



***Echinacea pallida* var. *angustifolia*:**

Untersuchungen zu mikrobiellen Schadensursachen sowie zum Einfluss von Pflanzenstärkungsmitteln auf den Ertrag

A. Serrl¹, A. Kortekamp², H. Buchenauer³, ¹Universität Rostock, Institut für Landnutzung, 18051 Rostock; ²Universität Hohenheim, Institut für Sonderkulturen und Produktionsphysiologie, 70593 Stuttgart; ³Universität Hohenheim, Institut für Phytomedizin, 70593 Stuttgart.

1. Einleitung



Abbildung 1:
Echinacea angustifolia
mit charakteristisch
konisch nach oben
gewölbtem Blütenboden.

Aufgrund ihrer immunstimulierenden, antibakteriellen und antiviralen Eigenschaften finden aus der Gattung *Echinacea* hauptsächlich drei Arten – *E. pallida* (NUTT.) NUTT. var. *angustifolia* (DC.) CRONQ. (Schmalblättriger Sonnenhut), *E. pallida* (NUTT.) var. *pallida* CRONQ. (Blassblütiger Sonnenhut) und *E. purpurea* (L.) MOENCH (Purpur Sonnenhut) – besondere Beachtung. Bis zur Überarbeitung der Gattung *Echinacea* durch BINNS et al. (2002) war für den Schmalblättrigen Sonnenhut, der Gegenstand der hier präsentierten Arbeit ist, die Bezeichnung *Echinacea angustifolia* DC. var. *angustifolia* gebräuchlich (MCGREGOR, 1968). In Anlehnung an McGregor soll *E. pallida* var. *angustifolia* in der vorliegenden Kurzfassung der Diplomarbeit, die in Kooperation mit der Weleda AG entstand, künftig als *E. angustifolia* angesprochen werden. Bislang wurde *E. angustifolia* im

betriebseigenen Heilpflanzengarten nicht in ausreichenden Mengen produziert und der jährliche Bedarf durch einen ökologisch wirtschaftenden Vertragsanbauer gedeckt. Der Anbau des Schmalblättrigen Sonnenhuts erwies sich bislang als äußerst problematisch, da zahlreiche Krankheiten oder physiologische Schäden auftraten, wodurch das Wachstum der Pflanzen stark verzögert oder sogar Totalausfälle in der Jungpflanzenanzucht zu verzeichnen waren. Da mikrobielle Schaderreger häufig für solche Schäden verantwortlich sind, sollten bei der Bearbeitung dieser Diplomarbeit, neben pflanzenbaulichen Ursachen auch phytopathogene Erreger als Verursacher in Betracht gezogen werden. Schließlich wurde untersucht, ob Widerstandskraft und Gesundheit der Pflanzen erhöht werden können. Dazu wurden verschiedene vorbeugend wirkende Pflanzenstärkungsmittel bzw. Saatgutbehandlungen getestet.

2. Material und Methoden

2.1 Isolierung von Mikroorganismen aus Pflanzenmaterial

Zunächst wurden von oberflächendesinfizierten Pflanzenteilen und Samen Mikroorganismen isoliert und auf verschiedenen Nährmedien kultiviert. Anschließend wurden diese Organismen anhand physiologischer Tests, mittels Sequenzierung



oder morphologischer Besonderheiten näher charakterisiert. Zur Überprüfung der Phytopathogenität der Bakterien- und Pilzisolat wurden *Echinacea*- sowie Tabak-Pflanzen und Sonnenblumen mit den isolierten Mikroorganismen inokuliert und eventuell auftretende Schadsymptome bonitiert.

2.2 Einsatz von Pflanzenstärkungsmitteln und Saatgutbehandlungen

Um zu testen, ob die Widerstandsfähigkeit der Pflanzen gegenüber schädlichen Einflüssen verbessert werden kann, wurden vier Stärkungsmittel geprüft. Darüber hinaus wurden verschiedene Saatgutbehandlungen getestet. Zur Überprüfung der Pflanzenverträglichkeit erfolgte zunächst ein Vorversuch mit 5 Pflanzen. Auf Basis dieser Ergebnisse wurden die Varianten für den Hauptversuch geplant und jeweils 12 Pflanzen verwendet. Die genauen Angaben zur Anwendung der Präparate und Beizen im Hauptversuch sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

