

# 影響蜂王漿中癸烯酸及其他主成份含量因子之探討

章加寶、謝豐國、許麗容 台灣省蠶蜂業改良場 苗栗縣公館鄉館南村 261 號

## 摘要

以人工飼料及花粉餵飼蜜蜂，在未設置花粉採集器之蜂箱內，所產王漿之癸烯酸含量僅餵飼中式配方者增加，粗蛋白、粗脂肪以餵飼美式配方者有顯著增加；在設置花粉採集器者，癸烯酸及粗脂肪含量降低，餵飼花粉及美式配方者，粗蛋白及水份含量均增加。此外在未設置花粉採集器者，以梅花粉、茶花粉、羅氏鹽膚木花粉、雜花粉餵飼蜜蜂，結果餵飼雜花粉者癸烯酸增加，餵飼羅氏鹽膚木花粉者粗蛋白增加，粗脂肪以餵飼梅花粉及雜花粉者明顯增加。果糖試驗顯示對王漿中醣類含量有顯著影響外，對癸烯酸含量並無顯著影響。又高產王漿蜂種所產王漿中之癸烯酸、粗脂肪及水份含量較低產王漿者為高，高癸烯酸蜂種經連續測試結果，仍有保持高癸烯酸的特性。採收期選用 1-3 日齡幼蟲進行移蟲，並分別在第 1、2、3 天後採收，結果癸烯酸含量以第 1 天採收者最高，第 2 天次之。王漿過濾前後癸烯酸含量差異並不顯著，僅粗脂肪略有降低。調查本省中南部三個地區王漿癸烯酸含量大多介於 1.60~1.99%，一年間以冬季採收王漿之癸烯酸較高。綜合以上試驗結果顯示人工飼料、花粉種類、蜂種、幼蟲日齡、王漿採收期、地區性及季節性對癸烯酸含量均有顯著影響，但果糖種類及過濾對癸烯酸含量並無顯著影響。

**關鍵詞：**王漿、蜜蜂、癸烯酸。

## Factors Influencing 10-Hydroxy- $\delta$ -2-Decenoic Acid and other Major Components of Royal Jelly in the Honeybee

## ABSTRACT

Royal jelly provides the major income from apiaries in Taiwan. Its quality is influenced by several factors, of which the major ones are bee varieties and the diets in the colony. In order to study the factors that affect the contents of major components in royal jelly, we conducted experiments in which samples of royal jelly were analyzed for their contents of crude protein, crude fat, moisture and 10-hydroxy- $\delta$ -2-decenoic acid(10HDA). 10HDA, a specific component of royal jelly, is generally considered an indicator of quality of royal jelly. Feeding the Chinese formula seems to produce more 10HDA than other diets. The honeybees fed with various artificial diets and pollens were evaluated for the effects on the content of 10HDA in royal jelly produced. 10HDA decreased in royal jelly, when pollen traps were set up, but increased when honeybees were fed with the Chinese formula with no pollen trap. The content of 10HDA produced by strains of honeybee royal jelly was much greater than that by strains with poor. Larval age and collecting time also affected royal jelly quality. One-day-old larvae yielded more 10HDA in royal jelly in a collecting period over 1-2 days than those of other ages. Feeding marketed fructose to the honeybees influenced the carbohydrate content in royal jelly. 10HDA in royal jelly was affected insignificantly significantly by filtration. Bee strains giving much 10HDA that were fed high-quality diets produced royal jelly with 10HDA of high-quality.

**Key words:** Royal jelly, Honeybee, 10-hydroxy- $\delta$ -2-decenoic acid.

## 前 言

王漿(royal jelly, RJ)主要由工蜂下咽喉腺(hypopharyngeal gland)及大顎腺(mandibular gland)所分泌,蜂王終生取食王漿,而外界環境所提供的粉蜜與王漿生產質量有密切的關係,一般而言,粉蜜源植物愈豐,王漿產量愈高(章加寶、謝豐國,1990; 1991

;章加寶等,1993)。

本省許多養蜂業者以生產王漿為主,因之改進各種生產技術,提高王漿的產量與品質成爲主要課題。所以王漿之生產,對繁榮農村經濟,提高蜂農生活水準,至關重要。

癸烯酸(10-羥基-2-癸烯酸, 10-hydroxy- $\delta$ -2-decenoic acid, 10HDA)是王漿中獨具一格的一種脂肪酸,本身可謂是一種抗生素

(Blum *et al.*, 1959), 已被證明其臨床醫療效果(江小毛, 1982; 李炳坤、鄭秀懇, 1989; 房柱, 1984; 賈樹桐, 1986; 鄭秀懇, 1990; 田村, 1985; 田村等, 1987; 渡會, 1985; 藤井等, 1988), 在其他天然物質中尚未發現。由於癸烯酸為具一定穩定性的脂肪酸, 常被用來當作衡量王漿品質之重要指標。在日本依公平競爭條例之規定, 健康食用王漿之癸烯酸含量訂為 1.4% 以上(健康食品株式會社, 1978), 但日本商人要求標準常高達 1.8% 以上, 其原因係近幾年來大陸王漿大量傾銷日本, 對本省王漿外銷日本造成衝擊, 致使日商以癸烯酸含量高低作為討價還價的籌碼, 以遂行其抑低進價目的。影響癸烯酸含量之因子迄今未有正式報告提出, 為探討省產王漿中癸烯酸含量降低的原因, 本研究從人工飼料、花粉種類、果糖、蜂種、移蟲日齡、採收期、季節性、地區性及王漿過濾等進行試驗, 提供蜂農參考, 以提升王漿品質, 增進本省王漿在國際市場上的競爭力。

## 材料與方法

### 一、蜂種

供試蜂種為西方蜂(*Apis mellifera* L.)

