀況之依據。

## 材料與方法

### I. 動物之飼養管理

本研究以紐西蘭白兔作為試驗動物，選取 24 隻體重相近 ( $739 \pm 91$  g)，健康良好之 4 週齡公兔，逢機分為 2 組，分別餵飼商業兔料（對照組）及有機兔料（有機組）。本試驗有機組飼糧之調製，使用行政院農業委員會畜產試驗所（以下簡稱畜試所）生產之有機苜蓿、有機綠肥大豆、有機狼尾草，搭配國產有機碎米及進口有機大豆，調製成與對照組等蛋白質（19.0%）之飼糧，飼糧組成如表 1。試驗兔隻個別飼養於鐵籠中（長 40 cm，寬 30 cm，高 38 cm），試驗前兔籠均先予以清洗及消毒。每日紀錄罹病與死亡率，每週測定其體重變化。飼料及飲水均予以任食任飲，飼養至 16 週齡，並於 8、12 及 16 週齡時各採集血液樣品一次，以供分析使用。

### II. 測定項目及分析方法

(i) 生長性能：每週秤量體重，計算其體增重，試驗期間部份兔隻有習慣性扒料的行為，致無法精確測定飼料採食量，因此不予採計飼料採食量及飼料效率。

(ii) 血液性狀：

1. 血液樣品之採集：於上午 9-10 點由頸靜脈採血，每隻採集 8 mL；其中 4 mL 血樣置入含 EDTA-2Na 之抗凝血瓶中，經充分混合後供血液學分析之用；其餘 4 mL 之血樣靜置 2 小時，待凝固後，遠心分離 ( $1500 \times g$ , 15 min.) 取上層血清貯存於  $-40^\circ\text{C}$  冷凍櫃中，以供分析血液生化成分及血清酵素活性之用。
2. 血液學測定：包括白血球數 (white blood cell; WBC)、紅血球數 (red blood cell; RBC)、血紅素 (hemoglobin; HGB)、血球容積比 (hematocrit; HCT)、平均紅血球容積 (mean corpuscular volume; MCV)、平均紅血球血紅素 (mean corpuscular hemoglobin; MCH)、平均紅血球血紅素濃度 (mean corpuscular hemoglobin concentration; MCHC)、血小板 (platelet; PLT)，均以全自動血球計數分析儀 (XT-1800i Hematology analyzer Sysmex Corporation, Co., Japan) 進行分析。
3. 血液生化成分之測定：包括血清總蛋白質 (total protein, TP)、白蛋白 (albumin, ALB)、血糖 (glucose, GLU)、膽固醇 (cholesterol, CHOL)、三酸甘油酯 (triacylglycerol, TG)、血液尿素氮 (blood urea nitrogen, BUN)、尿酸 (uric acid, UA)、鈣 (calcium, CA) 及磷 (phosphate, PHOS) 之含量，均以血液生化分析儀 (HITACHI 7170, Japan) 輔以 Wako 公司所生產之套組測定之。

表 1. 試驗飼糧組成及分析值 (%)

Table 1. The experimental diet composition and analyzed value (%)

Ingredients	Control	Organic diet
Corn	18	-
Soybean meal, 44%	17	-
Wheat bran	12	-
Alfalfa meal	46	-
Lard	2	-
Molasses	3	-
Dicalcium phosphate	1	-
Alfalfa hay (organic)	-	27
Manure soybean hay (organic)	-	21
Broken rice (organic)	-	25
Whole Soybean (organic)	-	16.7
Napier grass (organic)	-	9.8
Salts	0.5	0.5
Vitamin premix*	0.2	0.2
Mineral premix <sup>+</sup>	0.08	0.08
DL-methionine	0.15	0.15
Total	100	100
Analyzed value, %		
Moisture	10.3	9.7
ADF	16.5	21.1
NDF	29.4	33.9
Crude protein	19.1	18.7
Crude fiber	13.3	16.9
Ether extract	4.2	4.8
Calcium	1.6	0.7
Phosphorous	0.6	0.4

\* Vitamin premix per kilogram: Vitamin A, 12,000 IU; Vitamin D3, 3,125 IU; Vitamin E, 37.5 IU; Vitamine K3, 6.25 mg; Vitamin B1, 3.75 mg; Vitamin B2, 12.5 mg; Vitamin B6, 10.0 mg; Ca-pantothenate, 18.8 mg; Niacin, 50 mg; Biotin, 0.06 mg; Folic acid, 1.25 mg; Vitamin B12, 0.05 mg.

