DEDICATION

To my grand family,

Father,

Mother,

My sister Amani

And my little family

My husband and kids

And all my friends

With love

ACKNOWLEDGEMENT

My praise is to ALLAH; the Almighty who supplied help and gave me powerful and patience to complete this study.

I would like to express my sincere thank and gratitude to my supervisors prof. Abdel Gaffar Elhag Said and prof.Tagel Sir Ibrahim Mohamed for their encouragement, and guidance during my study.

Deep thanks also to all staff members of the tissue culture laboratory in Sudan University of Science and Technology and staff of the green house for their valuable assistance.

CONTENTS

Dedication	Ii
Acknowledgement	Iii
Contents	Iv
List of tables	Viii
English Abstract	X
Arabic Abstract	Xv
1-INTRODUCTION	1
2-LITERATURE REVIEW	5
2.1. History, Origin and distribution	5
2.2. Taxonomy	7
2.3. Botany of the strawberry	7
2.3-1 Roots	7
2-3-2 Crown and branches	8
2.3.3. Leaves	9
2.3.4. Flower cluster	9
2.3.5. Fruits	10
2.4 .Environmental requirements	11
2.4.1.Ecology	11
2.4.2. Soil	12
2.4.3 Effect of photoperiod on growth and flowering of Strawberry	13
2-5. World production	13
2.6.Cultural practices	15
2.6.1. Weed Control	15
2.6.2.Fumigation	15
2.6.3.Plant Material	16
2.6.3.1.Plugs	16
2.6.3.2. Fresh dugs	17
2.6.3.3.Cutoffs	17
2.6.4.Cultavition	17
2.6.4.1.Matted row	18
2.6.4.2. Spaced row	19
2.6.4.3. Hill system	19
2.6.4.4.Plastic film	19

2.6.5.Renovation or renewing the planting 20
2.6.6.Irrigation 20
2.6.6.1-Overhead sprinkler irrigation 20
2.6.6.2-Drip irrigation 20
2.6.7-Fertilization 21
2.7. Pests and Diseases 22
2.8.Propagation method of strawberry 23
2.8.1.Propagation by runners 23
2.8.2.Propagation by crown division 24
2.8.3.Propagation by plant tissue culture 25
2.8.3.1. The explants 27
2.8.3.2. General components of tissue culture media 28
2.8.3.2.1.Vitamins 31
2.8.3.2.2.Carbohydrates 33
2.8.3.2.3.Growth regulators 35
2.8.3.2.3.1. Cytokinins 35
2.8.3.2 .3.2.Auxins 36
2.8.3.2.3.3.Gibberellins 37
2.8.3.3.Chemical compounds with growth regulators- like activity 38
2.8.3.3.1. Glyphosate 39
2.8.3.3.2. Gum Arabic 39
2.8.3.3.3. Silver nitrate 40
2.8.3.3.4. Casein hydrlysate 42
2.8.3.3.5. Activated charcoal 44
2.8.3.4. Physical support 46
2.8.3.5. pH value 49
2.8.3.6. Incubation of culture 51
2.8.3.7.Transfer to ex-vitro conditions 54
2.8.3.8.Media for strawberry culture 55

3.MATERIALS AND METHODS 58
3.1.Location of the experiments 58
3.2. Plant material 58
3.3. Chemicals Tested 58

3.4. Sterilization 59
3.4.1.Medium, dishes and distilled water 59
3.4.2.Forceps, dishes and dissecting blades 59
3.4.3.Working surface 59
3.5. Basal medium 59
3.6. Experimentation 60
3.6.1. The effects of MS salts mixture on shoot regeneration 60
3.6.2 .The effects of MS nitrate on shoot regeneration 60
3.6.3.Aditional phosphate 60
3.6.4. The effects of sucrose 60
3.6.5.The effects of inositol 60
3.6.6 .The effects of BA 61
3.6.7. The effects of NAA 61
3.6.8. The effects of furdan 61
3.6.9. The effects of stroby 61
3.6.10. The effects of Seven 61
3.6.11. The effects of glyphosate 62
3.6.12 .The effects of gum Arabic 62
3.6.13. The effects of silver nitrate 62
3.6.14. The effects of casein hydrolysate (CH) 62
3.6.15 .The effects of activated charcoal (AC) 62
3.6. 16. The effects of pH on shoot regeneration 62
3.7 .The effect of the physical status of media 62
3.8.The effect of light intensity 63
3.9. Acclimatization and ex- vitro transplanting 63
3.10. Parameters measured 63
3.11. Statistical analysis 63
4.Results 64
MS salt strengths 64
Nitrogenous component 64
potassium dihydrogen phosphate 65
Sucrose concentration 65
Inositol concentration 66
BA concentration 66
NAA concentration 67
Furidan concentration 68
Stroby concentration 69

