

# Monitoraggio ambientale con le api come bioindicatori: tecniche di rilevamento dell'inquinamento, modalità e diffusione del metodo

Agnello L.

Arpa Piemonte, Via Vecchia di Borgo S. Dalmazzo 11, 12100 Cuneo, l.agnello@arpa.piemonte.it

## Riassunto

*L'ape è un eccellente organismo indicatore della presenza, in un determinato territorio, di inquinanti ambientali quali pesticidi, metalli pesanti, idrocarburi policiclici aromatici e radionuclidi. Il suo utilizzo per la ricerca di contaminanti, unito ai prelievi effettuati mediante l'uso di centraline e ai campionamenti puntuali delle matrici ambientali, normalmente utilizzati nella conduzione dei monitoraggi, consente di ottenere dati maggiormente rappresentativi dello stato ambientale.*

*In veste di bioindicatore l'ape fornisce, oltre ai dati di biodisponibilità e cioè quanto della contaminazione presente in un ambiente passa in un organismo vivente, anche informazioni sull'effetto sinergico delle diverse sostanze disperse.*

*L'utilizzo di questo insetto per la conduzione di monitoraggi integrati rappresenta quindi un'opportunità per migliorare la qualità delle informazioni raccolte al fine di evidenziare un quadro più completo della salute ambientale.*

## PERCHÉ L'APE È UN OTTIMO BIOINDICATORE

Le api, oltre ad essere instancabili produttrici di miele, indispensabili insetti impollinatori, garanti della biodiversità, sentinelle ambientali, sono eccellenti bioindicatori per il monitoraggio di inquinanti.

Questi insetti, appartenenti all'ordine degli imenotteri sono ottimi indicatori biologici perché in grado di evidenziare l'immissione e la diffusione di sostanze chimiche nell'ambiente consentendo, inoltre, di valutare gli effetti prodotti dalle modificazioni ambientali sugli organismi viventi. Tutto questo si manifesta attraverso "informazioni dirette", che sono individuabili da una mortalità anomala, effetto di uno o più agenti inquinanti, e "informazioni indirette", ottenibili analizzando il loro corpo e/o i loro prodotti quali: miele, cera, propoli e polline, che possono essere considerati degli ottimi serbatoi dove la molecola chimica viene ad accumularsi<sup>1</sup>.

La presenza dei contaminanti nel loro corpo e nei prodotti dell'alveare, rappresenta quindi la sintesi delle molteplici interazioni dell'ape stessa con tutti i comparti che compongono l'ambiente: aria, acqua, suolo e organismi viventi.

## CARATTERISTICHE

Molte caratteristiche etologiche e morfologiche fanno dell'ape un buon rivelatore ecologico in quanto:

- è facile da allevare;
- è un organismo quasi ubiquitario;
- non ha grandi esigenze alimentari;
- ha il corpo relativamente coperto di peli (fig.1) che la rendono particolarmente adatta ad intercettare materiali e sostanze con le quali entra in contatto;
- è altamente sensibile alla maggior parte dei prodotti antiparassitari che possono essere rilevati quando sono sparsi impropriamente nell'ambiente (per esempio durante la fioritura, in presenza di flora spontanea, di vento, ecc.);
- l'alto tasso di riproduzione e la durata della vita media, relativamente corta, induce una veloce e continua rigenerazione nell'alveare;



Figura 1: ape bottinatrice su fiore ti timo

<sup>1</sup> Anderson e Atkins, 1958; Anderson e Tuff, 1952; Celli, 1983; Celli e Gattavecchia, 1983; Celli et al., 1985; Celli e Porrini, 1991; Ricciardelli D'albore et al., 1993.

- ha un'alta mobilità e un ampio raggio di volo che permette di controllare una vasta zona;
- effettua numerosi prelievi giornalieri, perlustrando tutti i settori ambientali (terreno, vegetazione, acqua, aria);
- ha la capacità di riportare in alveare materiali esterni di varia natura e di immagazzinarli secondo criteri controllabili;
- necessita di costi di gestione estremamente contenuti, specialmente in rapporto al grande numero di campionamenti effettuati<sup>2</sup>.

