

COLLANA DI MONOGRAFIE

VETERINARIA
RIVISTA DI
SANTA PUBBLICA
VETERINARIA ITALIANA



Guida alla gestione integrata dei roditori sinantropici **Mus domesticus, Rattus norvegicus, Rattus rattus**

31

*Filomena Iannino, Stefano Palminteri, Enzo Ruggieri, Stefania Salucci, Nicola D'Alessio,
Guglielmo Pampiglione, Maria Luisa Danzetta, Fabio Bellucci, Dino Scaravelli*

Guida alla gestione integrata dei roditori sinantropici **Mus domesticus, Rattus norvegicus, Rattus rattus**

*Filomena Iannino, Stefano Palminteri, Enzo Ruggieri, Stefania Salucci,
Nicola D'Alessio, Guglielmo Pampiglione, Maria Luisa Danzetta,
Fabio Bellucci, Dino Scaravelli*



Joris Hoefnagel
(Anversa, 1542 - Vienna, 9 settembre 1600)
Two Mice, Due topi, 1594
Gouache su pergamena, cm 12,3 x 8,9
Rijksmuseum, Amsterdam

Si ringrazia il Rijksmuseum di Amsterdam
per l'immagine di copertina.
www.rijksmuseum.nl



Questa rivista
è nata nel 1950 con il
nome di Croce Azzurra.
Dal 1954 si chiamerà
Veterinaria Italiana.

Comitato direttivo

Silvio Borrello, Nicola D'Alterio, Antonia Ricci

Direttore responsabile

Giovanni Savini

Segreteria di redazione

Monica Bucciarelli, Laura Ambrogi

Amministrazione

Istituto Zooprofilattico Sperimentale
dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale"
Campo Boario, 64100 Teramo, Italia

Progetto grafico e impaginazione

Paola Di Giuseppe

www.veterinariaitaliana.izs.it/index.php/VetIt

Guida alla gestione integrata dei roditori sinantropici
Mus domesticus, *Rattus norvegicus*, *Rattus rattus*/
Filomena Iannino¹, Stefano Palminteri², Enzo Ruggieri¹,
Stefania Salucci¹, Nicola D'Alessio³,
Guglielmo Pampiglione⁴, Maria Luisa Danzetta¹,
Fabio Bellucci¹, Dino Scaravelli⁵ - [Teramo]:
Istituto Zooprofilattico Sperimentale
dell'Abruzzo e del Molise "G. Caporale", ©2023.
27 pp. (Collana di Monografie; 31).

¹Istituto Zooprofilattico Sperimentale dell'Abruzzo e del Molise
"G. Caporale"

²Regione Emilia-Romagna

³Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Mezzogiorno

⁴Libero professionista

⁵Università di Bologna

*fiannino@izs.it

ISBN 9788893650236

izs /
ISTITUTO
ZOOPROFILATTICO
SPERIMENTALE
DELL'ABRUZZO
E DEL MOLISE
"G. CAPORALE"
T E R A M O

Campo Boario, 64100 TERAMO, Italia
telefono +39 0861 3321, fax +39 0861 332251 - www.izs.it

Introduzione	5
Roditori comuni in Italia	6
Generi	7
<i>Genere Apodemus</i>	7
<i>Genere Arvicola</i>	7
<i>Genere Microtus</i>	7
<i>Genere Myodes</i>	7
<i>Genere Mus</i>	7
Specie sinantropiche	8
<i>Mus domesticus</i>	8
Localizzazione geografica e habitat	8
Caratteristiche morfologiche	8
Alimentazione	8
Ciclo biologico	9
Comportamento, attitudini, abilità speciali	9
<i>Rattus norvegicus</i>	9
Localizzazione geografica e habitat	9
Caratteristiche morfologiche	10
Alimentazione	10
Ciclo biologico	10
Comportamento, attitudini, abilità speciali	10
<i>Rattus rattus</i>	11
Localizzazione geografica e habitat	11
Caratteristiche morfologiche	11
Alimentazione	11
Ciclo biologico	11
Comportamento, attitudini, abilità speciali	11
Gestione integrata dei roditori sinantropici (IPM-Integrated Pest Management)	12
Prevenzione e programmazione	12
Monitoraggio	13
Intervento e verifica	15
Rodenticidi anticoagulanti	15
Colecalciferolo	16
Utilizzo delle esche rodenticide	16
Normativa biocidi rodenticidi	16
Norme UE	16
Riferimenti normativi UE	19
Norme Italia	20
Riferimenti normativi Italia	21
Mezzi fisici	21
Trappole	21
Ultrasuoni	22
Nuove linee di ricerca	22
Bibliografia	23

Introduzione

I roditori sono presenti in tutto il mondo, con la sola eccezione del continente Antartico e occupano una grande varietà di nicchie ecologiche. Esistono 2.552 specie e un numero ridotto di esse, dette sinantropiche, condivide gli spazi di vita dell'uomo, grazie alla disponibilità di cibo e di ricoveri.

Nella guida saranno presi in considerazione i roditori sinantropici considerati nocivi (conosciuti quindi come *pest species*), presenti anche nelle aree urbane e periurbane italiane (*Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* e *Mus domesticus*). Un breve cenno sarà fatto ad altri piccoli roditori diffusi in Italia appartenenti alla superfamiglia Muroidea, al fine di rendere possibile una veloce identificazione e differenziazione dai primi.

Tra le particolarità comuni a tutti i roditori, la dentatura rappresenta uno degli aspetti peculiari. Tra le caratteristiche principali vi sono:

- l'assenza dei canini e di alcuni denti iugali, con diastema tra incisivi e molari, che consente di serrare le labbra dietro gli incisivi durante il rosicchiamento di materiali non commestibili;
- la presenza di due paia di incisivi, uno per arcata. Ciò li differenzia dai Lagomorfi, che presentano due paia di incisivi nell'arcata superiore e un paio in quella inferiore;
- la crescita continua degli incisivi, che si protrae per tutta la vita e che determina la necessità di eroderne continuamente il profilo tramite il rosicchiamento in modo da conservarne la corretta funzionalità.

Altre caratteristiche distintive sono:

- presenza di masseteri superficiali ed esterni particolarmente sviluppati;
- odorato molto sensibile che consente loro di individuare le fonti di cibo a notevoli distanze, di individuare la presenza di urina dei predatori e di captare i feromoni che regolano le relazioni intraspecifiche;
- udito che permette di cogliere ultrasuoni (vedi capitolo Mezzi fisici);
- presenza di vibrisse e peli tattili molto sensibili che favoriscono il comportamento tigmotattico (la tendenza a muoversi sempre a diretto contatto con gli oggetti);
- senso del gusto molto sviluppato.

I roditori sinantropici hanno il più alto tasso di mutazioni tra i Mammiferi e ciò, associato ad una attitudine riproduttiva molto alta, caratterizzata da un elevato numero di nati per anno, può portare ad un veloce adattamento a nuove condizioni.

Tali caratteristiche, associate alle capacità adattative, permettono ai roditori sinantropici una diffusione molto estesa negli ambienti utilizzati dall'uomo. La loro presenza può essere causa di gravi problemi, tra i quali danni a edifici e strutture, imbrattamenti fecali, contaminazione di alimenti, riduzione di riserve di cibo, ecc. Frequenti sono i danni dovuti al rosicchiamento della guaina isolante esterna dei fili elettrici che possono causare cortocircuiti e incendi. A ciò si aggiungano i rischi sanitari rappresentati dalla possibilità di trasmissione di malattie infettive, e le enormi spese sostenute dalle amministrazioni e dai privati per il controllo di queste popolazioni.

Roditori comuni in Italia

Nella Tabella 1 sono riportate le specie di roditori presenti in Italia che per dimensioni e aspetto possono essere confuse, da persone non esperte, con i roditori sinantropici. La di-

stinzione tra le specie richiede elevati livelli di competenza e il ricorso ad esperti è indispensabile quando si programmano interventi mirati.

Tabella 1. Piccoli Roditori italiani (da Spagnesi & De Marinis 2002 e Loy *et al.* 2019).

Famiglia	Nome scientifico	Nome comune	Distribuzione geografica
Muridae	<i>Apodemus agrarius</i>	Topo selvatico dorso striato	Italia del Nord Est, Lombardia
	<i>Apodemus alpicola</i>	Topo selvatico alpino	Localizzato nelle Alpi
	<i>Apodemus flavicollis</i>	Topo selvatico dal collo giallo	Presente in tutta la penisola e assente nelle isole
	<i>Apodemus sylvaticus</i>	Topo selvatico	Presente in tutta la penisola e nelle isole
	<i>Micromys minutus</i>	Topolino delle risaie	Italia settentrionale, Toscana e Umbria
	<i>Mus domesticus</i>	Topolino domestico	Presente in tutta la penisola e nelle isole
	<i>Rattus norvegicus</i>	Ratto delle chiaviche	Presente in tutta la penisola e nelle isole
	<i>Rattus rattus</i>	Ratto dei tetti	Presente in tutta la penisola e nelle isole
Cricetidae	<i>Arvicola amphibius</i>	Arvicola d'acqua	Italia nord-orientale
	<i>Arvicola italicus</i>	Arvicola d'acqua italiana	Italia continentale e peninsulare
	<i>Chionomys nivalis</i>	Arvicola delle nevi	Alpi e Appennino settentrionale e centrale
	<i>Microtus arvalis</i>	Arvicola campestre	Trentino-Alto Adige, Friuli Venezia-Giulia, Veneto, Lombardia, Emilia-Romagna
	<i>Microtus brachycercus</i>	Arvicola bruza	Calabria, Basilicata, Puglia Molise, Abruzzo, Campania (?)
	<i>Microtus leverniedii</i>	Arvicola agreste	Italia settentrionale
	<i>Microtus liechtensteini</i>	Arvicola del Liechtenstein	Italia Nord orientale
	<i>Microtus nebrodensis</i>	Arvicola dei Nebrodi	Sicilia
	<i>Microtus multiplex</i>	Arvicola di Fatio	Zone alpine e Appennino centrosettentrionale
	<i>Microtus savii</i>	Arvicola di Savi	Italia settentrionale e centrale
	<i>Microtus subterraneus</i>	Arvicola sotterranea	Zone alpine
	<i>Myodes glareolus</i>	Arvicola rossastra	Presente in tutta la penisola, assente nelle isole
	Gliridae	<i>Dryomys aspromontis</i>	Driomio della Calabria
<i>Dryomys nitedula</i>		Driomio	Alpi nord-orientali
<i>Eliomys quercinus</i>		Quercino	Presente in tutta la penisola, Sicilia, Sardegna e Lipari
<i>Glis glis</i>		Ghiro	Presente in tutta la penisola, Sicilia, Sardegna e Salina
<i>Muscardinus avellanarius</i>		Moscardino	Presente in tutta la penisola e in Sicilia, assente in Sardegna e nelle isole minori

Generi

Di seguito si descrivono, molto brevemente, i Generi di piccoli Roditori presenti in Italia, mentre le specie *Rattus rattus*, *Rattus norvegicus* e *Mus domesticus* sono trattate in singoli paragrafi.

Genere *Apodemus*

Tra le specie più comuni del genere *Apodemus* vi sono *Apodemus flavicollis* (presente in tutta la penisola e assente nelle isole) e *Apodemus sylvaticus* (presente in tutta la penisola, Sicilia, Sardegna e alcune isole minori).

