



UNIVERSITATEA DIN ORADEA
FACULTATEA DE PROTECTIA MEDIULUI

- **CURS: BIOCHIMIE**
- **CURS 10: FITOHORMONI**

Autor:

Conf . dr. Simona Ioana Vicas

CONTINUTUL CURSULUI

Introducere în biochimie
Glucide. Monoglucide
Oligoglucide. Poliglucide
Lipide. Acizii grași din constituția lipidelor
Alcooli din constituția lipidelor. Lipide simple Lipide complexe
Protide. Aminoacizi
Peptide. Proteine
Enzime. Clasificarea și nomenclatura enzimelor. Structura și conformația enzimelor. Specificitatea enzimelor. Cinetica reacțiilor enzimatice.
Acizi nucleici (componentele unei mononucleotide)
Fitohormoni (auxine, gibereline, citochinine, acidul abscisic, etilena) și pigmenți vegetali (carotenoidici, clorofila a și b, flavonoidici, antociani)
Vitamine și minerale. Clasificare și rol biochimic
Metabolismul glucidelor. Anabolismul glucidelor (Fotosinteza).
Catabolismul glucidelor (glicoliza, ciclul Krebs, degradări fermentative)
Metabolismul lipidelor. Biosinteza gliceridelor. Catabolismul gliceridelor.
Metabolismul protidelor și a amoniacului

FITOHORMONI

Definitie

Hormonii vegetali sau fitohormonii sunt substante bioactive cu rol specific în procesele de creștere și maturare.

Clasificare

- 1. substanțe stimulative*** (auxine, gibereline, citochinine)
- 2. Substanțe inhibitoare*** (acidul abscisic)
- 3. Substanță de maturare a plantelor***, etilena

Concentrațiile la care acești hormoni sunt eficace sunt mici, cuprinse între 10^{-6} și 10^{-8} M.

FITOHORMONI

Auxine

Din punct de vedere chimic auxinele fac parte din grupa compusilor indolici, dintre acestia, cel mai răspândit este *acidul 3-indolil-acetic*

Principalele funcții ale auxinelor sunt:

- Stimularea procesului de creștere în concentrații mici și inhibarea acestui proces în cazul concentrațiilor mari.
- Determină procesul de dominanță apicală.
- Stimulează formarea fructelor partenocarpice la unele specii de plante.
- Determină polaritatea la plante.
- Stimulează procesul de ieșire din dormanță.
- Induc fototropismul și geotropismul la plante

FITOHORMONI

Gibereline

În această grupă de substanțe intra diterpenoidele ciclice care au un sistem tetraciclic denumit *giban* și au caracter acid, fiind notate cu inițialele GA 1.....GA 125.

Până în prezent au fost identificate peste 100 de gibereline dintre care cea mai cunoscută este *acidul giberelic*.

Principalele funcții ale giberelinelor sunt:

- Stimulează creșterea tulpinii, germinarea semințelor, expresia sexelor,
- Induc sinteza de novo a amilazelor și stimulează procesul de germinare a semințelor.
- Au efect antagonist cu auxinele în procesul de dominanță apicală.
- Stimulează ieșirea din procesul de dormanță.
- Induc înflorirea la unele plante de zi lungă sau care necesită vernalizare.
- Întârzie senescența frunzelor și fructelor.
- Determină formarea de fructe partenocarpice la unele specii de plante

FITOHORMONI

Citochine

Sunt compuși substituiți ai adeninei, care stimulează procesul de diviziune celulară

Exemple de citochinine:

- *zeatina*,
- *kinetina*,
- *difenilureea* ,
- *zeatinribozidul*

Principalele funcții ale citochininelor sunt:

- Stimulează procesul de diviziune celulară, creșterea rădăcinilor și a frunzelor tinere.
- Valoarea mare a raportului citochinine/ auxine inițiază creșterea rădăcinilor.
- Inhibă senescența frunzelor.
- Stimulează germinarea semințelor
- Au acțiune antagonistă cu auxina în procesul de dominanță apicală.
- Stimulează sinteza antocianilor.
- Induc deschiderea stomatelor.

FITOHORMONI

Acid abscisic

Este principalul hormon vegetal ce inhibă procesul de creștere a plantelor, aparținând clasei sesquiterpenoidelor.

