

Possible solutions for replant problems caused by soil-borne pathogens in organic strawberry production

Lösungsansätze für Nachbauprobleme durch bodenbürtige Pathogene im biologischen Erdbeeranbau

A. Spornberger¹, R. Steffek², K. Stich³, K. Jezik¹, J. Scheiblaue¹, J. Altenburger², H. Halbwirth³, C. Gosch³

Abstract

Soil-borne pathogens, above all *Verticillium sp.* cause plant losses and yield decreases in many Austrian strawberry fields, also in organic farming systems; in a research project possibilities to resolve this problem were examined. In a field trial, which was started 1998, organically managed and differently fertilized plots (green compost, manure, hornchips) were compared to an unfertilised control plot and to two mineral fertilized and conventionally treated plots; the differences in field characteristics of strawberries in 2004 and 2005 were low, but differences in storage and biochemical characteristics could be seen in 2005. Some new cultivars tested as alternative to the very sensitive 'Elsanta' planted in 2005 on several farms showed a higher tolerance to diseases and good yield and fruit quality characteristics. *Brassica sp.* planted as an intercrop before strawberries reduced the amount of microsclerotia of *Verticillium dahliae* in highly infested soils, nevertheless the system has to be optimised and adapted to our climatic and husbandry conditions in further trials.

Keywords: strawberry, *Verticillium dahliae*, soil-borne pathogens, variety testing

Einleitung

Aufgrund der Selbstunverträglichkeit der Erdbeere sind in vielen traditionellen Erdbeeranbaugebieten Österreichs, auch im biologischen Anbau, Bodenmüdigkeit und Nachbauprobleme zu beobachten, u. a. verursacht durch eine Akkumulation bodenbürtiger Schaderreger (*Verticillium sp.*, *Phytophthora sp.*, etc.). Darüber hinaus ist im Biolandbau die Graufäule (*Botrytis cinerea*) aufgrund fehlender Bekämpfungsmöglichkeiten ein großes Problem. 2005 wurde ein Forschungsprojekt über Lösungsansätze für Nachbauprobleme im Erdbeeranbau durch bodenbürtige Pathogene mit den Schwerpunkten Prüfung von Alternativen zur hochanfälligen Sorte Elsanta, der Wirksamkeit pflanzenbaulicher Maßnahmen zur Reduktion des Pilzinokulums im Boden und des Einflusses des Produktionssystems auf die Erdbeere durchgeführt.

Materia und Methoden

12 Erdbeersorten und die Vergleichssorte Elsanta wurden auf insgesamt 11 (5 davon biologisch bewirtschafteten) Standorten auf Praxisbetrieben, verteilt auf die wichtigsten Produktionsgebiete Österreichs, ausgepflanzt und auf ihre Anfälligkeit gegenüber *Verticillium* und andere bodenbürtige Krankheiten sowie auf Wuchs-, Ertrags- und Qualitätsparameter untersucht. Die Versuchsanlage erfolgte auf 3 Betrieben als Exaktversuch mit 3 bzw. 4 Wiederholungen (a 5-16 Pflanzen) und an den restlichen Betrieben als Tastversuch mit 1 Wiederholung (a 20 – 40 Pflanzen). In einer biologisch bewirtschafteten Anlage wurden 2005 auch Ertrags- und Fruchtqualitätsparameter untersucht.

¹University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Department of Applied Plant Sciences and Plant Biotechnology, Institute of Horticulture and Viticulture, A-1180 Vienna/Austria, Gregor-Mendel-Straße 33, e-mail: andreas.spornberger@boku.ac.at

²Austrian Agency for Health and Food Safety, Institute for Plant Health, Department Fruit Production and Viticulture, A-1226 Wien, Spargelfeldstraße 191, e-mail: robert.steffek@ages.at

³Technische Universität Wien; Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, e-mail: kstich@mail.zserv.tuwien.ac.at