Tabelle 1: Übersicht über die im Hauptversuch verwendeten Pflanzenstärkungs- bzw. Pflanzenhilfsmittel* (Nr. 1-7) und Saatgutbehandlungen (Nr. 8-11)

Präparat- Name, Bezeichnung der Behandlung	Präparate-Typ	Anwendungs-Art	Hersteller	Konzentration. Organismendichte (cfu), Temperatur (°C)	Aufwand-menge	Anwendungs-zeitpunkt
1. FZB24®WG	Pflanzenstärkungsmittel	Beiz- und Giessbrühe	FZB Biotechnik GmbH	0,2 g / l	2 l / m ²	1 zur Aussaat 2 nach dem Pikieren 3 nach Endtopfpflanzung 4 alle 4- 6 Wochen
2. Myco-Sin	Pflanzenstärkungsmittel	Spritzbrühe	Dr. Schaette AG	1 %ig (w/v)	15 ml /Pflanze	1. nach dem Pikieren 2. alle sechs Wochen
3. PRORADIX®	Pflanzenstärkungsmittel	Saatgutbehandlung	SOURCON-PADENA GmbH&Co KG	1 x 10 ¹¹ cfu / kg Saatgut	Beizung durch den Hersteller	Behandlung der Samen vor Aussaat
4. PRORADIX®	Pflanzenstärkungsmittel	Beiz- und Angiessbehandlung	SOURCON-PADENA GmbH&Co KG	5 x 10 ¹² cfu / l	2 l / m ²	1.zur Aussaat 2. nach dem Pikieren 3. alle vier Wochen
5. Tillecur	Pflanzenstärkungsmittel	Saatgutbehandlung	Dr. Schaette AG	22 %ig (w/v)	60 µl / 1 g Samen	Behandlung der Samen vor Aussaat
6. SPS-mikrob*	Pflanzenhilfsmittel	Beiz- und Spritzbrühe	Dr. Schaette AG	2 %ig (v/v)	15 ml /Pflanze	1. zur Aussaat 2. zweiTage später 3. nach dem Pikieren 4. zwei tage später 5. alle vier Wochen
7. Myco-Sin + SPSmikrob*	Pflanzenhilfs- und stärkungsmittel	Beiz- und Spritzbrühe	Dr. Schaette AG	1 %ig (w/v) 2 %ig (v/v)	15 ml / Pflanze	1. zur Aussaat 2. zweiTage später 3. nach dem Pikieren 4. zwei tage später 5. alle vier Wochen
8. Arena C®	chemische Beizung	Saatgutbeizung	Bayer Ag	0,2 %ig (v/v)	20 µl / 1 g Samen	Behandlung der Samen vor Aussaat
9. Warmwasserbehandlung	-	Saatgutbehandlung		45 °C	-	Behandlung der Samen vor Aussaat
10.Kompostbeizung	-	Saatgutbehandlung		2,3 x 10 ⁵ cfu / ml	-	Behandlung der Samen vor Aussaat
11. Beizung mit Melasse/Vinasse	-	Saatgutbehandlung		0,2 %ig (v/v)	-	Behandlung der Samen vor Aussaat



2.3 Verwendete Pikiersubstrate

Um den Einfluss des Substrats auf das Wachstum und die Entwicklung der *Echinacea*- Pflanzen zu untersuchen, wurden zwei Pikiersubstrate verwendet. Ein Pikiersubstrat wurde von der Weleda AG zur Verfügung gestellt und als „Weleda-Substrat“ bezeichnet. Die Mischung des zweiten Pikiersubstrates wurde selbst vorgenommen und soll im Folgenden als „Substrat-Mischung“ bezeichnet werden. Die Zusammensetzung beider Substrate wurde an der Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie an der Universität Hohenheim analysiert.

2.4 Ernte der Versuchspflanzen und Bestimmung der Trockenmasse

Zur Ermittlung der Biomasse wurde nach 144 Vegetationstagen die Trockenmasse (TM) der Pflanzen ermittelt. Dazu wurden die Pflanzenteile in einem Trockenschrank bei 85-90 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und die TM bestimmt.

2.5 Statistische Auswertung

Die Auswertung der mittleren TM-Erträge erfolgte nach Wurzeltransformation durch Varianzanalyse. Die Mittelwertunterschiede wurden mit einem multiplen t-Test geprüft, die Auswertung erfolgte mittels SAS® (Version 8e).