Una colonia che comprende circa 40000 individui è costituita per un quarto della sua popolazione da “anziane”, che svolgono attività bottinatrice (di raccolta): si calcola che le api perlustrano un territorio di circa 7 km<sup>2</sup>, **quindi 10000 bottinatrici visitando giornalmente un migliaio di fiori compiono 10 milioni di microprelievi**<sup>3</sup>.



Figura 2: ape intenta a bere

Escono ripetutamente dall'alveare per prelevare nettare, polline, melata, propoli e acqua, che trasformano e stoccano successivamente all'interno dello stesso.

Durante la loro attività di bottinatrici le api vengono a contatto con un'infinità di altre sostanze. Le particelle sospese nell'atmosfera possono essere intercettate dall'insetto oppure trattenute dalla pelosità presente sul corpo o aspirate attraverso le trachee; alcuni inquinanti possono trasferirsi all'ape per contatto con foglie o steli d'erba o suolo.

Consumano elevate quantità di acqua (fig. 2) che prelevano nei corsi d'acqua, nelle pozze, stagni, canali e sulle foglie bagnate di rugiada.

L'ape bottinatrice, facendo ritorno nell'alveare porta con sé tutte queste informazioni divenendo uno strumento prezioso per misurare la salute dell'ambiente.

Si può quindi definire questo insetto ubiquitario, come se fosse un sensore ambulante che raccoglie informazioni dal suolo, dall'aria, dall'acqua e dalla vegetazione<sup>4</sup>.

Le api esplorando il territorio, se incontrano molecole di contaminanti eventualmente presenti, le portano “a casa”, rendendole disponibili all'analisi chimica. Esse, sono in grado di captare velocemente dinamiche di trasformazione in atto nell'ambiente e di segnalarle con prontezza.

Tutte queste peculiarità la rendono un buon “indicatore biologico”.

## DESCRIZIONE DELLE TECNICHE DI MONITORAGGIO CON LE API

Oggi le api possono essere utilizzate per il monitoraggio ambientale dei pesticidi, metalli pesanti, radionuclidi, Idrocarburi Policiclici Aromatici.

## CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Alla base di tutte le tipologie di monitoraggio, vi è la collocazione e predisposizione delle stazioni di monitoraggio.

La zona in cui viene svolta l'indagine, deve essere studiata dal punto di vista dell'uso reale del territorio, dell'orografia, della composizione vegetale, della presenza o meno di aree naturali, del tipo di attività antropiche presenti, per scegliere in maniera appropriata i punti dove collocare gli alveari.

<sup>2</sup> Porrini 2000

<sup>3</sup> Celli e Porrini 1991

<sup>4</sup> Ghini 2003

Considerando che ogni stazione di monitoraggio "controlla" circa 7 km<sup>2</sup> di territorio, è necessario creare reti di rilevamento a maglie molto strette, cosa che permetterà di ovviare a quella parte di casualità delle indagini dovuta al comportamento specifico delle singole famiglie.

Sono previsti, per ogni stazione, un minimo di 2 alveari, muniti di speciali gabbie per la raccolta delle api morte (fig. 3).

Esistono numerose tipologie di gabbie o trappole: devono essere realizzate in modo da raccogliere i corpi con efficienza e trattenerli, nel tempo, essere resistenti agli eventi meteorologici, non interferire con le attività delle api, essere facilmente applicabili e smontabili, avere bassi costi di costruzione<sup>5</sup>.

Nel 1991, Accorti e collaboratori, hanno sviluppato un nuovo tipo di trappola denominata **"Underbasket"** (fig. 3), che ha dimostrato migliori prestazioni e che è tutt'oggi in uso. Essa è costituita da un telaio in legno (50 x 100 x 10 cm) diviso in due parti unite da una cerniera: quella inferiore è munita di una rete di metallo a maglie strette e quella superiore con una a maglie larghe<sup>5</sup>.

Viene posizionata sotto l'entrata dell'alveare. La presenza delle gabbie può essere superflua nel caso siano attuati monitoraggi per cui è previsto il solo campionamento di api vive (ad es. per la ricerca di metalli pesanti e IPA).



Figura 3: stazione di monitoraggio - gabbie Underbasket



Figura 4: favo ricoperto di api

Le famiglie devono essere omogenee fra loro (in termini di "forza") e costantemente controllate sia per l'aspetto sanitario che per il conteggio delle api morte.