Seven concentration 69
Glyphosate concentration 69
Gum Arabic concentration 70
AgNO3 concentration 70
Casein hydrolysate (CH) concentration 70
Activated charcoal (AC) concentration 71
pH 71
Physical support 72
Illumination 72
Potting media 72
5. Discussions 93
6. References 107
7.Appendices 148

LIST OF TABLES

Table No	Page No
2.1. World strawberry production in tones	14
4.1. Effect of dilute and concentrated solutions of MS salt strengths On growth and development of strawberry shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period.	74
4.2. Effect of dilute and concentrated solutions of the nitrogenous component, (NO_3), of MS salt strengths on growth and development of strawberry shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period.	75
4.3. Effect of potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) on growth and development of strawberry shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period.	76
4.4. Effect of sucrose on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period.	77
4.5. Effect of inositol on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period.	78
4.6. Effect of BA on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period.	79
4.7. Effect of NAA on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period.	80
4.8. Effect of Furidan on growth and development of strawberry shoot tips cultured in vitro ,after 6 weeks of incubation period.	81
4.9. Effect of Stroby on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period.	82
4.10. Effect of Seven on growth and development of strawberry shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period.	83

4.11. Effect of Glyphosate on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period. 84
4.12. Effect of Gum arabic on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period. 85
4.13. Effect of Silver nitrate on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period. 86
4.14. Effect of casein hydrolysate (CH) on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period. 87
4.15. Effect of activated charcoal (AC) on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro ,after 6 weeks of incubation period. 88
4.16. Effect of pH on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period. 89
4.17. Effect of the physical state of the culture medium on growth and development of strawberry shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation Period. 90
4.18. Effect of illumination on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period. 91
4.19. Effect of planting substrate on growth and development of strawberry Shoot tips cultured in vitro, after 6 weeks of incubation period. 92

Abstract

This study was carried out at the tissue culture laboratory of the Department of Horticulture, College of Agricultural Studies, Sudan University of Science and Technology, Shambat, Khartoum North. The source of the plant material was an *in vitro* stock of strawberry (*Fragaria* X *ananassa* Duch.) cv. "Festival" plantlets. 1.5-2.0 cm long shoot terminals were used as explants for culture initiation and subsequent experimentations. Multiple shoots induction and plantlets regeneration were obtained from *in vitro* cultured shoot tips by sequential subculture after each harvest for experimentation. A modified MS medium containing the normal MS salt-strength plus 3% sucrose, 100 mg/l inositol, 10 ml/l vitamin stock, 0.1 mg/l BA, 0.03 mg/l NAA and 7 g/l agar was used as basal medium. Experiments were conducted to investigate the effect of some chemical components of culture medium and physical and environmental requirements on growth and development of *in vitro* cultured strawberry shoot tips. Growth responses (in terms of number and length of shoots, leaf number, as well as root number and length) to the various treatments tested were recorded after 6 weeks from culture initiation.

The results showed that the normal MS-salt strength (1X) had the greatest effect on the various growth parameters measured. Shoot number and elongation, number of leaves and number of roots and root elongation were markedly promoted at 1X MS-salt strength. The two lowest MS salt strengths tested promoted root initiation. On the other hand, the 3/4X- MS nitrate strength {MS (3/4 NO_3)} treatment had the greatest effect on the various growth parameters measured compared to the other concentrations tested. Increasing the concentration of phosphorous of the original MS medium by adding 127.5 mg/l KH_2PO_4 markedly increased shoot proliferation as well as number of leaves, number of roots and root elongation. Sucrose at 3% was optimal for *in vitro* culture of strawberry shoot tips giving higher values for all

parameters measured compared to other concentrations tested. All inositol concentrations tested increased significantly shoot number over the control with progressive increases in shoot number as the concentration of inositol in the medium was increased up to a maximum of 100 mg/l and then declined sharply at the higher concentration tested. Shoot elongation, on the other hand, was non-significantly reduced over the control and was significantly inhibited by inositol concentrations higher than the lowest concentration of inositol tested.