3. Ergebnisse

3.1 Identifikation der Bakterien- und Pilzisolat

Aus der folgenden Tabelle 2 ist ein Teil der Ergebnisse der Bakterien- und Pilzidentifikation zu entnehmen. Die Bestimmung der Bakterien erfolgte u. a. mit dem sogenannten BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) der NCBI Datenbank. Die pilzlichen Organismen wurden anhand ihrer morphologischen Merkmale identifiziert.

Tabelle 2: Ausgewählte Ergebnisse der Identifikation der von den *Echinacea*-Pflanzen und – Samen isolierten Bakterien und Pilze

Bakterienisolat	1. Ergebnis BLAST/Art	Pilzisolat	Art
B1	<i>Enterobacter cloacea</i>	P1	<i>Sclerotinia minor</i> *
B2	<i>Ochrobacter anthropi</i>	P2	<i>Dendryphiella infuscans</i>
B3	<i>Enterobacter cloacea</i>	P3	<i>Mariannaea elegans</i>
B4	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	P4	<i>Acremonium alternatum</i> *
B5	<i>Bacillus megaterium</i>	P5	<i>Fusarium proliferatum</i> var. <i>proliferatum</i> *
B6	<i>Leclercia adecarboxylata</i>	P6	<i>Cadosporium herbarum</i> *
B7	<i>Teichococcus ludipueritae</i>	P7	<i>Aphanocladium album</i> *
B8	<i>Leahibacter adecarboxylata</i>	P8	<i>Fusarium poae</i> *
B9	<i>Pantoea agglomerans</i> *	P9	<i>Endrophragmiella cambrensis</i> *
B10	<i>Pseudomonas saccharophila</i>	P10	<i>Alternaria dianthi</i> *
B11	<i>Enterobacter cloacea</i>	P11	<i>Ulocladium chartarum</i>
		P12	<i>Alternaria petroselini</i> *
		P13	<i>Fusarium sacchari</i> var. <i>sacchari</i> *
		P14	<i>Fusarium oxysporum</i> var. <i>oxysporum</i>
		P15	<i>Fusarium ventricosum</i>
		P16	<i>Fusarium tabacinum</i> *
		P17	<i>Trichoderma harzianum</i>



Zudem wurden physiologische und biochemische Eigenschaften der Bakterien bestimmt. Zur Bestimmung dieser Merkmale wurden u. a. zwei standardisierte Testsysteme (BBL®Crystal™-ID-System und API20NE®) verwendet. Von den in Tabelle 2 aufgeführten 11 Bakterienisolaten konnten 5 Stämme eindeutig identifiziert werden (fett hervorgehoben), von denen ein Stamm potenziell phytopathogen* ist. Alle isolierten Pilze konnten anhand morphologischer Besonderheiten identifiziert und 11 davon als phytopathogen* angesehen werden. Die an den *Echinacea*-Pflanzen sowie an Tabak und Sonnenblume durchgeführten Infektionsversuche ergaben keine eindeutigen Krankheitssymptome. Beispiele für typische Ergebnisse aus diesen Infektionsversuchen sind in Abbildung 2 zu sehen. Die hier gezeigten *Echinacea angustifolia*-Pflanzen wurden mit unterschiedlichen Bakterienisolaten inokuliert. Eine Pathogenität der Bakterien- und Pilzstämme war an keiner der verwendeten Testpflanzen zweifelsfrei nachzuweisen.

