

論蜂群的王蜂指數和蜂子比值

陳盛祿*、蘇松坤、王麗華

(浙江大學 杭州 310029)

摘 要

王蜂指數和單位工蜂的繁殖速度關係十分密切，當指數處在 0.24~2.00 範圍內，千克計的工蜂增殖速度和王蜂指數成正相關關係。王蜂指數少於 0.24 時，工蜂數量的增長幾乎停止；處在 1.20 ± 0.10 時，增長速度最快，稱繁殖最佳指數；在 1.4~1.9 之間，蜂群增長速度又明顯變慢；大於 1.9 後，增長速度在短期內更慢。蜂子比值在 0.3~3.0 範圍內，它與每千克工蜂的採蜜量呈顯著正相關關係，相關係數 (r) 分別是：刺槐花期，乙組 $r_1=0.6207$ ，丙組 $r_2=0.6887$ ；荆條花期，乙組 $r_3=0.5074$ ，丙組 $r_4=0.5920$ ，丁組 $r_5=0.7628$ 。將 5 次重複試驗資料進行綜合，得到單位蜜蜂採蜜量 (y) 與蜂子比值(x)之間的迴歸方程： $y=1.4262+3.2805x$ ，($0.3 < x < 3$)。王蜂指數和蜂子比值的關係是王蜂指數高，子脾數量增加快，結果導致蜂子比值下降，採蜜能力消弱。隨著較多子脾出房，蜂子比值回升，採蜜能力提高，但却帶來王蜂指數下降，單位工蜂繁殖速度回落。

關鍵字：蜜蜂 (*Apis mellifera*)、王蜂指數、增殖速度、蜂子比值、採蜜量、相關性。

前 言

蜜蜂個體和群體生物學是蜜蜂飼養和產品生產的基礎理論，古今中外，養蜂工作者已對蜜蜂生物學作過較多研究，並為推進養蜂科技進步作出了很大貢獻。美國養蜂家郎格斯托羅斯於 1851 年在研究蜂群生物學的基礎上提出了蜂路理論，為日後蜂群活框飼養奠定了基礎，20 世紀 60 年代初，原蘇聯的格·菲·塔蘭諾夫著就了《蜂群生物學》一書，書中指出不管原來群勢強弱，過 84 天後，群勢都將趨向一致；中國養蜂工作者提出養強群是取得豐收的要素。這些蜂群生物學理論都給養蜂科技進步起了極大的推動作用。為提高蜂群的生產效益，我們在 20 世紀 80 年代開始致力於與蜂群繁殖速度和蜜蜂採蜜能力相關的群體生物學領域的探索，並提出了和單位工蜂繁殖速度相關的王蜂指數和與單位工蜂採蜜能力相關的蜂子比值論點，日後經過 20 世紀末和 21 世紀初的多年研究，為上述論點提供了依據，現把研究過程和結果報告於後。

*論文聯繫人

一、王蜂指數和單位工蜂繁殖速度關係的研究

王蜂指數是指蜂場或蜂群內以只為單位的蜂王數和以千克為單位的工蜂數的絕對值之比。現就王蜂指數和單位工蜂的繁殖速度關係的試驗研究論述於後：

(一) 材料和方法

1. 時間地點和蜜源

研究於 1997 年 2-4 月，在浙江省淳安縣中洲鎮和安徽肥東縣的油茶蜜源場地進行；6-7 月，在遼寧興城縣的刺槐場地和黑龍江木蘭縣的椴樹場地進行。2000 年 5-7 月，在浙江省淳安縣富文鄉的千島湖旁石頭埠山花蜜源場地進行。

2. 蜂場和蜂種

承研蜂場是浙江農業大學實驗蜂場。蜂種有“浙農大 1 號意蜂品種”、中國本地義大利蜂和美國義大利蜂。

3. 試驗方法

(1) **定群**：蜂群參試前 1~2 天對全場蜂群用目測法進行定群，標準是爬滿郎氏巢脾兩面，看不見巢房，又不重疊的工蜂數量為 1 足框，約有工蜂 3500 只。1 脾不足一足框工蜂的用移補後所占脾面折成計數，1 張巢脾兩面分成十成。1 張巢脾兩面超過 1 足框的，把重疊的工蜂攤平後用所占的脾面積折成計數，整群蜂的群勢以逐脾累加計數。足框化千克的公式是：

帶蜂一足框工蜂的脾重 (kg) — 脫蜂后脾重 (kg) = 1 足框工蜂千克重 (kg)

通過多次對 1 足框工蜂稱重，其平均重量是 0.35kg。

(2) **分組**：把定群後蜂量不一的蜂群按蜂量梯度分若干個組，分組後繁殖管理方法相同。

(3) **資料計算和剖析**：第一次定群 1 個半月後，進行第二次定群，把兩次定群結果由足框換算成千克，再進行比較，算出王蜂指數、淨增蜂量和淨增率。根據梯度順序資料分辨相關規律。

