

**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 Lublin, Polen
vom 19. - 23. Juni 2011**

Elisabeth Seigner

Mit der Tagung der Wissenschaftlichen Kommission (WK) in Polen wurde die Tradition fortgeführt, alle zwei Jahre die Hopfen-Wissenschaftler aus aller Welt im Namen des Internationalen Hopfenbaubüros zum Informationsaustausch zusammenzuführen. Auf Einladung von Frau Prof. Dr. Ewa Solarska, University of Life Sciences in Lublin, als Gastgeberin, und Dr. Elisabeth Seigner, Hopfenforschungszentrum Hüll der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, als Vorsitzende der WK, kamen 52 Teilnehmer aus 13 Hopfenbaunationen zu dieser Tagung.

In 22 Vorträgen und 22 Postern stellten die Hopfen-Wissenschaftler ihre Forschung zu folgenden Themen vor:

- Hopfenzüchtung
- Biotechnologie
- Molekulare Studien bei Hopfen
- Chemische Analyse der Hopfeninhaltsstoffe
- Management von Krankheiten und Schädlingen bei Hopfen
- Physiologie des Hopfens
- Verbesserungen bei der Hopfenproduktion

Unser besonderer Dank geht an Frau Prof. Ewa Solarska für die exzellente Organisation dieser Tagung vor Ort. Wir danken ihrem Team von der Universität und allen, die mitgeholfen haben, um diese Tagung zu einem unvergeßlichen Ereignis für uns alle werden zu lassen. Selbstverständlich geht unser Dank auch an die Sponsoren, die durch ihre finanzielle Unterstützung die Mission der WK unterstützten. Dank an alle Wissenschaftler und Experten, die ihr Wissen und ihre Ideen in Vorträgen, Postern und Diskussionsbeiträgen eingebracht haben, durch sie wurde diese Tagung ein großer Erfolg.

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

Zusammenfassung der Vorträge und Poster

Session I: Hopfenzüchtung

Ausgezeichnete Brauqualität, breite Resistenz gegenüber Krankheiten und Schädlingen, verbesserte Stresstoleranz sowie hoher Ertrag – das sind die Ziele, die in allen Züchtungsprogrammen verfolgt werden. Dies zeigten auch die Beiträge der Züchter aus Australien, Tschechien, Polen und Deutschland. Aus ökonomischer Sicht sind Hochalphasorten für die Brauwirtschaft unerlässlich, dennoch werden Aromahopfen mit besonderen Aromaqualitäten verstärkt nachgefragt. Als relativ neuer Trend zeigt sich die Entwicklung von Aromasorten mit einzigartigen, sich deutlich abgrenzenden Aromanuancen, wie sie von australischen und deutschen Züchtern präsentiert wurden. Dabei ist die Selektion von Hopfen mit fruchtigen, zitrusartigen und blumigen Aromakomponenten besonders gewünscht. Über GC-MS (Gaschromatographie gekoppelt mit Massenspektroskopie) – Analysen haben die australischen Forscher schon eine recht umfassende Beschreibung der geruchsaktiven ätherischen Ölkomponenten vorgestellt, die für ihre neuen Sorten wie z. B. Southern Saaz, Summer, Stella, Topas und Galaxy charakteristisch sind. Aktuell werden auch Hopfensorten mit hohen Gehalten an speziellen Inhaltsstoffen wie Betasäuren, Xanthohumol und anderen biologisch aktiven Polyphenolen gezüchtet, wodurch sich für Hopfen neue Einsatzmöglichkeiten im pharmazeutisch-medizinischen Bereich ergeben. In diesem Zusammenhang dürfte die neue tschechische Sorte Vital, die im Vergleich zu anderen Sorten zweimal so hohe Desmethylxanthohumol-Gehalte aufweist, interessant sein.



Darüber hinaus wird die Entwicklung von Zwerghopfen verfolgt, die speziell auf Niedriggrüstanbau adaptiert sind. Sie sind die Grundvoraussetzung, um die ökologischen und ökonomischen Vorteile dieses innovativen Produktionssystems nutzen zu können.

