

Synthèses

Génétique moléculaire des plantes

F. Samouelian, V. Gaudin, M. Boccara



éditions
Quæ

Table des matières

Avant-propos	5
Table des matières	9
Remerciements	13
Quelques espèces de référence	15
<i>Arabidopsis thaliana</i>	15
<i>Medicago truncatula</i>	16
<i>Oriza sativa</i>	16
<i>Populus trichocarpa</i>	17
<i>Triticum sp.</i>	17
<i>Vitis vinifera</i>	18
<i>Zea maïs</i>	18
Fil rouge : biosynthèse des anthocyanes	21
Généralités	21
Structure des anthocyanes	21
Voie de biosynthèse	22
Gènes	22
I. LES GÉNOMES VÉGÉTAUX	
1. Génomes cytoplasmiques	27
Génome plastidial	27
Généralités	27
Structure de l'ADN chloroplastique	28
Expression des gènes chloroplastiques	30
Génome mitochondrial	31
Généralités	31
Taille et évolution	32
Organisation	32
Expression des gènes mitochondriaux	33

2. Génome nucléaire	37
Organisation du génome	37
Structure des chromosomes	37
Notion de ploïdie	39
Du chromosome au nucléosome	41
Notion d'hétérochromatine et d'euchromatine	41
Unité de base de la chromatine	43
Caractéristiques du génome nucléaire	44
Taille du génome nucléaire	44
Nombre de gènes	44
Organisation des séquences nucléiques d'un génome	45
Séquences répétées en tandem	46
Séquences répétées dispersées	48
3. Éléments mobiles	51
Deux grandes classes d'éléments mobiles	51
Les transposons	54
Caractéristiques	54
Les éléments <i>Ac</i> et <i>Ds</i>	57
éléments <i>En/I</i> ou <i>Spm/dSpm</i>	58
Les rétrotransposons	58
Rétrotransposons à LTR	58
Rétrotransposons sans LTR	60
4. Régulation génique	63
Régulation transcriptionnelle	64
Séquences régulatrices en cis de l'unité transcriptionnelle	65
Facteurs de transcription	67
Méthylation de l'ADN	69
Code des histones	74
Régulation post-transcriptionnelle	77
Historique de la PTGS	78
Mécanisme et acteurs de la PTGS	80
Rôle de l'interférence par l'ARN	82
Régulation par les microARN	83
Une troisième classe de petits ARN, les ta-siARN	87
TGS et PTGS, deux mondes assez proches	88
II. OUTILS DE LA GÉNÉTIQUE MOLÉCULAIRE VÉGÉTALE	
5. Transgenèse végétale	91
Transgenèse naturelle par conjugaison interspécifique	92
<i>Agrobacterium</i> , une bactérie phytopathogène	92
Structure du plasmide Ti	95
Mécanisme moléculaire du transfert génétique	102

Analogies avec la conjugaison bactérienne	109
Modalités de la transgénèse expérimentale	109
Constructions	110
Transformation via <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	113
Transformation par transfert direct	116
Transformation de l'ADN chloroplastique	116
Variabilité des niveaux d'expression entre plantes transgéniques	118
6. Mutagenèse	121
Mutations et mutants	121
Quelques rappels	121
Différents types de mutations	122
Caractérisation d'un mutant	124
Mutagenèse et génétique classique	124
Mutagenèse chimique	124
Mutagenèse physique	125
Mutagenèse insertionnelle	127
Collections de mutants d'insertion	134
Méthode du Tilling	134
Mutagenèse et génétique inverse	134
Inactivation génique ciblée	137
Inactivation par l'interférence par l'ARN	137
Inactivation par l'intermédiaire de virus	138
7. Cartographie moléculaire	141
Marqueurs génétiques moléculaires	142
Catégories de marqueurs génétiques moléculaires	144
Marqueurs RFLP, détectables par la technique de Southern	144
Marqueurs monolocus détectables par PCR	146
Marqueurs multilocus détectables par PCR	148
Marqueurs microsatellites	151
Cartes génétiques	153
Principe de l'analyse génétique chez les plantes	153
Types de populations	154
Principe de l'établissement des cartes génétiques avec des marqueurs moléculaires	158
Caractéristiques des cartes génétiques	158
Exemples de cartes génétiques	160
Cartes physiques	161
Principe de l'élaboration des cartes physiques	161
Banques génomiques	161
Criblage de banques et ordonnancement des clones	164
Utilisation de la cytogénétique en cartographie	164
Applications des cartes de marqueurs moléculaires	165
Analyse phylogénétique et synténie	165
Sélection assistée par marqueurs	167

