

ミツバチ嗜好香気成分の代用花粉への添加研究

－花粉荷の香気成分分析によるミツバチが好む香りの特定と利用－



実施担当者 大阪府立園芸高等学校
教諭 尾崎幸仁

写真-1 ミツバチ管理実習の様子

1 はじめに

現在の養蜂業界は、ミツバチが思うように増やせない(ミツバチ不足)という問題を抱えている。原因は、農薬・寄生虫(ダニ)・環境の変化等が複合的に関わっている。健全な蜜蜂の育成(免疫力のアップした蜜蜂群の養成)が、最も重要なミツバチ不足対策である。蜜蜂の飼育には花蜜(ネクター)と花粉(ポーリン)が必要である。特に花粉は、蜂児(幼虫:次世代の働きバチ)の餌として重要であるが、養蜂家の多くは花粉の重要性が分かっていない。賢明な養蜂家は、蜂群の強群維持のために、天然花粉(輸入品で高価)か、市販代用花粉(国産・カナダよりの輸入品)を使用している。日本産の代用花粉は、輸入代用花粉(カナダ産:商品名フィードビー)より効果が落ちるといわれている。本校では2010年より、ミツバチ強群維持のための国産代用花粉(食品廃棄物を利用したエコフィード)の製造・製品化に向けた研究を行ってきた。2018年には市販の日本産代用花粉よりも飼育に優れたオリジナル代用花粉を製造したり。このオリジナル代用花粉は、天然花粉荷と成分的にはほぼ同じである。しかしミツバチの食餌効率は、天然花粉よりも劣る。その原因を明らかにし、天然花粉荷と同じ食餌・肥育効果をもつオリジナル代用花粉は出来ないか考えた。

表 - 1 オリジナル代用花粉配合割合

原	料	配合割合
①	米 粉 (炭水化物)	20
②	焼 酎 粕 (タンパク質)	25
③	ゴ マ 搾 り 滓 (タンパク質・脂質)	10
④	ア ー モ ン ド (タンパク質・脂質)	10
⑤	ピ ス タ チ オ (タンパク質・脂質)	10
⑥	青 汁 (ビタミン・ミネラル)	5
⑦	砂 糖 (炭水化物)	20

①③は株式会社波里(栃木県佐野市)②は此の友酒造株式会社④⑤は東洋ナッツ食品株式会社(兵庫県神戸市)より廃棄品の研究用に提供を受けた。

- ①③は株式会社波里(栃木県佐野市)
- ②は此の友酒造株式会社(兵庫県朝来市)
- ④⑤は東洋ナッツ食品株式会社(兵庫県神戸市)より廃棄品を研究用に提供を受けた。

写真-2 オリジナル代用花粉原料

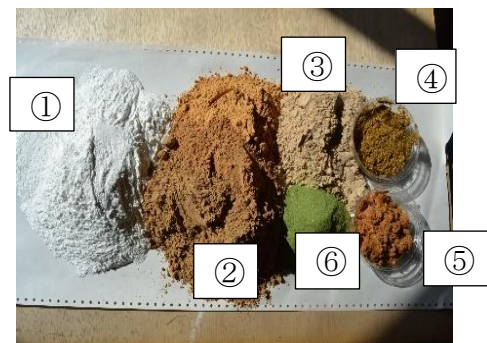


表-2 オリジナル代用花粉の成分分析値

分析項目	エネルギー (kcal/100mg)	タンパク質	脂質	炭水化物	食塩相当量	ナトリウム	水分	灰分
花粉荷	344	25.8	8.6	47.8	0.02	8mg	15.1	2.7
オリジナル 代用花粉	347	19.5	11.1	49	0.03	11mg	18.8	1.6

分析に用いた花粉荷は、2021.5月に採取したものである。花粉荷分析値は、採取した時期・花粉荷の種類により異なる。子の花粉荷はタンパク質含量が高い(20%ないものの方が多い)。



写真-3 ミツバチへの給餌実験の様子



写真-4 代用花粉を食べるミツバチ

そこでミツバチは、天然の花粉荷（花粉団子）の香りに反応しているのではないかと仮説を立てた。天然花粉荷の香気成分を調べ、ミツバチが好む香気成分を特定し、ミツバチが好む香り成分を代オリジナル用花粉に添加することでミツバチの嗜好性を高めることができるのではないかと考えた。

2 実施

2-1 研究方法

- ① ミツバチを飼育して、定期的にミツバチが巣に持ち帰る花粉荷を採取する。
- ② 花粉荷の香気成分を分析する（花粉荷の由来植物も同定する）。
- ③ 分析結果より香気成分を選抜し、代用花粉に添加して給餌実験を行い、ミツバチが好む香気成分を特定する。
- ④ ミツバチが好む香り成分を添加した、オリジナル代用花粉を製造する。