Auf 3 Betrieben mit einem hohen Verseuchungsgrad von *Verticillium dahliae* wurden Tastversuche zur Prüfung der Wirkung verschiedene glucosinolathaltige Senf-, Rübsen- und Rapssorten als Zwischenfrucht zur biologischen Bodenentseuchung angelegt. Die Anlage der Versuche erfolgte in Großblöcken ohne Wiederholung (OÖ, NÖ) bzw. mit zwei Wiederholungen (Bgld) (Länge 10-15m, Breite 2,5-3m). Zur Blüte wurde die Zwischenfrucht mit Mähwerk oder Häcksler umgebrochen und danach in den Boden - betriebsüblich mit Fräse oder Grubber - eingearbeitet. Die Wirksamkeit der Methode wurde mittels eines in Polypropylensäckchen (Maschenweite 20µm) eingeschweißten Standardinokolums von *Verticillium dahliae* überprüft, das unmittelbar nach dem Umbruch in 4 facher Wiederholung in 10cm Tiefe vergraben wurde. 2 Wochen danach wurden die Säckchen entnommen und die Zahl der überlebenden Mikrosklerotien mittels Nassiebung und Anzucht auf semiselektivem Nährmedium ermittelt (Harris *et. al.*, 1996). An zwei Betrieben (NÖ, OÖ) wurden danach Grünpflanzen ('Elsanta') gesetzt; die Entwicklung der Erdbeeren nach der Pflanzung wurde ebenso bonitiert wie die Unkrautentwicklung im Spätsommer (Standort NÖ).

Der Einfluss unterschiedlicher Düngungs- und Pflegemaßnahmen auf die Erdbeerkultur (Sorte Elsanta, Pflanzung im Frühjahr 2003 mit Frigopflanzen) wurde auf einer Versuchsfläche (Blockanlage mit 4 Wiederholungen) des Instituts für Garten-, Obst- und Weinbau untersucht, mit 6 seit 1998 unterschiedlich bewirtschafteten Varianten (Grünschnittkompost, verrotteter Pferdemist, Hornspäne, Mineraldünger mit und ohne Herbizidanwendung und im Vergleich eine ungedüngte Kontrolle). In den organisch gedüngten Parzellen und in der Kontrolle wurden keine Pflanzenschutzbehandlungen durchgeführt. Die Bodenuntersuchungen auf den Gehalt an Mikrosklerotien von *Verticillium dahliae* pro Gramm Boden zeigten eine hohe Belastung der davor gemüsebaulich genutzten Flächen. Untersucht wurden Ertrag, Krankheiten, Fruchtqualität zur Ernte und nach Lagerung bei 2 °C und biochemische Parameter. Die Bestimmung der Aktivitäten der Flavonoidenzyme erfolgte wie in Halbwirth *et al.* (in press) beschrieben.

Tabelle 1: Darstellung der Versuchsvarianten

Variante (kurz)	Düngung*	Pflanzenschutz
Null	-	-
Konv	mineral. Handelsdünger	konventionell**
Konv+Herb	mineral. Handelsdünger	konventionell** + Herbizid***
Kompost	verrotteter Grünschnittkompost	-
org.Handelsd.	Hornspäne	-
Stallmist	verrotteter Pferdemistkompost	-

*= jährlich parzellenweise auf N-Entzug nach vorheriger Bodenuntersuchung
 **= Gießbehandlungen mit Aliette am 27.6.03, 3.10.03 und 21.4.03
 Spritzungen mit Score am 16.9.05, Switch am 8.5.04 und Euparen am 17.5.04
 ***= Spritzung mit Goltix 700SC am 1.7.03

Ergebnisse und Diskussion

Prüfung von Alternativen zum Anbau der hochanfälligen Hauptsorte Elsanta

Nach den im Pflanzjahr gewonnenen Erfahrungen zeigten sich einige der geprüften Sorten als wesentlich robuster gegenüber bodenbürtigen Krankheiten als Elsanta (Abbildung 1) und wiesen auch gute Ertrags- und Fruchteigenschaften auf. Die in diesem Jahr erhaltenen Ergebnisse müssen in weiteren Beobachtungsjahren bestätigt und mit weiteren Daten vor allem zu den Ertrags- und Qualitätsparametern der Sorten ergänzt werden.

