

**17. Jahrestagung der  
Schweiz. Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (SGPW)  
17<sup>ème</sup> assemblée annuelle de la Société Suisse d'Agronomie (SSA)**

Agroscope Changins-Wädenswil, 1260 Nyon  
27. März 2009

**Wasser für die Landwirtschaft  
*L'eau pour l'agriculture***

---

***Vorträge / Exposés***

***Hinweis:***

*Beiträge in ausschliesslicher wissenschaftlicher Verantwortung der  
jeweiligen Autoren.*

*Les auteurs portent la responsabilité scientifique de leur contribution.*

<b>E-1</b>	<b>Wasser für eine durstige Landwirtschaft - Herausforderungen und Lösungsansätze.</b> Christoph Studer.....	4
<b>E-2</b>	<b>Wie viel Wasser steht uns in der Schweiz zur Verfügung – heute und in 50 Jahren.</b> Bruno Schädler.....	6
<b>E-3</b>	<b>Beiträge der Pflanzenzüchtung zur Anpassung an den Klimawandel.</b> Christiane Balko.....	7
<b>E-4</b>	<b>Techniques d'irrigations pour une meilleure valorisation de l'eau.</b> Jean-Claude Mailhol.....	9
<b>V-1</b>	<b>Bodenwasserhaushalt bei Direktsaat und Pflug.</b> Wolfgang Sturny.....	11
<b>V-2</b>	<b>Physiological indicators of grapevines water status applied to a terroir-study.</b> Jean-Sébastien Reynard.....	12
<b>V-3</b>	<b>Anwendung und Weiterentwicklung der Moistick-Sonde zur bedarfsgerechten, wassersparenden Bewässerung.</b> Luzius Matile.....	12
<b>V-4</b>	<b>Drought tolerance in maize.</b> Rainer Messmer.....	13
<b>V-5</b>	<b>Depth and vertical distribution of Roots in tropical maize inbred lines.</b> Christoph Grieder.....	14
<b>V-6</b>	<b>Characterisation of the photosynthetic apparatus as prediction tool for drought tolerance in wheat.</b> Jörg Leipner.....	14

## Poster

- P-1 Dem Trockenstress entkommen.** Niclas Freitag und David Schneider.....15
- P-2 Early plant development of modern maize inbred lines at three temperature regimes.** Regina Reimer, Benjamin Stich, Albrecht E. Melchinger, Tobias A. Schrag; Peter Stamp and Andreas Hund .....15
- P-3 Mapping QTLs for lateral and axile root growth in seedlings of tropical maize.** Samuel Trachsel, Rainer Messmer, Peter Stamp and Andreas Hund .....16
- P-4 Identification of differentially expressed genes in *Lolium multiflorum* upon *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* infection.** Fabienne Wichmann, Torben Asp, Franco Widmer, Beat Keller and Roland Kölliker.....17
- P-5 Genetic diversity in meadow fescue and Italian ryegrass.** Roland Kölliker, Madlaina Peter-Schmid, Mahdi Majidi, Beat Boller and Franco Widmer.....18
- P-6 Untersuchung des Wasserhaushalts von Böden mittels Lysimetern.** Ernst Spiess und Volker Prasuhn .....18
- P-7 Irriguer pour produire des fourrages: quelle voie choisir ?** Eric Mosimann, Alice Baux, Raphaël Charles, Rainer Frick, Sokrat Sinaj et Christian Streit.....19
- P-8 Irrigation as adaptation strategy to climate change – a biophysical and economic appraisal for Swiss maize production.** Robert Finger, Werner Hediger and Stéphanie Schmid.....20
- P-9 Efficacité de l'irrigation des cultures sarclées de printemps à l'exemple du soja.** Raphaël Charles et Christian Streit.....20
- P-10 Comparaison de différents régimes hydriques appliqués au pommier irrigué au goutte à goutte.** Philippe Monney.....21
- P-11 Comparaison d'un régime climatique standard et d'un régime avec intégration de température sur 24 heures en culture de tomate hors sol.** Céline Gilli et A. Granges .....22
- P-12 Les engrais du commerce sont-ils indispensables pour une exploitation laitière de montagne?** Bernard Jeangros et Jakob Troxler.....23
- P-13 *Melissa officinalis*: Lorelei, une nouvelle variété d'Agroscope ACW, en comparaison avec 10 autres variétés.** C. Carlen, C.-A. Carron, S. Lappe, D. Fröhlich, C. Baroffio.....23
- P-14 Morphologische und phytochemische Variabilität von *Perilla frutescens* L. (shiso).** C.A. Baroffio, C.-A. Carron, J.F. Vouillamoz und C. Carlen.....24
- P-15 Fumure azotée, qualité des chips et nouvelles variétés de pomme de terre cultivées en Suisse.** B. Dupuis, W. Reust, T. Hebeisen, J.P. Dutoit, T. Ballmer.....25

<b>P-16</b>	<b>Fumure azotée et nouvelles variétés de pomme de terre cultivées en Suisse.</b> B. Dupuis, W. Reust, T. Hebeisen, J.P. Dutoit, T. Ballmer.....	26
<b>P-17</b>	<b>Hohe Sommertemperaturen gefährden die Marktversorgung mit Kartoffeln – hitzetolerantere Sorten existieren und bringen Ertragssicherheit.</b> Thomas Hebeisen, Theodor Ballmer, Roger Wüthrich und Franz Gut.....	27
<b>P-18</b>	<b><i>Ramularia collo-cygni</i> sur orge : Une maladie transmise par la semence ?</b> Peter Frei.....	28
<b>P-19</b>	<b>Evaluation des symptômes de <i>Rhizoctonia solani</i> sur tubercules de pommes de terre.</b> Christophe Lupfer, Daniele Fuogg, Calmin Gautier, Urban Anderau et François Lefort .....	29
<b>P-20</b>	<b>Lutte contre l'ambrosie : briser le cycle.</b> Christian Bohren et Nicolas Delabays....	30
<b>P-21</b>	<b>Etablissement de culture in vitro de <i>Santalum album</i> L.</b> Julien Crovadore, Michel Schalk et François Lefort.....	31
<b>P-22</b>	<b>Influence de pararétrovirus endogènes sur la taxonomie et le diagnostic des badnavirus de l'igname (<i>Dioscorea spp.</i>).</b> Bousalem M., Durand O., Scarcelli N., Lebas B. S. M., Kenyon L., Marchand J.-L., Lefort F., Seal E .....	32
<b>P-23</b>	<b>Caractérisation de laccases putatives dans le genre <i>Phytophthora</i> (<i>Oomycota</i>, <i>Stramémopiles</i>).</b> Cheikh-Ravat Pegah, Calmin Gautier, Belbahri Lassaad, Lefort François.....	33

## **E-1 WASSER FÜR EINE DURSTIGE LANDWIRTSCHAFT - HERAUSFORDERUNGEN UND LÖSUNGSANSÄTZE**

**Christoph Studer, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL,  
CH-3052 Zollikofen**

Eigentlich gibt es auf der Erde sehr viel Wasser: 71% der Erdoberfläche sind mit Wasser bedeckt. Wasser ist jedoch gleichzeitig eine begrenzte Ressource, denn weniger als 3% des auf der Erde vorhandenen Wassers ist Süsswasser, wobei der grösste Teil hiervon erst noch an den Polen als Eis gefroren ist. Massgebend für eine längerfristig nachhaltige Wassernutzung sind nicht die vorhandenen Reserven, sondern die 'erneuerbaren Süsswasserressourcen', die in Form von Niederschlägen auf die Erde fallen. Da global gesehen die Gesamtmenge an (erneuerbarem) Wasser ungefähr konstant bleibt, führt das stetige Bevölkerungswachstum zu einer starken Abnahme der Wasserverfügbarkeit pro Kopf; in verschiedenen Gebieten wird schon heute mehr Wasser genutzt als an erneuerbarem Wasser vorhanden ist.

Weltweit fliessen ca. 70% des genutzten Wassers in die Landwirtschaft. In Zukunft werden aufgrund des Bevölkerungswachstums noch mehr Menschen ernährt werden müssen, wobei diese zudem immer mehr tierische Produkte nachfragen werden, deren Produktion mehr Wasser verbraucht als die Pflanzenproduktion. Weil zudem wohl auch vermehrt Bioenergie produziert werden muss, ist eigentlich ein Anstieg des Wasserverbrauchs in der Landwirtschaft abzusehen. Die wirtschaftliche Entwicklung gerade in Schwellen- und Drittweltländern wird jedoch dazu führen, dass andere Sektoren gleichzeitig nach mehr Wasser verlangen werden und somit der Landwirtschaft eher weniger Wasser zur Verfügung stehen wird. Daher steht die Landwirtschaft vor der grossen Herausforderung, mit weniger Wasser mehr produzieren zu müssen, d.h. Wasser zukünftig effizienter zu nutzen.

Nebst klimatischen Faktoren ist auch die Produktionstechnik für die Höhe des Wasserverbrauchs in der Landwirtschaft ausschlaggebend. Das bedeutet umgekehrt, dass durch verbesserte Produktionstechniken die Wassernutzungseffizienz in der Landwirtschaft verbessert werden kann. Bei den technischen Massnahmen zum Wassersparen steht verständlicherweise oft die Bewässerungstechnik im Vordergrund: Heute werden im globalen Durchschnitt wohl weniger als 50% des Wassers, das zur Bewässerung erschlossen wird, durch die Zielpflanzen für ein produktiveres Wachstum genutzt. Gerade z.B. im Reisanbau könnte enorm viel Bewässerungswasser eingespart werden. In der bewässerten Landwirtschaft besteht daher ein enormes Wassersparpotential, wodurch den anderen Wasserverbrauchern riesige Mengen an zusätzlichem Wasser zufließen könnten.

Nebst der Bewässerungstechnik bestehen jedoch noch viele weitere Möglichkeiten, die Wassernutzungseffizienz in der Landwirtschaft zu verbessern. So tragen praktisch alle ertragssteigernden Massnahmen (wie z.B. eine ausreichende Nährstoffversorgung oder adäquater Pflanzenschutz) zu einer effizienteren Nutzung von Wasser (in produzierten  $\text{kg}/\text{m}^3$  genutztem Wasser) bei; diese Regel gilt sowohl für den Bewässerungs- wie für den Regenfeldbau. Auch das Reduzieren von unproduktiven Wasserverlusten (wie z.B. Evaporation von der Bodenoberfläche) kann die Wassernutzungseffizienz sowohl im bewässerten wie auch unbewässerten Pflanzenbau erheblich erhöhen. Durch sogenanntes 'water harvesting' kann Niederschlagswasser genutzt werden, das ohne derartige Massnahmen oft ungenutzt bleibt. Aber auch die Wahl der angebauten Kulturen (brauchen Zuckerrüben oder Zuckerrohr mehr Wasser, um ein kg Zucker zu produzieren?) und des Saattermins, das Anlegen von Windschutzstreifen oder das Einsetzen von Mulchen, Treibhauskulturen und andere raffinierte Anbausysteme können die Wasserproduktivität in der Landwirtschaft beträchtlich erhöhen.

Aufgrund der steigenden Nachfrage nach Wasser wird in Zukunft wohl auch mehr Wasser aus unkonventionellen Quellen in der Landwirtschaft Verwendung finden. So werden in Jordanien schon heute über 80% der Abwässer aus Kläranlagen zur Bewässerung wiederverwendet – man behandelt Abwasser nicht als Abfallprodukt, dessen man sich entledigen muss, sondern es wird als Ressource genutzt. Auch das gezielte Nachspeisen von Grundwasserressourcen ('managed groundwater recharge') oder die Entsalzung von Brack- und Meerwasser stellen Wege dar, wie heute noch wenig genutzte Wasserressourcen helfen können, den grossen Durst (nicht nur der Landwirtschaft) nach Wasser zu löschen.

Nebst den technischen Massnahmen, welche zu einer effizienteren Nutzung beschränkter Wasserressourcen beitragen können, dürfen jedoch verschiedene sozio-ökonomische Ansätze, die zu einem verbesserten Wassermanagement führen können, nicht vergessen werden. Oft ist die Umsetzung technischer Möglichkeiten nur möglich, wenn die Rahmenbedingungen ihrer Realisierung förderlich sind. Als Basis für ein verbessertes Wassermanagement ist sicherlich ein tieferes Bewusstsein und Verständnis, d.h. Aufklärung bzgl. Wasserknappheit und effizienter Nutzung vonnöten. Andererseits braucht es jedoch auch (positive oder negative) Anreize welche Wasserverbraucher motivieren, Wasser effizienter zu verwenden. So können z.B. sowohl die Subvention effizienter Bewässerungssysteme wie auch das Erheben von Gebühren für die Wassernutzung Landwirte dazu bringen, mit Wasser sparsamer umzugehen. Wichtig ist auch, dass für alle Wassernutzer transparent gleiche Prinzipien gelten, was entsprechende institutionelle Rahmenbedingungen (Gesetzgebung, Durchsetzung) bedingt.

