

GIORGIO CELLI

Istituto di Entomologia dell'Università di Bologna

GIULIA GIORDANI

Istituto di Zooculture dell'Università di Bologna

## Importanza economica e biologica dell'Ape (*Apis mellifera* L.) per la fruttificazione del Melone (*Cucumis melo* L.) in coltura protetta.

### INTRODUZIONE

La coltura del melone (*Cucumis melo* L.) ha fatto registrare in Italia, negli anni recenti, un notevole incremento come resa unitaria per ettaro. Siamo passati da 177 Q.li circa nel 1962 ad oltre 251 Q.li nel 1979, con una produzione totale di 3,5 milioni di Q.li, almeno stando ai dati ufficiali (F.A.O. Production Yearbook, 1979).

L'impiego crescente di cultivar selezionate e di varietà ibride americane, assai più produttive, e l'adozione di tecniche colturali sempre più razionali e sofisticate stanno alla base del fenomeno. Fra le tecniche è da considerarsi in primo luogo quella della forzatura e cioè dell'allevamento in coltura protetta (tunnel e serre), che non soltanto si è molto estesa (oggi si valuta che interessi il 25% circa dei 15.000 Ha investiti nell'ortaggio) ma si è alquanto perfezionata, passando dall'apprestamento di piccoli tunnel a tunnel grandi e non di rado multipli, dalla semina al trapianto e così via.

Il sistema presenta un notevole vantaggio: quello di ottenere produzioni molto più precoci e, se si opera razionalmente, ottime sotto il profilo organolettico, che cominciano ad affluire sul mercato alla fine del mese di maggio, in forma di primizie, ovviamente assai remunerative.

Un tempo, l'intero prodotto era concentrato nel trimestre luglio-settembre: attualmente una buona percentuale di prodotto viene a maturazione fra maggio e giugno, soprattutto in questo ultimo mese (Guariento e Ravelli, 1973, 1979). La curva dei prezzi rispecchia fedelmente l'andamento della offerta.

Una distribuzione cronologica della produzione maggiormente equilibrata, ed un suo anticipo, appaiono quindi opportuni e desiderabili. Nei

---

(\*) Pubblicazione afferente al Progetto Finalizzato C.N.R. « Biologia della Riproduzione », contratto n. 78.00429.85.



mesi estivi, il prezzo scende o precipita non soltanto perché il mercato è invaso dalla massa del prodotto ottenuto con i sistemi tradizionali, a cielo aperto, ma anche per la presenza e la competizione spesso vittoriosa di altre frutta (pesche, albicocche, susine, uva, pere).

Fra i problemi che le colture protette pongono, uno dei più delicati è senza dubbio quello della impollinazione entomofila che, già difficile ed aleatoria per una serie di ragioni in condizioni normali di colture di pieno campo, lo diventa vieppiù in questi microambienti artificiali.

Il melone, dal canto suo, presenta, sotto tale profilo, delle caratteristiche biologiche specifiche ed ha delle esigenze particolari. Si tratta infatti di una Cucurbitacea, provvista come tale, secondo le cultivar, di fiori unisessuali (maschili = staminiferi e femminili = pistilliferi), disposti sulla stessa pianta, che si dice monoica, oppure fornita di fiori perfetti o ermafroditi (che fungono da femminili) e di fiori staminiferi, portati separatamente dalla stessa pianta, che in tal caso va sotto il nome di andromonoica (Fig. I).

Tutti i fiori sono attinomorfi, di colore giallo, villosi per densi e corti peli, disposti lungo i fusti striscianti. Si aprono il mattino, fra le 7 e le 8, ma il momento varia con latitudine, temperatura, umidità e così via. Quelli maschili, più piccoli, hanno calice tubuloso, corolle dialipetale e 3 stami liberi con una antera uniloculare e le altre biloculari; sbocciano per primi (8-10 giorni avanti i femminili), sono assai più numerosi, specie nei primi giorni di fioritura, e restano aperti per 1 giorno al massimo. Il nettare è prodotto in una ghiandola a forma di coppa alla base del calice. I fiori femminili o perfetti, di dimensioni maggiori, presentano calice saldato all'ovario, infero e provvisto di 3 placente parietali fuse nel mezzo, che contiene numerosissimi ovuli aderenti alle pareti; lo stilo è unico circondato, in fondo, da un nettario a mo' di anello, e lo stimma piuttosto voluminoso. Se non vengono fecondati il primo giorno, possono riaprirsi e restare recettivi nei 2-3 giorni seguenti, ma in genere anch'essi si chiudono permanentemente il pomeriggio del giorno stesso di fioritura.

Come è noto, i fiori ermafroditi sono incapaci di autoimpollinarsi, benché ritenuti autofertili, in quanto il polline, appiccicoso e pesante, aderisce alle antere dopo la deiscenza <sup>(1)</sup>. Per la stessa ragione il vento non può trasportarlo. La fecondazione, e quindi la produzione commerciale, sono pertanto affidate alla impollinazione operata dagli insetti, che assicura un abbondante trasferimento di polline da un fiore all'altro.

---

(1) In proposito, può essere interessante segnalare recenti osservazioni (Pacini, *in litteris*, 1981), secondo le quali, in talune cultivar andromonoiche di *Cucumis melo*, il polline dei fiori bisessuati risulterebbe già in parte germinato all'interno delle antere.



### SEZIONE LONGITUDINALE DI FIORI DI MELONE

1 ERMAFRODITA

2 STAMINIFERO

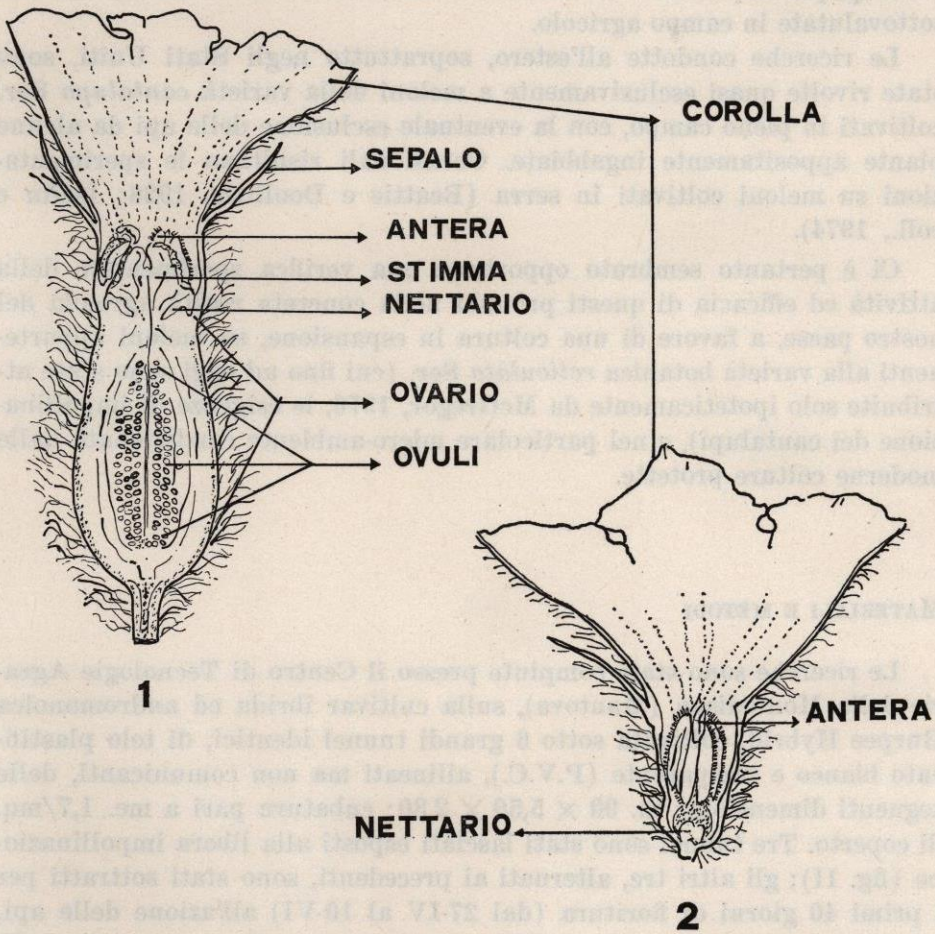


FIG. I

(Ridisegnato da McGregor, 1976).



