

**SCIENTIFIC COMMISSION OF THE INTERNATIONAL
HOP GROWERS' CONVENTION**

**COMMISSION SCIENTIFIQUE DU COMITE INTERNATIONAL
DE LA CULTURE DU HOUBLON**

**WISSENSCHAFTLICHE KOMMISSION DES INTERNATIONALEN
HOPFENBAUBÜROS**



**Bericht zur Tagung der
Wissenschaftlichen Kommission des IHB
in León, Spanien,
vom 21. - 25. Juni 2009
von Elisabeth Seigner**

Die Wissenschaftliche Kommission (WK) des Internationalen Hopfenbaubüros veranstaltet alle 2 Jahre eine Tagung für Wissenschaftler und Experten aus der Hopfen- und Brauwelt. Dieses Mal war Spanien das Gastland und die Einladung kam von der S.A. Española de Fomento del Lúpulo, die als private, von der spanischen Brauwirtschaft und den spanischen Pflanzern getragene Organisation, den Hopfenanbau und -handel in Spanien fördert.

So kamen 51 Hopfenwissenschaftler und Vertreter der Hopfen- und Brauindustrie aus 14 Ländern vom 21. – 25. Juni 2009 nach León, Spanien, um sich gegenseitig über die wissenschaftlichen Arbeiten zu informieren. Herr Bernhard Engelhard und Dr. Elisabeth Seigner vom Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Hopfenforschungszentrum Hüll, Deutschland, hatten als Vorsitzender bzw. als Sekretärin der WK wieder die Organisation übernommen. In Spanien waren die Vorbereitungen in der Hand von Herr José A. Magadan, dem technischen Leiter der S.A. Española de Fomento del Lúpulo.



Stets ist es das Ziel dieser Veranstaltung, den Informations- und Gedankenaustausch unter den Hopfenexperten zum Wohle der Hopfen- und Brauwirtschaft zu fördern.

Im wissenschaftlichen Teil wurden 23 Vorträge und 17 Poster zu folgenden Themen präsentiert: Hopfenzüchtung, DNA-basierte Studien in der Hopfenforschung, Krankheiten und Schädlinge bei Hopfen, Hopfenchemie und Analytik und Hopfenproduktion. Die zum Abschluss der Tagung durchgeführte Exkursion gab den Teilnehmern die Möglichkeit, sich eingehend über den Hopfenanbau in Spanien wie auch über die S.A. Española de Fomento del Lúpulo und ihre Tätigkeitsfelder zu informieren.

Alle Beiträge sind im Tagungsband der Wissenschaftlichen Kommission zusammengestellt und stehen im Internet <http://www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen/10585/index.php>

für Sie zur Verfügung. Eine Übersicht aller Vorträge und Poster finden Sie im Anschluss an diese kurze Zusammenfassung.

Zusammenfassung:

Hopfenzüchtung

Klassische Kreuzungszüchtung ist nach wie vor die Basis zur Entwicklung von Hopfensorten, die hinsichtlich Ertrag, Resistenz und Brauqualität den Wünschen und Anforderungen der Hopfen- und Brauwirtschaft entsprechen. Breite Resistenz gegenüber Krankheiten und tierischen Schädlingen ist Schwerpunkt in jedem Hopfen-Züchtungsprogramm. Dabei ist die Entwicklung der blattlausresistenten englischen Zwergsorte „Boadicea“ als großer Erfolg zu werten. Auch die Hüller Hochalphasorte „Herkules“ stellt einen deutlichen Züchtungsfortschritt dar. Bei der schnellen und effektiven Kombination von Resistenzen mit anderen wirtschaftlich wichtigen Eigenschaften sind fundierte Kenntnisse zur Vererbung der betreffenden Eigenschaften und der daran beteiligten Gene entscheidend.

Des Weiteren wurde ein computergestütztes Multi-Kriterien-Entscheidungsmodell für die Beurteilung von Züchtungslinien vorgestellt, das den Selektionsprozess beschleunigen und erleichtern soll.

Beim Screening von Wildhopfen mit weltweitem Ursprung zeigte sich – wie so oft - eine enorme genetische Vielfalt, die sich vor allem im Hinblick auf neue Inhaltsstoffe, Stress- und Krankheitstoleranz als vielversprechende Kreuzungspartner soll.