Principalele funcții ale acidului abscisic sunt:

- Induce procesul de endodormanță.
- Inhibă intrarea în vegetație a semințelor și mugurilor.
- Inhibă procesul de creștere în condiții de stres hidric, asociat cu concentrații mari de acid abscisic.
- Reglează procesul de sinteză și acumularea a proteinelor și a lipidelor de rezervă.
- Induce toleranța semințelor la deshidratare.
- Determină închiderea stomatelor hidroactiv în caz de secetă.
- Inițiază procesele de abscizie a frunzelor, florilor, fructelor.

FITOHORMONI

Etilena

Este hormonul care stimulează procesul de maturare și de senescentă, fiind biosintetizat în toate tesuturile plantelor

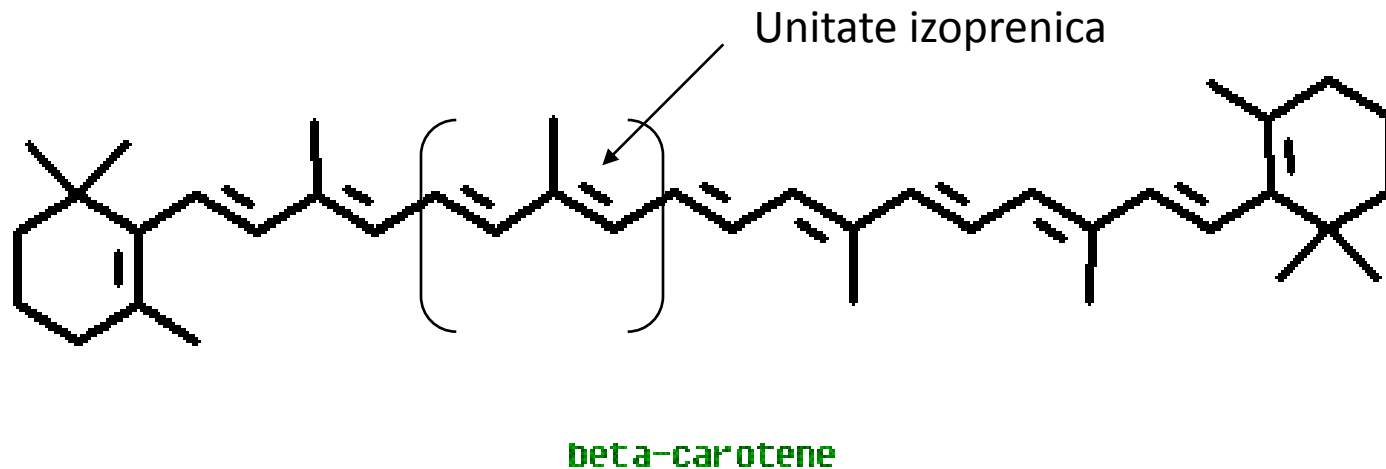
Principalele funcții ale etilenei sunt:

- Inhibă procesul de creștere.
- Stimulează procesul de abscisie.
- Determină modificarea intensității respirației fructelor,
- Stimulează răspunsul plantelor la acțiunea unui factor de stres.

PIGMENTŢI VEGETALI

Pigmenţii vegetali sunt substanţe bioactive ce conferă ţesuturilor vegetale culoarea caracteristică, aceasta fiind diferită în funcţie de specie si soi

Pigmentii carotenoidici



Carotenele sunt hidrocarburi polinesaturate, formate prin polimerizarea unitatii izoprenice (rezulta o catena liniara cu 18 atomi de carbon, 9 duble legaturi si 4 grupari metil). Catena laterala se leaga de cicluri β , α , si γ – iononice.

Pigmentii sunt galbeni, portocaliu, sau rosii, in functie de structura lor chimica.

Carotenoidale sunt liposolubile

Pigmentii carotenoidici

Carotenoidele se împart în:

- **hidrocarburi carotenoidice** (sunt carotenoide cu 40 atomi de carbon, cu formula brută $C_{40}H_{56}$. Dintre acestea cele mai importante sunt : **licopina, α -carotenul, β -carotenul, γ -carotenul**).
- **derivați oxigenați ai hidrocarburilor carotenoidice** (alcooli, cetone, acizi etc., proveniți din hidrocarburile carotenoidice. Se cunosc foarte mulți reprezentanți ai acestor derivați dintre care amintim : **xantofilele, cetonele carotenoidice, acizii carotenoidici etc**).

