الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمة لخضر الوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

مذكرة تخرج

لنيل شهادة ماستر أكاديمي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: علوم بيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

الموضوع

التعايش بين نباتات الفصيلة القرنية والبكتيريا المثبتة للأزوت الهوائي دراسة حالة نبات الفول *Viciafaba* L. دراسة مقارنة ومراجعة

من إعداد الطالبات:

- ✓ **مدلل إبتسام**
- ✓ **سعودي لينة**
- ✓ **مليك كريمة**
- ✓ **عبسي سعيدة**

نوقشت يوم /2022/06 من طرف اللجنة المناقشة :

أ.د. شويخ عاطف	**أستاذ التعليم العالي**	**مؤطرا**	**جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي**
أ. جودي عبد الحق	**استاذ مساعد أ**	**رئيسا**	**جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي**
د. عثماني هاجر	**استاذ محاضر قسم ب**	**مناقشا**	**جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي**

الموسم الجامعي: 2021-2022

شكر وعرفان

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم « من لم يشكر الناس لم يشكر الله عز وجل ومن اهدى إليكم معروفا فكافئوه فإن لم تستطيعوا فإدعوا له ».

وعملا بهذا الحديث وإعترافا بالجميل نحمد الله عز وجل ونشكره على أن وفقنا لإتمام هذا العمل المتواضع , والشكر موصول إلى كل معلم أفادنا بعلمه من أولى مراحل الدراسة حتى هذه اللحظة .

كما نرفع كلمة شكر وعظيم إمتنان وتقدير لأستاذنا المشرف "**عاطف شويخ**" على إشرافه لنا ومساعدته على إنجاز هذا العمل شكرا لمساهمتك في إثراء موضوع دراستنا شكرا لحسن الرعاية وخالص التوجيهات والتوصيات الصائبة , أستاذنا الفاضل نشهد أننا ما لقينا معك غير رحابة الصدر , وبشاشة الوجه وكرم الأخلاق ومستوى راقي ,كل كلمات الشكر لا توافيك حقك. نسأل الله أن يجعل كل مجهوداتك وإخلاصك لنا في ميزان حسناتك , نسأل الله أن نراك دائما على خير وأن يمنحك الصحة والعافية وأن ننال الفرصة قريبا مرة أخرى لنكون تحت إشرافك إن شاء الله .

أتوجه بجزيل الشكر لأعضاء لجنة المناقشة (**عثماني هاجر وجودي عبد الحق**) لموافقهم على مناقشة هذه المذكرة , فلهم كل الثناء على ذلك.

إلى كل الأشخاص الذين دعمونا وساهموا في إنجار هذا البحث سواء من داخل كلية علوم الطبيعة والحياة أو من معاهد العلوم والتكوين , أسال الله تعالى أن يجعلكم جميعا ذخرا للوطن بوركتم وجزاكم الله الجزاء الأوفى . والله مسؤول على أن ينفع هذا العمل على قدر العناء فيه وأن يجعله خالص لوجهه الكريم إنه على ذلك لقدير

إهـــــــداء

الحمد لله وكفى والصلاة والسلام على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفى, الحمد لله على توفيقه لي لتثمين هذه الخطوة في مسيرتي الدراسية, بمذكرتنا هذه أهدي ثمرة الجهد والعناء إلى

أغلى إنسانة في الحياة , التي أنارت دربي بنصائحها ودعواتها وكانت بحرا صافيا من الحب والتي أعطت ولم تنتظر الشكر, إلى من علمتني الصبر والإجهاد إلى الغالية أمي **"دليلة"**أسال الله أن يشفيها ويطيل في عمرها

إلى من مهد لي طريق العلم وأعطى فأجزل العطاء إلى من أحمل إسمه بكل فخر أبي العزيز **"بالقاسم"**أطال الله في عمره

إلى من منحني فرصة المواصلة في مشواري الدراسي ومنحني العزيمة والقوة والذي كان له الدور الأكبر في مساندتي زوجي رفيق دربي في الحياة نبض قلبي **"هشام"**

إلى حبيبات ماما فلذات كبدي أغلى ما أملك قرة عيني بناتي **"إسراء وأريج"** حفظكم الله لي

إلى ملاذي وسندي بعد الله أخي وأخواتي**"سالم, شهرزاد, وصال"** أسال الله لكم العافية في الدنيا والأخرة, وإلى كل عائلتي الكريمة وعلى رأسهم أم زوجي الغالية **"ساسية"**

إلى كل من قدم لي يد العون والمساعدة ,و كل من أحب إبتسام بصدق وكان له أثر على حياتها ودعا لها بالتوفيق والسداد إلى كل هؤلاء أهدي عملي المتواضع سائلا المولى عز وجل أن ينفعنا به ويمدنا بتوفيقه .

ابتسام

إهـــــــداء

قال رسول الله صلى الله عليه وسلم : (: فضل العلم أحب إلي من فضل العبادة وخير دينكم الورع)

تم بفضل الله إنجاز هذا العمل الذي أهديه إلى أغلى من في الوجود إلى اللذين كان توفيقي بفضل الله إجابة لدعواتهما الصادقة

إلى التي سهرت الليالي من أجل نجاحي ؛ أدبي وطريقي المستقيم

"والدتي الحبيبة"

إلى الذي منحني الأمل والحكمة قدوتي وملهمي

"أبي العزيز"

إلى شموع حياتي "إخوتي " الأعزاء " أخواتي " الغاليات رفقاء عمري سندي وقوتي في الحياة

"حمزة ,عقبة ,جعفر ,سامية , نوال , ثلجة, خولة "

إلى البراءة الخجولة إلى كتاكيتنا الصغار **"ماريا ، مايا ، ملاك ، نور الهدى"**

لي رفيق دربي وشريك حياتي ومن وقف معي وساندني في كل خطواتي الدراسية **"زوجي العزيز "وأمي الثانية "خديجة وأبي عبد القادر"** .

إلى أخوات زوجي الحبيبات **"عواطف, أمينة ,دعاء , نورجين "**

إلى كل صديقاتي وخاصة **"حكيمة** "إلى من هم في قلبي ولم يذكرهم قلمي اهدي لهم ثمرة نجاحي

.

سعيدة

إهـــــــداء

الحمد لله ذي المنة والصلاة والسلام على رسول الأمة , تملا بفضل الله إنجاز هذا العمل الذي أهديه إلى أغلى من في الوجود إلى من سعت معي لطالما سهرت معي لرؤية نجاحي إلى أمي الغالية **"سعدون .م"**

إلى من علمني العطاء وإلى من أحمل إسمه بكل إفتخار أرجو الله أن يمده في عمره أبي العزيز **"محمد السعيد"**

إلى رفيق الدرب ومن كان سندا لي وأمدني بالعون وحفزني زوجي العزيز **"خزازنة حمزة"**وعائلته

إلى أخواتي الغاليات "باهية- ماجدة- مليكة- نادية" , إلى إخواني **"خليل– محمد – سمير"** وزوجاتهم

وإلى روح أخي **إبراهيم** الطاهرة جعل قبره روح وريحان وجنة النعيم

إلى صديقاتي الغاليات ولأخص بالذكر زميلاتي في هذا البحث **"سعودي لينة , مدلل إبتسام , عبسي سعيدة "**

وإلى كل من كان لنا سندا في هذا العمل وأسال الله عز وجل أن يوافقنا لما فيه الخير إنه نعم المولى ونعم النصير

كريمة

إهـــــــداء

الحمد لله الذي وفقني لتثمين هذه الخطوة في مسيرتي الدراسية بمذكرتي هذه ثمرة الجهد والتعب والنجاح بفضله تعالى مهداة إلى الوالدين الكريمين **"عبد الحميد وسلاف "**اللذان علماني السلوك القويم وأنارا حياتي بقبسات الهداية وعلماني أيضا أن الصبر هو طريق النجاح حفظهما الله ورعاهما وأدامهما نورا لدربي .