Entrambe occupano una grande varietà di habitat come boschi, foreste, praterie, terreni colti e incolti.

La parte dorsale della pelliccia è di colore bruno rossiccio e le due specie sono distinguibili per la presenza, in *A. flavicollis*, di una macchia gialla sulla gola che si estende anche sui lati del collo, fino a formare un collare, raramente presente, però, nelle popolazioni meridionali. Inoltre, in *A. flavicollis*, la linea di demarcazione tra il dorso scuro e il ventre bianco candido è generalmente molto netta.

Soprattutto *A. sylvaticus* è facilmente rinvenibile nelle zone periurbane e negli spazi verdi delle città.

Le dimensioni variano da 60 a 150 mm per testa e corpo, e da 70 a 145 mm per la coda.

Genere *Arvicola*

I Roditori del genere *Arvicola* sono ampiamente diffusi in tutta l'Europa.

In Italia il genere *Arvicola* è distribuito in tutta la penisola ma è assente nelle isole. Per le modifiche agli habitat d'elezione (zone periferuali e zone con presenza di acque dolci di buona qualità), entrambe le specie sono in forte rarefazione in gran parte dei loro areali e molto raramente sono state rinvenute nelle aree verdi urbane e nelle zone periurbane.

Il mantello è di colore bruno scuro sul dorso e più chiaro sul ventre.

Le dimensioni variano da 120 a 220 mm per testa e corpo, e da 65 a 125 mm per la coda.

Genere *Microtus*

Al genere *Microtus* appartengono più di 60 specie delle quali almeno 9 presenti in Italia.

Le varie specie si distribuiscono in maniera diversa nella penisola e nelle isole (vedi Tabella 1).

Il nome del genere è dovuto alle orecchie molto piccole.

Il colore del mantello varia dal bruno al giallo chiaro sul dorso, mentre il ventre è di colore grigiastro tendente al bianco. In alcune specie vi è una striscia dorsale nera che si estende dalla nuca a metà della schiena.

Le dimensioni variano da 83 a 178 mm per testa e corpo, da 15 a 98 mm per la coda.

Genere *Myodes*

In Italia il genere *Myodes* è rappresentato da *Myodes glareolus*, presente in quasi tutte le aree boschive sufficientemente estese della penisola.

È assente dalle aree fortemente antropizzate e rinvenibile talvolta nelle zone periurbane.

Il colore del mantello va dal rossastro scuro al giallo chiaro sul dorso e dal grigio al bianco sul ventre.

Le dimensioni variano da 70 a 120 mm per testa e corpo e da 25 a 78 mm per la coda.

Genere *Mus*

Al genere *Mus* appartengono 38 specie.

Le dimensioni variano da 45 a 125 mm per testa e corpo e da 30 a 103 mm per la coda.

Il peso generalmente non supera i 32 g. In Italia è presente *Mus domesticus*, descritto in maniera dettagliata nel paragrafo specifico.

Genere *Rattus*

Il genere *Rattus* comprende 61 specie. Di queste, solo 5 sono considerate sinantropiche:

R. exulans, *R. nitidus*, *R. turkestanicus*, *R. rattus*, *R. norvegicus*. Le prime tre sono presenti soprattutto in Asia centrale e nel sud est asiatico, mentre le ultime 2 sono presenti in buona parte del mondo. Il sinantropismo di *R. rattus* e *R. norvegicus* è particolarmente accentuato e, per questo motivo, tali specie sono state definite da alcuni autori "pest obbligati". Va

tuttavia sottolineato che le più recenti indagini filogenetiche hanno evidenziato che esistono più specie identificate come "*R. rattus*" e pertanto bisognerebbe parlare di "*R. rattus complex*". **Per comodità di esposizione indicheremo semplicemente come "*R. rattus*" la specie più comunemente rinvenibile in Europa.**

Specie sinantropiche

Mus domesticus

Superordine: Glires (Glires)

Ordine: Roditori (Rodentia)

Famiglia: Muridi (Muridae)

Sottofamiglia: Murini (Murinae)

Genere: Topi (*Mus*)

Specie: Topo domestico (*Mus domesticus*)

Sottospecie italiana: *Mus domesticus domesticus*

Localizzazione geografica e habitat

È diffuso nella maggior parte delle aree geografiche in quanto il suo sinantropismo gli permette di usufruire di habitat e microclimi creati dall'Uomo.

In Italia è presente in tutta la penisola e nelle isole.

Si adatta a svariate condizioni. Spesso nidifica nelle case e negli edifici ma, in ambiente mediterraneo, è presente anche nei luoghi aperti, come giardini, parchi e terreni colti e incolti.

Il suo raggio d'azione è di circa 10 metri ma se la sorgente di cibo è vicina e costantemente disponibile, può essere più breve.

Le popolazioni stabili, che vivono in luoghi che offrono costanti disponibilità di cibo, possono raggiungere una densità di 10 esemplari per m². Le popolazioni non sinantropiche, che vivono in spazi aperti, di solito non raggiungono densità superiori a 1 esemplare ogni 100 m².

I nidi nelle abitazioni sono ubicati in zone buie e poco rumorose. Sono solitamente rivestiti di lembi di tessuto, carta, paglia, erba, piume, capelli ecc. e le dimensioni si aggirano intorno ai 10 cm di diametro.

I nidi all'aperto sono spesso rappresentati da piccole tane scavate nel terreno.

Caratteristiche morfologiche

Nell'adulto il peso varia da 20 a 40 g.

La lunghezza testa-corpo varia da 75 a 100 mm e quella della coda va dai 50 ai 100 mm.

L'apparato boccale è fornito di masseteri particolarmente sviluppati e di incisivi affilati che crescono di circa 0,4 mm al giorno. Gli incisivi superiori presentano una intaccatura sul lato esterno del margine tagliente che consente di differenziare il genere *Mus* dal genere *Apodemus*. Questo carattere distintivo, tuttavia, non è visibile in individui con smalto consumato.

La lunghezza delle orecchie va da 12 a 15 mm. La coda è scarsamente coperta di peli.

Le orecchie e le zampe sono glabre.

Il colore del mantello varia dal grigio, al marrone chiaro, al nero.

Appena nato è cieco, sordo e privo di peli, fatta eccezione per le vibrisse.

Alimentazione

Può utilizzare una grande varietà di cibo. I ce-

reali rappresentano l'alimento di elezione ma può nutrirsi anche di alimenti ad alto contenuto lipidico e proteico, come burro, carne, e dolci. Può mordere e masticare anche cibi di particolare durezza quali gusci e bucce.

Può sopravvivere in assenza di acqua libera se il cibo a sua disposizione ne contiene almeno il 15%.

Non può vomitare in seguito all'ingestione di cibo tossico.

Ciclo biologico

Il ciclo estrale delle femmine non mostra alcuna stagionalità quando il cibo è disponibile nella stessa misura per tutto l'anno.

La gestazione dura da 19 a 21 giorni. Le nidiate sono composte da 12-14 nati, con una media di circa 48 nati per femmina all'anno. I piccoli dipendono dalla madre per termoregolazione, alimentazione e stimolo alla defecazione nelle prime 3 settimane. Dal settimo giorno di vita compare il pelo e a 2 settimane gli occhi sono aperti. L'alimentazione solida inizia dal 10° al 17° giorno.

A 3-4 settimane i piccoli iniziano a fare qualche escursione, ma rimangono nel nido materno fino alla pubertà che solitamente arriva tra la 6ª e l'8ª settimana di età e che può protrarsi fino alla 12ª settimana.

Comportamento, attitudini, abilità speciali

M. domesticus è attivo soprattutto di notte, sebbene una parte della sua attività può svolgersi anche di giorno.

La vista è abbastanza sviluppata ma limitata nella percezione dei colori. Non percepisce il colore rosso ma percepisce la luce ultravioletta, condizione che gli permette di vedere alcuni semi e larve anche al buio.

Le vibrisse e i peli tattili sparsi sul corpo consentono di rilevare ostacoli e barriere anche in assenza di luce.

L'olfatto, ben sviluppato, è fondamentale per trovare il cibo, conoscere nuovi individui e ricercare il partner.

L'udito, particolarmente sviluppato, è caratterizzato dalla capacità di rilevare uno spettro di frequenze che va da 80 Hz a 100 kHz, quindi

ben oltre la capacità umana. Gli ultrasuoni in particolare sono utilizzati dai piccoli quando sono stressati, hanno freddo e per attirare l'attenzione della madre.

È un ottimo saltatore, potendo superare i 30,5 cm nel salto e potendosi lanciare da altezze di oltre 2,5 metri.

Può correre con facilità lungo fili e funi e passare attraverso fessure strette 6 mm.

Può correre per superfici verticali non lisce (pareti in legno e mattoni, travi metalliche, tubi, lamiere, reti metalliche e cavi).

Al contrario dei ratti non è neofobo. Esplora oggetti sconosciuti senza diffidenza, assaggia qualsiasi cibo, entra facilmente in trappole catturanti o collanti.

L'organizzazione sociale è caratterizzata da gruppi costituiti da un maschio dominante, da un numero di femmine che va da due a cinque, da maschi subordinati fino a un numero di tre e da numerosi giovani. A causa del grande potenziale riproduttivo, un gran numero di individui si disperde periodicamente alla ricerca di nuovi territori.

Tende a ripercorrere sempre lo stesso tragitto. È un abile nuotatore ma, al contrario dei ratti, solitamente non nuota sotto la superficie.

Le urine sono utilizzate per marcare il territorio.

Rattus norvegicus

Superordine: Glires (Glires)

Ordine: Roditori (Rodentia)

Famiglia: Muridi (Muridae)

Sottofamiglia: Murini (Murinae)

Genere: Ratti (*Rattus*)

Specie: Ratto norvegese o surmolotto o pantegana (*R. norvegicus*)

Localizzazione geografica e habitat

È ampiamente distribuito in buona parte del mondo anche se trova la sua condizione climatica ottimale nelle zone temperate.

In Italia è presente in tutta la penisola e nelle isole.

Abita prevalentemente le aree urbane ma può essere segnalato anche in aree rurali.

È presente soprattutto nei luoghi prossimi a corsi d'acqua (stagni, fiumi, fogne), nel-

le discariche, nelle stalle, nei silos, ovunque sia presente cibo incustodito (sia preparato dall'uomo sia in forma di deposito o rifiuto) e ovunque vi siano materiali ammassati in condizione di scarsa igiene e inadeguato smaltimento dei rifiuti.

Solitamente il suo raggio d'azione va da 25 a 150 m, in relazione alla distanza dalla fonte di cibo, e può aumentare considerevolmente nei periodi riproduttivi quando il maschio è alla ricerca della femmina in estro.

Rattus norvegicus scava buchi nel terreno, gallerie nei cumuli di spazzatura e sotto le pile di travi di legno od occupa ripari naturali esistenti ai piani inferiori degli edifici. Le tane abitate sono riconoscibili per l'entrata libera da ogni ingombro mentre quelle abbandonate possono presentarsi con l'ingresso ostruito o parzialmente ostruito da ragnatele, foglie e altro materiale.

La presenza della prole è testimoniata da materiale soffice, carta, stoffa, gommapiuma, saldamente avvolto a proteggere i piccoli.