写真-5 花粉荷採取の様子

2-2 結果

市販スペイン産花粉荷、採取花粉荷 3 サンプルの香気成分の分析を行った（分析結果は表-3 のようになった）。

表-3 花粉荷中の香り成分

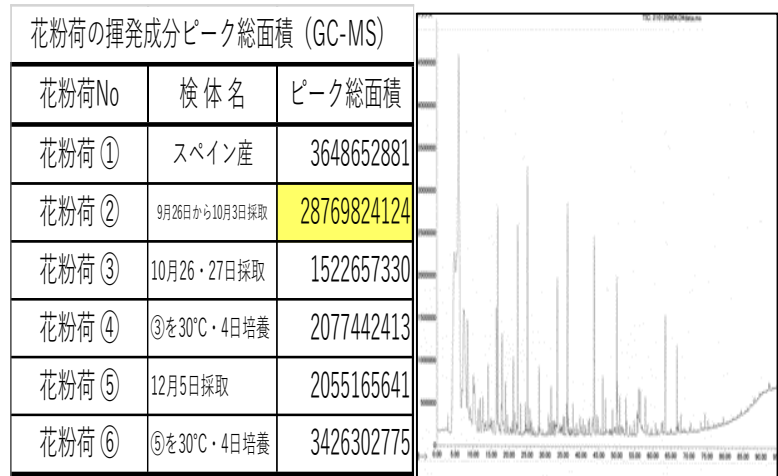
①	②	③	④	⑤	⑥	成分名	RT
スペイン産 花粉	花粉 No.1,2,3	花粉10/26 27	花粉10/26 27 (30°C 4D)	花粉12/5	花粉12/5 (30°C 4D)		
	●					Ethyl acetate	6.79
	●					Ethanol	7.71
	●	●	●	●		alpha-pinene	10.10
	●					Ethyl butyrate	10.48
	●					Ethyl 2-methylbutyrate	11.01
	●			●	●	camphene	11.44
	●					Ethyl isovalerate	11.51
		●	●	●	●	hexanal	11.99
				●	●	beta-pinene	12.73
	●	●	●	●		Ethyl pentanoate	13.94
●	●	●	●	●		1-Penten-3-ol	15.82
	●					2-Heptanone	16.46
●	●	●	●	●	●	Methyl hexanoate	16.47
●	●	●	●	●	●	Limonene	16.78
	●	●	●	●	●	2-methylbutanol	18.08
	●	●	●	●	●	isoamyl alcohol	18.08
		●	●	●	●	trans-2-hexenal	18.42
●	●	●	●	●	●	Ethyl hexanoate	18.95
●		●	●	●		gamma-Terpinene	19.38
		●	●	●		trans-ocimene	19.74
●					●	Amyl alcohol	20.44
●						p-Cymene	20.90
		●	●	●	●	hexyl acetate	21.20
					●	2-octanone	22.01
●		●	●	●	●	octanal	22.17
●		●	●	●	●	acetoin	22.46
	●					Ethyl trans-3-hexenoate	22.86
	●					Acetol	23.36
	●					2-Heptanol	24.35
●						cis-2-Penten-1-ol	24.35
					●	3-methylpentanol	24.76
	●					Ethyl heptanoate	24.77
●	●	●	●	●	●	6-Methyl-5-hepten-2-ol	25.12
	●					Ethyl lactate	25.72
					●	isobutyl hexanoate	25.90
	●				●	Hexanol	26.35
		●	●	●	●	cis-3-hexenol	28.18
●	●	●	●	●	●	Methyl octanoate	28.18
●	●	●	●	●	●	2-Nonanone	28.29
●	●	●	●	●	●	Nonanal	28.40
		●	●	●	●	Ethyl octanoate	30.90
		●	●	●	●	linalool oxide	31.70
	●				●	1-octen-3-ol	32.03
●	●	●	●	●	●	Acetic acid	32.10
					●	isoamyl hexanoate	32.36
	●					Heptanol	32.46
●	●	●	●	●	●	Furfural	32.68
●	●	●	●	●	●	6-methyl-5-hepten-2-ol	32.86
●	●	●	●	●	●	Methyl nonanoate	34.38
	●					camphor	36.01
●	●	●	●	●	●	Benzaldehyde	36.26
●	●	●	●	●	●	Ethyl nonanoate	37.04
		●	●	●	●	lilac aldehyde	37.38
●	●	●	●	●	●	linalool	37.81
●	●	●	●	●	●	Octanol	38.55
					●	2,3-Butanediol	39.73
●	●	●	●	●	●	isobornyl acetate	39.76
●	●	●	●	●	●	Dimethylsulfoxide	39.87
●	●	●	●	●	●	Methyl decanoate	40.51
●	●	●	●	●	●	beta-carophyllene	40.59
●	●	●	●	●	●	gamma-Valerolactone	41.46
●	●	●	●	●	●	beta-cyclocitral	42.08
		●	●	●	●	gamma-butyrolactone	42.43
		●	●	●	●	putyric acid	43.06
		●	●	●	●	Ethyl decanoate	43.12
		●	●	●	●	acetophenone	43.69
		●	●	●	●	furfuryl alcohol	44.35
		●	●	●	●	Diethyl succinate	45.24
		●	●	●	●	isovaleric acid	45.81
		●	●	●	●	2,6,6-trimethyl-2-cyclohexene-1,4-dione	46.11
		●	●	●	●	borneol	46.83
		●	●	●	●	beta-bisabolene	47.91
		●	●	●	●	lilac alcohol	49.17
		●	●	●	●	delta-cadinene	49.64
		●	●	●	●	delta-hexalactone	51.62
	●				●	Nerol	52.19
	●				●	styrhyl alcohol	52.77
●	●	●	●	●	●	Hexanoic acid	54.91
	●	●	●	●	●	Ethyl 3-hydroxyoctanoate	56.88
	●	●	●	●	●	phenethyl alcohol	57.96
		●	●	●	●	beta-ionone	59.30
		●	●	●	●	anis aldehyde	63.42
		●	●	●	●	Ethyl myristate	64.65
		●	●	●	●	methyl anisate	66.69
		●	●	●	●	eugenol	70.16
		●	●	●	●	Ethyl palmitate	74.19
		●	●	●	●	Ethyl linolenate	88.32