<sup>+</sup> Mineral premix per kilogram: Cu ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , 25.45% Cu), 6 mg; Fe ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 20.09% Fe), 50 mg; Mn ( $\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ , 32.49% Mn), 40 mg; Zn ( $\text{ZnO}$ , 80.35% Zn), 60 mg; Se ( $\text{Na}_2\text{SeO}_3$ , 45.56% Se), 0.075 mg.

4. 血清酵素活性之測定：包括乳酸脫氫酶（lactate dehydrogenase, LDH）、天門冬酸轉胺酶（aspartate aminotransferase, AST）、丙胺酸轉胺酶（alanine aminotransferase, ALT）、麩胺醯轉胺酶（ $\gamma$ -glutamyltransferase, GGT）、肌酸激酶（creatine kinase, CK）及澱粉酶（amylase, AMYL）等之活性，均以血液生化分析儀（HITACHI 7170，Japan）輔以Wako公司所生產之套組測定之。

### III. 統計分析

試驗收集之資料，利用統計分析系統（SAS, 1999），以一般線性模式程序（General Linear Model Procedure, GLM）進行變方分析，再以 Tukey test 比較各處理平均值間之差異顯著性。

## 結果與討論

### I. 飼糧組成與成分

為提高國產芻料之使用量，本試驗將有機組芻料使用量提高，因此有機組粗纖維含量高於對照組（16.9% vs. 13.3%）。同時為符合有機之生產規範，兩種飼糧均未添加任何藥物。

### II. 生長性能

公紐西蘭白兔飼餵不同飼糧之生長性能，結果列於表 2。有機組在 8 週齡之體重及 4-8 週齡之每日增重均顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ），並降低其死亡率，但在 9-12 週齡之每日增重則顯著低於對照組（ $P < 0.05$ ）。

離乳至二月齡為幼兔球蟲病好發的階段，寄生率高達 95% 以上，母兔亦可因被寄生而成為帶原者，並造成仔兔之感染而出現下痢症狀、生長遲滯，嚴重者造成死亡（蔡，1993; Fioramonti *et al.*, 1982; Peeters *et al.*, 1988）。Laplace（1978）及 Spreadbury and Davidson（1978）指出，提高飼糧中纖維之含量可降低離乳兔下痢之發生率，而降低纖維含量會降低食團在消化道的運送速度，導致食團在盲腸停留時間延長，引起異常發酵，並降低盲腸微生物之活力（Bellier and Gidenne, 1996; Gidenne, 2000; Gidenne *et al.*, 2000）。在本試驗中，對照組兔隻在 8 週齡之下痢比例達 58.3%（7/12），死亡率為 16.7%（2/12），但有機組兔隻則未發生下痢及死亡，推測係飼料中纖維之含量較高所致，故有機組兔隻在 8 週齡之體重及體增重均顯著較重（ $P < 0.05$ ）。Perez *et al.*（2000）指出，飼糧中澱粉含量提高時，相對地纖維含量降低，將提高兔隻死亡率，其原因主要與盲腸微生物之活性下降有關。Cheeke（1983）指出，纖維含量高於 17% 的飼糧會因蛋白質採食量減少而導致體重降低。本試驗中有機組及對照組飼糧之粗纖維含量分別為 16.9% 及 13.3%，而有機組兔隻在 8 週齡之體重及 4-8 週齡之每日增重均顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ），但在 8-12 週齡之每日增重則顯著低於對照組（ $P < 0.05$ ），此可能與對照組兔隻在 8 週齡前因發生下痢致生長遲滯，而康復後產生代償性生長，及有機組飼糧中芻料比例較高可能因而降低消化率，故對照組兔隻在 9-12 週齡之每日增重明顯高於有機組（ $P < 0.05$ ），而兩組兔隻在 16 週齡之體重並無顯著差異。

表 2. 公紐西蘭白兔餵飼不同飼糧之生長性能

Table 2. The growth performances of male NZW rabbits fed with different diets

Age, week	Control group	Organic group
Live weight, g		
4	739 $\pm$ 91	739 $\pm$ 98
8	1205 $\pm$ 108 <sup>b</sup>	1346 $\pm$ 185 <sup>a</sup>
12	1887 $\pm$ 218	1709 $\pm$ 201
16	2739 $\pm$ 159	2589 $\pm$ 160
Average daily gain, g		
4 to 8	16.5 $\pm$ 4.6 <sup>b</sup>	21.7 $\pm$ 4.4 <sup>a</sup>
9 to 12	24.7 $\pm$ 6.9 <sup>a</sup>	12.9 $\pm$ 4.0 <sup>b</sup>
13 to 16	30.0 $\pm$ 6.4	28.3 $\pm$ 6.1
Morbidity, %		
4 to 8	58.3 (7/12)	0 (0/12)
9 to 12	20.0 (2/10)	0 (0/12)
13 to 16	0 (0/10)	0 (0/12)
Mortality, %		
4 to 8	16.7 (2/12)	0 (0/12)
9 to 12	0 (0/10)	0 (0/12)
13 to 16	0 (0/10)	0 (0/12)