L'insetto che si presta meglio allo scopo è senza discussione l'ape (*Apis mellifera* L.) che, per le sue particolarità anatomiche e le sue caratteristiche biologiche, fra cui la fedeltà ai fiori di una sola specie vegetale (dove raccoglie nettare e polline) nell'arco di tutto un giorno e di parecchi giorni consecutivi, risulta il pronubo per eccellenza.

Ciò è vero per i fiori di moltissime specie e, nel caso particolare, per quelli di melone dell'uno e dell'altro tipo. Il fatto è noto da tempo e provato da diversi Autori (Rosa, 1924; Ivanoff, 1947; Mc Gregor, 1951; Mann e Robinson, 1950, 1952; Whitaker e Bohn, 1952; Mc Gregor e Todd, 1952 a; Mann, 1953, 1954; Taylor, 1955; Bohn e Davis, 1964; Mc Gregor e Coll., 1965; Mc Gregor, 1976), ma l'importanza, anzi l'indispensabilità delle api per la produttività ed il successo della coltura sembrano ancora sottovalutate in campo agricolo.

Le ricerche condotte all'estero, soprattutto negli Stati Uniti, sono state rivolte quasi esclusivamente a meloni della varietà *cantalupo* Ser. coltivati in pieno campo, con la eventuale esclusione delle api da alcune piante appositamente ingabbiate. Occasionali risultano le sperimentazioni su meloni coltivati in serra (Beattie e Doolittle, 1926; Iselin e coll., 1974).

Ci è pertanto sembrato opportuna una verifica sperimentale della attività ed efficacia di questi pronubi nella concreta realtà agricola del nostro paese, a favore di una coltura in espansione, su meloni appartenenti alla varietà botanica *reticulata* Ser. (cui fino ad oggi sono state attribuite solo ipoteticamente da Mc Gregor, 1976, le esigenze di impollinazione dei cantalupi), e nel particolare micro-ambiente condizionato dalle moderne colture protette.

#### MATERIALI E METODI

Le ricerche sono state compiute presso il Centro di Tecnologie Agrarie della Montedison (Mantova), sulla cultivar ibrida ed andromonoica Burpee Hybrid, coltivata sotto 6 grandi tunnel identici, di telo plastificato bianco e trasparente (P.V.C.), allineati ma non comunicanti, delle seguenti dimensioni: m.  $90 \times 5,50 \times 2,30$ ; cubatura pari a mc. 1,7/mq. di coperto. Tre tunnel sono stati lasciati esposti alla libera impollinazione (fig. II); gli altri tre, alternati ai precedenti, sono stati sottratti per i primi 40 giorni di fioritura (dal 27-IV al 10-VI) all'azione delle api, applicando della rete anti-grandine a fitte maglie sulle aperture frontali, laterali e superiori.

Per controllare il possibile effetto di differenti sistemi di aerazione sul comportamento dei pronubi e sulla fisiologia delle piante, i tunnel sono stati provvisti, due a due (uno di prova e uno testimone) di:



- 1) finestre ad ali di farfalla (in numero di tre), disposte a distanze regolari sul colmo del tunnel;
- 2) aperture ad archi scorrevoli sulla sommità e lateralmente;
- 3) oblò praticati sul colmo, distanziati tra loro di 1 m.

In un settimo tunnel le finestre ad ali di farfalla sono state delimitate con fogli di plastica violetta ed azzurra anziché bianca, per verificare



FIG. II

Tunnel sperimentali, con alveare.

una eventuale attrazione esercitata dal colore sulle api, che si sarebbe dovuta concretizzare in un maggior numero di visite.

Il che non sembra essersi — lo anticipiamo qui per non tornarci più sopra — verificato, anche se riteniamo che le osservazioni al riguardo debbano essere approfondite.

Verso la metà di aprile sono stati portati in loco 6 alveari forti, collocati, tre a tre, ad una distanza di circa 4 metri dalle aperture di testa e posteriori della serie di tunnel in esame. Il 27 aprile, quando è iniziata la fioritura utile, si è provveduto a sistemare la rete antigrandine sui testimoni.

L'interno dei tunnel è stato suddiviso in parcelle di 20 mq, con un investimento di 16 piante per parcella (fig. III). Si disponeva pertanto di blocchi randomizzati, con 6 tesi per 4 replicazioni.



Dal 27-IV al 27-VI due volte la settimana si è provveduto ad osservare per alcune ore l'attività ed il comportamento delle api nei tunnel sperimentali, raccogliendo numerosi dati di interesse biologico.

L'allegazione è stata sistematicamente controllata e si è tenuto conto, giorno per giorno, dei frutti venuti a maturazione nelle diverse parcelle e negli interi tunnel, rilevandone la precocità, le caratteristiche varietali ed i prezzi spuntati sul mercato. Tutti i dati sono stati sottoposti ad elaborazione statistica.

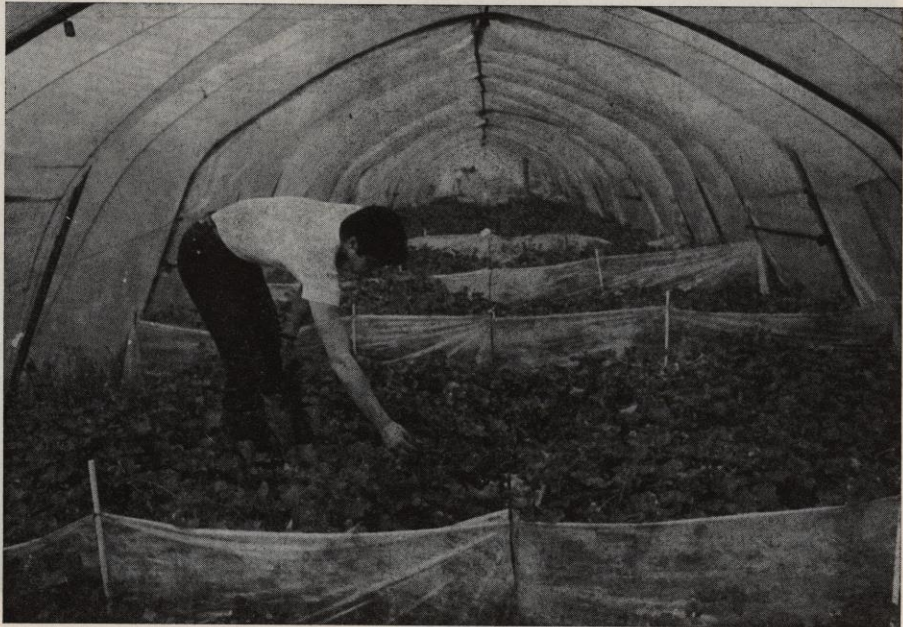


FIG. III  
Tunnel sperimentale. Interno, con divisione parcellare.

