



Yong Liu (Autor)

**Untersuchung der Variabilität von *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, dem Erreger der Weißstängeligkeit an Raps (*Brassica napus* L.) unter besonderer Berücksichtigung von Infektionsbiologie, Sortenreaktionen und gezielten Bekämpfungsmaßnahmen**

Untersuchung der Variabilität von *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary, dem Erreger der Weißstängeligkeit an Raps (*Brassica napus* L.) unter besonderer Berücksichtigung von Infektionsbiologie, Sortenreaktionen und gezielten Bekämpfungsmaßnahmen



Yong Liu

CUVILLIER VERLAG . Göttingen 2004

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/2622>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>11</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>12</b>
1.1 Wirtschaftliche Bedeutung des Rapsanbaus.....	12
1.2 Wirtschaftliche Bedeutung und Verbreitung von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) de Bary.....	13
1.3 Biologie .....	14
1.3.1 Lebenszyklus .....	16
1.3.2 Pathogenese .....	18
1.4 Resistenzsituation .....	22
1.5 Bekämpfungsmaßnahmen .....	23
1.6 Problemstellung .....	24
<b>2 Material und Methoden .....</b>	<b>25</b>
2.1 Erregersammlung und Isolationsmethoden.....	25
2.1.1 Erregersammlung .....	25
2.1.2 Isolierung des Erregers .....	26
2.1.2.1 Isolierung aus Sclerotien.....	26
2.1.2.2 Isolierung aus befallenen Rapspflanzen.....	26
2.1.3 Kulturbedingungen des Erregers .....	27
2.1.4 Herstellung der Einsporenlinien .....	27
2.2 Anzucht der Rapspflanzen für Laboruntersuchungen.....	27
2.3 Untersuchungen der Infektionsbiologie von <i>S. sclerotiorum</i> .....	28
2.3.1 Inokulationsmethode .....	28
2.3.1.1 Herstellung der Mycelstücke .....	28
2.3.1.2 Herstellung der Mycelsuspension .....	29
2.3.1.3 Herstellung der Ascosporensuspension .....	29
2.3.1.4 Herstellung des Inokulums mit <i>S. sclerotiorum</i> infizierten gehäckselten Rapspflanzen.....	29
2.3.1.5 Herstellung mycelbewachsener Zahnstocher .....	30
2.3.2 Herstellung der Pflanzenmaterialien.....	30
2.3.2.1 Herstellung der Rapsblätter für die Inokulation.....	30
2.3.2.2 Vorbereitung der Rapsauptriebe und Seitentriebe aus dem Feld für Inokulationen im Labor.....	30
2.3.3 Inokulationsmethode im Labor.....	31
2.3.3.1 Inokulation des Laubblattes mit Mycelstück .....	32
2.3.3.2 Inokulation des Laubblattes mit Mycelsuspension .....	32
2.3.3.3 Inokulation des Laubblattes mit Ascosporensuspension.....	32
2.3.3.4 Inokulation der Rapsauptriebe und Seitentriebe .....	32
2.3.3.5 Untersuchung zur korrelativen Übereinstimmung .....	32
2.3.4 Kultivierung der inokulierten Pflanzenteile.....	32
2.3.5 Bonitur des Befalls .....	33
2.3.6 Inokulationen im Feld.....	33
2.3.6.1 Inokulation der Rapsstängel mit Zahnstochern.....	33
2.3.6.2 Inokulation mit Ascosporensuspension .....	34
2.3.6.3 Inokulation mit <i>S. sclerotiorum</i> infizierten gehäckselten Rapspflanzen im Feld.....	34
2.3.6.4. Bonitur .....	34
2.4 Untersuchung der Variabilität von <i>S. sclerotiorum</i> -Herkünften .....	34
2.4.1 Morphologie .....	34
2.4.1.1 Geschwindigkeit des Mycelwachstums und der Sclerotienbildung in vitro .....	34
2.4.1.2 Keimung der Sclerotien und Induktion der Apothecien.....	35
2.4.1.3 Bonitur der Keimung von Sclerotien und des Erscheinens der Apothecien verschiedener Herkünfte .....	36
2.4.2 Pathogenität .....	36
2.4.2.1 Labor-Blatttest .....	36
2.4.2.2 Feld-Pflanzenentest .....	36
2.4.3 Genomuntersuchungen .....	36
2.4.3.1 Gewinnung des Pilzmycels .....	36