Ein weiterer Ansatz, Wasser effizienter zu nutzen, ist der Handel an 'virtuellem Wasser'. Der Begriff 'virtuelles Wasser' steht für die Menge Wasser, welche zur Produktion eines landwirtschaftlichen Erzeugnisses/Produktes gebraucht wird. So braucht es z.B. ca. 1350 l Wasser um 1 kg Weizen zu produzieren, oder etwa 2300 l Wasser, um 1 kg Reis zu produzieren. Wenn nun ein wasserarmes Land wie Ägypten um die 7 Millionen t Weizen einführt, kann es fast 10 Milliarden m<sup>3</sup> Wasser sparen, das benötigt würde, wenn der Weizen in Ägypten selber angebaut würde; dies entspricht etwa 17% des Wassers, das Ägypten aus dem Nil entnehmen kann. Wenn nun dieser Weizen noch in Gebieten angebaut wird, wo der Wasserverbrauch zur Produktion aufgrund klimatischer oder produktionstechnischer Faktoren kleiner ist als in Ägypten, kann theoretisch auf globaler Ebene Wasser gespart werden. Leider hat dieses schöne Konzept vom Handel mit virtuellem Wasser auch seine Haken, weshalb es in vielen Ländern nicht nur auf Gegenliebe stösst.

Zusammenfassend kann konstatiert werden, dass dem grössten Wasserverbraucher, der Landwirtschaft, viele Wege offen stehen, Wasser effizienter und produktiver zu nutzen. Man muss sich jedoch bewusst sein, dass technische Lösungen alleine kaum zu diesem Ziel führen werden; über sozio-ökonomische Ansätze müssen Rahmenbedingungen geschaffen werden, welche die Umsetzung technologischer Lösungen auch erlauben und fördern. Hierzu ist es erforderlich, sich nicht alleine aufs Wasser zu konzentrieren, sondern ganzheitlich zu denken und auch sektorielle Grenzen zu überwinden.

## **E-2 WIE VIEL WASSER STEHT UNS IN DER SCHWEIZ ZUR VERFÜGUNG – HEUTE UND IN 50 JAHREN**

**Bruno Schädler, Bundesamt für Umwelt BAFU, CH-3000 Bern**

Viele Gebirgsregionen haben für ihre umliegenden Tiefländer eine grosse Bedeutung als Wasser Lieferanten. Deshalb werden die Alpen oft als Wasserschloss Europas bezeichnet. So verfügt die Schweiz über etwa 3.7 mal mehr Wasserressourcen als Europa, im Sommer sind die Unterschiede noch grösser. Natürlich sind Niederschlag und Abfluss von Jahr zu Jahr und auch innerhalb des Jahres zeitlich und örtlich sehr grossen Schwankungen unterworfen. Insgesamt nahmen die Niederschläge über die letzten 100 Jahre in der Schweiz leicht zu. Da auch die Verdunstung durch die Erwärmung etwas anstieg, blieben die Abflüsse, also unsere verfügbaren Wasserressourcen, praktisch konstant. Die sich auch in der Schweiz abzeichnende Klimaänderung wurde daher hauptsächlich als Veränderungen der Lufttemperatur wahrgenommen. Es ist jedoch klar, dass sich damit auch sämtliche anderen klimatologischen Variablen verändern. Obwohl in einer wärmeren Atmosphäre potentiell mehr Wasserdampf gespeichert sein kann, ist es nicht so, dass damit auch überall auf der Welt automatisch mit zunehmenden Niederschlägen zu rechnen ist. Im Gegenteil, es ist davon auszugehen, dass in vielen Regionen längere Trockenperioden und weniger Niederschlägen auftreten werden.

In Europa scheinen die Alpen eine Grenze zwischen eher stabilen oder zunehmenden Niederschlägen im Norden und deutlich abnehmenden Niederschlägen im Süden und Südwesten zu bilden. Für die Schweiz wird bis zum Jahr 2050 im Sommerhalbjahr mit einer Abnahme von etwa 9 Prozent gerechnet während im Winterhalbjahr die Werte etwa stabil oder sogar leicht steigend erwartet werden. Im Alpenbereich werden die Gletscher mit der weiteren Temperaturzunahme stark schwinden. Für gletschnahe Bäche kann das eine deutliche Abnahme der Wasserführung im Sommer bedeuten, in grösseren Flüssen sind diese Einflüsse jedoch eher geringfügig. Denn die Schneevorräte in den Bergen werden nach wie vor bedeutendere Wasserreserven darstellen, welche im Frühjahr und Sommer allerdings früher als heute zum Schmelzen kommen. Das heisst, dass sich die jahreszeitliche Verteilung des Abflusses verändern dürfte. In Regionen mit einem starken Rückgang der sommerlichen Niederschläge oder in den schon heute eher trockenen inneralpinen Gebieten dürfte der Abfluss stark sinken und im Spätsommer und Herbst beinahe heutige winterliche Niedrigwasser-Verhältnisse annehmen. Im Mittelland kann die Wasserführung der kleineren und mittleren Gewässer mit längeren trockenen und heissen Abschnitten im Sommer deutlich zurückgehen. Dies bedeutet auch für die Grundwasser eine grössere jahreszeitliche Dynamik mit stärkerem Absinken im Sommer, was aber im Winter durch die intensiveren flüssigen Niederschläge und durch höhere Wasserführung mit entsprechender Infiltration kompensiert werden dürfte. Insgesamt wird die Bedeutung der Schweiz als Wasserschloss Europas eher zunehmen.

In trockenen Sommern dürfte in Zukunft zeitweise eine Konkurrenzsituation auftreten zwischen verschiedenen Ansprüchen: Nutzung in Wasserkraftwerken, Wasserentnahme für Kühlzwecke (thermische Kraftwerke und Industrie), Sicherstellung der gesetzlichen Restwassermengen (Verdünnung eingeleiteter Abwässer), Vermeidung von zu starker Erwärmung (Fische etc.), genug Wasser für die Fliessgewässerökologie, evtl. Trinkwassernutzung sowie Entnahme für landwirtschaftliche Bewässerung. Die heute rund 55'000 ha bewässerten Flächen benötigen in einem Trockenjahr rund 144 Mio. m<sup>3</sup> Wasser. Anpassungsmassnahmen und Regelungen müssen in Trockenregionen langfristig wohl ins Auge gefasst werden. In Zukunft wird sich das Wassermanagement nicht mehr nach dem Wasserbedarf, sondern vielmehr nach dem Wasserangebot ausrichten müssen.

### **E-3 BEITRÄGE DER PFLANZENZÜCHTUNG ZUR ANPASSUNG AN DEN KLIMAWANDEL**

**Christiane Balko, Julius Kühn-Institut (JKI), Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Institut für Resistenzforschung und Stresstoleranz  
Groß Lüsewitz, Deutschland**

Global sind im letzten Jahrhundert mit dem CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre die Jahresmittelwerte der Temperatur um 0,6...0,8 °C gestiegen, seit Mitte der siebziger Jahre drei Mal schneller als in den vergangenen 100 Jahren. Daraus wird neben vielen anderen Indizien eine fortschreitende globale Erwärmung abgeleitet, die Auswirkungen auf das gesamte Klima hat. Genaue Vorhersagen, wie sich das Klima regional ändern wird, sind noch nicht möglich. Basierend auf mathematischen Modellen der Klimatologen kann nur von bestimmten Szenarien ausgegangen werden. Bei einem Ausgangsszenario mit moderatem CO<sub>2</sub>-Anstieg muss je nach regionaler Lage und Prognosezeitraum mit einem mittleren Temperaturanstieg von 1,5...3 °C gerechnet werden, daneben können sich Temperaturmaxima und -minima verschieben. Regional differenziert werden sich auch Niederschlagsverteilung und -intensität ändern. Prognosen für Deutschland sagen keine dramatisch verringerten Gesamtniederschläge voraus, für weite Gebiete vor allem im Osten und Süden jedoch abnehmende Sommerniederschläge. Einen solchen Trend scheint es auch für die Schweiz zu geben. Das bedeutet, dass in der Hauptvegetationszeit die Wahrscheinlichkeit von (Hitze- und) Trockenstress für die Pflanzen steigt – sowohl Dauer als auch Intensität betreffend. Die Landwirtschaft bekommt die Folgen des veränderten Klimas sehr direkt zu spüren. Hier werden sich Klimaänderungen zum einen direkt in Form abiotischer Stressfaktoren und zum anderen indirekt durch die Verschiebung von Pathogensituationen auf die Leistung der Kulturpflanzen, d. h. Ertrag und Qualität auswirken. Zu den Pflanzen, die besonders sensibel auf ausbleibende Niederschläge und hohe Temperaturen reagieren, gehört die Kartoffel. In einer Studie von Hijmans (2003) werden die durch den globalen Temperaturanstieg und dessen Folgen (ohne Berücksichtigung des Wasserhaushaltes) verursachten Minderungen des Ertragspotenzials der Kartoffel für Deutschland auf 16,9 % ohne Anpassung und 15,5 % mit Anpassung (agronomische Maßnahmen, Sorten mit späterer Blattseneszenz bezogen auf Temperatursummen) geschätzt. Die Züchtung toleranter Kartoffelsorten wird auch hier als eine Schlüsselmaßnahme angesehen, um unter den Bedingungen des Klimawandels eine leistungsfähige Kartoffelproduktion zu sichern. Pflanzen sind grundsätzlich in der Lage, sich (in bestimmten Grenzen) nicht nur Witterungsschwankungen, sondern auf einer längerfristigen Zeitschiene auch Klimaänderungen anzupassen. Aufgabe der Pflanzenzüchtung ist es, diese Anpassung durch gezielte Selektion auf neu zu definierende Zuchtziele zu beschleunigen.

Damit stellt sich die Frage, wie die Zuchtziele im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel, z. B. in Bezug auf die Trockentoleranz bei der Kartoffel, zu definieren sind. Generell wird Stresstoleranz - also auch Trockentoleranz - als Ertragen der Stresssituation unter weitgehender Beibehaltung der physiologischen Aktivität definiert. Vom landwirtschaftlichen Standpunkt manifestiert sich dies in unseren Breiten in der Regel über den Ertrag. Als Trockentoleranz kann also die Fähigkeit der Pflanze angesehen werden, unter Trockenstress einen maximalen Ertrag bzw. eine möglichst geringe Ertragsreduktion zu realisieren. Dabei sind Ertragsstabilität und hohe Erträge unter (Trocken)stress häufig tendenziell negativ korreliert und nicht immer in Übereinstimmung zu bringen. Neben dem Ertrag spielt sowohl im Food- als auch im Nonfood-Bereich die Qualität eine wichtige Rolle. Auch hier können wieder ein maximaler Gehalt an (bestimmten) Inhaltsstoffen, wie z. B. die Stärke, oder die Stabilität der wertgebenden Eigenschaften von Bedeutung sein.

Voraussetzung für eine erfolgreiche Züchtung auf Stresstoleranz ist das Vorhandensein genetischer Variation in der Zielgröße und damit assoziierten Merkmalen.

Die Ertragsbildung wird besonders unter Trockenstressbedingungen wesentlich vom Umgang der Pflanze mit der Ressource Wasser bestimmt. Zwei Komponenten sind von Bedeutung: das Wassereignungsvermögen und die Wassernutzungseffizienz. Zur Charakterisierung des Wasser-

aneignungsvermögens unter Trockenstress wurden in eigenen Versuchen während der Vegetationszeit Tensiometermessungen in verschiedenen Tiefen vorgenommen. Die Messungen in 30 und 60 cm Tiefe zeigten, dass mit fortschreitender Entwicklung des Pflanzenbestandes wie auch infolge des sich entwickelnden Trockenstresses eine Differenzierung im Wasserentzug der einzelnen Genotypen eintrat. Die im Mittel der Stressperiode erreichte Saugspannung korrelierte mit dem Stressertrag. Der Zusammenhang wurde enger, wenn statt des Stressertrages die oberirdische Biomasse betrachtet wurde. Mit zunehmender Tiefe nahmen die Unterschiede zwischen den Genotypen allerdings ab und waren in 90 cm Tiefe nicht mehr signifikant. Genotypen mit einer deutlich höheren Wasseraneignung aus tieferen Bodenschichten konnten nicht identifiziert werden. Dagegen ist eine Reihe von Genotypen in der Lage, die Wassernutzungseffizienz unter Trockenstress deutlich zu verbessern. Dies waren in unseren Untersuchungen dieselben Genotypen, die auch eine bessere Ertragsstabilität und damit auch höhere Erträge unter Stressbedingungen aufwiesen. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass die Wassernutzungseffizienz bei der Ertragsstabilität der Kartoffel eine wichtige Rolle spielt und in diesem Merkmal auch genotypische Variabilität vorhanden ist. Eine direkte Beurteilung der Trockentoleranz, die den gleichzeitigen Anbau von Genotypen unter gut bewässerten und Stressbedingungen einschließt, ist im Allgemeinen teuer und die Anzahl der Testkandidaten meist begrenzt. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, indirekte Selektionskriterien zu nutzen. Dafür wurden im Labor und Gewächshaus Testsysteme bzw. Marker entwickelt, die es ermöglichen, mit der Trockentoleranz assoziierte Merkmale unter kontrollierten Bedingungen relativ schnell – z. T. schon an Blättern von etwa 4 Wochen alten Pflanzen – ohne langwierige Freilandversuche abschätzen zu können. Drei Merkmale waren bei Kartoffeln vor allem mit der Ertragsstabilität korreliert: das relative Blattwasserdefizit, die Akkumulation von freiem Prolin im Blattgewebe und der effektive Quantenertrag, ermittelt mit Hilfe der Chlorophyllfluoreszenz. Vergleichende Untersuchungen an der ebenfalls trockensensitiven Ackerbohne zeigten, dass die verschiedenen Kulturarten durchaus unterschiedliche Möglichkeiten zur Adaption an Stressbedingungen haben. Solche indirekten Selektionskriterien ermöglichen nicht nur die Evaluierung genetischer Ressourcen bezüglich spezifischer Toleranzeigenschaften, sondern eröffnen auch Wege, verschiedene Toleranzmechanismen im Sinne einer Pyramidisierung zu kombinieren. Darüber hinaus können sie im Rahmen der Phänotypisierung zur Entwicklung molekularer Marker beitragen. An Ansätzen für eine markergestützte Selektion wird im Verbund mit dem Internationalen Kartoffelzentrum (CIP) einerseits und Kartoffelzüchtern andererseits gearbeitet. Relativ wenig ist bekannt über die Wechselwirkung von Trockenstress mit anderen Stressfaktoren. Bei erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Atmosphäre geht man eher von einem ‚Düngeeffekt‘, also einer fördernden Wirkung aus, mit durchaus positiven Effekten bezüglich der Reaktion auf Trockenstress. Kommt dann jedoch Hitzestress hinzu, sind durchaus negative Effekte auf Ertrag und Qualität der Kartoffel zu erwarten. Züchterische Arbeiten zur Anpassung der Kartoffel an den Klimawandel müssen dementsprechend nicht nur Trockentoleranz, sondern möglichst gleichzeitig auch Hitzetoleranz berücksichtigen. Dass auch bezüglich dieses Merkmals genetische Variation vorhanden ist, die züchterisch genutzt werden kann, zeigen unter anderem die jüngsten Untersuchungen zum Einfluss von Trocken- und Hitzestress bei Kartoffeln, in denen Ertrag und Komponenten der Wassernutzung (Wasserkonsumtion, Wassernutzungseffizienz sowie <sup>13</sup>C Diskriminierung) verschiedener Kartoffelgenotypen in Relation zueinander gesetzt wurden sowie weitere physiologische Merkmale wie die Akkumulation von freiem Prolin, löslichen Zuckern, Veränderungen im Wasser- und Chlorophyllgehalt sowie des osmotischen Potentials des Blattes ermittelt und deren Relevanz für die Beurteilung der Toleranz von Kartoffelgenotypen bestimmt wurde.