Inoltre, per valutare eventuali differenze di ordine quali-quantitativo fra singoli meloni prodotti nelle diverse tesi, dal 15-VI al 3-VII si è proceduto, una volta alla settimana, al prelievo di due frutti a maturità commerciale da parcelle corrispondenti di tutte le tesi, per un totale di 72 pezzi.

Dei singoli frutti sono stati esaminati i caratteri seguenti:

- 1) dimensioni (peso e diametri); 2) spessore della buccia e della polpa (mediante appositi diametri); 3) indice di penetrazione (mediante un comune penetrometro); 4) numero di semi fertili ed abortiti; 5) peso totale dei semi essiccati; 6) zuccheri della polpa al rifrattometro.

I dati sono stati elaborati statisticamente mediante il t di Student.



## RISULTATI

### Dati Biologici

Nel primo periodo e fin verso il 10 maggio, le api hanno visitato poco le piante oggetto di sperimentazione, riservando tutte le attenzioni a fiori di altre colture, come fragola e melo, a fiori ornamentali e a fiori spontanei presenti nelle immediate vicinanze. L'esame palinologico delle cestelle di polline di api catturate durante il rientro all'alveare ha permesso di classificare le specie vegetali competitive del melone nei diversi periodi (tab. 1). Dall'11 maggio in poi l'attività nei tunnel di prova si è accentuata, aumentando gradatamente con l'avanzare della stagione.

In questi ambienti condizionati, ma notevolmente spaziosi e ben areati, le api hanno dimostrato di bottinare normalmente, senza controindicazioni. Non è stato osservato alcun « effetto serra ». Le vie di accesso preferite si sono dimostrate le grandi aperture di testata.

Il tempo di bottinamento è stato stabilito contando il numero di fiori visitati in un minuto da singole bottinatrici, prese a caso, all'interno dei singoli tunnel. I risultati di 637 osservazioni in giorni diversi sono esposti in tabella 2. La media generale di permanenza sul fiore è sui 7 secondi per visita, con minimi di 3 secondi e massimi di 25 secondi, senza differenze degne di nota in funzione del tipo di fiore visitato (perfetto o maschile) o del materiale raccolto (nettare o polline) <sup>(1)</sup>. Il numero medio di visite si aggira pertanto sulle 8-9 per corolla e per minuto. Seguendo pazientemente alcune bottinatrici al lavoro, si è rilevato che un'ape ha visitato 57 fiori, di cui 50 staminiferi e 7 perfetti, in un tempo di 8 minuti e 30 secondi. Un'altra ape ha visitato 32 fiori, di cui 30 staminiferi e 2 perfetti, in 3 minuti. Una terza ape ha visitato 19 fiori, di cui 18 staminiferi ed 1 perfetto, in 2 minuti e 10 secondi.

È risultato anche che i fiori maschili (fig. IV) sono nettamente preferiti rispetto ai bisessuali, e tale constatazione ha tenuto conto, ovviamente, del fatto che essi sono più numerosi (durante la prova il rapporto è variato nel tempo, spostandosi da 6-8:1 a 3:1).

Per quanto riguarda il tipo di nettare offerto dai fiori staminiferi e perfetti, i primi hanno un nettare a concentrazione zuccherina maggiore (media 33,84% contro 21,92%) ma in quantità nettamente inferiore (mg 0,5 contro 1,3), come specificato nella tabella 3. È invece risultata analoga, al gascromatografo, la composizione della frazione glucidica dei due nettari, entrambi saccarosio-dominanti, e con prevalenza del glucosio sul fruttosio: 60% di saccarosio, seguito a distanza da  $\alpha$ -glucosio (13%),  $\beta$ -glucosio (18%) e fruttosio (9%).

---

(1) Mann (1953) ha valutato, limitatamente alla raccolta del nettare, 9 secondi per visita. Forster e Levin (1967) parlano di 3,1-6,6 secondi, in funzione della varietà di melone.



TAB. 1 - Piante in competizione con il melone per la visita delle api nei diversi periodi.

2.5.1978	12.5.1978	17.5.1978	1.6.1978
Tarassaco ( <i>Taraxacum</i> sp.)	<i>Cotoneaster</i> sp.	Ippocastano ( <i>Aesculus Hippocastanum</i> L.)	Rosa canina ( <i>Rosa canina</i> L.)
Melo ( <i>Malus domestica</i> Borkh.)	<i>Taraxacum</i> sp.	<i>Cornus</i> sp.	Ginestrino ( <i>Lotus corniculatus</i> L.)
Fragola ( <i>Fragaria</i> sp.)	Labiata varie	<i>Cistus</i> sp.	Trifoglio violetto ( <i>Trifolium pratense</i> L.)
<i>Rubus</i> sp.	Crucifere varie	<i>Ranunculus</i> sp.	<i>Carduus</i> sp.



La preferenza per i fiori staminiferi, comunque determinata, e ripareremo dell'argomento, sembra destinata, nella strategia del rapporto fiore/pronubo, a favorire una buona fruttificazione poiché permette il trasferimento sullo stigma di numerosi granuli pollinici (almeno 500-

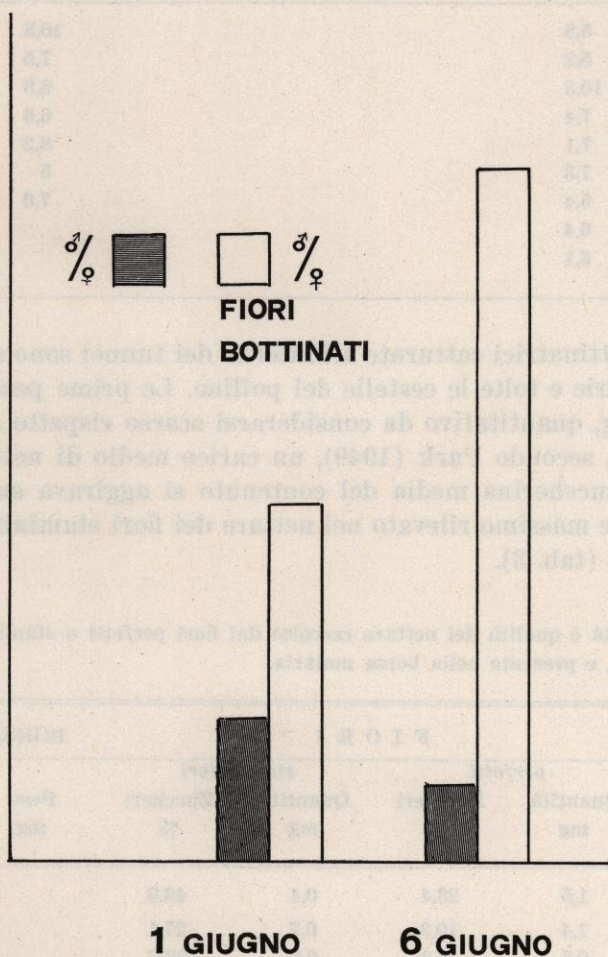


FIG. IV

Dall'istogramma risulta chiaramente come il rapporto tra numero di fiori perfetti, che fungono da femminili, e di fiori maschili, nel melone, non sia pari al rapporto tra le visite rispettive delle bottinatrici. I fiori maschili sono, dunque, preferiti.