La valutazione della "forza" della famiglia si effettua mediante accurati controlli agli alveari, in cui si registra: l'attività delle bottinatrici di fronte all'alveare, l'età della regina, il numero di favi occupati dalle api (fig.4), il numero di favi di covata, la compattezza o discontinuità di quest'ultima, la percentuale di covata nuova e vecchia, la presenza di celle di fuchi e celle reali, il numero di favi con provviste, la percentuale di miele vecchio e nuovo, la quantità di polline presente<sup>6</sup>. Durante la visita degli alveari, in particolare nei monitoraggi per la ricerca degli IPA, è opportuno non utilizzare

l'affumicatore al fine di evitare qualsiasi tipo di contaminazione. (La diffusione di fumo nell'alveare è una pratica comune ed ha la funzione di calmare le api).

## MONITORAGGIO DEI PESTICIDI

La diffusione dei pesticidi nell'ambiente è aumentata con l'utilizzo poco "parsimonioso" degli stessi, legato all'aumento delle coltivazioni intensive. In alcuni casi si verificano utilizzi impropri durante i periodi di fioritura a danno degli insetti impollinatori e inoltre negli ultimi anni sono state autorizzati principi attivi di nuova generazione valutando in modo non del tutto appropriato gli effetti sull'entomofauna.

### Metodologia

<sup>5</sup> Porrini, Monaco, MeMedrzycki 2000

<sup>6</sup> Porrini 1998



Sistematicamente le stazioni, si procede una volta alla settimana (sempre lo stesso giorno), oltre a controllare lo stato generale di salute dell'alveare, ad accertare e registrare su apposite schede il numero delle api morte nelle gabbie. Al superamento della soglia di mortalità fissata in 250 api morte/settimana/stazione<sup>7</sup>, si effettua il prelievo ed invio del campione al laboratorio per l'analisi chimica e palinologica. Con il primo tipo di indagine si individuano le molecole responsabili della moria e con l'analisi palinologica si tenta di stabilire, attraverso il riconoscimento dei pollini presenti sul corpo delle api, i luoghi di bottinamento, consentendo di indentificare le probabili colture irrorate con i pesticidi che hanno provocato l'apicidio.

Per il prelievo delle api nelle gabbie si deve utilizzare una pinzetta o guanti in lattice e un contenitore in vetro, preventivamente lavato con acetone e posto ad asciugare in stufa alla temperatura di 50°C e chiuso con tappi a vite con sotto tappi in teflon.

Sul contenitore vanno riportate tutte le indicazioni utili per la necessaria elaborazione dei dati, come la stazione di prelievo, la data, ecc. I campioni devono essere trasportati in contenitori refrigerati e stoccati in congelatore a -20° C<sup>8</sup>.

Per quanto riguarda le analisi di laboratorio, si può far riferimento alla seguente pubblicazione: "Porrini C. – DiSTA, Metodologia impiegata nei programmi di monitoraggio dei pesticidi con le api – atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale" – Roma 26 e 27 novembre 1998", che descrive nel dettaglio strumentazione e modalità di esecuzione delle analisi nonché il metodo di elaborazione dei dati.

### **MONITORAGGIO DEI METALLI PESANTI**

In generale la presenza di metalli nell'ambiente è associata al materiale particellare presente nell'aria atmosferica, sotto forma di metallo elementare, sale, ossido od anche sotto forma gassosa (composti metallorganici) che, a sua volta, può risultare assorbita dalle polveri. Molte sono le sorgenti di metalli sia naturali che antropogeniche; tra queste un ruolo importante lo rivestono le combustioni di prodotti petroliferi e di rifiuti.

I metalli pesanti possono essere captati dalle api nell'atmosfera tramite il loro corpo peloso e portati nell'alveare insieme al polline, oppure assunti suggendo il nettare dei fiori, l'acqua di pozzanghere, fossi, fontane e ruscelli o insieme alla melata degli afidi.