# Inhaltsverzeichnis

---

2.4.3.2 Puffer und Lösungen.....	37
2.4.3.3 DNA-Extraktion.....	37
2.4.3.4 Bestimmung der Qualität und Quantität der extrahierten DNA.....	38
2.4.3.5 Polymerasekettenreaktion (PCR).....	38
2.4.3.5.1 PCR-Programm.....	39
2.4.3.6 Agarosegelelektrophorese.....	40
2.4.3.6.1 DNA-Färbung.....	41
2.4.3.6.2 Dokumentation und Auswertung der Nukleinsäuregele.....	41
2.5 Untersuchung der Rapssorten und Zuchtlinien.....	42
2.6 Untersuchungen der Hemmwirkung von Rapsfungiziden gegen <i>S. sclerotiorum</i> unter kontrollierten Bedingungen.....	42
2.6.1 Mycelwachstums-Test.....	42
2.6.2 Ascosporen -Keimtest.....	43
2.6.3 Untersuchung zur protektiven und kurativen Wirkung der Fungizide auf Weißstängeligkeit in der Klimakammer:.....	43
2.7 Untersuchung zur Wirkung des parasitischen Pilzes <i>Coniothyrium minitans</i> unter kontrollierten Bedingungen und im Feld.....	44
2.7.1 Dualkultur-Mycelwachstumstest.....	44
2.7.2 Sclerotien-Test.....	45
2.7.3 Untersuchung der Wirkung von <i>C. minitans</i> auf die Keimung von <i>Sclerotinia</i> -Sclerotien im Feld.....	45
2.8 Feldversuche.....	45
2.8.1 Versuchsstandort.....	45
2.8.2 Untersuchung zu Erregervariabilität und Sortenreaktion.....	45
2.8.3 Untersuchung der Anfälligkeit von 14 Rapssorten.....	45
2.9 Untersuchungen zur Wirkung von Fungiziden auf Weißstängeligkeit und Ertrag im Feld.....	46
2.9.1 Feldversuch I im Versuchsjahr 1999/2000.....	46
2.9.1.1 Bonituren im Feld.....	47
2.9.1.2 Bonituren im Labor.....	48
2.9.2 Feldversuch II im Versuchsjahr 2000/2001.....	48
2.9.3 Feldversuch III im Versuchsjahr 2001/2002.....	49
2.9.4 Feldversuch IV im Versuchsjahr 2002/2003.....	51
2.10 Statistische Auswertung der Daten.....	53
<b>3 Ergebnisse.....</b>	<b>54</b>
3.1 Variabilität.....	54
3.1.1 Infektionsbiologie.....	54
3.1.1.1 Optimierung des Inokulums.....	55
3.1.2 Charakterisierung der unterschiedlichen <i>Sclerotinia</i> -Herkünfte.....	56
3.1.2.1 Morphologische Charakterisierung auf PDA.....	56
3.1.2.2 Keimung der Sklerotien und Bildung der Apothecien.....	59
3.1.3 Variabilität verschiedener <i>Sclerotinia</i> -Herkünfte.....	65
3.1.4 Genomuntersuchungen an <i>Sclerotinia</i> -Herkünften:.....	69
3.1.4.1 PCR-Optimierung.....	69
3.1.4.2 Untersuchte Herkünfte und verwendete Primer.....	70
3.1.4.3 Ergebnisse der einzelnen Primer.....	71
3.1.4.3.1 Primer ABA 10.....	73
3.1.4.4 Dendrogramm aus den RAPD-Untersuchungen.....	74
3.2 Sortenreaktionen verschiedener Rapssorten.....	76
3.2.1 Klimakammerergebnisse.....	76
3.2.2 Felddaten.....	79
3.3 Untersuchung zur Wirkung von <i>Cantus</i> , <i>Caramba</i> und <i>Folicur</i> auf den Erreger der Weißstängeligkeit.....	80
3.3.1 Hemmwirkung auf die Keimung der Ascosporen und das Wachstum des Mycels.....	81
3.3.1.1 Hemmwirkung auf die Keimung der Ascosporen.....	81
3.3.1.2 Hemmwirkung auf das Wachstum des Mycels.....	82
3.3.2 Klimakammeruntersuchungen zur protektiven und kurativen Wirkung von <i>Cantus</i> , <i>Caramba</i> und <i>Folicur</i> gegen Weißstängeligkeit.....	84
3.3.2.1 Protektive Wirkung.....	84