Means  $\pm$  SD.<sup>a,b</sup> Means of the same row without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

### III. 血液性狀

#### (i) 血液學

公紐西蘭白兔餵飼不同飼糧之血液學測定值，如表 3 所示。有機組兔隻在 12 週齡之平均紅血球數與血紅素濃度及 16 週齡之紅血球數、血球容積比值、血紅素及平均紅血球血紅素濃度均較對照組為低 ( $P < 0.05$ )，但在 8 週齡之平均紅血球血紅素濃度則顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ )。對照組兔隻之紅血球數、血紅素濃度、血球容積比值均隨飼養期之延長而增加，而有機組兔隻之平均紅血球血紅素濃度隨飼養期之延長而遞減 ( $P < 0.05$ )。白血球數、平均紅血球容積及血小板數在兩種飼糧處理間並無顯著差異。

一般而言，血液學之測定值會受臟器之感染、壞死及炎症所影響 (Jurcik *et al.*, 2007)。血液中之白血球數目會受動物之生理階段、健康狀況而有所改變。本試驗中飼糧處理組並不影響兔隻白血球及血小板數量。血液中之紅血球數、血球容積比值、平均紅血球容積值、血紅素濃度、平均紅血球血紅素及平均紅血球血紅素濃度可作為判定貧血之依據 (曾, 2006)。本試驗中有機組兔隻在 16 週齡之紅血球數、血球容積比值、血紅素濃度及平均紅血球血紅素濃度雖明顯較對照組低 ( $P < 0.05$ )，但仍在參考值範圍內 (Jurcik *et al.*, 2007; Archetti *et al.*, 2008)。Jurcik *et al.* (2007) 指出，動物罹患慢性腎病時，血球容積比值較低及尿酸值較高。本試驗中有機組兔隻在 16 週齡之血球容積比值雖明顯低於對照組 ( $P < 0.05$ )，但尿酸值 (表 4) 在二組間並無顯著差異，顯示使用有機飼糧應不致影響兔隻腎臟之健康。

#### (ii) 血液生化成分

公紐西蘭白兔餵飼不同飼糧之血液生化值，列於表 4。有機組兔隻在 8 週齡時，其血液中之總蛋白質、白蛋白、磷、鈣及在 12 週齡之三酸甘油酯濃度均顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ )，而在 8 週齡之血清三酸甘油酯濃度，以及在 12 週齡之血清白蛋白及血液尿素氮濃度則顯著低於對照組 ( $P < 0.05$ )。

血液中葡萄糖 (血糖) 濃度，會隨動物品種不同而異，但變動範圍均不大 (白等, 1996)。研究指出，2-26 月齡兔之血糖濃度均無顯著差異 (Yamada *et al.*, 2004)。在本試驗中不同飼糧處理及週齡均不影響其血糖濃度。在本試驗中公紐西蘭白兔之三酸甘油酯濃度以 8 週齡為最高，16 週齡最低，而有機組之三酸甘油酯濃度於 8 週齡顯著低於對照組，但在 12 週齡則明顯高於對照組 ( $P < 0.05$ )。有機組飼糧纖維含量較高雖可能降低血中三酸甘油酯濃度，但參照表 2 兔隻在 4-8 週齡之每日增重，可進一步發現，此階段有機組兔隻可能因生長速率高於對照組，致耗費較多能量，故使其 8 週齡之三酸甘油酯濃度顯著低於對照組 ( $P < 0.05$ )，但在 9-12 週齡之每日增重則以對照組高於有機組，此時對照組三酸甘油酯濃度亦顯著低於有機組。

血清總蛋白質包含白蛋白及球蛋白，而白蛋白於肝臟合成，若白蛋白含量過低可能罹患肝臟方面的疾病，如感染肝型球蟲或營養不良 (Alessandro, 2007)。本試驗中對照組兔隻在 8 週齡之血清總蛋白質及白蛋白濃度均顯著低於有機組 ( $P < 0.05$ )，因為離乳初期為球蟲病好發階段，因此兔隻可能感染球蟲致營養不良，且對照組兔隻在 4-8 週齡之日增重確實低於有機組；而有機組因飼糧中纖維含量較高，有助於消化道健康 (De Blas, 1992; Lebas *et al.*, 1998)，因此其健康度與日增重優於對照組兔隻。