إلى من ساندني وخطّ معي الصعاب نبض قلبي ونور عيني زوجي الغالي **"فتحي سعود"**.

إلى ولدي فلذة كبدي" **رسيم** " أمده الله بعونه وتوفيقه ومتعه بالصحة والعافية .

إلى إخوتي **"الفاتح محمد , منذر"** أدعو لهم بالهداية والسداد في حياتهم .

لكل من رافقني بالدعاء وأخص بالذكر **عائلتي الكريمة وعائلة زوجي**.

إلى كل من كان له أثر على حياتي وإلى كل من احبهم قلبي ونسيم قلمي .وأسال الله لي ولكم التوفيق .

لينة

الـملخص

Abstract

الملخص

يهدف هذا العمل إلى دراسة العلاقة التكافلية ما بين البكتريا المثبة للأزوت ونبات الفول *Vicia faba* L. بعد البحث والتحري والتقصي أفادت الدراسات أن التلقيح المشترك للسلالات البكتيرية, يحسن بشكل كبير إمتصاص النتروجين ويخفض بنسبة 50% المعاملة بالأسمدة الكيمياوية مع الحفاظ على إنتاجية الفول عند مستويات عالية, أيضا أثبت السلالات البكتيرية فعاليتها في تثبيت الأزوت في الترب الملحية, كما أن البورون والزنك يلعبان دورا مهما في العديد من الوظائف الفيزيولوجية خلال العلاقة التكافلية, حيث يعمل البورون في المساعدة في عملية التلقيح المشترك مع الريزوبيا وزيادة مردود النبات، كما يعزز الزنك تشكيل العقد المثبتة للأزوت وتطورها.

الكلمات المفتاحية: الفول *Vicia faba* L. , العلاقة التكافلية, البكتيريا المثبتة للنتروجين, الريزوبيا؛ النتروجين.

Abstract:

This work aims to study the symbiotic relationship between nitrogen-fixing bacteri and Bean (*Viciafaba* L.). After research, investigation and investigation, studies reported that co-inoculation of bacterial strains significantly improves nitrogen uptake and reduces by 50% treatment with chemical fertilizers while maintaining bean productivity at high levels. The bacterial strains also proved effective in fixing nitrogen in saline soils, and boron and zinc they play an important role in many physiological functions during the symbiotic relationship, where boron helps in the process of cross-pollination with rhizobia and increase the yield of the plant, and zinc also promotes the formation and development of nitrogen-fixing nodes.

Key words: Bean (*Vicia faba* L.), Symbiotic relationship, Nitrogen-fixing Bacteria, Rhizobia; Nitrogen.

الفهرس

فهرس المحتويات

شُـكـر وعــرفــان
الإهــداء
الملخص
الفهرس
فهرس الوثائق
فهرس الجداول
قائمة الاختصارات
مقدمة

الجزء النظري

الفصل الاول: دراسة وصفية ونباتية لنبات الفول

مدخل 6

1- تعريف نبات الفول *Viciafaba* L. : 7

2-الموطن الأصلي لنبات الفول:.....7

3- حركة الفول في العالم :.....8

4-تصنيف نبات الفول:.....8

5-الوصف المرفولوجي لنبات الفول:.....8

5-1- المجموع الجذري : 9

5-2- المجموع الخضري:.....9

5-2-1-الساق: 9

5-2-3- النورة Corolla :.....10

5-2-4- الأزهار:.....10

5-2-5- التلقيح Pollinisation:.....10

5-2-6- الثمار: 11
5-2-7-البذور: 11
5-2-8- الريشة و الجذير: 11
5-2-9- بادرة الفول: 12
6- أصناف نبات الفول: 12
6-1- أصناف مبكرة جدا: 13
6-2- أصناف مبكرة: 13
6-3- أصناف متوسطة مبكرة: 13
7-دورة حياة نبات الفول: 13
7-1- مرحلةالإنبات: 13
7-2- مرحلة النمو: 15
7-3- مرحلة الإزهار: 15
7-4- مرحلة الإثمار: 15
7-5- مرحلة النضج: 15
8- متطلبات زراعة الفول: 15
8-1- التربة: 16
8-2- الحرارة: 16
8-3- البرودة: 16
8-4- الماء: 16
8-5- الإضاءة: 17
9-أهمية حبوب الفول: 17
9-1 - الأهمية الزراعية: 17

9-2- الأهمية البيئية:..... 17

9-4- الأهمية الاقتصادية:..... 19

10-التوزيع الجغرافي لنبات الفول على المستوى المحلي والوطني والعالمي: 20

10-1-على المستوى المحلي :..... 20

10-2-على المستوى الوطني:..... 21

10-3- على المستوى العالمي:..... 22

11- أهم أمراض و آفات نبات الفول:..... 23

11-1- الأمراض :..... 23

11-1-1 - التبقع البني: 23

11-1-2- الصدأ La Rouille :..... 23

11-1-3- الهالوك:..... 24

11-2- الحشرات :..... 24

11-2-1- خنفساء الفول الكبيرة *Bruchusrifiminus*:..... 24

11-2-2- خنفساء الفول الصغيرة *Bruchusincarnatus*.....26

11-2-3- حشرةالمنُّ الأسود:..... 25

الفصل الثاني: دراسة وصفية للبكتيريا المثبتة للنتروجين الهوائي

1-تعريف بكتيريا التربة :..... 31

2- أشكال البكتيريا :..... 31

3-أنواع البكتيريا حسب التغذية :..... 32

4- العلاقة بين الكائنات الحية الدقيقة في التربة(البكتيريا) والنبات.....33

5-التثبيت البيولوجي للنتروجين:..... 34

6-1-البكتيريا الحرة :..... 35

6-2بكتيريا االتكافلية :..... 36
7-البكتيريا العقدية للنباتات البقولية (الريزوبيا):..... 37
7-1- تعريف الريزوبيا :..... 37
7-2- مرفولوجيا الريزوبيا : 38
7-3-الصفات الفيزيولوجية للريزوبيا :..... 38
7-4- الصفات الكيميائية :..... 38
7-5-الصفات الزراعية للريزوبيا : 39
7-6- التنوع التصنيفي للريبوزوم :..... 39
8-العوامل المؤثرة على نشاط وحيوية البكتيريا في تثبيت النيتروجين: 41
9- العقد الجذرية:..... 42
9 -1- شكل وهيكل العقيدات :..... 42
9-2- أهمية العقد الجذرية:..... 42
9-3- تشكل العقد عند البقوليات :..... 43
9-4- مراحل عملية العدوى وتكوين العقيدات : 44
9-5- جينات العقد :..... 44
9-6 تصنيف جينات العقد:..... 45
10- االنتيروجيناز االبكتيري : 45

