

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort zur vierten Auflage	7
TEIL A	Grundlagen und klassische Genetik	11
	Einstieg	12
1	Grundlagen	13
1.1	Grundbegriffe	13
1.1.1	Was wird vererbt?	13
1.1.2	Aspekte der Vererbung	14
1.2	Zytologische Grundlagen der Vererbung	15
1.2.1	Kern, Chromatin und Chromosomen	15
1.2.2	Haploide und diploide Zellen	15
1.3	Mitose, Meiose und Rekombination	17
1.3.1	Mitose	17
1.3.2	Miose	17
1.4	Fortpflanzung	21
1.4.1	Ziele und Formen	21
1.4.2	Ungeschlechtliche Fortpflanzung	21
1.4.3	Geschlechtliche Fortpflanzung	22
1.4.4	Fortpflanzung bei Blütenpflanzen	24
1.5	Geschlechtsbestimmung	27
2	Regeln der Vererbung	29
2.1	Mendel und seine Experimente	29
2.2	Monohybrider Erbgang	31
2.2.1	Begriffe	31
2.2.2	Erste mendelsche Regel	31
2.2.3	Zweite mendelsche Regel	32
2.3	Mendels Hypothese und die Chromosomentheorie	34
2.3.1	Die Hypothese Mendels	34
2.3.2	Bestätigung durch die Chromosomentheorie	34
2.3.3	Begriffe	36
2.3.4	Interpretation der mendelschen Regeln mit der Chromosomentheorie	36
2.4	Weitere Beispiele monohybrider Kreuzungen	39
2.4.1	Gelbe und grüne Erbsen	39
2.4.2	Test auf Reinerbigkeit	40
2.4.3	Rückkreuzungen als Bestätigung von Mendels Theorie	40
2.5	Dihybrider Erbgang	42
2.5.1	Dritte mendelsche Regel	42
2.5.2	Rückkreuzung bei dihybridem Erbgang	44
2.5.3	Testkreuzung für Reinerbigkeit	44
2.6	Freie Kombinierbarkeit und Kopplung	46
2.6.1	Ursache der freien Kombinierbarkeit	46
2.6.2	Kopplung und Kopplungsbruch	46
2.7	Tri- und polyhybride Erbgänge	48
2.8	Intermediäre Vererbung (unvollständige Dominanz)	49
2.9	Multiple und letale Allele	50
3	Genwirkung, Modifikationen und Mutationen	53
3.1	Ein Gen – ein Phän? Polygenie und Polyphänie	53
3.2	Reaktionsnorm und Modifikationen	55
3.2.1	Reaktionsnorm	55
3.2.2	Modifikationen	55
3.3	Mutationen	58
3.3.1	Mutationstypen	58
3.3.2	Ursachen, Folgen und Bedeutung von Mutationen	58
3.3.3	Genommutationen	59
3.3.4	Chromosomenmutationen	61
3.3.5	Genmutationen	61
3.4	Extrachromosomale Vererbung	62

	Einstieg	66
4	Klassische Tier- und Pflanzenzucht	67
4.1	Ziele	67
4.2	Methoden	68
4.3	Zwei Beispiele	72
4.3.1	Weizen	72
4.3.2	Husrind	73
5	Humangenetik	74
5.1	Probleme, Ziele und Methoden	74
5.1.1	Probleme	74
5.1.2	Ziele	74
5.1.3	Methoden	75
5.2	Angeboren oder erworben?	77
5.3	Vererbung des Geschlechts beim Menschen	78
5.4	Vererbung monogener Merkmale	80
5.4.1	Blutgruppen des AB0-Systems	80
5.4.2	Rhesusfaktor	82
5.5	Autosomale Erbkrankheiten	83
5.5.1	Begriffe	83
5.5.2	Stammbäume	83
5.5.3	Autosomal-dominanter Erbgang	84
5.5.4	Autosomal-rezessiver Erbgang	86
5.6	X-chromosomale Erbkrankheiten	90
5.6.1	Begriffe	90
5.6.2	X-chromosomal-rezessiver Erbgang	90
5.6.3	X-chromosomal-dominanter Erbgang	92
5.7	Übersicht über die Erbgänge	95
5.8	Zur Häufigkeit von Erbkrankheiten	95
5.9	Chromosomenanomalien (als Folge von Mutationen)	98
5.9.1	Nummerische Chromosomenanomalien (Genommutationen)	98
5.9.2	Strukturelle Chromosomenanomalien (Chromosomenmutationen)	100
5.10	Genetische Diagnostik	100
5.10.1	Erhöhtes Risiko	100
5.10.2	Heterozygotentest	101
5.10.3	Pränatale Diagnostik	101
5.10.4	Therapie von Erbkrankheiten	102