Besondere Bedeutung hat immer noch die Mehltau-Resistenzzüchtung, wie die Beiträge aus Polen und Deutschland zeigten. Bei der Resistenzselektion im Gewächshaus und unter natürlichen Infektionsbedingungen im Hopfengarten wurden vielversprechende Wildhopfen mit Widerstandsfähigkeit gegenüber Mehltau entdeckt, wie von der polnischen Züchterin vorgestellt wurde. Am Hopfenforschungszentrum Hüll wird mit gewebespezifischen Färbetechniken und Fluoreszenzmikroskopie auf der Zellebene nach neuartigen Resistenzmechanismen bei Wildhopfen gesucht. Basierend auf diesen Erkenntnissen sollen künftig durch entsprechende Kreuzungen verschiedenartige Resistenzmechanismen kombiniert werden und damit eine länger wirksame Widerstandsfähigkeit gegenüber dem Echten Mehltau erreicht werden.

Am tschechischen Hopfenforschungsinstitut werden aktuell Wildhopfen aus Nordossetien charakterisiert. Auch hier werden Wildhopfen als die entscheidende Ergänzung des bestehenden Genpools gesehen, um die züchterische Anpassung der Hopfensorten an die mannigfaltigen, sich ständig wandelnden Forderungen der Brau- und Hopfenwirtschaft zu ermög-

lichen und um auf klimatische Veränderungen wie auch auf neue Krankheiten und Schädlinge reagieren zu können.

Session II: Biotechnologie

Die Beiträge aus der Slowakei und der Ukraine verdeutlichten, dass die Meristemkultur und die *in-vitro* Vermehrung standardmäßig in der Züchtung und zur Erzeugung von virusfreiem Pflanzmaterial eingesetzt werden. Zunehmend gewinnt auch die *in-vitro*-Lagerung bei der Erhaltung von gesundem Basiszuchtmaterial oder speziellen Genressourcen an Bedeutung. Des Weiteren werden Zellsuspensionskulturen daraufhin untersucht, inwieweit sie künftig als gut zu steuernde Systeme für die Synthese von sekundären Pflanzenstoffen wie z. B. Polyphenolen und Flavonoiden genutzt werden könnten. Auch an einer Optimierung effektiver Protokolle zur Regeneration von vollständigen Pflanzen aus beliebigen Explantaten wird gearbeitet, um damit eine entscheidende Voraussetzung für eine erfolgreiche gentechnische Verbesserung zur Verfügung zu haben. Eine weitere Anwendung von Gewebekultur-Methoden ist die *in vitro*-Behandlung von Sprossen mit Colchicin, um über die Verdopplung der Chromosomen tetraploide Mutterpflanzen für die Triploidzüchtung zu bekommen. Mit dem chromosomalen Hintergrund von monoözischen Hopfenpflanzen, die weibliche und männliche Blüten in unterschiedlicher Ausprägung zeigen, befassten sich die slowenischen Kollegen.