DNA-basierte Studien in der Hopfenforschung

Insbesondere bei der Mehltau- und *Verticillium*-Resistenzzüchtung werden klassische Methoden durch histochemische und molekular-basierte Techniken ergänzt. Erforscht werden zum einen die Mechanismen, die hinter Resistenzreaktionen stehen und gesucht wird vor allem nach bestimmten Abschnitten im Erbmaterial, sog. DNA-Markern, die mit Krankheitsresistenz gekoppelt sind. Vielversprechend sind vor allem sog. cDNA-basierte Studien (Gen-Expressionsansätze), wobei aktive, an der Pathogenabwehr beteiligte Gene identifiziert und deren Funktionen über nachfolgende Transformationsansätze (transient assays) verifiziert werden. Ausgehend von diesen pathogen-induzierten Genabschnitten werden cDNA-Marker entwickelt, die im Selektionsprozess deutlich zuverlässiger und informativer sind als bislang erarbeitete Marker. Außerdem wird versucht, Sequenzhomologien zu Resistenzgenen und Regulatorgenen bei anderen Kulturarten, die in umfangreichen Datenbanken hinterlegt sind, zu nutzen, um im Hopfengenom ähnliche Sequenzen zu finden, die Resistenz vermitteln und somit als Selektionsmarker eingesetzt zu werden. Auch auf der Proteinebene („Proteomik“) wird nach Eiweißen gesucht, die an der Pathogenabwehr mitwirken.

Ähnliche „genomische“ und „proteomische“ Untersuchungen werden in verschiedenen Arbeitsgruppen auch im Bereich Hopfeninhaltsstoffe durchgeführt. Dabei geht es um die Identifizierung von DNA-Sequenzen oder Proteinen, die bei der Regulation und Synthese der in den Lupulindrüsen befindlichen Sekundärmetabolite wie Xanthohumol, Desmethylxanthohumol und 8-Prenylnaringenin beteiligt sind. Wie medizinische Studien belegen, besitzen die genannten Flavonoide antikanzerogene, entzündungshemmende und antioxidative Wirkung bzw. 8-Prenylnaringenin hormonelle Wirkung, weshalb sie für den breiten Einsatz im pharmazeutisch-medizinischen Bereich als geeignet erscheinen. Zielsetzung all dieser Arbeiten ist es, Hopfen mit höheren Gehalten an verschiedenen bioaktiven Flavonoiden zu kreieren – in klassischen Züchtungsprojekten unterstützt von molekularen Markern (markergestützte Selektion = MAS) oder auch auf gentechnischem Wege. Eine Forschergruppe berichtete von den ersten transgenen „Tettnanger“ Pflanzen, die durch den Einbau eines Regulatorgens aus *Arabidopsis* eine deutlich veränderte Flavonoidzusammensetzung und andere Blütenfarbe besitzen.

Im Zusammenhang mit *in vitro*-Vermehrung, *ex situ*-Konservierung in der Gewebekultur, Viruselimierung über Meristemkultur und auch bei gentechnischen Ansätzen sind jedes Mal *in vitro*-Schritte beteiligt, die Fragen zur genetischen Stabilität des Erbmaterials und epigenetischen Effekten nach dem Gewebekulturschritt aufwerfen. Untersuchungen in verschiedenen Gruppen lassen erkennen, dass derartige Veränderungen stets berücksichtigt und beachtet werden müssen, besonders bei längeren *in vitro*-Phasen. Um die *in vitro*-Regenerationsschritte zu verbessern und zu beschleunigen, wurden die bei diesen Entwicklungsprozessen ablaufenden Veränderungen des Stoffwechsels und die daran beteiligten Gene studiert (Untersuchungen des „Transkriptoms“ und „Metaboloms“).

Krankheiten und Schädlinge bei Hopfen

Die Wissenschaftler zeigten des Weiteren ihre vielfältigen und systematischen Ansätze, um neue und auch altbekannte Krankheiten und Schädlinge effektiv kontrollieren zu können, wodurch gravierende Ernteverluste und Qualitätsminderungen bei der Hopfenproduktion verhindert werden können. Pathogenitätstests und molekulare Differenzierung der speziellen Pilzpathotypen sind Grundvoraussetzungen für ein erfolgreiches Krankheitsmanagement z.B. bei der *Verticillium*-Welke und bei *Cercospora*. Dies schließt bei den wichtigsten Hopfenkrankheiten, dem Falschen und Echten Mehltau, die Erarbeitung von modell-gestützten Bekämpfungsstrategien und deren Einführung in die Praxis mit ein. Neue Erkenntnisse in der Epidemiologie der Krankheitserreger, die sich aus Forschungen ergaben, erfordern zum Teil geänderte Anbaupraktiken. Aufgrund der begrenzten Verfügbarkeit von wirksamen Pflanzenschutzmitteln und auch aus ökologischer und ökonomischer Sicht gewinnen gezielte risiko-basierte Kontrollmaßnahmen an Bedeutung und werden zunehmend von den Hopfenpflanzern genutzt. Bei der Kontrolle von Blattläusen mit einer optimierten Bekämpfungsschwelle zeigte sich zudem, dass unnötige Spritzungen definitiv zu vermeintlichen Verlusten im Ertrag und Alphasäuregehalt führen. Außerdem wurden die besonderen Maßnahmen bei der Produktion von Öko-Hopfen aufgezeigt.