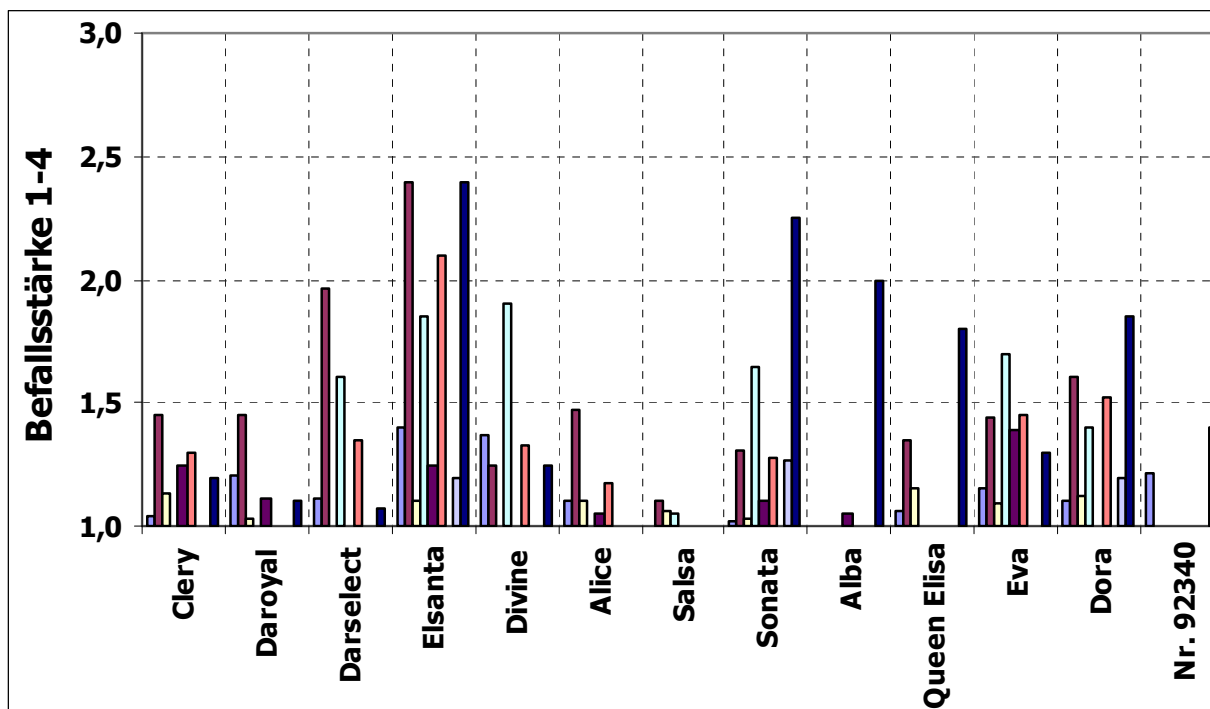


Abbildung 1: Befallsstärke (*Verticillium dahliae*) der verschiedenen Prüfsorten im Sommer 2005 (Boniturschema: 1=Pflanze gesund, 4=Pflanze abgestorben)

Wirksamkeit pflanzenbaulicher Maßnahmen zur Reduktion des Pilzinokulums im Boden

Je nach Standort und *Brassica*-Art belief sich die Reduktion des Inokulums auf bis zu 30%. Die Maßnahme hatte eine stark unkrautunterdrückende Wirkung. Das Keimen von Vogelmiere (*Stellaria medea*), Hirtentäschel (*Capsella bursa*) und Taubnessel (*Lamium amplexicante*) wurde in den Parzellen, in denen die Zwischenfrucht eingearbeitet wurde, völlig unterdrückt. Die 14-tägige Zeitspanne zwischen Einfräsen und Pflanzung der Erdbeeren war ausreichend lange und führte zu keinen phytotoxischen Reaktionen an den Pflanzen (Tabelle 2).

Da die zur Durchführung notwendigen Geräte (Sämaschine, Schlägelhäcksler, Fräse) in Erdbeerbetrieben meist vorhanden sind und der Arbeitsaufwand relativ gering ist, wurde die Methode von den Betriebsleitern als einfach und praktikabel angesehen. Die Methode könnte einen neuen, einfachen Weg zur Sanierung von Flächen die von bodenbürtigen Schaderregern befallen sind darstellen was auch die im Versuch gezeigte Wirkung gegen Unkrautsamen zeigt. Die erzielte Reduktion von *Verticillium dahliae* im Boden ist jedoch noch zu gering, um einen sicheren Erdbeeranbau auf belasteten Böden zu ermöglichen. Anstrengungen zur Optimierung der Methode sind notwendig. Folgende Prozessschritte beeinflussen die Wirksamkeit und sollten in Exaktversuchen überprüft und optimiert werden: die Intensität des Aufschlusses des Pflanzenmaterials und die Art der Einarbeitung in den Boden, die Rückverdichtung des Bodens nach dem Einarbeiten als Alternative zur Abdeckung, die Temperatur und Wassersättigung des Bodens und der N-Einfluss auf die Wirksamkeit.

