

(Ottmann et al., 2009), ist ihre Funktion in obligat biotrophen Pathogenen, wie beispielsweise dem Oomyceten *Plasmopara viticola*, dem Erreger des Falschen Mehltaus der Weinrebe, bislang unbekannt.

In Zusammenarbeit mit dem INRA in Bordeaux (Frankreich) konnten drei Sequenzbereiche innerhalb des *P. viticola* Genoms identifiziert werden, welche für potentielle NLPs kodieren. Mittels bioinformatischer Verfahren wurden erhebliche Unterschiede in den Gensequenzen und den daraus translatierten Aminosäuresequenzen festgestellt. In einem der Gene wurde beispielsweise durch die Deletion einer einzelnen Base eine Leserasterverschiebung verursacht, welche zu einem verkürzten, wahrscheinlich funktionslosen Protein führt. Durch Sequenzierungen von *P. viticola* Isolaten von toleranten und anfälligen Rebsorten, aus verschiedenen Weinbauregionen Deutschlands und Frankreichs, konnte gezeigt werden, dass diese Proteine in einer hoch konservierten Form vorliegen. In phylogenetischen Analysen bilden diese Proteine eine Gruppe mit NLPs anderer biotropher Pathogene, welche sich zu NLPs hemibiotropher Pathogene abgrenzen.

Alle drei Gene zeigen eine starke Induktion der Expression in den ersten 12 Stunden der Infektion, beginnend mit dem Freisetzen der Zoosporen aus den Sporangien. Ausgehend von diesen Ergebnissen lässt sich eine neue, bislang unbekannt Funktion der NLPs biotropher Pathogene zu denen hemibiotropher Pathogene vermuten. Eine Lokalisation der fluoreszenz markierten Proteine auf subzellulärem Level, zeigte keine Unterschiede zur Lokalisation des *Phytophthora infestans* NPP1. Bei transienter Expression der NLPs von *P. viticola* in *Nicotiana benthamiana* konnte, im Vergleich zu NPP1, allerdings keine Nekrosen-induzierende Funktion festgestellt werden.

Literatur

Fellbrich, G., Romanski, A., Varet, A., Blume, B., Brunner, F., Engelhardt, S., Felix, G., Kemmerling, B., KRZYMOWSKA, M. and NÜRNBERGER, T., 2002, NPP1, a Phytophthora-associated trigger of plant defense in parsley and Arabidopsis, *Plant J.*, **32**.

GUZEN, M. and NÜRNBERGER, T., 2006, Nep1-like proteins from plant pathogens: Recruitment and diversification of the NPP1 domain across taxa, *Phytochemistry*, **67**.

Ottmann, C., Luberaacki, B., Kufner, I., Koch, W., Brunner, F., Weyand, M., Mattinen, L., Pirhonen, M., Anderluh, G., SEITZ H.U., NÜRNBERGER, T. and OECKING, C., 2009, A common toxin fold mediates microbial attack and plant defense, *PNAS*.

05-4 - Erste Hinweise auf eine multiregionale Anpassung von *Plasmopara viticola* an *Vitis*-Genotypen mit partieller Resistenz gegen das Pathogen

First indication of a multiregional adaptation of Plasmopara viticola to Host partial resistance of grapevine genotypes

Hanns-Heinz Kassemeyer, François Delmotte²

Staatliches Weinbauinstitut Freiburg Abteilung Biologie

²INRA Bordeaux Institute des Science

Im europäischen Weinbau werden zunehmend Rebsorten mit quantitativer Resistenz gegen *Plasmopara viticola* angebaut. Größere Parzellen mit diesen Sorten üben einen Selektionsdruck auf die Pathogenpopulation aus, der zu einer differentiellen Anpassung an resistente Genotypen und zu einer Erosion der quantitativen Resistenz führen kann. Wir untersuchten den Grad der Wirtsanpassung in Flächen mit resistenten Rebsorten im Vergleich zu anfälligen in Deutschland, Ungarn und Frankreich. Zu diesem Zweck wurde die genotypische und phänotypische Variabilität von 17 *P. viticola* Isolaten aus Rebflächen mit anfälligen *Vitis vinifera* Sorten und 35 Isolaten von partiell resistenter Sorten analysiert. Die resistenten Genotypen umfassten die Rebsorte 'Regent' und weitere *Vitis*-Genotypen mit dem *Rpv1* Locus (QTL von *Vitis* mit Resistenzmerkmalen bzw. R-Genen gegen *P. viticola*).

Inokulationsexperimente ergaben bei Isolaten aus Flächen mit der partiell resistenten Sorte 'Regent' eine Adaptation von *P. viticola* an diesen Genotyp. Im Phänotyp zeigte diese Population aggressivere Isolate mit erhöhter Sporulationsintensität auf cv. 'Regent'. Diese Erosion der Resis-

tenz und wurde in den drei räumlich getrennten Regionen Atlantik (Region Bordeaux), Nord (Mosel, Baden, Elsass) und Zentral (Ungarn) gefunden. Im Gegensatz dazu war keine Erosion der Resistenz bei anderen *Vitis*-Genotypen mit dem *Rpv1* locus zu beobachten. Die *P. viticola* Populationen in Beständen mit diesen resistenten Wirts-Genotypen wiesen eine signifikant geringere Sporulationsintensität und eine reduzierte Sporangiengröße auf.