表 3. 公紐西蘭白兔飼餵不同飼糧之血液學測定值

Table 3. The hematological values of male NZW rabbits fed with different diet

Age, week	Control group	Organic group
White blood cell, $10^3 / \mu\text{L}$		
8	8.60 $\pm$ 1.00	8.28 $\pm$ 1.48
12	8.90 $\pm$ 3.23	10.0 $\pm$ 5.03
16	10.3 $\pm$ 2.06	8.75 $\pm$ 2.53
Red blood cell, $10^6 / \mu\text{L}$		
8	5.04 $\pm$ 1.07 <sup>y</sup>	5.49 $\pm$ 0.31
12	5.82 $\pm$ 0.40 <sup>xy</sup>	5.52 $\pm$ 1.21
16	6.33 $\pm$ 0.39 <sup>ax</sup>	5.84 $\pm$ 0.46 <sup>b</sup>
Hemoglobin, g/dL		
8	11.1 $\pm$ 2.3 <sup>y</sup>	12.5 $\pm$ 0.6
12	13.2 $\pm$ 1.0 <sup>x</sup>	12.3 $\pm$ 2.1
16	13.7 $\pm$ 0.7 <sup>ax</sup>	12.7 $\pm$ 0.8 <sup>b</sup>
Hematocrit, %		
8	33.7 $\pm$ 5.8 <sup>y</sup>	37.0 $\pm$ 1.8
12	38.7 $\pm$ 2.9 <sup>x</sup>	37.3 $\pm$ 6.2
16	41.2 $\pm$ 2.5 <sup>ax</sup>	38.8 $\pm$ 2.4 <sup>b</sup>
Mean corpuscular volume, fL		
8	67.5 $\pm$ 4.5	67.6 $\pm$ 1.9
12	66.5 $\pm$ 2.5	68.1 $\pm$ 4.5
16	65.1 $\pm$ 2.7	66.6 $\pm$ 2.9
Mean corpuscular hemoglobin, pg/cell		
8	22.0 $\pm$ 0.8 <sup>bxy</sup>	22.7 $\pm$ 0.6 <sup>ax</sup>
12	22.7 $\pm$ 0.6 <sup>x</sup>	22.5 $\pm$ 1.3 <sup>xy</sup>
16	21.7 $\pm$ 0.7 <sup>y</sup>	21.8 $\pm$ 0.9 <sup>y</sup>
Mean corpuscular hemoglobin concentration, g/dL		
8	32.7 $\pm$ 2.0	33.6 $\pm$ 0.4 <sup>x</sup>
12	34.1 $\pm$ 1.0 <sup>a</sup>	33.1 $\pm$ 0.9 <sup>bxy</sup>
16	33.3 $\pm$ 0.6 <sup>a</sup>	32.7 $\pm$ 0.5 <sup>by</sup>
Platelet, $\times 10^3 / \mu\text{L}$		
8	383 $\pm$ 135	399 $\pm$ 82 <sup>y</sup>
12	440 $\pm$ 130	515 $\pm$ 128 <sup>x</sup>
16	369 $\pm$ 65	356 $\pm$ 99 <sup>y</sup>

Means  $\pm$  SD.<sup>a,b</sup> Means of the same row without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).<sup>x,y</sup> Means of the same column without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

表 4. 公紐西蘭白兔飼餵不同飼糧之血液生化值

Table 4. The blood biochemistry values of male NZW rabbits fed with different diet