Session III: Molekulare Untersuchungen bei Hopfen

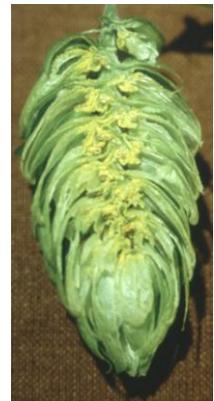
Die molekulare Charakterisierung des Hopfengenoms schreitet immer weiter voran. Als neue Markertechnik wurde von australischen Forschern die „Diversity Arrays“ Technologie (DArT) vorgestellt. Anhand einer Verwandtschaftsstudie mit 92 Hopfengenotypen und 730 DArT-Markern wurde die Präzision, Schnelligkeit und Leistungsfähigkeit dieser für den Hopfen neuen Markertechnologie bewiesen. Des Weiteren konzentrieren sich die genom-analytischen Arbeiten auf die Identifizierung und Kartierung von QTLs für komplexe Eigenschaften wie z. B. die Synthese von Xanthohumol und Desmethyloxanthohumol, wie von einem tschechischen Wissenschaftler vorgestellt. Mit Hilfe der QTL-Analyse hat eine slowenische Arbeitsgruppe auch Abschnitte (Loci) im Hopfengenom identifiziert, die bei der Alphasäurensynthese, Ertragsausbildung und bei der Widerstandsfähigkeit gegenüber *Verticillium* beteiligt sind. Slowenische Wissenschaftler haben sich auch eingehend mit den bei der Resistenz gegenüber *Verticillium* beteiligten Genen beschäftigt. Dabei fanden sie erstaunliche Sequenzhomologien zu zwei bei der Tomate bereits bekannten und charakterisierten Resistenzgenen Ve1 und Ve2. Nach den ersten erfolgreichen Schritten zur Identifizierung und Klonierung von Kandidatengenen geht es nachfolgend darum, Selektionsmarker für diese Gene zu erarbeiten. Andererseits soll die Funktion der isolierten Gene in Modellsystemen überprüft werden.

Detaillierte Kenntnisse über die verschiedenen Regulationselemente eröffnen die Möglichkeit, Schlüsselgene bei der Synthese bioaktiver Flavonoide zu steuern, um künftig „maßgeschneiderte“ Hopfensorten für den pharmazeutisch-medizinischen Bereich bereitstellen zu können. So hat ein Forscherteam von der Universität Stuttgart-Hohenheim bei der Landsorte Tettanger durch den Einbau eines Regulatorgens von *Arabidopsis* erfolgreich die Aktivität einiger Schlüsselgene des Flavonoidbiosyntheseweges gentechnisch verändert. Die rötlich-

pinkfarbenen Dolden des transgenen Tettnangers bildeten daraufhin mehr Anthocyanin, Rutin und Isoquercetin. Mit der gleichen Zielsetzung studierten tschechische Wissenschaftler verschiedene hopfeneigene, in den Lupulindrüsen der Dolden aktive Transkriptionsfaktoren, die die Expression verschiedener Gene der Flavonoidbiosynthese regulieren. Die Funktion dieser Steuerelemente wurde in Arabidopsis, Petunien und Tabak analysiert, da ein Hopfen-Transformationssystem nicht zur Verfügung stand. Dabei wurde auch gefunden, dass verschiedene Steuerelemente (Transkriptionsfaktoren) des Lupulin-Stoffwechselweges durch eine Hop stunt viroid-Infektion deutlich gestört werden. Damit könnten die bei HSVd-Befall auftretenden Alphasäurenverluste in verschiedenen Hopfensorten, wie sie von japanischen und US-amerikanischen Forschern beschrieben wurden, erklärt werden.

Session IV: Chemische Analyse der Hopfeninhaltsstoffe

Mehrere Forscher beschäftigen sich intensiv mit den Polyphenolen, die insbesondere seit den 1990er Jahren aufgrund ihrer neu entdeckten gesundheitsfördernden Eigenschaften großes Interesse entfacht haben. Auch bei der Bierherstellung haben Polyphenole an Bedeutung gewonnen, weil sie durch ihr hohes antioxidatives Potenzial zur Stabilisierung des Bieres beitragen. So werden im Detail die Polyphenol- bzw. Flavonoid-Produktion in unterschiedlichen Systemen untersucht: z. B. in Blättern von im Freiland gewachsenen Hopfen, aber auch *in vitro*- Spross- und Kalluskulturen. Aktuell wird bei 160 Hopfensorten aus der Hüller Welthopfen-Sammlung die Polyphenol-Zusammensetzung mittels der UHPLC-Technik untersucht, die eine schnelle und bessere chemische Auftrennung der Hopfeninhaltsstoffe erlaubt. Dabei soll geklärt werden, ob anhand der Zusammensetzung der Quercitin- und Kämpferolglykoside, eine deutliche Charakterisierung und Unterscheidung der verschiedenen Aroma- und Bittersorten möglich ist.