1.000 secondo Thorp e Mussen, 1977), con la conseguente fecondazione di numerosi ovuli. Infatti, per essere grossi e ben conformati, i frutti debbono avere centinaia di semi, mai meno di 400 (Mc Gregor e Todd, 1952b).



TAB. 2 - Visita delle api ai fiori di melone: medie di 637 osservazioni nei tre tunnel di prova.

PERMANENZA IN SECONDI	
Mattina ore (10-11)	Pomeriggio ore (14-15)
5,8	10,8
5,2	7,5
10,5	6,8
7,4	6,6
7,1	6,2
7,3	5
5,4	7,0
6,4	
6,1	

Ad api bottinatrici catturate all'interno dei tunnel sono state estratte le borse melarie e tolte le cestelle del polline. Le prime pesavano in media sui 14 mg, quantitativo da considerarsi scarso rispetto ai 40 mg che costituiscono, secondo Park (1949), un carico medio di nettare. La concentrazione zuccherina media del contenuto si aggirava su valori inferiori al valore massimo rilevato nel nettare dei fiori staminiferi in quello stesso giorno (tab. 3).

TAB. 3 - Quantità e qualità del nettare raccolto dai fiori perfetti e staminiferi, in giorni diversi, e presente nella borsa malaria.

Data	F I O R I				BORSE MELARIE	
	<i>perfetti</i>		<i>staminiferi</i>		Peso mg	Zuccheri %
	Quantità mg	Zuccheri %	Quantità mg	Zuccheri %		
8.5.78	1,5	23,4	0,4	46,9		
12.5.78	1,4	10,3	0,7	27,1		
	0,5	14,2	0,5	26,2	13,4	29,4
	1,6	13,9	0,6	18,6		
	1,1	15,2	0,2	37,4		
1.6.78	1,3	36,8	0,8	42,9	14,1	32,2
	1,2	33,2	0,2	43,1		
6.6.78	2,4	28,4	0,6	28,5		

Le cestelle, formate da polline purissimo di melone, (fig. V) si presentavano di colore giallo chiaro e pesavano in media mg 2,5 cadauna. Si tratta di carichi assai modesti, sia in confronto a quelli di *Taraxacum sp.*



(mg 13,2), di *Aesculus Hippocastanum* L. (mg 8,4) e di Ranunculacee (mg 9,5), prelevati nei medesimi giorni da bottinatrici delle stesse famiglie al rientro nell'alveare, che rispetto alle informazioni disponibili in letteratura, dove si cita un peso medio, per cestella, di mg 7,5, con punte di 25 e 29 mg per *Malus* sp. e *Acer* sp. (Park, 1949, Ricciardelli D'Albore e Persano Oddo, 1978). Delle medesime dimensioni risultano, comunque, le cestelle ottenute su altre Cucurbitacee (Connor e Coll., 1974, Kubisova, 1974).

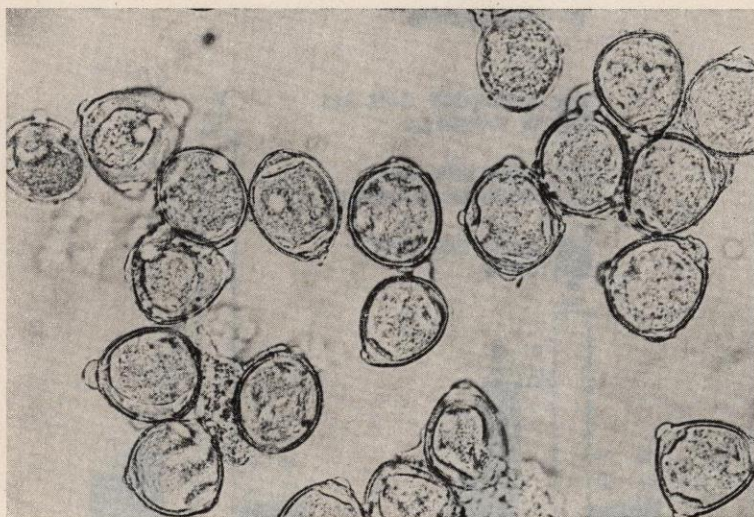


FIG. V

Polline di melone prelevato dalle cestelle delle bottinatrici ( $\times$  800).

Tramite conteggio delle api, eseguito a vista da due operatori che percorrevano contemporaneamente, affiancati, i tunnel per tutta la lunghezza, si sono ricavati dati sul numero di insetti presenti nei singoli ambienti provvisti di aperture diverse.

Prendendo come campione le giornate dell'1 e 6 giugno (giornate di notevole attività), il tunnel dotato di aperture ad archi scorrevoli è risultato il più frequentato, seguito da quello con aperture ad oblò (fig. VI). Dall'istogramma si può notare che la maggiore attività delle api è concentrata nelle ore del mattino. Nelle ore pomeridiane l'attività all'interno dei tunnel va diminuendo. Questi dati sono conformi a quelli di altri Autori (McGregor, 1976).

Le osservazioni riportate sulla preferenza delle api per i fiori maschili, anche esse confermate da altri Autori, con alcune eccezioni (Mann, 1953), ci hanno indotto a chiederci quale ne sia la causa e la base; il colore, il profumo, la forma, la remunerazione in nettare e polline?



Le nostre indagini, in accordo con quanto riportato in letteratura per altre Cucurbitacee (Mc Gregor e Todd, 1952b; Kaziev e Seidova, 1965; Connor e Coll., 1974), hanno messo in luce che i fiori maschili offrono un nettare più zuccherino ma in quantità inferiore, per cui i due elementi dovrebbero controbilanciarsi. E del resto, il fatto può essere apprezzato solo dopo l'ingresso nel fiore, a meno che non si ammetta una segnalazione, possibile, da parte delle altre api.

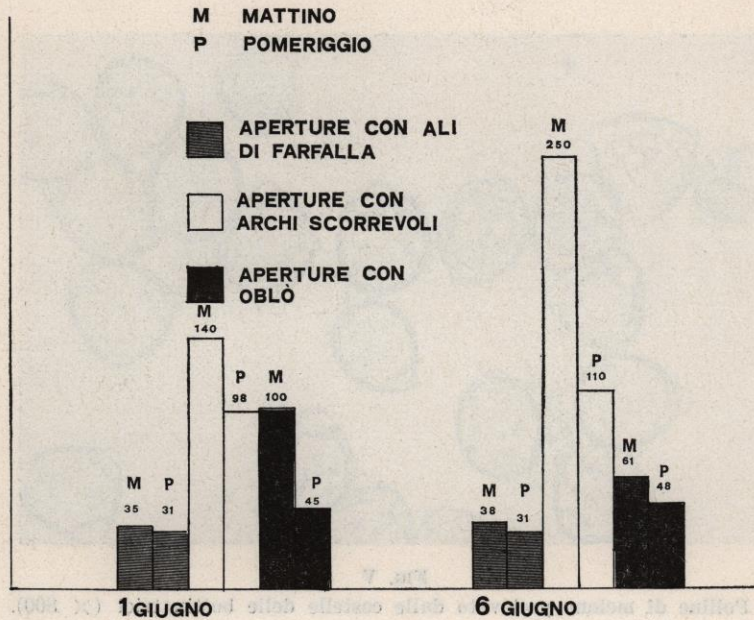


FIG. VI

In ordinata: api presenti al mattino e al pomeriggio nei tre tunnel con diverso sistema di aerazione.