الفصل الثالث التعايش وأنواعه عند النباتات

1-أنواع العلاقات بين الكائنات الحية..... 50
1-1- علاقة الافتراس:..... 50
1-2-علاقة التطفلparasitism : 50
1-3-التكافل SYMBIOSIS:..... 50

1-3-1-تبادل المنفعة (التقايض)mutualism:..... 51

1-3-2-التعايش commensalism:..... 51

1-3-2-1-التعايش بين نبات وحيوان..... 51

1-3-2-2التعايش بين نبات ونبات 52

1-3-2-3التعايش بين الجراثيم والنبات :..... 52

1-3-2- 4 التعايش بين الكائنات الحية الدقيقة والنبات..... 54

1-3-2-5تعايش مثبتات النتروجين : 54

1-3-2-6 تعايش الفطريات الجذرية: 55

2- تكافل الريبوزوم و البقوليات..... 56

3-العلاقة التكافلية بين بكتيريا الرايزوبيوم ونباتات العائلة البقولية..... 58

4 -أهمية العلاقة التكافلية بن بكتيريا الرايزوبيوم ونباتات العائلة البقولية..... 59

الجزء التطبيقي

جرد ومقارنة أهم الدراسات المجراة على التعايش بين نبات الفول مع البكتيريا المثبتة للأزوت الهوائي

المقال1 تحت عنوان:..... 62

Improvement of Faba Bean Yield Using Rhizobium Agrobacterium Inoculant in Low- Fertility Sandy Soil

الهدف من الدراسة:..... 62

أهم النتائج المستخلصة:..... 62

المقال 2: 65

Effectiveness of Rhizobium strains on faba bean (*Viciafaba* L.) at Gumer district, highland area of Southern Ethiopia

الهدف من الدراسة:..... 65

أهم النتائج المتحصل عليها:..... 65

المقال3:..... 66

Efect of rhizobial inoculants on yield and yield components of faba bean (*Viciafabae*L.) on vertisol of Wereillu District, South Wollo, Ethiopia

الهدف من الدراسة :..... 66

أهم النتائج المتحصلة عليها :..... 66

المقال 4:..... 68

Co- Inoculation of *Rhizobium* and *Azotobacter* on Growth Indices of Faba Bean under Water Stress in the Green House Condition

الهدف من الدراسة :..... 68

أهم النتائج المتحصل عليها :..... 68

المقال 5:..... 70

Influence of *Rhizobium /Azotobacter* and *Rhizobium/Azospirillum* combined inoculation on mineral composition of faba bean *(Viciafaba*L.)..... 70

الهدف من الدراسة :..... 70

أهم النتائج المتحصلة عليها :..... 70

المقال 6 :..... 71

Growth and Symbiotic Performance of Faba Bean Inoculated With*Rhizobium Leguminosarum*biovar. *Viciae*Strains Tolerant to Salt

الهدف من الدراسة :..... 71

أهم النتائج المتحصل عليها..... 71

المقال7: 72

Enhancement of Nodulation,N_2–Fixation and Growth of Faba Bean (*Viciafaba L*) by Combined Inoculation With *Rhizobium leguminosarumbv*. Viceae and Azospirillumbrasilense

الهدف من الدراسة : 72

أهم النتائج المتحصل عليها : 72

المقال 8 : 74

Effectes of inculation with *Azopirillumbrasilense* on chickpeas (*Cicerarietinum*) and faba beans (*Viciafaba*) under different growth conditions

الهدف من الدراسة: 74

أهم النتائج المتحصل عليها : 74

المقال9: 75

Effectiveness of Rhizobial strains on the faba bean development and yield in soddy podzolic soils

الهدف من الدراسة : 75

أهم النتائج المتحصل عليها: 75

الخاتمة..... 77

قائمة المراجع..... 79

فهرس الوثائق

الرقم	العنوان	الصفحة
01	نبات الفول *Vicia faba L.*	07
02	ساق نبات الفول	09
03	أزهار نبات الفول.L *Viciafaba* .	10
04	ال بذور وثمار نبات الفول,	11
05	البذور– الثمـار – الأزهار ,لنبات الفول	12
06	مرض التبقع البني لنبات الفول	23
07	مرض الصدأ عند أوراق الفول	24
08	التفاعلات بين النباتات والبكتيريا في منطقة الجذور	34
09	العقد الجذرية	38
10	بكتيريا الرايزوبيوم على العقد الجذرية	44
11	بنية النيتروجيناز	46
12	العلاقة الجزيئية بين الباقوليات والريزوبيوم	54
13	رسم تخطيطي مبسط لتكافل الجذور والباقوليات	56
14	تبادل الإشارات أثناء إنشاء تكافل الريزوبيوم–الباقوليات	57
15	تأثيرات سلالة *brasilenseCd Azospirillum* على العقدة (a et b) وعلى معاملات نمو النبات (c et d et e)عند الفول *Vicia faba L*	74
16	تأثير سلالة واحدة من *Rhizobium* كمثال على المحتوى النتروجيني للتربة.	76

فهرس الجداول

الرقم	العنوان	الصفحة
01	التركيب الكيميائي لصافي 100 مغ من الفول	18
02	مساحة وإنتاج الفول لولاية الوادي في فترة (2018 – 2017)	20
03	إنتاج الفول في بعض مناطق غرب الجزائر خلال مواسم – 2008 2009و 2010– 2009 و2011 – 2010	21
04	الإنتاج العالمي للفول سنة 2009–2010.	22
05	أنواع البكتيريا المثبتة للنيتروجين الجوي	36
06	تصنيف الحالي للريزوبيا *Rhizobium*	41
07	مميزات تقسيم جنس الرايزوبيوم	42
08	أمثلة على الارتباطات بين Leguminosae Rhizobia	58
09	تأثير سلالات ريزوبيا مختلفة على العقدة , ومعايير النمو ومحتوى النتروجين في نباتات الفول بعد 50 يوما من الزراعة في ظل الظروف الحقلية	63
10	تأثير سلالات ريزوبيا مختلفة على معايير النمو المختلفة وانتاجية نباتات الفول في ظل الظروف الميدانية	64
11	المتوسط المشترك للكتلة الحيوية ومحصول الحبوب المتأثر بتلقيح سلالة ريزوبيوم	65
12	تأثير التلقيح على معلمات العقيدات	67
13	تأثيرتلقيح VABA BEAN على تكاف لفعالية سلالات ريزوبيوم في موقع الدراسة	67
14	متوسط المقارنات للتأثير الرئيسي للري والنيتروجين مع التلقيح المشترك*Rhizobium* و*Azotobacter*	69

15	تأثير التلقيح المشترك مع سلالات vinelandii ATCC 12837 و Azotobacter –Azotobacter chroo, Dv42 cocuumstrain H23, Azospirillumbrasilensestrain Sp7على المردود veciavaba cv Alboria.	70
16	الكثافة البصرية(OD) عند 620 نانو متر ورقم الخلية القابلة للحياة , معبرا عنها بنسبة % من قيم التحكم , في سلالة GRA 19 من R. Leguminosarumbiovar . تنمو Vicia بتركيزات مختلفة من كلور الصوديوم	72
17	تأثير التلقيح المشترك على تركيز والمحتوى الكلي لـN (N٪) لكل من الأفرع والجذور	73