In einem Poster eines tschechischen Kollegen wurde dargestellt, wie die Isomerisierung der Alphasäure in Hopfenpellets die Zusammensetzung der Hopfenharze und ätherischen Öle verändert.

Session V: Management von Krankheiten und Schädlingen bei Hopfen

Pflanzenschutz bleibt trotz aller Bemühungen der Resistenzzüchtung ein entscheidender Faktor, um trotz Krankheiten und Schädlingen, gravierende Ernteverluste und Qualitätsminderungen bei der Hopfenproduktion zu verhindern. Insbesondere bei ökologisch produziertem Hopfen sind alternative Bekämpfungsstrategien gefragt. So zeigten Untersuchungen einer polnischen Wissenschaftlerin, dass probiotische Mikroorganismen sog. effektive Mikroorganismen (EM) mit fermentierten Pflanzenextrakten im Feldeinsatz zur Kontrolle von Echtem und Falschem Mehltau als auch von Roter Spinne und Blattlaus ähnliche Wirksamkeit aufwiesen wie bereits im Einsatz befindliche Mittel wie Myco-Sin als Pflanzenstärkungsmittel oder Molke bzw. Quassia. Generell spielen kupferbasierte Fungizide bei der Bekämpfung von Pilzkrankheiten, allen voran zur Peronospora-Kontrolle im Ökohopfenanbau, die entscheidende Rolle. Besonders weil Kupfer von europäischen Umweltschutzbehörden als sehr kritisch eingestuft ist, wird versucht, die Kupfermengen deutlich zu reduzieren. Untersuchungen aus Deutschland stellen in Aussicht, dass mit zwei neuen Kupferhydroxidmitteln, die zur Bekämpfung des Falschen Mehltaus notwendige Menge an Kupfer – vor allem in Kombination mit einem Pflanzenstärkungsmittel wie z. B. Frutogard – um fast 50 % reduziert werden kann. Die Wirkung von kupferhaltigen Fungiziden auf physiologische Prozesse wie die Photosynthese und Transpiration wurde in Tschechien untersucht. Beide Vorgänge waren nach

der Applikation erhöht, gingen aber nach 10-14 Tagen wieder auf den Ausgangszustand zurück. Auch die Anreicherung des Schwermetalls in Blättern und Dolden nach mehrmaligen Cu-Fungizidbehandlungen wurde analysiert.

In Feldversuchen in Polen wurde die volle Wirksamkeit von Movento mit dem Wirkstoff Spirotetramat bei der Blattlaus-Bekämpfung bestätigt. Damit stehen aktuell neben Confidor und Teppeki auch Movento zur effektiven Blattlauskontrolle in polnischen Hopfengärten als Teil der Antiresistenzstrategie zur Verfügung. Nachdem in der tschechischen Republik (CZ) Hexythiazox als Akarizid aus der Gruppe der Thiazolidine schon seit 1996 zur Spinnmilbenbekämpfung eingesetzt wird, wurde dessen biologische Wirksamkeit überprüft. Dabei zeigten die in verschiedenen tschechischen Hopfenregionen gesammelten Spinnmilben-Populationen im Labor noch kaum Resistenz gegenüber dieser Wirkstoffgruppe. Neben diesem Produkt trägt in CZ auch die Zulassung eines zu den Bifenazaten gehörendes Mitizid entscheidend zur Umsetzung der integrierten Pflanzenschutzstrategie bei.



Parallel zur Überprüfung der Wirksamkeit verschiedener Pflanzenschutzmittel wird in CZ auch ein weitreichendes Screening auf Pflanzenschutzmittelrückstände in Hopfen und Hopfenprodukten durchgeführt. Dabei lagen die gefundenen chemischen Substanzen stets weit unter den zugelassenen Höchstmengen (MRL), wodurch die hohe Qualität von in Tschechien produzierten Hopfen bestätigt werden konnte.