Tabelle 2: Entwicklung der Brassica Zwischenfrucht, Wirkung auf *Verticillium dahliae* und Unkrautsamen, sowie phytoxische Reaktion der Erdbeeren

Betrieb	Variante	Brassica	<i>Verticillium dahliae</i>			Erdbeeren		Bodendeckung, Unkräuter					
		Höhe des Bestands zur Blüte	Mikrosklerotien	Reduktion	Duncan	normal entwickelte Pflanzen	Duncan	<i>Stellaria medea</i>	<i>Capsella bursa</i>	<i>Lamium amplexicante</i>			
		cm	pro g Boden	%	0,05	%	0,05	%	%	%			
NÖ1/1	ISCI 99	110	5,8	-1,8	a	88	a	0	0	0			
NÖ1/1	ISCI+Folie	110	5,9	-3,5	a	75	a	0	0	0			
NÖ1/1	Vitasso	110	4,9	14,0	a	90	a	0	0	0			
NÖ1/1	Petranova	80	5,0	12,3	a	92	a	0	0	0			
NÖ1/1	Perko	35	5,4	5,3	a	88	a	0	0	0			
NÖ1/1	Akela	30	5,6	1,8	a	88	a	0	0	0			
NÖ1/1	UK	-	5,7	-	a	91	a	80	vereinzelt	vereinzelt			
Bgl2/1	ISCI 99	80	6,0	11,2	a	keine Erdbeeren gepflanzt		keine Auswertungen					
Bgl2/1	Vitasso	140	6,1	9,5	a								
Bgl2/1	Petranova	90	6,0	10,6	a								
Bgl2/1	UK	-	6,7	-	a								
OÖ1	ISCI 99	115	5,2	-4,0	a	57	a						
OÖ1	Vitasso	100	3,5	30,0	b	54	a						
OÖ1	UK	-	5,0	-	a	60	a						

Einfluss des Produktionssystems

In allen Versuchsvarianten ohne direkte Pflanzenschutzmaßnahmen konnten vergleichbare Erträge wie in den mit Fungiziden behandelten konventionellen Varianten erzielt werden (Abbildung 2), wenngleich der *Botrytis*-Befall im Jahr 2005 in den unbehandelten (allerdings auf sehr niedrigem Niveau) signifikant höher war (Tabelle 3).

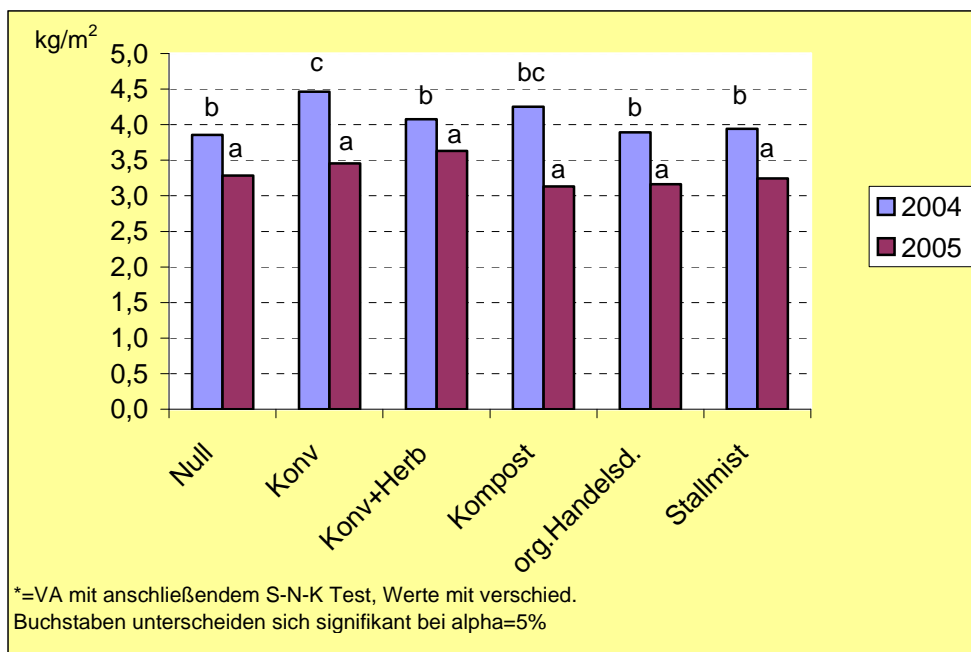


Abbildung 2: Ertrag (kg/m² gesunde Früchte) 2004 und 2005

Tabelle 3: Ursachen für Nichtvermarktbarkeit der Früchte bei der Erntebonitur 2005

