ACKNOWLEDGEMENTS

First of all I would like to thanks and praise to Allah who gave me the health, strength and patience to finish this study. Secondly I would like to express my deepest thanks and gratitude to my supervisors Prof. Dr. Y. E. Dagash and Dr. A. A. El Hussine for their helpful guidance, encouragement, criticism and for reviewing the manuscript.

I am indebted to Prof. Dr. A. G. T. Babiker who happened to be the first one to introduce me to the field of parasitic weeds during my M.Sc. Studies. I thank him for his stimulating attitude, encouragement, valuable suggestions, assistance and advice during the course of this study.

I am thankful to the Japanese International Cooperation Agency (JICA) *Striga* project in Sudan for giving me the chance to be a member of their team and avail facilities to conduct this work. Thanks are due to Prof. Dr. Y. Sugimoto and Dr. Yamauchi for their help and arrangement which culminated in identification of Fusarium ISO 2 to the species level and to Mr. H. Kwata and H. Samejima for their help and support.

I would like to thank my friend Dr. Amani Hamad for her kindness, help and support. She was always there when needed. I also owe Dr. Tilal Sayed special thanks for his help with data analysis and Dr. Marmar for her help with the *Fusarium* DNA isolation.

I would like to thank all my friends and colleagues in the *Striga* Research Laboratory i.e Mr. Ismael Ibrahim, Ms.Amani, Ms Sara, Ms. Nahid, Ms Rasheda, Ms Reem, Mr. Ahmed and Mr. Abdalrahman for their help and support during this study.

I am thankful to my parents for their moral support and unfailing help whenever needed.

My dear kids Ali, lina and Lana I want to thank you for your sacrifice during the course of this study and I want to tell you that the time has come for us to be together again.

My Husband Adel, the last words of this acknowledgement are for you. I want to thank you so much for the time and freedom you gave me to finish this study and for your moral and financial support. To you I dedicate this thesis.

Table of contents

List of Abbreviations

ABA	Abscisic acid
ACC	1- Aminocyclopropane-1-carboxylic acid
AMF	Arbuscular activity relashanship
ALS	Acetolactate synthase
BF	Branching factor
^{0}C	Degree centigrade
CD	Czapek Dox
cm	Centimeter
Con	Control
com	Compost
DAS	Days after sowing
DMAE	Diluted mesquite aqueous extract
DW	Distilled water
EPSP	5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase
et al.	And others
F	*Fusarium* Isolate 2

FC	Field capacity
Fig.	Figure
fed	Feddan
g	gram
GEFP	Glass fiber filter paper
GR24	Synthetic germination stimulant
h	hour
i.d.	Internal diametre
Iso	isolate
Leu	Leucine
kg	Kilogram
L	Liter
MAE	Mesquite aqueous extract
Mes	Mesquite dried leaves powder
mg	milligram
Min	Minute
ml	Milliliter
mM	Mille molar
No.	Number
N_2	Nitrogen
N0	Zero nitrogen
N1	18.6=40 kg urea/fed
N2	37.2 kg= 80 kg urea/fed
PDA	Potato dextrose agar media
pp	page
ppm	Part per million
rpm	Revolution per minute
Thr	Therionine
Trp	Tryptophan
Tyr	Tyrosine
v/v	Volume over volume
WAS	Weeks after sowing
w/w	Weight over weight
w/v	Weight over volume
µL	Micro liter
µM	Micro molar
%	Percent