Caratteristiche morfologiche

Nell'adulto il peso va dai 200 ai 510 grammi. La lunghezza testa-corpo va da 300 a 500 mm e quella della coda va da 150 a 250 mm non superando l'85% della lunghezza del corpo. Gli incisivi, particolarmente forti e di colore giallastro per la presenza di ferro, crescono per tutta la vita e ciò induce questa specie, come altre specie di roditori, al continuo rosicchiamento, finalizzato al mantenimento di una adeguata lunghezza dei denti.

La lunghezza delle orecchie, notevolmente più piccole rispetto a quelle di *R. rattus*, va da 14 a 22 mm.

Gli occhi presentano esoftalmo fisiologico.

Orecchie, zampe e coda sono glabre.

Il colore della parte dorsale del mantello è grigio più o meno scuro, mentre la parte ventrale di solito è più chiara.

Appena nato è cieco, sordo e completamente privo di peli, fatta eccezione per le vibrisse.

Alimentazione

Rattus norvegicus è onnivoro, ma la sua dieta ottimale richiede una elevata concentrazione

di proteine. I cibi di cui più frequentemente si nutre sono rappresentati da uova, noci, frutta, carogne, avanzi di cibo umano, ma preda anche piccoli vertebrati. Grazie alle sue abilità di nuotatore può cibarsi anche di piccoli pesci.

Ciclo biologico

In condizioni di costante presenza di cibo, il ciclo estrale è continuo, senza alcuna stagionalità.

La gestazione dura circa tre settimane.

Si possono avere fino a 5 parti all'anno e il numero dei piccoli può variare da 4 a 8. Il numero di nidiate e il numero di nati per nidiate aumenta all'aumentare delle risorse alimentari. In uno stesso nido possono trovarsi più nidiate appartenenti a femmine diverse.

Le femmine appartenenti allo stesso gruppo possono presentare estri sincronizzati che hanno come conseguenza periodici exploit della popolazione. Il sincronismo delle nascite aumenta la possibilità di sopravvivenza dei nuovi nati sia per la presenza di più femmine implicate nelle cure parentali sia per la riduzione della competizione tra neonati di età e dimensioni differenti.

I piccoli diventano indipendenti dalla madre dopo circa 3 settimane quando i sensi della vista e dell'udito sono completamente sviluppati e possono accoppiarsi già alla sesta settimana di vita.

Nelle aree urbane l'accrescimento corporeo e la maturità sessuale sono più rapidi a causa della costante abbondanza di risorse alimentari.

Comportamento, attitudini, abilità speciali

È attivo soprattutto di notte e al tramonto.

Come altri roditori notturni ha udito, tatto e olfatto ben sviluppati.

È in grado di percepire la luce ultravioletta e quindi è dotato di una buona capacità di visione notturna.

Le vibrisse e i peli tattili sparsi sul corpo gli consentono di rilevare ostacoli e barriere anche in assenza di luce. L'olfatto gli consente di trovare acqua e cibo, di cercare il partner, di distinguere tra individui familiari ed estranei.

Può emettere segnali vocali percepibili anche dall'uomo.

È meno agile di *R. rattus* e ha minori abilità nell'arrampicarsi e nel percorrere funi o cavi.

È neofobico quindi evita qualsiasi situazione e qualsiasi cibo sconosciuti e ciò può rappresentare un grave ostacolo per le strategie di controllo.

L'olfatto è ben sviluppato ed è utilizzato per riconoscere le femmine in estro, lo stato sociale degli altri maschi e gli individui della propria cerchia di parentela.

È organizzato socialmente in gruppi che vanno dai 5 ai 20 individui. Ogni gruppo difende il proprio territorio e all'interno i maschi sono organizzati secondo una precisa scala gerarchica che in linea di massima tiene conto dell'età.

Rattus rattus

Superordine: Glires (Glires)

Ordine: Roditori (Rodentia)

Famiglia: Muridi (Muridae)

Sottofamiglia: Murini (Murinae)

Genere: Ratti (*Rattus*)

Specie: Ratto dei tetti o ratto nero o ratto delle navi (*R. rattus*)

Localizzazione geografica e habitat

È tra le specie più diffuse al mondo ed è particolarmente presente nelle zone subtropicali e tropicali

In Italia *R. rattus* è diffuso in tutta la penisola e nelle isole.

I nidi hanno forma variabile e possono essere costruiti su piccole piattaforme sugli alberi, nei fienili o tra i cespugli. Negli edifici le tane si collocano spesso nei locali alti quali attici e sottotetti dove possono occupare intercapedini varie e anche mobili.

I nidi sugli alberi possono trovarsi anche a 15 metri di altezza.

Caratteristiche morfologiche

Nell'adulto il peso può variare da 140 a 280 gr. La lunghezza testa-corpo varia da 13,4 a 20,7 cm. La coda supera la lunghezza del cor-

po di circa tre centimetri e in generale è più lunga del corpo del 16%.

La lunghezza delle orecchie va dai 19 ai 26 mm, proporzionalmente molto più grandi di quelle di *R. norvegicus*.

Gli occhi hanno un esoftalmo fisiologico.

Esistono alcune varietà di colore (da alcuni AA ritenute distinte sottospecie), ognuna prevalente in diverse aree geografiche, con colore del mantello che può variare dal nero al marrone e solitamente più chiaro o bianco nella parte ventrale.

Le zampe sono scarsamente pelose dorsalmente e glabre ventralmente. Quelle anteriori hanno 4 dita, le posteriori 5. La forma delle dita artigliate è fondamentale per le arrampicate.

Alimentazione

È onnivoro ma la sua dieta è prevalentemente vegetariana. Si alimenta di piante, semi, frutti, invertebrati, piccoli vertebrati e funghi.

Ciclo biologico

In condizioni di costante presenza di cibo, il ciclo estrale è continuo, senza alcuna stagionalità.

La gestazione dura circa tre settimane.

Si possono avere fino a 5 parti all'anno per femmina con un numero di nati che può variare da 4 a 8. Il numero di nidiate e il numero di nati per nidiate aumenta all'aumentare delle risorse alimentari.

Le femmine appartenenti allo stesso gruppo possono presentare estri sincronizzati che hanno come conseguenza periodici exploit della popolazione.

Nelle aree urbane l'accrescimento corporeo e la maturità sessuale sono più rapidi a causa della costante abbondanza di risorse alimentari.

Comportamento, attitudini, abilità speciali

R. rattus è attivo soprattutto di notte.

Come altri roditori notturni ha udito, tatto e olfatto ben sviluppati.

Gli occhi sono specializzati per la visione notturna e in grado di percepire la luce ultravioletta.

Le vibrisse e i peli tattili sparsi sul corpo gli

consentono di rilevare ostacoli e barriere anche in assenza di luce. L'olfatto gli consente di trovare acqua e cibo, di cercare il partner, di distinguere tra individui familiari ed estranei. È un ottimo arrampicatore, percorre con fa-

cilità anche cavi e funi e per questo motivo spesso occupa le zone alte degli edifici e della vegetazione.

È solitamente organizzato in colonie suddivise in sottogruppi.

Gestione integrata dei roditori sinantropici (IPM-Integrated Pest Management)

Nel 20° secolo l'uso dei biocidi rodenticidi ha rappresentato il metodo di lotta prevalente per il controllo delle popolazioni dei roditori sinantropici. A partire dagli anni ottanta, tuttavia, ha preso piede un nuovo approccio olistico nelle strategie di controllo degli animali nocivi, basato su conoscenze biologiche, ambientali, fisiche e chimiche e finalizzato a una maggiore sostenibilità ambientale, a una maggiore efficacia e ad una riduzione dell'uso dei biocidi. Tale approccio ha preso il nome di "gestione integrata degli animali nocivi" solitamente indicato come IPM (*Integrated Pest Management*). La conoscenza delle caratteristiche biologiche dei roditori sinantropici, con particolare riferimento alle necessità alimentari, etologiche, ambientali e riproduttive, consente di intervenire con vari strumenti e in fasi diverse della vita di questi animali, potenziando l'efficacia dei metodi di lotta.

I piani di intervento nei programmi IPM si basano su tutti gli strumenti a disposizione per il controllo dei roditori (interventi strutturali, mezzi fisici, rimozione di materiali, uso razionale di biocidi ed educazione).

I programmi di gestione integrata prevedono almeno 5 fasi: prevenzione, programmazione, monitoraggio, intervento, verifica.

Prevenzione e programmazione

La prevenzione si basa su interventi strutturali, su una corretta igiene ambientale, sull'educazione e sulla formazione.

La valutazione ispettiva degli interventi preventivi riguarda sia gli ambienti esterni che interni.

Gli interventi strutturali dovrebbero essere attuati in forma preventiva al fine di evitare le infestazioni negli edifici, ma devono anche accompagnare ogni intervento di disinfestazione. Essi consistono principalmente nell'identificazione e nella risoluzione delle discontinuità delle strutture (soprattutto degli infissi, delle porte e delle mura perimetrali) che possono costituire punti di accesso per i roditori. La presenza di fessure nell'edificio o nelle zone di contatto tra cemento e terreno, possono essere utilizzate dai roditori come nidi.

Anche i tetti devono essere ispezionati in considerazione del fatto che gli ingressi possono avvenire dall'alto, tramite delle discontinuità. *R. rattus* si arrampica facilmente lungo le pareti scabre e, una volta raggiunto il tetto, può perforare le guaine impermeabilizzanti, causando infiltrazioni di acqua.

Nelle aree esterne particolare attenzione dovrà essere data alla eventuale presenza di erba alta, accumuli di oggetti, mobili o spazzatura che rappresentano siti di rifugio e fonti attrattive.

Nelle aree interne bisogna intervenire sulle zone ove sia possibile localizzare i nidi e sui percorsi agevolanti la presenza dei roditori, sigillando fessure e intercapedini.

Gli interventi educativi e formativi devono basarsi sulla diffusione dei comportamenti preventivi corretti e possono essere destinati a tutti

Tabella 2. Caratteri differenziali tra *Rattus rattus* e *Rattus norvegicus*.

Caratteristica	<i>Rattus rattus</i>	<i>Rattus norvegicus</i>
Aspetto generale	slanciato e agile	tozzo e robusto
Colore del pelo nella zona addominale	dal grigio al bianco	prevalentemente grigio
Peso corporeo	da 140 a 280 gr.	da 200 a 510 gr
Coda	lunga almeno quanto il corpo, uniformemente scura con scaglie fini	più corta del corpo, scura nella parte superiore e chiara nella parte inferiore
Testa	muso appuntito	muso arrotondato
Orecchie	lunghe abbastanza da raggiungere gli occhi se ripiegate	corte da non raggiungere gli occhi se ripiegate

o a particolari categorie (es.: lavoratori di industrie alimentari, commercianti, operatori scolastici, allevatori, gestori di canili e gattili, ecc.).

Allo stato attuale, nella maggior parte dei casi, non è ipotizzabile l'eradicazione dei roditori sinantropici cioè l'eliminazione totale dai centri urbani. Per un efficace controllo è fondamentale definire quando è necessario intervenire con adeguati programmi di intervento.

Monitoraggio

Il monitoraggio è una rilevazione periodica e sistematica di determinati parametri (in questo caso la presenza di roditori sinantropici) mediante appositi strumenti e protocolli quali-quantitativi, allo scopo di controllare la presenza o l'andamento delle infestazioni.

Le ispezioni condotte ai fini del monitoraggio devono riguardare gli ambienti interni ed esterni degli edifici da controllare.