Chemische Analyse

Durch die vielversprechenden Einsatzmöglichkeiten von Polyphenolen und besonders von Flavonoiden des Hopfens im pharmazeutisch-medizinischen Bereich ist vor allem der Gehalt dieser Hopfeninhaltsstoffe bei den verschiedenen Hopfensorten von größtem Interesse. Generell werden die Dolden mit der großen Zahl an Lupulindrüsen, die diese Inhaltsstoffe synthetisieren, untersucht. Andererseits ist es auch denkbar, Xanthohumol und die anderen bioaktiven Flavonoide auf alternativem Wege z.B. in Biofermentern von Hopfensuspensionskulturen produzieren zu lassen. Analysendaten zu den Flavonoidgehalten von Hopfenblättern und Suspensionskulturen wurden gezeigt.

Hopfenqualität aus bestimmten Anbaugebieten hat seinen Preis. Daher bieten Hopfenchemiker eine auf den unterschiedlichen, region-spezifischen Isotopenverhältnissen basierende Nachweismethode an, die es erlaubt, den Ursprung und die Authentizität einer Hopfenpartie zu bestimmen.

Hopfenproduktion

Basierend auf den meteorologischen Daten wie Temperatur, Niederschlag und Sonnenschein während der Hauptvegetationsperiode des Hopfens wurde ein mathematisches Modell vorgestellt, das es erlaubt, Ertrag und Alphasäuregehalt vorherzusagen. Zumindest bei Saazer Aromahopfen ist dieses Modell schon statistisch über mehrere Jahre abgesichert. Zur Unterstützung der Bemühungen der Pflanzler beste Hopfenqualität und hohen Ertrag zu produzieren, wurden Bewässerungsversuche und auch fundierte Erkenntnisse zum richtigen Erntezeitpunkt bei Aroma- und Hochalphasorten vorgestellt. Beiträge zur Optimierung der Hopfentrocknung an sich und zur Verbesserung des Energieaufwandes bei diesem Prozess ergänzten die große Palette der Arbeiten, die bei dieser Tagung vorgestellt wurde.



Foto: Josef Ježek, Hopfenforschungsinstitut, Zatec, Tschech. Republik

Exkursion und Informationen zum Hopfenanbau in Spanien

Die S.A. Española de Fomento del Lúpulo wurde 1945 von der spanischen Brauindustrie gegründet. Heute ist die gesamte Arbeit dieser privaten Organisation, wobei die spanischen Brauereien die Aktien-Majorität besitzen und 20 % von den Hopfenpflanzern gehalten werden, auf den heimischen Markt ausgerichtet. Ziel ist es, den Hopfenanbau und –handel in Spanien zu unterstützen und zu fördern, wobei auch die Hopfenforschung mit eingeschlossen ist.

Etwa 260 Hopfenpflanzler produzieren auf insgesamt 470 ha vor allem Bitterhopfen. Die Betriebe sind mit durchschnittlich 2-3 ha relativ klein. Mit 97 % der Anbaufläche ist die US-Sorte Nugget am bedeutendsten. Darüber hinaus wird Columbus, Hallertauer Magnum (ca. 2 %) und auch Perle angebaut. Auf der Exkursion wurden Hopfengärten mit diesen Sorten von der Wissenschaftlichen Kommission besichtigt. Alle Flächen werden bewässert, typisch ist die Flutung der Flächen. Die Bestände zeigten gute Ansätze und versprechen eine gute Ernte. Die S.A. Española de Fomento del Lúpulo übernimmt die Lagerung und Verarbeitung der von den Hopfenpflanzern angelieferten Hopfen. In der eigenen Pelletieranlage, die auch auf der Exkursion besichtigt wurde, wird 100 % des Hopfens zu Typ 90 Pellets verarbeitet.