قائمة الإختصارات

Nod = عوامل الايماء

ATP = Adenosine triphosphate

FAO = Food Agriculturey Organisme = منظمة الغذاء والزراعة

pH = الأس الهيدروجيني

$\mathbf{N_2}$ = النتروجين

CH =الرابطة الهيدروجينية

ADN = Acide désoxyriboNucléique = الحمض النووي الريبوزي منقوص الاوكسجين

$\mathbf{ARN_{rebosomique}}$ = Acide ribonucléique rebosomique = حمض ريوزي النووي

$\mathbf{Ca^{+2}}$ =شوارد الكالسيوم

$\mathbf{Fe^{+2}}$=شوارد الحديد:

$\mathbf{CO_2}$ =ثاني اكسيد الكربون

pSym =البلازميد التكافلي

Kb = كيلو بايت

Mb = ميغابايت

nifD = جينات تكافلية

$\mathbf{^{+}NH_4}$ = شاردة الأمنيوم

IAA =حمض اندول الخل

FB = faba bean= الفول

مقدمة

مقدمة

عرف الإنسان محاصيل الحبوب والبقول منذ عصور ما قبل التاريخ بحيث تعتبر المادة الغذائية الرئيسية في أغلب مناطق العالم , وتغطي جزءا كبيرا من أراضيها الصالحة للزراعة وتلعب دورا أساسيا في القطاع الإقتصادي إلا أن بعض الدول تعاني نقص في هذه المحاصيل بسبب تعرض بعض المساحات المزروعة إلى مجموعة من العوامل البيئية المؤثرة كالجفاف والملوحة التي وصلت إلى حوالي 33% من الأراضي المزروعة (Epstein, 1980 ؛ الهلال, 1999).

يعتبر الفول من أحد الحبوب الرئيسية التي تنتمي إلى عائلة البقوليات (Sillero, 2010) , حيث كانت الصين الدولة الرائدة المنتجة للفول (CSA ,2018). وهي تمثل الأغذية الرئيسية البقوليات العلفية بسبب القيمة الغذائية العالية لبذورها الغنية بالبروتينات والنشاء(Duc et al,2010)

تتباين أصناف الفول في شكل النبات وحجم البذور فتوجد أصناف محدودة النمو وغير محدودة النمو والأصناف ذات البذور الكبيرة والصغيرة فضلا عن إختلاف محتوى البذور من المواد الغذائية ونسبة البروتين وأن هذه الإختلافات غالبا ما ترجع إلى طبيعة الصنف والتركيب الوراثي أو للظروف البيئية, يزرع الفول ضمن دورة النجليات لدعم خصوبة التربة وتحسين خواصها وإغنائها بالعناصر الغذائية المتنوعة وخاصة (الأزوت) اللازم لنمو نباتات المحاصيل المختلفة (كور وخورشيد, 2001).إذ يلعب الفول دورا رئيسيا من خلال تثبيت النتروجين في الغلاف الجوي بالشكل المتاح للنبات (Siczek and Lipiec, 2016) .

يعد التثبيت البيولوجي للنتروجين , وخاصة تكافل الجذور والبقوليات أحد الحلول البديلة والتقنيات الواعدة التي تلعب دورا مهما في تقليل إستهلاك الأسمدة الكيمياوية الأزوتية, وزيادة خصوبة التربة , وتقليل تكلفة الإنتاج , والقضاء على تأثير التلوث الغير مرغوب فيه من الأسمدة الكيمياوية في البيئة(Harridge & Ladha, 1995), حيث يساهم الفول في الزراعة المستدامة من خلال تثبيت النتروجين في الغلاف الجوي بالتكافل مع الريزوبيا(Van & *al* , 1995)

تحتوي البقوليات على عقيدات خاصة في جذورها , تعتبر موطنا لبكتيريا تثبيت النتروجين التي تعرف بإسم (الريزوبيا) (Young et *al* , 2011), وهي بكتيريا التربة , سالبة الجرام , لها أهمية علمية وزراعية عميقة بسبب قدرتها على إقامة علاقة تكافلية مع البقوليات (Somasegaram y Hoben, 1994)

يشير التكافل إلى تفاعل وثيق وطويل الأمد للكائنات الحية من الأنواع المختلفة في السابق , كان

المصطلح مقصورا على علاقة متبادلة حيث يستفيد كلا الكائنات الحية من التفاعل, وبالتالي يعزز علاقتهما التكافلية .تفرز البقوليات مزيجا من الجزيئات الفينولية , في الغالب مركبات Flavonoide و isoflavonoide, في الجذور . يتم أخذ هذه الإشارات بواسطة الريزوبيا وربط منظم النسخ Nod , وتنشيط مجموعة من جينات العقدة البكتيرية (Long, 1996).

ومن هنا تبرز الحاجة للوقوف على محاولة دراسة العلاقة التعايشية للريزوبيا والفول وحصر ومناقشة بعض المقالات العلمية وهذا من خلال مناقشة نتائج مجموعة من الأبحاث لمعرفة التعايش الحاصل بين الريزوبيا والفول ومدى مساهمتها في تثبيت النتروجين الجوي .

إنطلاقا من هنا يتبادر إلى أذهاننا العديد من التساؤلات مفادها معرفة دور بكتيريا العقدية (الريزوبيا) في تثبيت النتروجين الجوي من خلال العلاقة التكافلية بينها وبين نبات الفول .

احتوت هذه المذكرة على جزأين هما النظري والتطبيقي,حيث ضم الجزء النظري ثلاثة فصول : دراسة وصفية ونباتية للفول(*Vicia faba*) ,دراسة وصفية للبكتيريا المثبة للنتروجين الجوي , التعايش وأنواعه عند النباتات. أما الجزء التطبيقي تضمن مناقشة وإستخلاص أهم نتائج بعض المقالات المدروسة التي دارت حول العلاقة التكافلية بين الفول والريزوبيا والعوامل المساعدة على تحسين هذه الألية . وختمنا عملنا هذا بخاتمة عامة مذيلة بتوصيات مستقبلية.

الجزء النظري

الفصل الأول

دراسة وصفية ونباتية لنبات الفول

مدخل

ذكر كيال،(1976) بأنه وجد بقايا البازلاء في سويسرا تعود إلى4500 قبل الميلاد كما وجدت حبات الحمص في مناطق الشرق الأوسط منذ القدم, وهي من أهم الفصائل النباتية وأكثرها ثراء من حيث التنوع لكونها ذات قيمة غذائية عالية.