#### **Metodologia**

I metalli pesanti possono essere ricercati sia nella matrice ape che nel miele. Le variabili che possono influenzare i risultati sono: gli effetti di dilavamento di pioggia e vento, che possono ripulire l'atmosfera e trasferire i metalli pesanti in altri comparti ambientali e il grande flusso nettario concentrato in alcuni periodi che, a parità di emissione, potrebbe diluire il contaminante. Inoltre la melata degli afidi, come il nettare dei fiori a morfologia aperta, è molto più esposta ai contaminanti rispetto al nettare dei fiori a morfologia chiusa.

La metodologia di riferimento, utilizzata nella conduzione del Biomonitoraggio Ambientale con api e licheni nel Comune di Gualdo Cattaneo effettuata da Eco Tech Srl Engineering & Servizi Ambientali<sup>9</sup>, prevede la collocazione di tre alveari per ogni stazione di monitoraggio, la cattura delle api con cadenza mensile e successivo congelamento a -20° C. Ogni campione, è formato dal prelievo di non meno di 150 api per stazione, ovvero 50 api per alveare.

Per le analisi chimiche sono necessarie 100 api per campione, mentre per le analisi palinologiche ne sono sufficienti 25. A tutte le api impiegate per le analisi chimiche devono essere precedentemente sottratti (con la sola azione meccanica) gli "agglomerati" di polline, presenti sulle loro zampe posteriori; i campioni di polline, così prelevati, forniscono indicazioni più sicure sulle aree di bottinamento.

<sup>7</sup> Porrini C., Sabatini A.G., Girotti S., Fini F., Monaco L., Celli G., Bortolotti L., Ghini S., 2003

<sup>8</sup> Porrini, 1998

<sup>9</sup> [www.ilpianetanaturale.org/immagini/data/Biomonitoraggio\\_Ambientale\\_nel\\_Comune\\_di\\_Gualdo\\_Cattaneo\\_2006.pdf](http://www.ilpianetanaturale.org/immagini/data/Biomonitoraggio_Ambientale_nel_Comune_di_Gualdo_Cattaneo_2006.pdf)

## MONITORAGGIO DEI RADIONUCLIDI

La presenza di radioattività nelle api e nei loro prodotti, fu evidenziata all'inizio degli anni sessanta dallo scienziato Jaroslav Svoboda, con alcuni colleghi, dell'Istituto delle Ricerche in Apicoltura di Libčice vicino a Praga; tale fenomeno venne attribuito ad esperimenti nucleari in corso in quel periodo.

In Italia, precedentemente all'incidente di Chernobyl furono eseguiti monitoraggi rivolti alla ricerca di radioisotopi nelle aree circostanti le centrali nucleari di Trino Vercellese e di Caorso. Vennero effettuate misure radiometriche su campioni di miele, cera, larve e api il cui esito non registrò la presenza di radioattività. Successivamente all'incidente vennero condotti numerosi rilevamenti che hanno dimostrato come l'ape possa funzionare egregiamente per il rilevamento dei radioisotopi. La presenza dei radionuclidi  $^{134}\text{Cs}$  e  $^{137}\text{Cs}$  nei mieli è stata rilevata anche a distanza di qualche anno dall'incidente.

Considerata la rapidità nell'eseguire le misurazioni di spettrometria gamma, la facilità del reperimento dei campioni e i risultati ottenuti, il miele è stato ritenuto un buon indicatore di contaminazione radioattiva<sup>10</sup>.

L'ape, con i prodotti dell'alveare, come bioindicatore della radioattività ambientale, risulta inserita nella "Rassegna di Bioindicatori per la radioattività ambientale" – AGF-T-RAP-99-13 del 31/12/09 redatto dall'ANPA - Centro Tematico Nazionale Agenti Fisici.

### *Metodologia*

La metodologia di cui alla pubblicazione: Pinzauti, Felicioli – Sez. entomologia Agraria Università di Pisa, Metodologia impiegata nei programmi di monitoraggio dei radionuclidi e dei metalli pesanti con alveari<sup>11</sup>, prevede il prelievo, con frequenza stabilita in funzione dell'indagine, di miele ritagliando porzioni di favo su telaini previamente marcati. La marcatura dei telaini si rende necessaria in quanto permette la non sovrapposizione temporale del miele prodotto dalle api. Il campione di miele viene sottoposto oltre che al rilevamento dei radionuclidi mediante la tecnica della Spettrometria Gamma anche ad analisi melissopalinologica, necessaria per evidenziare l'effettiva origine floristica.