## **E-4 TECHNIQUES D'IRRIGATIONS POUR UNE MEILLEURE VALORISATION DE L'EAU**

**Jean-Claude Mailhol, Cemagref UMR G-EAU, Montpellier France**

Le recours à irrigation est souvent nécessaire pour garantir le maintien d'un niveau de production suffisant dans de nombreuses régions du monde. En France ces régions concernent le Sud-Est et une grande partie du Sud-Ouest. Mais depuis plusieurs décennies, l'irrigation a fait son apparition dans des régions situées au nord d'une ligne Bordeaux Valence à la faveur de quelques années exceptionnellement sèches comme l'année 1976 par exemple. Si l'irrigation permet d'assurer la qualité de certaines productions comme les cultures fruitières, les cultures légumières pour les conserveries ou les productions de semences par exemple, la nécessité de rentabiliser l'investissement consenti pour se prémunir contre les aléas climatiques et sécuriser la production, a conduit un certain nombre d'agriculteurs à adopter le maïs, culture très exigeante en eau mais qui cependant la valorise bien. Extension et intensification de l'irrigation ont eu des conséquences désastreuses sur les cours d'eau de certaines régions peu équipées en infrastructures hydrauliques, avec problèmes d'étiages, voir d'à secs. La nécessité de gérer efficacement l'irrigation pour améliorer la productivité de l'eau s'impose alors. Une gestion efficace de l'irrigation passe par l'amélioration des pratiques et ce, non seulement à l'échelle de la parcelle mais aussi à celle de l'exploitation agricole. A l'échelle de la parcelle il s'agit d'améliorer l'efficience de l'irrigation. Pour cela, il convient d'apporter l'eau à la plante en adoptant en premier lieu le matériel le mieux adapté à la fois au sol à la culture ainsi qu'au climat. En second lieu, il convient d'apporter l'eau à la plante quand celle-ci en a besoin et ce avec la dose requise répartie de façon aussi homogène que possible sur la parcelle. Ces deux dernières contraintes font référence à deux critères fréquemment employés pour caractériser l'irrigation quant à ses performances. Il s'agit de l'efficience d'application  $E_a$  et du coefficient d'uniformité  $CU$ . Si ce dernier a des définitions propres au système d'irrigation utilisé,  $E_a$  s'exprime comme le rapport de la dose contribuant à la dose requise (stockable dans la zone racinaire) à la dose moyenne apportée. Bien souvent le choix du système d'irrigation est influencé par des impératifs d'ordre économiques, le prix de l'eau, à condition que celle-ci ne soit pas trop rare, n'étant pas un facteur suffisamment discriminant. Cependant, disposer d'un système d'irrigation techniquement performant, ne signifie pas pour autant que l'agriculteur va pouvoir valoriser au mieux l'eau dont il dispose en raison des contraintes qui peuvent exister à l'échelle de son exploitation. Ces contraintes sont souvent liées à la disponibilité du matériel et en main d'œuvre. Le canon enrouleur, qui est en France le matériel le plus utilisé doit être déplacé d'une parcelle à l'autre. Un agriculteur sous équipé sera évidemment plus sensible à cette contrainte qu'un autre disposant de plus de moyens lui permettant d'anticiper les conséquences des interdictions d'irriguer sur sa production, en irrigant à plein régime durant les heures autorisées. Cet état de fait réduit considérablement l'intérêt des méthodes de pilotage des irrigations puisque souvent l'agriculteur ne peut pas ajuster l'irrigation au plus près des besoins de la culture. Force est donc de constater que les différents capteurs faisant état du niveau d'humidité du sol (tensiomètres et autres) ne sont guère utilisés par la profession agricole en dehors des parcelles de références gérées par certains services régionaux en étroite relation avec les chambres d'agriculture. Le système d'avertissement aux irrigations n'a souvent qu'un intérêt limité qu'au déclenchement de la première irrigation concernant la culture phare de la région. Des règles simples, associées aux contraintes évoquées imposent donc à l'échelle de la campagne un calendrier prévisionnel des arrosages des différentes parcelles. Avant la campagne d'irrigation, en tenant compte des règles d'allocation d'eau et des restrictions possibles, l'agriculteur choisit pour les différentes parcelles les cultures irriguées et la stratégie d'irrigation qui lui est dédiée, ces choix sont généralement établis sur la base de critères économiques. La diminution des quotas d'eau dans certaines régions de France comme la Beauce, conduit les agriculteurs à réviser leur stratégie d'assolement et d'allocation d'eau aux cultures sur la base des prix de vente présumé des produits agricoles.

Ce qui précède met en exergue la tension qu'il existe dans certaines régions de France au niveau de la ressource et, tout système ou stratégie susceptible d'engendrer des économies d'eau intéresse l'agriculteur.

Parmi les systèmes de culture, la technique du semis direct sous couverture végétale (SCV) commence à retenir l'attention de certains agriculteurs en France et plus particulièrement au Maghreb. Ceci non seulement dans un objectif d'économie d'eau mais également dans un objectif de réduction du

coût énergétique et du temps de travail. Les résultats issus de nos expérimentations conduites à la parcelle expérimentale de Lavalette au Cemagref de Montpellier montrent qu'en SCV, pour le blé dur irrigué, le rendement diminue par rapport au système (CT) conventionnel. En revanche un rendement équivalent au CT est obtenu pour les traitements sans azote et aussi le traitement pluvial. Pour une culture d'été comme le maïs, on obtient un même rendement en SCV qu'en CT. En accord avec les résultats de la littérature, le SCV réduit l'évaporation du fait de la présence des résidus à la surface du sol. En ce qui concerne la "Water Use Efficiency" (WUE), elle n'est pas significativement différente même si une tendance semble s'afficher en faveur du SCV.

L'analyse du devenir de l'azote montre qu'en dépit d'un déficit de bilan (assimilable à une perte) plus faible, l'efficacité d'utilisation de l'azote diminue en SCV ; la raison est probablement à rechercher du côté d'un stockage de l'azote par les bactéries qui libèrent ensuite cet azote trop tardivement pour qu'il profite effectivement à la culture. Cela milite en faveur d'un changement de gestion de l'azote en SCV.

Une application du modèle PILOTE (Mailhol et al., 1997 ; 2004, Khaledian et al., 2008), à une série climatique (1991 à 2007) sur le cas du maïs montre que le système SCV peut engendrer des économies d'eau substantielles par rapport au CT et ce, pour un objectif de rendement donné. Selon le modèle, le SCV permet d'accroître la WUE de 77 en CT à 102 (kg/mm) pour le climat de Lavalette représentatif d'un contexte méditerranéen.

Au niveau du bilan énergétique, le SCV pour le cas du maïs et du sorgho peut réduire l'énergie consommée tout en maintenant la production.

Le goutte à goutte, technique réputée économe en eau et moins gourmande énergétiquement que l'aspersion, connaît un fulgurant taux de développement au Maghreb où les ressources hydriques sont très limitées. Cependant sa maîtrise par la plupart des agriculteurs est encore loin d'être optimale. En outre, les conséquences d'une meilleure valorisation de l'eau qu'elle engendre grâce notamment à la fertigation, ont engendré sur certaines cultures comme le maraîchage d'été une extension des superficies. De ce fait cela n'a pas eu pour conséquence de stabiliser le niveau d'eau dans les retenues ou dans les nappes comme l'escomptaient les gouvernements des pays ayant favorisé la mise en place de ces systèmes. Il convient également de rappeler qu'en contexte où il existe des risques de salinité, la pratique du goutte à goutte nécessite des apports d'eau sensiblement plus élevés que les besoins requis par la plante et ce, afin de maintenir le plan de flux nul en deçà du système racinaire.

Cela étant précisé, l'irrigation localisée a les potentialités pour induire des économies d'eau lorsqu'elle est suffisamment bien maîtrisée. En théorie, le gain par rapport à l'aspersion conduite à l'optimum, peut atteindre 15% environs, valeur proche de l'évaporation du sol. En irrigation enterrée, cette valeur peut être sensiblement dépassée avec l'avantage de réduire la pousse des adventices. Cependant, cette technique encore coûteuse, car non subventionnée en France, est limitée à des cultures à très forte valeur ajoutée.

Le rationnement en goutte à goutte est peu recommandé en raison de la difficulté à reformer un bulbe humide après un dessèchement trop prolongé du sol notamment sur des sols ayant un taux d'argile dépassant les 15%, la macro fissuration qui en résulte créant des infiltrations préférentielles. Lorsque le rendement maximal n'est pas l'objectif recherché en raison des ressources en eau limitées, le goutte à goutte perd de son intérêt vis-à-vis de l'aspersion ou même du gravitaire, toutes deux permettant de pratiquer une irrigation dite de complément. L'irrigation dite de complément est appliquée sur des cultures pour lesquelles le niveau de production est fluctuant en fonction de la pluie. Il en est souvent ainsi pour les céréales comme le blé qui bénéficie assez fréquemment des pluies de printemps. Une ou deux irrigations bien ciblées peuvent certaines années accroître fortement le rendement par rapport à celui d'une parcelle en sec. Il n'est en conséquence peu concevable d'irriguer ce type de culture en goutte à goutte compte tenu des faibles possibilités de rentabiliser un tel investissement, même en partie subventionné.

## V-1 **BODENWASSERHAUSHALT BEI DIREKTSaat UND PFLUG**

**Andreas Chervet und Wolfgang G. Sturny, Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern, Rütli, CH-3052 Zollikofen; Peter Weisskopf, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich**

In der pflanzenbaulichen Produktion sollten die standortspezifischen Voraussetzungen mit Hilfe geeigneter anbautechnischer Massnahmen bestmöglich ausgenützt werden. Der nachhaltige Einsatz der natürlichen Ressourcen Boden, Wasser und Luft muss dabei mit einer kostengünstigen Erzeugung qualitativ hochwertiger Nahrungs- und Futtermittel einhergehen. Insbesondere die Wechselbeziehung zwischen Boden und Wasser ist bei gleichzeitiger Optimierung beider Ziele von besonderem Interesse, da mit hohen Erträgen das Wasserangebot zum limitierenden Wachstumsfaktor werden kann.

Auf der Dauerbeobachtungsfläche „Oberacker“ am Inforama Rütli in Zollikofen werden seit 1994 die beiden Anbausysteme Direktsaat (DS) und Pflug (PF) auf einer tiefgründigen, grundfeuchten Braunerde miteinander verglichen. Während mehreren Jahren wurde – nebst anderen Untersuchungsparametern – der Bodenwasserhaushalt unter den Kulturen Mais und Zuckerrüben verfolgt (Chervet et al. 2006). Die während der Vegetationsperiode durchgeführten Wassergehalts- und Saugspannungsmessungen sollten aufzeigen, in welchem Ausmass die Bodenbearbeitung den Wasserhaushalt beeinflusst.

Die Resultate belegen, dass insbesondere in den obersten Bodenschichten Unterschiede zwischen den beiden Anbausystemen auftreten. Im unbearbeiteten Boden unter Direktsaat können Trockenphasen dank einem höheren Wasserspeichervermögen und einer kontinuierlicheren Wassernachlieferung besser überbrückt werden. Dies wirkt sich positiv in einer höheren Trockensubstanzproduktion der Pflanzenbestände aus.