البقوليات les legumes

هيمن العوائل النباتية ذات الانتشار الواسع,مقارنة بالعوائل النباتية الأخرى,وتعرف أيضا في علم التصنيف بالفصيلة الفراشية fabaceae,و تسمى بالعائلة القرنية لاحتواء بذورها داخل قرن أو الفراشية لشكل زهرتها,وتعد ثالث أكبر عائلة نباتية من مغطاة البذور(angiosperms),إذ تشمل أكثرمن 700 جنس و20.000نوع,وهذه العائلة مقسمة إلى ثلاث تحت عوائل (subfamiliy) البقمية Caesalpinioideae,والسنطاوية Mimosoideae والفراشية Papilionoideae,وقد تمتد دراسة حوالي 20 % من أنواع الباقوليات المعروفة بتحديد ما إذا كانت قادرةعلى تكوين العقد المثبتة للنتروجين،كماوإن معظم هذه التعايشات المعروفة موجودة في تحت العائلة الفراشية Papilionoideae ,وتجدر الإشارة إلى أنها كدراسات لبعض نباتات تحت العائلة البقمية Caesalpinioieae,أثبتت أن 10% من الأجناس التابعة لها القدرةعلى تكوين العقد الجذرية, وتثبيت النتروجين مع جراثيم rhizobium, بينما وجد أن حوالي 80% من الأجناس الأكثرشيوعا بين أجناس تحت العائلة السنطاوية Mimosoideaeلها القدرةعلى تكوين العقد الجذرية ,في حين كانت النسبة الأكبر من النباتات التي لها المقدرة على المعيشة التكافلية مع البكتيريا المثبتة للنتروجين,وتكوين العقد الجذرية في العائلة الفراشية papilionoideae ,إذ تشكل حوالي90% من الأجناس التي شملتها الدراسات (Rajkumar, 2018).

1- تعريف نبات الفول *Viciafaba*L. :

الفول نبات حولي ينتمي إلى العائلة القرنية (Leguminosae)، ويعرف بالإسم العلمي *Vicia fabaL*(العثمان والعساف ,2009), وهو نبات ثنائي الصيغة (12=2N كروموسومات) وذاتي التلقيح جزئيا(Wang*et al.*,2012), كما هو خلطي التلقيح (Allogame). ويتراوح طول النبات عند الإزهار ما بين 60 إلى 100سم بحسب الأصناف وظروف الزراعة (حمداش, 2000)، والذي يعد مصدر للبروتين حيث يعمل على تحسين خواص التربة وزيادة خصوبتها وذلك لقدرته على تثبيت الأزوت الجوي بفضل العقد البكتيرية المتشكلة على جذوره (العثمان والعساف, 2009)

الوثيقة 01: نبات الفول ***Vicia faba L.*** (Poulsen et Bond , **1983**)

2-الموطن الأصلي لنبات الفول:

حسب Mebarkia (2000) ; Pesson et Louveaux (1984) ,فإن أصل نبات الفول يرجع إلى آسيا الشرقية وأمريكا الجنوبية حيث زرع في هذه المناطق ,ويتمركز بكثرة في منطقة حوض المتوسط (Mebaria, 2000;Tivoli et caubel, 1998) , ويستخدم في تغذية الإنسان في قارة آسيا وحوض البحر الأبيض المتوسط لأنه غني بالفيتامينات.

3- حركة الفول في العالم :

في عام 1980ومابعد، بدأت زراعة الفول تنشط بسبب تطور الزراعة بالآلة وبسبب مكافحة الحشائش، والأعشاب بالموارد الكيمياوية وتستعيد مكانتها بين المحاصيل الحلقية (مط, 1975)

4-تصنيف نبات الفول:

يمكن تصنيف الفول حسب عمراني,(2005) كما يلي:

Régne : Plantea
Embronchement : Spermatophytes
Sous Embronchement : Angiosperme
Classe : Dicotyledones
Sous Classe : Dialypétales
Ordre : Rosales
Famille : Légumineuse
Sous Familles : Papilionacées
Genre : *Vicia*
Espèce :*Viciafaba* L.

5-الوصف المرفولوجي لنبات الفول:

يتشكل الفول من الجهاز الخضري أو الإعاشي والجهاز التكاثري .فالجهاز الخضري يشمل جذور,الساق,الأوراق .أما التكاثري يتشكل من الأزهار التي هي أصل الثمار والبذور (WANG *et al.*, 2012).

5-1- المجموع الجذري :

جذر الفول وتدي الشكل Pivolant(حمداش, 2000),ويتعمق في التربة إلى مسافات قد تصل من 60 إلى80 سم , ويتفرع إلى الأعلى إلى جذيرات,تمتد بشكل أفقي إلى مسافة تصل إلى 50 سم (خورشيد, 2001),وهذه الجذيرات الصغيرة تحمل العقد البكتيرية (حمداش, 2000) .

الوثيقة 02: ساق نبات الفول **(قرح ومسعي , 2021)**

5-2- المجموع الخضري:

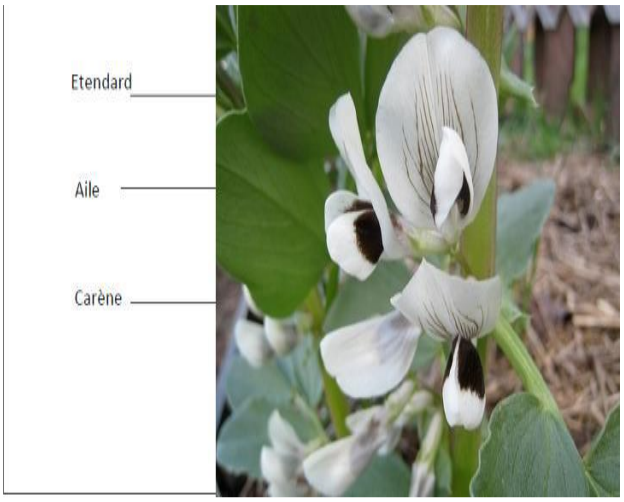
5-2-1-الساق:

الجذع الرئيسي له من 0- 5 فروع في القاعدة، سميكة ورباعية الزوايا وجوفاء., عدد العقد الخضرية والتناسلية للساق، متغير للغاية من 4 إلى 10 (Sadiki, 1998),وعشبه قائم مضلع ذو أربع أركان أجوف أخضر اللون (صحراوي وباقة، 1999)

5-2-2- الأوراق:

الأوراق متبادلة ريشية الشكل,تتكون من 2 إلى 4 أزواج من الوريقات البيضاوية الوريقة الطرفية متحورة ,ولونها أخضر رمادي مزرق (foury et chaux., 1994)للورقة الطرفية أذينتان صغيرتان

يوجد أسفلهما غدد منتجه لرحيق (حمداش, 2000).



الوثيقة 03: أزهار نبات الفول.L *Viciafaba* . (Poulsen et Bond., 1983)

5-2-3- النورة Corolla :

النورة عنقودية تحمل عدة أزهار 2- 6 زهرات تخرج من ابط الورقة الثانية أو الثالثة.(مط, 1975)

5-2-4- الأزهار:

تحمل الأزهار في نورات إبطية وتحتوي كل نورة من 1 الى 6 أزهار .تتكون الأزهار من الكاس به 5 سبلات .وزهرة بيضاء بها نقط سوداء (Brink et Belay, 2006.)ويتكون التويج من علم وجناحين وزورق . أما الطلع يتكون من 9 أسدية ملتحمة وواحدة سائبة .

5-2-5- التلقيح Pollinisation:

التلقيح في الفول ذاتي وتبلغ نسبته93-96%أما بالنسبة للتلقيح الخلطي فلا يتجاوز 4-6%(مط , 1975)

5-2-6- الثمار:

الثمار قرنية (بدر, 2006)يتراوح طولها مابين 10 إلى 15 سم حسب الأصناف ,أما عدد الحبات في القرن الواحد تتراوح ما بين 3 إلى 7 ,حسب الصنف وظروف الزراعة (حمداش, 2000).القرون خضراء ويتحول إلى اللون الأسود عند النضج (Chaux et Foury., 1994).

