

THESIS ABSTRACT

AUTHOR: Jean-Paul TRIJSBURG

SUPERVISOR: Prof. Dr. H R Schultz

CO-SUPERVISOR: Dr Anne Pellegrino (Montpellier SupAgro, France)

Title

Relationships between drought and hydraulic architecture of field-grown *Vitis vinifera* L. cultivars

Abstract

The aim of this research was to investigate the influence of drought on the xylem anatomy, hydraulic conductivity in petioles and stomatal density of leaves of four *Vitis vinifera* cultivars (Syrah, Silvaner, Grenache and Airen). Plants were exposed to two different irrigation regimes: water stressed (*Dry* treatment), and non-stressed (*Control*). Leaves were sampled in late summer and sections for microscopy were made on two different positions on the petiole: near the leaf lamina, and on the middle of the lamina. Using the free source software CellProfiler, a pipeline was created which automatically identified and measured individual xylem vessels.

Xylem in leaves of Leaf Plastochron Index (LPI) 9 and 3 were analysed. Xylem was found to be more frequent ($p < 0.001$) and larger ($p < 0.001$) in the section in the middle of the petiole compared to the section of the petiole near the leaf lamina. Xylem vessel diameters found in the petiole ranged between 4 and 80. Using measured xylem sizes and the Hagen-Poiseuille equation, the hydraulic conductivity was calculated. Even though smaller xylem vessels were found to be more frequent, the xylem size group between 20-40 showed a much higher contribution to the total hydraulic conductivity.

Differences were found between the two different treatments. Compared to the *Dry* treatment more xylem vessels and larger vessels tended to be found in the *Control* treatment, with the exception of Silvaner where no differences between both treatments occurred. Furthermore, the Leaf Specific Conductivity (LSC) tended to be larger for both red cultivars (Syrah and Grenache), whilst Silvaner and Airen showed no differences between mean values of the LSC.

When the xylem anatomy of LPI 9 was compared to that of LPI 3, leaves of LPI 9 showed more vessels, but smaller vessels, for all cultivars and treatments (p 0.05) except for Silvaner. Leaf Specific Conductivities showed no significant differences between the two leaf ages. Due to the lower cell sizes, hydraulic conductivity was higher for LPI 9. However LSC did not differ much because of differences in leaf size.

Stomatal densities were counted on leaves of the same treatment as described before, on leaves of LPI 1 and 9. Within both treatments and all for all cultivars, higher stomatal densities were found for leaf age LPI 1 compared to LPI 9 (p 0.05), with the exception of Airen in the *Dry* treatment. Furthermore stomatal densities for both treatments and all four cultivars were compared for the *Dry* treatment, which tended to show higher stomatal densities compared to the *Control* treatment, except for Silvaner and Airen at LPI 1.

Titel:

Das Verhältnisse zwischen Trockenstress und hydraulischer Architektur von vier auf dem Feld gewachsenen *Vitis Vinifera L.* Rebsorten

Kurzfassung

Das Ziel dieser Forschung war es, den Einfluss von Wassermangel auf die hydraulische Anatomie, Leitfähigkeit der Blattstiele und die stomatale Dichte der Blätter von vier *Vitis-Vinifera* Varietäten (Syrah, Silvaner, Grenache und Airen) zu untersuchen. Die Reben wurden an zwei verschiedenen Bewässerungsregimen ausgesetzt: Wasserstress (trockene Behandlung) und kein Wasserstress (Kontrolle). Blätter dieser Reben mit dem Leaf Plastochron Index (LPI) 9 und 3 wurden im Spätsommer geerntet und die Abschnitte für die Mikroskopie wurden an zwei verschiedenen Positionen auf dem Blattstiel gemacht: nahe der Blattspreite und auf der Mitte des Blattstiels. Unter Verwendung der freien Software CellProfiler wurde eine 'pipeline' hergestellt, die automatisch Xylemgefäße identifiziert und misst.

Es wurde Xylem in der Mitte des Blattstiels und nahe der Blattspreite analysiert. Dabei stellte sich heraus, dass mehr Xylemgefäße (p < 0.001) und größere Gefäßdurchmesser (p < 0.001) in der Mitte des Blattstiels zu finden sind.

Die Gefäßdurchmesser im Bereich des Blattstiels erstreckten sich zwischen 4 und 80 µm. Unter Verwendung der gemessenen Xylemgrößen und der Hagen-Poiseuille Formel wurde die hydraulische Leitfähigkeit berechnet. Obwohl kleinere Xylemgefäße viel häufiger zu finden sind, zeigen die Größengruppen zwischen 20-40 µm einen viel höheren Beitrag zur hydraulisch Leitfähigkeit bei.

Es zeigen sich auch Unterschiede zwischen den zwei Behandlungen. Die trockene Behandlung zeigt mehrere und größere Xylemgefäße im Vergleich zur Kontrolle mit Ausnahme von Silvaner, bei dem es keine Unterschiede gibt. Außerdem war bei beiden roten Rebsorten (Syrah und Grenache) der Leaf Specific Conductivity (LSC) größer, als bei den weißen Rebsorten. Silvaner und Airen zeigen keine unterschiedlichen Mittelwerte des LSC.

Beim Vergleich der Xylemanatomie von LPI 9 und LPI 3 stellt sich heraus, dass LPI 9 bei allen Sorten und Behandlungen ($p < 0.05$) eine größere Anzahl, jedoch kleinere Gefäße aufweist. Eine Ausnahme bildet hier Silvaner. Desweiteren zeigen sich auch keine Unterschiede beim Leaf Specific Conductivity zwischen den beiden Blattaltern, aber bezüglich der Blattgröße zeigen sich deutliche Differenzen jedoch wesentliche.

Es wurde die Stomatadichte auf den Blättern LPI 1 und LPI 9 der beiden Versuchsvarianten gezählt. Innerhalb beider Behandlungen und für alle Rebsorten wurde eine höhere Stomatadichte für das Blattalter LPI 1 gefunden im Vergleich zu LPI 9 ($p < 0.05$). Mit Ausnahme von Airen bei der Trockenbehandlung. Für beide Behandlungen und alle vier Rebsorten zeigt die trockene Behandlung eine höhere Stomata Dichte als bei der Kontrolle, außer bei Silvaner und Airen an LPI 1.