Le tecniche di monitoraggio comprendono metodi diretti e indiretti.

I metodi diretti si basano sull'avvistamento dei roditori o sulla loro cattura mediante trappole. I metodi indiretti si basano sul rilevamento di segni che testimoniano la presenza o il transito dei roditori. In questo caso è di particolare importanza saper riconoscere feci, tragitti, impronte, rosicchiamenti, rumori, tane, ecc.

Le ispezioni possono essere supportate da strumenti atti ad evidenziare tracce e residui dell'attività dei roditori quali torce elettriche sufficientemente potenti, specchietti di varie dimensioni per ispezionare anfratti difficilmente ispezionabili visivamente, lenti di ingrandimento, provette per raccogliere materiali da valutare in seguito in laboratorio,

lampade fluorescenti a luce ultravioletta per la rilevazione di tracce biologiche.

I roditori catturati devono essere correttamente identificati.

Gli errori identificativi più frequenti riguardano la distinzione tra *R. norvegicus* e *R. rattus* e tra *M. domesticus* e le forme giovanili del genere *Rattus* quando queste ultime non hanno ancora superato il peso di un topolino domestico adulto.

Nella Tabella 2 si riportano le principali chiavi identificative che consentono la distinzione tra *R. rattus* e *R. norvegicus*.

Nella Figura 1 si riassumono graficamente le differenze tra le due specie.

In Figura 2 si riportano le principali chiavi identificative che consentono la distinzione tra *M. domesticus* adulto e le forme giovanili di individui appartenenti al genere *Rattus*.

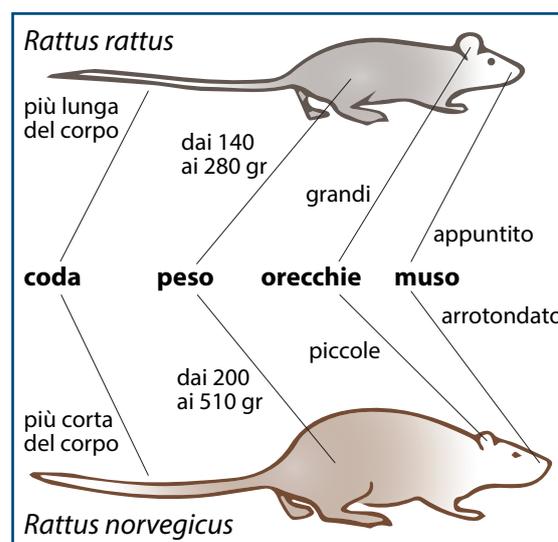


Figura 1. Principali differenze tra *R. rattus* e *R. norvegicus*.

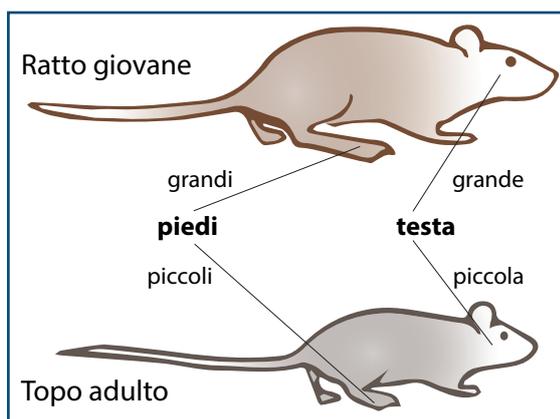


Figura 2. Principali differenze tra *M. domesticus* adulto e forme giovanili di *R. norvegicus* e *R. rattus*.

Tra i metodi indiretti, la rilevazione della presenza di feci è la testimonianza più frequente della presenza dei roditori.

Gli escrementi di *Rattus norvegicus* sono lunghi fino a 18 mm, hanno estremità arrotondate e forma incurvata.

Gli escrementi di *Rattus rattus* sono lunghi fino a 12 mm con estremità appuntite e forma diritta e lobata.

Gli escrementi di *Mus domesticus* sono lunghi fino a 5 mm e affusolati alle estremità.

In Figura 3 sono descritte le principali caratteristiche degli escrementi dei roditori

Sia i ratti che i topi rilasciano, lungo i loro tragitti, urina che emana un pungente odore di ammoniaca ed è fluorescente ai raggi UV.

Il passaggio dei roditori può essere testimoniato da tracce untuose sulle pareti e sui battiscopa, dovute a una sostanza oleosa presente sulla pelliccia, e da presenza di impronte su superfici polverose. Il tragitto può essere identificato anche dalla assenza di ragnatele laddove l'ambiente ne sia particolarmente ingombro.

Le tracce biologiche possono essere evidenziate tramite l'uso di lampade a luce ultravioletta. La luce ultravioletta può essere utilizzata anche con l'aiuto delle così dette polveri traccia topi. Si tratta di polveri provviste di natura-

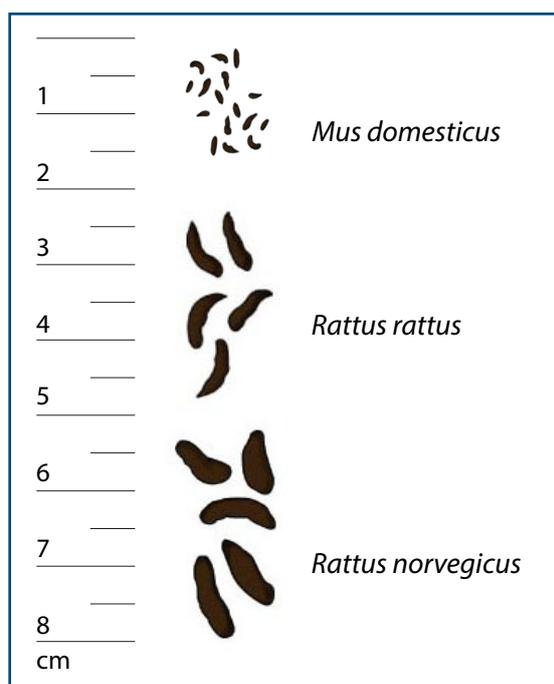


Figura 3. Escrementi di *M. domesticus*, *R. rattus*, *R. norvegicus*.

le fluorescenza che devono essere distribuite nei luoghi da controllare il giorno prima dell'ispezione. È di fondamentale importanza distribuire dette polveri lungo i passaggi obbligati e i probabili percorsi dei roditori. Questi si imbrattano percorrendo le zone trattate e, rilasciando parte della polvere lungo il tragitto, rendono possibile la rilevazione del percorso con la lampada ultravioletta.

I rosicchiamenti possono riguardare sia il cibo, sia materiali vari, tra cui la plastica dei cavi elettrici.

Vi sono in commercio esche atossiche costituite da materiale plastico aromatizzato con sostanze attrattive, che al contrario delle esche rodenticide, sono utilizzate solo in fase di monitoraggio.

Rumori particolari, quali squittii o rumori di camminamento e di lotta, possono essere uditi soprattutto nelle ore notturne.

Per quanto riguarda l'eventuale rinvenimento di tane si veda quanto riportato nella descrizione delle singole specie.

Intervento e verifica

La fase di intervento viene messa in atto quando necessita il contenimento dei roditori, il riequilibrio (p. es. parchi, giardini, ecc.) e l'eradicazione (p. es. scuole, industrie alimentari, ecc.). Tali strumenti possono essere chimici o fisici.

Gli strumenti chimici sono rappresentati prevalentemente dai biocidi.

Gli strumenti fisici sono rappresentati prevalentemente da strumenti di cattura o di allontanamento delle specie target.

La verifica deve sempre seguire la fase degli interventi per valutarne l'efficacia. Gli strumenti da utilizzare di solito sono gli stessi utilizzati in fase di monitoraggio.

Biocidi rodenticidi

I biocidi rodenticidi attualmente autorizzati nella Unione Europea sono rappresentati dal gruppo dei rodenticidi anticoagulanti e dal colecalciferolo.

Rodenticidi anticoagulanti

I **rodenticidi anticoagulanti** di prima generazione (clorofacinone, coumatetralyl, difacino, coumaclor e warfarin) sono stati introdotti negli anni 40 del secolo scorso, ma ben presto la loro efficacia si è notevolmente ridotta a causa dei fenomeni di resistenza insorti nelle specie target. La seconda generazione di rodenticidi anticoagulanti (difenacoum, bromadiolone, flocoumafen, pindone e valone) e la terza generazione (brodifacoum, difetialone) sono attualmente ampiamente usati, sebbene, anche per questi, siano descritti fenomeni di resistenza.

Le tre generazioni di anticoagulanti si differenziano per il tempo di fissazione epatica legato alla lipofilia del principio attivo e, di conseguenza, per il numero di somministrazioni necessarie per portare a morte le specie target. I rodenticidi di prima generazione devono essere assunti più volte affinché la loro efficacia sia valida, hanno un tempo di fissazione massimo di 7 giorni e un'emivita plasmatica di 18-55 ore.

I rodenticidi anticoagulanti di seconda e terza

generazione sono efficaci in una sola somministrazione, hanno un tempo di fissazione di 7-21 giorni e un'emivita plasmatica di 25-156 giorni. Il successo dei rodenticidi anticoagulanti è dovuto al loro meccanismo di azione che determina la morte dopo alcuni giorni dall'assunzione. Ciò permette di superare la diffidenza delle specie neofobiche quali per esempio i ratti. In queste specie la scoperta di un nuovo alimento determina un comportamento di esplorazione e un graduale assaggio, a partire da piccole dosi. Se l'assunzione di tale cibo non determina problemi di malessere entro qualche ora, così come succede per gli anticoagulanti, il consumo viene incrementato. Alcuni studi riferiscono che la neofobia sia stata incrementata dalla pressione selettiva dell'uomo che nel corso di varie epoche ha utilizzato molteplici metodi di avvelenamento per controllare le popolazioni di roditori sinantropici. L'effetto dei rodenticidi anticoagulanti è riferibile a gravi coagulopatie che portano a morte l'animale per emorragie diffuse. Il loro meccanismo d'azione si basa sulla inattivazione della vitamina K epossido reductasi, un enzima presente nelle membrane del reticolo endoplasmatico e conseguente blocco del ciclo della vitamina K e della relativa rigenerazione. La carenza di vitamina K impedisce le reazioni di carbosilazione e quindi l'attivazione dei fattori di coagulazione II, VII, IX, e X.

Dopo l'ingestione, gli anticoagulanti vengono assorbiti nel tratto gastrointestinale e, una volta raggiunta la dose tossica, inizia la diminuzione del deposito epatico di vitamina K e la diminuzione dei fattori di coagulazione circolanti.

I rodenticidi anticoagulanti possono essere ingeriti da specie non target, tra cui animali selvatici appartenenti a categorie protette. L'avvelenamento può essere primario o secondario. Nell'avvelenamento primario l'esca rodenticida è assunta direttamente dall'animale. Nell'avvelenamento secondario il rodenticida è assunto tramite l'ingestione di altri animali che hanno ingerito l'esca rodenticida.

Tale evenienza riguarda soprattutto i predatori e, tra questi, gli uccelli rapaci che si cibano di roditori. Non infrequenti risultano anche gli avvelenamenti degli animali domestici. Nelle strutture di ricovero per cani, ad esempio, sarebbe importante, ai fini della prevenzione di eventuali avvelenamenti secondari, l'ispezione quotidiana delle aree di sgambamento da parte del personale, prima di liberare i cani, al fine di rilevare e segnalare al gestore la presenza di eventuali roditori morti o moribondi. L'antidoto per questi avvelenamenti è la vitamina K.