Im System DS wird auf jegliche mechanische Bodenlockerung verzichtet. Dies führt – im Gegensatz zum System mit wendender Bodenbearbeitung – zu einem kontinuierlicheren Aufbau des Oberbodens. Ausgeprägte Bodenschichten, verursacht durch Grundbodenbearbeitung oder Saatbettbereitung, fehlen ebenso wie Strohmattzen, Schmierschichten, Verdichtungen im Bereich der Pflugsohle und Verschlämmungen an der Bodenoberfläche. Eine grosse Regenwurmpopulation mit Tiefgräbern baut stabile Gänge bis in grosse Tiefen – mit folgenden Auswirkungen auf den Bodenwasserhaushalt:

- Durch die Pflanzenreste und die ungelockerte Bodenoberfläche werden im System DS die Aggregate des Oberbodens effizient vor Verschlammung geschützt.
- Die Regenwurmgänge behalten im System DS nach Befahrungen ihre Form und Funktion weitgehend bei. Das Niederschlagswasser kann deshalb ungehindert in verdunstungssichere Bodenschichten infiltrieren und dort gespeichert werden.
- Während im System DS das Bodenwasser in Trockenperioden eher ungestört kapillar aufsteigt, wird der Wasseraufstieg im System PF durch Schichtsprünge behindert – trotz eines ähnlichen Gefügebau im Ober- und Unterboden.
- An der Bodenoberfläche des Systems DS verdunstet infolge der Mulchauflage und der ungelockerten Oberfläche weniger Wasser als im System PF.
- Durch den höheren Wassergehalt kann das Bodenleben im System DS länger aktiv bleiben; aber auch die Schnecken können stärker gefördert werden.
- Die Pflanzen des Systems DS müssen vor allem in Trockenperioden das Wasser weniger tief aus dem Boden „heraufpumpen“.
- Die länger anhaltende Bodendurchfeuchtung im System DS verbessert die Aufnahme wasserlöslicher Nährstoffe durch die Pflanze.

**Literatur:** Chervet A., Müller M., Ramseier L., Schafflützel R., Sturny W. G., Weisskopf P. & Zihlmann U., 2006. Bodenwasser bei Direktsaat und Pflug. Agrarforschung **13** (4), 162-169

## **V-2 PHYSIOLOGICAL INDICATORS OF GRAPEVINES WATER STATUS APPLIED TO A TERROIR-STUDY**

**Jean-Sébastien Reynard and Vivian Zufferey, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-1260 Nyon**

Terroir is a highly important concept in viticulture because it relates the sensory attributes of wine to the environmental conditions in which the grapes are grown. Among all the factors that contribute to terroir, we are focusing our study on soil and how do vineyard soils affect grape and wine quality.

Our hypothesis is that the soil water holding capacity is the main pedological factor influencing vine physiology and wine characteristics.

A network of fifty sites was set up in the Vaud vineyards on different soil types. The sites were planted with two cultivars of *Vitis vinifera* L.: Gamaret and Doral. Vine water measurements (leaf water potentials, carbon isotopic discrimination) are carried out during three vintages (2007-2009). The grapes from the fifty sites are being vinified separately according to the same protocol. The project endeavours to develop a decision support system for winegrowers to match grape cultivars to soil types.

## **V-3 ANWENDUNG UND WEITERENTWICKLUNG DER MOISTICK-SONDE ZUR BEDARFSGERECHTEN, WASSERSPARENDEN BEWÄSSERUNG**

**Luzius Matile, Fachstelle Bodenökologie ZHAW, CH-8820 Wädenswil**

Der Bodenfeuchtesensor Moistick wurde für Topfpflanzen entwickelt und hat sich dort sehr gut bewährt. In Zusammenarbeit mit der Herstellerfirma PlantCare wurde der Sensor weiterentwickelt für die Anwendung bei der Bewässerung von Grünanlagen und in der Landwirtschaft. Als kostengünstiger und wartungsarmer Bodenfeuchtesensor ist die Sonde gut geeignet für die Steuerung von Bewässerungsanlagen.

Der Sensor besteht aus einem Heizelement und einem Temperaturfühler, die von einem synthetischen Filz umgeben sind. Nach einem kleinen Wärmepuls wird die Abkühlzeit von der Maximaltemperatur bis zu einem Schwellwert gemessen, was von der Wärmeleitfähigkeit des umgebenden Filzes abhängig ist. Da die Wärmeleitfähigkeit des Filzmaterials sehr viel kleiner ist als jene von Wasser, kann mit dieser Methode der Wassergehalt des Filzes bestimmt werden. Der Wassergehalt des Filzes wiederum ist abhängig von der Saugspannung im umgebenden Boden, mit dem er in Kontakt steht. Wie sich die Saugspannung im Boden auf den Wassergehalt im Filz auswirkt, hängt von der Porenstruktur des Filzes ab.

In Laborversuchen werden verschiedene Filze in verschiedenen Substraten und Böden getestet und mit der parallel dazu gemessenen Saugspannung verglichen. So kann die gemessene Auskühlzeit bezüglich der Saugspannung im umgebenden Boden geeicht werden. Die Sonde wird auch in Feldversuchen und im Gewächshaus getestet. Die Feldversuche dienen dazu, verschiedene Effekte, wie tägliche Temperaturschwankungen in geringer Tiefe oder Effekte der Bodenbeschaffenheit zu beschreiben, um sie bei der künftigen Anwendung der Sonde berücksichtigen zu können. Bei den Versuchen im Gewächshaus wird die Sonde zur Steuerung der Bewässerung verwendet. Dabei werden verschiedene Bewässerungssysteme mit einander verglichen und optimiert.

## V-4 DROUGHT TOLERANCE IN MAIZE

**Rainer Messmer, Andreas Hund, Peter Stamp, Marianne Bänziger and Jean-Marcel Ribaut, Institut für Pflanzenwissenschaften ETH Zürich, CH-8092 Zürich**

Drought resistance refers to the plant's ability to maximize yield under suboptimal water supply. There are two adaptations leading to drought resistance: (1) dehydration avoidance and (2) dehydration tolerance. Dehydration avoidance usually contributes more to drought resistance than dehydration tolerance. Plants can avoid dehydration in many ways, for example by capturing more soil water, minimizing water losses through transpiration or by altering the cell water potential. Dehydration avoidance in drought resistant cultivars is mostly derived from constitutive traits. Dehydration tolerance in contrast, which is the ability to maintain function in a dehydrated state, is generally associated with slow growth and a low yield potential, and therefore of limited use from an agronomic perspective.

A drought-tolerant genotype produces higher yields than a drought-susceptible genotype in a variety of water-stressed environments. The ideal genotype combines both a high yield under favorable conditions with tolerance to water stress. The overall goal of breeding for drought tolerance is, therefore, to realize a high maximum yield potential and to reduce the gap between yield potential and yield under stress.

Breeding for drought tolerance at flowering, the developmental stage, at which maize is most susceptible to drought, has identified key secondary traits for grain yield, with the anthesis-to-silking interval being the most prominent one. A short ASI is key to good pollination, kernel set and grain yield. The ASI was very useful in identifying genotypes with a high level of stress tolerance. However, as a consequence of continuous selection for a short ASI, the association between grain yield (grain abortion) and ASI decreased over time.

Further progress in drought tolerance will probably depend on changes in the architecture of the aerial part of the plant, which has a strong impact on the partitioning of assimilates and the radiation use efficiency; however the architecture of the root system and physiological mechanisms that confer drought tolerance will also play a significant role. Based on the progress in improving drought tolerance of tropical maize, the ideotype of a drought-tolerant maize plant is characterized by short plants, reduced leaf area (especially on the upper part of the stem), small tassels, thick stems, erect leaves, delayed senescence, deeper rooting (with less lateral branching), better grain filling capacity, robust growth of spikelets and kernels, and good osmotic adjustment at low water potential.

The two tropical maize inbred lines CML444 and SC-Malawi represent good examples of a drought-tolerant and a drought-susceptible genotype, respectively.

The molecular dissection of key factors involved in the drought response of a segregating mapping population derived from these two lines suggests that the genetic control of target trait differs between well-watered and drought-stressed trials. The conclusion is in line with observations from a number of other studies conducted at the International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT, Mexico): The best approach to breeding for drought tolerance includes selection under water stress.

## **V-5 DEPTH AND VERTICAL DISTRIBUTION OF ROOTS IN TROPICAL MAIZE INBRED LINES**

**Christoph Grieder, Samuel Trachsel, Peter Stamp and Andreas Hund, Institute of Plant Sciences ETH Zürich, CH-8092 Zürich**

Drought significantly reduces crop yield in the tropics. Roots and their distribution in the soil may play an important role for a more efficient water uptake. We screened a diverse set of 33 tropical inbred lines for root traits in 80 cm tall growth columns. The root distribution was assessed by destructive sampling at the V2, V4 and V6 stage (i.e. 2, 4 and 6 fully developed leaves). The root length was measured using the methylene-blue staining method described by Sattelmacher et al. (1983). The overall root length, the distribution of roots in the column and their temporal development allowed us to distinguish between genotypes. Genotypes could be identified progressing stronger in their rooting depth than in their increase in leaf area. Some of these contrasting genotypes are known to differ for drought tolerance under field conditions.

## **V-6 CHARACTERISATION OF THE PHOTOSYNTHETIC APPARATUS AS PREDICTION TOOL FOR DROUGHT TOLERANCE IN WHEAT**

**J. Leipner<sup>a</sup>, S. Ott<sup>a</sup>, A. Massacci<sup>b</sup> & O. Kershanskaya<sup>c</sup>**

<sup>a</sup> **ETH Zurich, Institute of Plant Sciences, CH-8092 Zurich, Switzerland**

<sup>b</sup> **Institute of Agro-environmental and Forest Biology, National research Council of Italy, Roma, Italy**

<sup>c</sup> **Scientific Research Center Ecology Reconstruction, National Academy of Sciences, Almaty, Kazakhstan**

In Central Asia, the first limiting factor of crop yield is water deficit. Wheat cultivation can be practiced only with additional irrigation in many regions of Kazakhstan. However, the irrational use of water resources has led to an increased soil salinization. Therefore, creating drought-tolerant wheat varieties is one of the biggest scientific and economic issues for this region. However, the development of drought-tolerant wheat has been hindered by the lack of knowledge of more precise physiological parameters that reflect the genetic potential for improved productivity under water deficit. For the study of drought effects, photosynthetic performance was found to be a very informative indicator. In particular, chlorophyll fluorescence measurements have become a powerful tool to study the functioning of the photosynthetic apparatus. In order to better understand the response of the photosynthetic apparatus of wheat plants to drought stress, we analyzed the chlorophyll fluorescence in parallel with gas-exchange measurements in wheat seedlings.

The photosynthetic activity strongly depended on the soil water content, due to its close relationship with stomatal conductance. A considerable part of the photosynthetic electron transport was used to drive photorespiration, but the rate of photorespiration was hardly affected by the drought stress. Consequently, the rate of the photosynthetic electron transport, which can be easily measured by chlorophyll fluorescence technique, reflected the relationship between photosynthesis and transpiration. Therefore, this technique could be used to discriminate genotypes with a fast water uptake from genotypes, which were more water saving.

## **P-1 DEM TROCKENSTRESS ENTKOMMEN**

**Niclas Freitag und David Schneider, Institut für Pflanzenwissenschaften ETH  
Zürich, CH-8092 Zürich**

Wir haben in den letzten Jahren im Rahmen des NAP-Programms eine Kernsammlung Schweizer Maislandsorten mit Hilfe molekulargenetischer Methoden bestimmt und diese nun hinsichtlich Kühletoleranz im Jungpflanzenstadium untersucht. Die Variabilität zwischen einzelnen Genotypen gibt Anhaltspunkte, welche genetischen Ressourcen in der modernen Pflanzenzüchtung genutzt werden könnten, um die Jugendentwicklung von Mais zu verbessern. Durch eine möglichst frühe Aussaat kühletoleranter Sorten könnten trockenstressbedingte Ertragsausfälle verringert werden, wenn dadurch die Pflanzen früher blühen und die Blüte nicht mit den voraussichtlich stärker werdenden sommerlichen Hitze- und Trockenperioden zusammenfällt. Ziel vergangener und aktueller Versuche ist es, die ausgewählten Landsorten detailliert auf ihre Kühletoleranz zu untersuchen, um sichere Anhaltspunkte für kühleadaptierte und konkurrenzstarke Maispflanzen zu erhalten.

## **P-2 EARLY PLANT DEVELOPMENT OF MODERN MAIZE INBRED LINES AT THREE TEMPERATURE REGIMES**

**Regina Reimer<sup>1</sup>, Benjamin Stich<sup>2</sup>, Albrecht E. Melchinger<sup>3</sup>, Tobias A. Schrag<sup>3</sup>,  
Peter Stamp<sup>1</sup> and Andreas Hund<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Institute of Plant Science, ETH Zurich, Universitätstrasse 2, 8092 Zurich, Switzerland

<sup>2</sup> Max Planck Institute for Plant Breeding Research, Carl-von-Linné-Weg 10, 50829 Cologne, Germany

<sup>3</sup> Institute for Plant Breeding, Seed Science and Population Genetics, University of Hohenheim, Fruwirthstrasse 21, 70593 Stuttgart, Germany

Plant adaptation to a range of unfavourable climatic conditions is an important aim for plant breeders. Such conditions, like water stress or cold or hot temperatures require tolerant varieties. Young developing maize roots can be severely damaged by e.g. cold root zone temperatures in spring. Heat stress for plants is an important issue in dry warm summer month and is becoming even more extensive with the global warming and increasing gaseous emission rates. Non-invasive digital measurements of root growth were done at 16 °C, 28 °C and 36 °C in growth pouches. Our goals were to i) evaluate temperature dependence of seedling traits, ii) map QTLs for those traits and iii) evaluate if the flint and the dent heterotic group differed with respect to temperature tolerance. All traits were strongly affected by the cold temperature, whereas the heat stress had a rather moderate effect. We found differences in kernel type (dent, flint) across the environments and for environment interactions. Flint lines maintained greener leaves (SPAD) and accumulated higher dry matter values than the dent plants across all treatments. The dent lines on the other hand grew constitutively more seminal roots. Environment interactions with the kernel type were manifest for total root length, root dry weight, leaf dry weight and the ratio of root surface area to leaf area. The dent plants demonstrated longer total root length under optimal conditions while the flint lines accumulated more root dry weight at sub-optimal conditions (16 °C). We observed markers with significant main effects and with significant marker x environment interaction effects. The numbers of markers with significant main effects ranged from 1 for total root length to 15 for the number of seminal roots, which explain together a proportion of the genetic variance of 31.5 to 92.6 %, respectively. We observed different allelic behaviour for shoot and root traits. While the present alleles for shoot traits respond differently to each temperature stress, the alleles present for root traits behave rather similar at the extremes and differently to the optimum.

