

Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen

Entstehung und Diagnose

Herausgegeben von

Werner Bergmann

unter Mitwirkung zahlreicher Bildautoren

Mit 852 Farbbildern auf 214 Tafeln, 5 Textabbildungen, 5 Übersichten und 66 Tabellen



«USTAV FISCHER VERLAG • STUTTGART • 1983

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	11
2.	Auftreten und Erkennen, Unterscheidung und Abgrenzung von mineralstoffbedingten Schadsymptomen an Kulturpflanzen	18
2.1.	* Bedeutung der Mineralstoffernährung für das Wachstum der Pflanzen	18
2.2.	Ursachen für das Auftreten von Nährstoffmangel und -überschuß	20
2.2.1.	Der Einfluß bodeneigener Faktoren	21
2.2.2.	Induzierter Nährstoffmangel oder 'überschuß durch Düngungsmaßnahmen	28
2.2.3.	Wechselwirkungen der Mineralstoffe bei der Aufnahme und im Stoffwechsel der Pflanzen	32
2.2.4.	Pflanzeigene Faktoren und Nährstoff-Intensivkulturen	37
2.2.5.	Nährstoffbereitstellung und Entwicklung der Pflanzen im Hinblick auf die Symptomausbildung	48
2.3.	Erkennen, Unterscheidung und Abgrenzung mineralstoffbedingter und anderer Schadsymptome	50
2.3.1.	Umweltfaktoren, die das Auftreten von mineralstoffbedingten Schadsymptomen fördern oder abschwächen	51
2.3.2.	Mineralstoffmangel-ähnliche Symptome und Faktoren, die die Diagnose von Mineralstoffmangel und -überschuß erschweren	53
2.3.3.	„Multiple“ Schadsymptome	57
2.3.4.	Allgemeine Regeln für das Erkennen von Schadsymptomen	57
2.3.5.	Stoffwechselphysiologische Aspekte als Ursache für das Auftreten mineralstoffbedingter Schadsymptome	59
2.3.5.1.	Allgemeine Gesichtspunkte	59
2.3.5.2.	Die Ausbildung von Mangelsymptomen	61
2.3.5.3.	Die Ausbildung von Überschußsymptomen durch Pflanzennährstoffe und andere mineralische Elemente	65
2.3.5.3.1.	Allgemeine Gesichtspunkte	65
2.3.5.3.2.	Ursachen für die Ausbildung von Toxizitätssymptomen	68
2.3.5.4.	Auswirkungen der mineralstoffbedingten Ernährungsstörungen	69
3.	Mineralstoffernährung der Kulturpflanzen und Resistenz gegenüber Krankheitserregern und Schädlingen	71
3.1.	Allgemeine Bemerkungen zur Mineralstoffernährung und Resistenz der Pflanzen	71
3.2.	Einfluß von Ernährungsbedingungen auf die Resistenz der Pflanzen	74
3.2.1.	Einflüsse der Gesamternährung	74
3.2.2.	Einflüsse der Stickstoffdüngung	77
3.2.3.	Einflüsse der Kaliumdüngung	79
3.2.4.	Einflüsse der Phosphorsäuredüngung	81
3.2.5.	Einflüsse des Calciums	82
3.2.6.	Einflüsse des Magnesiums	83
3.2.7.	Einflüsse des Schwefels	83
3.2.8.	Einfluß der Mikronährstoffe	83
3.2.8.1.	Bor	84
3.2.8.2.	Kupfer	85
3.2.8.3.	Eisen	85
3.2.8.4.	Mangan	86