Variante	vermarktbar % Früchte *	<18 % Fr. *	Botrytis % Fr. *	Colletotrichum % Fr. *	notreif (<i>Verticillium</i>) % Fr. *	Fraß % Fr. *	deformiert % Fr. *	weich % Fr. *	andere Schäden % Fr. *
Null	77,0 ab	10,4 a	0,7 b	0,01 a	7,9 a	1,6 a	0,8 ab	0,7 a	0,8 a
Konv	78,3 a	9,4 a	0,2 a	0,00 a	7,7 a	1,8 a	1,3 b	0,6 a	0,6 a
Konv+Herb	77,0 ab	10,3 a	0,3 a	0,00 a	8,1 a	1,8 a	1,2 ab	0,6 a	0,8 a
Kompost	72,6 b	12,4 a	0,7 b	0,01 a	10,0 a	1,5 a	1,2 ab	0,8 a	0,7 a
org.Handelsd.	74,1 ab	12,2 a	0,9 b	0,03 a	8,8 a	1,9 a	0,7 a	0,7 a	0,8 a
Stallmist	72,5 b	13,3 a	0,7 b	0,01 a	9,4 a	2,0 a	0,7 a	0,7 a	0,7 a

*=Varianzanalyse mit anschließendem Student-Newman-Keuls Test, Werte mit unterschiedlichen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei alpha=5%

Die ungedüngte Kontrolle wies von allen Varianten die höchsten Vitamin C-Gehalte zur Ernte, sowie die niedrigsten Gewichtverluste, die höchste Fruchtfestigkeit und die höchsten Vitamin C-Werte nach 12-tägiger Lagerung auf.

Nach der 2. Ernte wiesen die mit Fungiziden behandelten Mineraldüngervarianten einen geringeren *Verticillium*-Befall auf, die Pflanzen in den organisch bzw. mit Kompost gedüngten Flächen waren von der ungedüngten Kontrolle nicht zu unterscheiden (Abbildung 3). Die erwartete Reduktion von *Verticillium* durch eine Verbesserung der biologischen Aktivität der Böden und damit eine Sanierung *Verticillium*-belasteter Flächen konnte mit den verwendeten Komposten, wie auch mit dem organischen Handelsdünger, in diesem Versuch nicht ausreichend erfolgen.

Für die Erdbeerpflanze sind die Flavonoide von großer Bedeutung. Vor allem die Flavan 3-ole (Catechin, Epicatechin und die Proanthocyanidine) dienen als Schutz vor Krankheitserregern und vor Fraßfeinden (Feucht and Treutter, 1999). Interessanterweise hat das Produktionssystem einen deutlichen Einfluss auf den Verlauf der Enzyme der Flavonoidbiosynthese. Besonders bemerkenswert ist das Produktionssystem Handelsdünger mit Herbizidbehandlung (Abbildung 4). Hier führte die im Jahr 2004 durchgeführte Herbizidbehandlung zu einer starken Induktion der beiden Schlüsselenzyme PAL und CHS/CHI. Dieser Effekt ist im Folgejahr 2005, in der keine weitere Herbizidbehandlung erfolgte nicht mehr gegeben. Die Induktion der PAL und der CHS/CHI ist daher auf die erfolgte Herbizidbehandlung zurückzuführen und lässt die berechnete Hoffnung zu, dass auch andere Agentien, wie Pflanzenstärkungsmittel, die an der Biosynthese der Flavonoide beteiligten Enzyme induzieren können und durch die damit verbundene Akkumulation der phenolischen Inhaltsstoffe zu einer erhöhten Widerstandsfähigkeit gegen Pathogene beitragen.