## MONITORAGGIO IPA (IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI)

Gli IPA si ritrovano naturalmente nel carbon fossile e nel petrolio, da cui si estraggono per l'impiego nella formulazione di coloranti, plastiche, pesticidi e medicinali.

La loro formazione per cause antropiche avviene invece nel corso di combustioni incomplete o pirolisi dei materiali organici (es. rifiuti urbani, legname, grassi, combustibili fossili e di sintesi, ecc.) in un range di temperature compreso tra i 650°C e i 900°C. Le fonti principali di questo inquinante sono quindi le fornaci industriali, gli inceneritori, gli impianti di riscaldamento e i gas di scarico dei motori a scoppio; in tal senso, gli IPA sono caratteristici dell'inquinamento industriale e urbano.

Questa classe di contaminanti ambientale si trova nell'aria, nel terreno, sulla vegetazione, e nell'acqua. In seguito al fall-out atmosferico, si depositano sulla superficie fogliare delle piante e, o vengono assorbiti dalle cere cuticolari e traslocati all'interno delle piante, oppure rimangono sui fiori e sulle foglie.

Il 70-90% degli IPA nell'aria è associato a particelle di dimensioni respirabili e, in particolare, il 90% del benzo(a)pirene è presente nel particolato atmosferico con diametro inferiore ai 2  $\mu\text{m}$ .

Gli IPA possono espletare i loro effetti tossici legandosi e reagendo con le componenti lipidiche di membrana oppure dare reazioni con macromolecole quali acidi nucleici (DNA ed RNA) e componenti proteiche. Il principale effetto tossico è di provocare cancerogenicità in seguito ad esposizione cronica.

### *Metodologia*

Il metodo di conduzione del monitoraggio descritto nelle seguenti pubblicazioni:

---

<sup>10</sup> Gazzola 2000

<sup>11</sup> - atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale" – Roma 26 e 27 novembre 1998

- “Perugini M., Visciano P., Giacomelli A., Grotta L., Marinelli E., Sabatini A.G., Medrzycki P., Persano Oddo L., De Pace F.M., Belligoli P., Di Serafino G., Amorena M., – Monitorare l’ambiente con le api - 2008<sup>12</sup>”,
- “Amorena M., Visciano P., Giacomelli A., Marinelli E., Sabatini A.G., Medrzycki P., Persano Oddo L., De Pace F.M., Belligoli P., Di Serafino G., Saccares S., Formato G., Langella V., Perugini M., - Monitoraggio dei livelli di idrocarburi policiclici aromatici in api prelevate dall’apicoltura - 2008<sup>13</sup>”,

prevede la collocazione di tre famiglie per stazione ed il prelievo mensile di almeno 80 api bottinatrici vive, al rientro nell’alveare per ogni stazione e 60-100 g di miele fresco con umidità superiore al 18%. Come negli altri casi, contestualmente alle analisi eseguite sulle api e sul miele, è possibile effettuare l’analisi palinologia per la caratterizzazione dei pollini presenti sia sul corpo delle api che nel miele.

## ATTUALE DIFFUSIONE DELLA TECNICA DI UTILIZZO DELLE API COME BIOINDICATORI

### *Apenet*

Come noto, un grave fenomeno di moria di massa ha colpito le api in questi ultimi anni. A partire dal 2007 sono stati diffusi negli Stati Uniti i primi dati ufficiali; il fenomeno, ha in seguito coinvolto, Europa, India, Brasile, Canada, Nuova Zelanda.

Le cause ipotizzate sono molteplici: dai mutamenti climatici dovuti all’inquinamento dei gas serra, alle coltivazioni OGM, alle onde elettromagnetiche, ai fitofarmaci utilizzati in agricoltura, allo stress provocato da questo insieme di cose alle famiglie che si indeboliscono di fronte all’attacco dei parassiti (*Varroa Destructor*) e delle comuni malattie.

In seguito a queste vicende, nel nostro paese è stato attuato un progetto di ricerca finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali, denominato “APENET: monitoraggio e ricerca in apicoltura”, condotto da un team di ricercatori coordinati dal CRA-API, Consiglio per la Ricerca e la Sperimentazione in Agricoltura Unità di Ricerca sull’Apicoltura e la Bachicoltura.