### 二、試驗蜂群管理

本試驗所用蜂箱為可容巢脾 10 片之單箱, 每群均有一隻產卵正常的蜂王, 並置隔王板(queen excluder), 在巢脾上放置一塑膠製飼糖盤, 供飼糖水, 原則上糖、水容量比例為 1 比 1, 黃昏時注入飼糖水, 必要時糖水比率視當時粉蜜源情況作適度調整; 以取用天然花粉與糖、蜜、酵母粉、大豆粉等作適當混合。此外, 為避免群勢強弱不均, 適時調整巢脾, 促使群勢相近。

### 三、幼蟲日齡及採收期對王漿中之癸烯酸及

### 其他主成份含量之影響

選用 1~3 日齡幼蟲, 分別在移蟲後 1、2、3 天採收王漿, 比較不同時期採收之王漿中癸烯酸及其他主成份之含量。

### 四、飼料配方對王漿中癸烯酸及其他主成份含量之影響

本試驗為三種處理, 分別為 A、B、C 配方。

A: 天然花粉(茶花粉)。

B: 中式配方, 由大豆粉、酵母粉、花粉、脫脂奶粉、蜂蜜、蔗糖為 1:1:2:2:3:9 之重量比例配製成花粉餅。

C: 美式配方, 改自加州大學戴維斯分校劉英昕博士推薦之美國蜂農目前使用之配方, 先配好糖水(3:1), 取 2,000g 加花粉 160g、酵母粉 1,440g 混合配製成花粉餅。

試驗分巢門前設置與不設置花粉採集器(pollen trap)兩種, 將以上配方每次各以 300g 飼育蜂群, 採漿前先餵飼四週後, 即採收王漿, 並在餵飼前後測定王漿中癸烯酸及其他主成份之含量。

### 五、花粉對王漿中癸烯酸及其他主成份含量之影響

本試驗分 A、B、C、D 等四種花粉處理。

A: 羅氏鹽膚木花粉(roxburgh sumac pollen)

B: 茶花粉(tea pollen)

C: 梅花粉(Japanese apricot pollen)

D: 雜花粉(miscellaneous pollen)

將以上四種花粉每次各以 300g 餵飼蜂群, 採漿前先餵四週後, 即採收王漿, 並在餵飼前後測定王漿中癸烯酸及其他主成份之含量。

### 六、市售果糖對王漿中癸烯酸及其他主成份含量之影響

本試驗由市面採購五種蜂農常用的果糖

A、B、C、D、E 及蔗糖共六種處理，先將果糖以高效能液態層析儀(High-Performance Liquid Chromatographer, HPLC)分析其含量，每處理均以每群依糖水 1:1 比例餵飼之，採漿前先餵飼一個月後，即採收王漿，並在餵飼前後測定王漿中癸烯酸及醣類之含量。

### 七、過濾處理對王漿中癸烯酸及其他主成份含量之影響

本試驗分 A、B 兩種方式。

A：王漿採收後不經過濾即直接放入冷凍櫃，取出解凍、攪拌均勻後取樣，先以蜂農常用之 32 網目過濾紗網過濾一次，後取樣，隨後放進冷凍櫃，隔二天再取出，完全解凍並攪拌均勻，過濾再取樣，共過濾二次，取樣三次，將所採樣本及過濾時所得殘渣測定癸烯酸及粗脂肪含量。

B：由出口商處取得由蜂農已過濾一次的王漿及經出口商以 76 網目過濾機器過濾後王漿取樣，並取得過濾時的殘渣，測定癸烯酸及其他主成份含量。

### 八、高低產王漿蜂種對王漿中癸烯酸及其他主成份含量影響

將王漿產量不同的蜂種分為高產、中產、低產等三蜂種，測定所採王漿中癸烯酸及其他主成份含量。

### 九、不同地區王漿中癸烯酸含量之測定

選名間(本場蜜蜂繁殖場)、六腳(本場嘉南工作站)、中埔三個地區的蜂場，測定蜂群分別為 54、48、及 24 群，將王漿採收後，分別測定癸烯酸含量，並歸類其分佈情形。

### 十、不同採漿季節對高低癸烯酸蜂種之癸烯酸含量之影響

選用高低癸烯酸蜂種各四個，分別在春、夏、秋、冬測試其王漿中癸烯酸之季節性變化情形。

### 十一、王漿中癸烯酸及其他主成份之測試方

### 法

(一)癸烯酸之分析(Yoneyama *et al.*, 1976)

在萃取、濃縮、吹乾過程，分別添加 Ethyl ether, NaOH, HCl, Bis(trimethylsilyl) acetamide (BSA), Trimethyl chlorosilane (TMCS) 等試劑，並以 *n*-Heptadecanoic acid 為內標準品，而標準品為已提煉出之純度達 99% 以上之癸烯酸為外標，以氣相層析儀(Gas chromatographer, GC) 分析測定癸烯酸含量。

(二)水份之測定(Sova *et al.*, 1973)

取一定量的王漿，加入經處理過的定量海砂混合後，在 50mmHg 減壓下 70°C 真空烘箱中，烘至恆重，再放至乾燥器內冷卻。

(三)粗蛋白質之測定(Anonymous, 1980)

以凱氏粗蛋白定量法測定(Crude Protein Determination by Kjeldahl Method)，首先將樣品置於熱硫酸中，充分消化分解，使蛋白質中之氮轉變為  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，再加入 NaOH 溶液，蒸餾釋出  $\text{NH}_3$ ，以  $\text{H}_3\text{BO}_3$  溶液吸收之，最後再以 HCl 溶液滴定，求出含氮量，再導出粗蛋白之含量。

(四)粗脂肪之測定(Townsend and Lucas, 1940)

以 Soxhlet 萃取法測定粗脂肪，定量粗脂肪時，利用 Ethyl ether，從樣品中將油脂類萃取出來，再蒸發除去 Ethyl ether，即得粗脂肪。

(五)醣類之測定(Anonymous, 1980)

以呈色法測定，先將樣品水解，再呈色，以波長 540mm 測其吸光度，由於樣品因不先經去糖作用，其所得還原糖值為總還原糖量。

## 結果與討論

### 一、移蟲日齡及採收期對王漿中癸烯酸及其

## 他主成份含量之影響

利用不同日齡幼蟲在不同採收期測定癸烯酸及其他主成份含量結果列於表一。移蟲後 1~3 天採收，不論高或低癸烯酸蜂種王漿中癸烯酸含量以第一天採收者最高，且均在 2.0% 以上，第二天及第三天則視蟲齡及高低癸烯酸蜂種而定，移入 1 日齡蟲者，以高癸烯酸蜂種而言，在第三天採收者，癸烯酸含量比第二天為高，移入 2 日齡蟲及 3 日齡蟲者反之；以低癸烯酸蜂種而言，移入 1 或 2 日齡蟲在第三天採收者癸烯酸含量均較第二天者為高，但移入 3 日齡蟲者反之。以高低產癸烯酸蜂種王漿中癸烯酸含量之平均值而言，癸烯酸含量移入 1~3 日齡蟲時，隨採收期增加而降低，即第一天採收者癸烯酸含量高於第二天者，第二天者高於第三天者，有關報告亦有作第 1、2、3 天採收分析癸烯酸含量約 2%，但並未指明其間高低差異(史滿田, 1985)。而高低癸烯酸蜂種所產之癸烯酸高低互有差異，有待進一步探討。為顧及產量及經濟效益，本省蜂農均於第三天採收，由本試驗結果應選用高癸烯酸蜂種，且移入 1 日齡幼蟲及第三天採收王漿，可得較高癸烯酸，並可得較高產量(章加寶、謝豐國, 1990; 1991)。