5-2-7-البذور:

مستطيلة الشكل مدورة الحافة ومفلطحة تشبه الكلية لونها بني يميل إلى الاخضرار أو أخضر باهت عند النضج يميل إلى اللون البنفسجي الفاتح عند التقدم في النضج .وهي بذور أندوسبرمية ذات فلقتين وهي ذات قشرة جلدية متجعدة أو ملساء أو قليلة التجعد بحسب الصنف والظروف الزراعية (إدريس, 2010).

الوثيقة**04**: بذور وثمار نبات الفول **(Souana, 2011)**

5-2-8- الريشة و الجذير:

وهو الجزء من الجنين الذي ينمو و يعطي الساق، كما أن الجذير الجزء المخروطي المدبب المقابل للريشة ويعطي الجدير، أما بالنسبة لموضع كل من الريشة والجذير بالنسبة للفلقات فيكون

بأشكال مختلفة (عمراني، 2002).

5-2-9- بادرة الفول :

الريشة تنمو حتى تصبح ساقا, تنشأ من جوانبها براعم الأوراق بالتدريج ,في أولى مراحل النمو يكون نمو السويقة بطيئا .أما السويقه الجنينية العلوية فإنها تنمو بنشاط وتستطيل بسرعة رافعة معها الريشة فوق سطح التربة وتبقى الفلقتان تحت سطح التربة ولهذا السبب يعرف بالنبات تحت الأرضي(Hypogeal)(عمراني , 2002).

الوثيقة05: A: البذور- B: الثمـــار - C: الأزهار لنبات الفول (Guernoug et Miliani., 2017)

6- أصناف نبات الفول :

تتباين أصناف الفول فيما بينها في قوة النمو ودرجه التفريغ, ومدى مقاومتها لأمراض التبقع البني, والأمراض الفيروسية والصدأ ,ودرجة التحمل للإصابة بالهالوك (حشيشة متطفلة على الفول),ونظام توزيع القرون على طول الساق وحجم البذرة وشكلها ولون السرة ولون غلاف البذرة ,ودرجة التبكير في

النضج وفي صفات جودة البذور(خليل وآخرون, 2015)

هناك ثلاث أصناف من الفول:

6-1- أصناف مبكرة جدا :

الصنفMuchaniel,حيث يحتوي على قرون خضراء فاتحة , يبلغ متوسط طولها 20 سم , وتحتوي على 5 إلى 6 بذور بيضاء , وهي كبيرة جدا .

6-2- أصناف مبكرة:

كصنف إشبيلية ذات القرون الطويلة , والتي تحتوي على 5 إلى 6 بذور ضخمة .يبلغ إرتفاع ساقها 70سم , وتتميز عن غيرها من الأصناف بلون أوراقها ,وهو أخضر صريح تماما (Chaux and Foury, 1994) يبلغ عرض قرونها حوالي 3سم وطولها 25 سم (Laumonier, 1979)

6-3- أصناف متوسطة مبكرة :

وتتميز بإرتفاع يتراوح من 1.10 إلى 1.20 مترا , ولها قرون ضخمة وطويلة جدا , تحتوي على 7الى 9 بذور منتج للغاية , تم استقدامه إلى الجزائر مع الصنف اشبيلية من إسبانيا .(Chaux &Foury,1994)

7-دورة حياة نبات الفول :

يمر نبات الفول بمرحلة موسيمية تبدأ من الزراعة إلى الحصاد ,ويمكن توضيحها كما كالآتي:

7-1- مرحلةالإنبات:

يتم إنبات بذور الفول عند درجه حرارة 4° درجه مئوية فما فوق ,وذلك من اليوم الثامن إلى اليوم الثاني عشر بعد الزرع تحت الظروف الطبيعية (الخليفة والعثمان, 2001)، حيث يجب أن تكون البذرة

حية، بمعنى أن يكون الجنين حي وله القدرة على الإنبات، وعدم وجود البذرة في حالة السكون وأن يكون الجنين قد مر بمجموعة تغيرات ما بعد النضج، وليس هناك موانع كيميائية أو فسيولوجية تعيق عملية الإنبات، كما يجب توافر الظروف البيئية الضرورية للإنبات ومنها الماء ودرجة الحرارة والأكسجين وأحيانا الضوء (علي، 2015). ويمكن تقسيم مراحل الإنبات كالأتي:

- المرحلة الأولى (مرحلة امتصاص الماء) :

وفيها تقوم البذور الجافة بامتصاص الماء مما يزيد من المحتوى الرطوبي للبذور، ويعقب ذلك انتفاخ البذور وزيادة أحجامها ويصاحب هذا الانتفاخ تمزق أغلفة البذور ,فيبدأ نشاط الإنزيمات التي تكونت أثناء تكوين الجنين، وكذلك تخليق بعض الإنزيمات الجديدة . كما تنشط بعض المركبات الكيميائية الخاصة بإنتاج الطاقة اللازمة لعملية الإنبات, مثل (ATP وفي نهاية هذه المرحلة يمكن مشاهدة أولى مظاهر الإنبات والتي تتمثل في ظهور الجذير).

- المرحلة الثانية (مرحلة هضم المواد الغذائية) :

ويحدث في هذه المرحلة تحول المواد الغذائية المعقدة، مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات المخزنة في الأندوسبيرم،أو الفلقات إلى مواد بسيطة والتي تنتقل إلى نقط النمو الموجودة بمحور الجنين، والتي يسهل على الجنين تمثيلها .

-المرحلة الثالثة (مرحلة النمو):

وفي هذه المرحلة يحدث نمو البادرة الصغيرة كنتيجة لاستمرار الانقسام الخلوي ،الذي يحدث في نقط النمو المختلفة والموجودة على محور الجنين ، وبتقدم مراحل النمو تأخذ البادرة الشكل الخاص بها (علي، 2015).

7-2- مرحلة النمو:

تبدأ مرحلة النمو مند ظهور البادرة فوق الأرض، وتمتد من 55الى 65 يوم إلى تفتح أخر زهرة ,تنقسم فترة النمو إلى فترة نمو خضري وفترة نمو ثمري ولا يمكن فصل أحدهما عن الأخر (البحرة والدغستاني, 2003)

7-3- مرحلة الإزهار:

تبدأ مرحلة الإزهار منذ تفتح أول زهرة على النبات حتى آخر عقد ,وتبلغ هذه الفترة من 25 – 55 يوما وتكون هذه الفترة في الأصناف المبكرة 20-29 يوما وفي الأصناف المتأخرة 40-55 يوم (كيال، 1988)

7-4- مرحلة الإثمار:

يبدأ من عقد أول زهرة حتى آخر ثمرة على النبات ،وتتراوح مدته بين4و55 يوم هذا وتتداخل مع فترة الإزهار و فترة النمو.(البحرة والدغستاني، 2003)

7-5- مرحلة النضج:

تنحصر فترة النضج منذ تمام نضج أول ثمرة حتى اكتمال نضج أخر ثمرة على النبات ،ويبدأ هذا بظهور الاصفرار على النبات وتلك المدة تتراوح بين 45 و 60يوما، يتداخل جزء منها مع فترة الإزهار والجزء الثاني مع فترة الإثمار والجزء الثالث يمتد حتى موعد الحصاد (الخليفة والعثمان، 2001).