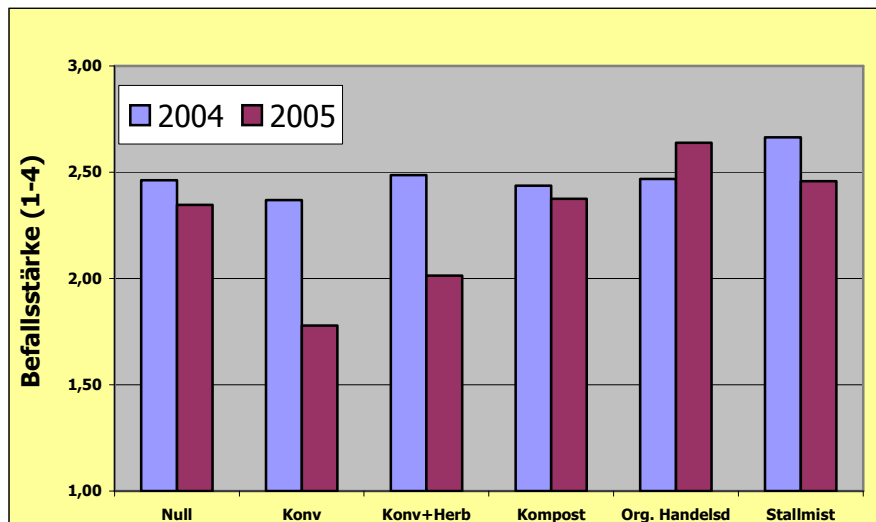


Abbildung 3: Befallsstärke durch die *Verticillium*-Welke 4-6 Wochen nach der Ernte 2004 und 2005 (Boniturschema: 1=Pflanze gesund, 4=Pflanze abgestorben)

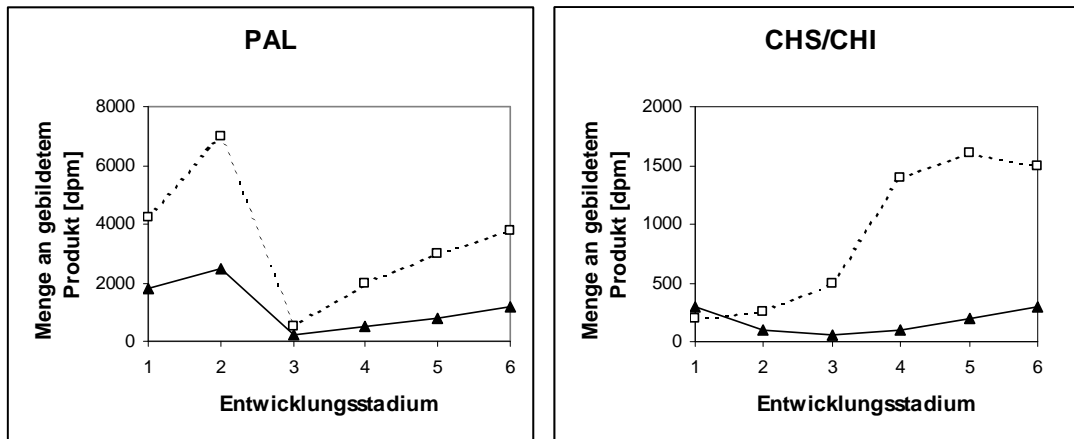


Abbildung 4: Einfluß der Herbizidbehandlung auf die Aktivitäten von zwei Schlüsselenzymen des Flavonidstoffwechsels (Dreiecke, durchgehende Linie: Handelsdünger; Vierecke, strichlierte Linie: Handelsdünger +Herbizid) .

Literatur

- Feucht, W.; Treutter, D. The role of flavan-3-ols and proanthocyanidins in plant defence. In: Principles and Practices in Plant Ecology; Inderjit, D., Foy C.L. (Eds.) CRC Press, Boca Raton, Florida, 1999; 307-338.
- Halbwirth, H.; Puhl, I.; Haas, U.; Jezik, K.; Treutter, D.; Stich, K.; Two-Phase Flavonoid Formation in Developing Strawberry (*Fragaria x ananassa*) Fruit, Journal of Agricultural and Food Chemistry: in press
- Harris D. C. and Yang J. R. (1996). The relationship between the amount of *Verticillium dahliae* in soil and the incidence of strawberry wilt as a basis for disease risk prediction. Plant pathology 45: 106 - 114