List of Tables

List of Figures

pp

List of plates

ABSTRACT

Sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) is an important crop in Sudanese economy and diet. The area under the crop is increasing, but average yields are, invariably, low. The low yields are attributed, among other factors, to heavy infestations by the root parasitic weed *Striga hermonthica.* Research yielded several control measures. However, most of them are not adopted because of erratic performance or high cost. An integrated approach, in which biological control is deployed as a component is imperative. In the present study a series of laboratory experiments was undertaken at the College of Agricultural Studies, Sudan University of Science and Technology at Shambat in 2008-2012 to develop and integrate biological products in *Striga* management. Seven *Fusarium* spp. and /or variants isolated from diseased *Striga* plants, collected from under rainfed sorghum in Sinar State, were tested for efficacy on *Striga*. The amino acids L-leucine, L-therionine, L- tyrosine and L-tryptophan were tested for ability to suppress *Striga* germination and radicle extension with the intention of employing them to enhance fungal virulence. Nitrogen, mesquite powder and mesquite based compost, each alone and in a combination with *Fusarium* isolate 2, identified as *F. brachygibbosum* employing DNA analysis, were evaluated for their effects on *Striga* germination, radicle extension and pre-mature haustorium initiation. The results were further validated in a series of greenhouse experiments. *Striga* seed bank size and sorghum genotype, used in the greenhouse trials, were pre-determined employing the sorghum genotypes Abu Sabeen, Arfa Gdmak and Wad Baco. *Fusarium* isolate 2 (*F. brachygibbosum*) and the sorghum cultivar Arfa Gdmak were, accordingly, selected for the greenhouse experiments. The fungal isolates displayed

differential effects on germination of *Striga* seeds in response to GR24 and on radicle extension of the resulting germilings. Conditioning in *Fusarium* isolates 2, 3, 4 and 6 cultures, for 10 days or more, reduced germination and radicle length by over 90%. Isolates 1, 5 and 7 were less suppressive. A brief exposure (5 days) to fungal toxins, in an alternating conditioning regime, reduced germination and radicle length significantly. Among the amino acids tested, L-tryptophan was the most suppressive to *Striga* germination and radicle extension. Air-dried mesquite leaves powder and aqueous extract promoted germination at low concentrations, but were inhibitory at high concentrations. Irrespective of concentration, mesquite powder induced pre-mature haustoria. Soil amendments with *F. brachygibbosum*, mesquite powder and mesquite based compost; each alone and in various combinations, reduced *Striga* germination and radicle length. Delayed applications were often more effective than early ones. In the greenhouse experiments *Striga* emergence was highest on Abu Sabeen, lowest on Arfa Gdmak and was positively correlated with the seed bank [r = 0.84-0.63 ($P<0.001$)]. *Striga* dry weight, was highly correlated with the seed bank on Abu Sabeen, and Wad Baco [r = 0.71 and 0.91 ($P<0.001$)], but not on Arfa Gdmak (r = 0.35, $P<0.05$). *Striga* reduced height and dry weight of the three sorghum genotypes. Sorghum height and dry weight were less associated with *Striga* seed bank (r = -0.49 to-0.35). *F. brachygibbosum* reduced *Striga* emergence and its effects was modulated by inoculum size and *Striga* seedbank. At the highest fungus incoulum (10mg/kg soil) *Striga* emergence was abolished at the lower seed bank and reduced to 28% at the higher seed bank size. *F. brachygibbosum*, irrespective of inoculum levels and *Striga* seedbank, resulted in sorghum height and dry weight comparable to the parasite free control. Nitrogen at 1 and 2N reduced *Striga* dry weight by 11 and 24%, respectively *F. brachygibbosum*, delayed and suppressed *Striga* emergence and growth considerably. *F. brachygibbosum* at 2 and 10g/kg soil reduced *Striga* dry weight

by 54 and 68%, respectively, while the combinations *F. brachygibbosum* at 2g and 10g/kg soil with nitrogen at 1 and 2N reduced *Striga* dry weight by 26 and 85% and 66 and 84%, respectively. *Striga* reduced sorghum height in a time dependent manner. Unchecked *Striga* infestation reduced sorghum height by 21, 27, 41 and 47% 6, 8, 10 and 12 weeks after sowing (WAS), respectively. Nitrogen and *F. brachygibbosum,* each alone, displayed little and moderate effects, respectively. However, their combinations were more effective. In presence of nitrogen at 2N and *F. brachygibbosum* at 10g/kg soil *Striga* reduced sorghum height by 0, 0, 8 and 12% 6, 8, 10 and 12 WAS, respectively. The trends in sorghum dry weight, despite variability, were similar. The, study, unequivocally, showed the importance of *Striga* seedbank as a key factor in determining response to treatments and that the fungus *F. brachygibbosum* effected good suppression of the parasite and ameliorated, to a large extent, the parasite devastating effects on sorghum. The study reported isolation and efficacy of *F. brachygibbosum*, for the first time, from diseased *Striga* plant and suggests the plausibility of deploying the fungus as a possible bioagent in an integrated *Striga* management strategy.