另由粗蛋白分析結果可知，不論任何日齡第一天採收者顯較第二及第三天採收者為高；但醣類及水份含量則差異不顯著。

## 二、飼料配方對王漿中癸烯酸及其他主成份含量之影響

利用三種配方餵飼蜜蜂後，採漿分析王漿中所含癸烯酸及其他主成份，其結果列於表二，在巢門口未設置花粉採集器時，癸烯酸含量除在中式配方有增加外，餵飼美式配方及純天然花粉者顯著下降；粗蛋白、粗脂肪在餵飼三種配方後均有增加，但以餵飼美式配方者有明顯增加現象；水份則在餵飼美

氏配方中有降低現象。在巢門口設置花粉採集器時，試驗後癸烯酸含量均有降低現象，餵飼天然花粉及美式配方者粗蛋白含量增加，粗脂肪降低，水份則均有增加現象。

## 三、花粉對王漿中癸烯酸及其他主成份含量之影響

在巢門口設置花粉採集器分別餵飼羅氏鹽膚木花粉、茶花粉、梅花粉、雜花粉等四種花粉後，採漿前後測定王漿中癸烯酸、粗蛋白、粗脂肪、水份等主成份含量，由表三可知癸烯酸除餵飼雜花粉者外，在任何處理均顯著降低。粗蛋白除餵飼羅氏鹽膚木花粉外並無明顯增加，其他處理反而降低；粗脂肪含量在餵飼羅氏鹽膚木及茶花粉後降低，餵飼梅花粉及雜花粉反之。水份含量除餵飼雜花粉有顯著增加外，其餘升降不明顯。

## 四、市售果糖對王漿中癸烯酸及其他主成份含量之影響

由市場上購得五種蜂農常用以餵飼蜜蜂之果糖，分析其含醣量列於表四，分別為 50.62、61.82、69.54、71.10 及 73.47%。分析王漿中醣類，由表五得知餵飼各種果糖及蔗糖均能提高王漿中醣類含量 6% 以上，但癸烯酸含量除餵飼蔗糖者外，均有降低現象。唯經統計分析結果，果糖對王漿中醣類含量有顯著影響外，對癸烯酸並無顯著差異。

上述二、三、四項均涉及營養方面，有關蜜蜂的營養需求與其他昆蟲種類無異，主要包括蛋白質、醣類、脂肪、維生素等。常態下成蜂以蜂蜜及水為其食物即可存活，然而幼蟲及幼蜂之生長及發育則需要蛋白質、醣類、脂肪、維生素等。據 Haydak (1970) 及 Standifer *et al.* (1970) 指出餵飼適量的胺基酸能使幼蜂之下咽頭腺活化，若缺乏適量的蛋白質或胺基酸，則幼蜂之下咽頭腺發育不完全，所分泌之幼蟲食物，無法使幼蟲正常發育，蜂王亦無法產卵。Haydak (1937)

表一 移蟲日齡及採收期對王漿癩烯酸及其他主成份之影響

Table 1. Effect of larval age and collecting time on 10HDA and other major components in royal jelly

Larval age (day)	Collecting time (day)	Percent 10HDA		
		High-10HDA strains	Low-10HDA strains	Mean ± SD
1	1	2.13 ± 0.20a <sup>1)</sup>	2.34 ± 0.39a	2.24 ± 0.30a
	2	1.72 ± 0.16c	1.78 ± 0.05b	1.75 ± 0.11b
	3	1.77 ± 0.09b	1.63 ± 0.05c	1.70 ± 0.07c
2	1	2.02 ± 0.15a	2.11 ± 0.12a	2.07 ± 0.14a
	2	1.83 ± 0.21b	1.71 ± 0.25b	1.77 ± 0.23b
	3	1.61 ± 0.13c	1.69 ± 0.12c	1.65 ± 0.13c
3	1	2.27 ± 0.12a	2.15 ± 0.15a	2.21 ± 0.14a
	2	1.72 ± 0.16b	1.64 ± 0.10b	1.68 ± 0.13b
	3	1.59 ± 0.11c	1.70 ± 0.20b	1.65 ± 0.16b
Larval age (day)	Collecting time (day)	Percent crude protein		
		High-10HDA strains	Low-10HDA strains	Mean ± SD
1	1	17.17 ± 0.67a	17.67 ± 0.65a	17.42 ± 0.66a
	2	15.10 ± 1.15b	15.60 ± 0.20b	15.35 ± 0.18b
	3	13.87 ± 1.00c	14.83 ± 0.21b	14.35 ± 0.61b
2	1	16.65 ± 0.93a	17.65 ± 0.34a	17.15 ± 0.64a
	2	14.85 ± 0.42b	15.18 ± 0.34b	15.02 ± 0.38b
	3	14.25 ± 0.87b	14.30 ± 0.54b	14.28 ± 0.71b
3	1	18.45 ± 1.28a	18.65 ± 0.87a	18.55 ± 1.08a
	2	14.20 ± 0.90b	14.45 ± 0.13b	14.33 ± 0.52b
	3	14.00 ± 0.51b	14.10 ± 0.63b	14.05 ± 0.57b
Larval age (day)	Collecting time (day)	Percent carbohydrate		
		High-10HDA strains	Low-10HDA strains	Mean ± SD
1	1	14.13 ± 1.01a	13.60 ± 0.85a	13.87 ± 0.93a
	2	13.43 ± 0.21a	11.75 ± 0.78b	12.59 ± 0.50a
	3	14.30 ± 1.82a	13.20 ± 2.34a	13.75 ± 2.08a
2	1	17.30 ± 0.00a	14.80 ± 0.71a	16.05 ± 0.36a
	2	13.03 ± 0.88b	12.70 ± 1.00b	12.87 ± 0.94b
	3	13.68 ± 0.64b	14.15 ± 0.62a	13.92 ± 0.63b
3	1	-	-	-
	2	14.20 ± 0.71a	13.68 ± 0.71a	13.94 ± 0.71a
	3	14.18 ± 0.74a	14.20 ± 0.47a	14.19 ± 0.61a
Larval age (day)	Collecting time (day)	Percent moisture		
		High-10HDA strains	Low-10HDA strains	Mean ± SD
1	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	64.80 ± 0.91	64.65 ± 0.64	64.73 ± 0.78
2	1	-	-	-
	2	65.40 ± 0.85	-	-
	3	64.87 ± 0.12	64.13 ± 0.57	64.50 ± 0.35
3	1	-	-	-
	2	64.57 ± 0.76	65.30 ± 0.00	64.94 ± 0.38
	3	64.03 ± 0.50	63.25 ± 0.35	63.64 ± 0.43

1) Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

表二 營養配方對王漿癸烯酸及其他主成份之影響

Table 2. Effect of feeding artificial diets to honeybees on 10HDA and other major components in royal jelly

Percent 10 HDA						
Diet	Without pollen trap		Percent index <sup>4)</sup>	With pollen trap		Percent index
	Pre-tr. <sup>3)</sup>	Post-tr.		Pre-tr.	Post-tr.	
A <sup>1)</sup>	1.93±0.28a <sup>2)</sup>	1.68±0.20b	84.8	1.76±0.36b <sup>2)</sup>	1.67±0.11a	94.89
B	1.61±0.03b	1.80±0.29a	118.8	1.82±0.10a	1.69±0.27a	92.86
C	1.68±0.21b	1.56±0.05c	92.86	1.84±2.31a	1.69±0.21a	91.85

  

Percent crude protein						
Diet	Without pollen trap		Percent index	With pollen trap		Percent index
	Pre-tr.	Post-tr.		Pre-tr.	Post-tr.	
A	14.40±1.66a	16.17±1.80b	112.29	14.67±1.25ab	15.27±0.61a	104.09
B	14.30±0.79a	15.47±0.45b	108.18	15.00±0.90a	14.43±0.47a	96.20
C	13.67±0.35a	17.13±6.97a	125.31	13.93±1.45b	15.07±1.05a	108.18

  

Percent crude fat						
Diet	Without pollen trap		Percent index	With pollen trap		Percent index
	Pre-tr.	Post-tr.		Pre-tr.	Post-tr.	
A	3.63±0.21b	3.93±0.75a	108.26	5.07±1.44bc	3.83±0.55b	75.54
B	4.30±0.82a	4.00±0.45a	93.02	4.43±0.90b	4.57±0.61a	103.16
C	3.60±0.26b	4.40±6.97a	122.22	5.23±1.96ab	4.67±0.80a	89.29

  

Percent moisture						
Diet	Without pollen trap		Percent index	With pollen trap		Percent index
	Pre-tr.	Post-tr.		Pre-tr.	Post-tr.	
A	61.67±2.12b	62.30±0.50b	101.02	62.27±1.16ab	64.27±1.79a	103.21
B	63.13±1.22a	64.23±0.12a	101.74	60.60±1.64b	65.00±1.15a	107.26
C	61.53±1.37b	58.40±6.97c	94.94	63.67±1.54a	64.33±1.60a	101.04

1) A: Natural pollen(tea pollen), B: Chinese formula is soybean powder : yeast : pollen : skimmed milk powder : honey : sucrose=1 : 1 : 2 : 2 : 3 : 9 (W/W), C: American formula is sucrose/ water (3 : 1) : pollen : yeast=2000 : 160 : 1140 (W/W)

2) See Table 1.

3) Pre-tr.: Pre-treatment; Post-tr.: Post-treatment.

4) Percent index:  $\frac{\text{Percent content of post-tr.}}{\text{Percent content of pre-tr.}} \times 100$

指出以純糖餵飼幼蜂，則因蜜蜂體內含氮量減少而死亡率增高。為改進養蜂技術，人工飼料之發展日益重要，發展價廉代用花粉成為當前研究重要課題，且對上述王漿中癸烯酸、蛋白質、脂肪等之提高有所幫助。花粉代用品可分為補助花粉和代用花粉，前者添加天然花粉，因具天然花粉，對蜜蜂較具誘食力；後者則不添加天然花粉。一般而言，常用花粉代用品其添加原料為黃豆粉、酵母粉、脫脂奶粉。Wittmann and Engels

(1987) 指出二、三齡蜜蜂幼蟲以王漿、bidest 溶液、葡萄糖、果糖和酵母粉餵飼，四、五齡幼蟲用相似的飼料餵飼，但以水代替酵母粉，當王漿成份降到 35%，幼蟲死亡率即增加，但對階級分化並無顯著影響，若王漿在使用前先經熱處理，產生較多工蜂；若飼料中不加酵母粉，結果亦相似。在大量飼育過程中，不用酵母粉可得大量工蜂，大約有 50% 幼蟲能活到成蜂，而其中 90% 為工蜂。此外幼蟲食物加入王漿對其生長發育之影響

表三 花粉對王漿癸烯酸及其他主成份之影響

Table 3. Effect of feeding pollens to honeybees on 10HDA and other major components in royal jelly

Diet	Percent 10HDA		Percent index <sup>4)</sup>
	Pre-tr. <sup>3)</sup>	Post-tr.	
A <sup>1)</sup>	1.84±0.19ab <sup>2)</sup>	1.69±0.22b	91.85
B	1.76±0.36b	1.57±0.05c	89.20
C	1.82±0.10ab	1.58±0.19c	86.81
D	1.65±0.10c	1.81±0.17a	109.70

  

Diet	Percent protein		Percent index
	Pre-tr.	Post-tr.	
A	13.93±1.45bc	14.53±0.25a	104.31
B	14.67±1.25ab	14.50±0.53a	98.84
C	15.00±0.90a	14.50±0.70a	96.67
D	15.27±0.15a	14.43±0.49a	94.50

  

Diet	Percent crude fat		Percent index
	Pre-tr.	Post-tr.	
A	5.23±1.96a	4.73±1.36b	90.44
B	5.07±1.44a	3.67±1.08c	72.38
C	4.43±0.90ab	6.00±2.55a	135.44
D	3.87±0.59b	4.43±1.11b	114.47

  

Diet	Percent moisture		Percent index
	Pre-tr.	Post-tr.	
A	63.67±1.54a	64.43±1.46a	101.19
B	62.27±1.16ab	61.63±1.64c	98.97
C	63.60±1.64a	62.77±0.23bc	98.69
D	61.40±2.31ab	64.37±0.97a	104.84

1) A: Roxburgh sumac pollen, B: Tea pollen, C: Japanese apricot pollen, D: Miscellaneous pollen.

2,3,4) See Table 2.