Age, week	Control group			Organic group		
	Glucose, mg/dL					
8	116	±	10	122	±	9
12	119	±	9	121	±	12
16	122	±	16	122	±	13
	Total protein, g/dL					
8	4.20	±	0.39 <sup>by</sup>	4.80	±	0.20 <sup>az</sup>
12	5.78	±	0.33 <sup>x</sup>	5.43	±	0.51 <sup>y</sup>
16	5.88	±	0.19 <sup>x</sup>	5.82	±	0.18 <sup>x</sup>
	Albumin, g/dL					
8	2.91	±	0.55 <sup>by</sup>	4.08	±	0.20 <sup>ay</sup>
12	4.48	±	0.36 <sup>ax</sup>	4.04	±	0.41 <sup>by</sup>
16	4.77	±	0.18 <sup>x</sup>	4.78	±	0.18 <sup>x</sup>
	Globulin, g/dL					
8	1.25	±	0.29 <sup>a</sup>	0.72	±	0.13 <sup>bz</sup>
12	1.30	±	0.27	1.38	±	0.34 <sup>x</sup>
16	1.11	±	0.15	1.04	±	0.21 <sup>y</sup>
	Blood urea nitrogen, mg/dL					
8	17.5	±	5.2 <sup>ay</sup>	10.0	±	2.1 <sup>by</sup>
12	16.8	±	2.1 <sup>ay</sup>	12.2	±	2.7 <sup>by</sup>
16	24.4	±	4.8 <sup>ax</sup>	17.1	±	2.5 <sup>bx</sup>
	Uric acid, mg/dL					
8	0.35	±	0.14	0.39	±	0.10
12	0.35	±	0.07	0.38	±	0.13
16	0.30	±	0.07	0.32	±	0.08
	Cholesterol, mg/dL					
8	81.9	±	35.8	73.3	±	10.5
12	67.7	±	15.7	74.3	±	14.2
16	72.0	±	20.4	81.7	±	21.5
	Triacylglycerol, mg/dL					
8	177	±	117 <sup>ax</sup>	80.5	±	24.7 <sup>bx</sup>
12	42	±	10 <sup>by</sup>	76.7	±	20.4 <sup>ax</sup>
16	25	±	8 <sup>y</sup>	31.3	±	10.7 <sup>y</sup>
	Calcium, mg/dL					
8	12.7	±	0.9 <sup>bz</sup>	13.3	±	0.4 <sup>ay</sup>
12	13.6	±	0.4 <sup>y</sup>	13.2	±	1.0 <sup>y</sup>
16	14.5	±	0.5 <sup>x</sup>	14.3	±	0.5 <sup>x</sup>
	Phosphate, mg/dL					
8	6.98	±	0.65 <sup>b</sup>	7.55	±	0.43 <sup>ax</sup>
12	7.14	±	0.51	6.86	±	0.51 <sup>y</sup>
16	6.93	±	0.44	6.98	±	0.39 <sup>y</sup>

Means ± SD.

<sup>a,b</sup> Means of the same row without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).<sup>x,y,z</sup> Means of the same column without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).



尿素氮為血液循環中非蛋白態氮之主要終產物，與飼糧中蛋白質含量及內源性蛋白質之異化作用有關（白等，1996），且可作為腎臟健康之指標。本試驗中有機組兔隻在 8 週齡之體重顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ），且血清尿素氮濃度皆顯著低於對照組（ $P < 0.05$ ），顯示此時有機組兔隻生長快速，胺基酸用於合成蛋白質所需，其血清尿素氮值 10.0 mg/dL，較參考值為低（12-22 mg/dL，González Gil *et al.*, 2003），此階段蛋白質恐有不足之疑慮，此可能因有機組飼糧中蛋白質來源以芻料為主，其消化率不及對照組之大豆蛋白所致。尿酸是由所攝取之食物分解而來，另外亦來自內源性核酸之分解，會受飼糧蛋白質之質與量、肝臟功能及腸道吸收所影響（Alessandro, 2007）。在本試驗中，不同飼糧處理對尿酸含量並無顯著影響。

生長兔及懷孕兔需要較多的鈣，而通常其血鈣濃度在 14 mg/dL 以下，最高值約 16-17 mg/dL（Alessandro, 2007）。兔之血鈣濃度主要受飼糧中鈣含量之影響（Alessandro, 2007）。De Blas and Wiseman（1998）建議生長肥育兔飼糧中鈣含量為 0.6%，本試驗中有機組兔隻除在 8 週齡之血鈣濃度顯著高於對照組外，其他期間二組並無顯著差異，且兩組之血鈣濃度均維持在正常範圍內（11-14 mg/dL，Alessandro, 2007）。另外，有機組的飼糧並未額外添加二磷酸鈣，顯示飼糧中的鈣含量已可滿足兔隻需求。血液中之磷含量會隨著動物年齡增長而降低，故在年輕之生長階段其含量較高，其後則隨年齡之增長而降低（白等，1996）。有機組兔隻在 8 週齡之血磷含量顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ），且隨年齡之增長而降低（ $P < 0.05$ ），並在 González Gil *et al.*（2003）之參考值 2-10 mg/dL 範圍內。

### (iii) 血液相關酵素

公紐西蘭白兔飼不同飼糧之血液酵素活性，列於表 5。有機組兔隻在 8 週齡血液中之 ALT 活性顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ），但 8 週齡之 CK 及 12 週齡之 LDH、CK、AMYL 之活性則顯著低於對照組（ $P < 0.05$ ），且 CK、LDH 之活性，均隨試驗期增加而遞減（ $P < 0.05$ ），其中 8 週齡之 AST 活性顯著高於 16 週齡（ $P < 0.05$ ）。

Alessandro（2007）指出，ALT 及 GGT 活性升高表示肝臟受損，其與肝臟脂質或感染肝型球蟲呈正相關。本試驗中有機組兔隻在 8 週齡之 ALT 及 GGT 活性雖顯著高於對照組（ $P < 0.05$ ），但仍在正常參考值範圍內（ALT：19-73；GGT：0-7 IU/L）（Alessandro, 2007; Archetti *et al.*, 2008）。

