

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 Weitbrecht<sup>2</sup>, Stefan Schwab<sup>2</sup>, Yannik Schneider<sup>3</sup>, Hanns-Heinz Kassemeyer**

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

<sup>2</sup>Agrolytix GmbH, Cauerstraße 4 - 91058 Erlangen, Deutschland

<sup>3</sup>Albert-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 inaequalis*) (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.

#### Literatur

- MOHR, H. D., PORTZ, C., HOLZ, B., NOGA, G., KAST, W. K., & MADER, H., 2007, Minimierung des Kupfereinsatzes im ökologischen Weinbau unter besonderer Berücksichtigung der Blattbeläge und ihrer Wirkung gegen den Falschen Mehltau (*Plasmopara viticola*)-Teil 1: 2002 bis 2003, Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes **59**(3), 49-58.
- RIEPERT, F.; 2009. Auswirkungen von Kupferbelastungen auf ausgewählte Indikatoren der Bodenzönose.; J Kulturpflanzen **61**(4), 131-139.
- T.STRUMPF, A.STEINDL, J.STRASSEMEYER & F. RIEPERT, 2011, Monitoring of total contents of copper in organically and conventionally managed soils. Part 1: Total contents in vineyard soils of German quality vine areas. J Kulturpflanzen **63** (5): 131-143.
- WEIHRAUCH F. & J. SCHWARZ, 2011 Versuche zur Reduzierung kupferhaltiger Pflanzenschutzmittel im ökologischen Hopfenbau., Berichte aus dem Julius Kühn-Institut **164**, 46-51.

## 05-6 - Minimierung des Einsatzes kupferhaltiger Fungizide im ökologischen Hopfenbau: Wo stehen wir heute?

*Minimisation of the use of copper fungicides in organic hop growing: State of the art*

**Florian Weihrauch, Johannes Schwarz**

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hopfenforschungszentrum Hüll

In den Jahren 2010 bis 2013 wurden im Rahmen eines vierjährigen, über das ‚Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft‘ (BÖLN) finanzierten Forschungsprojektes Möglichkeiten zur Reduzierung der Kupferaufwandmenge bei der Bekämpfung des Falschen Mehltaus *Pseudoperonospora humuli* im ökologischen Hopfenbau gesucht. Die Prüfungen wurden auf einem Naturland-Betrieb bei Wolnzach auf knapp 1,5 ha der Sorte 'Perle' durchgeführt. In dem Versuchsgarten wurden insgesamt 26 Parzellen für 13 unterschiedliche Versuchsglieder angelegt. Jedes Versuchsglied hatte eine Gesamtgröße von ca. 0,1 ha. Leider litt das gesamte Projekt unter einem hinlänglich bekannten Problem von Freilandversuchen, weshalb nur zwei der vier Projektjahre aussagekräftige Ergebnisse lieferten. Daher wurde 2014 mit finanzieller Unterstützung der Erzeugergemeinschaft Hopfen HVG e.G. ein fünftes Versuchsjahr angehängt.

Getestet wurden Kupferhydroxide, Kupfersulfate und Kupferoxychlorid in unterschiedlichen Formulierungen und mit niedrigen Aufwandmengen (2 und 3 kg/ha und Jahr) an Reinkupfer sowie in Kombination mit Synergisten; dabei wurden zunächst die Produkte 'Herbagreen', 'Biplantol H forte NT' und 'Frutogard' eingesetzt. Ab dem vierten Versuchsjahr wurde Frutogard durch 'Myco-Sin' ersetzt und 'Flavonin Agro Protect' zusätzlich eingesetzt. Zudem wurden ab dem dritten Versuchsjahr noch jeweils Tastversuche in Einzelparzellen mit kupferarmen bzw. -freien Varianten angelegt. Hierbei wurden die Präparate 'Sakalia', 'Polyversum' und 'Biocin F' geprüft.

Die Ergebnisse belegen, dass im Bekämpfungserfolg der Peronospora zwar jedes eingesetzte Kilogramm Kupfer mehr erkennbar bleibt, doch dass mit modernen Kupferhydroxiden eine erfolgreiche Bekämpfung des Falschen Mehltaus auch mit einem reduzierten Aufwand von 3 kg/ha Kupfer möglich ist. Dieses kurzfristige Ziel des 'Strategiepapiers Kupfer' der Anbauverbände kann somit als erreicht bezeichnet werden. Die Kombination mit den geprüften Synergisten ergab dabei fast durchwegs eine Wirkungsverbesserung. Die potenteste Mischung ist ohne Zweifel jene mit 'Frutogard', doch dessen Einsatz steht in der Praxis aktuell nicht zur Diskussion. Daher setzen wir die größten Hoffnungen auf eine weiterführende Minimierung des Kupfereinsatzes im ökologischen Hopfenbau auf die Verkapselungstechnik der 'CuCaps', wobei nur die zur Pilzbekämpfung tatsächlich nötigen Cu<sup>2+</sup>-Ionen langsam und kontinuierlich freigesetzt werden. Wir erwarten, dass die Prüfung des verkapselten tribasischen Kupfersulfates auch bei niedrigeren Aufwandmengen als den momentan erreichten 3 kg/ha einen ausreichend guten Bekämpfungserfolg der Hopfen-Peronospora ergibt.