Begünstigt durch klimatische wie auch agrotechnische Veränderungen wurden bestimmte Schädlinge wie z. B. der Hopfenrüsselkäfer *Neoplinthus* in den letzten Jahren in slowenischen Hopfengärten zu einem Problem. Da keine wirksamen Insektizide zur Bekämpfung zugelassen sind, wurde eine bis zu 70%ige Schädigung der Hopfenpflanzen beobachtet. Aktuell werden verschiedene alternative Bekämpfungsmöglichkeiten getestet, auch die Kontrolle über entomopathogene Nematoden, deren praktischer Einsatz schwierig sein wird. In tschechischen Hopfengärten wurden verschiedene Flohkäfer gefunden, wobei nur der Hopfenerdfloh *Psylliodes attenuatus* wirklich Schäden verursacht. Ein weiterer Schädling in CZ ist der Liebstockelrüssler, der im Frühjahr, wenn die neuen adulten Tiere aus dem sich erwärmenden Boden kriechen, am effektivsten mit Insektiziden bekämpft werden kann.



In Deutschland wurden in den letzten Jahren verstärkt Welkesymptome bei Hopfen festgestellt, dabei zeigten erstmals auch als *Verticillium*-tolerant eingestufte Hopfensorten absterbende Blätter und Reben. Um die Ursache dafür zu klären, wurde aus verschiedenen Regionen der Hallertau der *Verticillium*-Pilz aus Hopfenreben mit Welkeerscheinungen isoliert. Nachfolgend wurden die Pilzisolat genauer untersucht. Zum einen wurden die *Verticillium*-Isolate molekular über eine AFLP-basierte Technik charakterisiert. Des Weiteren wurde die Pathogenität der Isolate in einem künstlichen Infektionstest in einer Pflanzkabine geprüft. Diese Untersuchungen wurden von den slowenischen Forschern durchgeführt. Dabei konnten erstmals neben milden eindeutig auch letale *Verticillium albo-atrum*-Pathotypen in der

Hallertau nachgewiesen werden. Aktuell wird an einem molekularen Schnelltest auf *Verticillium* direkt aus der Rebe gearbeitet. Parallel werden phytosanitäre Maßnahmen durchgeführt, um welkeverseuchte Hopfengärten zu „gesunden“ bzw. um eine weitere Verschleppung der Welke zu verhindern. Außerdem wird nach Bioantagonisten wie speziellen Bakterien- oder Pilzstämmen gesucht, die einen effektiven Schutz gegen den *Verticillium*-Pilz bei Hopfen bieten könnten.

In den USA wird an einer wirksamen Strategie zur Bekämpfung des Echten Mehltaus bei Hopfen gearbeitet. U.a. wurden seit 1997 acht effektive Fungizide mit fünf verschiedenen Wirkungsmodi zugelassen. Der Kontroll-erfolg hängt aber entscheidend vom eingesetzten Wirkstoff, vom Zeitpunkt der Spritzung wie auch vom Entwicklungsstadium der Hopfenblätter und Dolden ab. Umfangreiche Studien 2007 und 2008 zeigten, dass die Mehltauanfälligkeit der Dolden Ende Juli bis Anfang August am größten ist. Gerade in dieser Zeit muss mit sehr wirksamen Fungiziden diese Krankheit bekämpft werden, um die Qualität des Erntegutes bei der Ernte zu sichern. In



Slowenien haben seit 2005 die Schäden bei Hopfen mit den durch *Cercospora* und *Phoma* verursachten Blattflecken dramatisch zugenommen. Bevor ein effektives Krankheitsmanagement durchgeführt werden konnte, wurden in umfangreichen künstlichen Infektionsversuchen und beim Monitoring mit Burkhard-Fallen wichtige Erkenntnisse zur Pathogenität, Epidemiologie und Aggressivität der Pilzerreger gewonnen. Darüber hinaus wurde die Resistenz verschiedener Hopfensorten beurteilt und *in-vitro* Tests gaben schließlich Aufschluss über die Wirksamkeit unterschiedlicher Fungizide. Durch die Analyse der meteorologischen Daten ergab sich der Hinweis, dass starke *Phoma*- und *Cercospora*-Krankheitsausbrüche mit starken und häufigen Regenfällen korreliert sind.