Ich hoffe, die Vortragstagung wie auch die Exkursion gaben jedem einzelnen Tagungsteilnehmer die Möglichkeit, Neues zum Hopfen zu erfahren. So dass eine Fülle an Information und neuer Ideen mit nach Hause genommen werden konnte. Vielleicht hat auch der ein oder andere Tagungsteilnehmer bereits einen Entwurf für eine künftige Zusammenarbeit oder ein Projekt mit Partnern aus der Hopfen- und Brauwelt.

Die Wissenschaftliche Kommission dankt der S.A. Española de Fomento del Lúpulo als Gastgeber dieser Tagung und vor allem Herrn José A. Magadan für die ausgezeichnete Organisation der Tagung vor Ort.

Viel Erfolg bei allen Forschungen rund um den Hopfen!

Dr. Elisabeth Seigner
Wissenschaftliche Kommission, IHB

Juli 2009

Übersicht zu allen Vorträgen und Postern:

I. Sektion: Hopfenzüchtung

Vererbung der Blattlausresistenz in der neuen UK Sorte
Darby, P.

Variabilität bei Wildhopfen
Nesvadba, V., Patzak, J., Krofta, K.

Beurteilung von Hopfenhybriden durch die Nutzung eines "Multi-Kriterien Entscheidungsmodells"
Pavlovic, V., Cerenak, A., Kosir Iztok, J., Rozman, C., Pazek, K., Pavlovic, M.

Züchtung von Hopfen mit hohen Desmethoxyanthohumol-Gehalten
Nesvadba, V., Krofta, K.

Herkules – eine neue Hüller Hochalphasorte
Lutz, A., Kneidl, J., Kammhuber, K., and Seigner, E.

II. Sektion: DNA-basierte Studien in der Hopfenforschung

Echter Mehltau bei Hopfen (*Humulus lupulus L.*): Histochemische Studien und Entwicklung eines transienten Transformationssystems
Oberhollenzer, K., Seigner, E., Lutz, A., Eichmann, R., Hueckelhoven, R.

Studien zur Welkeresistenz bei Hopfen
Javornik, B., Mandelc, S., Radišek, S., Jakše, J., Čerenak, A., Kozjak, P., Luthar, Z., Šatovič, Z.

Kandidatengene für Resistenz bei Hopfen
Jakše, J., Kozjak, P., Javornik, B.

Entschlüsselung der Morphogenesevorgänge zur Verbesserung des Hopfens: Transkriptom und Metabolom-Ansätze
Fortes, A.M., Batista, D., Santos, F., Figueiredo, A., Serrazina, S., Choi, Y.H., Miersch, O., Lange, P., Wasternack, C., Verpoorte, R. and Pais, M.S

Erste Analysen des Proteoms von Hopfen (*Humulus lupulus L.*)
Howard, E., Lowe, E., Whittock, S., Koutoulis, A.

Charakterisierung von neuen Genen bei Hopfen (*Humulus lupulus L.*)
Patzak, J., Matousek, J.

Funktionsanalyse der hopfeneigenen Regulationsfaktoren aus den bZIP and bHLH Familien in transienten Expressionssystemen
Matoušek, J., Kocábek, T., Patzak, J., Orctová, L. and Krofta, K.

Veränderte Synthese von bioaktiven Flavonoiden in transgenem Hopfen *Humulus lupulus L.* durch Einbau von PAP1/MYB75 aus *Arabidopsis thaliana L.*
Aldinger, C., Stanke, M., Alheit, K., Gatica, A., Höhnle, M., Matousek, J., Weber, G.

Genexpression, Isolierung und Transformation von Kandidatengenen des Prenylflavonoid-Stoffwechselweges bei Hopfen (*Humulus lupulus L.*)
Maloukh, L., Matousek, J., Matthews, P.D., Schwekendiek, A, Yu, O., Van Bockstaele, E. and Roldán-Ruiz, I.

SSR-PCR-Analyse von Ukrainischen Hopfensorten (*Humulus lupulus L.*), *in vitro*-Vermehrung und Feldversuche mit der Sorte „National“
Melnychuk, M., Spyrydonov, V., Dubrovin, V., Overchenko, V., Pariy, M., Kliuvadenko, A., and Kukovenko, V.