表四 市售不同果糖成份

Table 4. Composition of various commercially marketed fructose

Marketed fructose	Percent composition				Total
	Fructose	Glucose	Maltose	Sucrose	
A	18.58±0.46e <sup>1)</sup>	26.89±1.87c	5.13±1.88b	0.02±0.04	50.62±1.88d
B	23.85±0.83d	33.58±2.25a	4.38±0.25b	0	61.82±3.05c
C	39.11±0.64b	29.96±0.53b	0.47±0.02c	0	69.54±0.30b
D	29.50±1.79c	31.19±0.96ab	10.41±0.14a	0	71.10±1.24a
E	42.97±1.07a	30.12±0.18b	0.38±0.20c	0	73.47±0.99a

1) See Table 1.

報告甚多 (Rembold and Lacker, 1981; Shuel and Dixon, 1982; Shuel *et al.*, 1978; Yoshida *et al.*, 1984)。陳崇羔等 (1989) 發現飼餵添加維生素E (VE) 糖漿可影響工蜂王漿

腺發育, 其他有關報告為數亦不少 (Doull, 1966; Kinoshida and Shuel, 1975; Mclellan, 1974; Nelson *et al.*, 1987; Popeskovic *et al.*, 1985; Sasaki and Okada, 1972;

表五 餵飼不同市售果糖對王漿中癸烯酸及醣類之影響

Table 5. Effect of feeding commercially marketed fructose to honeybees on 10HDA and carbohydrates in royal jelly

Treat.	Percent 10HDA		Percent index <sup>3)</sup>
	Pre-tr. <sup>2)</sup>	Post-tr.	
A	1.99±0.13a <sup>1)</sup>	1.74±0.29b	87.44
B	1.79±0.12b	1.71±0.26bc	95.53
C	1.64±0.12c	1.62±0.14c	98.78
D	1.92±0.17a	1.77±0.09ab	92.19
E	1.79±0.16b	1.64±0.14c	91.62
Sucrose	1.73±0.05b	1.83±0.26a	105.78

  

Treat.	Percent carbohydrates		Percent index
	Pre-tr.	Post-tr.	
A	13.00±1.64a	13.88±2.06a	106.77
B	11.08±0.55d	13.10±0.85b	118.23
C	12.78±0.42ab	14.03±0.99a	109.78
D	13.53±1.45a	14.35±0.68a	106.06
E	12.08±1.06bc	13.15±0.40b	108.86
Sucrose	11.80±1.01cd	13.88±1.11a	117.63

1,2) See Table 2.

3) Percent index:  $\frac{\text{Percent 10HDA of post-tr.}}{\text{Percent 10HDA of pre-tr.}} \times 100$

Weaver, 1974; Webster *et al.*, 1987)。

### 五、過濾處理對王漿中癸烯酸及其他主成份含量之影響

將王漿採收後，經紗網過濾 1~2 次後，分析王漿中癸烯酸含量列於表六，顯示過濾前後癸烯酸含量差異不顯著，但殘渣中則有 7.67% 的癸烯酸，而粗脂肪含量則明顯下降，由 4.24 降至 2.94%；另由出口商處所取得樣本分析結果，過濾前後癸烯酸含量亦無顯著差異，但殘渣中有高達 30.64% 之癸烯酸。

以上殘渣何以有 7.67 及 30.64% 的高量癸烯酸，由於前者為 5 kg 王漿中取得 30g 之殘渣，而後者係由 30 kg 王漿中取得約 50g 之故。關於過濾問題，日本有學者認為由於癸烯酸冷凍後極易結晶，而本省出口商有過濾之處理，因此王漿之癸烯酸可能經由過濾而降低，大陸學者有過濾雜質癸烯酸含量高達 60% 之說。而本試驗結果過濾前後癸烯酸含量並無顯著差異，而殘渣中癸烯酸含量與

日方及大陸報告結果近似。但以過濾中所得殘渣前者僅占王漿中 0.6%，而後者為 0.17%，故其量對整體王漿影響並不顯著，因之過濾似非癸烯酸含量降低之主因。另由表中得知過濾前後王漿中粗蛋白及水份亦無顯著差異，但殘渣中粗蛋白僅 9.08%，而水含量僅 35.53%，顯然與正常王漿中粗蛋白及水份含量相差甚遠。

### 六、高低產王漿蜂種對王漿中癸烯酸及其他主成份含量之影響

本試驗將蜂群分為高產(42g 組)、中產(30g 組)及低產(18g 組)三組，測試所採王漿中癸烯酸及其他主成份含量，其結果由表七可知。癸烯酸含量以高產王漿種最高(1.82%)，中產王漿種最低(1.66%)；粗蛋白及水份在三組蜂種中無顯著差異，而粗脂肪含量以高產王漿種最高，此種粗脂肪與癸烯酸之關係在中、低產王漿蜂種亦有異曲同工之妙。上述高產王漿蜂種之癸烯酸含量平均

雖高達 1.82%，但在此亦應特別注意的是仍有少部份蜂種屬於低癸烯酸蜂種；反之，低產王漿蜂種中亦有少部份屬於高癸烯酸蜂種，因之在育種時應特別留意。

### 七、不同地區王漿中癸烯酸含量之測定

將三區的王漿採收後，測定癸烯酸之含量，比較地區性差異及分佈頻度，其結果列於表八，由表中可知癸烯酸含量，在三個地區大多介於 1.60~1.99% 之間，在六腳及名間均有達 2.0% 以上者，但三地區中仍有少部分蜂群之癸烯酸含量在 1.5% 以下。

由於王漿中成份往往因工蜂本身的生理狀況、王漿採收、保存條件及分析方法而異(小野, 1982)。王漿中主成份由本試驗分析結果，列於表九，癸烯酸為 1.70%，粗蛋白

14.84%，粗脂肪 4.37%，水份 62.93%。而在國外，分析王漿各種成份顯示變異性甚大，不同報告指出水份介於 24.2~69.9% 間，平均 61.7%，粗蛋白 6.3~30.0%，平均 13.8%，粗脂肪 1.7~8.6%，平均 4.4%(Howe *et al.*, 1985)。竹中(1982)分析日本產及台灣產王漿，結果顯示水份 66.9%，蛋白質 11.4%，脂肪 6.2%，醣類 9.1%，灰分 0.9%。Howe *et al.*, (1985)指出王漿的主成份，粗蛋白占 11.9%，脂肪 4.3%，被認為決定王漿品質好壞的癸烯酸占脂肪含量的 50.3%。另依據吉崎(1975)指出王漿中主成份中水份占 65~70%，蛋白質 15~20%，粗脂肪 1.7~6.0%，灰分 0.7~2.0%，醣類 10~15%。另據健康食品株式會社(1978)對生產

