

Partie : Abdelouahid D.E.

Exemples de métabolites secondaires

I- Les antibiotiques

Plus de 11000 antibiotiques décrits pour l'ensemble du monde vivant, environ 1700 sont produits par les moisissures comme les genres **Penicillium** et **Aspergillus**; Et un nombre équivalent par les actinomycètes (sont des bactéries procaryotes filamenteuses) en particulier le genre **Streptomyces**.

En réalité peu d'antibiotiques synthétisés par les microorganismes sont commercialisés (environ 40 à 50), les antibiotiques représente une thérapie de base pour traiter de nombreuses maladies, mais actuellement certaines microorganismes peuvent devenir résistantes a ces antibiotiques.

a- β -Lactamines

Les pénicillines et les céphalosporines appartiennent a la famille des β -Lactamines , ces molécules inhibent la formation de la paroi bactérienne en intervenant dans l'étape terminale de la formation des peptidoglycanes. La cellule bactérienne se développe sans paroi (phénoplaste) et par la suite s'éclate.

-Pénicillines : Les pénicillines naturelles sont produites par **Penicillium chrysogenum**, les rendements industriels actuels sont de l'ordre de 40 à 50 gr/litre; Des espèces d'**Aspergillus** sont aussi capables de synthétisés ces molécules

Les premières étapes de la biosynthèse des pénicillines et des céphalosporines sont identiques et donnent un tri peptide (S-(L-aminoadipyl)-L-cysteinyl-D-valine) , C'est-à-dire l'association de trois acides aminés : L-cystéine, L- aminoadipate et D-valine, d'où l'abréviation (LLD-ACV); Ensuite le tripeptide est transformé en **iso pénicilline N** par une enzyme cyclase (iso pénicilline N synthétase); Ces enzymes sont responsables de la formation des cycles B-Lactam

-Céphalosporines : Ces antibiotiques sont produits industriellement par **Cephalosporium acremonium** et d'autres moisissures; L'**iso pénicilline N** conduit a la pénicilline N, précurseur des céphalosporines

b-Autres antibiotiques

-Griséofulvines : Cet antibiotique est actif contre les dermatophytes, produit par **Penicillium grisogenum** , il résulte de la condensation d'une unité acétate et de 6 unités malonates par une série de réactions de cyclisation, de méthylation et de chloration.

-Acide fusidique : cet antibiotique inhibe l'allongement des chaînes de protéines chez les bactéries a Gram +, produit industriellement par **Fusidium coccinum** , il appartient a la famille des terpénoïdes.

-Acide aspergillique : Cet antibiotique, actif contre les bactéries a Gram+ et – est synthétisé par **Aspergillus flavus**

II-Métabolites secondaires ayant une activité pharmacologiques

En plus des antibiotiques les microorganismes sont capables de produire des hormones microbiennes comme la sérine, des acides trisporiques, des récepteurs de substances animales (cortisone),Voici quelques exemples

a- Les alcaloïdes de l'ergot de seigle

La moisissure *Claviceps purpurea* est une moisissure qui contamine une graminée (le seigle), a la place des graines cette espèce phytopathogène produit a la place des graines, des sclérotés (petits sacs) riches en alcaloïdes, les alcaloïdes sont des substances toxiques a fortes doses et provoquent des gangrènes. A faible doses sont des précieux médicaments en particulier en gynécologie.

b-La cyclosporine

Sont des peptides cycliques, exemple la cyclosporine C a une activité immunosuppressive et sélective, ces substances sont produites par *Tolypocladium inflatum* , ce genre proche du genre *Trichoderma*

III-Pesticides biologiques

Certains moisissures sont parasites (pathogènes), des plantes ou insectes ces pathogènes sont traités par des produits chimiques (pesticides = insecticides pour tuer les insectes, bactéricides pour lutter contre les bactéries, fongicides contre les moisissures, herbicides contre les mauvaises herbes...

Ces produits chimiques quand il sont utilisés a de fortes doses peuvent provoquer la pollution de l'écosystème (eau, sol..) ; Actuellement on utilise plutôt de pesticides biologiques(certains champignons étant des parasites spécifiques d'insectes ou de plantes, alors il sont utilisés comme pesticides pour ces mêmes plantes et ces insectes), voici quelques exemples

Tableau 7 : Divers types d'espèces fongiques utilisées comme : Entomo pathogènes, mycoherbicides et mycoconcurrents

Champignons	Cibles principales
1-Entomopathogènes (entomologie : science qui étudie les insectes Entomopathogène= champignon qui tue les insectes)	
<i>Beauveria bassiana</i> champignon(Bovérine)	L'insecte est un doryphore tué par un
<i>Verticillium lecanii</i>	Aphidiens, punaise du caféier (vertake)
<i>Hirsutiella thompsonii</i>	Acarien du citronnier (Mycar)
2-Mycoherbicides (Myco + champignons, herbicide qui tue les Plantes)	
<i>Collitotrichum</i>	Pour traiter les champs de soja et de riz
<i>Phytophthora palmivora</i> citronnier)	Traiter la mauvaise herbe <i>Morrenia odorata</i> (culture du

3-Mycococurents (concurrence entre deux champignons)

Peniophora gigantea

Heterobasidium annosum (parasite des conifères)

Endothia parasitica

Chancre du *Castanea sativa* (le châtaignier commun est un arbre au feuillage caduc appartenant à la famille des Fagacées, comme le hêtre et le chêne)

IV-Les arômes

Depuis 1924 on connaît que les moisissures produisent des méthyl-cétones dans le fromage et d'autres composés aromatiques

1-Méthyl-cétones : Sont des arômes de fromage, élaborés à partir d'acides gras ; La moisissure *Penicillium roquefortii*

Produit plusieurs méthyl-cétones, la structure générale est $R-C=O-CH_3$

2-Lactones :

Sont des esters internes, cycliques, ubiquitaires dans la nourriture : miel, fruits, Certains sont produits par les moisissures, exemples : ***Ceratocystis moniliformis*** produit la dèca lactone (arômes de banane et de pêche);

Trichoderma viridae produit l'octalactone et nonalactone (noix de coco)

V-Terpènes :

Composés de base des huiles essentielles, leur formule est : $(C_5 H_8)_n$

Tableau 8 : Exemples de quelques moisissures productrices de terpènes

Champignons	Aromes	Molécules
<i>Penicillium decumbens</i>	rose, pomme	p-méthylacetophenone
<i>Trametes odorata</i>	miel, rose	méthyl phénylacetate, gèraniol
<i>Trichoderma viridae</i>	noix de coco	6-pentyl-2-pyrone

Remarque : Une production microbiologique ne peut pas concurrencer les terpènes d'origines naturelles (végétales)

VI-Hormones végétales :

Les végétaux produisent des hormones de croissance, certains sont responsables de la formation des racines, d'autres de la partie aérienne, de la floraison.... On distingue : les gibbérellines, auxines, cytokinines et l'acide abscissique...

-Les Gibbérellines sont des di terpénoïdes contenant 4 cycles de carbones formés d'unité acétate, l'organisme producteur est : ***Fusarium moniliformis***

-Acide abscissique : La moisissure ***Cercospora rosicola*** synthétise cette hormone industriellement