(二) 結果

在蜂群繁殖階段，王蜂指數在 0.24 以上區間工蜂都能增長 (表一、表二)；在 0.24~1.20 之間，每千克蜜蜂繁殖速度隨王蜂指數增加而加快。當王蜂指數處於 1.20 ± 0.10 時，單位工蜂的繁殖速度最快，在 57 天中群勢增加 270% (表一)。

表一、1997 年浙農大 1 號意蜂王蜂指數和蜂群單位蜂量繁殖速度關係表

組別	群號	蜂王 數	2 月 22 日群勢			4 月 20 日群勢			4 月 20 日和 2 月 22 日群勢比較		
			足 框	千 克	王 蜂 指 數	足 框	千 克	王 蜂 指 數	工 蜂 增 長 (足 框)	工 蜂 增 長 (千 克)	淨 增 率 (%)
1.0~1.5 框	208	1	1.5	0.53	1.9	4.0	1.4	0.71	2.5	0.87	164
	平均	1	1.5	0.53	1.9	4.0	1.4	0.71	2.5	0.87	164
1.6~2.0 框	210	1	2.0	0.70	1.4	6.0	2.1	0.48	4.0	1.4	200
	245	1	2.0	0.70	1.4	7.0	2.5	0.40	5.0	1.8	257
	平均	1	2.0	0.70	1.4	6.5	2.3	0.44	4.5	1.6	29
2.1~2.5 框	207	1	2.2	0.77	1.3	6.0	2.1	0.48	3.8	1.33	173
	234	1	2.2	0.77	1.3	9.0	3.2	0.31	6.8	2.43	316
	211	1	2.3	0.81	1.2	9.5	3.3	0.30	7.2	2.49	307
	209	1	2.4	0.84	1.2	7.0	2.5	0.40	4.6	1.66	198
	245	1	2.5	0.88	1.1	11.0	3.9	0.26	8.5	3.02	343
	平均	1	2.3	0.84	1.2	8.5	3.0	0.35	2.2	2.20	270
2.6~3.0 框	233	1	2.6	0.91	1.1	7.0	2.5	0.40	4.4	1.59	175
	235	1	2.6	0.95	1.1	10.0	3.5	0.29	7.4	2.55	268
	224	1	3.0	1.1	0.9	9.0	3.2	0.31	6.0	2.10	191
	253	1	3.0	1.1	0.9	10.0	3.5	0.29	7.0	2.40	218
	平均	1	2.8	1.0	0.98	9.0	3.3	0.31	6.2	2.16	218
3.1~3.5 框	218	1	3.2	1.1	0.9	12.0	4.2	0.24	8.8	3.1	282
	247	1	3.2	1.1	0.9	9.0	3.2	0.31	5.8	2.1	191
	223	1	3.3	1.2	0.8	8.5	3.0	0.33	5.2	1.8	150
	217	1	3.5	1.2	0.8	10.0	3.5	0.29	6.5	2.3	192
	219	1	3.5	1.2	0.8	10.0	3.5	0.29	6.5	2.3	292
平均	1	3.3	1.2	0.84	9.5	3.3	0.29	6.6	2.32	200	
3.6~4.5 框	241	1	3.8	1.3	0.77	11.0	3.9	0.26	7.2	2.6	200
	242	1	3.8	1.3	0.77	11.0	3.9	0.26	7.2	2.6	200
	251	1	3.8	1.3	0.77	10.0	3.5	0.29	6.2	2.2	169
	平均	1	3.8	1.3	0.77	11.0	3.9	0.26	7.2	2.6	190
4.1~4.5 框	215	1	4.2	1.5	0.67	11.0	3.9	0.26	6.8	2.4	160
	226	1	4.2	1.5	0.67	10.0	3.5	0.29	5.8	2.0	133
	216	1	4.5	1.6	0.63	11.0	3.9	0.26	6.5	2.3	144
平均	1	4.3	1.5	0.66	10.7	3.8	0.27	6.4	2.2	146	
4.6~5.0 框	243	1	5.0	1.8	0.56	12.5	4.4	0.23	7.5	2.6	144
	246	1	5.0	1.8	0.56	9.0	3.2	0.31	4.0	1.4	78
	249	1	5.0	1.8	0.56	12.0	4.2	0.24	7.0	2.4	133
	平均	1	5.0	1.8	0.56	11.2	3.9	0.26	6.2	3.1	118