GGT 主要存在於肝臟、腎臟及小腸等胺基酸代謝活躍之細胞，在運送胺基酸通過細胞膜時擔任重要角色，且在大動物可作為肝膽疾病之良好指標，但在犬貓則不適用（曾，1991；白等，1996）。Yu *et al.*（2006）指出，GGT 之活性可作為評估兔腎臟功能之特異性酵素。本試驗中有機組兔隻在 8 週齡之 GGT 活性雖高於對照組，但二者仍在正常參考值內（0-7.0 IU/L）（Alessandro, 2007），顯示飼餵兔隻有機飼料並不會影響其腎功能。

CK 為肌肉細胞之特異性酵素，可作為肌肉細胞損傷之診斷（Boyd, 1988），且 CK 大量存在於兔之肌肉及心肌中，約佔全部組織器官之 80-85%，故可做肌肉細胞之特異性酵素（Yu *et al.*, 2006）。LDH 廣泛分佈在心、肌肉、腦及腎中，但前述組織損傷時，即釋放至血液中。本試驗有機組兔隻在 8 及 12 週齡之 CK 及 LDH 活性明顯低於對照組（ $P < 0.05$ ），且 CK 及 LDH 之活性均隨週齡增加而降低（ $P < 0.05$ ）。本試驗中兩組兔隻之血清 CK 及 LDH 活性與 Hewitt *et al.*（1989）測定之 CK 活性 218-2705 IU/L 及 LDH 活性 59-389 IU/L 相近。

表 5. 公紐西蘭白兔飼餵不同飼糧之血液酵素活性 (IU/L)

Table 5. The blood enzymes activities of male NZW rabbits fed with different diet

Age, week	Control group	Organic group
$\gamma$ -glutamyltransferase, GGT		
8	5.5 $\pm$ 2.9	7.0 $\pm$ 1.2
12	5.4 $\pm$ 3.6	5.5 $\pm$ 3.7
16	6.8 $\pm$ 2.0	6.9 $\pm$ 2.0
Aspartate aminotransferase, AST		
8	27.5 $\pm$ 9.2 <sup>x</sup>	36.8 $\pm$ 19.0 <sup>x</sup>
12	31.3 $\pm$ 17.0 <sup>x</sup>	25.8 $\pm$ 9.5 <sup>xy</sup>
16	14.9 $\pm$ 6.8 <sup>y</sup>	16.4 $\pm$ 7.6 <sup>y</sup>
Alanine aminotransferase, ALT		
8	35.5 $\pm$ 13.1 <sup>b</sup>	58.7 $\pm$ 17.2 <sup>a</sup>
12	57.2 $\pm$ 20.5	64.0 $\pm$ 24.9
16	53.2 $\pm$ 25.2	57.8 $\pm$ 27.5
Lactate dehydrogenase, LDH		
8	464 $\pm$ 136 <sup>x</sup>	397 $\pm$ 90 <sup>x</sup>
12	332 $\pm$ 105 <sup>ay</sup>	244 $\pm$ 74 <sup>by</sup>
16	162 $\pm$ 63 <sup>z</sup>	179 $\pm$ 80 <sup>y</sup>
Creatine kinase, CK		
8	1092 $\pm$ 485 <sup>ax</sup>	699 $\pm$ 120 <sup>bx</sup>
12	726 $\pm$ 174 <sup>ay</sup>	541 $\pm$ 172 <sup>by</sup>
16	235 $\pm$ 46 <sup>z</sup>	258 $\pm$ 64 <sup>z</sup>
Amylase, AMYL		
8	268 $\pm$ 57	252 $\pm$ 37
12	303 $\pm$ 42 <sup>a</sup>	260 $\pm$ 41 <sup>b</sup>
16	317 $\pm$ 64	281 $\pm$ 38

Means  $\pm$  SD.<sup>a,b</sup> Means of the same row without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).<sup>x,y,z</sup> Means of the same column without the same superscript are significantly different ( $P < 0.05$ ).

ALT 廣泛分佈在心臟、肝、腎及肌肉中，根據 Alessandro (2007) 指出，ALT 並非兔肝損傷之指標，且無法作為兔的特異性酵素 (Yu *et al.*, 2006)。本試驗有機組兔隻在 8 週齡之 ALT 活性顯著高於對照組 ( $P < 0.05$ )，但仍在參考值範圍內 (19-73 IU/L) (Archetti *et al.*, 2008)。AST 主要分佈在心、肝、腦、腎及肌肉中，雖與肝臟損傷及紅血球溶解有關 (Alessandro, 2007)，但為一特異性不高之酵素，故常與其它酵素聯合診斷，以作為組織損傷之指標 (白等, 1996; Boyd, 1988)。本試驗兩組兔隻之 AST 活性均以 16 週齡顯著最低 ( $P < 0.05$ )，且各階段之測定值均介於 Alessandro (2007) 及 González Gil *et al.* (2003) 之參考值範圍內 (35-130; 9-34 IU/L)。