# Inhaltsverzeichnis

---

3.3.2.2 Kurative Wirkung .....	85
3.3.2.3 Protektive und kurative Wirkung vor bzw. nach Ascosporeninokulation.....	85
3.4 Untersuchungen zu biologischen Bekämpfungsmaßnahmen gegen den Erreger der Weißstängeligkeit. ....	86
3.4.1 Wirkung von <i>Coniothyrium minitans</i> auf Mycelwachstum und Keimung von <i>S. sclerotiorum</i> im Labor	86
3.4.2 Wirkung der Rapsfungiziden auf das Wachstum von <i>Coniothyrium minitans</i> .....	87
3.4.3 Bekämpfungsmöglichkeit der Weißstängeligkeit mit <i>Coniothyrium minitans</i> durch Verhinderung der Bildung von Apothecien im Feld: .....	88
3.5 Felduntersuchungen: Anbaujahre 1999/2000, 2000/2001, 2001/2002 und 2002/2003 .....	89
3.5.1 Ergebnisse im Anbaujahr 1999/2000.....	89
3.5.1.1 Bonitur zur Rapsblüte .....	89
3.5.1.2 Bonitur zur Schotenbildung .....	89
3.5.1.3 Bonitur zur Schotenbildung nach Sturm .....	90
3.5.1.4 Bonitur vor Ernte .....	91
3.5.1.5 Ertragsdaten des Anbausjahres 1999/2000 .....	94
3.5.2 Ergebnisse im Anbaujahr 2000/2001.....	94
3.5.2.1 Bonitur zur Rapsblüte .....	94
3.5.2.2 Bonitur zur Milchreife .....	94
3.5.2.3 Bonitur vor der Ernte .....	95
3.5.2.4 Ertragsdaten des Anbausjahres 2000/2001 .....	96
3.5.3 Ergebnisse in Anbaujahr 2001/2002.....	96
3.5.3.1 Bonitur zum Blütebeginn.....	96
3.5.3.2 Bonitur zur Rapsblüte (BBCH 65/67).....	97
3.5.3.3 Bonitur auf Weißstängeligkeit vor der Ernte nach Zahnstocherinokulation .....	98
3.5.3.4 Bonitur vor der Ernte .....	99
3.5.3.5 Ertragsdaten des Anbausjahres 2001/2002 .....	103
3.5.4 Ergebnisse in Anbaujahr 2002/2003.....	103
3.5.4.1 Bonitur zu Blühbeginn (BBCH 60-63, 24.04.03) .....	103
3.5.4.2 Bonitur in Rapsblüte (BBCH 68-71, 15-23.05.03) .....	103
3.5.4.3 Bonitur vor Ernte (BBCH 92-97, 14.-15.07.03) .....	104
3.5.4.4 Ertragsdaten des Anbausjahres 2002/2003 .....	105
3.5.4.5 Stoppelbonitur nach der Ernte (16.-17.08.03).....	106
<b>4 Diskussion.....</b>	<b>108</b>
4.1 Prüfmethode zur Beurteilung von Rapssorten und –Zuchtmaterial .....	108
4.2 Variabilität .....	110
4.2.1 Morphologie verschiedener <i>Sclerotinia</i> -Herkünfte .....	110
4.2.2 Infektion und Aggressivität der <i>Sclerotinia</i> -Herkünfte .....	113
4.2.3 Genomuntersuchungen verschiedener <i>Sclerotinia</i> -Herkünfte .....	115
4.3 Sortenreaktion von Winterraps auf den Befall von Weißstängeligkeit .....	117
4.4 Bekämpfung von Weißstängeligkeit mit Fungiziden.....	118
4.4.1 Hemmwirkung der Fungizide auf das Mycelwachstum von <i>S. sclerotiorum</i> in vitro.....	118
4.4.2 Hemmwirkung der Fungizide auf <i>S. sclerotiorum</i> im DLT .....	121
4.4.3 Bekämpfung von Weißstängeligkeit im Feldversuch .....	122
4.4.4 Biologische Bekämpfung der Weißstängeligkeit.....	125
<b>5 Zusammenfassung.....</b>	<b>128</b>
<b>6 Summary .....</b>	<b>131</b>
<b>7 Literatur .....</b>	<b>134</b>
<b>8 Anhang.....</b>	<b>144</b>
8.1 Verwendete Kulturmedien .....	144
8.2 Übersicht der verwendeten Winterrapssorten .....	144
8.3 Ergebnisse der Photometrischen DNA-Messung.....	147
8.4 Einzelergebnisse der Primer .....	149

## Inhaltsverzeichnis

---

8.5 Feldversuchsunterlagen .....	156
8.6 Wetterdatei Niederschlag-, Temperatur- und relativ Luftfeuchtigkeitverlauf 2000-2003 .....	162
<b>Danksagung .....</b>	<b>165</b>
<b>Erklärung.....</b>	<b>168</b>

### Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Taxonomie des Erregers <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> .....	14
Tab. 2: Übersicht über die verwendeten <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , <i>S. minor</i> und <i>S. trifoliorum</i> - Herkünfte in 1999 bis 2003 .....	25
Tab. 3: Behandlungsschema für die Oberflächensterilisierung.....	26
Tab. 4: Für die Genomuntersuchungen verwendete Puffer und Lösungen .....	37
Tab. 5: Reaktionsansatz (Stoffe und Konzentrationen) für die PCR.....	39
Tab.6: Basensequenz der eingesetzten Primer (Biomol Primer Kit for RAPD's, Kit A No: 52611).....	39
Tab. 7: Verwendete Temperaturen im Bereich von 32 bis 40 °C bei der Optimierung der PCR.....	40
Tab. 8: Verwendetes Temperaturprofil für die PCR.....	40
Tab. 9: Verwendete Wirkstoffkonzentration auf Wirkstoffbasis zur Prüfung der Hemmung des Mycelwachstums von <i>S. sclerotiorum</i> .....	42
Tab. 10: Versuchsaufbau zue Prüfung der protektiven und kurativen Wirkung der Fungizide gegenüber <i>S. sclerotiorum</i> im Blatttest (DLT).....	44
Tab. 11: Verwendete Winterrapsorten in 2001/2002.....	46
Tab. 12: Boniturschema zur Bewertung des Weißstängeligkeitbefalls von Pflanzen im Feld .....	46
Tab. 13: Aufwandmengen und Applikationstermine der Fungizide Caramba und Folicur in den Versuchsjahren 1999/2000 und 2000/2001 .....	47
Tab. 14: Boniturtermine, Feld- und Laborbonituren sowie Termine der Fungizidmaßnahmen (1999/2000) .....	47
Tab. 15: Boniturtermine, Feldbonituren und der Laborbonituren sowie die Termine der Fungizidmaßnahmen in 2000/2001 .....	49
Tab. 16: Versuchsanlage und Behandlungszeitpunkte im Versuchsjahr 2001/2002.....	50
Tab. 17: Aufwandmengen und Applikationstermine der Versuche in 2001/2002 .....	50
Tab. 18: Boniturtermine, Feldbonituren und Laborbonituren sowie Termine der Fungizidmaßnahmen in 2001/2002 .....	51
Tab. 19: Verwendeten Saatgutbeizen im Feldversuch 2002/2003 .....	51
Tab. 20: Fungizide und Behandlungszeitpunkte im Versuchsjahr 2002/2003 .....	52
Tab. 21: Fungizidaufwandmengen und Applikationstermine im Versuchsjahr 2002/2003 .....	52
Tab. 22: Bonituren und Behandlungen im Versuchsjahr 2002/2003 .....	52
Tab. 23: Mycelwachstum und Sclerotienbildung von 46 Herkünften (bei 23°C) .....	57
Tab. 24: Mycelwachstum und Sclerotienbildung von 46 Herkünften (bei 15°C) .....	58
Tab. 25: Mycelwachstum und Sclerotienbildung von 10 Ascosporen-Linien (bei 23°C).....	59
Tab. 26: Mycelwachstum und der Sclerotienbildung von 10 Ascosporen-Linien (bei 15°C).....	59
Tab. 27: Ergebnisse der Variabilität der Aggressivität von 24 <i>Sclerotinia</i> -Herkünften an Rapsorten Artus, Express, Zhongyou 4 und Chuanyou 18 .....	67
Tab.28: Für die Auswertung der genomischen Untersuchung verwendeten Primer mit ihrer Basensequenzen. ....	71
Tab. 29. Auflistung der Bins und ihrer Größe mit den darin enthaltenen Banden aus der PCR mit Primer ABA 10. 73	
Tab. 30 Ergebnisse der Sortenreaktion von 18 Winterrapsorten auf den <i>S. Sclerotiorum</i> -Befall im Blatttest (DLT) in der Klimakammer .....	77
Tab. 31: Sortenreaktion von 14 Winterrapsorten auf Weißstängeligkeit ( <i>S. sclerotiorum</i> ) im Feldversuch und Vergleich mit der Sortenbeschreibung (n=60).....	80
Tab. 32 Wirkung der Fungizide Cantus, Caramba und Folicur auf das Mycelwachstum der vier <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> Herkünfte M01, F504 und MZ in vitro .....	83
Tab. 33: Protektiv- und Kurativwirkung von Cantus, Caramba und Folicur auf den <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> -Befall im Blatttest mit den Sorten Artus, Bristol und Express in der Klimakammer vor bzw. nach Ascosporeninokulation, .....	86
Tab. 34: Ergebnisse der Feldbonitur zur Ende Rapsblüte (BBCH75) in 2000.....	89
Tab. 35: Ergebnisse der Laborbonitur zur Schotenbildung (BBCH75) in 2000 .....	90
Tab. 36: Ergebnisse der Feldbonitur (BBCH80) in 2000 (nach Sturm).....	90
Tab. 37: Ergebnisse der Feldbonitur zur Rapsreife (BBCH87) in 2000.....	91
Tab. 38: Ergebnisse der Laborbonitur zur Rapsreife (BBCH87) in 2000.....	92
Tab. 39: Laborergebnisse der Schotenbonitur zur Rapsreife (BBCH87) in 2000 .....	93
Tab. 40: Ergebnisse der Feldbonitur zur Milchreife des Rapses (BBCH 71-73) .....	95
Tab. 41: Ergebnisse der Feldbonitur vor Ernte des Rapses (BBCH 87-89) .....	95