表六 過濾對王漿中癸烯酸及其他主成份之影響

Table 6. Effect of filtration on 10HDA and other major components in royal jelly

Resource	Filtrating frequency	Percent 10HDA	Percent crude fat	Percent crude protein	Percent moisture
A <sup>1)</sup>	0	1.60±0.05ab <sup>2)</sup>	4.24±0.56a	-	-
	1	1.54±0.04b	3.74±0.36b	-	-
	2	1.64±0.11a	2.94±0.25c	-	-
	Residual	7.67	-	-	-
B	0	1.53±0.07b	-	14.70±0a	64.93±0.57a
	1	1.54±0.08b	3.43±0.21	14.50±0.14a	64.87±0.12a
	Residual	30.64±3.26a	-	9.08±0.92b	35.53±0.97b

1) A: Royal jelly collected from this station and filtrated by 32 meshes net.

B: Royal jelly collected from merchant and filtrated by 76 meshes mechanical filtration.

2) See Table 1.

表七 高低產王漿蜂種對王漿中癸烯酸及其他主成份之影響

Table 7. Effect of high and low royal jelly-producing honeybee strains on 10HDA and other major components in royal jelly

	High RJ strains	Middle RJ strains	Low RJ strains
RJ production(g)	42.90±4.11a <sup>1)</sup>	30.07±1.43b	18.93±4.27c
10HDA(%)	1.82±0.20a	1.66±0.14c	1.76±0.29b
Crude protein(%)	14.57±1.04a	14.23±1.12a	14.59±1.10a
Crude fat(%)	4.60±1.10a	4.11±0.70b	4.20±1.38b
Moisture(%)	63.10±1.40a	62.63±1.98a	61.67±1.53b

1) Means in the same row followed by the same letter are not significantly different at 5% level.

表八 不同地區王漿中癸烯酸含量之測定分佈

Table 8. Analysis of 10HDA of royal jelly produced by honeybees at various districts

Percent 10HDA	Percent distribution		
	Mingjin <sup>1)</sup>	Liujou <sup>2)</sup>	Chungpu <sup>3)</sup>
Below 1.50	13	6	14
1.50~1.59	20	10	18
1.60~1.69	13	21	41
1.70~1.79	26	21	9
1.80~1.89	9	16	14
1.90~1.99	11	13	4
2.00~2.09	4	4	-
2.10~2.19	4	9	-

1)n=54 Sep.1990

2)n=48 Dec.1991

3)n=24 Jul.1992

表九 王漿中主成份含量

Table 9. Content of major components in royal jelly

Major components	Percent content		
	Minim	Mean ± SD	Maxim
10HDA	1.37~	1.70±0.20	~ 2.17
Crude protein	13.00~	14.84±1.13	~ 18.40
Crude fat	2.90~	4.37±1.10	~ 8.80
Moisture	50.50~	62.93±2.38	~ 66.10

王漿採收標準中，指出王漿主成份為水份 62.5~68.5%，粗蛋白 11.0~14.5%，癸烯酸 1.4% 以上；又 Lin and Sheu (1981) 分析王漿成份，水份占 67.4~70.6%、粗蛋白 12.4~14.3%、粗脂肪 4.9~5.2%。

除了上述外，有關報告尚有其他成份分析，據竹中 (1982) 指出因王漿中含有豐富的蛋白質，其中水溶性者占 75~85%，水不溶性者占 15~25%；水溶性部份由 60~70% 的蛋白質氮，9.4~13.5% 非蛋白質氮和 0.6~1.5% 游離胺基酸組成，胺基酸含量最高者為天門冬胺酸占 17.1%，離胺酸和絲胺酸占 8.9%，麩胺酸占 8.6%；游離胺基酸中，普胺酸 50.6%，離胺酸 21.3%，麩胺酸 10%。醣類主要有葡萄糖、果糖、蔗糖 (Barker *et al.*,

1972)；脂質中重要成份則為癸烯酸 (史滿田, 1985；何為, 1983；邵瑞宜, 1985；柳志峰, 1985；袁澤良, 1986；岡田, 1980；Barker *et al.*, 1959)；礦物質包括鉀、鈉、鈣、鎂、銅、鐵、錳、和鋅；維生素類有維生素 B<sub>1</sub>、維生素 B<sub>2</sub> 及其他維生素 B 群、菸酸、泛酸、葉酸、生物素、肌醇和乙醯膽鹼。王漿被視為一種高貴的健康食品，除上述主成份外，經分析研究及推測尚有許多其他不明物質，且具有特殊生理效能，近年各國學者研究王漿在人畜保健上非常有效，被認為優良補品，對某些細菌及真菌試驗有顯著反應效果 (史滿田, 1986；管和等, 1983；田村, 1985；Takanaka, 1990)。王漿被認為是人體高尚優良的營養補品，尚有治療疾病的效果，其研究非常廣泛，極有學術研究價值 (中國養蜂學會, 1980；江小毛等, 1982；李炳坤、鄭秀懇, 1989；房柱, 1984；楊淑芬、勞先浩, 1989；賈樹桐, 1986；鄭秀懇, 1990；田村, 1985；田村等, 1987；渡會, 1985；藤井等, 1988)。

#### 八、不同採漿季節對高低癸烯酸蜂種之癸烯酸含量之影響

本試驗選用高低癸烯酸蜂種各四個，測定季節性癸烯酸含量之變化，由表十得知高

癸烯酸蜂種在冬天癸烯酸平均含量均較其他季節為高，低癸烯酸蜂種冬夏天較高，且高癸烯酸蜂種在任何季節仍保有較高癸烯酸含量之現象。而據 Lercker *et al.* (1982)則指出癸烯酸在王漿中的含量因季節而異，然夏天含量多，此點可能與地區上蜜源植物不同及氣候變化有關，因之為了癸烯酸之提高可選育高癸烯酸蜂種作親本。