Il polline di melone, dal canto suo, non sembra troppo gradito, a giudicare dai carichi modesti riscontrati, sicché non dovrebbe costituire motivo di attrazione per i fiori «specializzati» in questo materiale, disponibile anche nei fiori ermafroditi. La forma dei due tipi di fiore è grossolanamente simile, a parte le maggiori dimensioni di quelli bisessuali che hanno, però, un tubo corollino più profondo, e più stretto, e quindi nettari meno accessibili. Questa circostanza giustificherebbe la preferenza delle bottinatrici per i fiori maschili? Non sembra una ipotesi troppo convincente. Ci siamo così orientati sull'esame del colore e del profumo, come possibili «segnali discriminanti» dei due tipi di fiore. Tuttavia, analisi allo spettrofotometro su omogeneizzati di petali in acqua non hanno evidenziato differenze di sorta nelle curve di assor-



bimento del visibile e dell'ultravioletto, per fiori staminiferi ed ermafroditi, sicché all'occhio degli insetti, come all'occhio umano, i due gialli dovrebbero apparire identici.

Esperimenti con fiori finti in carta gialla, sagomati in modo da simulare i fiori di melone dei due tipi ma molto più grandi (zimbelli), collocati a caso in un campo fiorito, hanno dimostrato che le api, dapprima esitanti, si avvicinano fino a 2-3 cm e poi si allontanano con un brusco



FIG. VII

Al centro: zimbelli di fiori in carta bianca.

scarto rinunciando ad esplorarli. Anche prove con zimbelli di colore bianco e giallo (fig. VII), spruzzati con omogeneizzati in acqua di petali « maschili » e « bisessuali », deputati ad impartire agli zimbelli l'odore specifico dei due tipi di fiore, non hanno dato esito. Abbiamo voluto riferire su questa ricerca perché, seppure per ora negativa, ci sembra rivesta un certo interesse.

### Produzione

Verso la prima decade di giugno, la parte dell'esperimento inerente l'indispensabilità dei pronubi per l'impollinazione del melone in tunnel, e la conseguente allegagione, poteva dirsi conclusa e verificata in modo inconfutabile. Mentre i tunnel di prova, cui le api avevano libero accesso,



erano in fiorente produzione (fig. VIII), quelli di controllo, isolati, mostravano un livello di produzione zero, tranne alcuni frutti derivati dai primi fiori impollinati avanti la chiusura dei tunnel (alcune piante presentavano abbozzi fiorali al momento del trapianto) (tab. 4).

Risultati del tutto analoghi a quelli ottenuti da Mc Gregor e Todd (1952b) nonché da Alex (1957), che hanno però operato in condizioni

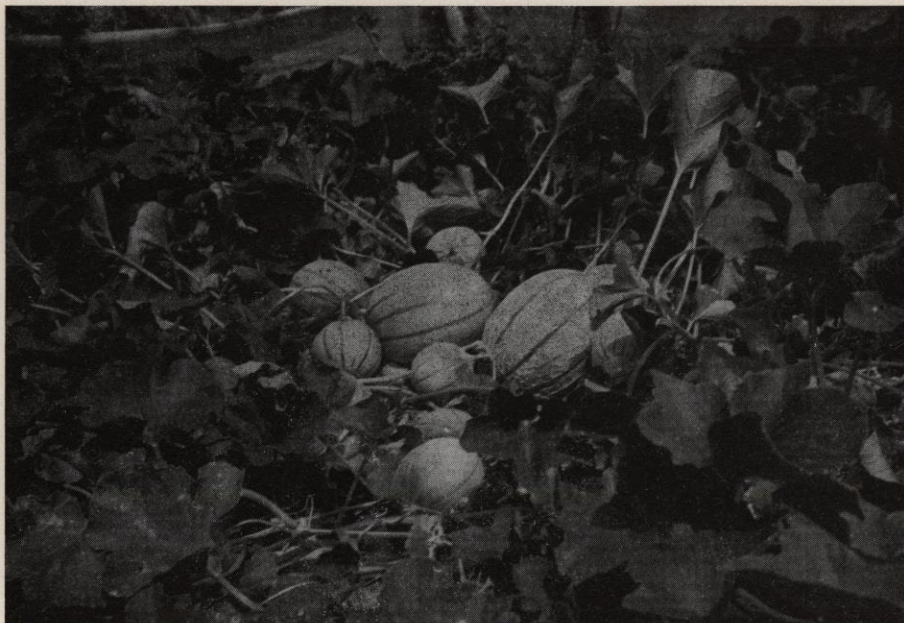


FIG. VIII  
Parcella con meloni.

sperimentali più anguste, con gabbie di modeste dimensioni, invece che con grandi tunnel.

Nello stesso periodo di inizio giugno una serie di violenti temporali, accompagnati da forti raffiche di vento, aveva messo a dura prova l'ermeticità delle chiusure, producendo strappi nelle reti anti-grandine. Per evitare inquinamenti ed alterazioni della ricerca, e in considerazione dei risultati già acquisiti, si è pensato di aprire i tunnel testimoni alle api, anche con lo scopo di recuperare parte della produzione. Da questa apertura tardiva, praticata il 10 giugno, è venuta una eloquente conferma della validità dei pronubi. Appena ammesse le api, è iniziata l'allegagione, concretatasi alla fine in una produzione finale discreta, seppure quantitativamente inferiore rispetto alle tesi di prova (tab. 4).

Dall'esame della stessa tabella che prende separatamente in considerazione i 6 tunnel, si rileva che la maggior produzione finale, riportata



ad ettaro, va attribuita ai tre tunnel sperimentali, con un leggero scarto a favore di quello con aperture ad ali di farfalla (Q.li 346, 46) che, d'altronde, si è dimostrato il meno produttivo tra i tunnel testimoni (Q.li 287, 95).

TAB. 4 - Impollinazione su melone: risultati produttivi nei singoli tunnel.

Tesi	Tipo di apertura	Produzione finale Q.li/Ha	(15-6)	(25-6)	(8-7)
			% sulla produz. finale	% sulla produz. finale	% sulla produz. finale
1	finestra a farfalla con rete	287,95	0,00	0,00	16,12
2	finestra a farfalla senza rete	346,46	2,71	29,04	69,29
3	arco scorrevole con rete	319,98	0,29	0,95	2,53
4	arco scorrevole senza rete	344,39	2,39	34,84	73,25
5	apertura ad oblò con rete	308,93	0,58	0,58	39,77
6	apertura ad oblò senza rete	332,75	0,31	31,95	92,89

La disamina comparativa della figura VI e della tabella 4 mette in luce un aspetto interessante, già rilevato in precedenza (Giordani e Celli, 1978). Oltre una certa soglia di densità delle api non si verificano più incrementi produttivi notevoli. Infatti, al numero maggiore di pronubi costantemente riscontrato nel tunnel con sistema di aerazione ad archi scorrevoli non corrisponde un congruo aumento di produzione. Come raccolto totale, il tunnel con dispositivo ad ali di farfalla, il meno frequentato, ha dato risultati leggermente, seppure non significativamente, migliori. Ciò potrebbe far supporre, in contraddizione con molti Autori che ritengono l'efficacia dell'ape sulle colture direttamente proporzionale ad un suo indefinito aumento di numero, un effetto negativo da sovrappollamento. Holm (1972) aveva già notato, nel caso del trifoglio violetto (*Trifolium pratense* L.), come il lavoro di una bottinatrice, oltre certe densità ottimali delle congeneri, tenda a diminuire d'efficacia. Secondo McGregor e Coll. (1965), nei cantalupi la percentuale di frutti commerciabili aumenta con il numero di visite ricevute da ogni fiore perfetto, fino a circa 10, ma le visite ulteriori fanno poca differenza. Nel caso specifico, dato il numero limitato di fiori ermafroditi, la saturazione sarebbe stata presto raggiunta.