الملخص

الذرة الرفيعة (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) من المحاصيل الهامه فـي مجال الاقتصاد السوداني والامن الغذائي، وبالرغم مـن التوسـع فـي المسـاحة الا ان الإنتاج مازال منخفضاً. ورغم تعدد الاسباب الا ان الاصابه بطفيل البودا يعد من الاسباب الرئيسيه لإنخفـاض انتـاج الـذرة. هنالـك العديـد مـن المخرجـات البحثيـة لمكافحة الطفيل الا انها لم تلق القبول من المزارع لعدم ثبات الفعاليه او لارتفاع التكلفة وعليه فـان إدخـال المكـافحه الاحيـائيه ضـمن مكـافحه متكـامله للطفيـل سيكون اكثر جدوي. اشتملت هـذه الدراسـه علـي تجـارب معمليـه اجريـت بكليـه الدراسات الزراعيه جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا في الفتره 2008-2012 بهدف عزل سلالات من فطر الفيوزريم من نباتات بودا مصابه جمعـت مـن ولايـة سنارمع اجراء دراسات علي تاثير بعض الاحماض الامينيه العطريه والـتي شـملت الليوسين ،السيريونين التايروسين و التربتوفـان علـي انبـات نبـات البـودا وطـول الجزيـر بهـدف زيـادة فعاليـة الفطـر. اسـتخدم مسـحوق اوراق المسـكيت الـذي يحتوي علي تركيز عـالي مـن حمـض التربتوفـان والسـماد العضـوي المصـنع مـن المسكيت وسماد اليوريا وتاثيره عندما يضاف للفطر. تم التعرف علي نوع الفطر مــن العزلــه 2 باســتخدام التقــانه الاحيــائيه الجزيئيــه ووجــد انــه فطــر *F. brachygibbosum* والـذي أثـر علـي انبـات بـذور البـودا، طـول الجزيـر وانتـاج الممصات من جذور البودا.هذا وقد تم تاكيد نتائج الدراسات المعمليه عـن طريـق دراسـات مشـتليه اجريـت بكليـه الدراسـات الزراعيـه- جـامعه السـودان للعلـوم والتكنولوجيا في الفتره 2008-2012. تم تحديد صنف الذره و كميـة بـذور البـودا المستخدمه في الدراسه عن طريق تجربه اشتملت علي صنفي الذره الرفيعه ابو سبعين و ارفع قدمك والسلاله المحليه ود باكو. تم اختيار العزله 2 من الفطر مـع صنف ارفع قدمك من اجل الدراسات المشتليه. اظهرت البذور المعـامله بعـزلات الفيـوزريم اسـتجابه مختلفـه للمعـامله بمنشـط الانبـات الصـناعي GR24. تهيئـه البذور في العزلات 2, 3, 4 و6 لمده 10 ايـام او اكـثر أدت الـي تثـبيط الانبـات