The results of an experiment conducted to determine the effects of different concentrations of BA on *in vitro* culture of strawberry shoot tip, with a 0.03 mg NAA/l held constant, showed that the lowest concentrations of BA tested increased the values of shoot number, and length, number of leaves and number of roots significantly over the control with significant differences between treatments. With increasing BA concentration above 0.5 mg/l shoot formation declined but was still higher than in the control.

The effects of NAA concentrations on growth and development of *in vitro* cultured strawberry shoot tips, with BA held constant at 0.1 mg/l, revealed that the two lowest concentrations of NAA, (0.01 mg/l and 0.03 mg/l), tested promoted shoot proliferation, with no significant difference in shoot number between treatments and control. The highest concentration of NAA, (0.3 mg/l), tested significantly decreased shoot count denoting the failure of NAA at this concentration to induce shoot bud differentiation. This would probably be due to the augmentation of natural apical dominance by NAA, hence suppressing shoot formation. Both shoot and root lengths were suppressed by all NAA concentrations tested with significant differences over the control. Leave number was, however, unresponsive to all concentrations of NAA tested whereas root formation was promoted with the lowest concentration of NAA tested with significant difference over the control.

In relation to the influence of extirpative chemicals which have been shown to exhibit growth regulators-like activity, (pesticide, herbicide and fungicide), the effects of Furidan concentrations revealed that the concentration of Furidan, (1.0 mg/l), tested significantly increased shoot number and length, number of root and length over the control. Leaves formation was suppressed by all Furidan concentrations tested. All Stroby concentrations tested significantly repressed shoot elongation, leave formation, root initiation and elongation over the control. Shoot proliferation was however, non-significantly increased by the lowest Stroby concentration tested relative to the control. On the other hand, leave number, root number as well as root length were largely unresponsive to the Seven levels tested. Shoot proliferation however, responded differently. The concentration of Seven (1.0 mg/l), tested significantly increased shoot number and reduced shoot elongation relative to the control. Neither root number nor root elongation were responsive for the Glyphosate levels examined; but these levels stimulated shoot proliferation and leaves formation and inhibited shoot elongation with significant difference relative to the control. The concentration of Glyphosate, (0.8 mg/l), tested significantly increased shoot number, elongation and number of leaves compared to the other concentrations tested. Higher concentrations of Glyphosate concentration suppressed shoot proliferation and number of leaves.

All gum arabic concentrations tested inhibited shoot elongation, leaf number, root number and length relative to the control treatment. Significant differences between treatments on all measured growth responses were noted. Shoot number significantly increased relative to the control on medium containing 1.0 g/l gum arabic with significant difference among treatments. Concentrations higher than 1.0 g/l significantly reduced shoot proliferation, which was still higher than in the control. The evaluation of the effect of silver nitrate revealed that all silver nitrate concentrations tested in this study had no effect on shoot elongation but promoted

shoot proliferation, leaves number, root number, and root length with significant differences among treatments. The highest number of shoots, leaves, roots and root lengths were obtained on medium containing 4.0 mg/l $AgNO_3$ with significant differences among treatments, whereas the lowest values were obtained on medium containing high concentration (8.0 mg/l) $AgN0_3$. All CH concentrations tested responded positively on shoot proliferation and elongation and leaf number. The values of these growth responses increased with increases in CH concentration, reaching a maximum at 50 mg/l and then decreased. Neither root number nor root elongation affected by all CH concentrations tested. The highest number of shoot the longest shoots and the greatest number of leaves were obtained on medium containing 50 mg/l CH. With increasing CH concentration to 100 mg/l, the highest concentration tested, the values of shoot number shoot length, and number of leaves declined but were still higher than in the control. The lowest values of shoot number, elongation and leaves number were recorded on medium containing no CH. All concentrations of activated charcoal, (AC), tested significantly reduced shoot proliferation and increased shoot elongation, leaves number, root number, and root elongation over the control, with significant difference between treatments. The longest shoots, the greatest number of leaves and of roots and longest roots were recorded with AC at 1.0 g/l. The largest number of shoots was obtained on medium containing 0.0 g/l AC. The highest concentration of AC (2.0 g/l) significantly inhibited all parameters measured.

The value of all parameters measured increased with decreasing pH value up to a maximum pH of 5.5 and then declined sharply at the pH 6.0. The highest values of shoot proliferation and elongation, leaves number, root number and root length were obtained at pH 5.5. The least values for all parameters measured were associated with the lowest and highest pH values tested. Root number and elongation seems to be highly sensitive to pH of the culture medium.