### **P-3 MAPPING QTLs FOR LATERAL AND AXILE ROOT GROWTH IN SEEDLINGS OF TROPICAL MAIZE**

**Samuel Trachsel, Rainer Messmer, Peter Stamp and Andreas Hund; Institute of Plant Sciences, ETH Zurich, CH-8092 Zürich**

Maize plants with high rooting densities in deep soil layers are able to extract water from deeper soil layers at suboptimal water availability. Therefore, desiccation resistance may rely on root systems favoring the growth of axile roots, which reach deeper soil layers than lateral roots would. The aim of this study was to determine the quantitative genetic control of root growth and morphology in a population of recombinant inbred lines from the cross CML444 (drought tolerant) x SC-Malawi (drought sensitive). Plants were grown in growth pouches until the 2-leaf stage. Pouches allow to assess the dynamics of root development and are well suited to evaluate large sets of genotypes, as needed for QTL mapping studies. The root development was assessed non-destructively up to 9 days after germination, using a conventional A4 flatbed scanner and digital image analysis.

12 QTLs were identified for primary root length ( $Len_{Prim}$ ), the relative elongation rate of lateral roots ( $k_{Lat}$ ), the elongation rate of axile roots ( $ER_{Ax}$ ) and the number of axile roots ( $NoofAx$ ). Additionally 5 QTLs for HKW were identified. QTLs affecting early vigor, as depicted by increments in  $k_{Lat}$ ,  $ER_{Ax}$  and  $NoofAx$  were identified in bins 2.04-05. All alleles promoting early vigor were derived from SC-Malawi. Positive collocations were identified between  $NoofAx$  and  $ER_{Ax}$  (bins 1.04, 1.08, 7.04) in the pouch system and both grain yield and kernel number in the field. Further evidence for the relevance of QTLs identified in the seedling stage is given by collocations with QTLs from other studies, such as in bin 1.03 ( $ER_{Ax}$  vs. leaf-ABA), bin 1.08 ( $ER_{Ax}$  vs. ABA-biosynthesis, the weight of seminal adventitious roots, N-uptake and the average axile root length under high and low N). Furthermore a QTL identified for the  $k_{Lat}$  collocated with a QTL for lateral root length and lateral root number under conditions of high and low phosphorous. These collocations suggest a common genetic basis for axile root growth across several populations and underline interdependencies between axile root growth, N-uptake and ABA-physiology. Based on the identified QTLs in the juvenile stage and collocations with QTLs in the reproductive stage and in other populations it is likely that axile root growth measured in the juvenile stage is linked with the root system architecture of adult plants and thus and thereby having an effect on yield formation via water and nutrient uptake. Selection efficiency towards root traits favoring the formation of a deep rooting system could therefore be increased by marker-assisted selection at target QTLs.



**P-4 IDENTIFICATION OF DIFFERENTIALLY EXPRESSED GENES IN *LOLIUM MULTIFLORUM* UPON *XANTHOMONAS TRANSLUCENS* PV. *GRAMINIS* INFECTION**

**Fabienne Wichmann<sup>1</sup>, Torben Asp<sup>2</sup>, Franco Widmer<sup>1</sup>, Beat Keller<sup>3</sup> and Roland Kölliker<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> **Molecular Ecology; Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, 8046 Zurich, Switzerland**

<sup>2</sup> **Faculty of Agricultural Sciences (DJF); University of Aarhus, Denmark**

<sup>3</sup> **Institute of Plant Biology; University of Zurich, Zurich, Switzerland**

*Xanthomonas translucens* pv. *graminis* (*Xtg*) causes bacterial wilt in many forage grasses such as Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*; *Lm*) seriously reducing yield and quality. Breeding for resistance is currently the only practicable means of disease control. Molecular markers closely linked to resistance genes and QTL can complement and enhance phenotypic selection. We used comparative gene expression analysis of infected and non-infected *Lm* genotypes to identify genes involved in the control of resistance to bacterial wilt. Fluorescently labelled cDNA prepared from plant leaves collected at four different time points after infection was hybridized to a 10K unigene cDNA microarray. Comparisons and statistical analyses of the gene expression profiles of one resistant genotype revealed several up-regulated genes 8h, 48h 192h and 288h after infection compared to non-infected controls and considering a p-value threshold of 0.001. Up-regulated genes included a gene with a high sequence similarity to germin-like proteins (GLPs), a gene family known to be involved in the regulation of basal host resistance. The differentially expressed genes identified will serve as the basis for the identification of key genes involved in bacterial wilt resistance and to develop molecular markers for marker assisted breeding.

## **P-5 GENETIC DIVERSITY IN MEADOW FESCUE AND ITALIAN RYEGRASS**

**Roland Kölliker<sup>1</sup>, Madlaina Peter-Schmid<sup>1</sup>, Mahdi Majidi<sup>2</sup>, Beat Boller<sup>1</sup> and Franco Widmer<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, 8046 Zurich, Switzerland

<sup>2</sup>Isfahan University of Technology (IUT), Isfahan, Iran

Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* L.) and meadow fescue (*Festuca pratensis* Huds.) are two widespread forage grasses of temperate regions with high forage quality and yield potential. Natural permanent grasslands are important reservoirs for genetic diversity and ecotype populations of such grasslands are often used in forage grass breeding programs. However, little is known about the extent of genetic diversity within these species and about the factors influencing genetic structure of ecotype populations. We used 24 simple sequence repeat (SSR) markers and multivariate statistics to characterise a total of 34 ecotype populations and 8 cultivars from meadow fescue and Italian ryegrass. The amount of within population variation was very high for both species, but meadow fescue showed clearly larger between population variation (7.6 %) when compared to Italian ryegrass (2.9%). Meadow fescue ecotype populations were clearly separated from cultivars and formed three distinct sub-clusters corresponding to the geographic regions they were sampled from. Habitat and management had a small but significant influence on genetic structure. Genetic diversity of ecotype populations may also be influenced by *ex situ* conservation. Therefore, five meadow fescue ecotype populations conserved *ex situ* in gene banks as well as populations maintained *in situ* on the respective collection sites were compared, but no influence of the conservation method on genetic diversity was observed. For Italian ryegrass, neither a separation of cultivars from ecotypes nor any clear grouping of populations was observed. Thus, to collect and maintain high amounts of genetic variation, meadow fescue habitats from several different geographic regions and different management intensities should be considered. Due to the low population differentiation in Italian ryegrass, the collection and conservation of only a small number of populations may be sufficient to capture adequate genetic variability in this species.

## **P-6 UNTERSUCHUNG DES WASSERHAUSHALTS VON BÖDEN MITTELS LYSIMETERN**

**Ernst Spiess und Volker Prasuhn**

**Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART  
Reckenholzstr. 191, CH-8046 Zürich**

Lysimeter werden an den eidg. Forschungsanstalten seit vielen Jahren zur Erfassung der Sickerwassermenge und der ausgewaschenen Nährstoffmenge (v.a. Nitrat) unter Ackerkulturen und Grasland eingesetzt. Auch die jährliche Evapotranspiration kann mit ihnen abgeschätzt werden. In der neu erstellten, mit 72 Monolithen bestückten Lysimeteranlage in Zürich-Reckenholz kann die Evapotranspiration in hoher zeitlicher Auflösung gemessen werden. Messsonden (TDR, Tensiometer, Saugkerzen) ermöglichen zudem, den Wasserhaushalt von Böden in vier Tiefen zu untersuchen.

## **P-7 IRRIGUER POUR PRODUIRE DES FOURRAGES: QUELLE VOIE CHOISIR ?**

**Eric Mosimann, Alice Baux, Raphaël Charles, Rainer Frick, Sokrat Sinaj et Christian Streit, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, CH-1260 Nyon**

En raison des besoins alimentaires relativement constants des troupeaux, les systèmes fourragers peuvent difficilement s'adapter aux aléas climatiques tels que la sécheresse. Pour couvrir ce risque, les éleveurs constituent des stocks ou achètent des fourrages externes. Si les ressources en eau le permettent, l'irrigation du maïs est un moyen supplémentaire de sécuriser la production de fourrages avec une augmentation moyenne d'un tiers du rendement en matière sèche.

Les conditions naturelles étant généralement favorables à la croissance de l'herbe, les systèmes de production animale préconisés en Suisse reposent sur une valorisation maximale des pâturages. Pour équilibrer la production et la consommation d'herbe, les éleveurs procèdent régulièrement à des adaptations de la surface mise à disposition du troupeau. Lors d'épisodes de sécheresse, le chargement requis dépasse parfois 1 ha par vache, ce qui est impossible à réaliser pour la plupart des exploitations. Pour éviter de recourir à des fourrages complémentaires, l'irrigation des pâturages est envisagée. On manque toutefois de références sur l'efficacité de cette intervention.

Pour réduire les coûts de production, les élevages en plaine doivent simplifier leur mode d'affouragement. Les deux axes de spécialisation sont les suivants:

- Les cultures en rotation : maïs, céréales fourragères, protéagineux, cultures mixtes, cultures dérobées et prairies temporaires de courte durée. Le mode de stockage privilégié est l'ensilage et l'affouragement se fait à la crèche sous forme de ration mélangée.
- La voie « tout herbe » : prairies temporaires de longue durée. Le mode de stockage (sec ou humide) dépend de la filière de transformation du lait et le pâturage est l'utilisation la plus économique.

Un essai d'une durée de trois à quatre ans va être mis en place en 2009 à Changins pour tenter d'évaluer l'efficacité de l'eau d'arrosage dans les deux systèmes déclinés comme suit:

- La rotation dure trois ans et comprend les cultures suivantes : maïs ensilage – culture associée (céréale-pois) avec semis simultané d'une dérobée (Mst 200) – céréale fourragère. Afin d'avoir chaque année toutes les cultures en place, trois parcelles sont prévues en décalage.
- La stratégie « tout herbe » comporte deux variantes : 5 coupes par année (fauche) et 9 coupes par années (pâturage simulée + données permettant de calculer la croissance journalière de l'herbe).

Les cinq variantes sont dédoublées (avec et sans irrigation) et sont semées en quatre répétitions. Le dispositif comporte ainsi 40 parcelles de 6 m x 14 m sur lesquelles les paramètres du rendement, du potentiel de production animale, du bilan hydrique et du bilan des éléments fertilisants seront mesurés.

Ce type d'essai concerté fait appel aux compétences de divers collaborateurs de Changins. La participation d'autres équipes est vivement souhaitée.

## **P-8 IRRIGATION AS ADAPTATION STRATEGY TO CLIMATE CHANGE – A BIOPHYSICAL AND ECONOMIC APPRAISAL FOR SWISS MAIZE PRODUCTION**

**<sup>1</sup>Robert Finger, <sup>2</sup>Werner Hediger, <sup>3</sup>Stéphanie Schmid**

**<sup>1</sup>Agri-food and Agri-environmental Economics Group ETH Zürich, CH-8092 Zürich**

**<sup>2</sup>Swiss College of Agriculture SHL, CH-3052 Zollikofen,**

**<sup>3</sup>Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART, CH-8046 Zürich**

The impact of climate change on Swiss maize production is assessed using an approach that integrates a biophysical and an economic model. Simple adaptation options such as shifts in sowing dates and adjustments of production intensity are considered. In addition, irrigation is evaluated as an adaptation strategy. It shows that the impact of climate change on yield levels is small but yield variability increases in rainfed production. Even though the adoption of irrigation leads to higher and less variable maize yields in the future, economic benefits of this adoption decision are expected to be rather small. Thus, no shift from the currently used rainfed system to irrigated production is expected in the future. Moreover, we find that changes in institutional and market conditions rather than changes in climatic conditions will influence the development of the Swiss maize production and the adoption of irrigation in the future.

## **P-9 EFFICACITE DE L'IRRIGATION DES CULTURES SARCLEES DE PRINTEMPS A L'EXEMPLE DU SOJA.**

**Raphaël Charles et Christian Streit, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, CH-1260 Nyon**

Les cultures sarclées de printemps (maïs, betterave, pdt, soja) peuvent être soumises à un stress hydrique préjudiciable à la formation du rendement, même en Suisse. L'intensité du stress hydrique pour différentes régions de la Suisse (Bassin lémanique, Plateau Suisse et Sud des Alpes) a été évaluée sur la base de bilans hydriques. Les conséquences sur la formation du rendement et la façon d'y remédier par l'irrigation ont été expérimentées sur la culture du soja. Le nombre d'arrosages nécessaires varie de 0 – 5 passages selon les années, les régions et les sols. La culture du soja présente quatre stades de sensibilité qu'il s'agit de considérer lorsqu'un arrosage est envisagé. Il s'agit notamment de réguler le développement de la plante pour ne pas favoriser le développement végétatif de la plante au dépend de la formation du rendement (fleur, gousses, grains). Dans des situations de stress, les apports d'eau assurent non seulement le rendement, mais stabilisent aussi la maturation et une durée de végétation conforme à la précocité variétale.