Nell’ambito di tale progetto, che ha avuto durata triennale, è stata creata una rete di monitoraggio nazionale costituita da moduli regionali di rilevamento (1 modulo =5 apiari di 10 alveari ciascuno per un totale di 1350 alveari) con l’effettuazione di periodici controlli e prelievi di campioni di varie matrici apistiche (api morte, api vive, covata, miele, cera, polline) da sottoporre alle analisi di laboratorio.

L’obiettivo è stato quello di organizzare un sistema di segnalazioni relativo a fenomeni di spopolamento o di mortalità e di indagare sull’interazione di più fattori che determinano il collasso delle famiglie. In particolare sono stati studiati gli effetti di antiparassitari neurotossici quali neonicotinoidi (imidacloprid, thiamethoxam, clothianidin) e fenilpirazoli (fipronil) sulle api, utilizzati per la concia delle sementi di mais, nonché l’influenza di fattori ambientali, la diffusione delle patologie e il sistema immunitario dell’insetto.

I risultati della ricerca dimostrano la presenza di effetti sinergici e di interazioni tra le diverse sollecitazioni cui l’alveare è sottoposto; la resistenza degli insetti viene pesantemente condizionata da diversi agenti di stress come la presenza di pesticidi, i cambiamenti climatici e altri fenomeni che interferendo con il sistema immunitario dell’ape possono facilitare la diffusione di patologie portando alla morte della colonia.

In particolare è stato evidenziato l’effetto negativo che le molecole neurotossiche oggetto di studio, utilizzate in agricoltura possono avere sulle api e conseguentemente sugli altri insetti impollinatori, con importante perdita di biodiversità. Tali conseguenze denotano la necessità di rivedere l’intero sistema agricolo.

In Italia nel 2008 è stata emessa la prima sospensione dell’utilizzo dei neonicotinoidi per la concia del mais, con successivi rinnovi sino al vigente divieto con scadenza il 30/6/12. Limitare l’utilizzo della chimica in virtù di un’agricoltura sostenibile che possa soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni, potrebbe rappresentare la risposta a quanto segnalato dalle api.

<sup>12</sup> Apitalia 11/2008: 11-15

<sup>13</sup> Atti del LXII convegno nazionale SISVET, 24-26 settembre 2008, San Benedetto del Tronto, 313-314

Oggi l'attività di monitoraggio viene portata avanti con un nuovo progetto denominato "BEENET", che oltre agli Enti già interessati dal progetto Apenet, vede coinvolte altre istituzioni tra cui le Regioni (Assessorati all'Agricoltura e alla Sanità) e il Ministero della Salute. L'obiettivo è quello di incrementare e stabilizzare la rete di monitoraggio, passando da 1350 a 3750 alveari, sviluppare e potenziare il sistema delle segnalazioni e mettere a punto un sistema informatico di rilevazione dati e diffusione dei risultati.

## UTILIZZO DELLA TECNICA DI BIOMONITORAGGIO CON LE API DA PARTE DELLE AGENZIE REGIONALI PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE

L'effettuazione di monitoraggi ambientali ricorrendo all'utilizzo dei licheni e dei macroinvertebrati da parte delle ARPA è prassi consolidata ormai da anni mentre la tecnica di biomonitoraggio con l'ausilio delle api non viene quasi utilizzata.

Tuttavia, è di una certa rilevanza lo studio<sup>14</sup> ambientale (II fase 2003-2006), riguardante l'area industriale urbana "Coriano" nel Comune di Forlì, effettuato da ARPA Emilia Romagna in collaborazione con l'Università degli Studi di Bologna, l'Istituto Superiore di Sanità, il Centro Nazionale delle Ricerche e l'Istituto Nazionale di Apicoltura, realizzato utilizzando diversi strumenti di indagine quali il monitoraggio strumentale, il biomonitoraggio, modelli predittivi di diffusione degli inquinanti e di ripartizione e metodi di valutazione mediante analisi statistica multivariata.