The experiment conducted to study effects of physical medium supports on growth and development of strawberry shoot tip explants showed that "Ashmaik", the date fibre, outperformed all other gelling and matrices supports tested giving significantly high values for most parameters measured.

Shoot proliferation and elongation increased with decreasing light intensity. Leave number was significantly inhibited by dark incubation conditions; leave formation was obtained with cultures incubated under relatively high light intensity. Incubation under dark condition completely inhibited root initiation.

The acclimatization and *ex- vitro* establishment of rooted plantlets were taken to the green house. Peat moss planting medium had the greatest effect on the various growth parameters measured compared to other planting media tested. The highest number of shoots, the longest shoots, the largest number of leaves and the longest roots were obtained at the peat moss potting medium.

المستخلص العربي

اجريت هذه الدراسه بمعمل زراعة الانسجة قسم البساتين كلية الدراسات الزراعية جامعة السودان للعلوم و التكنولوجيا ، شمبات، الخرطوم بحري أستخدمت نبيتات اصل للفراولة (*Fragaria X ananassa* Duch.) صنف "فستيفيل"المنتجة في الانابيب كمصدر لأجزاء الإستزراع. أستخدمت قمم سيقان بطول ١,٥-٢,٠سم كأجزاء إستزراع لإنشاء الزراعات ومن ثم تنفيذ التجارب. أجريت عمليات الزراعة وإعادة الزراعة المتتابعة لمضاعفة السيقان بغرض توفير مصادر لأجزاء الإستزراع عند كل حصاد لمواصلة تنفيذ التجارب. أستخدم وسط غذائي اساسي إحتوى على التركيز العادي لاملاح "موراشقي" و"اسكوج" المعدنية بالإضافة إلى ٣% سكروز، ١٠٠مليجرام/لتر إينوسيتول، ١٠مليلتر/لتر اصل محلول فيتامينات،٠,١ مليجرام/لترBA، ٠,٠٣مليجرام/لترNAA و٧جرام أجار/لتر. شملت التجارب دراسات على تأثير بعض مكونات الوسط الغذائي الكيميائيه والحالات الفيزيائيه و المناخيه على نمو وتكشف قمم سيقان الفراوله المزروعه في الانابيب.. قيمت الزراعات بعد ٦ اسابيع من الحضانه ورصد عدد وطول السيقان والجذور بالإضافة لعدد الأوراق. أظهرت النتائج أن أملاح "موراشيقي" و"اسكوج" عند التركيز العادي أدت إلى أعلى تأثير على مختلف قياسات النمو المرصودة حيث حفزت تكوين السيقان وإستطالتها وزيادة عدد الأوراق وتكوين الجذور وإستطالتها بصورة واضحة. وحفز تركيزى الاملاح الدنيا تكوين الجذور. ومن ناحية أخرى فقد **أعطت المعاملة بالتركيز x٤/٣ نايترات "موراشيقي" و"اسكوج" أفضل قيم للقياسات المرصودة مقارنة بالتراكيز الأخرى المختبرة. وجد أن زيادة تركيز "الفوسفور"** المضمن في أملاح "موراشيقي" و"اسكوج" **بإضافة** ١٢٧,٥مليجرام /**لتر من "فوسفات البوتاسيوم". فقد أعطي زيادة واضحة في عدد النبيتات و الأوراق و الجذور وأطوالها.** تبين أن ٣% "سكروز" هو التركيز الأمثل لزراعة قمم سيقان الفراولة في الأنابيب حيث أعطى أعلى القيم القياسات المرصودة مقارنة بالتراكيز الأخرى المختبرة. ووجد أن **التراكيز المختلفة من "الانسيتول" سجلت زيادة معنوية واضحة في عدد النبيتات** مقارنة بالشاهد. زادت كل تراكيز "الإينوسيتول" المختبرة من عدد السيقان زيادةً معنوية مع الزيادة المضطردة بزيادة التركيز **ولتصل أقصاها عند تركيز ١٠٠مليجرم/لتر ثم تقل الي أدناها عند أعلي تركيز.** من ناحية أخرى فقد ثبط التركيز الأعلى من تركيز الشاهد إستطالة السيقان بصورة غير معنوية مقارنة بالشاهد، **و** بصورة معنوية عند التركيز الأعلى من أدنى تركيز تم إختبارة.

