

VOLKER DITTRICH

Ciba Ltd., Basle

Genetics of O.P.-resistance in Tetranychids

Resistance of the Leverkusen-strains of *Tetranychus urticae* against O.P. compounds is discussed on the basis of numerous publications. Comparisons of fitness in the N- and R-strains originating from the same genetical stock revealed a greater fitness of N in: egg-laying, life-span, successful development from egg to adult, speed of development, successful moult of the teliochrysalis to the adult stage, feeding intensity, and starvation conditions. Reduced fitness was shown to be the reason for reversion from resistant to normal.

The genetic basis for resistance is discussed by indirect evidence: R-strains show shallow slopes and unbroken LDP-lines. Selection of the N-strain results in an increase of LC_{50} only after 9 generations at a selection pressure of 80 %. There seems to be a direct negative correlation between level of resistance and fitness. All these facts make the operation of a single major factor improbable.

On the other hand there is evidence of several genes for resistance in the Leverkusen-R-strain. Crossmatings between N and R gave an F_1 with its LDP-line intermediate between parental lines. Continued backcrossing to N and simultaneously selecting the F-generations at 50 % gave reduction of resistance to almost normal. The R-gene complex could be split into two distinct groups by 5 generations of sibmating: the resulting strain showed a step-type curve caused by a « two-class-reaction » towards the poison. Obviously the two classes consisted of homo- and heterozygotic carriers of a single gene for resistance. A generally lower level of resistance in the inbred strain as compared to the R-strain can be explained by a loss of R- genes which were rendered homozygous through sibmating and made their carriers die. Consequently one has to discriminate between a single factor for R that can be made homozygous and others that are inviable when made homozygous. Strains homozygous for the single, major factor for resistance died out 7 generations after cessation of inbreeding in

two similar experiments. Apparently homozygotes are weaker competitors than heterozygotes when reared together, since the latter increased in numbers at the expense of the former. The differences between above results and those of other authors working with the same strains are discussed. It seems feasible that usage of a reverting R-strain might have caused differing results. In that case the « background-resistance » of the original R-strain might have been lost and the single factor for R left. In that case a genetical analysis of resistance must result in a single gene interpretation.

RIASSUNTO

Sulla base di numerose pubblicazioni viene discussa la resistenza dei ceppi Leverkusen di *Tetranychus urticae*.

Confrontando le caratteristiche del ceppo N rispetto al ceppo R, originati dalla stessa specie genetica, il ceppo N ha rivelato: una maggior predisposizione all'ovideposizione; una più lunga durata di vita; uno sviluppo da uovo ad adulto più favorevole; rapida evoluzione; muta positiva della teliocrisalide allo stadio di adulto; voracità; resistenza alla denutrizione. Una minore adattabilità si è dimostrata essere la causa della reversione da resistente a normale.

Una osservazione indiretta pone in evidenza la base genetica della resistenza: i ceppi R mostrano curve poco profonde e linee LDP spezzate. Dalla selezione del ceppo N risulta un aumento del LC_{50} solo dopo 9 generazioni, ad una pressione di selezione dell'80 %. Sembra esistere una correlazione diretta negativa tra livello di resistenza e riduzione dell'adattabilità e tutti questi fatti rendono improbabile la responsabilità di un solo fattore principale.

D'altra parte vi sono parecchi geni resistenti nel ceppo Leverkusen R. Incroci tra N e R hanno fornito una F_1 con linea LDP intermedia fra quelle dei genitori. L'incrocio continuato con N e la simultanea selezione nelle generazioni F al 50 % portano ad una riduzione della resistenza del tutto normale. Il complesso dei geni R può essere scisso in due gruppi distinti dopo 5 generazioni: il ceppo risultante mostra una curva a gradini, causata dalla reazione delle due classi al veleno. Ovviamente le due classi sono formate dagli elementi omo- ed eterozigoti di un unico gene di resistenza. Il livello di resistenza generalmente più basso nei ceppi riprodotti rispetto al ceppo R può essere spiegato con una perdita dei geni R, che vengono resi omozigoti dalla riproduzione in consanguineità e che conducono alla perdita dei loro vettori. Conseguentemente si deve fare una discriminazione tra un unico fattore per R che può diventare omozigote e altri fattori che portano alla infecondità quando divengono omozigoti.