表二、2000 年 5 月 17 日至 7 月 1 日王蜂指數和繁殖速度的關係

組別	群號	王數	5 月 17 日群勢			7 月 1 日群勢			7 月 1 日與 5 月 17 日群勢比較工蜂增長數		
			足框	千克	王蜂指數	足框	千克	王蜂指數	足框	千克	淨增率(%)
A (1.25-1.75 kg 或 3.5 -5 足框)	043	1	3.5	1.25	0.8	8.5	2.98	0.34	5.0	1.73	138
	023	1	4.0	1.40	0.71	10.0	3.50	0.29	6.0	2.10	150
	030	1	4.0	1.40	0.71	10.0	3.50	0.29	6.0	2.10	150
	051	1	4.0	1.40	0.71	10.0	3.50	0.29	6.0	2.10	150
	016	1	5.0	1.75	0.57	9.0	3.15	0.32	4.0	1.40	80
	028	1	5.0	1.75	0.57	10.0	3.50	0.29	5.0	1.75	100
	小計	6	25.5	8.55	4.07	57.5	20.13	1.82	32.0	11.18	768
平均	1	4.30	1.49	0.68	9.60	3.36	0.30	5.3	1.86	128	
B (2.1-2.8 kg 或 6-8 足 框)	003	1	6.0	2.1	0.48	10.0	3.50	0.29	4.0	1.40	67
	027	1	7.0	2.45	0.41	9.0	3.15	0.32	2.0	0.70	29
	029	1	7.0	2.45	0.41	9.0	3.15	0.32	3.0	0.70	29
	036	1	7.0	2.45	0.41	9.5	3.33	0.30	2.5	0.88	36
	018	1	7.0	2.45	0.41	9.5	3.33	0.30	2.5	0.88	36
	025	1	7.0	2.45	0.41	10.0	3.5	0.29	3.0	1.05	43
	005	1	7.0	2.45	0.41	10.0	3.5	0.29	3.0	1.05	43
017	1	8.0	2.80	0.36	11.0	3.85	0.26	3.0	1.05	38	
小計	8	56.0	19.60	3.30	78.0	27.31	2.37	22.0	7.71	321	
平均	1	7.0	2.45	0.41	9.8	3.41	0.30	2.8	0.96	40	

A 組(0.68)比 B 組(0.41)單位工蜂多增長 88%

20±0.10 是單位蜜蜂增殖最快的王蜂指數，這不光是表一所示的“浙農大 1 號意蜂”是這樣，而且美意也是這樣，王蜂指數 1.16，群勢增長率達 231%（表三），同樣也是本意增殖最快的王蜂指數，王蜂指數 1.14 時，群勢經過 57 天增長 343%（見表四）。

表三、1997 年美意王蜂指數和單位蜜蜂繁殖速度關係表

組別	群號	蜂王數	2月22日群勢			4月20日群勢			4月20日和2月22日群勢比較工蜂增長數		
			足框	千克	王蜂指數	足框	千克	王蜂指數	足框	千克	淨增率(%)
2.1-2.5 框	265	1	2.4	0.84	1.19	9.0	3.2	0.31	6.6	2.36	281
	255	1	2.5	0.88	1.14	7.0	2.5	0.40	4.5	1.62	184
	平均	1	2.5	0.86	1.16	8.0	2.8	0.36	5.6	2.00	231
2.6-3.0 框	261	1	2.8	0.98	1.02	8.0	2.8	0.36	5.2	1.82	186
	258	1	2.8	0.96	1.02	8.0	2.8	0.36	5.2	1.82	186
	256	1	3.0	1.05	0.95	9.4	3.3	0.30	6.3	2.25	213
	262	1	3.0	1.05	0.95	10.0	3.5	0.29	7.0	2.45	233
	平均	1	2.9	1.00	1.00	8.9	3.1	0.32	5.9	2.09	207
3.1-3.5 框	263	1	3.5	1.23	0.81	10.0	3.5	0.29	6.5	2.27	227
	264	1	3.5	1.23	0.81	10.0	3.5	0.29	6.5	2.27	227
	平均	1	3.5	1.23	0.81	10.0	3.5	0.29	6.5	2.27	227

表四、1997 年本意王蜂指數和單位蜜蜂繁殖速度關係表

組別	群號	蜂王數	2月22日群勢			4月20日群勢			4月20日和2月22日群勢比較工蜂增長數		
			足框	千克	王蜂指數	足框	千克	王蜂指數	足框	千克	淨增率(%)
1.6-2.0 框	214	1	1.6	0.56	1.79	8.0	2.8	0.36	6.4	2.24	300
	206	1	1.9	0.67	1.49	6.0	2.1	0.48	4.1	1.43	213
	205	1	2.0	0.70	1.43	7.0	2.5	0.40	5.0	1.80	257
	平均	1	1.8	0.64	1.57	7.0	2.5	0.41	5.2	1.82	286
2.1-2.5 框	204	1	2.5	0.88	1.14	11.0	3.9	0.26	8.5	3.02	343
	平均	1	2.5	0.88	1.14	11.0	3.9	0.26	8.5	3.02	343
2.6-3.0 框	225	1	2.8	0.98	1.02	9.5	3.9	0.30	6.7	2.32	237
	228	1	2.8	0.98	1.02	11.0	3.9	0.26	8.2	2.92	298
	201	1	3.0	1.05	0.95	8.0	2.8	0.36	5.0	1.75	167
	227	1	3.0	1.05	0.95	7.0	2.5	0.40	4.0	1.45	138
	平均	1	2.9	1.05	0.99	8.9	3.1	0.33	6.0	2.11	207
3.1-3.5 框	202	1	3.5	1.23	0.81	10.0	3.5	0.29	6.5	2.27	185
	平均	1	3.5	1.23	0.81	10.0	3.5	0.29	6.5	2.27	185

