Ciências ULisboa

Metabolismo Secundário em Plantas

Código: 461123
Ano Letivo: 2015/16
Departamento: Biologia Vegetal
ECTS:
Carga horária:
Área Científica: Biologia;

Objetivos da Unidade Curricular

As aulas teóricas de Metabolismo Secundário em Plantas pretendem fornecer:
- Uma resposta para a questão – Porque é que as plantas produzem uma tão grande diversidade de metabolitos secundários, às vezes em concentrações tão elevadas?
- Uma perspectiva global dos diferentes tipos de metabolitos secundários, a sua função nas plantas (mecanismos de atracção e defesa) e a sua importância económica, social e histórica para o Homem,
- Conhecimento sobre as explicações dadas pela comunidade científica sobre a diversidade química dos metabolitos secundários,
- Familiarização com a diversidade de estruturas secretoras que produzem e acumulam metabolitos secundários, bem como com as suas vias biossintéticas com exemplos a nível da compartimentação celular,
- Uma visão sobre assuntos relacionados com os factores que afectam a produção de metabolitos secundários, evolução química, quimiotaxonomia, biorremediação, bioprospecção e cultura in vitro,

A componente prática pretende integrar os conhecimentos teóricos familiarizando o aluno, do ponto de vista laboratorial, com a diversidade de estruturas secretoras e com metodologias de isolamento, quantificação e análise de metabolitos secundários e bem assim com a determinação da sua actividade biológica.

Pré-requisitos

Sem pré-requisitos

Conteúdos

A designação de metabolitos secundários e/ou produtos naturais

Breve história da importância das plantas medicinais e dos produtos naturais

Definição de metabolitos secundários (produtos naturais)

Evolução do significado adaptativo/funcional dos metabolitos secundários

Principais classes de metabolitos secundários: Terpenos, fenóis e alcalóides. Policétidos e aminoácidos, péptidos e hidratos de carbonos particulares

Biossíntese de metabolitos secundários

Estruturas secretoras de metabolitos secundários

Compartimentação celular das príncipais vias de biossíntese de metabolitos secundários

Metabolitos secundários e evolução

Metabolitos secundários e quimiotaxonomia

Importância biológica dos metabolitos secundários

Importância comercial dos metabolitos secundários

Factores que afectam a produção de metabolitos secundários

Produção in vitro de metabolitos secundários

Mais detalhes emhttp://dbv.fc.ul.pt/programas.htm

Descrição detalhada dos conteúdos programáticos

Componente Teórica

- A designação de metabolitos secundários e/ou produtos naturais.

- Breve história da importância das plantas medicinais e dos produtos naturais.

- Definição de metabolitos secundários.

- Evolução do significado adaptativo/funcional dos metabolitos secundários.

- As principais classes de produtos naturais: terpenos, fenóis e alcalóides. Policétidos, aminoácidos, péptidos e hidratos de carbonos particulares.

A importância do AcetilCoA nas vias biossintéticas. Oxidases, cliclases e metiltransferases.

- Terpenos:

Isopentano, isopreno, isoprenóides. Classificação dos terpenos. Arranjo cabeça-cauda. Meroterpenóides. Biossíntese de terpenos: via do ácido mevalónico (MVA) e via do metileritritol fosfato (MEP) [deoxixilulose fosfato (DXP) ou mevalonato-independente]. Síntese, e exemplos, de diferentes tipos de terpenos, sua importância comercial, actividade biológica e modo de acção: hemiterpenos , monoterpenos, monoterpenos irregulares, iridóide s, sesquiterpenos, diterpenos, sesterterpenos, triterpenos, triterpenos modificados e esteróides.

- Compostos fenólicos:

Biossíntese de fenóis: via do ácido malónico e via do ácido xiquímico. Síntese e exemplos de diferentes tipos de fenóis, sua importância comercial, actividade biológica e modo de acção: Aminoácidos aromáticos, ácidos benzóicos (taninos hidrolisáveis), ácidos cinâmicos, lenhina, lenhanos, fenilpropanóides, ácidos benzóicos derivados de compostos C6C3, cumarinas, estirilpironas, flavonóides, estilbenos, chalconas (flavonas, flavonóis, antocianinas, catequinas e taninos condensados), isoflavonóides, flavonolenhanos e quinonas terpenóides.