I composti la cui emivita plasmatica è più breve, quali quelli di prima generazione, risultano meno tossici anche per le specie non target.

Colecalciferolo

Il coledcalciferolo o vitamina D3 è naturalmente sintetizzato nella cute dei mammiferi a partire dal 7-deidrocolesterolo, in presenza di raggi ultravioletti.

Il coledcalciferolo somministrato con gli alimenti o con esche rodenticide è rapidamente assorbito nel tratto gastrointestinale e trasportato al fegato tramite specifiche proteine, dove viene idrossilato. Il coledcalciferolo in eccesso che non può essere metabolizzato dal fegato, si deposita nel tessuto adiposo. Per questo motivo, malgrado l'emivita plasmatica sia di 19-24 ore, la persistenza nell'organismo può essere di settimane o di mesi.

Il calciferolo è il principale metabolita del coledcalciferolo e la sua emivita plasmatica è di 29 giorni.

Il coledcalciferolo, in dosi tossiche, agisce aumentando l'assorbimento intestinale del calcio, mobilitando il calcio e il fosforo delle ossa e provocando iperfosfatemia e ipercalcemia.

Utilizzo delle esche rodenticide

L'utilizzo delle esche deve essere sempre preceduto da una corretta bonifica ambientale volta innanzitutto a eliminare la disponibilità di cibo e di ricoveri per i roditori. La riduzione o l'annullamento della disponibilità di cibo è fondamentale anche al fine di aumentare le esigenze alimentari dei roditori e quindi di aumentare il consumo di esche.

Le esche più comuni sono costituite da:

- cereali interi, sfarinati o fioccati
- pellets
- bustine di carta contenenti cereali o pasta a base di farina e sostanze grasse
- blocchetti paraffinati.

I roditori sinantropici hanno diete differenti a seconda delle specie ma hanno in comune l'uso dei cereali, se disponibili. Per questo motivo, unitamente al loro basso costo, cereali quali riso, frumento, orzo, grano, avena, scagliola e sorgo sono gli ingredienti principali di molte tipologie di esche.

Le esche devono essere appetibili e di difficile traslocazione da parte dei roditori.

I blocchetti paraffinati, nei quali di solito i cereali sono impastati con paraffine, consentono di conservare più a lungo l'appetibilità dei prodotti usati preservandone anche la consistenza che può essere facilmente alterata soprattutto in ambienti umidi, quali le fogne e in luoghi prossimi ai corsi d'acqua.

Le esche risultano pericolose per le specie non target, compreso l'uomo, in particolare i bambini, e gli animali da compagnia e per questo motivo, ne è vietato il posizionamento in ambienti esterni (vedi capitolo "Biocidi - Normativa biocidi rodenticidi").

L'uso di erogatori per le esche è il metodo più comunemente usato. Gli erogatori devono essere costruiti in maniera tale da impedire l'accesso agli animali non target e devono essere apribili solo dagli operatori e impedire l'accesso a animali da compagnia e selvatici.

Normativa biocidi rodenticidi

Norme UE

Di seguito si riporta una brevissima sintesi di alcune norme di riferimento che regolano la produzione, la commercializzazione, la distribuzione e l'uso dei biocidi rodenticidi:

Il **Regolamento (CE) n. 1907/2006** del Parlamento europeo e del Consiglio (detto REACH, acronimo di *Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of Chemicals*) approvato il 18 dicembre 2006, prevede la registrazio-

ne di tutte le sostanze prodotte o importate nell'Unione europea in quantità maggiori di una tonnellata per anno.

L'obiettivo principale del regolamento consiste nel migliorare la conoscenza dei pericoli e dei rischi derivanti da prodotti chimici, in modo da assicurare un elevato livello di protezione della salute umana e dell'ambiente.

Ai fini del presente lavoro è di particolare importanza l'allegato 13, modificato dal **Regolamento (UE) n. 253/2011**, approvato il 15 marzo 2011, in base al quale i rodenticidi anticoagulanti sono stati classificati come **sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche**.

I criteri di classificazione sono i seguenti:

- a) Una sostanza è **persistente** quando si verifica una delle seguenti situazioni:
 - l'emivita di degradazione nell'acqua di mare è superiore a 60 giorni;
 - l'emivita di degradazione in acqua dolce o di estuario è superiore a 40 giorni;
 - l'emivita di degradazione nei sedimenti marini è superiore a 180 giorni;
 - l'emivita di degradazione nei sedimenti di acqua dolce o di estuario è superiore a 120 giorni;
 - l'emivita di degradazione nel suolo è superiore a 120 giorni.
- b) Una sostanza è **bioaccumulabile** se il suo fattore di bioconcentrazione nelle specie acquatiche è superiore a 2000.
- c) Una sostanza è **tossica** quando si verifica una delle seguenti situazioni:
 - la sua concentrazione senza effetti osservati (NOEC) a lungo termine, o EC10, negli organismi marini o d'acqua dolce è inferiore a 0,01 mg/l;
 - la sostanza è classificabile come cancerogena (categoria 1A o 1B), mutagena di cellule germinali (categoria 1A o 1B) o tossica per la riproduzione (categoria 1A, 1B o 2) in base al Regolamento (CE) n. 1272/2008;
 - esistono altre prove di tossicità cronica, date dalla classificabilità della sostanza come sostanza con tossicità specifica

per organi bersaglio dopo esposizione ripetuta (STOT RE categoria 1 o 2), in base al Regolamento (CE) n. 1272/2008.

Il **Regolamento (CE) n.1272/2008** del Parlamento europeo e del Consiglio, approvato il 16 dicembre 2008 relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele, detto CLP (*Classification, labelling and packaging*) incorpora il criterio del *Global Harmonization System* (GHS) per la classificazione ed etichettatura armonizzate a livello mondiale. Si applica a tutte le sostanze o miscele compresi i principi attivi dei prodotti fitosanitari e biocidi. In particolare, introduce nuovi criteri di classificazione per l'individuazione dei pericoli connessi alle sostanze da comunicare attraverso indicazioni e pittogrammi standard riportati sulle etichette e nelle schede di sicurezza.

Le classi di pericolo secondo il CLP sono le seguenti:

1. pericolo chimico-fisico;
2. pericolo per la salute umana;
3. pericolo per l'ambiente;
4. ulteriori pericoli.

Il **Regolamento (UE) 528/2012** del Parlamento europeo e del Consiglio, approvato il 22 maggio 2012, regola l'immissione sul mercato e l'uso di biocidi, utilizzati per la tutela dell'uomo, degli animali, dei materiali o degli articoli, contro organismi nocivi. Lo scopo del regolamento è migliorare il funzionamento del mercato dei biocidi nell'UE, garantendo un elevato livello di tutela per l'uomo e per l'ambiente. In particolare, gli aspetti di maggiore evidenza sono rappresentati da:

- la creazione, a livello di Unione, di un elenco di principi attivi utilizzabili nei biocidi;
- l'autorizzazione all'immissione sul mercato dei prodotti biocidi;
- il riconoscimento reciproco delle autorizzazioni all'interno dell'Unione;

Tali compiti sono demandati all'autorità competente degli Stati membri e all'autorità centrale, ECHA (*European Chemicals Agency*). Condizione fondamentale per l'autorizzazione di un prodotto biocida, per il conseguente

inserimento nell'elenco positivo e per l'immissione in commercio, è che il principio attivo o i principi attivi in esso contenuti siano stati oggetto di revisione ed approvazione a livello europeo.

Nella classificazione del regolamento i rodenticidi appartengono al gruppo 3, tipo 14.

Con il **Regolamento delegato UE n. 1062/2014** della Commissione, approvato il 4 agosto 2014, relativo al programma di lavoro per l'esame sistematico di tutti i principi attivi esistenti contenuti nei biocidi, si stabilisce che condizione fondamentale per l'autorizzazione e l'immissione in commercio di un prodotto biocida, è che il principio attivo o i principi attivi in esso contenuti siano stati oggetto di revisione ed approvazione a livello europeo.

La revisione dei principi attivi ha coinvolto tutti i Paesi membri dell'Unione europea e ha riguardato i principi attivi presenti sul mercato al 14 maggio 2000.

I principi attivi non presenti sul mercato alla data del 14 maggio 2000 (non identificati) sono considerati sostanze attive nuove e come tali devono comunque essere oggetto di valutazione ed approvazione qualora si intendano utilizzare nella formulazione di un prodotto biocida.

Il **Regolamento (UE) 2016/1179** della Commissione, approvato il 19 luglio 2016 ed entrato in vigore il 1 marzo 2018, apporta modifiche alla tabella 3.1 dell'allegato VI, parte 3, del Regolamento (CE) n. 1272/2008, determinando la riclassificazione dei rodenticidi anticoagulanti e le relative limitazioni d'uso in base alle categorie di utilizzatori.

Questo Regolamento introduce l'obbligo di classificare i rodenticidi come prodotti pericolosi e porta la soglia critica di principio attivo in essi contenuti dallo 0,005% allo 0,003% determinando le due categorie seguenti:

- prodotti con principio attivo superiore o uguale allo 0,003%: solo per uso professionale;
- prodotti con principio attivo inferiore allo 0,003%: destinati all'utilizzo anche da parte del consumatore finale.

Il **comunicato del Ministero della Salute del 15 febbraio 2017** (<https://www.salute.gov>.

it/imgs/C_17_notizie_2822_listaFile_itemName_0_file.pdf) fornisce indicazioni precise circa le categorie di utilizzatori riportando quanto segue:

"In conformità a quanto previsto nel documento CA-May16-Doc.5.4 della Commissione europea "User categories of anticoagulant rodenticides: common understanding and adaptation to national situations in case of mutual recognition" si riportano di seguito le definizioni delle categorie di utilizzatori di prodotti biocidi.

- General public (*utilizzatori non professionisti*) persone, cittadini che fanno un uso sporadico di prodotti in ambito privato;
- Professional (*professionisti*) persone che usano prodotti nel corso dell'attività professionale in vari settori, includendo a titolo di esempio: agricoltori, coloro che sono coinvolti in zootecnia, negozianti, impiegati nella preparazione degli alimenti, imballaggio, stoccaggio, distribuzione e vendita e molti altri tipi di dipendenti;
- Trained Professional (*professionisti formati*) persone che utilizzano i biocidi nell'ambito dell'esercizio di impresa di derattizzazione, come individuata ai sensi della vigente normativa

TAGLIE MINIME PER UTILIZZATORI PROFESSIONAL E TRAINED

A luglio 2016 sono state pubblicate le opinioni del Comitato Europeo sui prodotti Biocidi (BPC opinions) relative al rinnovo delle sostanze anticoagulanti utilizzate nei prodotti biocidi rodenticidi PT 14, successive alla conclusione del processo di revisione e valutazione comparativa delle sostanze con attività rodenticida. Le BPC Opinions sono a tutt'oggi i principali documenti di riferimento ai fini del rinnovo dei prodotti.

Tra le misure di mitigazione del rischio previste dalle BPC Opinions sono state introdotte le taglie massime di confezionamento per i prodotti destinati al general public, in funzione del principio attivo, della tipologia di esca e dell'animale bersaglio. Per i principi attivi anticoagulanti di seconda generazione sono state introdotte le seguenti taglie massime: taglie da 150 g per uso su topo e ratto di esche in grano, pellet e pasta; taglie da 300 g per uso su topo e ratto di esche in wax block.