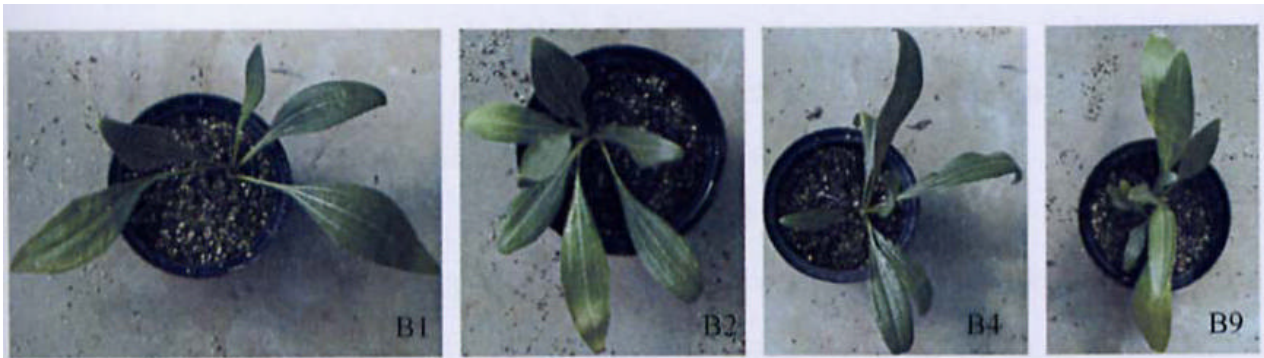


Abbildung 2: *Echinacea*-Pflanzen vier Wochen nach Durchführung der Infektionsversuche mit Bakteriensuspensionen der Isolate B1, B2, B4 und B9.

3.2 Einfluss der Pflanzenstärkungsmittel und Saatgutbehandlungen

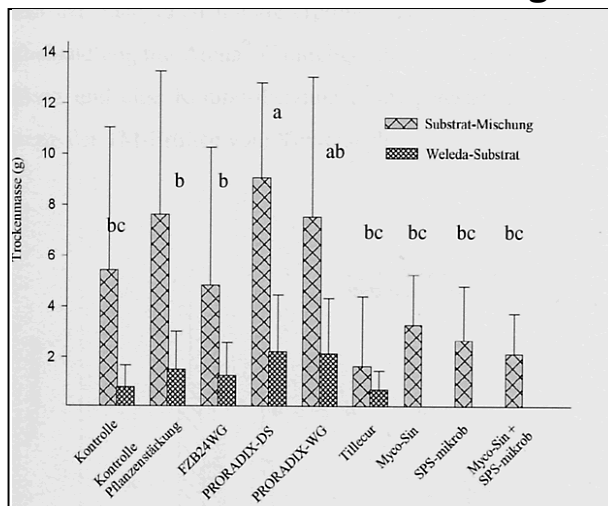


Abbildung 3: Varianten der Pflanzenstärkung aus dem Hauptversuch. Behandlungen mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant voneinander verschieden ($\alpha = 0,05$)

In der folgenden Abbildung 3 werden die Ergebnisse der Pflanzenstärkungsvarianten des Hauptversuchs gezeigt. Dargestellt sind die Mittelwerte der Trockenmasseerträge. Bei der „Kontrolle Pflanzenstärkung“ wurden die Pflanzen mit Wasser besprüht. Wie deutlich aus der Abbildung 3 zu entnehmen ist, unterschied sich ausschließlich die Behandlung mit PRORADIX®-DS signifikant von den Kontrollen. Folglich wurden nur bei dieser Variante deutlich höhere mittlere Trockenmasseerträge geerntet. Es geht aus der Abbildung ferner hervor, dass durch das alleinige Abbrausen der Pflanzen mit Wasser vergleichbare oder höhere Erträge erzielt wurden, als z. B. durch Anwendung von FZB24®WG oder PRORADIX®-WG



erlangt werden konnte. Ebenso deutlich wird jedoch auch, wie stark die erzielbaren Erträge von dem verwendeten Substrat abhängen. Bei den Varianten Myco-Sin, SPS-mikrob oder Myco-Sin + SPSmikrob wurden z. B. keine Pflanzen aus dem Weleda-Substrat geerntet. In der folgenden Abbildung 4 sind die Ergebnisse der Saatgutbehandlung des Hauptversuchs dargestellt.