綜合以上資料，王漿中癸烯酸及其他主成份之提高需有優質的蜂種，為符合此種需要，除了平時要注意蜂種選育外，還要有豐盛及良質的人工飼料及花粉。由於本省生產王漿已甚為普遍，但高癸烯酸蜂種並不多見，且蜂農分析王漿之不便，因此要達到高品質王漿，必須掌握整體蜂群綜合管理技術，用各種改良技術，才能達到高品質目標。針對重要項目如蜂種營養應加強管理，並加速繁殖，蜂群經年維持強群。本試驗證實蜂種、人工飼料、花粉種類及採收期為提高王漿品質的重要因子，因此可作為將來育種選優的指標。由於本省目前蜜源、勞力不足，而管理成本不斷增加，管理操作技術在未來應作適度改進。目前日本向本省部份蜂農訂購 2 天採的王漿，但須講究高癸烯酸含量，

將來蜂農不一定要執著於以往採 3 天漿，經濟效益許可上，可改採二天漿甚至一天漿。由於王漿生產已成為本省養蜂業的重要生產項目，而研製新型、實用、簡易儀器以測試癸烯酸含量極具重要性。豐富的蜜源及充足的飼料亦是重要因子，豐盛的蜜源，不僅可節省飼料，提高產漿性能，對於品質的提高亦有幫助。

有關影響王漿品質的因子除了上述數個因子之外，還有儲存及殘留量方面，王漿的保存，李貽琳等 (1988) 指出王漿的貯存期限，如貯存於 10°C 三個月或貯存於 25°C 一個月後，品質即有劣變情形發生。但是被認為是王漿的品質指標的癸烯酸，卻不管任何條件如何改變，其含量都很穩定，若貯存於 -10°C 與 -20°C 一年的王漿，各種成份亦未改變。另由陳裕文 (1991) 指出，牛壁逃對王漿產量並無影響，但殘留量可達 84.37-496.71 ppb。黃文瑛 (1989) 和 Chiu and Chu (1980) 針對台灣蜂農用以防治美洲幼蟲病 (AFB) 的四環素 (oxytetracycline)，檢測其在王漿中的殘留量偶有發現，應妥善有效解決。

總之，為提高王漿中癸烯酸及其他主成份之品質，在蜂群管理上，應特別注意飼養

表十 高低產癸烯酸蜂種於不同時期採收王漿中之癸烯酸含量

Table 10. 10HDA content of high-and low-10HDA-producing honeybees reared at various seasons

	Honeybee strains	Percent 10HDA			
		Spring	Summer	Fall	Winter
High-10HDA strains	H-5	1.93	1.76	2.00	1.88
	H-13	1.80	1.69	1.66	2.10
	H-14	1.82	1.76	2.01	2.03
	H-16	1.83	1.87	1.73	1.82
	Mean ± SD	1.85 ± 0.06	1.77 ± 0.07	1.85 ± 0.16	1.96 ± 0.13
Low-10HDA strains	L-4	1.41	1.67	1.60	1.70
	L-7	1.39	1.57	1.55	1.66
	L-18	1.50	1.62	1.55	1.60
	L-19	1.51	1.65	1.58	1.50
	Mean ± SD	1.45 ± 0.06	1.63 ± 0.04	1.58 ± 0.02	1.62 ± 0.09

高品質蜂種，並配合適時的檢驗分析，保持飼料充足，加強產漿群管理，確立合理的採漿方案、操作技術及衛生條件。故高品質的王漿須有優質蜂王，充足粉蜜，及良好的蜂群管理(章加寶、謝豐國，1990; 1991)。因此由本報告結果建議，吾人可由高產王漿種中，篩選出高癸烯酸蜂種，並飼以優質飼料及配合適當採收期，可得質量均優的王漿。

## 誌 謝

本研究承農委會及農林廳補助部份經費，國立屏東技術學院水產養殖檢驗中心陳景川博士、林頌生博士、林淑女小姐、白曉佩小姐、方彥毅先生，養蜂界朋友張勝田先生、林峰泉先生、賴朝賢先生及本場同仁羅金蓮小姐、張月容小姐、徐月蘭小姐協助。文成後，承國立台灣大學植病系教授朱耀沂博士、何鎧光博士及未具名評審委員斧正，僅此一併致謝。

## 參考文獻

- 中國養蜂學會。1980。蜜蜂產品在醫藥、食品及化妝品應用方面論文資料集 48-75 頁。
- 史滿田(譯)。1985。蜂王漿中的 10-羥基-2-癸烯酸。蜜蜂 3: 27。
- 史滿田(譯)。1986。王漿的葡萄糖氧化酶。蜜蜂 3: 22。
- 江小毛、趙懷峰、李還。1982。蜂產品在醫療上應用的研究。中國養蜂 6: 17-18。
- 何為譯。1983。蜂王漿成分 II 脂類部份烴類和甾醇類。蜜蜂 4: 31。
- 李炳坤、鄭秀懇。1989。王漿養禽靈與王漿仔豬寶的試驗初報。福建蜂業 2: 34-36。
- 李貽琳、朱亮光、李錦楓、徐爾烈。1988。

蜂王乳在貯存過程中成份的變化。食品科學 15: 81-90。

- 岡田 ゆり子。1980。ミツバチ 蜂乳中の 10-ヒドロキデセン酸。ミツバチ 科學。1: 73-74。
- 房柱。1984。蜂產品及其在醫療保健上的應用。中國養蜂 5: 8-10。
- 邵瑞宜。1985。工蜂上顎腺的分泌物—蜂王漿。蜜蜂 4: 16-17。
- 柳志峰(譯)。1985。蜂王漿的成份。蜜蜂 3: 29-30。
- 袁澤良(譯)。1986。蜂王漿。蜜蜂 3: 18。
- 健康食品株式會社。1978。ローヤルベリ(Royal jelly)基礎資料(No. 1) 24pp。
- 章加寶、謝豐國。1990。蜂王漿生產與採收技術。中華昆蟲特刊第五號 有用昆蟲研討會專集 85-104 頁。
- 章加寶、謝豐國。1991。影響蜜蜂王漿產量因子之研究。中華昆蟲 11: 96-105。
- 章加寶、謝豐國、許麗容。1993。蜜蜂飼料對王漿產量之影響。中華昆蟲 13: 151-159。
- 陳裕文。1991。牛壁逃防治蜂蟹蝨及其在蜂產品殘留量之研究。台大碩士論文 76 頁。
- 陳崇羔、張向陽、沈國忠、李和軍。1989。飼餵添加維生素 E 糖漿對工蜂王漿腺發育的影響。中國養蜂 3: 2-5。
- 黃文瑛。1989。蜂王漿中四環素類殘留之生物檢定。中國農業化學會誌 27: 46-56。
- 楊淑芬、勞先浩(編)。1989。中國蜂產品文摘 1987-1988。中國蜂產品協會出版 136-186 頁。
- 賈樹桐(譯)。1986。蜂王漿的療效。蜜蜂 3: 21。
- 管和、李人圭、朱平、蘇純陽、烏家維。1983。王漿對香菇菌絲體生長的效用。