AMYL 存在兔之胰臟，少許在唾液腺、腸道或肝臟中，而若 AMYL 活性升高表示與胰臟或腹部之損傷有關 (Alessandro, 2007)。本試驗有機組兔隻在 12 週齡之 AMYL 活性雖顯著低於對照組 ( $P < 0.05$ )，但參照 Alessandro (2007) 之參考值 (200-400 IU/L)，兩組兔隻之測定結果均屬正常。

## 結論

以國產有機芻料餵飼公紐西蘭白兔，在離乳初期未使用任何藥劑條件下，相較於商業兔料可顯著提高 8 週齡之生長性能，並降低罹病率及死亡率，而血液性狀之測定結果也顯示並無不良影響。本試驗結果證明以有機兔料飼養兔隻，具有可行性；而國產飼料業者可以生產國產有機兔料，與進口兔料進行市場區隔，提供寵物兔飼主不同選擇。另外，商業兔料生產亦可考慮使用國產芻料如綠肥大豆，取代進口苜蓿，以降低生產成本。

## 參考文獻

- 白火城、黃森源、林仁壽編譯。1996。家畜臨床血液生化學。立宇出版社。
- 曾秋隆。1991。獸醫臨床病理學綱要。必中出版社。
- 曾秋隆。2006。曾氏獸醫血液學第二版。藝軒圖書出版社。台北。
- 蔡三福。1993。兔肝型球蟲移行與致病性之探討。中興大學獸醫學研究所。碩士論文。台中。
- Alessandro, M. 2007. Rabbit clinical pathology. J. Exoc. Pet Med. 16: 135-145.
- Archetti, I., C. Tittarelli, M. Cerioli, R. Brivio, G. Grilli and A. Lavazza. 2008. Serum chemistry and hematology values in commercial rabbits: Preliminary data from industrial farms in northern Italy. In: Proc. 9th World Rabbit Congress, Verona, Italy. pp. 1147-1152.
- Bellier, R. and T. Gidenne. 1996. Consequences of reduced fiber intake on digestion, rate of passage and caecal microbial activity in the young rabbit. Brit. J. Nutr. 75: 353-363.
- Bennegadia, N., T. Gidenne and D. Licois. 2001. Impact of fiber deficiency and sanitary status on non-specific enteropathy of the growing rabbit. Anim. Res. 50: 401-413.
- Boyd, J. W. 1988. Serum enzymes in the diagnosis of disease in man and animal. J. Comp. Path. 98: 381-404.
- Cheeke, P. R. 1983. The significance of fiber in rabbit nutrition. J. Rabbit Res. 8: 14-17.
- Chiou, P. W. S., B. Yu and C.Y. Kuo. 2000. Comparison of fiber digestion among rabbits, guinea-pigs, rats and hamsters. I. Performance, digestibility and rate of digesta passage. Asian-Aus. J. Anim. Sci. 13: 1499-1507.