HIDROCARBURI CAROTENOIDICE

Licopina este o substanță cristalină, de culoare roșu-violet, insolubilă în apă, solubilă în solvenți organici. Este colorantul fructelor și tomatelor.

α -Carotenul este o substanță cristalină de culoarea cuprului, solubilă în solvenți organici. Prin încălzire, α -carotenul este posibil să se transforme în β -caroten. În plante se află în cantități mai mici decât β -carotenul.

β -Carotenul se prezintă sub formă de cristale violete, solubile în solvenți organici. Este foarte răspândită în tot regnul vegetal însoțind permanent clorofila. Prin hidroliză enzimatică oxidativă, β -carotenul se transformă în două molecule de vitamină A1. β -Carotenul este principala provitamină A.

γ -Carotenul se prezintă sub formă de cristale roșii cu reflexe albastre, solubile în solvenți organici. γ -Carotenul este puțin răspândit în regnul vegetal. Cel mai mult se găsește în morcov.

DERIVAȚI OXIGENAȚI AI HIDROCARBURILOR CAROTENOIDICE

Xantofilele. Sunt derivați hidroxilici ai hidrocarburilor carotenoidice. Se cunosc mai multe xantofile, dintre care cele mai importante sunt **luteina și zeaxantina**.

Luteina este o substanță cristalizată de culoare galbenă cu luciu violet. Însotăște β -carotenul și clorofila în toate plantele verzi. Este colorantul galben al florilor. Se găsește de asemenea în gălbenușul de ou, și în țesuturile animale.

Zeaxantina se prezintă sub formă de cristale portocalii. Structural se deosebește de luteină prin poziția unei duble legături (2 cicluri β -ionice).

Cetone Carotenoidice. Dintre cetonele carotenoidice menționăm **rodoxantina și astacina**.

Rodoxantina este o substanță de culoare roșie-albăstruie, răspândită în plantele acvatice și în conifere. Este o dicetonă carotenoidică. *Astacina* este o substanță de culoare violetă. Din punct de vedere chimic este o tetracetonă carotenoidică.

Acizi Carotenoidici. Dintre acizii carotenoidici, cu mai puțin de 40 atomi de carbon, cei mai importanți sunt bixina și crocetina, pigmenți galbeni.

Pigmentii carotenoidici

PRODUSUL	Carotenoide mg/100 g produs	PRODUSUL	Carotenoide mg/100 g produs
Morcovi	6,0 – 24,0	Caise	2,0 – 2,2
Spanac	5,0 – 6,5	Piersici	0,76
Fasole verde	0,17 – 0,22	Mere	0,3 – 0,8
Mazăre boabe verde	0,4 – 1,6	Vișine, Zmeură	0,3
Salată verde	0,2 – 0,25	Mure	0,3 – 0,8
Tomate	1,5 – 2,0	Fragi	0,3 – 0,5
Ardei verde	până la 2,5	Lămâi	0,4
Ardei roșu	10,0	Prune uscate	0,1

Pigmentii carotenoidici

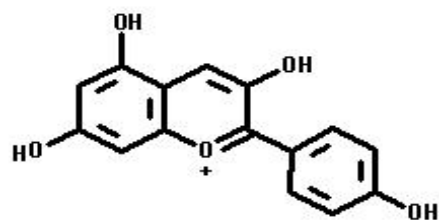
Rol

1. Intervin in procesul de fotosinteza, atat prin absorbtia energiei luminoase, cat si prin apararea clorofilei si a altor substante biologice active de autodistrugere.
2. Au rol in
 - procesele de oxido-reducere,
 - in fototropism
3. Pot forma metaboliti care sa stimuleze sau sa inhibe dezvoltarea plantelor (acidul abscisic, xanthoxin)
4. Sunt substante antioxidante sau coloranti naturali utilizati in industria alimentara.