## Inhaltsverzeichnis

---

Tab. 42: Ergebnisse der Feldbonituren zum Blühbeginn (BBCH 60/61)) 2002 .....	96
Tab. 43: Ergebnisse der Feldbonituren zur Blüte (BBCH 65/67) 2002 .....	97
Tab. 44: Ergebnisse der Feldbonituren vor der Ernte (BBCH 87)) 2002 .....	99
Tab. 45: Ergebnisse der Laborbonitur vor Ernte des Rapses (BBCH 87) im 2002 .....	101
Tab. 46: Ergebnisse der Stoppelbonituren nach Ernte 2002 .....	102
Tab. 47: Übersicht der verwendeten Winterrapsorten .....	144
Tab. 48: Liste der verwendeten Winterrapszuchtlinien aus China .....	145
Tab. 49: Vergleich der Virulenz verschiedener <i>Sclerotinia</i> -Isolate an Rapsorten Artus, Bristol, Zhongyou 4 und Chuanyou 18 mit , n=20 .....	145
Tab. 50 Statistische Schätzungen der Mittelwertvergleich von 4 Sorten (Läsion mm) .....	146
Tab. 51 Statistische Schätzungen der Mittelwertvergleich von 24 Isolaten (Läsion mm) .....	146
Tab. 52. Statistische Schätzungen (Isolaten *Sorten) der Mittelwertvergleich (Läsion mm) .....	146
Tab. 53: Ergebnisse der Photometrischen Messungen der extrahierten DNA .....	147
Tab. 54 Auflistung der Bins und ihrer Größe mit den darin enthaltenen Banden aus der PCR mit Primer ABA 03149	
Tab. 55 Auflistung der Bins und ihrer Größe mit den darin enthaltenen Banden aus der PCR mit Primer ABA 04150	
Tab. 56 Auflistung der Bins und ihrer Größe mit den darin enthaltenen Banden aus der PCR mit Primer ABA 07151	
Tab. 57 Auflistung der Bins und ihrer Größe mit den darin enthaltenen Banden aus der PCR mit Primer ABA 09 152	
Tab. 58 Auflistung der Bins und ihrer Größe mit den darin enthaltenen Banden aus der PCR mit Primer ABA 11153	
Tab. 59 Auflistung der Bins und ihrer Größe mit den darin enthaltenen Banden aus der PCR mit Primer ABA 17154	
Tab. 60 Auflistung der Bins und ihrer Größe mit den darin enthaltenen Banden aus der PCR mit Primer ABA 18155	
Tab. 61: Flächenvorbereitung und Variantenbeschreibung der Versuchsanlage (02/03) .....	156
Tab. 62: Bonitur zum Beginn der Blüte BBCH 60-63 (24.04.03) .....	157
Tab. 63: Bonitur zum Ende der Blüte BBCH 68-71 (15-23.05.03) .....	158
Tab. 64: Bestandesbonitur vor Ernte BBCH 92-97 (14-15.07.03) .....	159
Tab. 65: Ertrag in dt/ha und auf 91% Trockenmasse umgerechnet .....	160
Tab. 66: Überblick über die Ergebnisse der Stoppelbonitur nach der Ernte (pro Parzelle) .....	160