8- متطلبات زراعة الفول:

يكون مردود الفول أكثر في الربيع حسب(Pesson et Louveau., 1984)،وذلك لأنه محصول ثمري لا يحتمل الحرارة القصوى أو البرودة الشديدة، ويصلح أن يزرع لمحصول شتوي في

المناطق الاستوائية(فاخر وعبد الجبار, 1980) ويمكن تلخيص الظروف الملائمة لنمو الفول كما يلي:

8-1- التربة :

تتم عملية زراعة الفول في التربة الطينية , الحاوية على الطين ودرجة حموضة عالية يتمحور المجموع الجذري للفول، حيث يتطلب الحرث الجيد للتربة بعمق وإزالة الحواجز الهيكلية لضمان تسلل جيدة من مياه الأمطار وتنمية جذرية أفضل .

(Hebblewaite *et al.*, 1983 ; Sadiki et Lazrak, 1998)

8-2- الحرارة :

تبدأ بذور الفول في إنبات في درجة حرارة (4°-5°م) , حين أشارت (Bouatrous, 2008) إن إنبات بذور الفول يكون عند درجة حرارة 3°, وتزداد سرعة النبات بارتفاع درجة الحرارة، وأحسن درجات الحرارة ملائمة لانعقاد الثمار مابين(15-20 م) لأن الحرارة العالية تؤثر سلبا على الإزهار والثمار والبذور , وتؤدي إلى الموت السريع للنبات (فاخر وعبد الجبار , 1980) .

8-3- البرودة:

يمكن للفول أن يتحمل الحرارة المنخفضة حتى (4-5م) حسب (فاخروعبد الجبار, 1980) , إلا أن البرودة الخريفية والجليد الربيعي يؤثران إلى سقوطها . أما الحرارة المنخفضة المصحوبة بالرطوبة العالية فتقلل من تكوين الأزهار والعقد الثمرية .فالبرد يعتبر منالعوامل المحددة لنمو وإنتاج الفول (Patrik.,1986et Maatougui., 1996)

8-4- الماء :

الفول العريض هو نوع شتوي ،يمكن زراعته كخضروات خضراء أو في حالة جافة بعد نضوج

القرون .إنه حساس لنقص المياه ويتطلب إمدادا منتظما بالمياه يزيد عن 350مم /سنة (Alaoui,2000)

8-5- الإضاءة:

الفول من مجموعات نباتات النهار الطويل ويؤثر الضوء على النمو الخضري والأزهار حيث يزيد نموها بزيادة الفترة الضوئية (شفشق والدبابي، 2008). تؤثر الإضاءة على الإنبات حسب الأنواع (Gimeno et Gill, 2009) يخترق الضوء البذور على مستوى الصبغات الضوئية التي تشارك في تعديل الهرمونات الذاتية الجبريلينات وحمض الأبسيسيك(Seo*et al*, 2009).

9-أهمية حبوب الفول:

9-1 - الأهمية الزراعية :

مثل جميع البقوليات الغذائية , يساهم الفول في إثراء التربة بعناصر التسميد بالنتروجين , وتأثير ذلك إيجابي على أداء المحاصيل التي تتبعها(Khaldi et *al*, 2002)وفقا, فإن الفول العريض يحسن محتوى النيتروجين في التربة بمساهمة سنوية تتراوح من 20 إلى 40 كجم / هكتار من خلال نظام الجذر القوي والكثيف .بقاياها إذا دفنت تثري التربة بالمواد العضوية له أهمية زراعية واسعة كغذاء للإنسان أو كعلف للحيوانات .(منصور وآخرون , 2005)

9-2- الأهمية البيئية:

حبة الفول حساسة للغاية للتلوث , مما يجعلها نموذجا نباتيا يستخدمه علماء السموم البيئية في عدد كبير من الدراسات (Nouri., 2012)

9-3- الأهمية الغذائية:

يحتوي الفول على نسبة عالية من البروتين , ويعتبر أيضا للألياف القابلة للذوبان وغير القابلة للذوبان , والكربوهيدرات المعقدة , وفيتامين (B9).و(C) والعناصر خاصة البوتاسيوم والفوسفور والكالسيوم والمغنزيوم والحديد(Soudi, 2013)

جدول 01: التركيب الكيميائي لصافي 100 مغ من الفول **(Fachmann et Kraut, 2006)**

فيتامين (مغ)	
حمض الأسكوربيك	82.00
بروفيتامينA (كروتان)	0.100
B1(ثيامين)	0.300
B2(الريبوفلافين)	0.200
B3(نيكوتاميد)	1.800
التراكيب (غ)	
الكربوهيدرات	10.0
البروتين	5.40
الدهون	0.30
الماء	82.0
الألياف الغذائية	6.50
أحماض أمنية أساسية (مغ)	
التربتوفان	0.247
ليسين	1.671
مثيونين	0.213
فينيل ألانين	10.103
ثريونين	0.928
فالين	1.161

ليوزسين	1.964
ايزوليوسين	1.053
المعادن (مغ)	
البوتاسيوم	210.0
الفوسفور	105.0
الكالسيوم	24.0
المغنزيوم	18.00
الكبريت	27.00
الصوديوم	4.00
الكلور	14.00
الحديد	6.7
الزنك	3.14

9-4- الأهمية الاقتصادية:

حسب كيال, (1979) تحتل الجزائر المرتبة الرابعة عربيا في إنتاج البقول الجافة ب 35 ألف هكتار سنة 1976 ،ثم المغرب وبعدها مصر وبمرور السنين ازداد المنتوج سنة بعد أخرى,يبرز الدور الاقتصادي الكبير لمحصول الفول من خلال قدرته على تثبيت الأزوت الجوي عن طريق البكتيريا العقدية(رقية واخرون ،2008) ،المتشكلة على جذوره ويساعد الفول في المحافظة على خصوبة التربة (خورشيد، 2001)، وادخار كمية من البروتين في البذور وفي جميع أجزاء النبات (رقية واخرون، 2008).يزرع الفول من أجل الحصول على قرونه الخضراء التي تستعمل في الطهي ومن أجل حبوبه الجافة التي تستعمل في التدميس وبالحساء كما يمكن أن تستعمل بالقلي بعد هرسها وخلطها بالتوابل (الفلافل).(مط، 1975)

10-التوزيع الجغرافي لنبات الفول على المستوى المحلي والوطني والعالمي:

10-1-على المستوى المحلي :

الجدول02 : مساحة وإنتاج الفول لولاية الوادي في فترة **(2018 - 2017) مديرية (المصالح الفلاحية , 2018)**

المنطقة	المساحة المزروعة بالهكتار	كمية الإنتاج بالقنطار
الوادي	0	0
الرباح	0.75	60
البياضة	1.5	120
النخلة	0.5	40
غمرة	25	2000
الحمراية	8	640
تغزوت	15	1275
حاسي خليفة	12	480
الطالب العربي	2	140
دوارالماء	1	70
المقرن	5	340

بن قشة	**70**	**5600**
ورماس	**10**	**850**
المغير	**3**	**630**
أم الطيور	**17**	**3570**
مجموع الولاية	**395**	**33,499**

10-2-على المستوى الوطني :