أظهرت نتائج التجربة الخاصه بتحديد تأثير تراكيز مختلفه من ال BA مع ٠,٠٣مليجرام/لترNAA ثابت في البيئة الزراعية، على نمو وتكشف قمم سيقان الفراولة المزروعة في الأنابيب، أن أقل تركيز من ال BA

مختبر زاد عدد السيقان وطولها، عدد الأوراق وعدد الجذور زيادة معنوية مقارنة بالشاهد مع وجود فروقات بين المعاملات. إنخفض معدل تكوين السيقان مع زيادة تركيز الBA أعلى من ٠,٥مليجرام/لتر وعلى الرغم من ذلك كان هذا المعدل المنخفض أعلى من معدل تكوين السيقان في معاملة الشاهد.

كشفت نتائج تأثيرات تراكيز مختلفة من النافثالين حمض الخليك (NAA) مع ٠,١ مليجرام/لتر BA على نمو وتكشف قمم سوق الفراولة في الأنابيب أن التركيزين المنخفضين (٠,٠١و ٠,٠٣ مليجرام /لتر) شجعت تكوين السيقان دون وجود فروقات معنوية بينهما وبين معاملة الشاهد. أعلى تركيز من ال NAA ٠,٣ مليجرام/لتر أختبر خفض معدل تكوين السيقان بصورة معنوية مشيراً بذلك إلى فشل ال NAAعند هذا التركيزفى تحفيز تكشف وتمايز البراعم الخضرية بسبب تمتين السيادة القمية الطبيعية بواسطة ال NAA وبالتالى تثبيط تكوين السيقان. كما ثبطت كل تراكيز ال NAA المختبرة طول السيقان وطول الجذوربفروق معنوية أعلى عن معاملة الشاهد ولم يستجب تكوين الأوراق لكل تراكيز ال NAA المختبرة بينما شجع أدنى تركيز لل NAAتكوين الجذور بفرق معنوى عن معاملة الشاهد.

اما فيما يختص بتأثيرات تراكيز مختلفة من المبيدات الكيميائية ذات الفعالية المشأبهة لمنظمات النمو، (مبيدات حشرات، حشائش او فطريات)، فقد اظهرت النتائج ان تركيز ١,٠مليجرام/لتر أختبر من "الفيوريدان" زاد عدد السيقان وإستطالتها، عدد الجذور وإستطالتها زيادة معنوية مقارنة بالشاهد بينما ثبطت كل التراكيز المختبرة منه تكوين الأوراق. وثبطت كل تراكيز "الاوستروبي" المختبرة معنوياً إستطالة السيقان، تكوين الأوراق وتكوين الجذور وإستطالتها مقارنة بالشاهد وزاد أدنى تركيز أختبرمن "الاوستروبي" تكوين السيقان زيادة غير معنوية مقارنة بالشاهد. ومن ناحيةٍ أخرى، لم تكن هناك إستجابة لتكوين الأوراق او الجذوروإستطالتها لكل التراكيز المختبرة من "السيفين" بينما كان لإنبثاق السيقان إستجابة مغايرة. فقد زاد تركيز ١,٠مليجرام/ لتر مختبر من "السيفين" عدد السيقان زيادة معنوية وثبط إستطالتها بفرق معنوي مقارنة بالشاهد. ولم يستجب تكوين الجذور ولا إستطالتها لكل التراكيز المختبرة من "القلايفوسيت" ولكنها حفزتً إنبثاق السيقان وتكوين الاوراق وثبطت إستطالة السيقان بفروق معنويه مقارنة بالشاهد. زاد ال Glyعند التركيز٠,٨مليجرام/لتر عدد السيقان وعدد الأوراق زيادة معنوية مقارنة بالمعاملات الأخرى المختبرة، وثبطت التراكيز المرتفعة نسبياً عدد السيقان واستطالتها وتكوين الأوراق. ثبطت كل تراكيز الصمغ العربي المختبرة طول السيقان، عدد الجذور وإستطالتها مقارنةً بالشاهدمع وجود فروقات معنوية بين المعاملات في كل القياسات المرصوده. زاد عدد السيقان زياده عند التركيز ١,٠جرام /لتر بفروقات معنوية بين المعاملات بينماخفضت التراكيز الأعلى من ذلك تكوين السيقان. أظهرت الدراسة