- Alcalóides:

Biossíntese de alcalóides. Exemplos de diferentes tipos de alcalóides, sua importância comercial, actividade biológica e modo de acção. Alcalóides derivados da Ornitina (tropânicos, pirrolidínicos e pirrolizidínicos). Alcalóides derivados da Lisina (piperidínicos, quinolizidínicos e indolizidínicos). Alcalóides derivados do Ácido Nicotínico. Alcalóides derivados da Tirosina (feniletilaminas, tetrahidroisoquinolínicos, tetrahidroisoquinolínicos modificados, fenetilisoquinolínicos, tetrahidroisoquinolínico-terpénicos, alcalóides das Amaryllidaceae). Alcalóides derivados do Triptofano (indólicos, β-carbolino, indol-terpenóides, quinolínicos, pirrolindólicos, cravagem do centeio). Alcalóides derivados do Ácido Antranilico (quinazolínicos, quinolínicos e acridínicos). Alcalóides derivados da Histidina (imidazólicos). Alcalóides derivados de reacções de aminação (derivados do acetato, derivados da fenilalanina, terpénicos). Alcalóides Purínicos.

- Policétidos:

Biossíntese de policétidos. Exemplos de diferentes tipos de policétidos, sua importância comercial, actividade biológica e modo de acção: poliacetilenos, antraquinonas, canabinóides.

- Péptidos, proteínas e derivados de aminoácidos.

Exemplos de diferentes tipos de péptidos, proteínas e derivados de aminoácidos, sua importância comercial, actividade biológica e modo de acção: enzimas, ricina, glicósidos cianogénicos e glucosinolatos e sulfóxidos de cisteína.

- Hidratos de carbono:

Exemplos de diferentes tipos de hidratos de carbono, sua importância comercial, actividade biológica e modo de acção: mono-, di-, tri- e tetrassacáridos. Polissacáridos: homopolissacáridos e heteropolissacáridos. Polissacáridos: glucuranos (glicuranos), mucopolissacáridos (gomas e mucilagens).

- Ácidos carboxílicos: Exemplo do ácido oxálico.

- Metabolitos secundários e evolução.

Razões para o aparecimento de novas enzimas e de novas capacidades de produção: a) duplicação de genes, seguida de divergência, b) evolução de um gene existente (não duplicado), c) perda de actividade enzimática, d) alteração no mecanismo de regulação da expressão de uma proteína. Evolução da produção de metabolitos secundários versus evolução das respostas de fitófagos e agentes patogénicos.

- Modelos evolutivos

Teoria clássica da defesa das plantas. Padrão da defesa das plantas. Modelo da visibilidade vegetal. Modelo da defesa óptima. Modelo do balanço carbono-nutrientes e Modelo de separação / avaliação.

- Conceito de produção constitutiva versus induzida (produção de novo).

Mensageiros químicos que medeiam a resposta defensiva a herbívoros e a patógenos (continuação): extensinas (HRGP), síntese de polissacáridos (calose), suberina e lenhina fitoalexinas, proteínas PR (pathogenesis-related proteins), hormona proteica (sistemina) e proteínas anti-digestivas, derivados do ácido salicílico, derivados do ácido jasmónico, eliciadores. Resposta Hipersensitiva (HR), Resistência Sistémica Adquirida (SAR) e a resistência gene-para-gene. Formas de defesa contra a auto-toxicidade dos metabolitos secundários.

- Importância biológica dos metabolitos secundários. Exemplos da relação com o meio ambiente. Exemplos da interferência no desenvolvimento da comunidade (alelopatia e substâncias de reconhecimento) e de mecanismos de defesa (interacção com microrganismos e defesa directa e indirecta contra herbivoria). Exemplos da atracção de polinizadores e dispersão de frutos por animais.

- Importância dos metabolitos secundários em quimiotaxonomia. Exemplos do valor taxonómico dos metabolitos secundários em várias famílias e espécies. Polimorfismo químico.

- Importância comercial dos metabolitos secundários e factores que afectam a sua produção. Exemplos das condições ambientais (clima, pestes, variações fisiológicas, geográficas e sazonais), fisiológicas, politico?sociais e da quantidade de material/necessidade de espaço e mão-de-obra, que impedem, na

natureza, uma produção estável e continuada de metabolitos secundários.