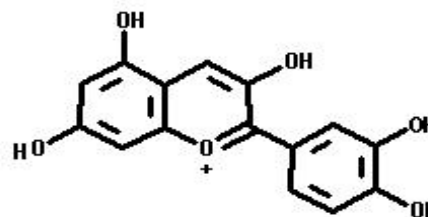
ANTOCIANIDINE ȘI ANTOCIANI

Antocianidinele sunt principalii pigmenți care dau culoarea roșie și albastră florilor și fructelor. Se găsesc în natură de obicei sub formă de **glicozide**, care poartă numele de antociani. Cele mai importante antocianide sunt: *pelargonidina*, *cianidina* și *delfinidina*, care se deosebesc între ele prin numărul și poziția grupărilor hidroxilice de pe inelul benzenic C.

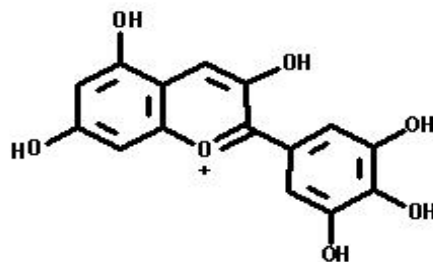
ANTHOCYANIDINS



Pelargonidin



Cyanidin



Delphinidin

ANTOCIANIDINE

Pelargonidina se află în florile de mușcată,



Cianidina în florile de cicoare



Delfinidina în florile de nemțisor (*Delfinum consolida*).



ANTOCIANI

În antociani, glucidele (monoglucidele, diglucidele) se leagă de antocianidine (aglicon), de obicei la hidroxilul de la C-3 de pe heterociclu. În natură predomină antocianii monoglicozidici, dar se cunosc și antociani diglicozidici. Prin metilarea antocianidinelor menționate, se obțin noi pigmenți cu culori diferite, cum sunt: **peonidina, pentunidina și malvidina**.

Antocianii se găsesc în flori singuri și mai cu seamă în amestec cu alți pigmenți, formând o varietate mare de culori.

- florile roz, roșii, roșu aprins conțin predominant pelargonidină,
- florile purpurii și vișinii conțin cianidină.

Antocianii sunt solubili în apă și alcool, greu solubili în eter, benzen și cloroform. Se extrag cu apă sau alcool în mediu de acid clorhidric.

Antocianii își schimbă culoarea în funcție de pH, fapt pentru care se utilizează ca indicatori acido-bazici.

Why a natural rose could not have the true blue colour?

<http://www.fortunecity.com/roswell/avebury/97/rose.htm>



The rose is the world's most popular flower.

However, despite sustained efforts made by rose breeders, amateurs and professionals, the rose displays so many beautiful colours except blue!

The colours of flowers are due to their capabilities of biosynthesizing the pigments.

There are majorly two types of flower pigment:

Flavonoids - contribute to a range of colours from **yellow to red to blue**. These flavonoid molecules are anthocyanins which are glycosylated derivatives of cyanidin (red), pelargonidin (brick red), delphinidin (blue), petunidin and malvidin. They are localised in the vacuole.

Carotenoids - commonly the pigment for yellow to orange flowers.

Flower colour is also influenced by **co-pigmentation** with colourless flavonoids, metal complexation, glycosylation, acylation, methylation and vacuolar pH.

The biosynthetic pathway of the flavonoid pigments is well established. "**Flavonoid 3', 5'-hydroxylase**" is one of the key enzymes involved in this pathway.

Unfortunately the rose is **deficient** of this key enzyme and incapable to synthesize the major blue pigment delphinidin.

This is an example of the approaches of the classical breeding techniques have been limited by the constraints of a particular species gene pool. That's the natural reason of rarely to have a single species displaying a full spectrum of coloured varieties.

Another important factor that we should not forget is: delphinidin is located in the vacuole of the petal epidermal cells in an alkaline pH 6 -7. But the vacuolar pH of rose is generally pH 4.5 - 5.5

"Blue gene"

To develop **blue varieties** of the major cutflower species like rose, chrysanthemum, carnation and gerbera by new **biotechnology** is an active research area in the flower industry.

They called those genes which may lead to the synthesis of the blue pigment in flowers as "blue genes".

To overcome the natural gene pool limitation and develop the true blue rose, a rational solution is to isolate the "blue gene" from other beautiful blue flowers and put it into rose to help the biosynthesis of blue pigment.