وطول الجذير بنسبه تزيد علي 90%. اما العزلات 1, 5 و 7 فقد كانت اقل فعاليه عند تهيئه البذور لمدة 5 ايام في نظام تهيئه تبادلي بين بيئه الفطر والشاهد الخالي من الفطر.هذا وقد كانت بيئه الفطر اكثر فعاليه في خفض نسبة إنبات البذور والحد من طول الجذير معنوياً. حمض التربتوفان كان أكثر الأحماض الامينية العطرية فعاليه في تثبيط الإنبات والحد من طول الجذير. أدي مسحوق أوراق المسكيت المجففة ومستخلصها المائي إلي إنبات بذور البودا علي المستويات الدنيا (5 – 10 ملجرام/ للخلية) بإستخدام طريقة خلايا الآجار، بينما أدي التركيز الاعلي (15 ملجرام / للخلية) إلي تثبيط الإنبات. كما صاحب الإنبات تكوين ممصات ونتج عنه قصر الجذير. مسحوق المسكيت، سماد المسكيت العضوي وسماد اليوريا كل علي حدة او مخلوط مع عزلة الفيوزريم 2 أدت إلي تثبيط الإنبات والحد من نمو الجذير. تأخير المعاملة بالفطر كان أكثر فعالية من المعاملة المبكرة . اشارت نتائج التجارب بالمشتل الي ان ظهور البودا كان عالياً في صنف ابوسبعين ومنخفضاً في الصنف أرفع قدمك وكان ذو إرتباط موجب مع مخزون بذور البودا [0.001 > P) 0.63 – 0.84 =r)]. الوزن الجاف للبودا كان ذو معامل إرتباط عالي مع مخزون البذور في صنفي أبوسبعين وودباكو [r 0.71 } {(0.001 > P)0.91 =and أما معامل الإرتباط بالنسبة لارفع قدمك فقد كان أقل (0.05 > P, 0.35 =r . أدي طفيل البودا إلي انخفاض الطول والوزن الجاف في اصناف الذرة الثلاثة. طول نبات الذرة ووزنها الجاف كان أقل إرتباطاً مع مخزون بذور البودا (-=r 0.49 -0.35) الفطر *F. brachygibbosum* أدي إلي الحد من ظهور طفيل البودا , ارتبط ذلك مع حجم لقاح الفطر ومخزون بذور البودا. ظهور البودا في المخزون الاقل من بذور البودا كان منخفضاً وذلك عند استخدام الجرعة العالية من لقاح الفطر (10 ملجرام/ كيلوجرام تربة)، أما في المخزون العالي من بذور البودا فقد انخفض ظهور البودا بنسبة 28%. لم يتأثر طول نبات الذرة المصابة بطفيل البودا ووزنها الجاف باستخدام معدلات مختلفة من لقاح الفطر وذلك مقارنة بالشاهد. التسميد بجرعه او جرعتين من النايتروجين أدي إلي انخفاض الوزن الجاف للبودا بنسبة 11% و 24 % علي التوالي. اما الفطر *F.brachygibbosum* فقد أدي إلي تأخير و انخفاض إنبثاق ونمو البودا. كما أدي إلي تقليل الوزن الجاف للبودا

بنسب 54 و 68% عنـد اسـتخدامه بمعـدل 2 و 10 جـرام/ كيلـوجرام تربـة علـي التوالي. بينما أدي تداخل جرعتي الفطر 2 و 10 جرام/ كيلوجرام تربة مـع وحـدة ووحدتين من سماد النايتروجين الي تقليل الوزن الجاف للبودا بنسبة 26 و 85%، 66 و 84% علي التوالي. ارتبط تأثيرالاصابة بالبودا علي طول نبات الذرة بالفتره الزمنيه. حيث أدت الإصابة بالبودا الي تقليل طـول نبـات الـذرة بنسـب 21، 27، 41 و 47% وذلك بعد 6، 8، 10، و 12 اسبوع من الزراعة.استخدام النايتروجين والفيوزريم كل علي حدة أدي إلي تأثير محدود ومتوسـط علـي الاصـابه بالطفيـل بينما كان التداخل بين المعاملتين اكثر تاثيراً. عند استخدام جرعتين من نايتروجين مع الفطر بمعدل 10 جرام/ كيلوجرام تربـة ادت الاصـابه بالطفيـل الـي انخفـاض في طول نبات الذره بنسـبه 0، 0، 8 و 12% بعـد 6، 8، 10 و 12 اسـبوع مـن الزراعة.هذا وقد ساد تاثير المعاملات علي الوزن الجاف للـذره سـار علـي نفـس النسق رغم التباين. أوضحت الدراسة أهمية مخزون بـذور البـودا كعامـل رئيسـي في تحديد التأثير السالب للطفيل علي نبات الذره وعلي فعالية الفطـر. كمـا أدت الي عـزل الفطـر *F.brachygibbosum* مـن نباتـات البـودا المصـابة لاول مـرة واثبتت فعاليته فـي الحـد مـن الاصـابة بالطفيـل. كمـا اقـترحت الدراسـة امكانيـة استخدام هذا الفطر في استراتيجية الادارة المتكاملة للبودا.