Le attività di monitoraggio si sono concentrate sugli inquinanti aventi maggiore impatto igienico-sanitario e maggiore persistenza ambientale. Sono stati presi in considerazione i metalli pesanti, gli Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA), le Policlorodibenzodiossine (PCDD) i Policlorodibenzofurani (PCDF) e i Policlorobifenili (PCB), polveri PM10 e PM2,5.

In particolare le api sono state utilizzate per la ricerca del benzo[a]pirene, effettuando prelievi di api bottinatrici vive e di miele "giovane", (miele in fase di elaborazione terminale da parte delle api con umidità superiore al 18%).

Questo studio rappresenta un bel esempio di integrazione delle tecniche di monitoraggio strumentale, con il biomonitoraggio, basato sull'impiego di organismi viventi "sensibili" quali api e licheni, in grado di fungere da "indicatori" del degrado della qualità ambientale dovuto all'inquinamento.

### *Monitoraggio integrato*

Oggi, la tecnica più diffusa per monitorare, l'inquinamento atmosferico consiste nell'utilizzo delle centraline elettroniche che rilevano le concentrazioni degli inquinanti misurate analiticamente, staticamente e in modo puntiforme sul territorio e nel tempo.

In questo modo viene evidenziato l'inquinamento ambientale presente nell'aria in un dato punto, mentre risulta difficile ipotizzare quanto dell'inquinamento rilevato nell'aria sarà bio-disponibile in un organismo vivente. L'ape permette di capire quanto della contaminazione presente in un ambiente passa in un organismo vivente. Questi insetti forniscono un'informazione estremamente importante per gli effetti dei contaminanti nei confronti degli esseri viventi che altri sistemi di controllo ambientale basati su campionamenti puntiformi con strumentazione specifica, non sono in grado di dare: la biodisponibilità.

Le api frequentando tutti i comparti ambientali (suolo, aria, acqua, vegetazione), possono dare informazioni in merito all'inquinamento globale del territorio in studio ma anche informazioni sull'effetto sinergico delle diverse sostanze presenti nell'ambiente.

L'indicazione sulla biodisponibilità di un contaminante presente in un determinato ambiente che un bioindicatore è in grado di fornire, è un paradigma della quantità che un organismo vivente può assimilare rispetto a quello totale.

Le informazioni derivanti dalle api sono di estremo interesse e andrebbero approfondite; bisogna in ogni caso tener presente che per ottenere dati il più possibile vicini alla realtà, il monitoraggio deve essere condotto in modo che i sistemi chimico-fisici siano INTEGRATI con quelli biologici. La valutazione delle quantità di inquinanti presenti in un determinato ambiente può essere insufficiente a stabilire il loro reale pericolo. L'utilizzo delle due tecniche (il biomonitoraggio

<sup>14</sup> [http://www.provincia.fc.it/pianoaria/index.asp?m1\\_cod=33&m2\\_cod=127&a=1&w\\_tipo=D](http://www.provincia.fc.it/pianoaria/index.asp?m1_cod=33&m2_cod=127&a=1&w_tipo=D)

e il monitoraggio con le centraline) mostra due aspetti diversi dello stesso problema, uno sintetico e l'altro analitico, mettendo in evidenza un quadro più completo della salute ambientale.

La finalità dell'applicazione della tecnica di biomonitoraggio con le api da parte delle Agenzie Regionali per Protezione dell'Ambiente dovrebbe essere quella di integrare le indagini analitiche con la valutazione degli effetti prodotti dalle modificazioni ambientali sugli organismi viventi.

Le Arpa, effettuando controlli ambientali sulle attività produttive, monitoraggi di tipo strumentale, biomonitoraggi con licheni e macroinvertebrati, dispongono già di numerose informazioni inerenti lo stato dell'ambiente e le pressioni antropiche sul territorio, l'ulteriore integrazione con dati forniti dalle api, potrebbe contribuire ad elevare la qualità della ricerca, realizzando monitoraggi ambientali maggiormente rappresentativi.

## Bibliografia

ANPA - Centro Tematico Nazionale Agenti Fisici, *Rassegna di Bioindicatori per la radioattività ambientale* 2009 AGF-T-RAP-99-13 del 31

Amorena M., Visciano P., Giacomelli A., Marinelli E., Sabatini A.G., Medrzycki P., Persano Oddo L., De Pace F.M., Belligoli P., Di Serafini G., Saccares S., Formato G., Langella V., Perugini M. - *Monitoraggio dei livelli di idrocarburi policiclici aromatici in api prelevate dall'apicoltura*. Atti del LXII convegno nazionale SISVET, 24-26 settembre 2008, San Benedetto del Tronto, 313-314.