Le BPC opinions hanno altresì fornito un'indicazione non vincolante ma da adottarsi a discrezione delle autorità nazionali relativamente alla taglia minima di confezionamento per i prodotti biocidi destinati agli utilizzatori professionali e trained.

Tenendo conto della quantità di prodotto rodenticida necessaria per gli utilizzatori professionali e l'esigenza di differenziare la taglia di vendita dei prodotti destinati al general public da quelle destinate al professional use e trained professional, l'autorità competente italiana ritiene che la taglia minima dei prodotti per gli utilizzatori professionali (professionisti e professionisti formati) debba essere di 1,5 kg per tutte le forme di esca citate precedentemente a base di anticoagulanti di seconda generazione.

Le sostanze anticoagulanti di prima generazione, in base al BPC opinion, avranno per il general public le seguenti taglie massime: da 250 g per uso su topo di esche in grano, pellet, pasta; da 500 g esche in wax block; da 750 g per uso su ratto di esche in grano, pellet, pasta; da 1500 g esche in wax block.

Per i prodotti nelle forme di esca di cui al precedente periodo, contenenti le sostanze anticoagulanti di prima generazione la taglia minima per l'uso professionale (professionisti, professionisti formati) rimane di conseguenza da 3kg."

Di seguito si riportano i pittogrammi e le frasi di pericolo (Frase-H) da utilizzare secondo la nuova classificazione

- ≥ 30 ppm ($\geq 0,003\%$) = tossici per la riproduzione: H360D - "Può nuocere al feto" con l'inserimento in etichetta del pittogramma GHS08.
- > rodenticidi con Bromadiolone: H372 - "Provoca danni agli organi (sangue) in caso di esposizione prolungata o ripetuta";
- > rodenticidi con Brodifacoum o Difencoum: H373 - "Può provocare danni agli organi (sangue) in caso di esposizione prolungata o ripetuta".
- < 30 ppm (< 0,003%) hanno in etichetta il pittogramma GHS08 e la frase di pericolo H373 - "Può provocare danni agli organi (sangue) in caso di esposizione prolungata o ripetuta".

Il Regolamento di esecuzione (UE) 2019/637

della Commissione del 23 aprile 2019 approva il colecalciferolo come principio attivo destinato a essere utilizzato nei biocidi del tipo di prodotto 14.

Un discorso a parte merita la norma UNI EN 16636:2015 e la successiva linea guida di applicazione UNI/PdR 86:2020.

La norma **UNI EN 16636:2015** identifica lo standard di riferimento che le aziende del settore delle disinfestazioni (*pest management*) possono adottare al fine di fornire ai clienti la garanzia di un servizio di qualità.

La norma prende in considerazione tutti gli aspetti e tutte le fasi di erogazione dei servizi che possono essere sintetizzate in:

- relazione con il cliente
- progettazione dell'intervento
- azioni di controllo o eradicazioni degli infestanti (disinfestazione e derattizzazione)
- valutazione di efficacia degli interventi
- riprogettazione e riprogrammazione
- formazione del personale
- gestione rifiuti

In maniera particolare la norma prevede l'istituzione del responsabile tecnico che deve garantire la formazione e le competenze del personale, l'organizzazione dei servizi secondo il flusso di processo descritto, il rispetto dei protocolli dei servizi erogati, la documentazione e l'evidenza delle competenze, della formazione e dei servizi al cliente.

Riferimenti normativi UE

Regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 22 maggio 2012 relativo alla messa a disposizione sul mercato e all'uso dei biocidi.

Regolamento di esecuzione (UE) n. 354/2013 della Commissione del 18 aprile 2013 sulle modifiche dei biocidi autorizzati a norma del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio.

Regolamento di esecuzione (UE) n. 414/2013 della Commissione del 6 maggio 2013 che precisa la procedura di autorizzazione di uno stesso biocida, conformemente alle

disposizioni del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio.

Regolamento di esecuzione (UE) n. 564/2013 della Commissione del 18 giugno 2013 sulle tariffe e sugli oneri spettanti all'Agenzia europea per le sostanze chimiche a norma del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla messa a disposizione sul mercato e all'uso dei biocidi.

Regolamento di esecuzione (UE) n. 88/2014 della Commissione del 31 gennaio 2014 che specifica una procedura per la modifica dell'allegato I del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla messa a disposizione sul mercato.

Regolamento delegato (UE) n. 492/2014 della Commissione del 7 marzo 2014 che integra il regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le norme per il rinnovo delle autorizzazioni di biocidi oggetto di riconoscimento.

Regolamento delegato (UE) N. 1062/2014 della Commissione del 4 agosto 2014 relativo al programma di lavoro per l'esame sistematico di tutti i principi attivi contenuti nei biocidi di cui al regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio.

Regolamento (UE) 2016/1179 della Commissione del 19 luglio 2016 recante modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico e scientifico, del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele.

Regolamento di esecuzione (UE) 2019/637 della Commissione del 23 Aprile 2019 che approva il colecalciferolo come principio attivo destinato a essere utilizzato nei biocidi del tipo di prodotto 14.

UNI EN 16636:2015 Servizi di gestione e controllo delle infestazioni (*pest management*). Requisiti e competenze.

Norme Italia

Con la **legge n. 82 del 1994** e il relativo regolamento di attuazione adottato con **Decreto del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato (M.I.C.A.)** del 7 luglio

1997, n. 274, si regola le attività di sanificazione intese come "attività che riguardano il complesso di procedimenti e operazioni atti a rendere sani determinati ambienti mediante l'attività di pulizia e/o di disinfezione e/o di disinfestazione ovvero mediante il controllo e il miglioramento delle condizioni del microclima per quanto riguarda la temperatura, l'umidità e la ventilazione ovvero per quanto riguarda l'illuminazione e il rumore".

Il **Decreto Legge n. 7 del 31.01.2007** convertito nella **Legge 2 aprile 2007, n. 40/**, meglio noto come Decreto Bersani sulle liberalizzazioni, esclude dalla "liberalizzazione" le attività di disinfestazione e derattizzazione, mantenendo tali servizi subordinati alla normativa esistente, che richiede il possesso di requisiti tecnici specifici per l'autorizzazione allo svolgimento di tali attività fissati dal D.M. 274/97. Per quanto riguarda più propriamente i biocidi rodenticidi la produzione normativa tiene conto che possono essere assunti dalle specie non target incidentalmente o possono essere utilizzati per avvelenamenti dolosi. Per questo motivo il Ministero della Salute ha affrontato sin dal 2008 il problema delle esche e bocconi avvelenati, emanando un'apposita ordinanza prorogata e modificata successivamente, che prevede il divieto di preparare e abbandonare esche e bocconi avvelenati o contenenti sostanze tossiche e individua compiti e responsabilità dei proprietari degli animali, dei medici veterinari libero professionisti, del sindaco, dei servizi veterinari delle ASL e degli Istituti zooprofilattici sperimentali.

Nel 2019, il Ministero della Salute ha emanato un'ordinanza, la cui ultima proroga risale al 27 luglio 2021, che riporta i cambiamenti normativi di riferimento a livello europeo e le nuove procedure informatizzate per le comunicazioni finalizzate a garantire un rapido inserimento dei dati e una veloce verifica della corretta applicazione delle procedure operative conseguenti alla conferma dei casi di avvelenamento.

Per tali scopi, su mandato del Ministero della Salute, è stato sviluppato presso l'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Lazio e della Toscana, il Portale nazionale degli avvelenamenti dolosi degli animali.

Riferimenti normativi Italia

Legge 25 gennaio 1994, N. 82. Disciplina delle attività di pulizia, di disinfezione, di disinfestazione, di derattizzazione e di sanificazione.

UNI/PdR 86:2020. Linee guida per l'applicazione della UNI EN 16636 "Servizi di gestione e controllo delle infestazioni (*pest management*) - Requisiti e competenze" e definizione dei requisiti formativi per gli operatori del servizio di *pest management* e relativi metodi di valutazione di conformità.

Ordinanza 12 luglio 2019. Norme sul divieto di utilizzo e di detenzione di esche o di bocconi avvelenati.

Ordinanza 27 luglio 2021. Norme sul divieto di utilizzo e di detenzione di esche o di bocconi avvelenati.

Mezzi fisici

I mezzi fisici più comuni di contrasto e controllo dei roditori sinantropici sono rappresentati da trappole e ultrasuoni.

Trappole

Le trappole sono strumenti fondamentali nei programmi di IPM, sia nelle fasi di intervento che nelle fasi di monitoraggio.

La scelta della tipologia di trappole da utilizzare si basa principalmente sulle specie target e sul luogo di utilizzo.

Le trappole comunemente usate appartengono a due tipologie principali: trappole meccaniche a cattura singola o multipla e trappole collanti.

Le trappole meccaniche sono spesso utilizzate con l'aiuto di esche attrattive, scelte in base alle abitudini alimentari delle specie target (vedi cap. "Specie").

Trappole meccaniche a cattura singola

Di seguito si elencano le trappole meccaniche a cattura singola di uso più comune:

- trappole a molla: solitamente consistono in una tavoletta dotata di una molla congiunta ad una sbarra che aziona il meccanismo. Spesso sono utilizzate con esche alimentari e sono poste su un percorso abituale in

maniera tale che il roditore calpesti il meccanismo di sgancio durante il transito;

- trappole con coperchio a scatto: sono utilizzate con esche alimentari. Hanno un coperchio che scatta quando l'animale cerca di raggiungere l'esca;
- trappole a cupola: gli animali, attirati dall'esca riescono ad entrare insinuandosi tra le punte di ferro inclinate. Una volta all'interno, le stesse punte ne impediscono la fuoriuscita.

Trappole meccaniche a cattura multipla

Sul mercato esistono varie tipologie e quelle più comuni si basano su una serie di piani basculanti che consentono al roditore di procedere solo nella direzione che conduce a uno scomparto centrale dove può essere posizionata un'esca. In alcune di queste trappole, i piani basculanti sono disposti in progressione verticale e consentono al roditore di raggiungere un piano elevato in cui è posizionata l'esca e da cui si apre una botola che ne determina la caduta in un recipiente contenente un liquido che oltre ad uccidere l'animale rallenta la putrefazione.

Trappole collanti

Le trappole collanti possono essere a cattura singola e multipla. Sono costituite da tavolette adesive, frequentemente aromatizzate con sostanze attrattive. Quelle per i ratti devono essere solidamente ancorate al terreno per evitare che siano trascinate dall'animale catturato. Sono spesso utilizzate quando non è possibile impiegare esche tossiche. L'elevata temperatura e la polvere dell'ambiente ne diminuiscono fortemente l'efficacia. Il roditore catturato muore di stress rilasciando urina e feci che contaminano la trappola e la zona circostante. La modalità di azione di queste trappole fa sì che la morte possa sopraggiungere anche dopo ore dalla cattura e pertanto, non sono ritenute eticamente compatibili da molti. Inoltre, il rilascio di feci e urine può determinare una contaminazione ambientale pericolosa ai fini della trasmissione di patogeni zoonotici. Le basi collate vanno sempre posizionate

in contenitori che permettano solo l'accesso alle specie target e va posta molta attenzione che non vengano raggiunte da specie non target, quali altri piccoli vertebrati.