強盛階段的王蜂指數處在 0.25 ± 0.20 ，群勢多在 9.0~13.0 框（表五、表六），如若發現指數增大，表明群勢在降，應立即採取各種措施去維持強群。相反，如王蜂指數變小，說明群勢穩中有升。雙王群的王蜂指數比單王群小 1 倍，因此群勢達 4 kg 後，還能繼續增長。

表五、1997 年王蜂指數和維持強群的關係表

組別	群號	蜂王數	6月5日群勢			7月6日群勢			7月6日比6月5日	
			足框	千克	王蜂指數	足框	千克	王蜂指數	蜂量增加 (千克)	淨增率 (%)
7.0-8.5 框	332	1	7.4	2.59	0.39	10.5	3.68	0.27	1.09	42
	334	1	7.5	2.63	0.38	13.5	4.73	0.21	2.10	80
	306	1	7.6	2.66	0.38	9.5	3.33	0.30	0.67	25
	364	1	8.2	2.87	0.35	10.0	3.50	0.29	0.63	22
	363	1	8.5	2.98	0.34	12.5	4.38	0.23	1.40	27
	平均	1	7.8	2.75	0.37	11.2	3.92	0.26	1.18	43
10.5-12.0 框	324	1	10.5	3.68	0.27	12.0	4.20	0.24	0.52	14
	327	1	11.0	3.85	0.26	13.0	4.55	0.22	0.70	17
	335	1	11.0	3.85	0.26	10.4	3.64	0.27	-0.21	-5
	344	1	12.0	4.20	0.24	11.0	3.85	0.26	-0.35	-7
	350	1	12.0	4.20	0.24	12.0	4.20	0.24	0.00	0
	平均	1	11.3	3.96	0.25	11.5	4.09	0.25	0.13	3

表六、2000 年王蜂指數和維持強群的關係表

群號	王數	5月17日群勢			7月1日群勢			7月1日比5月17日 工蜂增減		
		足框計 (框)	千克計 (kg)	王蜂指 數	足框計 (框)	千克計 (kg)	王蜂指 數	足框	千克(kg)	增(+) 減(-)
022	1	9.0	3.15	0.32	11.0	3.85	0.26	2.0	0.70	+22%
007	1	10.0	3.50	0.29	10.0	3.50	0.29	0	0	0
001	1	11.0	3.85	0.26	11.0	3.85	0.26	0	0	0
019	1	11.0	3.85	0.26	12.0	4.2	0.24	1.0	0.35	+9%
004	1	12	4.20	0.24	10.0	3.50	0.29	-0.2	-0.70	-17%
小計	5	53	18.55	1.37	54.0	18.90	1.34	1.0	0.35	+14%
平均	1	10.6	3.71	0.27	10.8	3.78	0.27	0.2	0.07	+2.8%

(三) 分析討論

1· 王蜂指數實際上是蜂群中蜂王和工蜂這兩個非季節性蜜蜂的配比。配比合理就能充分發揮蜂王的產卵能力和工蜂的哺育能力，配比不合理就會造成要麼蜂王無法發揮產卵能力，要麼工蜂的哺育能力得不到發揮，最終都會影響蜂群的繁殖速度。實驗證明，在浙江的條件下，王蜂指數處在 1.20 ± 0.10 時，單位蜜蜂的繁殖速度最快。既然找到了這個理想的指數，就應加以運用。復壯階段繁殖時，應組成一隻蜂王和 0.84 千克工蜂的群勢進行繁殖才能充分調動蜂群中蜂王和每只工蜂的繁殖能力，加速蜂群發展。

2· 實驗表明，王蜂指數大於 1.32 的蜂群，單位工蜂的繁殖速度反而減慢。這是蜂群群勢偏弱，保溫、哺育、防衛能力較差所致。蜂王產卵能力出現過剩，可調出卵蟲脾補助它群，加入空脾讓蜂王產卵。王蜂指數小於 1.12 而又大於 0.66 時，繁殖速度雖然變慢，但由於蜂王具有較強的產卵能力，蜂群增長速度仍然較快。直至王蜂指數下降到 0.25 上下，蜂群才度過繁殖期，進入強盛階段，蜂場應積極開展各種生產活動。