الخاصه بتقييم تأثير نايترات الفضة أن كل التراكيز المختبرة منها لم يكن لها تأثير على إستطالة السيقان ولكنها شجعت تكوين السيقان، عدد لأاوراق، عدد الجذور وإستطالتها مع فروقات معنوية

بين المعاملات وتم الحصول على اكبر عدد من السيقان والاوراق والجذور واطول الجذور عند تركيز ٤,٠ مليجرام/لتر. أعطى التركيز ٨,٠ مليجرام/لتر نايترات فضة أدنى القيم للقياسات المرصودة. كانت إستجابة تكوين السيقان وإستطالتها وتكوين الأوراق لكل تراكيز محلل بروتين اللبن المختبرة إيجابية، حيث زادت قيم القياسات الخاصه بالنمو مع زيادة تركيز محلل بروتين اللبن لتصل اقصاها عند **٥٠,٠**مليجرام/لتر ومن ثم إنخفضت ولم يستجب تكوين الجذور ولا إستطالتها لاي من تراكيز محلل بروتين اللبن المختبرة. تم الحصول على أكبر عدد من السيقان وأطول السيقان وأكثر عدد للأوراق عند التركيز **٥٠,٠**مليجرام /لترمحلل بروتين اللبن. زيادة التركيزالى **١٠٠مليجرم**/ لتر، أعلى تركيز أختبر، خفضت عدد السيقان وطولها وعدد الأوراق ومع ذلك كانت هذه القيم أعلى من القيم التي رصدت في معاملةٍ الشاهد. وسجلت المعاملة الخالية من محلل بروتين اللبن أدنى قيم لعدد السيقان وإستطالتها وعدد الأوراق.

خفضت كل تراكيز الفحم المنشط المختبرة تكوين السيقان معنوياً مقارنةً بالشاهد ولكنها حفزت إستطالة السيقان وعدد الأوراق وعدد الجذور وإستطالتها مع وجود فروقات معنوية بين المعاملات المحتبرة. تم الحصول على أطول السيقان وأكبر عدد للأوراق والجذور وأطول الجذور عند تركيز **١,٠** جرام/لتر فحم منشط. أعلى عدد سيقان تم الحصول عليه عند تركيز **٠,٠**جرام/لتر ٠ ثبط أعلى تركيز **٢,٠**جرام/لتر. قيم هذه القياسات وبفروق معنوية.

زادت قيم كل القياسات المرصودة بخفض قيمة الرقم الهايدروجيني إلى **٥,٥** كحد اقصى ثم إنخفضت وبشدة كل هذه القيم عند إرتفاع الرقم الهايدروجيني إلى ٦,٠.حيث تم الحصول على أكثر عدد من السيقان وأطولها و اكبر عدد من الأوراق والجذور وأطول الجذور عند الرقم الهيدروجينى٥,٥. إرتبطت القيم الدنيا لكل القياسات المرصودة مع الأرقام الهايدروجينية العالية والمنحفضة المختبرة ويبدو أن الإستجابة لتكوين الجذور ولإستطالتها اكثر حساسية لقيمة الرقم الهايدروجيني في البيئة الزراعية مقارنةً بإستجابات النمو الأخرى المرصودة.

أظهرت نتائج التجربة الخاصة بدراسة تأثيرات الحالة الفيزيائية للبيئه الغذائية على نمو وتكشف قمم سوق الفراولة المزروعه ان الزراعه في البيئه الغذائيه السأئله المدعومه بالعشميق، (ليف نخيل التمر)، حققت فضل النتائج متفوقاً على كل انواع الحوامل الاخرى المختبره والبيئه المصلبه بالاجار التي تم إختبارها حيث تم الحصول على اعلى قيم معنويه لمعظم القياسات المرصوده.

زاد تكوين السيقان وإستطالتها تحت ظروف الإضاءة المنخفضة بينما ثبط الظلام تكوين الأوراق، وكان تكوين الأوراق الأفضل تحت ظروف الأضاءة العالية نسبياً. وأدت الحضانة تحت الظلام إلى التثبيط الكامل لإنشاء الجذور.

أوضحت نتائج تجربة تهيئة ونقل النبيتات المنتجة في الأنابيب للمشتل أن وسط "البيتموس"هو الأفضل لأقلمة وتأسيس النبيتات المجذرة تحت ظروف البيت المحمى حيث تم الحصول على أعلى معدل لعدد السيقان وأطولها وأكبر عدد للأوراق والجذور وأطول الجذور.