Ultrasuoni

Gli ultrasuoni sono suoni che hanno una frequenza superiore ai 20.000 Hz che rappresenta il limite massimo di udibilità per l'orecchio umano.

La gamma di suoni percepibili varia nei mammiferi. Nei topi e nei ratti l'intervallo dei suoni percepibili è molto più ampio e va da 0.5 a 120.000 Hz. Topi e ratti utilizzano per le comunicazioni sociali ultrasuoni che vanno dai 40.000 ai 50.000 HZ.

In commercio si trovano molti dispositivi che

tramite l'emissione di ultrasuoni sufficientemente potenti allontanano i roditori da ambienti interni.

La sensibilità dei roditori agli ultrasuoni dipende dallo loro frequenza e intensità e dalla gravità della infestazione.

I vantaggi di questi dispositivi sono rappresentati dal facile utilizzo, dal mancato uso di sostanze chimiche e dall'azione repulsiva che non esita in animali morti e quindi evita problemi di gestione delle carcasse.

In molti, però, riportano l'efficacia limitata a causa della assuefazione che i roditori possono sviluppare in breve tempo. Solo dispositivi di alta qualità professionale, di buona potenza e installati da competente personale sono realmente efficaci.

Nuove linee di ricerca

Negli ultimi anni, una nuova tecnologia chiamata "gene *drive*" è stata presa in considerazione per l'utilizzo nei programmi di lotta ai roditori sinantropici.

I geni *drive* funzionano assicurando che la progenie di un organismo erediti un determinato gene, detto "egoista", in percentuale più elevata rispetto a quanto accadrebbe casualmente, permettendo a una mutazione o a un gene estraneo di diffondersi rapidamente attraverso una popolazione. Tali geni si trovano naturalmente in alcuni animali, compresi i topi, dove possono causare morte o infertilità. Lo

strumento di editing genomico CRISPR-Cas9 (*Clustered regularly interspaced palindromic repeats*) ha portato allo sviluppo di geni *drive* sintetici che sono stati progettati per eliminare specie problematiche, come le zanzare, determinando la sterilità della prole.

Per il momento tali tecnologie non sono state testate sul campo in larga scala nei roditori e suscitano ancora molte perplessità in quanto, affinché il gene *drive* si diffonda tra la popolazione, potrebbero occorrere più generazioni, rendendo possibile l'affermarsi di forme di resistenza.

Bibliografia

1. Achtman M., Zurth K., Morelli G., Torrea G., Guiyoule A. & Carniel E. 1999. *Yersinia pestis*, the cause of plague, is a recently emerged clone of *Yersinia pseudotuberculosis*. *Proc Natl Acad Sci U S A*, **96** (24),14043-14048. [erratum in *Proc Natl Acad Sci U S A* 2000 Jul 5; 97 (14):8192].
2. Alessandrini P., Pace M. & Turillazzi P.G. 1987. *Biologia dei Ratti e metodi di lotta*. Rapporti ISTISAN 86/17. Roma, Istituto Superiore di Sanità.
3. Aplin K.P., Brown P.R., Jacob J., Krebs C. & Singleton G.R. 2003. Field methods for rodent studies in Asia and the Indo-Pacific. ACIAR Monograph No. 100. Canberra, Australian Centre for International Agricultural Research.
4. Aplin K.P., Chesser T. & ten Have J. 2003. Evolutionary biology of the genus *Rattus*: profile of an archetypal rodent pest. *In* Rats, mice and people: rodent biology and management (Singleton G.R., Hinds L.A., Krebs C.J., Spratt D.M., eds). ACIAR, Canberra, 487-498.
5. Armitage P.L. 1994. Unwelcome companions: ancient rats reviewed. *Antiquity*, **68**, 231-241.
6. Audouin-Rouzeau F. & Vigne J.-D. 1994. La colonisation de l'Europe par le rat noir (*Rattus rattus*). *Rev Paleobiol*, **13**, 125-145.
7. Barnett S.A. 2001. The Story of rats. Their impact on us, and our impact on them. Allen & Unwin, Crows Nest, Sydney.
8. Baverstock P.R., Adams M., Maxson L.R. & Yosida T.H. 1983. Genetic differentiation among karyotypic forms of the black rat, *Rattus rattus*. *Genetics*, **105**, 969-983.
9. Benton M.J., Donoghue P.C.J. & Asher J. 2009. Calibrating and constraining molecular clocks. *In* The Timetree of life (Hedges S.B., Kumar S., eds). Oxford University Press, Oxford.
10. Berry R.J. & Bronson F.H. 1992. Life history and bioeconomy of the house mouse. *Biological Reviews*, **67** (4), 519-550.
11. Berry R.J. 1970. The natural history of the house mouse. *Fld Stud*, **3**, 219-262.
12. Brown G.G. & Simpson M.V. 1981. Intra- and interspecific variation of the mitochondrial genome in *Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*: restriction enzyme analysis of variant mitochondrial DNA molecules and their evolutionary relationships. *Genetics*, **97**, 125-143.
13. Callaway E. 2018. Controversial CRISPR 'gene drives' tested in mammals for the first time. *Nature*, **559** (7713), 164-165.
14. Capizzi D. & Santini L. 2008. I roditori italiani: ecologia, impatto sulle attività umane e sugli ecosistemi, gestione delle popolazioni. Antonio Delfino Editore, Roma.
15. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 2006. Integrated pest management: conducting urban rodent surveys. Atlanta, US Department of Health and Human Services.
16. Chinen A.A., Suzuki H., Aplin K.P., Tsuchiya K. & Suzuki S. 2005. Preliminary genetic characterization of two lineages of black rats (*Rattus rattus sensu lato*) in Japan, with evidence for introgression at several localities. *Genes Genet Syst*, **80**, 367-375.
17. Clapperton B.K. 2006. A review of the current knowledge of rodent behaviour in relation to control devices. *Sci Conserv*, **263**, 1-55.
18. Combs M., Byers K.A., Ghersi B.M., Blum M.J., Caccone A., Costa F., Himsworth C. G., Richardson J.L. & Munshi-South J. 2018. Urban rat races: spatial population genomics of brown rats (*Rattus norvegicus*) compared across multiple cities. *Proc R Soc B*, **285** (1880), 20180245.
19. Conroy C.J. & Cook A.J. 1999. MtDNA Evidence for repeated pulses of speciation within arvicoline and murid rodents. *J Mamm Evol*, **6**, 221-245.

20. Contoli L. 2000. Rodents of Italy: species richness maps and forma Italiae. *Hystrix*, **11** (2), 39-46.
21. Corbet G.B. & Hill J.E. 1992. The mammals of the Indomalayan Region: a systematic review. Oxford University Press, London.
22. Dalefield R. 2017. Vertebrate pesticides. In *Veterinary toxicology for Australia and New Zealand*. Elsevier, 119-145.
23. Daly A.K. & King B.P. 2003. Pharmacogenetics of oral anticoagulants. *Pharmacogenet Genomics*, **13** (5), 247-252.
24. Damin-Pernik M., Espana B., Lefebvre S., Fourel I., Caruel H., Benoit E. & Lattard V. 2017. Management of rodent populations by anticoagulant rodenticides: toward third-generation anticoagulant rodenticides. *Drug Metabolism Disposition*, **45** (2), 160-165.
25. Dickman C.R. 1986. Habitat utilization and diet of the harvest mouse *Micromys minutus*, in an urban environment. *Acta Theriol*, **31** (19), 249-256.
26. Dutta S. & Sengupta P. 2016. Men and mice: relating their ages. *Life Sci*, **152**, 244-248.
27. Dutto M., Di Domenico D. & Rubbiani M. 2018. Use of anticoagulant rodenticides in outdoor urban areas: considerations and proposals for the protection of public health and non-target species. *Ann Ig*, **30**, 44-50.
28. El-Aleem A. 2018. Integrated pest management for rodent in buildings. *Curr Inves Agri Curr Res*, **4** (4), 000191.
29. Endicott P., Ho S.Y., Metspalu M. & Stringer C. 2009. Evaluating the mitochondrial timescale of human evolution. *Trends Ecol Evol*, **24**, 515-521.
30. Environmental Protection Agency (EPA) United States Environmental Protection Agency. 2022. Integrated Pest Management (IPM) Principles. <https://www.epa.gov/safepestcontrol/integrated-pest-management-ipm-principles>.
31. Ervynck A. 2002. Sedentism or urbanism? On the origin of the commensal black rat (*Rattus rattus*). In *Bones and the man. Studies in honour of Don Brothwell* (Dobney K. & O'Connor T., eds), 95-109.
32. Feng A.Y. & Himsforth C.G. 2014. The secret life of the city rat: a review of the ecology of urban Norway and black rats (*Rattus norvegicus* and *Rattus rattus*). *Urban Ecosyst*, **17**, 149-162.
33. Fertig D.S. & Edmonds V.W. 1969. The physiology of the house mouse. *Scientific American*, **221** (4), 103-113.
34. Foster S., King C., Patty B. & Miller S. 2011. Tree-climbing capabilities of Norway and ship rats. *New Zealand J Zool*, **38** (4), 285-296.
35. Frost A. 2009. Pest rodent biology, ecology and management in lowland rice fields of Cambodia and the value of local knowledge for site-specific research. PhD Thesis. University of Queensland.
36. Frynta D., Slábová M., Váchová H., Volfová R. & Munclinger P. 2005. Aggression and commensalism in house mouse: a comparative study across Europe and the near east. *Aggressive Behavior*, **31**, 283-293.
37. Fu Y.-X. 1997. Statistical tests of neutrality of mutations against population growth, hitchhiking and background selection. *Genetics*, **147** (2), 915-925.
38. German D. & Latkin C.A. 2016. Exposure to urban rats as a community stressor among low-income urban residents. *J Community Psychol*, **44**, 249-262.
39. Gilsdorf J.M., Hygnstrom S.E. & VerCauteren K.C. 2002. Use of frightening devices in wildlife damage management. *Integrated Pest Manag Rev*, **7** (1), 29-45.
40. Gippoliti S. 2013. Checklist delle specie dei mammiferi italiani (esclusi Mysticeti e Odontoceti): un contributo per la conservazione della biodiversità. *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona, (Botanica Zoologia)*, **37**, 7-28.
41. Godwin J., Serr M., Barnhill-Dilling S.K., Blondel D.V., Brown P.R., Campbell K. & Thomas P. 2019. Rodent gene drives for conservation: opportunities and data needs. *Proc Royal Soc B*, **286** (1914), 20191606.
42. Gray S.J. & Hurst J.L. 1998. Competitive