TEIL C Molekulargenetik

	Einstieg	104
6	Zusammensetzung der Gene	105
6.1	Eigenschaften der Erbsubstanz	105
6.2	DNA als Träger der genetischen Information	106
6.2.1	Proteine oder Nucleinsäuren?	106
6.2.2	Das Schlüsselexperiment: Transformation bei Pneumokokken	106
6.2.3	Weitere Belege für die DNA-Hypothese	109
6.3	Nucleinsäuren und ihre Bausteine	111
6.3.1	DNA und RNA	111
6.3.2	Bausteine	111
6.3.3	Nucleotidkette	112
6.4	Primärstruktur der DNA	114
6.4.1	Nucleotid- oder Basen-Sequenz	114
6.4.2	Polarität der Nucleotidkette	115
6.4.3	Basenhäufigkeit	115
6.4.4	Zahl der Nucleotide	115
6.5	Räumliche Struktur der DNA	117
6.5.1	Doppelstrang-Hypothese	117
6.5.2	Watson-Crick-Modell der DNA	117
6.5.3	Denaturierung und Hybridisierung	119
6.6	Verpackung der DNA	121
6.6.1	DNA der Prokaryoten	121
6.6.2	DNA der Eukaryoten	121

6.7	Replikation der DNA	125
6.7.1	Ziel und Zeitpunkt	125
6.7.2	Grundprinzip	125
6.7.3	Exkurs: Beweis der semikonservativen Replikation	126
6.7.4	Ablauf der Replikation	127
6.7.5	Fehlerkorrektur	129
7	Vom Gen zum Protein	131
7.1	Grundlagen	131
7.1.1	Wozu dient die Erbinformation?	131
7.1.2	Proteinsynthese im Überblick	132
7.1.3	Ribonucleinsäuren	134
7.2	Transkription	135
7.3	Translation	137
7.3.1	Transfer-RNA (tRNA)	137
7.3.2	Ribosomen	138
7.3.3	Prinzip der Translation	138
7.3.4	Ablauf der Translation	140
7.4	Genetischer Code	143
7.5	Bearbeitung und Versand der Proteine	147
7.5.1	Faltung und Bearbeitung	147
7.5.2	Versand der Proteine	147
7.6	Bearbeitung der prä-mRNA bei den Eukaryoten	149
7.6.1	Veränderung an den Enden	149
7.6.2	Spleissen	149
7.6.3	Alternatives Spleissen	150
7.7	Veränderungen der DNA bei Genmutationen	151
7.7.1	Punktmutationen	151
7.7.2	Ursachen von Genmutationen	152
8	Genregulation	155
8.1	Ziel und Prinzip	155
8.1.1	Ein- und ausschalten von Genen	155
8.2	Genregulation bei Prokaryoten: das Operon-Modell	157
8.2.1	Mehrere Gene bilden eine Transkriptionseinheit	157
8.2.2	Tryptophan-Operon: Hemmung durch das Endprodukt	158
8.2.3	Lactose-Operon: Induktion durch den Ausgangsstoff	160
8.2.4	Repression und Induktion im Vergleich	161
8.2.5	Erhöhung der Genaktivität	162
8.3	Genregulation bei Eukaryoten	163
8.4	Zum Abschluss: Was ist also ein Gen?	166
TEIL D	Gentechnik	167
	Einstieg	168
9	Methoden der Gentechnik	169
9.1	Grundlagen	169
9.1.1	Ziele	169
9.1.2	Anwendungen	170
9.1.3	Übersicht	171
9.2	Schneiden und Verbinden von DNA	172
9.3	Vervielfältigung von DNA mit der Polymerasekettenreaktion (PCR)	174
9.4	Trennung von DNA-Molekülen durch Gel-Elektrophorese	176
9.5	Sequenzierung von DNA	178
9.5.1	First Generation Sequencing: Sanger-Sequenzierung	179
9.5.2	Shotgun-Sequenzierung	180
9.5.3	Sequenzierung mit modernen Methoden	180
9.5.4	DNA-Sequenzanalyse	181
9.6	Transfer von DNA und Selektion der transgenen Zellen	182
9.6.1	Methoden des Gentransfers	182
9.6.2	Transfer in ein Bakterium	184
9.7	Genome-Editing	186
9.8	Herstellung und Isolierung von Genen	191
9.9	DNA-Chips (Mikroarrays)	194

10	Gentechnik im Alltag	197
10.1	Chancen und Risiken	197
10.2	Herstellung von Wirkstoffen und Enzymen	198
10.2.1	Wirkstoffe für Medikamente	198
10.2.2	Enzyme	199
10.2.3	mRNA-Impfung	200
10.2.4	Vor- und Nachteile	200
10.3	Medizinische Anwendungen	201
10.3.1	Diagnostik	201
10.3.2	Gentherapie beim Menschen	204
10.3.3	Verwandtschaftsanalysen und Gerichtsmedizin	204
10.3.4	Xenotransplantation	207
10.4	Transgene Kulturpflanzen	209
10.4.1	Ziele und Möglichkeiten	209
10.4.2	Beispiel Bt-Mais	210
10.4.3	Beispiel Apfel und Feuerbrand	211
10.4.4	Beispiel Wachsmais	211
10.4.5	Chancen und Risiken	212
10.4.6	Die heutige Situation	213
10.5	Forschung	214
TEIL E	Anhang	215
<hr/>		
	Gesamtzusammenfassung	216
	Lösungen zu den Aufgaben	238
	Glossar	259
	Stichwortverzeichnis	270