3· 蜂群的生產能力是隨王蜂指數下降而提高。所以，生產中應根據養蜂目標，調整王蜂指數，以求恰到好處。

4· 提高王蜂指數的方法是飼養雙王群、主副群和部分三室交尾群。抽出三室交尾群的卵蟲去補助強群，是維持強群的有力舉措。

二、蜂子比值與採蜜量相關性的研究

蜂子比值是蜂群中以千克計的工蜂數和以足框計的子脾的絕對值之比，現就蜂子比值和單位工蜂的採蜜量關係的研究論述於後。

(一) 材料與方法

1· 材料

- (1) 蜂種：“浙農大 1 號”意蜂 66 群，由浙農大實驗蜂場提供。
- (2) 蜂具：C 型多功能蜂箱 66 套，組合式隔王柵 66 套，搖蜜機、特製稱量蜂蜜的量筒、蜂群定群表、產量記錄表等。

2· 時間、地點和蜜源

- (1) 時間 1998 年 4 月 15 日~7 月 25 日。
- (2) 地點和蜜源：1998 年 4 月 20 日浙農大實驗蜂場乙組在安徽太和縣三裏鋪採刺槐蜜，4 月 24 日丙組在安徽太和縣西河鄉採刺槐蜜，7 月 11 日乙組在山東萊蕪市茶葉口鄉採荆條蜜，7 月 19 日丙組和丁組在山東章丘市閻家峪鄉下白秋採荆條蜜。

3· 方法

(1) 蜂群管理：試驗蜂群從安徽肥東縣進入太和縣的刺槐場地，此時蜂群已經進入強盛階段，不再對試驗蜂群進行工蜂和子脾調整。在搖蜜前，對試驗蜂群進行檢查定群，內容包括群勢（多少足框工蜂）、子脾（包括卵、蟲、封蓋子，以足框為單位）、蟲脾（包括卵、幼蟲，以足框為單位）。荆條花期從7月10日起，用組合式隔王柵把蜂王控制在3張脾上產卵。

(2) 蜂子比值及其與單位蜜蜂採蜜量之間相關係數（ r_1 ）的計算
 工蜂的量=群勢（足框） $\times 0.35$ （kg/足框）
 蜂子比值=工蜂（kg）/子脾（足框）
 單位蜜蜂採蜜量= 群蜂蜜產量/工蜂（kg）

通過生物統計方法計算各組試驗中蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量之間的相關係數，對這5次試驗得到的相關係數兩兩進行差異顯著性檢驗，並把相關係數無顯著差異的實驗結果合並成1份資料，計算蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量之間的相關係數和回歸方程。

(二) 結果

1. 蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數

- (1) 1998年4月20日刺槐花期（乙組）的實驗結果（表七）。
- (2) 1998年4月24日刺槐花期（丙組）的實驗結果（表八）。
- (3) 1998年7月11日荆條花期（乙組）的實驗結果（表九）。

表七、乙組蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數 r_1

群 號	275	214	203	246	218	019	227	207	247	262	255	237	226	256	267	253
群勢 (足框)	10.5	9.8	10.5	13.0	9.5	8.8	9.1	9.4	9.0	9.5	11.5	11.5	9.5	11.4	8.6	10.0
群勢 (kg)	3.68	3.43	3.68	4.55	3.33	3.08	3.19	3.29	3.15	3.33	4.03	4.03	3.33	3.99	3.01	3.50
子脾 (足框)	5.2	4.5	5.0	5.2	6.0	4.5	6.0	5.1	5.0	5.0	4.9	5.2	4.5	5.5	4.7	5.0
蜂子 比值	0.71	0.76	0.74	0.88	0.56	0.68	0.53	0.65	0.63	0.67	0.82	0.77	0.74	0.73	0.64	0.70
採蜜量 (kg)	4.0	5.0	5.0	7.0	2.5	4.0	4.0	2.0	3.5	3.0	6.0	7.5	6.0	6.5	3.5	5.5
單位蜜蜂 採蜜量	2.17	2.92	2.72	3.08	1.50	2.60	2.51	1.22	2.22	1.80	2.98	3.72	3.60	3.26	2.33	3.14

蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數 $r_1 = 0.6207^*$ ， $df = 16 - 2 = 14$ 。 $r_{0.05} = 0.497$ ， $r_{0.01} = 0.623$ ， $r_1 > r_{0.05}$ ， $P < 0.05$ ，所以存在顯著相關。

表八、丙組蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數 r_2

群號	303	344	311	364	362	320	313	2	327	346	322
群勢 (足框)	9.5	10.0	9.0	9.5	9.0	10.0	6.7	10.5	11.0	6.0	7.5
群勢(kg)	3.32	3.50	3.15	3.32	3.15	3.50	2.34	3.68	3.85	2.10	2.62
子脾(kg)	4.1	4.0	4.0	4.5	4.0	3.2	3.9	4.3	3.4	3.6	3.8
蜂子比值	0.81	0.88	0.79	0.74	0.79	1.09	0.60	0.85	1.13	0.58	0.69
採蜜量 (kg)	6.0	6.5	6.0	5.5	5.6	6.0	2.8	6.5	7.5	2.8	2.8
單位蜜蜂 採蜜量	3.61	3.71	3.81	3.31	3.65	3.43	2.35	3.54	3.90	2.62	2.10

蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數 $r_2 = 0.6887^*$, $df = 11 - 2 = 9$ 。 $r_{0.05} = 0.602$, $r_{0.01} = 0.735$, $r_2 > r_{0.05}$, $P < 0.05$, \therefore 存在顯著相關。

- (4) 1998年7月19日荆條花期(丙組)的實驗結果(表十)。
- (5) 1998年7月17日荆條花期(丁組)的實驗結果(表十一)。
- (6) 5次重複實驗得到的相關係數之間進行差異顯著性檢驗：對5次重複試驗得到的蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量之間的相關係數進行差異顯著性檢驗，結果表明相關係數之間兩兩不存在顯著差異，見表十二，說明這5組試驗蜂群是來自相同相關程度的總體。
- (7) 蜂子比值(x)與單位蜜蜂採蜜量(y)之間的相關係數(r)和回歸方程：由於5次重複實驗得到的相關係數之間差異不顯著，可以把5組資料綜合起來，得到1組 $n = 88$ 的實驗資料，計算兩者之間的相關係數為 $r = 0.3737$ ($df = 87$)、 $r_{0.05} = 0.217$ 、 $r_{0.01} = 0.283$, $P < 0.01$ 。由此可見，蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量之間存在極顯著的相關。蜂子比值(x)與單位蜜蜂採蜜量(y)之間的回歸方程為 $y = 1.4262 + 3.2805x$, ($0.3 < x < 3$)。

(三) 結論

蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量之間存在極顯著的正相關，相關係數為 $r = 0.3737$ ($df = 87$)；蜂子比值(x)與單位蜜蜂採蜜量(y)之間的回歸方程為 $y = 1.4262 + 3.2805x$, ($0.3 < x < 3$)。

表九、乙組第2次蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數 r_3

序號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
群號	231	217	234	253	247	105	156	227	19	212	240	226	246	237	239	255	225	206	267	262	207	214	201	231	217	258	234
群勢 (足框)	5.0	4.9	4.8	4.5	4.9	5.3	4.5	5.0	6.3	3.5	6.0	5.7	6.9	5.9	5.0	6.5	6.0	5.3	6.5	5.0	6.5	6.0	8.0	5.6	4.5	6.0	6.2
群勢 (kg)	1.75	1.72	1.68	1.58	1.72	.86	.58	1.75	2.0	1.23	1.02	1.00	2.4	2.10	.75	.28	1.01	.86	2.28	1.75	2.28	2.10	2.8	1.96	1.58	2.10	2.17
子脾 (足框)	4.3	4.7	4.2	4.4	3.9	4.3	3.6	2.9	4.0	2.1	4.9	3.7	5.1	5.3	4.7	3.2	4.3	4.1	4.2	4.2	4.5	4.3	4.6	3.4	3.1	3.0	2.4
蜂子比值	0.41	0.36	0.40	0.36	0.44	(.43)	(.44)	(.60)	(.55)	(.58)	(.43)	(.54)	(.47)	(.39)	(.37)	(.71)	(.49)	(.45)	0.54	0.42	0.51	0.49	0.61	0.58	0.51	0.70	0.90
採蜜量	1.5	1.0	3.5	1.5	1.5	2.0	1.5	4.0	5.0	5.0	4.5	4.5	3.5	4.5	2.5	5.5	4.5	2.0	4.0	2.5	3.0	3.0	9.0	1.0	2.0	5.0	5.0
單位蜜蜂採蜜量	1.71	1.16	4.17	1.90	1.74	.15	1.9	4.57	4.55	3.13	2.94	5.2	92	29	86	82	29	15	3.51	2.86	2.63	2.86	5.43	1.02	2.53	4.76	4.61

蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數 $r_3 = 0.5074^{**}$, $df = 27 - 2 = 25$ 。 $r_{0.05} = 0.381$, $r_{0.01} = 0.487$, $r_3 > r_{0.05}$, $P < 0.01$, ∴ 存在極顯著相關。

表十、丙組第2次蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數 r_4

群號	353	2	344	322	320	350	321	303	311	327	362	365	364	308	358	354	347
群勢 (足框)	7.0	6.5	6.0	8.0	4.0	7.0	7.3	7.0	6.0	8.0	6.5	7.0	6.0	8.0	6.0	8.0	7.0
群勢 (kg)	2.45	2.28	2.10	2.80	1.40	2.45	2.56	2.45	2.10	2.80	2.28	2.45	2.10	2.80	2.10	2.80	2.45
子脾 (足框)	3.1	3.2	1.6	3.9	1.5	3.6	2.8	2.8	3.0	2.5	3.7	3.1	3.0	3.2	3.1	3.7	3.0
蜂子比值	0.79	0.71	1.31	0.70	0.93	0.68	0.91	0.88	0.70	1.12	0.61	0.79	0.70	0.88	0.68	0.76	0.82
採蜜量	4.0	2.8	6.0	7.5	4.5	0.8	11.0	6.2	6.0	11.0	3.5	2.0	2.0	6.5	4.0	4.0	4.0
單位蜜蜂採蜜量	3.27	2.42	5.71	5.36	6.43	0.61	8.59	5.10	5.71	7.86	3.08	1.63	1.90	4.64	3.81	2.86	3.27

蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數 $r_4 = 0.5920^*$, $df = 17 - 2 = 15$ 。 $r_{0.05} = 0.482$, $r_{0.01} = 0.606$, $r_4 > r_{0.05}$, $P < 0.05$, ∴ 存在顯著相關。

表十一、丁組蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數 r_5

群號	110	106	167	168	156	175	140	124	146	145	125	164	152	157	158	143	111
群勢 (足框)	5.3	4.7	5.0	4.0	5.5	3.8	5.1	4.5	4.3	5.5	5.36	3.8	5.1	5.1	6.7	8.1	4.5
群勢 (kg)	1.87	1.65	1.75	1.40	1.93	1.33	1.79	1.58	1.51	1.93	1.86	1.33	1.79	1.79	2.35	2.84	1.58
子脾 (足框)	3.7	3.9	3.6	3.2	4.3	3.7	3.9	3.4	2.6	2.4	2.8	2.8	3.3	2.8	4.3	4.6	3.3
蜂子比值	0.50	0.42	0.49	0.44	0.45	0.36	0.46	0.46	0.58	0.80	0.66	0.48	0.54	0.64	0.55	0.62	0.48
採蜜量 (kg)	3.8	2.0	2.5	2.8	3.0	1.0	2.5	2.5	3.5	9.5	5.5	4.0	3.5	2.5	4.0	5.5	3.0
單位蜜蜂採蜜量	4.04	2.43	2.86	3.93	3.12	1.50	2.80	3.17	4.65	9.87	5.93	6.02	3.92	2.80	3.14	3.88	3.81

蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量的相關係數 $r_5 = 0.7628^{**}$, $df = 17 - 2 = 15$ 。 $r_{0.05} = 0.482$, $r_{0.01} = 0.606$, $r_5 > r_{0.01}$, $P < 0.01$, ∴ 存在極顯著相關。

表十二、相關係數 r 之間差異顯著性檢驗

	R1	R2	R3	R4	R5
R1	#	0.2377	0.5157	0.6582	0.1647
R2	2.08	#	0.7039	0.3367	0.3952
R3	2.02	2.03	#	1.29	0.3421
R4	2.05	2.07	2.02	#	0.8435
R5	2.05	2.07	2.02	2.05	#

(四) 分析與討論

1. 蜂子比值理論

在幼、青、壯、老蜂比例正常，生物學組成完整，不發生分蜂熱的健康蜂群中，蜂子比值是影響蜂群採蜜能力的重要因素，與單位蜜蜂採蜜量之間存在極顯著的正相關。蜂子比值在(0.3, 3)範圍內，與單位蜜蜂採蜜量之間存在線性回歸關係，回歸方程為 $y=1.4262+3.2805x$ 。

2. 蜂子比值理論的解釋

蜂子比值越大，說明蜂群中工蜂數量相對於子脾數量而言越顯優越，這樣就有更多的工蜂擺脫哺育負擔，參加採蜜活動，整個蜂群採蜜能力提高，單位蜜蜂的採蜜量也相應提高。相反，蜂子比值小，蜂群內的子脾相對較多，由於工蜂具有很強的戀子性，幼蟲和羽化幼蜂要消耗較多的蜜、粉，所以採蜜活動大大減少，採蜜量降低。該理論的成立是有條件的，如果蜂群內的幼、青年蜂比重偏大，蜂群發生分蜂熱，或受到疾病、蜂蟻等危害，影響了採集蜂的數量和質量，此時蜂子比值與單位蜜蜂的採蜜量就不再成正相關。該理論還有一定的適用範圍，從單純的蜂子比值(x)看，x可以取到無窮大，但即使是子脾為0時，一定數量的工蜂採蜜量也是有限的，所以此回歸方程的引數有一上限。根據本實驗結果得到單位蜜蜂採蜜量最大值為9.87，其相應的 $x=2.57$ ；x的最小值為0.358，所以取x的適用範圍為0.3~3。

