

## The loss of colour morphs in Italian populations of the Common wall Lizards (*Podarcis muralis*) associates with phylogenetic reconstruction

Roberto SACCHI<sup>1</sup>, Marco MANGIACOTTI<sup>1,2</sup>, Stefano SCALI<sup>2</sup>, Marco A.L. ZUFFI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dipartimento di Scienze della Terra e dell'Ambiente, Università di Pavia, Via Taramelli, 24, I-27100 Pavia, Italy; <sup>2</sup>Museo Civico di Storia Naturale di Milano, Corso Venezia 55, I-20121 Milano, Italy; <sup>3</sup>Museo di Storia Naturale e del Territorio, Università di Pisa, Via Roma 79, I-56011 Calci (Pisa), Italy

**Abstract.** The persistence of different colour morphs within a given population is generally associated with the coexistence of alternative reproductive strategies. Each strategy involves specific trade-offs among behavioural, morphological, physiological, and other life history characteristics. Different morphs may thus represent alternative ecological optima within a single species. Because the equilibrium between alternative strategies is not necessary stable under changing conditions, some morphs can be locally favoured or may colonize novel environments whereas other may decline; thus, peculiar phenotypes can be fixed through allelic selection thereby promoting sympatric speciation ('morphic speciation'). Tests of how colour morphs may evolve into new lineages are rare, despite morph specific alternative strategies are common within species. The common wall lizard (*Podarcis muralis*) is a small-sized lacertid species showing a marked ventral and throat colour polymorphism with three main phenotypes (i.e., white, yellow and red). All morphs can occur in both sexes and within the same population and are characterized by different phenotypic traits including body size, immuno-competence and stamina, homing behaviour, diet, and stress responses. Here we compared the morphs' occurrence within Italian populations of common wall lizard with the complex phylogenetic structure of the species in this area. Our analysis is based on more than one hundred populations sampled from all over Italy during 2012- 2016. We found that all populations from Central and Southern Italy show reduced numbers of morphs, the populations from Tuscany, Marche, and Umbria being monomorphic (i.e. white). The phylogenetic reconstruction showed that polymorphic condition in this species is probably ancestral since the Calabria clade, the basal one in Italy, resulted polymorphic (probably dimorphic). These data support the hypothesis that polymorphism may play an important role in speciation processes.

**Riassunto.** La coesistenza di morfi di colore all'interno di una popolazione è generalmente associate alla coesistenza di strategie riproduttive alternative ciascuna delle quali sottintende specifici *trade-offs* tra le diverse caratteristiche della life-history della specie, tra cui il comportamento, la morfologia e la fisiologia. In questo scenario, i morfi rappresentano quindi optima ecologici alternativi che massimizzano la fitness individuale in dipendenza delle specifiche pressioni ambientali a cui i morfi si sono adattati. Dato che l'equilibrio tra le diverse strategie non è necessariamente stabile nel tempo, alcuni morfi possono essere localmente favoriti o possono risultare più efficienti nel colonizzare nuovi ambienti rispetto ad altri. Di conseguenza gli alleli di un dato fenotipo possono andare incontro a fissazione, promuovendo un processo di speciazione simpatica ("*morphic speciation*"). Nonostante il polimorfismo cromatico sia comune in natura, esistono ben poche verifiche su come esso possa dare origine a nuovi lignaggi. La lucertola muraiola (*Podarcis muralis*) è un sauro di medio-piccola taglia caratterizzato da un accentuato polimorfismo cromatico nella colorazione ventrale con tre morfi principali (bianco, giallo e rosso) presenti in entrambi i sessi e all'interno di una stessa popolazione. Correlazioni morfo-specifiche sono state individuate per quanto riguarda la morfologia, l'immunocompetenza, il comportamento di *homing*, la dieta e la risposta allo stress. In questo studio abbiamo confrontato la variabilità delle frequenze dei morfi nelle popolazioni italiane con la complessa struttura filogenetica della specie nel nostro paese. L'analisi si basa su di un campione di oltre 100 popolazioni campionate in tutta Italia nel periodo 2012-2016. Le popolazioni dell'Italia centro-meridionale hanno mostrato una riduzione nel numero di morfi e in particolare le popolazioni di Toscana, Marche e Umbria sono risultate

interamente monomorfiche (bianche). Le ricostruzioni filogenetiche disponibili hanno mostrato che la condizione polimorfica in questa specie sia probabilmente ancestrale, visto che il clade basale (quello Calabrese) è risultato polimorfico (probabilmente dimorfico). I nostri dati supportano quindi l'ipotesi che il polimorfismo cromatico possa svolgere un ruolo importante nei processi di speciazione simpatica.