Virusinfektionen können unter entsprechenden Witterungs- und Stressbedingungen und abhängig von der Sortenanfälligkeit und Virusart zu deutlichen Qualitäts- und Ertragseinbußen führen. Am Hopfenforschungsinstitut in Tschechien wurden 2005 und 2006 43 Hopfen aus der Genressourcen-Sammlung mit dem DAS-ELISA (double antibody sandwich enzyme-linked immuno sorbent assay) auf das Hopfenmosaik- (HMV) und das Apfelmosaik-Virus (ApMV) untersucht. Dabei wurde eine sehr hohe Infektionsrate von 65 % der untersuchten Hopfen mit dem ApMV offensichtlich, 39 % waren mit HMV infiziert und bei 28 % wurden beide Viren festgestellt. Dieses Ergebnis zeigt, dass als Teil des Qualitätsmanagements virusfreien Genressourcen und virusfreiem Pflanzmaterial hohe Priorität eingeräumt werden soll.

Session VI: Physiologie des Hopfens

Über drei Jahre hinweg von 2007 – 2009 wurde die Photosyntheseleistung und Transpiration tschechischer Hopfensorten und Zuchtstämme zu verschiedenen Entwicklungsstadien gemessen. Dabei konnte ein deutlicher Einfluss von Jahr und Genotyp beobachtet werden. Während des raschen Längenwachstums (Entwicklungsstadium BBCH 32) und beim Übergang von der vegetativen zur generativen Phase (BBCH 65) wurden die höchsten Photosynthese- und Transpirationsraten gemessen. Beide Raten nehmen bis zum Erreichen der technischen Reife der Dolden wieder ab.

Session VII: Verbesserungen bei der Hopfenproduktion

Die Produktion von Hopfen auf Niedrigerüstanlagen bietet im Vergleich zum Hochgerüstanbau deutliche ökonomische und ökologische Vorteile. Diese neue Produktionsform erfordert allerdings Spezial-Maschinen und -geräte, die auf 3-Meteranlagen adaptiert sind. Im Rahmen eines Projektes entwickelten tschechische Experten für diesen Zweck z. B. spezielle Schneidegeräte, Spritzen und Bodenbearbeitungsgeräte. In Deutschland wurde ein mechatronisches Geräte zur vollautomatischen Drahtaufhängung konstruiert und in der Praxis erprobt. Eine weitere Arbeiterleichterung und vor allem einen deutlich verbesserten Anwenderschutz beim Gießverfahren brachte die Entwicklung der sensorgesteuerten Einzelpflanzenbehandlung. Durch die Nutzung von optischen Sensoren in Kombination mit speziellen Spritzdüsen kann auch die Spritzmittelmenge durch die gezielte Applikation auf die Rebe deutlich verringert werden, weil die Düsen sich nur öffnen, wenn Draht oder Rebe erkannt werden.



Exkursion und Informationen rund um den Hopfenanbau in Polen

Am vorletzten Tag besuchten die Tagungsteilnehmer fünf Hopfengärten in der Umgebung von Lublin. In dieser Region werden rund 80 % des polnischen Hopfens (ca. 1.700 ha Gesamtanbaufläche) produziert. Die polnische Sorte Marynka ist flächenmäßig am bedeutendsten. Mit einem Gehalt von 8-9 % Alphasäure und angenehmem Aroma wird sie zu den „Dualpurpose“- Hopfen gezählt. Auf einem Feld konnte auch der Anbau von Hallertauer Tradition und Magnum begutachtet werden. Die Bestände lassen gute Ernten erwarten, aber die aktuelle Situation der polnischen Hopfenpflanzler wird durch die sehr schlechte Vertragslage bestimmt.