Aus Abbildung 4 wird ersichtlich, dass bis auf die Positivkontrolle, in Form der

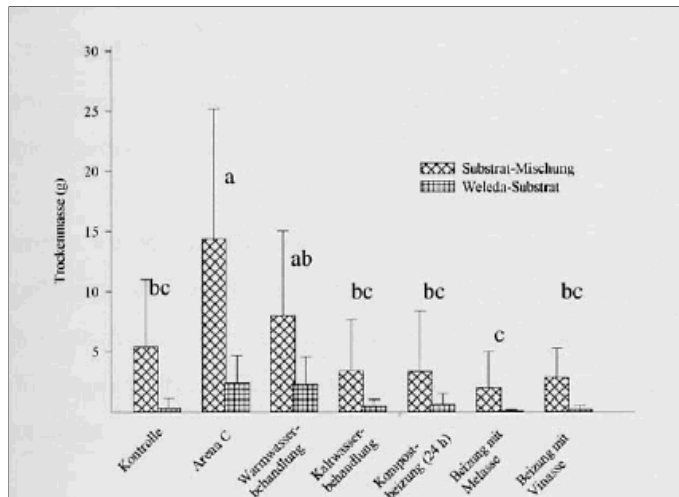


Abbildung 4: Varianten der Saatgutbehandlung aus dem Hauptversuch. Behandlungen mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant voneinander verschieden ($\alpha = 0,05$).

chemischen Beizung mit Arena C®, bei keiner Saatgutbehandlung, ein im Vergleich zur Negativkontrolle, signifikant höherer Ertrag geerntet wurde. Somit war keine der getesteten Varianten der Saatgutbehandlung in der Lage, eine im Vergleich zur Kontrolle signifikante Ertragssteigerung zu bewirken. Wie bereits bei den Varianten der Pflanzenstärkung ist auffällig, dass das verwendete Substrat ebenfalls einen Einfluss auf die Erntemenge hatte. Durch Varianzanalyse (F-Test) wurde nachgewiesen, dass die Unterschiede der Erntemengen zwischen beiden Substraten, in beiden Versuchen, signifikant waren. Eine Interaktion zwischen Substrat

und Behandlung war statistisch jedoch nicht feststellbar.

4. Diskussion

Von den 11 isolierten Bakterien konnten 5 Stämme eindeutig identifiziert werden, da zusätzlich zur molekularbiologischen Charakterisierung physiologische und biochemische Merkmale untersucht wurden. Zudem konnten alle 17 Pilzisolat anhand ihrer Morphologie identifiziert werden. Durch die Infektionsversuche konnte nicht geklärt werden, ob und welche Pathogene für den Befall an den *Echinacea*-Pflanzen verantwortlich waren. Ursachen hierfür sind u. a. in den Gewächshausbedingungen zu sehen, die für erfolgreiche Infektionen suboptimal waren. Zudem gibt es zahlreiche Mikroorganismen, die sich auf Nährmedien nicht kultivieren lassen und somit für Charakterisierungen und Pathogenitätstests nicht vorliegen. Im nächsten Schritt wurde daher geklärt mit welchen Pflanzenstärkungspräparaten oder Saatgutbehandlungen die Widerstandsfähigkeit der *Echinacea*-Pflanzen erhöht werden kann, um signifikant höhere Erträge erzielen zu können.

Eine Wechselwirkung von Behandlung und Substrat war statistisch nicht nachweisbar. Die Überlebensrate der pikierten *Echinacea*-Pflanzen war jedoch lt. Chi-Quadrat-Test bzw. dem exakten Test von Fisher, eindeutig von dem verwendeten Substrat abhängig. Hier nicht veröffentlichte Untersuchungsergebnisse der Landesanstalt für Landwirtschaftliche Chemie an der Universität Hohenheim er-



gaben im Weleda-Substrat doppelt so hohe Kaliumgehalte wie in der Substrat- Mischung. Aus der Literatur ist zu entnehmen (DACHLER und PELZMANN, 1989), dass *E. angustifolia* zu den stark salzempfindlichen Pflanzen zählt. Das vermehrte Absterben der pikierten Jungpflanzen im Weleda-Substrat war somit vermutlich auf den stark erhöhten Kaliumgehalt zurückzuführen.