①市販花粉（スペイン産）②採取花粉荷（9月26日・10月3日・6日採取）③採取花粉荷（10月26・27日採取）④は③を30℃・4日培養後分析⑤採取花粉荷（12月5日採取）⑥は⑤を30℃・4日おいて分析）。香気成分の分析は、豊玉香料株式会社に依頼した。分析はGC-MS（ガスクロマトグラフィ）で行った。

花粉荷①（スペイン産花粉）は、スペインで採取され乾燥処理したものが輸入・市販されているものである。中・低程度の揮発（ミドル・ベースノート）の香気成分を持っている。花粉荷②③⑤は、花粉荷採取後に冷凍保存しておいたものをサンプルとして使用した。花粉荷②は花粉荷①（スペイン産花粉）に比べピーク総面積が約9倍と多く揮発成分のエステル類を多く検出し、多様な

表—4 分析サンプルのピーク総面積

香気があることが分かった。微生物の働きによりエステル類が多く発生するのではと考え、花粉荷④⑥を花粉荷③⑤を30℃・4日培養して、香り成分の分析を行った。結果は、香り成分の量（ピーク総面積）は増加したが、花粉荷②のような大量の揮発成分は検出されなかった。②③⑤（④・⑥）は低分子の揮発性の高い香り成分（トップノート）が検出された。花粉荷③④は特有の香りを持っていた。花粉荷はセイタカアワダチソウの花粉が多かった。



3 まとめ

花粉荷の香りは、植物花粉が本来持っている成分によるものと、花に住み着いている微生物による花粉表面をコーティングしている糖分の発酵により生じるものがあると考えられる。酵母（花酵母）による発酵臭については、特に注目して研究を行いたい。花粉の持つ香りと、微生物の花蜜醗酵の際に生じる香りを組み合わせる事で、ミツバチが好む香りを見つけオリジナル代用花粉に添加したい。花粉荷分析により、分析に用いた検体に共通していた香り成分を15種類（表-5）選別した。この中には、分析によりハチミツ中より存在を確認されている香り成分【メチルブタノール・リナノールオキシサイド・リナノール・ベンズアルデヒド・フェニールアルコール】もある^{2),3)}。今後は、これら香り成分を使用して、ミツバチ嗜好実験に用いる。本年度は、オリジナル代用花粉への香り成分添加によるミツバチ嗜好実験まではできなかった。

表—5 ミツバチの香り嗜好性実験に用いる香り成分

花粉荷	花粉荷①	②	③	④
alpha-pinene		●	●	●
Etyl buturate		●	●	●
hexanal			●	●
Methyl hexanoate	●	●	●	●
Limonene	●	●	●	●
2-methylbutanol			●	●
isoamyl alcohol		●	●	●
hexyl acetate			●	●
linanol oxide			●	●
benzaldehyde	●	●	●	●
linalool			●	●
gamma-butyrolactone	●	●	●	
furfuryl alcohol			●	●
Hexanoic acid	●		●	
Phenethyl alcohol		●	●	●

謝辞

この研究は、2021年度中谷医工計測技術振興財団の科学教育振興助成金交付により研究が遂行されたものです。この場を借りて深く御礼申し上げます。

参考文献

- 尾崎幸仁(2018) 『ミツバチが利用する植物花粉（花粉荷）の分析によるミツバチ飼育用人工（代用）花粉の開発』 昆虫と自然 2018年 5月号
- 佐々木正巳(2009). 『蜂からみた花の世界』 海遊社
- 久保良平, 小野正人(2018) 『固相マイクロ抽出法を用いたハチミツ香り成分の分析法』 玉川大学農学部研究教育紀要 第3号: 31—37 (2018)