## **P-10 COMPARAISON DE DIFFERENTS REGIMES HYDRIQUES APPLIQUES AU POMMIER IRRIGUE AU GOUTTE A GOUTTE**

**Philippe Monney, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, CH-1964 Conthey**

La perspective de changements climatiques incite à une nouvelle réflexion sur la gestion des ressources en eau utilisées pour l'irrigation des cultures. Dans la Région Lémanique qui représente l'un des 3 principaux bassins de production fruitière de notre pays, l'irrigation des vergers commerciaux est pratiquée sur environ 90 % des surfaces. Les vergers de pommier y constituent la majorité des cultures fruitières et sont généralement équipés d'installation fixes, fonctionnant sur le principe du goutte à goutte. Les saisons à forte contrainte (déficit > 150 mm) sont relativement peu fréquentes, de l'ordre de 1 année sur 3. Dans les autres cas, les épisodes de sécheresse sont courts, ce qui implique de nombreux ajustements avec un système conçu pour des climats secs et constants. Pratiquement, les méthodes de pilotages développées sous ces climats ne sont pas utilisées en Suisse, où, la plupart du temps, le goutte à goutte est géré de manière totalement empirique, avec des apports souvent trop tardifs, espacés et massifs. L'expérience de 2 années consécutives (2007 et 2008) sur un verger de la Côte lémanique a mis en évidence les difficultés pratiques à appliquer des principes de pilotage basés sur le suivi du potentiel hydrique du sol. Par ailleurs, l'importance des précipitations enregistrées durant ces deux saisons n'ont pas permis de valider les stratégies de restriction (splitting, RDI) qui contribueraient à des économies d'eau et à une meilleure maîtrise de la qualité de la production.

## P-11 COMPARAISON D'UN REGIME CLIMATIQUE STANDARD ET D'UN REGIME AVEC INTEGRATION DE TEMPERATURE SUR 24 HEURES EN CULTURE DE TOMATE HORS SOL

**Céline Gilli et A. Granges, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de Recherche Conthey, CH-1964 Conthey**

L'énergie et surtout les moyens de l'économiser sont aujourd'hui au cœur des préoccupations des serristes. Depuis 2006, la station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW travaille sur l'intégration des températures (IT). L'IT est basée sur la capacité des plantes à tolérer des variations autour d'une température optimale. Il s'agit donc d'utiliser l'énergie solaire pendant les jours ensoleillés est de diminuer d'autant la température de consigne de nuit.

Des essais ont été conduits pendant trois années, de 2006 à 2008, sur tomates hors sol, dans des serres de 90 m<sup>2</sup>. Une serre avec une conduite climatique standard a été comparée à une serre conduite en IT. Les consignes de température de jour, de nuit et d'aération sont présentées dans le tableau 1. L'objectif est d'obtenir une température moyenne sur 24h identique dans les deux serres. L'influence de la gestion climatique sur la phénologie des plantes, le rendement et la qualité des tomates a été mesurée.

Selon les années et les variétés, l'influence sur le rendement est variable. En 2006, les rendements sont comparables dans les deux serres avec les variétés Altess et Albis (greffées sur Maxifort). En 2007, les rendements précoces sont significativement différents entre les deux serres (variété Climberley et Altess greffées sur Maxifort). Jusqu'au mois de juillet, la production est plus élevée dans la serre standard. En 2008, le rendement de Climberley est pénalisé dans la serre IT dès mi-mai. Par contre pour la variété Plaisance, les rendements précoces sont comparables dans les deux serres. Toutefois, une différence en faveur de la serre standard apparaît à partir de mi-août. Aucune incidence significative sur la qualité analytique des tomates (fermeté, indice de réfraction et acidité totale) n'a été notée au cours des 3 années. L'économie d'énergie, estimée avec le logiciel Horticorn, varie entre 20 et 30% sur l'ensemble de la culture. La conduite IT, avec de forts écarts jours/nuits à tendance à rendre les plantes génératives. Ainsi, les variétés vigoureuses semblent être mieux adaptées à la conduite avec intégration.

Tableau 1. Consignes de températures de nuit, de jour et d'aération dans la serre standard et dans la serre IT.

	T <sub>nuit</sub>		T <sub>jour</sub>		T <sub>aération</sub>	
	Serre standard	Serre IT	Serre standard	Serre IT	Serre standard	Serre IT
2006	17 °C	13 °C < T <sub>nuit</sub> < 15 °C	19 °C	17 °C	20 °C - 22 °C*	20 °C < T <sub>jour</sub> < 25 °C*
2007	17 °C	13 °C < T <sub>nuit</sub> < 15 °C	19 °C	17 °C	20 °C - 22 °C*	20 °C < T <sub>jour</sub> < 25 °C*
2008	16 °C	13 °C < T <sub>nuit</sub> < 16 °C	18 °C	18 °C	20 °C*	20 °C < T <sub>jour</sub> < 25 °C*

\* selon ensoleillement

## **P-12 LES ENGRAIS DU COMMERCE SONT-ILS INDISPENSABLES POUR UNE EXPLOITATION LAITIERE DE MONTAGNE?**

**Bernard Jeangros et Jakob Troxler, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, case postale 1012, CH-1260 Nyon 1**

L'évolution de la disponibilité en azote (N), phosphore (P), potassium (K) et magnésium (Mg) a été observée pendant 10 ans sur l'exploitation laitière de La Frêtaz/Bullet (altitude 1200 m) après l'abandon en 1994 des apports d'engrais du commerce sur les herbages permanents. Les quantités d'éléments fertilisants épandus avec les engrais de ferme produits sur l'exploitation ont eu tendance à légèrement diminuer de 1994 à 2003. Les teneurs des foins et des regains ainsi que les teneurs des sols en P, K et Mg facilement disponibles (méthode Dirks-Scheffer) sont restées à peu près stables. Les teneurs des sols en éléments mobilisables (extraction à l'acétate d'ammonium + EDTA) ont diminué dans certains cas, en particulier dans les prairies de fauches permanentes (P et Mg). Dans l'ensemble, l'abandon de tout apport d'engrais du commerce sur les prairies et les pâturages permanents pendant 10 ans n'a pas entraîné de baisse marquée de la disponibilité en éléments fertilisants. Toutefois, certains indicateurs révèlent un léger appauvrissement en N, et dans une moindre mesure en P, qui pourrait réduire à long terme le potentiel de production des prairies.

*Pour plus de détails, voir l'article de Jeangros et Troxler (2007) paru dans la Revue suisse Agric. 39(1), 31-36.*

## **P-13 MELISSA OFFICINALIS: LORELEI, UNE NOUVELLE VARIETE D'AGROSCOPE ACW, EN COMPARAISON AVEC 10 AUTRES VARIETES**

**C. Carlen, C.-A. Carron, S. Lappe, D. Fröhlich, C.A. Baroffio  
Agroscope Changins-Wädenswil, Centre de Recherche Conthey, Route des Vergers 18, CH-1964 Conthey**

La mélisse est une plante bien connue pour les propriétés aromatiques et thérapeutiques de ses feuilles. Traditionnellement l'huile essentielle était considérée comme la principale source thérapeutique. De nos jours, l'acide rosmarinique, un composé phénolique, est le critère principal de qualité pour la mélisse. Ce composé phénolique est utilisé principalement pour ses propriétés anti-microbiennes et antioxydantes dans les aliments. L'acide rosmarinique est également utilisé en cosmétique en tant qu'antioxydant et apaisant pour la peau.

Afin d'améliorer la performance agronomique et thérapeutique de la mélisse un programme de sélection a été conduit par Agroscope Changins-Wädenswil ACW. La nouvelle variété issue de ce programme a été baptisée 'Lorelei'. Afin de pouvoir positionner cette nouvelle variété, elle a été comparée pendant 3 années à 10 autres variétés provenant d'Allemagne, de France et de Suisse. Entre les onze variétés comparées de grandes différences de port de croissance, de rendement en matière sèche, en huile essentielle et en acide rosmarinique, ainsi qu'en tolérance à l'oïdium ont été perçues.

La nouvelle variété 'Lorelei' est recommandée aux producteurs et aux industries grâce à sa bonne tolérance aux maladies, son rendement élevé en feuilles et en acide rosmarinique (500 kg/ha sur 3 ans).

## **P-14 MORPHOLOGISCHE UND PHYTOCHEMISCHE VARIABILITÄT VON *PERILLA FRUTESCENS* L. (SHISO)**

**C.A. Baroffio, C.-A. Carron, J.F. Vouillamoz und C. Carlen,  
Agroscope Changins-Wädenswil, Centre de Recherche Conthey, Route des  
Vergers 18, CH-1964 Conthey**

Shiso ist eine Pflanze, die in Asien seit langer Zeit angebaut wird und als Lebensmittel, Gewürz, Medizinal-, Kosmetik- oder Zierpflanze verwendet wird. Um die Anbaueignung in der Schweiz und die phytochemischen Eigenschaften dieser Art zu bestimmen, sind 10 Provenienzen von Shiso verglichen worden. Dabei konnten vier Typen unterschieden werden: zwei mit grünen Blättern ("Ao shiso" und "Egoma") und zwei mit roten Blättern ("Aka Shiso" und "Nankinensis"). "Ao shiso" war dabei der interessanteste Typ betreffend dem Rosmarinsäuregehalt, mit gutem Apigenin-gehalt, ätherischen Ölgehalt der Blätter und Verwendung in der Japanischen Küche (Sushi). "Egoma" wies den höchsten Gehalt an Apigenin und an ätherischem Öl auf. "Aka shiso" und "Nankinensis" sind für ihre Luteolingehalte (Antiallergen) von Bedeutung. Die Samen der 4 Typen sind mit einem Linolensäuregehalt (Omega-3) von über 60 % der totalen Fettsäuren ernährungs-physiologisch sehr wertvoll. Diese ersten Resultate bestätigen die Anbaueignung von Shiso in der Schweiz, die grosse morphologische und phytochemische Variabilität der verschiedenen Sorten und dementsprechend die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten dieser Art, wie zum Beispiel für die Nahrungsmittel- und Kosmetikindustrie.



## **P-15 FUMURE AZOTEE, QUALITE DES CHIPS ET NOUVELLES VARIETES DE POMME DE TERRE CULTIVEES EN SUISSE**

**B. Dupuis\*, W. Reust\*, T. Hebeisen\*\*, J.P. Dutoit\*, T. Ballmer\*\***

**\* Agroscope Changins- Wädenswil, CH-1260 Nyon**

**\*\* Agroscope Reckenholz-Tänikon, CH-8046 Zürich**

La pomme de terre a une période de végétation relativement courte et est caractérisée par un système racinaire peu performant dans ses prélèvements. Par conséquent, cette culture est exigeante en azote facilement assimilable, particulièrement pendant la première phase de croissance. Les besoins en azote varient considérablement d'une variété à l'autre en fonction des conditions pédoclimatiques. Il est donc nécessaire d'adapter les apports aux besoins de chaque variété. La fumure azotée influence la répartition des calibres et la teneur en amidon des tubercules. La teneur en amidon et en sucres réducteurs des tubercules aura un impact sur la qualité des produits frits. La réalisation de chips nécessite un pourcentage d'amidon élevé avoisinant les 17% et une teneur en sucres réducteurs basse pour limiter les brunissements à la cuisson. En effet, l'industrie exige des chips de couleur claire et légèrement dorés, le brunissement à la cuisson est considéré comme un défaut majeur et abouti au rejet du lot.

Un essai de qualité des chips en fonction de la fumure azotée a été réalisé avec les variétés :

- Victoria et Innovator : variétés frites mi-précoce à tardive,
- Marlen : variété chips mi-précoce à tardive.

Cet essai a été réalisé en 2005 sur le site de Reckenholz (ZH) et en 2007 sur les sites de Changins, Nyon (VD) et Reckenholz (ZH). Des apports d'azote minéral de 0, 80, 120, 160 et 200 kg N/ha ont été fractionnés et appliqués depuis la plantation jusqu'au stade de couverture des plantes. Un test standard de friture a été réalisé sur la récolte, la qualité des chips a été évaluée grâce à un « index chips » qui se rapporte à une échelle standard de couleur.

En 2005, la variété Innovator présente une qualité de chips significativement inférieure aux deux autres variétés testées. Pour cette même année, on n'observe pas de différence significative de qualité de chips en fonction de la dose d'azote apportée quel que soit la variété. En 2007, les résultats obtenus à Changins et Reckenholz sont comparables. Les trois variétés testées présentent des qualités de chips distinctes. La variété Marlen présente le meilleur index chips suivie de la variété Victoria avec, à nouveau, de moins bons résultats obtenus avec la variété Innovator. Par contre, on observe une évolution de l'index chips de la variété Marlen en fonction de la dose d'azote apportée. En effet, les chips produites à partir de pommes de terre non fertilisées sont d'une qualité supérieure à celle obtenue avec des pommes de terre fertilisées avec 200 kg N/ha.

Cet essai ne permet pas de mettre en évidence des différences de qualité de chips importantes en fonction de la dose d'azote apportée. On constate par contre des différences importantes en fonction des variétés. La variété Innovator semble peu se prêter à la fabrication de chips, ce qui est en accord avec son statut de pomme de terre destinée à la fabrication de frites. En revanche, la variété Victoria présente en moyenne de bons index chips alors que cette variété est normalement destinée à la fabrication de frites. Cette différence entre Innovator et Victoria doit être liée à la présence de sucres réducteurs chez Innovator étant donné que ces deux variétés ne se distinguent pas en ce qui concerne leur teneur en amidon.