3.2.8.5.	Molybdän	86
3.2.8.6.	Zink	86
3.2.9.	Andere Elemente	87
3.3.	Abschließende Bemerkungen.	87
4.	Ursachen, Entwicklung und Diagnose der mineralstoffbedingten Mangel- und Überschußsymptome.	88
4.1.	Makronährstoffe (N, P, S, K, Ca, Mg)	88
4.1.1.	Stickstoff (N)	88
4.1.1.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	88
4.1.1.2.	Stickstoffmangel	90
4.1.1.3.	Stickstoffüberschuß	93
4.1.2.	Phosphor (P)	95
4.1.2.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	95
4.1.2.2.	Phosphormangel	97
4.1.2.3.	Phosphorüberschuß	101
4.1.3.	Schwefel (S)	102
4.1.3.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	102
4.1.3.2.	Schwefelmangel	103
4.1.3.3.	Schwefelüberschuß	107
4.1.4.	Kalium (K)	109
4.1.4.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	109
4.1.4.2.	Kaliummangel	112
4.1.4.3.	Kaliumüberschuß	122
4.1.5.	Calcium (Ca)	122
4.1.5.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	122
4.1.5.2.	Calciummangel	128
4.1.5.3.	Calciumüberschuß	142
4.1.6.	Magnesium (Mg)	142
4.1.6.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	142
4.1.6.2.	Magnesiummangel	144
4.1.6.3.	Magnesiumüberschuß	153
4.2.	Mikronährstoffe (B, Cl, Mo, Cu, Fe, Mn, Zn)	153
4.2.1.	Bor (B)	155
4.2.1.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	155
4.2.1.2.	Bormangel	160
4.2.1.3.	Borüberschuß	169
4.2.2.	Chlor (Cl)	172
4.2.2.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	172
4.2.2.2.	Chlormangel	173
4.2.2.3.	Chlorüberschuß	174
4.2.3.	Molybdän (Mo)	178
4.2.3.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	178
4.2.3.2.	Molybdänmangel	181
4.2.3.3.	Molybdänüberschuß	189
4.2.4.	Kupfer (Cu)	190
4.2.4.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	190
4.2.4.2.	Kupfermangel	194
4.2.4.3.	Kupferüberschuß	205
4.2.5.	Eisen (Fe)	207
4.2.5.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	207
4.2.5.2.	Eisenmangel	212
4.2.5.3.	Eisenüberschuß	228

4.2.6.	Mangan (Mn)	228
4.2.6.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	228
4.2.6.2.	Manganmangel	232
4.2.6.3.	Manganüberschuß	241
4.2.7.	Zink (Zn)	247
4.2.7.1.	Ernährungsphysiologische Hinweise	247
4.2.7.2.	Zinkmangel	252
4.2.7.3.	Zinküberschuß	261
4.3.	Weitere, z. T. als Mikronährstoffe oder „nützlich“ bezeichnete Elemente (Al, Co, Na, Ni, Si, V, F, meist toxisch wirkende Schwermetalle)	264
4.3.1.	Aluminium (Al)	264
4.3.2.	Cobalt (Co)	270
4.3.3.	Natrium (Na)	271
4.3.4.	Nickel (Ni)	275
4.3.5.	Silicium (Si)	278
4.3.6.	Vanadium (V)	280
4.3.7.	Fluor (F)	281
4.3.8.	Verschiedene Schwermetalle (Cd, Cr, Hg, Pb)	284
4.3.8.1.	Cadmium (Cd)	291
4.3.8.2.	Chrom (Cr)	295
4.3.8.3.	Quecksilber (Hg)	297
4.3.8.4.	Blei (Pb)	299
4.3.9.	Verschiedene Elemente	302
5.	Tabellen über „ausreichende“ Mineralstoffgehalte bei einigen Kulturpflanzen	303
6.	Einfacher Schlüssel zur Bestimmung von Nährstoffmangelsymptomen bei landwirtschaftlichen Kulturpflanzen	316
7.	Farbtafeln	321
8.	Farbbilder-Autorennachweis	553
9.	Literaturverzeichnis	557
10.	Sachwortverzeichnisse	591
10.1.	Stichworte des Textes; der Bildteil ist im Verzeichnis 10.2. besonders aufgeschlüsselt	591
10.2.	Stichworte des Bildteiles; nach Pflanzenarten und Schadsymptomen geordnet. Die Zahlen entsprechen den Bildnummern.	609

H „Pflanzen/Blattanalyse-Vergleichsdiagramme“ siehe Vorsatzpapier (Deckelinnenseiten).