Genetische und epigenetische Stabilität des Hopfens (*Humulus lupulus*) nach der *in-vitro*-Kultur

Peredo E.L., Cires E., Arroyo-García R., Revilla M.A.

Methoden zur *in vitro*-Lagerung von Hopfen

Faragó, J., Lajchová, Z., Faragová, N., Hudcovicová, M.

III. Sektion: Krankheiten und Schädlinge bei Hopfen

Neue Pilzkrankheiten an Hopfen in Slovenien und Österreich

Radišek, S., Leskošek, G., Jakše, J., Javornik, B., de Gruyter, J.

Charakterisierung von *Verticillium*-Pathotypen in der Hallertau – Grundlagen zur Beurteilung des Risikos für *Verticillium*- Infektionen

Seefelder, S., Seigner, E., Niedermeier, E., Radišek, S., Javornik, B.

Ein Prognosemodell zur Bekämpfung von Echtem Mehltau (*Podosphaera macularis*) an Hopfen (*Humulus lupulus*) unter den klimatischen Bedingungen der Hallertau

Engelhard, B., Schlagenhauser, S.

Systematische Ansätze zur Kontrolle von Falschem Mehltau an Hopfen

Gent, D. H., Nelson, M. E., Farnsworth, J. L., Ocamb, C. M., Grove, G. G.

Prognosemodell für Falschen Mehltau (*Pseudoperonospora humuli* Miy et Tak.) innerhalb des Pflanzenschutz-Managements bei Hopfen in der Tschechischen Republik

Vostrel, J., Klapal, I., Kudrna, T.

Futterpräferenz des Hopfenerdfloh (*Psylliodes attenuates* KOCH)

Rak Cizej, M., Milevoj, L.

Erste Schritte zu einer überarbeiteten Bekämpfungsschwelle für die Hopfenblattlaus *Phorodon humuli*

Weihrauch, F.

Prognose der Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli* Schrank) im Rahmen des Pflanzenschutz-Managements bei Hopfen in der Tschechischen Republik

Vostrel, J., Klapal, I., Kudrna, T.

Resistenz der Hopfenblattlaus (*Phorodon humuli* Schrank) gegenüber Lambda-Cyhalothrin in der Tschechischen Republik

Vostrel, J.

Pflanzenschutz bei Ökohopfen

Solarska E.

Potentiell gefährliche Fusarioide Mikroorganismen, die bei der Wurzelfäule von Hopfenpflanzen im Feld auftreten (*Humulus lupulus* L.)

Gryndler, M., Krofta, K.*, Gryndlerová, H., Soukupová, L., Hršelová, H., Gabriel, J.

IV. Sektion: Chemische Analyse der Hopfeninhaltsstoffe

Identifizierung der Tschechischen Hopfensorten über die Analyse der ätherischen Öle

Kroupa, F.

Geographischer Ursprung – Bestimmung über Massenspektrometrie der Isotopenverhältnisse (IRMS)

Schmidt, R., Kutsch, A., Roßmann, A.

Gehalte an Xanthohumol, Polyphenolen und Flavonoiden in den Hopfenblättern während der Vegetationsperiode

Ůrgeová, E., Polívka, L.

Polyphenol- und Flavonoidgehalte von Hopfenkallusgewebe und Suspensionskulturen
Pšenáková, I., Gašpárková, L., Faragó, J.

Einfluss der Vegetationszeit auf die antioxidative und biozide Wirkung des Extraktes aus Hopfenblättern

Polívka, L., Úrgeová, E.

V. Sektion: Hopfenproduktion

Mathematisches Modell zur Vorhersage von Ertrag und Alphasäurenertrag basierend auf meteorologischen Daten bei Saazer Aromasorten

Krofta, K., Kučera, J.

Nutzung von Bewässerungssystemen in der Hopfenproduktion

Ježek, J.

Wiederaufnahme des Hopfenanbaus in Galicien (NW Spanien)

Olmedo, J.L., Valladares, J., Fernández, J., Piñeiro, J.

Der richtige Erntezeittermin entscheidet über optimalen Ertrag und höchste Qualität

Lutz, A., Kneidl, J., Seigner, E., und Kammhuber, K.

Hopfentrocknungstemperaturen im Inneren der Hopfenlagen

García Panchón, R., Castro Abengoza, M.R., Suárez Moya, J.

Hopfentrocknung über Sonnenenergie: Optimierung der energetischen Effizienz des Prozesses, um höchste Produktqualität zu erreichen

Castro Abengoza, R., Suárez Moya, J., García Panchón, R.