3. 蜂子比值理論在養蜂生產上的意義

不管國內還是國外，蜂蜜是養蜂生產最主要的產品之一，提高蜂蜜產量和質量，是養蜂人始終追求的目標。揭示了蜂子比值與單位蜜蜂採蜜量之間的正相關關係，我們在養蜂生產中就可以根據具體的蜜源花期，努力提高流蜜期蜂子比值，從而提高單位蜜蜂的採蜜量。當蜂子比值(x)小於0.3時，蜂群內子脾負擔太重，基本上喪失生產蜂蜜的能力；當 $0.3 < x < 0.6$ 時，蜂群具有生產蜂蜜的能力；當 $0.6 < x < 0.9$ 時，蜂蜜群具有較強的生產蜂蜜的能力；當 $x > 0.9$ 時，就有很強的生產能力。當然，提高蜂群的採蜜量，強群是基礎，但是如果強群內子脾多，負擔重，將直接影響採蜜量。因此，養蜂人應掌握一種節奏，該大量產卵時，讓蜂王盡其所能，需減少子脾時，要堅決限制蜂王產卵。這樣才能充分發揮所培育出的工蜂的潛能，提高效益。

4. 影響採蜜量的其他內在因素

從實驗結果的資料中，我們可以看到少數試驗蜂群的蜂子比值不大，但其單位蜜蜂採蜜量高，這可能是由於這些蜂群的採蜜性能特別好。種質差異掩蓋了蜂子比值對採蜜量的影響，也可能是由於適齡採集蜂特別多；而另有少數試驗群的蜂子比值較大，但其單位蜜蜂採蜜量較低，這可能是由於這些蜂群的採蜜性能較差；也可能是由於適

齡採集蜂較少等原因。但這些因素，在眾多蜂群中只是少數，並不能掩蓋蜂子比值與採蜜量之間的正相關關係。

三、王蜂指數和蜂子比值的相互關係

蜂群生物因素中，蜂王、子脾、工蜂是三要素，在蜂群繁殖生產中，蜂王多是基礎，子脾多是目標，工蜂多是目的。在蜂群繁殖和蜂蜜生產活動中，客觀存在和單位工蜂繁殖速度相關的王蜂指數和與單位工蜂採蜜能力相關的蜂子比值兩個概念。王蜂指數和蜂子比值，既有它的獨立性，也有它們之間的密切關係。養蜂生產中王蜂指數高後，會出現兩個過程，一是帶來子脾增加速度較快和子脾數量增加較多，結果蜂子比值下降，單位工蜂採蜜力變弱，不利於蜂蜜生產，這是蜂群繁殖期的特徵之一；二是子脾數量增加後半個月左右，子脾大量出房，蜂量急劇增加，蜂子比值回升，單位工蜂採蜜能力增強，這是蜂群進入生產期的特徵。但是蜂群蜂子比值高，採蜜能力強，不等於蜂蜜總產高，因為工蜂總數不高的蜂群，就是蜂子比值高也是不能取大量蜂蜜的，只有擁有工蜂數量很多，蜂子比值又高的蜂群，才能取得大量的蜂蜜，所以蜂子比值仍然和王蜂指數存在關係。

四、引用文獻

1. 陳盛祿等。1983。怎樣養好蜜蜂。浙江科技出版社，156 頁。
2. 陳盛祿等。1985。養蜂技術。解放軍出版社，106 頁。
3. 陳盛祿等。1991。養蜂。浙江科技出版社，106、119 頁。
4. 福建農學院主編。1981。養蜂學。福州：福建科技出版社，276 頁。
5. 貴州農學院等。1991。生物統計附試驗設計。北京：農業出版社，142~149 頁。
6. 宋心仿。1996。蜜蜂的行為與精神。濟南：山東科技出版社，205~206 頁。

Research on Index of Queens to Workers and Ratio of Workers to Broods

Shenglu Chen*, Songkun Su, and Lihua Wang
(Zhejiang University Hangzhou 310029)

ABSTRACT

The index of queens to workers (IQW) was found being related to the speed of colony growing tightly. When the index is between 0.24 and 2.00, the speed of per kg worker growing is positive related to the index of queens to workers. When the index is less than 0.24, the growth of the worker quantity almost stops. When the index is in the interval of 1.20 ± 0.10 , the speed of growth is the fastest. This index is called the best index for colony growth. When the index is between 1.4 and 1.9, the speed of colony growth becomes slow significantly. When the index is more than 1.9, the speed of colony growth becomes slower in a short period. When the ratio of workers to Brood (RWB) is between 0.3 and 3.0, it is positively related to the honey yield per kg workers (HYPKW). The experiments on the relativity were carried out during the flowing period of locust tree and chaste tree. The relevant coefficients were $r_1=0.6207$, $r_2=0.6887$, $r_3=0.5074$, $r_4=0.5920$ and $r_5=0.7628$, respectively. The data from five trials were put together and the corresponding equation between RWB (x) and HYPKW (y) was $y=1.4262+3.2805x$, ($0.3 < x < 3$). The relationship between IQW and RWB was also analyzed in this paper. The quantity of brood increases fast when the IQW is high, which induces the RWB decrease and the honey productivity decrease. The RWB and honey productivity increase with more workers emerging, which induce the IQW and colony growing speed decrease.

Key words: honey bee (*Apis mellifera*), index of queens to workers, colony growing speed, ratio of workers to brood, honey productivity, relationship.