- Estruturas secretoras internas e externas. Secreções exógenas, endógenas e endo-exógenas. Definição de secreção écrina, granulócrina, merócrina e holócrina. Reavaliação dos conceitos de esquizogenia e de lisigenia. Definição de látex e tipos de látex. Diferenciação e crescimento de células laticíferas – laticíferos não articulados e articulados. Laticíferos anastomosados e não anastomosados. Exemplos de sequências ontogénicas de diversas estruturas secretoras. O isolamento de tricomas glandulares - objectivos e problemas. Organização subcelular do metabolismo terpénico.

- Ultrastrutura das células secretoras. Monoterpenos - importância do sistema membranar integrado, leucoplastos/RE. Síntese in vitro de monoterpenos e imunolocalização de algumas ciclases (limoneno sintase e linalol sintase). Aspectos ultrastruturais das células envolvidas na produção de sesquiterpenos - o papel do retículo endoplasmático liso. A biossíntese de esteróides. Compartimentação celular das principais enzimas. O ergosterol, o lanosterol e o cicloartenol como percursores dos esteróides fúngicos, animais e vegetais. Aspectos ultrastruturais das células envolvidas na produção de esteróides. Testes histoquímicos para esteróides. A biossíntese de diterpenos e de carotenóides (tetraterpenos). Compartimentação celular das principais enzimas. Imunolocalização da GGPP sintase. Estruturas secretoras de óleos essenciais e resinas e testes histoquímicos para distinção destes dois tipos de secreção. Taxa envolvidos na produção de óleos essenciais e resinas. A biossíntese de politerpenos – a borracha e a guta-percha. Taxa produtores de politerpenóides. Compartimentação celular do metabolismo fenilpropanóico - a importância da PAL e da calcona sintase. Taninos condensados e hidrosolúveis. Testes histoquímicos para detecção de compostos fenólicos em luz visível e em UV. Estruturas secretoras e taxa envolvidos na produção de alcalóides. Tipos de alcalóidesA biossíntese dos alcalóides isoquinolínicos, como um exemplo das vias metabólicas de síntese de alcalóides. Compartimentação celular dos alcalóides – o vacúolo como um compartimento lítico e de armazenagem de metabolitos primários e secundários. Estruturas secretoras e taxa envolvidos na produção das mucilagens. Biossíntese de polissacáridos não celulósicos (xiloglucanos, ramnogalacturanos e glucano-arabino-xilanos). Ultrastrutura das células glandulares e processo secretor. O complexo de Golgi e a compartimentação das glicosiltransferases e das glucano sintases nas células vegetais. Histoquímica e citoquímica de polissacáridos.

- Vantagens e desvantagens da produção in vitro de metabolitos secundários. Exemplos da produção in vitro de voláteis versus produção na planta. Composição, rendimento, biotransformação, eliciação, raízes transgénicas (hairy roots). Raízes transgénicas na produção de metabolitos secundários. Estabilidade, composição in vivo e in vitro, rendimento, regeneração, eliciação e produção em biorreactor.

Componente Teórica-Prática

Não aplicável

Componente Prática

Observação de estruturas secretoras internas e externas - caracterização morfológica e anatómica

Identificação histoquímica das principais classes de metabolitos presentes nas secreções vegetais

Métodos de isolamento de metabolitos secundários

Identificação e quantificação de metabolitos secundários e importância da composição enantiomérica

Actividade biológica dos metabolitos secundários

Produção in vitro de metabolitos secundários

A recolha e análise dos dados obtidos são organizados sob a forma de um Mini-projecto, em trabalho de grupo, com apresentação oral e escrita, sob a forma de artigo.

Bibliografia

Recomendada

Bibliografia Recomendada

Aulas Teóricas

Colectânea de artigos – Dossier da disciplina

Bhat SV, BA Nagasampagi, M Sivakumar (2005) Chemistry of natural products. Springer-Verlag, Berlin – Narosa, New Delhi.

Cseke LJ, A Kirakosyan, PB Kaufman, SL Warber, JA Duke, HL Brielmann (2006) Natural products from plants, 2nd Edition. CRC, Taylor & Francis , USA.

Daniel M (2006) Medicinal plants: chemistry and properties. Science Publishers, USA.

Dewick PM (2001) Medicinal natural products. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Ltd, UK.

Evans WC (1996) Trease and Evans' Pharmacognosy. WB Saunders Company Ltd, UK.