Il raffronto fra i dati produttivi suddivisi in due sole tesi — tunnel inizialmente chiusi e tunnel sempre aperti alla libera impollinazione — mette in ulteriore e maggiore risalto la essenzialità delle api, e degli insetti pronubi in genere, per la fecondazione e la fruttificazione di questa coltura. Dalla tabella 5 emerge che, a parte una maggior produzione finale, non eccessivamente cospicua ma rilevante nei tunnel sperimentali



(circa 35 Q.li/Ha), il 25 giugno nelle tesi inizialmente sottratte all'intervento degli insetti (ed aperte da circa 15 giorni) si era ottenuto appena lo 0,54% della produzione finale laddove, in quelle liberamente impollinate, la percentuale raggiungeva già il 31,86%. L'8 luglio le relative cifre erano del 19,37% contro il 78,12%.

TAB. 5 - Impollinazione su melone: risultati produttivi medi nei tunnel di controllo e sperimentali.

Tesi	Tipo di tunnel	Produzione finale	(25-6)	(8-7)
		Q.li/Ha	% sulla prod. finale	% sulla prod. finale
a)	chiuso	305,62	0,54	19,37
b)	aperto	341,20	31,86	78,12

TAB. 6 - Impollinazione su melone: analisi delle caratteristiche varietali nei tunnel di controllo e sperimentali.

Tesi	Tipo di tunnel	Indice di precocità	Frutti commerciabili per pianta
		N. gg dal 1° gennaio	N.
a)	chiuso	193,13	4,22
b)	aperto	181,72	4,31

DMS

$P_{0,01} = 9,36$

$P_{0,05} = 5,10$

TAB. 7 - Impollinazione su melone: analisi delle caratteristiche varietali nei tunnel di controllo e sperimentali.

Tesi	Tipo di tunnel	Peso medio per frutto commerciabile	Produzione commerciabile per pianta
		g	g
a)	chiuso	910,66	3841,75
b)	aperto	999,75	4311,14



TAB. 8 - Impollinazione su melone: analisi delle caratteristiche commerciali nei tunnel di controllo e sperimentali.

Tesi	Tipo di tunnel	% frutti commerciabili sul totale		% extra sul commerciabile	
		N. frutti	Peso prodotto	N. frutti	Peso prodotto
a)	chiuso	90,81	95,64	88,05	94,49
b)	aperto	90,93	95,76	92,85	97,11

TAB. 9 - Impollinazione su melone: frutti non commerciabili nei tunnel di controllo e sperimentali.

Tesi	Tipo di tunnel	% scarto sul totale		% deforme sul totale		% marcio sul totale	
		N. frutti	Peso prod.	N. frutti	Peso prod.	N. frutti	Peso prod.
a)	chiuso	0,46	0,32	5,79	3,18	2,94	0,86
b)	aperto	0,78	0,56	5,41	2,99	2,88	0,69

Si noti altresì che la produzione potenziale dei tunnel di prova è senza alcun dubbio superiore rispetto ai dati tabulati, in quanto, durante l'esperienza, il ripetuto passaggio degli operatori ha inevitabilmente portato, nonostante l'attenzione posta, al pestaggio e al conseguente deterioramento di piante e frutticini. Esiste quindi, e solo per le tesi di prova non essendo state fatte osservazioni di ordine biologico in quelle testimonii, dopo la loro apertura, una mancata produzione impossibile da quantificare.

Per di più, come dimostrano le tabelle 6, 7, 8, 9, a parte lo scontato, e significativo, migliore indice di precocità nelle tesi sperimentali, l'allegazione tardiva ha portato ad una depressione della produttività delle piante e della pezzatura dei frutti, ad un numero inferiore di frutti extra sul totale commerciale e ad uno scarto superiore. I dati di cui sopra non sono tuttavia significativi a livello statistico e meritano una precisazione. Essi vanno probabilmente interpretati in chiave di fisiologia delle piante, indipendentemente dalla impollinazione in se stessa, eseguita anche qui dalle api. Il forte potere calorifico del sole di fine giugno e di luglio ha verosimilmente provocato, all'interno dei tunnel, un clima torrido, favorendo una produzione massiccia in pochi giorni ed un successivo esaurimento e collasso delle piante.

Passando ad esaminare la influenza dei vari sistemi di aerazione sulla produzione totale, le differenze, come detto, risultano assai mo-



deste nell'ambito dei tunnel di prova; appaiono un po' più rilevanti fra i testimoni, ma non statisticamente significative (tab. 4). Differenze più marcate emergono riguardo alla precocità di produzione: si osserva infatti un effetto precocizzante significativo delle aperture ad oblò praticate sul colmo in entrambi i tipi di fecondazione, normale e tardiva (tab. 10).

Nei tunnel di prova, le aperture ad ala di farfalla esplicano un effetto favorevole sul numero di frutti per pianta (Tab. 10) a scapito della pezzatura (Tab. 11), con differenze non statisticamente significative. Differenze significative si registrano invece nel tunnel con apertura ad arco scorrevole e fecondazione ritardata, dove, ad un elevato numero di frutti fa seguito una marcata depressione del peso medio degli stessi (tab. 10-11).

TABELLA 10 - Impollinazione su melone: analisi delle caratteristiche varietali nei singoli tunnel.

Tesi	Tipo di apertura	Indice di precocità	Frutti commerciabili per pianta
		N. gg. dal 1° gennaio	N.
1	finestra a farfalla con rete	193,87	3,61
2	finestra a farfalla senza rete	183,64	4,55
3	arco scorrevole con rete	195,36	5,17
4	arco scorrevole senza rete	181,84	4,27
5	oblò con rete	190,22	3,89
6	oblò senza rete	179,46	4,11

DMS

$P_{0,01} = 4,47$

$P_{0,05} = 3,23$

DMS

$P_{0,01} = 1,26$

$P_{0,05} = 0,91$

TABELLA 11 - Impollinazione su melone: analisi delle caratteristiche varietali nei singoli tunnel.

Tesi	Tipo di apertura	Peso medio per frutto commerciabile	Produz. commerciabile per pianta
		g	g
1	finestra a farfalla con rete	996,66	3599,36
2	finestra a farfalla senza rete	964,36	4407,88
3	arco scorrevole con rete	804,33	4065,53
4	arco scorrevole senza rete	1022,25	4375,18
5	oblò con rete	995,75	3861,59
6	oblò senza rete	1012,88	4159,32

DMS

$P_{0,01} = 182,16$

$P_{0,05} = 131,72$



In sostanza, le finestre ad ali di farfalla sembrano favorire una miglior resa produttiva quando la fecondazione si è verificata in epoca normale mentre la situazione cambia con fecondazione ritardata (tab. 11). Abbiamo già avuto occasione di sottolineare il fatto.

Modeste sono le differenze della % di frutti commerciabili sul totale ed insignificanti quelle dei frutti di pezzatura superiore ai 500 g (classificati come extra) sul totale commerciabile dei tunnel, eccezion fatta delle piante fecondate tardivamente nel tunnel con apertura ad arco scorrevole (tab. 12).

Il controllo di laboratorio sulle caratteristiche dei singoli frutti, prelevati ad uno stadio di maturazione il più possibile simile nei diversi tunnel, non ha evidenziato fatti degni di nota. I dati non sono risultati

TAB. 12 - Impollinazione sul melone: analisi delle caratteristiche commerciali nei singoli tunnel.

