

Frank Kempken • Renate Kempken

# Gentechnik bei Pflanzen

Chancen und Risiken

2., überarbeitete und erweiterte Auflage  
unter Mitarbeit von Kerstin Stockmeyer

Mit 97 Abbildungen und 14 Tabellen

Springer

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> . . . . .	<b>7</b>
1.1 Traditionelle Pflanzenzüchtung . . . . .	j
1.2 Gen- und Biotechnik in der Pflanzenzüchtung . . . . .	9
1.3 Meilensteine der Entwicklung der pflanzlichen Gentechnik . . . . .	13
<b>Grundlagen und Methoden der Gentechnik</b> . . . . .	<b>19</b>
2.1 Grundlagen der molekularen Genetik . . . . .	19
2.1.1 Aufbau von DNA und RNA . . . . .	19
2.1.2 Die Transkription . . . . .	26
2.1.3 Die RNA-Prozessierung . . . . .	29
2.1.4 Die Translation . . . . .	31
2.1.5 Regulation der Genexpression . . . . .	34
2.2 Grundlegende Methoden der Gentechnik . . . . .	38
2.2.1 Restriktionsendonukleasen . . . . .	39
2.2.2 Southern Blot und Hybridisierung . . . . .	41
2.2.3 Polymerase-Kettenreaktion (PCR) . . . . .	43
2.2.4 Sequenzanalyse . . . . .	44
2.2.5 . . . . .	46
2.2.6 Klonierung von DNA . . . . .	50
2.3 Nachweis von Proteinen mit Hilfe von Antikörpern . . . . .	53
2.3.1 Spezielle Methoden der pflanzlichen Molekularbiologie . . . . .	58
2.3.2 DNA-Marker und Restriktions-Längenpolymorphismus . . . . .	59
2.3.3 Die Genomanalyse . . . . .	62
2.3.4 Bioinformatik . . . . .	66
2.3.5 Die Herstellung von Mutanten mittels Transposonen . . . . .	69
2.3.6 Die Transkriptanalyse . . . . .	74
Die Proteomanalyse . . . . .	82
<b>Herstellung, Nachweis und Stabilität von transgenen Pflanzen</b> . . . . .	<b>85</b>
3.1 Transformations-Methoden . . . . .	85
3.1.1 <i>Agrobacterium tumefaciens</i> -vermittelte Transformation . . . . .	86
3.1.2 Biolistische Transformation . . . . .	94
3.1.3 Protoplastentransformation . . . . .	98
3.2 Selektions- und Reportergensysteme . . . . .	100
Verwendung von Resistenzgenen gegen Antibiotika . . . . .	100
Alternative Selektionssysteme . . . . .	102

3.2.3	Reportergene	102
3.3	Regeneration intakter Pflanzen	103
3.4	Nachweis der genetischen Veränderung	106
3.5	Expression von transformierter DNA	109
3.5.1	Ektopische Expression	112
3.5.2	Zell- und gewebespezifische Expression	112
3.5.3	Import in spezifische Zellkompartimente	113
3.5.4	Antisense-Expression	115
3.6	Stabilität von transgenen Pflanzen	116
3.6.1	Inaktivierung durch Methylierung	116
3.6.2	Post-Transkriptionale Geninaktivierung (PTGS)	118
3.7	Entfernung von Resistenzgenen	119
<b>4</b>	<b>Neue Eigenschaften transgener Pflanzen</b>	<b>125</b>
4.1	Erhöhte Resistenz uncyverbesserte Anpassungen an Umweltbedingungen	125
4.1.1	Herbizidresistenz	126
4.1.2	Schutz vor Schadinsekten	130
4.1.3	Schutz vor pflanzenpathogenen Viren	133
4.1.4	Schutz vor pathogenen Bakterien und Pilzen	136
4.1.5	Resistenz gegen umweltbedingte Stressfaktoren	138
4.2	Modifikationen an Nahrungsmitteln	140
4.2.1	Kohlenhydrate und Fettsäuren	141
4.2.2	Proteingehalt und essentielle Aminosäuren	145
4.2.3	Vitamine, Mineralien und Spurenelemente	145
4.2.4	Lagerungsfähigkeit und Geschmack	148
4.2.5	Reduktion von Allergie auslösenden Stoffen	149
4.3	Neue Aufgaben für Pflanzen:	
	Rohstoffproduktion und Bodensanierung	150
4.3.1	Kohlenhydrate und Fettsäuren als Rohstoffe	150
4.3.2	Kunststoffe	151
4.3.3	Proteinsekretion	152
4.3.4	Bodensanierung	153
4.4	Wirkstoffe produzierende Pflanzen	154
4.4.1	Alkaloide	155
4.4.2	Impfstoffe	156
4.5	Modifizierte Zierpflanzen	158
4.5.1	Veränderung der Blütenfarbe	158
4.5.2	Veränderung der Blütenform	161
4.6	Künstliche männliche Sterilität zur Herstellung von Hybrid-Saatgut	162
4.7	Biotechnologie mit Pflanzenzellen	165
<b>5</b>	<b>Freisetzung und kommerzielle Nutzung transgener Pflanzen</b>	<b>169</b>
5.1	Freisetzungsexperimente	169
5.2	Kommerzielle Nutzung	176

<b>6</b>	<b>Risiken der pflanzlichen Gentechnik</b> .....	<b>185</b>
6.1	Begleitende Sicherheitsforschung .....	187
6.1.1	Nachweis der Übertragung von Transgenen durch Pollen .....	188
6.1.2	Untersuchungen zur Persistenz von DNA im Boden .....	189
6.1.3	Untersuchungen zur Übertragung von Pflanzengenen auf Mikroorganismen im Boden .....	189
6.1.4	Analyse der möglichen Aufnahme von Transgenen mit der Nahrung .....	190
6.2	Gefahren für Umwelt und Ökosysteme .....	191
6.2.1	Unkontrollierte Ausbreitung von Pflanzen .....	191
6.2.2	Toxische Effekte von transgenen Pflanzen auf Tiere im Ökosystem ..	193
6.2.3	Übertragung von Transgenen durch Pollen .....	195
6.3	Gefahren für den Menschen .....	197
6.3.1	Übertragung von Antibiotikaresistenzen auf pathogene Mikroorganismen . . . . ^ .....	197
6.3.2	Mögliche Toxizität der Genprodukte der verwendeten Resistenzgene .....	199
6.3.3	Allergien durch Genprodukte eingebrachter Transgene .....	200
6.3.4	Ungewollte toxische Substanzen in transgenen Pflanzen .....	201
6.4	Risiken und Chancen im Vergleich mit herkömmlich gezüchteten Pflanzen .....	204
6.4.1	Toxizität von herkömmlichen Zuchtpflanzen .....	205
6.4.2	Verwendung von Pflanzenschutzmitteln .....	205
6.4.3	Verbreitung von Pollen .....	206
<b>7</b>	<b>Zukunftsperspektiven</b> .....	<b>209</b>
	<b>Literatur- und Quellenverzeichnis</b> .....	<b>213</b>
	<b>Lehr- und Fachbücher</b> .....	<b>213</b>
	<b>Ausgewählte Übersichtsartikel und Originalliteratur</b> .....	<b>213</b>
	<b>Internetseiten</b> .....	<b>217</b>
	<b>Glossar</b> .....	<b>219</b>
	<b>Sachwortverzeichnis</b> .....	<b>239</b>