Celli G. - *L'ape come insetto test della salute di un territorio*. Atti XIII Congr. Naz., 1983, Sestriere, Torino:637-644

Celli G., Porrini C. - *L'ape, un efficace bioindicatore dei pesticidi*. Le Scienze n° 274, 6/1991:42-54.

Eco Tech Srl Engineering & Servizi Ambientali, *Biomonitoraggio Ambientale con api e licheni nel Comune di Gualdo Cattaneo – seconda indagine - ricerca di tredici inquinanti nell'area della Centrale Elettrica*, <<http://www.ilpianetanaturale.org/documenti/>>, agg. 2012

Gazziola F. Dipartimento di Biologia applicata alla Difesa delle Piante Università di Udine, *L'utilizzo dell'ape nel biomonitoraggio* <<http://www.ersa.fvg.it/informativa/notiziario-ersa/anno/2000/5/700.pdf>>, agg. 2012

Ghini S. - Università di Bologna Istituto di Chimica, *Il ruolo dell'ape nel monitoraggio ambientale* <<http://icozzano.scuole.bo.it/api/monitoraggio/monipestapi.htm>>, 2003, agg. 2012

Lodesani M. et al., *Relazione sull'attività svolta e sui risultati ottenuti nell'ambito del progetto Apenet per la tematica "Effetti del mais conciato sulle api", anno 2011 aggiornata al 6/10/11*, <<http://www.reterurale.it/apenet>>, agg. 2012

Morselli L., Ragazzi C. et al., *Studio ambientale e territoriale area industriale urbana "Coriano" del Comune di Forlì-II Fase*, <[http://www.provincia.fc.it/pianoaria/index.asp?m1\\_cod=33&m2\\_cod=127&a=1&w\\_tipo=D](http://www.provincia.fc.it/pianoaria/index.asp?m1_cod=33&m2_cod=127&a=1&w_tipo=D)>, agg. 22 febbraio 2007,

Palmieri N. - *Biomonitoraggio con le api un importante termometro della salute ambientale*, il Gruspigno, n°1 anno2, p. 6 <<http://www.ilpianetanaturale.org/documenti/>>, agg. 2012

Perugini M., Visciano P., Giacomelli A., Grotta L., Marinelli E., Sabatini A.G., Medrzycki P., Persano Oddo L., De Pace F.M., Belligoli P., Di Serafino G., Amorena M. - *Monitorare l'ambiente con le api*. Apitalia 11/2008

Pinzauti, Felicioli - Sez. entomologia Agraria Università di Pisa, *Metodologia impiegata nei programmi di monitoraggio dei radionuclidi e dei metalli pesanti con alveari* - atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale" - Roma 26 e 27 novembre 1998.

Porrini C., Sabatini A.G., Girotti S., Fini F., Monaco L., Celli G., Bortolotti L., Ghini S., 2003 - *The death of honey bees and environmental pollution by pesticides: the honey bees as biological indicator*. Bulletin of Insectology 56 (1), 2003: 147-152.

Porrini C., Sabatini A.G., Girotti S., Ghini S., Medrzycki P., Grillenzoni P., Bortolotti L., Gattavecchia E., Celli G. - *Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination*. Apiacta 38, 2003:63-70.

Porrini C., Monaco L., Medrzycki P. - *Rilevamento della mortalità di Apis mellifera L. (Hymenoptera apidae) nel monitoraggio dei pesticidi: strutture a confronto e prospettive*. Boll. Ist. Ent. Univ. Bologna, 54,2000:101-112.

Porrini C. - DiSTA, *Le api come bioindicatori dell'inquinamento ambientale* <<http://www.entom.unibo.it>>, 2000, agg. Dic/2009

Porrini C. - DiSTA, *Metodologia impiegata nei programmi di monitoraggio dei pesticidi con le api* - atti del Workshop "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale" - Roma 26 e 27 novembre 1998.