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Asci mit 8 Ascosporen (3, 4) und Apothecium im Labor (2) und Feld (1) .....	15
Abb. 2 Weißstängeligkeit: Symptome am Blatt (8), Stängel (1-5) und Schoten (6,7), Sclerotien im und auf dem Stängel (1,5). An den befallenen Rapsorganen (Blatt, Schote und Stängel) zeigt sich äußerlich weißes Pilzmycel (rote Pfeile) und Sclerotien (weiße Pfeile) .....	15
Abb. 3: Zyklus von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> , dem Erreger der Weißstängeligkeit an <i>Brassica napus</i> (Paul, 2003)..	17
Abb. 4 Anzucht der Rapspflanzen für Blatttests im Gewächshaus (vor dem Abschneiden) .....	28
Abb. 5: Inokulation mit Mycelscheibchen (l), Mycelsuspension (m) und Ascosporensuspension (r) .....	31
Abb.6: Inokulation des Laubblattes mit Mycelsuspension(l), Mycelscheibchen(m) und Ascosporensuspension(r) .	31
Abb. 7: Inkubation der inokulierten Pflanzenteile in der Klimakammer (Ansicht) .....	33
Abb. 8. Vorbereitung des Inokulums (l) und die Inokulation am Stängel im Feld (r) .....	33
Abb.9 Ansicht der Versuchsanlage für Untersuchungen zur Keimung und Apothecienbildung von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> -Herküften in der Klimakammer .....	35
Abb. 10: Längenstandard D-7058 (Sigma) mit 16 Fragmenten .....	41
Abb. 11: Symptome am Laubblättern nach Inokulation mit Mycelscheibchen (1), Mycelsuspension (2) und Ascosporensuspension (3) .....	55
Abb. 12: Untersuchungen zur Infektion mit unterschiedlichen Inokulumsmengen (Mycelfragmente) und -Konzentrationen im Laubblatttest mit Isolat F504 .....	55
Abb. 13.: Sclerotienbildung verschiedener Ascosporen-Isolate (links: 503-512) auf PDA in sechs Formen (rechts) 56	
Abb.14: Keimung von Sclerotien aus zwei unterschiedlichen Herkünfte und Kulturmedien (je 150 Sclerotien) .....	60
Abb. 15: Unterschiede des Keimungsverhaltens von Sclerotien und der Apothecienbildung zwischen den Herkünften MZ (1-4) und M01 (5-6) in der Klimakammer (verschiedene Nährquellen zur Produktion von Sclerotien: aus Weizen-Kultur (Herkunft MZ: 1,2,3; Herkunft M01: 4,5,6) und rechte Seite aus PDA-Kultur (MZ: 4 und M01:8) .....	60
Abb. 16 Unterschiede in der Keimung der Sclerotien am Beispiel der Herkunft MZ in Vermiculit und Sand als Substrat .....	61
Abb. 17: Apothecienbildung von 36 <i>S.sclerotiorum</i> -Herküften aus Kultur von Weizen (10°C) .....	62
Abb. 18: Keimung der Sclerotien und ihre Stiele (1,2,3), Apothecien (4,7,8), Ascosporen (6) und Ausschleuderung der Ascosporen (5) in der Klimakammer .....	62
Abb. 19. Keimung der Ascosporen und Mycelbelag (Pfeil) nach der Ausschleuderung .....	63
Abb. 20: Apothecienbildung von Sclerotien unterschiedlicher Herkünfte und Kulturmedien .....	63
Abb. 21. Unterschiedliche Entwicklungsstadien von Ascosporen in verschiedenen Asci (Blauer Pfeil: nicht reif, Roter Pfeil: reife Ascosporen in Ascus) .....	64
Abb. 22 Belag von gesammelten Ascosporen auf dem Filterpapier (pink Farbe) .....	64