- De Blas, C. 1992. The role of fiber in rabbit nutrition. J. Appl. Rabbit Res. 15: 1329-1343.
- De Blas, C. and J. Wiseman. 1998. The nutrition of the rabbit. CABI Publishing. Wallingford UK. p. 250.
- Fioramonti, J., J. M. Sorraing, D. Licois and L. Bueno. 1982. Intestinal motor and transit disturbances associated with experimental coccidiosis (*Eimeria magna*) in the rabbit. Ann. Rech. Vet. 12: 413-420.
- Gidenne, T. 2000. Recent advances and perspectives in rabbit nutrition: Emphasis on fiber requirement. World Rabbit Sci. 8: 23-42.
- Gidenne, T., V. Pinheiro and L. Falcão-e-Cunha. 2000. A comprehensive approach of the rabbit digestion: Consequences of a reduction in dietary fiber supply. Livest. Prod. Sci. 64: 225-237.
- González Gil, A., J. C. Illera, G. Silván and M. Illera. 2003. Effects of the anaesthetic/tranquillizer treatments on selected plasma biochemical parameters in NZW rabbits. Lab. Anim. 37: 155-161.
- Hewitt, C. D., D. J. Innes, J. Savory and M. R. Wills. 1989. Normal biochemical and hematological values in New Zealand White rabbits. Clin. Chem. 35: 1777-1779.
- Jurcik, R., K. Suvegova, E. Hanusova, P. Massanyi, L. Ryban and P. Chrenek. 2007. Evaluation of haematological, biochemical and histopathological parameters of transgenic rabbits. J. Vet. Med. 54: 527-531.
- Laplace, J. P. 1978. Le transit digestif chez les mono-gastriques. III. Comportement (prise de nourriture caecotrophie) monitricite et transit digestifs et pathogenie des diarrhees chez le lapin. Ann. Zootech. 27: 225.
- Lebas, F., T. Gidenne, J. M. Perez and D. Licois. 1998. Nutrient and pathology. The nutrient of the rabbit. CABI Publishing. In: De Blas, C., Wiseman, J. (Eds.). pp. 197-214.
- NRC. 1977. Nutrient requirements of rabbits. 2nd rev. National Academy of Science, Washington, DC.
- Peeters J. E., R. Geeroms and P. Halen. 1988. Evolution of coccidial infection in commercial and domestic rabbits between 1982 and 1986. Vet. Parasitol. 29: 327-331.
- SAS. 1999. SAS/STAT. Guide for personal computers. SAS Inc., Cary, NC.
- Spreadbury, D. and J. Davidson. 1978. A study of the need for fibre by the growing New Zealand White rabbit. J. Sci. Food Agric. 29: 640-648.
- Yamada, S., T. Ito, T. Tamura and M. Shiomi. 2004. Age-related changes in serum/plasma biochemical parameters of WHHLM rabbits. Exp. Anim. 53: 159-163.
- Yu, C. Y., J. Y. Chang, S. J. Chen, S. M. Tsay, H. H. Wu and K. L. Chen. 2006. The valuation of blood and tissue enzymes for clinical diagnosis in New Zealand White and Rex rabbits. The 12<sup>th</sup> AAAP Anim. Sci. Congress. Korea. p.142.

# Evaluating the application of the native organic forage diet for growing male New Zealand White rabbits <sup>(1)</sup>

Hsi-Hsun Wu<sup>(2)</sup> Wei-Ling Kho<sup>(2)</sup> Ming-Yang Tsai<sup>(2)</sup>

Chao-Hsien Hsieh<sup>(2)</sup> and Bor-Chun Weng<sup>(3)(4)</sup>

Received : Jun. 1, 2009 ; Accepted : Oct. 8, 2009

## Abstract

The purpose of this study was to investigate the possibility of using native organic forages and rice by-products to formulate organic rabbit ration. A feeding trial was conducted to compare the effects of the two basal rations on growth performance and health of growing New Zealand White (NZW) male rabbits. Twenty-four NZW male pups at four weeks of age were selected in a similar body weight and randomly assigned into two dietary treatments; i.e., the control group (commercial ration) and the organic group (organic ration). Animals were fed with the experimental diets until 16 weeks of age. Blood samples were collected from jugular vein at 8, 12 and 16 weeks of age for hematological and blood constituent analysis. The result showed that the body weight at 8 weeks of age and the average daily weight gain (ADG) from 4 to 8 weeks of age in the organic group were significantly higher than those in the control group ( $P < 0.05$ ). Both morbidity and mortality were reduced in the organic group as compared with the control group. The ADG for animals of 8 to 12 weeks of age were significantly lower in the organic group ( $P < 0.05$ ) than those in the control group. Concentrations of mean corpuscular hemoglobin, total protein, albumin, phosphate, calcium; alanine aminotransferase activity at 8 weeks of age and triacylglycerol concentration at 12 weeks of age were significant higher in the organic group than those in the control group ( $P < 0.05$ ). The concentration of triacylglycerol at 8 weeks of age, mean corpuscular hemoglobin concentration, albumin, blood urea nitrogen, activities of lactate dehydrogenase, creatine kinase and amylase at 12 weeks of age; numbers of red blood cell, hematocrit and hemoglobin concentrations at 16 weeks of age were all significantly higher in the control group than those in the organic group ( $P < 0.05$ ). In conclusion, NZW male rabbits fed with native organic feed had better growth performance than control group at the early stage after weaning. Furthermore, the morbidity and mortality were also reduced when compared with those of control group. No adverse effects were found from hematological and bloods chemical diagnosis. The results provided the possibility to produce native organic rabbit diet and its application in rabbit feeding.

Key words : Organic forage, Growth, Rabbit.

- 
- (1) Contribution No. 1531 from Livestock Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan.
  - (2) Division of Livestock Industry, COA-LRI, Hsinhua, Tainan 712, Taiwan, R.O.C.
  - (3) Department of Microbiology and Immunology, National Chiayi University, 300 Syuefu RD., Chiayi City 600, Taiwan, R.O.C.
  - (4) Corresponding author, E-mail : [brian@mail.ncyu.edu.tw](mailto:brian@mail.ncyu.edu.tw)