## **P-16 FUMURE AZOTEE ET NOUVELLES VARIETES DE POMME DE TERRE CULTIVEES EN SUISSE**

**B. Dupuis\*, W. Reust\*, T. Hebeisen\*\*, J.P. Dutoit\*, T. Ballmer\*\***

**\* Agroscope Changins- Wädenswil, CH-1260 Nyon**

**\*\* Agroscope Reckenholz-Tänikon, CH-8046 Zürich**

La pomme de terre a une période de végétation relativement courte et est caractérisée par un système racinaire peu performant dans ses prélèvements. Par conséquent, cette culture est exigeante en azote facilement assimilable, particulièrement pendant la première phase de croissance. Les besoins en azote varient considérablement d'une variété à l'autre en fonction des conditions pédoclimatiques. Il est donc nécessaire d'adapter les apports aux besoins de chaque variété. La fumure azotée influence la répartition des calibres et la teneur en amidon des tubercules. Pour chaque variété, la fumure azotée croissante augmente jusqu'à un optimum la proportion de tubercules commercialisables.

Un essai de fumure azotée a été réalisé avec les variétés :

- Lady Felicia : variété précoce à frites,
- Derby : variété précoce de consommation,
- Victoria et Innovator : variétés frites mi-précoce à tardive,
- Marlen : variété chips mi-précoce à tardive

Cet essai a été réalisé de 2005 à 2007 sur les sites de Changins, Nyon (VD) et Reckenholz (ZH). Des apports d'azote minéral de 0, 80, 120, 160 et 200 kg N/ha ont été fractionnés et appliqués depuis la plantation jusqu'au stade de couverture des plantes. Nous nous sommes intéressés aux composantes du rendement ainsi qu'au pourcentage d'amidon de la récolte.

Les variétés testées réagissent de manière assez semblable à la fumure azotée en ce qui concerne le rendement total. Le rendement total est atteint à 160 kg N/ha pour toutes les variétés testées. L'azote favorise les tubercules du calibre marchand. En effet, pour les variétés Lady Felicia, Victoria, Innovator et Marlen, on constate une progression du rendement en calibre 42,5 – 70 mm avec un optimum à 160 kg N/ha. Par contre, la variété Derby atteint son optimum de rendement en calibre 42,5 – 70 mm dès 80 kg N/ha. Selon les variétés, les apports élevés d'azote se répercutent différemment sur les teneurs en amidon, on observe une augmentation du pourcentage d'amidon pour la variété Marlen tandis que les variétés Lady Felicia, Derby, Victoria et Innovator présentent un pourcentage d'amidon qui n'évolue pas significativement en fonction de la dose d'azote apportée.

Cet essai met parfaitement en évidence les différences de comportement des variétés de pomme de terre par rapport à la fumure azotée. Les composantes du rendement varient en fonction des doses d'azote apportées mais également les composantes de la qualité telles que le pourcentage d'amidon au sein des tubercules.

## **P-17 HOHE SOMMERTEMPERATUREN GEFÄHRDEN DIE MARKTVERSORGUNG MIT KARTOFFELN – HITZETOLERANTERE SORTEN EXISTIEREN UND BRINGEN ERTRAGSSICHERHEIT**

**Thomas Hebeisen, Theodor Ballmer, Roger Wüthrich und Franz Gut  
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8046 Zürich**

Kartoffelpflanzen reagieren nach erfolgter Knollenbildung auf hohe Temperaturen im Spross- oder im Wurzelbereich mit Zwiewucherscheinungen („second growth“, Bodlaender, Lugt & Marinus, 1964). Hitze bricht die Dormanz der Knollen, so dass sie meist missförmig werden oder teilweise hantelförmig verformt sind; weil nur einzelne Augen am Kronenende weiterwachsen. Sie können aber auch ganz durchwachsen, indem sie einen oberirdischen Spross oder einen Stolon ausbilden (Durchwuchs), an welchen sich erneut eine Knolle bildet (Kettenbildung). Neu gebildete Knollenbereiche oder Knollen entleeren für ihr Wachstum die früher gebildeten Knollenabschnitte bzw. die durchgewachsene Mutterknolle, so dass tiefere Trockenmasse- und Stärkgehalte resultieren. Diese entleerten Gewebe werden glasig. Glasigkeit ist aber nicht erkennbar. Die Qualität von Posten mit durchgewachsenen Knollen ist praktisch nicht abzuschätzen. Verarbeitungsbetriebe verwenden Salzbäder für das Aussortieren von Trockenmasse armen, nicht verarbeitungsfähigen Knollen (Münster und Reust, 1977). Sehr stärkearme Knollen sind nicht lagerfähig, da sie am Lager rasch Fäulnis aufweisen (Veerman & van Loon, 1995). Geschädigte Knollen sind nur noch für Futterzwecke geeignet. Unregelmässige Nachlieferungen von Stickstoff bedingt durch Trockenheit im Wechsel mit hoher Wasserverfügbarkeit als auch die Zerstörung der Blattmasse nach einem Hagelschlag können diese Missbildungen verstärken (van den Berg, Struik & Ewing, 1990).

Im 2003 fielen von März bis September 36 % weniger Niederschlag (433 mm) als im langjährigen Mittel (678 mm, 1961-1991). Beträchtliche Wasserdefizite traten bis Ende Juni auf, während die Niederschläge im eher kühlen Juli dem langjährigen Mittel entsprachen.

Im nicht bewässerten Versuchsfeld von Agroscope ART in Zürich wurde die Reaktion von 19 Sorten auf diesen abrupten Witterungswechsel mit einer Probegrabung (5 Pflanzen) Ende Juli untersucht. Im Durchschnitt aller Sorten betrug der für die Vermarktung geeignete Anteil nur 59 % des Rohertrages. Der Anteil an missgebildeten sowie ausgekeimten Knollen betrug bei den sehr hitzesensiblen Sorten wie Eba 69 %, Agria 50 % sowie Bintje 32%. Neuere Sorten wie Lady Rosetta, Victoria und Lady Claire zeigten weder Kindelbildung noch Durchwuchs. Hitzetolerant waren auch Charlotte und Hermes.

Als Konsequenz musste die Kartoffelbranche sehr grosse Mengen von Eba und Bintje via Frischverfütterung verwerten sowie fehlende Mengen zu hohen Preisen aus dem Ausland importieren.

### **Literatur:**

Bodlaender K.B.A., Lugt C., Marinus J., 1964. The induction of second growth in potato tubers. *European Journal of Potato Research* 7: 57-71.

Münster J., Reust W., 1977. Sensibilité des variétés de pommes de terre de l'assortiment Suisse à la vitrosité et détermination de ce phénomène par le poids spécifique. *Revue Suisse d'Agriculture* 9:53-58.

Van den Berg J.H., Struik P.C., Ewing E., 1990. One-leaf cuttings as a model to study second growth in the potato (*Solanum tuberosum*) plant. *Annals of Botany* 66:273-80.

Veerman A., van Loon C.D., 1995. Post-harvest decay of second growth-induced glassy tubers of potato (*Solanum tuberosum*

cv. Bintje in relation to their specific gravity. *Potato Research* 38:391-9.

## **P-18 *RAMULARIA COLLO-CYGNI* SUR ORGE : UNE MALADIE TRANSMISE PAR LA SEMENCE ?**

**Peter Frei, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW,  
CP 1012, CH-1260 Nyon**

### **Introduction**

Vers la fin des années 90, le champignon *Ramularia collo-cygni* (Rcc) a été trouvé sur les cultures d'orge des pays de l'arc alpin et du nord de l'Europe. Pour mieux comprendre la biologie et l'épidémiologie de ce champignon, une étude de 2 ans a été menée sur orge d'automne et de printemps. Une méthode de diagnostic basée sur un test PCR a été développée. A l'aide de cette méthode, la progression de la maladie a été suivie pendant toute la période de végétation de la culture (Frei et al, 2007). Rcc a été détecté sur les épis (graines) et les barbes dans toutes les parcelles étudiées. De cette observation découle l'hypothèse d'une transmission de Rcc par la semence.

### **Méthode**

- Semence issue de plantes infectées naturellement (témoin non traité d'essais fongicides)
- Semence issue de plantes artificiellement inoculées au stade BBCH 69 en conditions contrôlées.
- Germination sur vermiculite en conditions stériles (n=48, 4 répétitions)
- PCR sur la première feuille (amorces spécifiques à Rcc).
- Traitements des grains issus de l'infection artificielle :  
A. Eau chaude (52°C / 10 min)  
B. Solitaer® (Syngenta); Cyproconazole 6.3 g/l; Cyprodinil 25 g/l; Fludioxonil 12.5 g/l; 2 ml/ kg

### **Résultats**

Rcc a été détecté sur 15 à 21% des premières feuilles issues de semences naturellement infectées. Ces semences faiblement contaminées n'ont pas été retenus pour les traitements des semences. 34 à 74% des plantes issues de graines produits par des plantes inoculées artificiellement étaient Rcc-positives. Les écarts observés entre répétitions peuvent être attribués au faible nombre de graines examinées. Les deux traitements de semence (thermique ou chimique) ont montré une efficacité d'environ 60%.

### **Conclusions:**

- *Ramularia collo-cygni* peut être transmis par la semence.

Les questions ouvertes:

- Dans quelle partie précise du grain (glumes, corps farineux, germe) le champignon est-il présent?
- Quelle efficacité peut-on attendre des traitements de semences dans la pratique?

## **P-19 EVALUATION DES SYMPTOMES DE *RHIZOCTONIA SOLANI* SUR TUBERCULES DE POMMES DE TERRE.**

**<sup>1</sup>Christophe Lupfer, <sup>2</sup>Daniele Fuogg, <sup>1</sup>Calmin Gautier, <sup>2</sup>Urban Anderau et <sup>1</sup>François Lefort.**

**<sup>1</sup>Groupe plants et pathogènes, Institut de recherche terre nature et paysage , haute école du paysage, de l'ingénierie et de l'architecture, (HEPIA), HES-SO// Genève, 150 Route de Presinge, 1254 Jussy, Suisse**

**<sup>2</sup>SYNGENTA S.A., Site d'essais Les Barges, CH-1896 Vouvry, Suisse**

Cette étude a eu pour but d'évaluer l'expression des symptômes causés par le champignon basidiomycète *Rhizoctonia solani*, un des champignons du sol les plus pathogènes sur pomme de terre. Un premier essai au champ à été mené afin d'observer l'expression du pathogène sur deux variétés de pommes de terres en fonction des conditions de culture. Cet essai a mis en évidence une très forte sensibilité de la variété Innovator à *Rhizoctonia solani*. Il a également été observé que les plantations précoces (avant mi avril) favorisent l'infection par *Rhizoctonia solani* et l'expression des symptômes. Un deuxième essai avait pour objectif d'établir au champ une méthode fiable et reproductible d'inoculation du pathogène sur les tubercule. Cet essai a permis d'obtenir un taux d'infection des tubercules d'environ 80 % à la récolte. Des travaux au laboratoire combinant l'isolement du pathogène, l'analyse moléculaire des 13 isolats obtenus et leur comparaisons phylogénétiques avec des isolats des groupes d'anastomoses connus à ce jour, ont permis de mettre en évidence deux origines distinctes des isolats réalisés à partir du champ expérimental. Une partie des isolats correspondait à la souche utilisée pour les essais d'inoculation au champ alors que l'autre partie correspondait à une souche américaine, certainement amenée par les semences et déjà présente au champ. Les deux origines appartenaient au groupe d'anastomose AG3. Des essais supplémentaires en plein champ s'avèrent nécessaire afin de préciser la pathogénie de *Rhizoctonia solani* face à d'autres variétés de pommes de terre.

## **P-20 LUTTE CONTRE L'AMBROISIE : BRISER LE CYCLE**

**Christian Bohren et Nicolas Delabays, Département fédéral de l'économie DFE, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CP 1012, CH- 1260 Nyon, Suisse.**

### **Introduction**

Les problèmes agronomiques, environnementaux et sanitaires posés par l'ambroisie justifient une stratégie d'assainissement dans les sites infestés par cette espèce envahissante. Le but est de briser le cycle de la plante pour empêcher toute formation de nouvelles semences ainsi progressivement épuiser le stock semencier. La période déterminante est la phase de formation et de maturation des graines, située entre fin août et fin octobre.

### **Discussion**

Le poster présente l'efficacité des herbicides concernant la fertilité des graines, utilisés seuls ou en association avec une fauche. Le glyphosate est une des produits les plus efficaces pour lutter contre l'ambroisie. Appliqué en solo, il ne garantit toutefois pas la rupture du cycle de la plante, notamment lors de fortes densités d'infestation. Cet herbicide présente cependant quelques limites, notamment vis-à-vis de la protection des eaux et du développement de résistances. Il est donc souhaitable d'utiliser d'autres matières actives en alternance. Autres herbicides ont également donné des résultats prometteurs.

Après une fauche, la plante est potentiellement capable de régénérer des rameaux florifères et de produire des semences viables en moins de six semaines. Une coupe préalable à la mi-juillet, suivie d'une application de glyphosate au mois d'août, s'avère donc une stratégie efficace. Elle permet en même temps de limiter la production de pollen.

### **Conclusions**

- Le glyphosate est un des produits les plus efficace pour la lutte contre l'ambroisie. En 2007, appliqué en solo à fin juillet, il a permis de pratiquement briser, en une seule application, le cycle de la plante.
- Cette efficacité n'est cependant pas toujours garantie, notamment sur de fortes densités d'infestation. Par sécurité, et pour limiter en parallèle la formation de pollen, une coupe préalable à la mi-juillet, suivie d'une application de glyphosate au cours du mois d'août, peut être actuellement recommandée.
- Le glyphosate présente cependant quelques limites et défauts, notamment vis-à-vis de la pollution des eaux et du développement de résistances. Des outils utilisables en alternances sont donc souhaitables.
- Les résultats obtenus avec le glufosinate, ainsi qu'avec différents produits à base de 2,4-D, de bromoxynil, de ioxynil, de florasulame, de fluroxypyr ou de mécoprop-p, ont également donné des résultats prometteurs.