## Inhaltsverzeichnis

---

Abb. 23 Unterschiede der Aggressivität zwischen den Isolaten von <i>S. sclerotiorum</i> M05 (l) und Ya (r) im Blatttest mit Mycelsuspension an Sorte No.5 (6 dpi) .....	65
Abb. 24 Unterschiede der Aggressivität zwischen den Isolaten von <i>S. sclerotiorum</i> M05 (l), Ya(m) und M01 (r) im Blatttest mit Mycelsuspension an Sorte No.10 (6 dpi) .....	66
Abb. 25 Unterschiede der Aggressivität zwischen den Isolaten von <i>S. sclerotiorum</i> M99 (l) und M01 (r) im Blatttest mit Mycelscheibchen an der Sorte Express (beide Isolate aus Versuchsgut Merklingsen ) 6dpi .....	66
Abb. 26 Unterschiede der Aggressivität zwischen den Isolaten von <i>S. sclerotiorum</i> 507 (l) und 510 (r) im Blatttest mit gleicher Herkunft, aber von unterschiedlichen Ascosporenlinsen an der Sorte Express, 6 dpi .....	66
Abb. 27. Unterschiede der Aggressivität zwischen den Isolaten von <i>S. sclerotiorum</i> Ya (l), CD (m) und MZ (r) im Blatttest an der Sorte Express, 6 dpi (Isolaten stammen aus unterschiedlichen Rapsanbaugeschichten den Isolaten von <i>S. sclerotiorum</i> eten (geringerer (l), mittlerer (m) und stärkerer (r) Befall).....	66
Abb. 28: Ergebnisse der Aggressivitätsuntersuchung von 41 <i>Sclerotinia</i> -Herkünften an der Sorte Artus im Blatttest (Klimakammer, n=20, 4 dpi (GD5% = 4,7).....	67
Abb. 29: Ergebnisse der Aggressivitätsuntersuchung von 41 <i>Sclerotinia</i> -Herkünfte an der Sorte Zhongyou 4 im Blatttest.....	68
Abb. 30 Stängelsymptome nach Zahnstocherinjektion durch zwei verschiedenen <i>S.sclerotiorum</i> -Herkünfte. l: M01, r: 266 (rot Pfeil) .....	68
Abb. 31 Symptomausprägungen und Läsionslänge am Stängel 14 dpi (l) und 28 dpi (m) nach Zahnstocherinjektion und natürlichem Befall im Feld (r) .....	68
Abb. 32 Ergebnisse der Aggressivitätsuntersuchungen verschiedener <i>Sclerotinia</i> -Herkünfte an den Rapsorten Artus (gelb) und Express (blau) nach Zahnstocherinjektion an Rapsauptstängeln im Feldversuch 2002 .....	69
Abb. 33: Gelelektrophorese einer Temperaturgradienten-PCR mit <i>S. sclerotiorum</i> -Herkunft 506 und Primer ABA 10. ....	70
Abb.34: PCR von <i>Sclerotinia</i> -Herkünften und Kontrollen mit Primer ABA 10. Fotomontage aus vier Gelen. ....	72
Abb. 35. : Schematisiertes Gel des Primers ABA 10. Aufgetragen sind die Positionen der einzelnen Banden in den dazugehörigen Bins. ....	73
Abb. 36: Dendrogramm berechnet aus den Ergebnissen der RAPD-PCR-Untersuchungen von 41 <i>Sclerotinia</i> Herkünften mit 8 Primern und 213 Merkmalen. <i>S.t.</i> = <i>Sclerotinia trifoliorum</i> , <i>S.m.</i> = <i>Sclerotinia minor</i> , <i>F</i> = <i>Fusarium sp.</i> Zur Berechnung wurde Treecon 1.2 verwendet (Clusteranalyse, UPGMA). ....	75
Abb. 37: Ergebnisse der Sortenreaktion von 73 Winterrapssorten/-linien auf <i>S. Sclerotiorum</i> -Befall auf der Basis von Läsionsgrößen im Blatttest (DLT).....	76
Abb. 38 Ergebnisse der Sortenreaktion von 18 Winterrapssorten auf den <i>S. Sclerotiorum</i> -Befall im Blatttest (DLT) .....	78
Abb. 39: Reaktion der Sorte Artus (weiß) und Express (schwarz) auf den Befall von Isolat M01 und Isolat MZ im Blatttest nach Inokulation mit Mycelscheibchen 5dpi bei 14°C, GD 5% = 8,7.....	78
Abb. 40 Reaktion der Sorte Artus (l) und Express (r) auf den Befall im Blatttest (3. Laubblatt) nach Inokulation mit Mycelscheibchen 5dpi bei 14°C in der Klimakammer, n=20 (Blätter aus Klimakammer).....	79
Abb. 41 Sortenreaktion von zwei Rapsorten auf den Befall durch Stängeltest mit Mycelscheibchen und Mycelsuspension 8 dpi bei 14°C, (Pflanzen aus dem Feld).....	79
Abb. 42: Reaktion von 14 Winterrapssorten auf Weißstängeligkeit ( <i>S. sclerotiorum</i> ) im Feldversuch Versuchsgut Merklingsen 2002 (vor Ernte) .....	80
Abb. 43: Wirkung von Cantus (Ct), Caramba (C) und Folicur (F) in verschiedenen Wirkstoffkonzentrationen auf die Keimung der Ascosporen von <i>S. sclerotiorum</i> (n=3), (24 h nach der Keimung, GD 5% = 16,4, GD 1% = 21,9).....	81
Abb. 44 Wirkung der Fungizide Cantus, Caramba und Folicur auf die Ascosporenkeimung von <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Inkubationsdauer 20 h) .....	82
Abb. 45. Hemmwirkung von Cantus (Ct), Caramba (C) und Folicur (F) bei verschiedenen Wirkstoffkonzentrationen auf das Mycelwachstum von <i>S. sclerotiorum in vitro</i> (Isolat M01, 3 dpi).....	83
Abb. 46 Hemmwirkung von Cantus (l), Caramba (m) und Folicur (r) bei verschiedenen Wirkstoffkonzentrationen auf das Mycelwachstum (mm) von <i>S. sclerotiorum in vitro</i> 20 dpi.....	83
Abb. 47: Protektive Wirkung von Cantus, Caramba und Folicur auf <i>S. Sclerotiorum</i> -Befall im Blatttest in der Klimakammer. Behandlung 1, 2, 3, 4, 5 und 6 Tage vor der Inokulation (Artus, n=20).....	84
Abb. 48 Protektive (l) und kurative (r) Wirkung von Cantus (h.l.), Caramba (v.l.) und Folicur (v.r.) mit vollen Konzentration drei Tage vor und nach der Inokulation .....	84
Abb. 49: Kurative Wirkung von Caramba, Cantus und Folicur auf den <i>S. sclerotiorum</i> -Befall im Blatttest in der Klimakammer .....	85
Abb. 50: Sclerotien von <i>S. sclerotiorum</i> überwachsen und parasitiert (Pfeil Bildmitte) durch <i>Coniothyrium minitans</i> (Co-kultur auf PDA).....	87
Abb. 51. Hemmwirkung von Cantus (Ct), Caramba (C) und Folicur (F) in verschiedenen Wirkstoffkonzentrationen auf das Mycelwachstum (mm) von <i>C. minitans in vitro</i> 21 Tage nach Inokulation (22 °C) .....	87
Abb. 52: Wirkung von <i>Coniothyrium minitans</i> auf die Verhinderung der Keimung und Apothecienbildung von Sclerotien im Feld.....	88