Neben diesen konventionell bewirtschafteten Gärten wurde auch ein Ökohopfungarten besichtigt. Der Pflanzler berichtete über seinen erfolgreichen Einsatz von effektiven Mikroorganismen (EM) im Kampf gegen Krankheiten und Schädlinge, die er in Kombination mit Brennnessel-, Löwenzahn- oder Rainfarn- (*Tanacetum vulgare*) Extrakten ausbringt.

Als letzte Station auf der Exkursion hatten die Tagungsteilnehmer die Möglichkeit, auf dem Hof dieses Hopfenpflanzers, detaillierte Informationen zu den verschiedenen Einsatzgebieten von EMs zu sammeln.

Ich hoffe, die Vortragstagung wie auch die Exkursion gaben jedem Tagungsteilnehmer die Möglichkeit, Neues zu erfahren und kennen zu lernen. So dass sie eine Fülle an Informationen und neuer Ideen mit nach Hause nehmen konnten. Vielleicht hat der ein oder andere auch schon ein Konzept für ein gemeinsames Projekt mit neuen Partner aus der Hopfen- und Brauwirtschaft.

Die Wissenschaftliche Kommission wünscht viel Erfolg bei allen Forschungen rund um den Hopfen.

Dr. Elisabeth Seigner
Wissenschaftliche Kommission, IHB

Juli 2011

Vorträge und Poster

I. Session: Hop Breeding

New hop (*Humulus lupulus* L.) aroma varieties from Australia

Whittock, S., Koutoulis, A.

Trends in hop breeding – new aroma and bitter qualities at the Hop Research Center Huell

Lutz, A., Kneidl, J., Seefelder, S., Kammhuber, K., and Seigner, E.

New knowledge in Czech hop breeding

Nesvadba, V., Krofta, K., Poloncikova, Z.

Vital – new Czech hop variety

Krofta, K., Nesvadba, V., Patzak, J.

Variability of wild hops (*Humulus lupulus* L.)

Nesvadba, V., Krofta, K., Marzoev, A., Pšenáková, I., Faragó, J., Mursaliev, M., Kyrdaliev, K., Polončíková, Z., Henychová, A.

Resistance mechanisms of different hop genotypes to hop powdery mildew

Oberhollenzer, K., Seigner, E., Lutz, A., Eichmann, R., Hückelhoven, R.

Breeding for resistance to hop powdery mildew in Poland

Skomra, U.

II. Session: Biotechnology

New biotechnological approaches of growing hop in the Ukraine

Melnychuk, M., Boiko, A., Kukovenko, V., Kliuvadenko, A., Likhanov, A., Dubrovin, V., Overchenko, V., Drozd, P., Shulga, V.

Use of tissue culture techniques to hop improvement

Faragó, J., Pšenáková, I., Faragová, N.

Development of triploid plants of hop (*Humulus lupulus* L.)

Trojak-Goluch, A., Skomra, U., Agacka, M.

Ploidy and sex expression in hop plants

Škof S., Čerenak A., Jakše J., Bohanec B., Javornik B.

III. Session: Molecular Investigations on Hops

A diversity arrays technology (DArT) platform for high-throughput genotyping of hop (*Humulus lupulus* L.)

Howard, E., Whittock, S., Jakše, J., Carling, J., Matthews, P. D., Probasco, G., Henning, J. A., Darby, P., Cerenak, A., Javornik, B., Kilian, A., Koutoulis, A.

Molecular mapping of QTLs for xanthohumol and DMX contents in hop

Patzak, J.

QTL mapping of *Verticillium* resistance and yield traits in hop

Jakše, J., Cerenak, A., Radisek, S., Satovic, Z., Luthar, Z. and Javornik, B.

Isolation and characterization of *Verticillium* resistance gene homologs in hop

Majer, A., Javornik, B., Jakše, J.

Transcription factor pap1/AtMYB75 regulates flavonoid production in transgenic hop (*Humulus lupulus* L.)

Gatica, A., Farag, M., Stanke, M., Born, U., Alheit, K., Matoušek, J., Wessjohann, L., Weber, G.

Functional analyses of lupulin gland-specific regulatory factors from WD40, bHLH and Myb families of hop (*Humulus lupulus* L.) show formation of crucial complexes activating chs_H1 genes.