## P-21 ETABLISSEMENT DE CULTURE IN VITRO DE *SANTALUM ALBUM* L

<sup>1</sup>Julien Crovadore, <sup>2</sup>Michel Schalk et <sup>1</sup>François Lefort

<sup>1</sup>Groupe plantes et pathogènes, Institut de recherche terre nature et paysage ,  
haute école du paysage, de l'ingénierie et de l'architecture, (HEPIA),  
HES-SO// Genève, 150 Route de Presinge, 1254 Jussy, Suisse.

<sup>2</sup>Firmenich SA, 1 route des Jeunes, Case postale 239, 1211 Genève 8, Suisse.

*Santalum album* L., arbre héli parasite tropical de la famille des *Santalaceae* et originaire du sud de l'Inde, est principalement connu comme étant la source de l'huile de « bois de Santal » (encens, qualités médicinales...). C'est une huile extraite du bois d'une fragrance incomparable et donc très prisée de l'industrie des parfums. La surexploitation depuis des décennies de *Santalum album* L. pour son huile très lucrative, menace de nos jours cette espèce. Cette étude propose donc d'établir la culture in vitro de plants puis de tissus de Santal, afin de permettre par la suite l'étude par biologie moléculaire des voies du métabolisme des sesquiterpènes entrant dans la composition de l'huile de santal.

L'objectif primaire du projet fut d'obtenir des cals (amas de cellules indifférenciées) induits à partir d'explants de semis obtenus en boîtes de Pétri sur milieu Gamborg vitaminé MS (Murashig and Skoog) solide enrichi de différentes balances hormonales. L'obtention de plants sains de santal in vitro donna lieu après plusieurs mois de recherches à un protocole abouti, caractérisé par une désinfection préalable des graines à la javel (HClO 2.5%) durant 2 heures suivie de 3 rinçages à l'eau stérile sous hotte à flux laminaire, du décorticage des graines au scalpel (facteur indispensable à la germination in vitro) dans des boîtes de Pétri stériles, et enfin du semis en tubes de verre des graines saines d'apparence sur milieu Gamborg vit. MS. solide (Milieu Gbg + Bactoagar 7.8 g/l + saccharose 3%). Ce protocole permet d'obtenir un taux moyen de 95% de plants de santal sains après mise en culture (environ 1% d'infection et un taux de germination de 96%), ce qui représente un gain majeur par rapport aux techniques de semis utilisées jusqu'à maintenant.

Ensuite une lignée de cal vert solide a été sélectionnée parmi plusieurs lignées (jaune, blanc et friable...) à partir de segments d'hypocotyles de semis de deux semaines (sur milieu Gbg + Bactoagar 7.8 g/l + saccharose 3%+ 2.4D (0.5µM) + kinétine (10µM)), et repiquée sur le même milieu durant plus d'un an. Plus de 200 cal individuels ont été produits par multiplication et divisions successives, fournissant ainsi une banque de cals disponibles pour les essais de biologie moléculaire.

Parallèlement la prolifération de tiges sur segments d'hypocotyles a été initiée avec succès mais ces tiges néoformées de *Santalum album* se sont montrées récalcitrantes à l'enracinement malgré de nombreux essais utilisant des combinaisons hormonales différentes.

## **P-22 INFLUENCE DE PARARETROVIRUS ENDOGENES SUR LA TAXONOMIE ET LE DIAGNOSTIC DES BADNAVIRUS DE L'IGNAME (DIOSCOREA SPP.)**

**<sup>1</sup>Bousalem M., <sup>1,2</sup>Durand O., <sup>3</sup>Scarcelli N., <sup>4</sup>Lebas B. S. M., <sup>4</sup>Kenyon L., <sup>5</sup>Marchand J.-L., <sup>2</sup>Lefort F., <sup>4</sup>Seal E.**

**<sup>1</sup>INRA-URPV, Domaine Duclos, Prise d'Eau, 9170 Petit-Bourg, Guadeloupe, France**

**<sup>2</sup>Groupe plantes et pathogènes, Institut de recherche terre nature et paysage , haute école du paysage, de l'ingénierie et de l'architecture, (HEPIA), HES-SO// Genève, 150 Route de Presinge, 1254 Jussy, Suisse**

**<sup>3</sup>Equipe DYNADIV, UMR 1097 Diversité et Génomes des Plantes Cultivées, Institut de Recherche pour le Développement, (IRD), BP 64501, 34394 Montpellier Cedex 5, France**

**<sup>4</sup>Natural Resources Institute, University of Greenwich at Medway, Central Avenue, Chatham Maritime, Kent ME4 4TB, Royaume -Uni**

**<sup>5</sup>UPR 75, CIRAD, 73 rue Jean-Francois Breton-TA 70/16, 34398 Montpellier Cedex 5, France**

La découverte des séquences par-rétrovirales endogènes (EPRVs) a eu un impact considérable sur la manière de gérer le diagnostic, la taxonomie, les échanges de germoplasme et le contrôle des maladies causées par les pararétrovirus (*Caulimoviridae*, virus à ADN). La première étape a consisté à clarifier le statut taxonomique des badnavirus de l'igname. L'analyse de la diversité moléculaire des badnavirus a été réalisée sur 121 séquences partielles de la reverse transcriptase (RT). L'application des outils taxonomiques développés récemment (Bousalem et al., 2008) a permis de classer les 121 séquences en 12 espèces distinctes, dont 10 nouvellement décrites. L'analyse de la prévalence des badnavirus dans les Caraïbes (Guadeloupe et Martinique), l'Amérique du sud (Guyane) et l'Afrique (Bénin) révèle une très large répartition des virus et une prévalence contrastée sur les différentes espèces d'ignames. Ces données suggèrent fortement la présence d'EPRVs chez *D. rotundata* et leur absence chez *D. praehensilis*, *D. abyssinica*, *D. alata* and *D. trifida*. La phylogénie présente une importante radiation, telle qu'observée chez le genre Badnavirus. Elle n'autorise une interprétation que chez les espèces appartenant à un même groupe monophylétique. Deux groupes monophylétiques regroupent 5 espèces d'origine Africaine reliées à *D. rotundata*. Les espèces africaines de Badnavirus sont caractérisées par une large gamme d'hôtes incluant les ignames sauvages et cultivées. Deux autres groupes monophylétiques regroupent 5 espèces, ainsi que deux autres espèces distinctes sont probablement originaires d'Asie-Pacifique. Leur gamme d'hôtes est limitée aux principales *Dioscorea* (*D. alata*, *D. esculenta* et *D. pentaphylla*) communément cultivées dans ces régions. Les phénomènes de recombinaison dans les conditions naturelles sont rares. Les mécanismes à l'origine de la spéciation des badnavirus de l'igname ainsi que le scénario le plus probable de leur dispersion à l'échelle continentale sont proposés. Ces scénarios suggèrent que les risques liés à l'introduction de plantes infectées via les échanges internationaux de matériel végétal sont importants.



## **P-23 CARACTERISATION DE LACCASES PUTATIVES DANS LE GENRE *PHYTOPHTHORA* (*OOMYCOTA*, *STRAMEMOPILES*).**

**Cheikh-Ravat Pegah, Calmin Gautier, Belbahri Lassaad et Lefort François**

**Groupe plantes et pathogènes, Institut de recherche terre nature et paysage, haute école du paysage, de l'ingénierie et de l'architecture, (HEPIA), HES-SO// Genève, 150 Route de Presinge, 1254 Jussy, Suisse.**

Les laccases (benzenediol : oxygen oxidoreductase, EC 1.10.3.2) sont des enzymes à fixation du Cuivre qui appartiennent à la famille des « MultiCopper Oxidases ». Elles catalysent la réduction du dioxygène en eau, accompagnée par l'oxydation d'un substrat. Chez les Champignons, les laccases joueraient un rôle dans la morphogenèse, les interactions plante-pathogène, la défense face au stress, et dans la dégradation de la lignine. Commercialisées comme déclencheurs naturels des réactions, ces enzymes offrent de nombreux avantages pour les applications biotechnologiques. Les applications sont multiples : délignification, détoxification des eaux usées, et des substrats phénoliques. Les laccases ont été largement décrites chez les bactéries, les plantes et les champignons, mais aucune étude n'a encore été réalisée chez les oomycètes.

Les outils bioinformatiques sont un premier moyen pour mettre en évidence la présence des gènes MCO chez l'oomycète *Phytophthora*. A partir de séquences de laccases de champignons disponibles dans GenBank, des séquences homologues ont été recherchées par BLAST dans les génomes publiés de plusieurs espèces de *Phytophthora*. Cette recherche bioinformatique a mis en évidence des séquences de laccases putatives dans le genre *Phytophthora*. Les caractéristiques des structures primaires et secondaires des laccases putatives chez *P. ramorum*, *P. sojae*, et *P. infestans* ont été caractérisées. Les relations évolutives entre ces séquences ont été visualisées par phylogénie moléculaire. Ces analyses infirment l'idée d'un transfert horizontal des gènes laccases durant l'évolution entre champignons/bactéries et oomycètes

L'activité laccase *sensu-stricto* a été recherchée chez *Phytophthora*. L'utilisation d'un substrat spécifique (ABTS) et des analyses spectrophotométriques et colorimétriques ont suggéré la présence de ces enzymes actives pour *Phytophthora citricola like*. Ainsi sous certaines conditions, des laccases seraient traduites et sécrétées en dehors des cellules.

La mise en évidence d'une potentielle activité enzymatique des laccases chez l'oomycète *Phytophthora* suggère l'acquisition de nouvelles compétences et donc de nouvelles applications biotechnologiques. Ce résultat nécessite néanmoins d'être reconfirmé avec d'autres isolats de *P. citricola like*.

## **Bulletin der SGPW / SSA**

- Nummer 5: Les métabolites secondaires des plantes et leur importance en agriculture (1995)
- Nummer 6: Les nouvelles technologies dans l'agriculture / Neue Technologien für den Pflanzenbau (1996)
- Nummer 7: Wheat (proceedings of the workshop „Wheat“, March 1996)
- Nummer 8: The molecular basis of agronomically important traits in crop plants: consequences for plant production (1997)
- Nummer 9: Ernährungssicherung und Nachhaltigkeit weltweit: Beitrag der Pflanzenbauwissenschaften (1998)
- Nummer 10: Le pâturage boisé: quel avenir? (Die Waldweide von Morgen) (1998)
- Nummer 11: Medizinalpflanzen (Zusammenfassungen der Vorträge) (1998)
- Nummer 12: Nutrition des plantes et qualité des produits / Pflanzenernährung und Qualität der Produkte (1999)
- Nummer 13: Welche Zukunft hat die pflanzenbauliche Forschung in der Schweiz? (2000)
- Nummer 14: Mycorrhiza and root research in Switzerland (2000)
- Nummer 15: Die Pflanzenbauwissenschaften an der Schwelle des 21. Jahrhunderts / Les sciences des plantes au seuil du 21ème siècle (2001)
- Nummer 16: Pflanzenbauliche Forschung für den Biolandbau / Recherche en production végétale pour l'agriculture biologique (2002)
- Nummer 17: Stickstoff im Pflanzenbau: Effizienz, Umweltauswirkungen, Proteinversorgung / L'azote en production végétale: efficacité, effet sur l'environnement, approvisionnement en protéines (2003)
- Nummer 18: Anpassung der Pflanzen an die Umwelt / Adaptation des plantes à leur environnement (2004)
- Nummer 19: Qualität landwirtschaftlicher Produkte und Ernährung / Qualité des produits agricoles et alimentation (2005)
- Nummer 20: Beitrag des Pflanzenbaus zur Diversität und Anpassungsfähigkeit der Landwirtschaft / Contribution de la production végétale à la diversité et à la flexibilité de l'agriculture (2006)
- Nummer 21: Forschung für die Landwirtschaft / Agriculture et recherche (2007)

**Anmeldung als Mitglied der Schweizerischen Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften (SGPW)**

Herr     Frau     Institution/Organisation/Firma

Name: ..... Vorname: .....

Beruf/Titel: .....

Institution/Abteilung: .....

Arbeitsgebiet: .....

Postadresse:  
.....

PLZ: ..... Ort: .....

Student oder Doktorand  
Universität/Institut/Ing. Schule: .....

Datum: ..... Unterschrift: .....

Anmeldung bitte an folgende Adresse zustellen:  
SGPW/SSA; c/o Fachstelle für Pflanzenschutz, Rütli, 3052 Zollikofen  
E-Mail: *Michel.gygax@vol.be.ch*

## Bulletin d'inscription à la Société Suisse d'Agronomie (SSA)

Monsieur     Madame     Institution/Organisation/Firme

Nom : ..... Prénom : .....

Profession/Titre : .....

Institution/Département : .....

Domaine d'activité: .....

Adresse postale :  
.....

NPC : ..... Lieu : .....

Etudiant ou Doctorant

Université/Institut/Ecole d'Ingénieur : .....

Date : ..... Signature : .....

Envoyer ce bulletin à l'adresse suivante :  
SGPW/SSA; c/o Fachstelle für Pflanzenschutz, Rütli, 3052 Zollikofen  
E-Mail: [michel.gygax@vol.be.ch](mailto:michel.gygax@vol.be.ch)