- 中國養蜂 1: 9-10。
- 鄭秀懇。1990。王漿仔豬寶的營養價值和藥理作用。福建蜂業 3: 53。
- 小野保一。1982。ローヤル。ゼリーの生産について。ミツバチ科學 3: 11-14。
- 田村豐幸。1985。ローヤルゼリー (Royal jelly) の臨床藥理に關する研究。ミツバチ科學 6: 117-124。
- 田村豐幸、藤井彰、久保山昇。1987。ローヤル。ゼリー (Royal Jelly) 抗腫瘍效果に關する研究。日藥理誌 89: 73-80。
- 吉崎宏。1975。放射線障害に對する Royal jelly の證明效果にいつて：基礎と臨床 9: 23-28。
- 竹中哲夫。1982。ローヤル。ゼリーの一般化學成份にいつて。ミツバチ科學 3: 69-74。
- 渡會 浩。1982。ローヤル。ゼリーの臨床。ミツバチ科學 3: 77-82。
- 藤井彰、古川揚子、小林壽美、久保山昇、山根潤一、田村豐幸。1988。制癌劑の血液障害に對するローヤルゼリー (RJ) の防禦效果。臨床藥理 19: 163-164。
- Anonymous. 1980. A.O.A.C. Methods. P.3-120. 13th ed.
- Barker, S.A., A.B. Foster, C.D. Lamb, and N. Hodgson. 1959. Identification of 10-hydroxy-2-decenoic acid in royal jelly. Nature 183: 996-997.
- Barker, R.J., K.K. Ice, G. Sprati, and W.F. McCaughey. 1972. Proline in royal jelly of honeybees. Am. Ent. Soc. Am. 65: 1236-1237.
- Blum, M.S., A.F. Novak, and S. Taber. 1959. 10-hydroxy-2-decenoic acid, an antibiotic found in royal jelly. Science 130: 452-453.
- Chiu, C.S., and L.K. Chu. 1990. Dissipation of oxytetracycline residue in royal jelly. J. Agric. Res. China. 39: 339-346.
- Doull, K.M. 1966. The relative attractiveness to pollen collecting honeybee of some different pollens. J. Apic. Res. 5: 9-14.
- Haydak, M.H. 1937. The influence of a pure carbohydrate diet on newly emerged honeybees. Ann. Entomol. Soc. Am. 30: 258-262.
- Haydak, M.H. 1970. Honey bee nutrition. Ann. Rev. Entomol. 15: 143-156.
- Howe, S.R., P.S. Dimick, and A.W. Benton. 1985. Composition of freshly harvested and commercial royal jelly. J. Apic. Res. 24: 52-61.
- Kinoshita, G., and R.W. Shuel. 1975. Mode of action of royal jelly in honeybee development. X. Some aspects of lipid nutrition. Canadian J. Zool. 53: 311-319.
- Lercker, G., P. Capella, L.S. Conte, F. Ruini, and G. Giordani. 1982. Components of royal jelly II. the lipid fraction, hydrocarbons and sterols. J. Apic. Res. 21: 178-184.
- Lin, Y.C., and S.Y. Sheu. 1981. The chemical nature of royal jelly produced in Taiwan. J. Chinese Nutri. Soc. 6: 41-50.
- McIellan, A.R. 1974. Some effect of pollen traps on colonies of honeybee. J. Apic. Res. 13: 143-148.
- Nelson, D.L., D. Mckenna, and E. Zumwalt. 1987. The effect of con-

- tinuous pollen trapping on sealed brood, honey production and gross income in northern Alberta. *Am. Bee J.* 127: 648-650.
- Popeskovic, D., L. Vujatovic, and N. Dujin.** 1985. Investigation on validity of artificial diets for laboratory culturing of honeybee larvae. *Proc. XXIXth Int. Cong. Ap.* p.152-154.
- Rembold, H., and B. Lacker.** 1981. Rearing of honeybee larvae *in vitro*: effect of yeast extract on queen differentiation. *J. Apic. Res.* 20: 165-171.
- Sasaki, M., and I. Okada.** 1972. Efficiency of conversion of royal jelly during the development of the queen honeybee. *J. Apic. Res.* 11: 135-140.
- Shuel, R.W., and S.E. Dixon.** 1982. A possible role of 10-hydroxydecanoic acid in the sterol nutrition of the larval honeybee. *J. Apic. Res.* 21: 115-121.
- Sova, D., B. Ereha, and J. Surzin.** 1973. chemical composition of royal jelly. *Cesk Farm* 22: 411-418.
- Standifer, L.N., R.H. Macdonald, and M.D. Levin.** 1978. Influence of quality of protein in pollens and pollen substitute on the development of hypopharyngeal glands of honeybees. *Ann. Entomol. Soc. Ann.* 63: 900-910.
- Takanaka, T., H. Ito, K. Yatsunami, and T. Echigo.** 1990. Changes of glucose oxidase activity and amount of gluconic acid formation in the hypopharyngeal glands during the lifespan of honey bee workers (*Apis mellifera* L.) *Agric. Biol. Chem.* 54: 2133-2134.
- Townsend, G.F., and C.C. Lucas.** 1940. The chemical nature of royal jelly. *Biochem. J.* 34: 1155-1162.
- Weaver, N.** 1974. Control of dimorphism in the female honeybee 3. The balance of nutrients. *J. Apic. Res.* 13: 93-101.
- Webster, T.C., Y.S. Peng, and S.S. Duffey.** 1987. Conservation of nutrients in larval tissue by cannibalizing honey bees. *Physiol. Entomol.* 12: 225-231.
- Wittmann, D., and W. Engels.** 1987. On which diet can worker honeybees be reared *in vitro*. *Apidologie* 18: 279-288.
- Yoneyama, S., E. Araky, and T. Yamashita.** 1976. Determination of 10-hydroxy- $\delta$ -2-decanoic acid (10HDA) in raw royal jelly, *Nippon Shokuhin Kogyo Ga kkaishi* 23: 36-38.
- Yoshida, T., M. Sasaki, and T. Ohnishi.** 1984. Effect of lipid content in royal jelly on the queen differentiation of the honeybee, *Apis mellifera*. *Bull. Fac. Agri. Tamagawa Univ.* 24: 43-52.

收件日期：1992年11月24日

接受日期：1993年1月8日