Tesi	Tipo di apertura	% frutti commercia- bili sul totale		% extra sul commer- ciabile	
		N. frutti	Peso prodotto	N. frutti	Peso prodotto
1	finestra a farfalla con rete	92,29	96,22	92,07	96,76
2	finestra a farfalla senza rete	87,63	94,01	91,70	96,42
3	arco scorrevole con rete	88,49	94,06	83,00	90,55
4	arco scorrevole senza rete	93,07	97,10	92,44	97,01
5	oblò con rete	92,39	96,76	91,83	96,53
6	oblò senza rete	91,70	96,17	94,76	97,90

statisticamente significativi, sicché non vale la pena di tabularli. Basti dire, orientativamente, che il peso medio dei meloni si aggirava sui Kg 1,300; il numero totale dei semi sui 650 (di cui il 90% all'incirca fertili); il peso dei semi essiccati sui 29-30 mg; la percentuale zuccherina della polpa sull'11%.

I dati dimostrano che impollinazione è stata abbondante e perfetta in tutti i casi perché, in tutti i casi, il prodotto è dipeso dall'intervento delle api, precoce o tardivo che fosse.

Appare pertanto logico, e prevedibile, che non si siano verificate differenze individuali, parcellari, o di tunnel.

### Resa economica

I dati biologici e quelli produttivi, di notevole interesse scientifico e tecnico, non sono tuttavia sufficienti, a nostro avviso, ad illustrare in modo completo le conseguenze della presenza controllata e tempestiva delle api sulla redditività della coltura, se si trascura il profilo economico del problema, che abbiamo affrontato nei suoi termini più essen-



ziali e schematici, utilizzando i dati messi a disposizione ed elaborati dalla azienda, secondo le modalità operative correnti.

Dalla tabella 13 emerge che, in condizioni di libera impollinazione, il maggior reddito netto/Ha va attribuito al tunnel con apertura ad oblò, ma la differenza fra le tre tesi, pur essendo in pratica abbastanza cospicua, non risulta significativa alle indagini statistiche. Altamente significativa appare invece la differenza fra i tunnel ad impollinazione ritardata, a favore di quello con oblò. Il maggior reddito, in ambo i casi, è quindi venuto dai tunnel con oblò, conseguenza evidente dell'effetto precocizzante di questo tipo di apertura, illustrato in tabella 10. I meloni maturati più presto hanno infatti spuntato i prezzi mercantili maggiori, sicché la produzione leggermente superiore dei tunnel ad ali di farfalla e ad archi scorrevoli, rispettivamente nelle tesi di prova e testimoni (tab. 4), è stata vanificata sotto questo aspetto essenziale.

TAB. 13 - Impollinazione su melone: risultati economici nei singoli tunnel.

Tesi	Tipo di apertura	Prezzo medio	Prodotto lordo	Reddito
		al Kg.	vendibile	netto
		L.	L./Ha	L./Ha
1	finestra a farfalla con rete	627	19.700.724	4.172.419
2	finestra a farfalla senza rete	1223	46.234.525	29.966.488
3	arco scorrevole con rete	544	18.996.133	3.062.060
4	arco scorrevole senza rete	1308	49.134.903	32.892.850
5	oblò con rete	811	27.344.947	11.551.234
6	oblò senza rete	1383	50.217.266	34.122.089

DMS	DMS
$P_{0,01} = 265,27$	$P_{0,01} = 7.054.582$
$P_{0,05} = 194,93$	$P_{0,05} = 5.183.901$

TAB. 14 - Impollinazione su melone: risultati economici nei tunnel di controllo e sperimentali.

Tesi	Tipo di tunnel	Prezzo medio	Prodotto lordo	Reddito
		al Kg.	vendibile	netto
		L.	L./Ha	L./Ha
a)	chiuso	660	22.013.934	5.595.344
b)	aperto	1304	48.532.231	31.682.899

DMS	DMS
$P_{0,01} = 921,51$	$P_{0,01} = 9.454.296$
$P_{0,05} = 289,56$	$P_{0,05} = 2.969.750$



Il confronto fra i dati suddivisi in due sole tesi —tunnel a fecondazione normale contro tunnel a fecondazione ritardata — mette in luce differenze clamorose ed, ovviamente, altamente significative all'analisi statistica (tab. 14). Il prodotto lordo, riferito ad ettaro, ha raggiunto un valore più che doppio nelle tesi di prova ed il reddito netto, sempre rapportato ad ettaro, è superiore di oltre 5 volte. Gli scarti, enormi, non dipendono dalla entità della produzione, che, come detto, è stata soddisfacente seppure minore nei tunnel di controllo (sempre e solo dovuta alle api), ma fundamentalmente dalla grande differenza di prezzo fra meloni precoci e tardivi.

In sostanza, l'aver artatamente impedito l'opera degli insetti per i primi 40 giorni di fioritura è costato, teoricamente, qualcosa come 26 milioni di lire per ettaro.

Viste le premesse, se, come dal piano sperimentale programmato, i tunnel testimoni fossero rimasti chiusi per la intera fioritura, la loro resa economica sarebbe stata praticamente nulla.

#### CONCLUSIONI

I reperti biologici hanno permesso di definire il profilo di attività delle api sul melone in coltura protetta, il periodo stagionale in cui le bottinatrici iniziano le visite, subordinato alla presenza nei dintorni di piante competitori in fiore, l'andamento del lavoro di raccolta durante il giorno, il numero di fiori visitati per unità di tempo, la netta preferenza esibita per i fiori staminiferi, la composizione e la qualità del nettare, l'entità media dei carichi di nettare e polline.

L'esame delle produzioni ha a sua volta consentito di stabilire, senza ombra di dubbio, come l'attività dell'ape sia indispensabile a questa importante coltura che, in assenza di insetti pronubi, non è in grado di allegare, e quindi di produrre.

I risultati economici, infine, conseguenza diretta di quelli produttivi, evidenziano, quantificano e traducono in cifre degne di riflessione il ruolo giocato dalle api.

Tutto ciò sottolinea la necessità di considerare l'ape, nella sua veste di pronubo, un fattore chiave per la produzione del melone in coltura protetta. Suggerisce inoltre la opportunità di approfondire gli studi sulla etologia dell'insetto in ambiente confinato, onde renderne sempre più efficiente ed efficace la attività, non solo a favore della specie orticola oggetto della presente ricerca ma altresì delle altre, numerose specie entomofile, orticole e frutticole, attualmente sottoposte a questa avanzata tecnica colturale.



### RIASSUNTO

Le prove sono state eseguite su melone (*Cucumis melo* L., cv. Burpee Hybrid) allevato sotto sei grandi tunnel-serra in film plastico, identici e confinanti, dotati due a due di sistemi di aerazione diversi. Tre tunnel sono rimasti esposti alla libera visita delle api, provenienti da alveari convenientemente ubicati, mentre i tre restanti sono rimasti chiusi pre i primi 40 giorni di fioritura (dal 27 aprile al 10 giugno), mediante protezione in rete di nylon di tutte le aperture.