Den geringsten Einfluss auf eine zufrieden stellende Erntemenge hat den hier dargestellten Ergebnissen zufolge die Behandlung der Pflanzen mit Stärkungsmitteln bzw. des Saatguts mit unterschiedlichen Beizungen. Wie sich zeigte, waren sogar einige Pflanzenstärkungsmittel nicht pflanzenverträglich bzw. zeigten keine Effekte, so dass niedrigere Erträge erzielt wurden, als durch das Abbrausen der Pflanzen mit Wasser. Die Ergebnisse des Vorversuchs, hinsichtlich Pflanzenverträglichkeit, bestätigten sich im Hauptversuch. Folglich muss für optimale Erträge die Pflanzenverträglichkeit getestet werden, bevor eine großflächige Behandlung erfolgt. Im Hauptversuch zeigte bei den Saatgutbehandlungen die Positivkontrolle, in Form der chemischen Saatgutbeizung mit Arena C®, deren Anwendung bei der Weleda AG nicht zugelassen ist, die besten Ergebnisse. Da die für die Weleda AG zugelassenen Saatgutbehandlungen jedoch nicht den gewünschten Effekt hatten, ist es für eine optimale Ernte unerlässlich, gesundes Saatgut mit einer hohen Keim- und Lebensfähigkeit zur Verfügung zu haben. Wie Tetrazolium-Untersuchungen am Saatgut zeigten (Ergebnisse nicht dargestellt), können einzelne Saatgutpartien bis zu 100 % aus nicht lebensfähigen Samen bestehen. Die für die Versuche verwendete Saatgutpartie wies einen Anteil an lebensfähigen Samen von 79 % auf. Der Test auf Lebensfähigkeit lässt jedoch keine Rückschlüsse auf die Gesundheit der Samen zu. Neben der Saatgutbeizung mit Arena C® erwies sich die Warmwasserbehandlung als ein geeignetes Mittel, um den Ertrag zu erhöhen. Da diese Methode einfach und effektiv ist, wurde diese Behandlung bereits in der Praxis bei der Weleda AG getestet und zufrieden stellende Ergebnisse erzielt.

Zusammenfassung

Ziel dieser Diplomarbeit war die Ermittlung derjenigen Schadursachen, die bei der Pflanzenanzucht an *Echinacea*-Pflanzen auftraten. Dazu wurden Mikroorganismen von oberflächendesinfizierten Pflanzenteilen sowie Samen isoliert und kultiviert. Insgesamt konnten 11 Bakterien- und 17 Pilzstämme auf Nährmedien kultiviert werden. Anhand physiologischer, morphologischer bzw. sequenzanalytischer Untersuchungen wurden diese Mikroorganismen näher charakterisiert. Von den kultivierbaren Mikroorganismen wurden 5 Bakterien und alle 17 Pilze eindeutig identifiziert.

Welche dieser Organismen die Krankheitssymptome verursachten, konnte durch Infektionsversuche nicht eindeutig geklärt werden. Ferner wurde untersucht, ob und durch welche Pflanzenstärkungsmittel bzw. Saatgutbehandlungen der Ertrag von *Echinacea angustifolia* signifikant erhöht werden kann. Durch den Einsatz des Pflanzenstärkungsmittels PRORADIX®-DS und Saatgutbeizung mit Arena C® (Positivkontrolle) konnten im Hauptversuch signifikant höhere Trockenmasseerträge, im Vergleich zur Kontrolle, erzielt werden.

Es konnte gezeigt werden, dass:

- die Widerstandsfähigkeit von *E. angustifolia* durch kommerzielle Präparate nur unzureichend gefördert wird und auch durch eine kostengünstige Warmwasserbe-



handlung der Samen ebenso zufrieden stellende Ergebnisse erzielt werden können.

- es für eine optimale Jungpflanzenanzucht bei der Weleda AG unerlässlich ist, ausreichend lebensfähiges und gesundes Saatgut von *Echinacea angustifolia* zur Verfügung zu haben.
- die Zusammensetzung der verwendeten Pikiersubstrate durch die Salzeempfindlichkeit der *Echinacea*-Pflanzen für eine optimale Jungpflanzenanzucht von entscheidender Bedeutung ist.

Literatur

Binns, S. E.; Baum, B. R.; Arnason, J. T. (2002) A taxonomic reversion of *Echinacea* (Asteraceae: Heliantheae), *Sys. Bot.* **27** (3): 610-632.

Dachler, M.; Pelzmann, H. (1989) Heil- und Gewürzpflanzen, Anbau – Ernte – Aufbereitung, Österreichischer Agrarverlag, Wien.

McGregor, R. L. (1968) The taxonomy of the genus *Echinaceae* (Compositae), *The University of Kansas Science Bulletin*, **XLVIII**: 113-142.

Serr, A. (2003) *Echinacea pallida* var. *angustifolia*: Untersuchungen zu mikrobiellen Schadursachen sowie zum Einfluss von Pflanzenstärkungsmitteln auf den Ertrag, Diplomarbeit, unveröffentlicht.