Diese Fallstudie zeigt, dass in der Population von *P. viticola* innerhalb einer relativ kurzen Zeitspanne eine Anpassung an resistente Genotypen der Wirtspflanze stattfinden kann. Das Muster der Anpassung ist ein deutlicher Hinweis, dass mit zunehmendem Anbau resistenter *Vitis*-Genotypen ein planvolles Resistenzmanagement mit gezielten Pflanzenschutzmaßnahmen erforderlich ist.

Literatur

- DELMOTTE, F., MESTRE, P., SCHNEIDER, C., KASSEMAYER, H.H., KOZMA, P., RICHART-CERVERA, S., ROUXEL, M., DELIÈRE, L., 2014: Rapid and multiregional adaptation to host partial resistance in a plant pathogenic oomycete: Evidence from European populations of *Plasmopara viticola*, the causal agent of grapevine downy mildew. *Infection, Genetic, Evolution in press*, available online.
- Rouxel, M., Mestre, P., Baudoin, A., Carisse, O., Delière, L., Ellis, M. A., Gadoury, D., Lu, J., Nita, M., Richard-Cervera, S., Schilder, A., Wise, A., Delmotte, F. 2014: Geographic distribution of cryptic species of *Plasmopara viticola* causing downy mildew on wild and cultivated grape in eastern North America. *Phytopathology* **104**, 692-701.
- Rouxel, M., Papura, D., Nogueira, M., Machefer, V., Dezette, D., Richard-Cervera, S., Carrere, S., Mestre, P., Delmotte F. 2012: Microsatellite Markers for Characterization of Native and Introduced Populations of *Plasmopara viticola*, the Causal Agent of Grapevine Downy Mildew. *Appl. Environ. Microbiol.* **78** (17), 6337-6340.

05-5 - Kupferminimierung im ökologischen Weinbau

Minimising copper application in eco-viticulture

Karin Weitbrecht², Stefan Schwab², Yannik Schneider³, Hanns-Heinz Kassemeyer

Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg, Merzhauserstr. 119, 79100 Freiburg, Deutschland

²Agrolytix GmbH, Cauerstraße 4 - 91058 Erlangen, Deutschland

³Albert-Ludwigs Universität Freiburg, Fakultät für Biologie, Schänzlestr. 1, 79104 Freiburg

Kupfer ist ein vor allem in der ökologischen Landwirtschaft und dort viel in Sonderkulturen eingesetztes Pflanzenschutzmittel. Gerade in großflächigen Sonderkulturen wie Wein, Apfel oder Hopfen wird Kupfer im ökologischen Anbau gegen spezifische Krankheiten erfolgreich eingesetzt: z.B. den Falschen Mehltau des Weins (*Plasmopara viticola*) und des Hopfens (*Pseudoperonospora humili*) sowie den Erreger des Apfelschorfs (*Venturia inequalis*) (Mohr et al 2007), (Wehrauch et al, 2011).

Kupfer als Schwermetall kann in höheren Dosen Auswirkungen auf die Bodenzönose haben (Strumpf et al 2009), (Riepert, 2009). Große Kupfermengen führen zu einer reduzierten Biodiversität, was dem ökologischen Gedanken direkt entgegensteht, weshalb eine Kupferreduktion in diesem Bereich besonders wichtig ist.

Das Staatliche Weinbauinstitut Freiburg (WBI) beschäftigt sich mit Möglichkeiten dies zu erreichen. Unsere Versuche zeigen, dass eine optimale Wirksamkeit des Kupfers nur dann besteht, wenn eine hohe Verfügbarkeit von Kupferionen mit einer guten Blatthaftung kombiniert wurde. Dies erreicht man z. B. durch leicht lösliche Verbindungen wie Kupfersulfat, in Kombination mit einer Mikroverkapselung. Die Firma Agrolytix hat für das WBI ein mikroverkapseltes Präparat auf Kupfersulfatbasis hergestellt, das die Haftungseigenschaften der Kapseln mit der Wirksamkeit des Kupfersulfats verbindet. Wir präsentieren die Ergebnisse unserer Versuche mit diesem innovativen Produkt den Kupfereintrag in den Boden signifikant zu verringern. Dabei stellte sich heraus, dass bei hohem Befallsdruck durch den Falschen Mehltau Kupfer allein nicht ausreicht, um Ernteeinbußen zu verhindern, gerade die Ausbringung von minimierten Kupfermengen geht in solchen Situationen mit einem erhöhten Infektionsrisiko einher. Wir präsentieren einige Ergebnisse unserer Suche nach Misch- und Ersatzstoffen, die dieses Risiko verringern könnten.