Matoušek, J., Patzak, J., Kocábek, T., Fussy, Z., Stehlík, J., Orctová, L. and Durajsamy, G.

Complementation analysis of hop transcription factors using *Arabidopsis thaliana* genes in transient system and in transgenotes

Kocábek, T., Matoušek, J.

Hop stunt viroid (HSVd) disease causes alteration of expression of hop transcription factors from MYB, bHLH and WRKY families

Füssy, Z., Stehlík, J., Patzak, J., Matoušek, J.

IV. Session: Chemical Analysis of Hop Compounds

Differentiation of the World Hop Collection by means of the low molecular polyphenols

Kammhuber, K.

Study of the production of secondary metabolites in shoot and callus cultures and field grown plants of hop

Ůrgeová, E., Polívka, L., Faragó, J., Vaverková, S.

Effect of genotype and growing period on antioxidant activities of hop leaf extracts

Faragó, J., Pšenáková, I., Kraic, J.

Bioactive Compounds in Hop Cultivars Growing in Poland

Sosnowska, B., Solarska E.

Anticholinesterase activity of hops

Szwajgier, D., Borowiec, K., Solarska, E.

Influence of isomerisation on the composition of hop resins and essential oils.

Stasiak, M.

V. Session: Management of Hop Diseases and Pests

Probiotic microorganisms with fermented plant extracts in protection of organic hops

Solarska, E.

Downy mildew control in organic hops: How much copper is actually needed?

Weihrauch, F., Schwarz, J., Sterler, A.

The effect of application of copper fungicides on photosynthesis parameters and level of elementary copper in hops

Krofta, K., Ježek, J., Pokorný, J., Pulkrábek, J.

Movento - new insecticide for aphids control on hops

Korzeniowski, M., Solarska, E.

Hexythiazox, the miticide for spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) control in Czech hops

Vostřel, J.

Pesticide screening programme of hops by V.F. HUMULUS

Vojtěchová, D., Kroupa, F.

Hop snout weevil (*Neoplinthus tigratus porcatus* Panzer) is the important insect pest of hop (*Humulus lupulus* L.) in Slovenia

Rak Cizej, M., Radišek, S.

Hop protection against alfalfa snout beetle (*Otiorhynchus ligustici* L.) with the help of meteorological data in Bohemian and Moravian hop gardens

Vostřel, J., Klapal, I., Kudrna, T.

Species of hop flea beetles (*Chrysomelidae*, *Alticinae*) attacking hop plants in Czech hop gardens

Vostrel, J., Klapal, I.

Studies of *Verticillium* wilt in hops

Seefelder, S., Drofenigg, K., Seigner, E., Niedermeier, E., Berg, G., Javornik, B., Radišek, S.

Development of a rapid molecular in-plant test for the detection of *Verticillium* pathotypes in hops and strategies for prevention of wilt

Drofenigg, K., Zachow, C., Berg, G., Radišek, S., Seigner, E., Seefelder, S.

Strategies for management of powdery mildew on hop cones

Nelson, M.E., Gent, D.H., Grove, G.G.

Management of *Cercospora* and *Phoma* leaf spot on hops in Slovenia

Radišek, S., Leskovšek, L., Javornik, B.

Evaluation of health status in hop varieties

Svoboda, P., Nesvadba, V.

VI. Session: Physiology of Hop

The physiological parameters of hop plant (*Humulus lupulus* L.)

Pokorný, J., Pulkrábek, J., Nesvadba, V.

VII. Session: Hop Production

Development of low trellis in Czech Republic

Ježek, J., Křivánek, J., Ciniburk, V., Kořen, J.

Development of a mechatronic device for fully automatic wire stringing in hops

Portner, J., Gobor, Z., Fröhlich, G., Kammerloher, T.

Sensor controlled single plant treatment in the pesticide application

Portner, J., Fuß, S.

Pesticide reduction through sensor implementation

Portner, J., Fuß, S.