È stato riscontrato:

- 1) in ambienti confinanti di grandi dimensioni le api esplicano una attività di bottinamento normale;
- 2) in media vengono visitati 8-9 fiori/minuto, con permanenza sui 7 secondi/visita. I carichi medi di nettare e polline, piuttosto modesti, si aggirano rispettivamente sui mg 14 e 2,5;
- 3) il nettare è più abbondante nei fiori perfetti ma più zuccherino in quelli staminiferi, che sono nettamente preferiti ed assai più visitati;
- 4) la composizione della frazione glucidica del nettare dei due tipi di fiore appare simile alle analisi gascromatografiche;
- 5) il sistema di aerazione dei tunnel non sembra influire sostanzialmente sul comportamento dei pronubi e sulla quantità e qualità del prodotto;
- 6) la presenza delle api è assolutamente indispensabile alla fruttificazione del melone, anche e soprattutto nel particolare micro ambiente delle colture protette. Le piante isolate dalle api, finché rimaste tali, non hanno praticamente allegato;
- 7) le implicazioni di ordine economico sono apparse clamorose.

Biological and Economic Significance of Honeybees (*Apis mellifera* L.) for the Fruit Set of Muskmelons (*Cucumis melo* L.) cultivated under cover.

### SUMMARY

Trials have been carried out on muskmelon (*Cucumis melo* L., cv. Burpee Hybrid), grown under six large plastic tunnels, identical and adjoining, supplied by towers with different ventilation systems. Three tunnels were freely and continuously exposed to the visit of honeybees from purposely placed colonies, while bees have been excluded, during the starting blooming period (April 27 to June 10) from the remaining enclosures, all the openings being covered with insect-proof nylon net.

The findings are as follows:

- 1) in protected environments of big size the foraging activity of the honeybees is quite normal;
- 2) the bees visit on an average 8-9 flowers/minute, each visit lasting about 7 seconds. The rather small loads of melon nectar and pollen average about 14 and 2,5 mg;
- 3) the hermaphrodite flowers produce more abundant nectar but the nectar of the staminate flowers, by far preferred by the bees, has a higher sugar concentration;
- 4) the sugar balance and composition of nectar of both types of flowers are identical according to gas chromatographic analysis;
- 5) the system of tunnel ventilation does substantially affect neither the bee behaviour nor the quantity and quality of the crop;



6) the presence of the honeybees proved to be essential to the fruiting of the muskmelon, even and over all in the very special microenvironment of the up-to-date cultivation under cover. The plants shielded from bees, until such, set practically no fruit;

7) the economic consequences have been spectacular.

#### BIBLIOGRAFIA CITATA

- ALEX A. H., 1957. — Honeybees aid Pollination of Cucumbers and Cantaloupes. - *Gleanings Bee Cult.*, 85: 398-400.
- BEATTIE J. H., DOOLITTLE S. P., 1926. — Musk-melons. - *U. S. Dept. Agr. Farmer's Bull.*, 1468: 38 pp.
- BOHN G. W., DAVIS G. N., 1964. — Insect Pollination is Necessary for the Production of Muskmelons (*Cucumis melo v. reticulatus*). - *J. Apic. Res.*, 3: 61-62.
- CONNOR L. J., COLLISON C. H., MARTIN E. C., 1974. — The Pollination of Hybrid Cucumbers by Honey Bees. Research from 1967 to 1973. - *Proc. 3° Int. Symp. on Pollination*, 165-174.
- FORSTER R. E., LEVIN M. D., 1967. — F<sub>1</sub> Hybrid Muskmelons. II. Bee Activity in Seed Fields. - *J. Arizona Acad. Sci.*, 4: 222-225.
- GIORDANI G., CELLI G., 1978. — Ricerche sulla impollinazione controllata di *Prunus persica* L. ad opera di *Apis mellifera* L. in ambiente confinato. - *Boll. Ist. Entom. Univ. Bologna*, XXXIV: 95-110.
- GUARIENTO M., RAVELLI V., 1973. — La coltura protetta del melone nell'ambiente della Valle Padana. - *Boll. N. 13 Montedison, Centro Sperimentale Materie Plastiche, Mantova*.
- GUARIENTO M., RAVELLI V., 1979. — Induzione alla precocità nella coltura protetta del melone. — *Atti Convegno sulla coltura del melone in Italia*, Camera di Commercio di Verona, 93.
- HOLM S. N., 1972. — Seed Yields in Red Clover in Relation to the Number of Pollinating Bees as Influenced by a Growth Regulator. - *Royal Veter. and Agricult. Univ. Yearbook*, 127-141.
- ISELIN W. A., JENSEN M. H., SPANGLER H. G., 1974. — The Pollination of Melons in Air Inflated Greenhouses by Honey Bees. - *Env. Ent.*, 3: 664-666.
- IVANOFF S. S., 1947. — Natural Self-Pollination in Cantaloupes. - *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.* 50: 314-316.
- KAZIEV I. P., SEIDOVA S. S., 1965. — The Nectar Yield of Flowers of some Cucurbitaceae under Azerbaidjan conditions. - *Proc. XX Inter. Beek. Congress*, Bucarest: 388-391.
- KUBISOVA S., 1974. — Pollination of some Cultivated Cucurbitaceae. - *Proc. 3° Int. Symp. on Pollination*, 155-163.
- MANN L. K., 1953. — Honey Bee Activity in Relation to Pollination and Fruit Set in the Cantaloupe (*Cucumis melo*). - *Amer. J. Bot.*, 40: 545-553.
- MANN L. K., 1954. — Fruit Set in Melon Breeding: Hand Pollination Found to be less Effective than Pollination by Honeybees in Experiments at Davis. - *California Agric.*, 8: 3.
- MANN L. K., ROBINSON J., 1950. — Fertilisation, Seed Development, and Fruit Growth as Related to Fruit Set in the Cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Amer. J. Bot.*, 37: 685-687.
- MANN L. K., ROBINSON J., 1952. — Cantaloups Fruit Set. - *Calif. Agr.*, 6: 10-12.



- McGREGOR S. E., 1951. — Activity of Honey Bees on Cantaloupes. - *Iowa St. Apiarist Rep.* 1950, 140-42.
- McGREGOR S. E., 1976. — Insect Pollination of Cultivated Crop Plants. - *U.S.D.A. Agriculture Handbook N. 496*, 411 pp.
- McGREGOR S. E., TODD F. E., 1952 a. — No Bees, no Melons. - *Prog. Agr. Arizona*, 4: 3.
- McGREGOR S. E., TODD F. E., 1952 b. — Cantaloupe Production with Honeybees. - *J. Econ. Ent.*, 45: 43-47.
- McGREGOR S. E., LEVIN M. D., FORSTER R. E., 1965. — Honey Bee Visitors and Fruit Set of Cantaloups. - *J. Econ. Ent.*, 58: 968-970.
- PACINI E., 1981. — *In litteris*.
- PARK O. W., 1949. — Activities of the Honey Bees. In *The Hive and the Honey Bee*, R. A. Grout Ed. Revised, p. 79.
- RICCIARDELLI D'ALBRE G., PERSANO ODDO L., 1978. — Flora Apistica Italiana. - Ed. Istituto Sper. Zoologia Agr., 286 pp.
- ROSA J. T., 1924. — Fruiting Habit and Pollination of Cantaloupe. - *Proc. Amer. Soc. hort. Sci.*, 21: 51-57.
- TAYLOR E. A., 1955. — Cantaloupe Production Increased with Honey Bees. - *J. Econ. Ent.*, 48: 327.
- THORP R., MUSSEN E., 1977. — Cantaloupe, Cucumber, Watermelon Pollination. - *Div. Agric. Sci., Univ. California, Leaflet 2253* (Revised).
- WHITAKER T. W., BOHN G. W., 1952. — Natural Cross Pollination in Muskmelon. - *Amer. Soc. Hort. Sci. Proc.*, 60: 391-396.