Ceppi omozigoti rispetto ad un singolo fattore principale di resistenza morirono dopo 7 generazioni dall'arresto della riproduzione in consanguineità, in due esperimenti analoghi. Apparentemente gli omozigoti sono competitori più deboli degli eterozigoti quando vengono allevati insieme, poiché questi ultimi aumentano di numero a spese dei primi.

Le differenze fra i risultati sopracitati e quelli ottenuti da altri AA. operanti con gli stessi ceppi vengono poste in discussione e può darsi il caso che risultati contrastanti siano dovuti all'impiego di un ceppo R reversibile. In tal caso la « resistenza di fondo » dei ceppi R originari potrebbe essere andata perduta e sia rimasto un unico fattore per R. Una analisi genetica della resistenza deve risultare perciò dall'interpretazione di un solo gene.

LITERATURE CITED

- DITTRICH V., 1961 - Populationsgenetische Untersuchungen an normalen und phosphorsäureester-resistenten Stämmen von *Tetranychus urticae* Koch. *Z. angew. Ent.* 48, 34-57.
- DITTRICH V., 1962 - A comparative study of toxicological test methods on a population of the two-spotted spider mite (*Tetranychus telarius*). *J. econ. Ent.* 55, 644-648.
- DITTRICH V., 1963 - A recessive factor for Organophosphate-resistance in populations of the two-spotted spider mite, *Tetranychus telarius*. *J. econ. Ent.* 56, 182-184.
- DITTRICH V., 1963 - Genetics and dynamics of organophosphate resistance in strains of *Tetranychus urticae*. *Advances in Acarology* I, 238-247.
- HELLE W., 1962 - Genetics of resistance to organophosphorus compounds and its relation to diapause in *Tetranychus urticae* Koch (Acari). *Diss. Amsterdam*.
- HUWALD K., 1965 - Resistenzentwicklung bei *Tetranychus urticae* Koch in Abhängigkeit von der Vorgeschichte der Population und dem physiologischen Zustand der Wirtspflanze. *Z. angew. Ent.* 56, 1-40.
- SABA F., 1961 - Ueber Entwicklung und Rueckgang von Giftresistenz bei *Tetranychus urticae* Koch und deren Abhängigkeit von der Wirtspflanze. *Z. angew. Ent.* 48, 265-293.
- VOSS G., 1962 - Physiologische und toxikologische Untersuchungen an der Spinnmilbe *Tetranychus urticae* Koch unter besonderer Berücksichtigung eines phosphorsäureester-resistenten Stammes. *Diss. Würzburg*.

DISCUSSION

HELLE: Don't you think it would be a more suitable hypothesis to explain decreased viability from non allelic interaction (synthetic lethality) of R-factors rather than from semi-lethals?

DITTRICH: It might be, I have to think it over. So far the explanation of factors that cause a strongly reduced viability in homozygous conditions seemed to be the best explanation of our test results. If other explanations of the complex situation can be given and proved by practical results I will gladly accept them.

MATHYS: Dr Dittrich said that resistant strains have a higher mortality rate than susceptible ones and also a slower evolution. Is that not in contradiction with a former publication written by Dr Gasser?

DITTRICH: It may be in contradiction but we know from other examples of strains of insects selected for resistance that the observation of a lowered fitness in the R-strains is not rare at all. I think of Grayson's work on cockroaches and Brazzel's work on bollweevils and many others. Contrariwise I cannot think of any example of a generally higher fitness of an R-strain as compared to its N-origin.