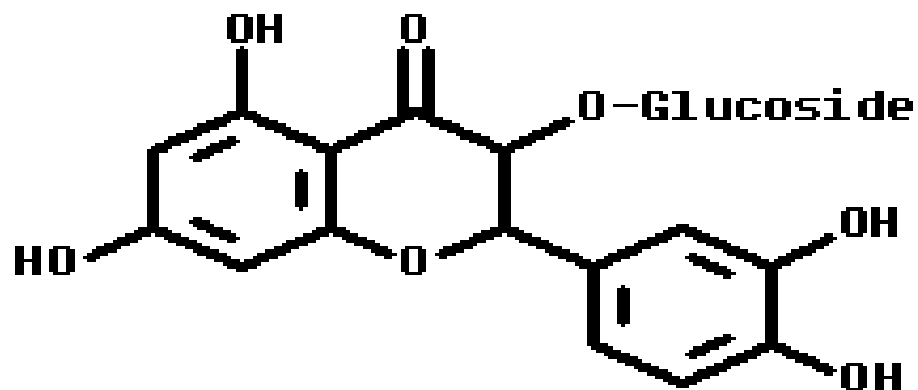
Hopefully this new strategy wil turn the "blue rose" from a dream into reality.

The genes of "flavonoid 3', 5'- hydroxylase" have been identified and cloned from a number of plants. Scientists have been using the one from the petunia to make a blue rose.

How to put the petunia "blue gene" into the rose? Genetic engineering provides the facilities for the gene transfer in plants.

Flavone

În natură, flavonele se găsesc, de obicei, sub formă de glicozide și sunt larg răspândite. Se cunosc peste o sută de flavone care se găsesc în flori, fructe, frunze, în lemn și scoarța copacilor.



Flavonol

Flavanolii care au un număr mare de grupări hidroxilice și metoxilice pe inelul A sunt intens colorați în galben. Așa sunt ***gosipetina***, ***quercetagetina*** care imprimă culoarea galbenă florilor de bumbac, primulelor, numeroaselor compozite. Florile albe au un conținut redus de flavone și de flavanoli.

PIGMENTII INDOLICI

Fac parte din grupa pigmentilor azotați. Ei se găsesc în regnul vegetal sub formă de cromoproteide sau glicozide.

Indigoul este un pigment care se utilizează din antichitate ca și colorant. Se găsește sub formă de glicozid numit **indican**, în *Indigofera tinctoria*, plantă originară din India și în *Isatis tinctoria*, plantă cultivată în Europa. Prin macerarea plantelor în mediu apos, se produce hidroliza enzimatică a indicanului și se obține **indoxilul**, care prin autooxidare va forma **indigoul**. **Indirubina** este un izomer al indigoului, numit și roșu de indigou.



Indigofera tinctoria



Isatis tinctoria

PIGMENTII INDOLICI

Purpura antică este un derivat al indigoului (6,6'-dibrom-indigo) care se extrage din unele moluște (*Murex branderia*) și servește ca și pigment colorat încă din antichitate.

Din grupa pigmentilor azotați fac parte și **melaninele**, care sunt pigmenți de culoare închisă, ce se formează din aminoacizi aromatici (fenilalanina și tirozina). Se găsesc în plantele superioare, la animale vertebrate și nevertebrate, în cuticula insectelor.

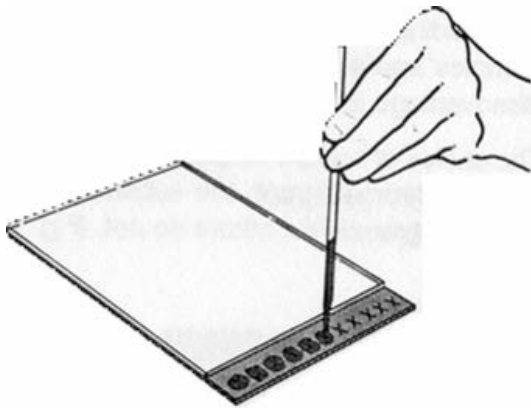
Tot din grupa pigmentilor azotați fac parte unele cromoproteine colorate, cum sunt **cloroglobulinele, hemoglobulinele, citocromii** etc.

Separarea pigmentilor din petalele de *Petunia hybrida* prin cromatografie în strat subțire

Extragerea pigmentilor



Aplicarea probei



Developarea cromatogramei



Vizualizarea