Figueiredo AC, JG Barroso, LG Pedro (Eds) (2007) Potencialidades e aplicações das plantas aromáticas e medicinais. Curso Teórico-Prático, 3ª Edição da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa - Centro de Biotecnologia Vegetal (FCUL – CBV), Lisboa, Portugal.

Hanson JR (2003) Natural products: the secondary metabolites. Tutorial Chemistry Texts, Vol. 17. Royal Society of Chemistry (RSC), UK.

Larcher W (2003) Physiological plant ecology. 4th Edition. Springer-Verlag, Alemanha.

Lea P, R. C. Leegood (1998) Plant Biochemistry and Molecular Biology, 2nd Edition. John Wiley & Sons, Ltd, UK.

Lewis WH, MPF Elvin-Lewis (2003) Medical Botany. Plants affecting human health. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Ltd. UK.

Lobo AM, AM Lourenco (Eds) (2007) Biossíntese de produtos naturais. IST Press, Lisboa, Portugal.

Raven PH, RF Evert, SE Eichhorn (2005) Biology of plants. Freeman and Company Publishers, USA.

Seigler DS (1998) Plant secondary metabolism. Kluwer. Academic Publishers, USA.

Taiz L, E Zeiger (2006) Secondary metabolites and plant defense. In: Plant physiology. 4th Edition. Sinauer Associates, Inc., USA.

Aulas Práticas

Colectânea de artigos – Dossier da disciplina

Figueiredo AC, JG Barroso, LG Pedro, L Ascensão (2007) Histoquímica e Citoquímica em Plantas: Princípios e Protocolos, 1ª Ed., Edição da FCUL - CBV, Lisboa, Portugal.

Outros elementos de estudo

Bibliografia de Apoio

Aldrige S (1998) Moléculas mágicas. Editora Replicação, Portugal.

Antunes T, I Sevinate-Pinto (2006) Botânica. A passagem à vida terrestre. Lidel, Portugal.

Balick MJ, PA Cox (1996) Plants, people and culture. Scientific American Library, USA.

Font Quer P (1981) Plantas Medicinales, El Dioscórides Renovado. Barcelona, Editorial Labor S.A., Espanha.

Forrest M (2006) Landscape Trees and Shrubs: Selection, Use and Management, CABI, UK

Frazão-Moreira A, MM Fernandes (Eds) (2006) Plantas e saberes. No limiar da etnobotânica em Portugal. Edições Colibri/Instituto de Estudos de Literatura Tradicional, Lisboa, Portugal.

Proença da Cunha A (2005) Farmacognosia e fitoquímica. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal.

Proença da Cunha A, AP da Silva, OR Roque (2003) Plantas e produtos vegetais em fitoterapia. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal.

Proença da Cunha A, AP da Silva, OR Roque, E. Cunha (2004) Plantas e produtos vegetais em cosmética e dermatologia. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, Portugal.

Rosa P (2004) Chá - uma bebida da China. Património natural Açoriano, João Azevedo Editor, Mirandela, Portugal.

Rosa P, F Correia, N Farinha (2003) Tabaco - Uma planta de outro mundo. Património Natural Açoriano, João Azevedo Editor, Mirandela, Portugal.

Salgueiro J (2004) Ervas, usos e saberes. Plantas medicinais do Alentejo e outros produtos naturais. Edições Colibri/Marca-ADL, Lisboa, Portugal.

Componente Teórica

Fornecimento de um Dossier da disciplina com uma colectânea de artigos sobre a matéria das aulas teóricas e práticas

Disponibilização dos pdf das aulas teóricas em: http://dbv.fc.ul.pt

Availability of a Dossier with a collection of some relevant papers on the theoretical and practical lessons

Availability of the pdf of the theoretical lessons in: http://dbv.fc.ul.pt

Métodos de Avaliação

A avaliação da unidade curricular tem duas componentes: a) realização de um exame individual final teórico-prático (70% da classificação final) e b) trabalho de grupo, sob a forma de artigo que compila os dados obtidos na compnente prática (30% da classificação final).

Os alunos com classificação igual ou superior a oito valores e inferior a dez valores ficam sujeitos, se assim o entenderem, a uma prova oral. À excepção dos casos previstos na lei, a admissão ao exame final está condicionada à frequência de, pelo menos, 2/3 das aulas práticas efectivamente leccionadas.

Para mais detalhes consultar: http://dbv.fc.ul.pt

Língua de ensino

Português