- behaviour in an island population of house mice, *Mus domesticus*. *Anim Behav*, **56** (5), 1291-1299.
43. Gupta R.C. 2018. Non-anticoagulant rodenticides. In *Veterinary toxicology: basis and clinical principles*, 3 ed. Academic Press-Elsevier, Amsterdam, 613-626.
 44. Harpak A., Garud N., Rosenberg N.A., Petrov D.A., Combs M., Pennings P.S. & Munshi-South J. 2021. Genetic adaptation in New York City rats. *Genome Biol Evolution*, **13** (1), evaa247.
 45. Henttonen H., Buchy P., Suputtamongkol Y., Jittapalpong S. & Herbreteau V. 2008. Recent discoveries of new hantaviruses widen their range and question their origins. *Ann NY Acad Sci*, **1149**, 84-89.
 46. Hidayat R. & Wulandari P. 2021. Anatomy and physiology of animal model rats in biomedical research. *Biomed J Indonesia*, **7** (2), 265-269.
 47. Himsworth C.G., Feng A.Y., Parsons K., Kerr T. & Patrick D.M. 2013. Using experiential knowledge to understand urban rat ecology: a survey of Canadian pest control professionals. *Urban Ecosyst*, **16**, 341-350.
 48. Himsworth C.G., Jardine C.M., Parsons K.L., Feng A.Y. & Patrick D.M. 2014. The characteristics of wild rat (*Rattus* spp.) populations from an inner-city neighborhood with a focus on factors critical to the understanding of rat-associated zoonoses. *PLoS One*, **9** (3), e91654.
 49. Himsworth C.G., Parsons K.L., Jardine C. & Patrick D.M. 2013. Rats, cities, people, and pathogens: a systematic review and narrative synthesis of literature regarding the ecology of rat-associated zoonoses in urban centers. *Vector-Borne Zoonotic Dis*, **13** (6), 349-359.
 50. Ho S.Y., Phillips M.J., Cooper A. & Drummond A.J. 2005. Time dependency of molecular rate estimates and systematic overestimation of recent divergence times. *Mol Biol Evol*, **22**, 1561-1568.
 51. Ifrán M.C., Suárez A.B., Pautassi R.M. & Kamenetzky G.V. 2018. Maternal odor exposure modulates acceptance of a bitter taste in newborn and infant rats. *Front Psychol*, **9**, 1327.
 52. Inglis I.R., Shepherd D.S., Smith P.ò, Haynes P.J., Bull D.S. & Cowan D.P. 1996. Foraging behaviour of wild rats (*Rattus norvegicus*) towards new food and bait containers. *Appl Anim Behav Sci*, **47**, 175-190.
 53. Irwin D.M., Kocher T.D. & Wilson A.C. 1991. Evolution of the cytochrome b gene of mammals. *J Mol Evol*, **32**, 128-144.
 54. Islam M.M., Farag E., Mahmoudi A., Hassan M.M., Atta M., Mostafavi E. & Mkhize-Kwitshana Z. 2021. Morphometric study of *Mus musculus*, *Rattus norvegicus* and *Rattus rattus* in Qatar. *Animals*, **11** (8), 2162.
 55. Jacobs G.H. 1992. Ultraviolet vision in vertebrates. *American Zoologist*, **32** (4), 544-554.
 56. Kambe Y., Tanikawa T., Matsumoto Y., Tomozawa M. & Aplin K.P. 2011. Origin of agouti-melanistic polymorphism in wild black rats (*Rattus rattus*) inferred from *Mc1r* gene sequences. *Zool Sci*, **28**, 560-567.
 57. Keane T.M., Creevey C.J., Pentony M.M., Naughton T.J. & McInerney J.O. 2006. Assessment of methods for amino acid matrix selection and their use on empirical data shows that ad hoc assumptions for choice of matrix are not justified. *BMC Evol Biol*, **6**, 29.
 58. Kohn D.F. & Clifford C.B. 2002. Biology and diseases of rats. *Laboratory Animal Medicine*, 121-165.
 59. König B. & Markl H. 1987. Maternal care in house mice. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, **20** (1), 1-9.
 60. Lam R., Byers K.A. & Himsworth C.G. 2018. Beyond zoonosis: the mental health impacts of rat exposure on impoverished urban neighborhoods. *J Environ Health*, **81**, 8-11.
 61. Lansing J.S., Redd A.J., Karafet T.M., Watkins J. & Ardika I.W. 2004. An Indian trader in ancient Bali? *Antiquity*, **78**, 287-93.
 62. Loy A., Aloise G., Ancillotto L., Angelici F. M., Bertolino S., Capizzi D. & Amori G. 2019. Mammals of Italy: an annotated checklist. *Hystrix*, **30** (2), 87-106.

63. Lund M. 1994. Commensal rodents *In* Rodent pests and their control (A.P. Buckle & R.H. Smith, eds). Oxfordshire, CAB International, 23-43.
64. Macdonald D. 1984. The encyclopedia of Mammals, vol. 2. George Allen and Unwin, London.
65. Macholán M., Baird S.J.E., Munclinger P. & Piálek J. 2012. Evolution of the house mouse. Cambridge studies in morphology and molecules: new paradigms in evolutionary Bio Book 3. New York, NY, Cambridge University Press.
66. Meerburg B.G., Singleton G.R. & Leirs H. 2009. The year of the Rat ends - time to fight hunger! *Pest Manag Sci*, **65**, 351-352.
67. Meerburg B.G., Singleton G.R., Kijlstra A. 2009. Rodent-borne diseases and their risks for public health. *Critical Rev Microbiol*, **35**, 221-270.
68. Modlinska K. & Stryjek R. 2016. Food neophobia in wild rats (*Rattus norvegicus*) inhabiting a changeable environment - a field study. *PloS one*, **11** (6), e0156741.
69. Musser G.G. & Carleton M.D. 2005. Superfamily Muroidea. *In* Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference (Wilson D.E. & Reeder D.R., eds), 3rd ed. John Hopkins University Press, Baltimore, 894-1531.
70. Musser G.G. & Newcomb C. 1985. Definitions of Indochinese *Rattus losea* and a new species from Vietnam. *Amer Mus Novit*, **2814**, 1-31.
71. Nabholz B., Glémin S. & Galtier N. 2009. The erratic mitochondrial clock: variations of mutation rate, not population size, affect mtDNA diversity across birds and mammals. *BMC Evol Biol*, **9**, 54.
72. Nemirov K., Vaheri A. & Plyusnin A. 2004. A Hantaviruses: co-evolution with natural hosts. *Recent Res Devel Virol*, **6**, 201-228.
73. Niethammer J. 1975. Zur Taxonomie und Ausbreitungsgeschichte der Hausratte (*Rattus rattus*). *Zool Anz*, **194**, 405-415.
74. Novak R.M. 1999. Walker's Mammals of the World, 6th ed. Johns Hopkins University Press.
75. Ohyama Y. & Shinki T. 2016. Cholecalciferol. *In* Handbook of Hormones (Takei Y., Ando H. & Tsutsui K., eds). AP/Elsevier, 551-553.
76. Olsson I.A.S., Nevison C.M., Patterson-Kane E.G., Sherwin C.M., Van de Weerd H.A. & Würbel H. 2003. Understanding behaviour: the relevance of ethological approaches in laboratory animal science. *Applied Animal Behaviour Science*, **81** (3), 245-264.
77. Page R. & Holmes E. 1998. Molecular evolution: a phylogenetic approach. Blackwell Science Limited, Oxford.
78. Pagès M., Chaval Y., Herbretreau V., Waengsothorn S., Cosson J-F, Hugot J.P., Morand S. & Michaux J. 2010. Revisiting the taxonomy of the Rattini tribe: a phylogeny-based delimitation of species boundaries. *BMC Evol Biol*, **10**, 184.
79. Pagès M., Corbet G., Orth A., Volobouev V., Michaux J. & Catzeflis F. 2011. Morphological, chromosomal, and genic differences between sympatric *Rattus rattus* and *Rattus satarae* in South India. *J Mamm*, **92**, 659-670.
80. Parker S. 1990. Grzimek's Encyclopedia of Mammals: Volume 3. New York, McGraw-Hill Publishing Company.
81. Parsons M.H., Banks P.B., Deutsch M.A., Corrigan R.F. & Munshi-South J. 2017. Trends in urban rat ecology: a framework to define the prevailing knowledge gaps and incentives for academia, pest management professionals (PMPs) and public health agencies to participate. *J Urban Ecol*, **3**, jux005. doi: 10.1093/jue/jux005.
82. Parsons M.H., Sarno R. & Deutsch M. 2015. Jump-starting urban rat research: conspecific pheromones recruit wild rats into a behavioral and pathogen-monitoring assay. *Front Ecol Evol*, **3**, 146.
83. Parsons M.H., Sarno R.J. & Deutsch M.A. 2016. A detailed protocol to enable safe-handling, preemptive detection, and systematic surveillance of rat-vectored pathogens in the urban environment. *Front Public Health*, **4**, 132.
84. Peterson G.I. & Masel J. 2009. Quantitative prediction of molecular clock and Ka/

- Ks at short timescales. *Molec Biol Evol*, **26**, 2595-2603.
85. Peterson M.E. & Talcott P.A. 2013. Small animal toxicology-e-book. Elsevier Health Sciences.
86. Pimentel D., Zuniga R. & Morrison D. 2005. Update on the environmental and economic costs associated with alien-invasive species in the United States. *Ecol Econ*, **52**, 273-288.
87. Pocock M.J., Searle J.B. & White P.C. 2004. Adaptations of animals to commensal habitats: population dynamics of house mice *Mus musculus domesticus* on farms. *J Animal Ecol*, **73** (5), 878-888.
88. Puckett E.E., Micci-Smith O. & Munshi-South J. 2018. Genomic analyses identify multiple Asian origins and deeply diverged mitochondrial clades in inbred brown rats (*Rattus norvegicus*). *Evol Appl*, **11**, 718-726.
89. Randall C. 1999. Vertebrate pest management - A guide for commercial applicators. Extension Bulletin, Michigan State University 3-2050.
90. Rishavy M.A., Usubaliev A., Hallgren K.W. & Berkner K.L. 2011. Novel insight into the mechanism of the vitamin K oxidoreductase (VKOR): electron relay through Cys43 and Cys51 reduces VKOR to allow vitamin K reduction and facilitation of vitamin K-dependent protein carboxylation. *J Biol Chem*, **286** (9), 7267-7278.
91. Romi R. 1996. Aspetti tecnici, organizzativi ed ambientali della lotta antimurina. Rapporti ISTISAN 96/11. Istituto Superiore Sanità, Roma.
92. Schweinfurth M.K. 2020. The social life of Norway rats (*Rattus norvegicus*). *Elife*, **9**, e54020.
93. Shiels A.B., Flores C.A., Khamsing A., Krushelnycky P.D., Mosher S.M. & Drake D.R. 2013. Dietary niche differentiation among three species of invasive rodents (*Rattus rattus*, *R. exulans*, *Mus musculus*). *Biol Invasions*, **15**, 1037-1048.
94. Shiels A.B., Pitt W.C., Sugihara R.T. & Witmer G.W. 2014. Biology and impacts of Pacific island invasive species. 11. *Rattus rattus*, the black rat (Rodentia: Muridae). *Pacific Science*, **68** (2), 145-184.
95. Singleton G.R. & Krebs C.J. 2007. The secret world of wild mice. In *The mouse in biomedical research*. 2nd ed. (J.G. Fox, M.T. Davisson, F.W. Quimby, S.W. Barthold, C.E. Newcomer, A.L. Smith, eds). Academic Press, Burlington, MA, USA, 25-51.
96. Singleton G.R., Hinds L.A., Krebs C.J. & Spratt D.M. 2003. Rats, mice and people: rodent biology and management. Canberra (Australia), Australian Centre for International Agricultural Research.
97. Spagnesi M. & De Marinis A.M. 2002. Mammiferi d'Italia. Quaderni di conservazione della natura n. 14. Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio-Istituto Nazionale per la fauna selvatica "Alessandro Ghigi".

