



Annika Reinhard (Autor)

Einfluss von Pyrrolizidinalkaloiden auf die Honigbiene (*Apis mellifera*)



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/362>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Die Honigbiene (<i>Apis mellifera</i>)	2
1.1.1	Geschichte der Honigbiene und Bienenhaltung in Europa	3
1.1.2	Organisation des Bienenvolkes	6
1.1.3	Bienenprodukte	10
1.2	Pyrrolizidinalkaloide	11
1.2.1	Vorkommen im Pflanzenreich	11
1.2.2	Lokalisierung und Verteilung innerhalb der Pflanze	15
1.2.3	Toxizität und Metabolismus	15
1.2.4	Interaktion zwischen Pyrrolizidinalkaloiden und Insekten	22
2	Ausgangslage und Fragestellung	26
3	Ergebnisse	29
3.1	Pyrrolizidinalkaloide in <i>Echium vulgare</i>	29
3.1.1	Alkaloid-Profile in <i>Echium vulgare</i>	30
3.1.2	Methode zur Ermittlung der PA-Gehalte in „Retronecin-Äquivalenten“	35
3.1.3	PA-Gesamtgehalte in <i>Echium</i> -Organen	38
3.2	Einfluss von Pyrrolizidinalkaloiden auf das Volk der Honigbiene	40
3.2.1	Fütterungsexperimente mit adulten Bienen	41
3.2.2	Wirkungen von Pyrrolizidinalkaloiden auf Stoffwechsel und Fitness von Honigbienen	42
3.2.3	Fütterungsexperimente mit Honigbienenlarven	61
3.2.4	Einfluss von pyrrolizidinalkaloid-haltiger Nahrung auf Larven	63
4	Diskussion	71
4.1	Verhalten der Honigbiene gegenüber pyrrolizidinalkaloid-haltiger Nahrung	71
4.2	Toxizität von Pyrrolizidinalkaloiden gegenüber dem Bienenvolk	75

4.3	Metabolismus und Entgiftung	79
4.4	<i>Echium vulgare</i> – Aufeinandertreffen von Honigbiene und Pyrrolizidinalkaloiden	84
4.5	Menschliche Faktoren zur Gefährdung der Biene	89
5	Zusammenfassung	92
6	Material und Methoden	95
6.1	Chemikalien und Verbrauchsmaterialien	95
6.1.1	Chemikalien	95
6.1.2	Verbrauchsmaterialien	95
6.2	Pflanzenmaterial	96
6.2.1	<i>Senecio vernalis</i>	96
6.2.2	<i>Echium vulgare</i>	96
6.3	Extraktion von Pyrrolizidinalkaloiden aus Pflanzen	97
6.3.1	Pyrrolizidinalkaloid-Extraktion aus <i>Senecio vernalis</i>	97
6.3.2	Pyrrolizidinalkaloid-Extraktion aus <i>Echium vulgare</i>	98
6.4	Aufarbeitung der Extrakte aus <i>Echium vulgare</i>	99
6.4.1	GC-MS-Analyse	99
6.4.2	LC-MS-Analyse	101
6.5	Synthese von Pyrrolizidinalkaloid- <i>N</i> -Oxiden	103
6.6	Synthese von 1,2-Dihydromonocrotalin	103
6.7	¹⁴ C-markierte Pyrrolizidinalkaloide	104
6.8	Bienen	104
6.9	Larven	105
6.10	Fütterungsversuche	105
6.10.1	Fütterung von Arbeiterinnen – „antifeedant-Effekt“ und Toxizität	105
6.10.2	Fütterung von Arbeiterinnen – Weitergabe von Pyrrolizidinalkaloiden	106
6.10.3	Fütterung von Arbeiterinnen – Verteilung im Bienenkörper	106
6.10.4	Larven	107
6.11	Choice-Test-Versuch mit adulten Bienen	109
6.12	Analyse von Arbeiterinnen auf Pyrrolizidinalkaloide	110
6.12.1	Methode A	111
6.12.2	Methode B	111
6.12.3	Methode C	111

6.12.4	Analyse von Arbeiterinnen auf Radioaktivitätsverteilung	112
6.13	Analyse von Larven auf Pyrrolizidinalkaloide	112
6.14	Probenaufreinigung mittels Extrelut [®]	113
6.15	Festphasenextraktion SPE an PCX	113
6.16	Statistische Auswertung	113
6.17	Gaschromatographie	114
6.18	Gaschromatographie-Massenspektrometrie	114
6.18.1	Methode A	114
6.18.2	Methode B	115
6.19	Hochleistungsflüssigkeitschromatographie-Massenspektrometrie	116
6.20	Elektrosprayionisation-Massenspektrometrie	117
7	Literaturverzeichnis	119