Clonage positionnel	168
Caractérisation de QTL	172
Conclusion	175
Annexe 1. Notions de biologie végétale	177
Cycle biologique des plantes à fleur	178
La fleur	178
Gamétophyte femelle	178
Gamétophyte mâle	179
Double fécondation	179
Embryogenèse	180
Germination de la graine	180
Quelques particularités végétales	180
Spécificités cytologiques	180
Méristèmes des végétaux	182
Hormones végétales et facteurs environnementaux	182
Totipotence végétale	183
Autogamie et allogamie	183
Quelques spécificités des monocotylédones et des dicotylédones	183
Annexe 2. Mitose et méiose	185
Cycle cellulaire et mitose	185
Méiose	185
Annexe 3. Notions de génétique mendélienne	189
Lois de Mendel	189
Première Loi de Mendel	189
Deuxième loi de Mendel	190
Liaison génétique, recombinaison et distance génétique	190
Annexe 4. Expression des gènes eucaryotes	193
Éléments régulateurs en <i>cis</i> de l'unité transcriptionnelle	193
Relation séquence nucléique – séquence peptidique	194
Régulations post-traductionnelles	197
Références bibliographiques	199
Liste des abréviations	205
Index	207

La diversité et la richesse adaptatives du monde végétal, ainsi que son importance pour la biosphère font des plantes un sujet d'étude très important tant en recherche fondamentale que pour l'agronomie et l'environnement.

Depuis les lois de la génétique de Gregor Mendel au XIX^e siècle jusqu'aux mécanismes épigénétiques récemment mis en évidence, en passant par la découverte des transposons par Barbara McClintock, les plantes ont accompagné l'histoire de la biologie en contribuant largement à la connaissance du vivant. Grâce au développement des outils de génomique (techniques de clonage, séquençage, cartographie, prédictions et annotations des génomes, principalement) et à l'émergence de plantes de référence comme l'arabette des dames (*Arabidopsis thaliana*), la génétique moléculaire végétale a pris un essor considérable.

Cet ouvrage offre au lecteur un panorama de la génétique moléculaire végétale afin de mieux suivre et appréhender les évolutions de ce domaine. Dans une première partie, il décrit des génomes végétaux et aborde les aspects les plus récents de la régulation de leur expression. Dans la seconde partie, les méthodologies qui ont conduit à ces connaissances - transgénèse, mutagenèse, cartographie - sont présentées.

Pédagogique et largement illustré, ce livre s'adresse à un lectorat scientifique très large : étudiants des universités, enseignants en biologie et biotechnologies, voire toute personne curieuse de ces sujets et ayant quelques bases de biologie générale.

Martine Boccara, docteur ès sciences de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris), professeur à l'Université Pierre et Marie Curie, étudie les modifications génétiques et épigénétiques lors d'interactions plantes-pathogènes.

Valérie Gaudin, ancienne élève de l'ENS Ulm-Sèvres, docteur ès sciences de l'Université Paris XI, chargée de recherches à l'Inra de Versailles, étudie la dynamique de la chromatine chez les végétaux.

Frank Samouelian, agrégé de biochimie et génie biologique est ancien professeur à l'École nationale de chimie-physique-biologie (ENCPB) à Paris.

En couverture : Stéréogramme donnant l'impression d'un champ fleuri. En vision stéréoscopique, l'image virtuelle en trois dimensions de deux demi-cercles rappelle la structure en double hélice de l'ADN. Cette image spatiale se veut une métaphore de l'information épigénétique « cachée » dans l'information génétique. Stéréogramme réalisé par F. Samouelian.

éditions
Quæ

Éditions Cemagref, Cirad, Ifremer, Inra
www.quae.com

Prix : 35 €

ISBN : 978-2-7592-0294-2



ISSN : 1777-4624
Réf. : 02119