## Inhaltsverzeichnis

---

Abb. 53. Keimung der Sclerotien und Apothecienbildung im Feld (ohne Behandlung von <i>Coniothyrium minitans</i> ) (l: 2002, r: 2003) .....	88
Abb. 54: Erträge des Rapsfungizidversuchs 1999/2000 (unbehandelte Kontrolle Variante 14) .....	94
Abb. 55 Erträge des Rapsfungizidversuchs 2000/2001 am Versuchsgut Merklingsen Uni-GH Paderborn (91% Trockengewicht), n=4 .....	96
Abb. 56: Ergebnisse der Feldbonituren auf Weißstängeligkeit zum Zeitpunkt der Schotenbildung (BBCH 67-69) nach Inokulation mit Zahnstochern im BBCH 65 .....	98
Abb. 57 Unterschiede in der Stängelstabilität zwischen der Kontrolle (links und vorne) mit stärker Lagerneigung und Cantus-Behandlung (rechts und hinten) (vital) vor der Ernte .....	100
Abb. 58 Unterschiede in der Stängelstabilität zwischen der Kontrolle (l) und Behandlung mit Cantus mit vorwiegend grünen Stopplern (v) vor der Ernte .....	100
Abb. 59 Unterschied der Stoppelfarbe und des Krankheitsbefalls durch <i>Phoma</i> (grau), <i>Verticillium</i> (grau oder dunkel) und <i>Sclerotinia</i> (weiß) zwischen der Kontrolle (l) und Behandlung (r) .....	100
Abb. 60 Erträge des Raps-Fungizidversuchs 2001/2002 am Versuchsgut Merklingsen (91% Trockengewicht), n=4 .....	103
Abb. 61: Befall mit Weißstängeligkeit ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ) zum Ende der Blüte BBCH 68-71 in 2003; GD5%=14,2 wie dargestellt (Originalwerte Tab. 63, Anhang 8.5) .....	104
Abb. 62: Befall mit Weißstängeligkeit ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ) vor Ernte BBCH 92-97 (14.-15.07.03); GD5%=14,0 wie dargestellt (Originalwerte Tab. 64, Anhang 8.5) .....	105
Abb. 63: Ertrag des Feldversuchs 2002/03 umgerechnet auf 91% Restfeuchte (Ernte 16.07.03) mit GD5% <sub>über alles</sub> =2,6 wie dargestellt (Tab. 65) .....	105
Abb. 64: Ertrag des Feldversuch 2002/03 umgerechnet auf 91% Restfeuchte (Ernte 16.07.03) mit GD5% <sub>Fungizide</sub> =0,9 wie dargestellt (Tab. 65 Anhang 8.5) .....	106
Abb. 65: Weißstängeligkeit ( <i>S. sclerotiorum</i> ) (Weiße Stopplern) an Rapsstopplern nach Ernte (BBCH 92-99) (16.-17.07.03) mit GD5% = 6,1 wie dargestellt (Tab. 66, Anhang 8.5).....	107
Abb. 66: Schematisiertes Gel des Primers ABA 03. Aufgetragen sind die Positionen der einzelnen Banden in den dazugehörigen Bins. ....	149
Abb. 67: Schematisiertes Gel des Primers ABA 04. Aufgetragen sind die Positionen der einzelnen Banden in den dazugehörigen Bins. ....	150
Abb. 68: Schematisiertes Gel des Primers ABA 07. Aufgetragen sind die Positionen der einzelnen Banden in den dazugehörigen Bins. ....	151
Abb. 69: Schematisiertes Gel des Primers ABA 09. Aufgetragen sind die Positionen der einzelnen Banden in den dazugehörigen Bins. ....	152
Abb. 70: Schematisiertes Gel des Primers ABA 11. Aufgetragen sind die Positionen der einzelnen Banden in den dazugehörigen Bins. ....	153
Abb. 71: Schematisiertes Gel des Primers ABA 17. Aufgetragen sind die Positionen der einzelnen Banden in den dazugehörigen Bins. ....	154
Abb. 72: Schematisiertes Gel des Primers ABA 18. Aufgetragen sind die Positionen der einzelnen Banden in den dazugehörigen Bins. ....	155
Abb. 73. Niederschlag-, Temperatur- und relativ Luftfeuchtigkeitverlauf 2000.....	162
Abb. 74. Niederschlag-, Temperatur- und relativ Luftfeuchtigkeitverlauf 2001.....	162
Abb. 75. Niederschlag-, Temperatur- und relativ Luftfeuchtigkeitverlauf 2002.....	163
Abb. 76. Niederschlag-, Temperatur- und relativ Luftfeuchtigkeitverlauf 2003.....	163