الجدول03: إنتاج الفول في بعض مناطق غرب الجزائر خلال مواسم – 2008 2009و 2010- 2009 و 2011 – 2010 : (وزارة الزراعة والتنمية الريفية،2008)

	حملة 2009 -2008		**حملة 2010- 2009**		**حملة 2011-2010**	
الولاية	المساحة المزروعة	كمية الإنتاج	المساحة المزروعة	كمية الإنتاج	المساحة المزروعة	كمية الإنتاج
تلمسان	1799	47900	1838	79600	1711	78500
معسكر	1544	57400	1511	68395	1823	92085
عين تموشنت	668	32112	947	44939	1196	148900
غليزان	640	19200	931	37240	1365	54600

10-3- على المستوى العالمي:

الجدول04: الإنتاج العالمي للفول سنة 2009-2010. (FAO, 2010)

المركز	الدول	الإنتاج طن/هكتار
01	الصين	1.650.000
02	إثوبيا	610.845
03	فرنسا	438.338
04	مصر	297.620
05	المغرب	153.040
06	السودان	192.000
07	المملكة المتحدة	100.000
08	ايطاليا	97.408
09	تونس	70.210
10	البيرو	69.634
11	الجمهورية العربية السورية	37.782

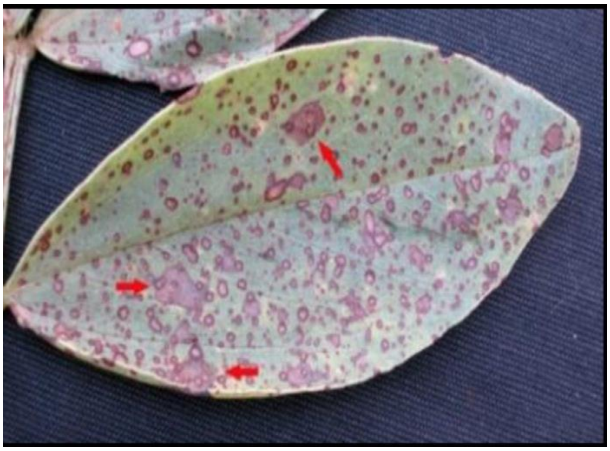
11- أهم أمراض وآفات نبات الفول:

11-1- الأمراض :

11-1-1 - التبقع البني:

من أكثر الأمراض تدميرا للفول ناتج عن فطر *Boutrytisfabae*،الأعراض الأولى هي بقع بنية داكنة اللون على الأوراق ،والساق والأزهار ,مما يتسبب في قتل النبات (Kheloul, 2014).

تتم مكافحته بردم عميق بقايا الفول بعد الحصاد ,مداواة الفول بداية من فترات الإزهار (محرزية وحليمة , 2005).



الوثيقة **06:** مرض التبقع البني لنبات الفول

(VILLEGAS et RUBIALES., 2011)

11-1-2- الصدأ La Rouille :

يصيب الصدأ الفول وهو قائم في الحقل , إنه مرض فطري ينمو على الأوراق وعلى الثمار بشكل بقع صغيرة بنية تشبه صدأ الحديد لا تلبث أن يسود لونه , وضرر هذا

المرض أنه ينقص من غذاء الفول فيسد ثغوره فيعوق عملتي التمثيل الضوئي والتنفس . تتم مكافحته بزرع أصناف منيعة ضد المرض , وللوقايه منه تبل الحبوب قبل الزراعة بمحلول سلفات النحاس بنسبة 5.5% لمدة 5د. (مط, 1975)

الوثيقة07: مرض الصدأ عند أوراق الفول**(SILLERO *et al.*, 2011)**

11-1-3- الهالوك:

نبات طفيلي يحد من نمو الفول قبل النضج ،مكافحته تكون بالإسراع بقلع نبتة الهالوك وحرقها (محرزية وحليمة, 2005),لا يزرع بعد الفول محصول بقولي أو أي محصول يكون عائلا للهالوك .(مط،1975)

11-2- الحشرات :

11-2-1- خنفساء الفول الكبيرة *Bruchusrifiminus*:

تصيب الفول وهو في الحقل أثناء طور الإزهار ،وقد تبقى الإصابة كامنة في القرن أو في الحبة إلى وقت التخزين ،حيث تنتقل إلى المخزن فتكمن فيه دون أن تنشط حتى

الموسم التالي، فتنتقل إلى الحقل لتبدأ نشاطها من جديد .(مط ،1975)

11-2-2- خنفساء الفول الصغيرة *Bruchusincarnatus*:

حشرة طولها 4مم , يغطي جسمها وبر أسمر , تبدأ الإصابة نشاطها في الحقل بحيث تضع الحشرة الكاملة بيضها على القرون قبل النضج أو داخل الزهرة , وعندما تفقص البيوض تدخل اليرقات إلى داخل القرن ومنها إلى داخل الحبة وتبقى كامنة ضمن تجويف مسار لحجمها وتفرز نق فيه وتكمن حتى موعد الحصاد فإذا حصد الفول ودوس ونقل للتخزين وخزن في المستودع خرجت من شرنقتها وبدأت النخر في لب الحبة ومن ثم في قصرتها إلى أن تخرج منها لتبدأ الدورة الثانية من حياتها , ولذا يجب عدم زراعة الحبوب المصابة وإذا اضطر لزراعتها تعامل بمحلول قاتل هذه الحشرة .(مط ،1975)

11-2-3- حشرةالمنّ الأسود:

حسب محمد الصادق مط (1975),فمن الفول *Aphisfaba* حشرة صغيرة سوداء تنتقل إلى الفول بواسطة الرياح أو بواسطة مس أطراف النباتات المصابة للنباتات السليمة وخاصة مس الحشائش المصابة لنباتات الفول السليمة , يتكاثر في الجو كثير الرطوبة والدفء يؤثر على المحصول بامتصاص عصارة النبات وبإفرازه المادة العسلية التي يفرزها من جسده فتلوث الأوراق وتسد ثغورها وتعيق عمليتي التنفس والتمثيل الكلوروفيلي .

وللتخلص من هذه الحشرة :ترش النباتات بمحلول سلفات النيكوتين 1/1000 ثلاث مرات أو بمحلول أي مبيد للحشرة ليس له بقايا سمية في أجزاء النبات (مط ، 1975)

الفصل الثاني: دراسة وصفية للبكتيريا المثبتة للنتروجين الهوائي

1-تعريف بكتيريا التربة :

هي كائنات حية مجهرية دقيقة وحيدة الخلية عديمة اللون , تتشابه في بعض صفاتها مع الطحالب الخضراء المزرقة , وتوجد على سطح التربة وفي أعماقها وفي الماء العذب والمالح وفي الأغذية أي أنها تنتشر في كل مكان كما أن بعضها له القدرة على تحمل درجات الحرارة المختلفة , ويرجع ذلك إلى : دقة حجمها ,سرعة تكاثرها ,و تنوع غذائها , قدرتها على التكيف مع مختلف ظروف المعيشة (شحادة والزليطي, 2001).

تعتبر البكتيريا أكثر وجودا وأهمية من المجاميع الأخرى من ناحية الأعداد والأجناس والأنواع والنشاط , كما تعتبر أكثرأهمية من ناحية التغيرات الحيوية التي تحدث في الأراضي خصوصا في الأراضي المعتدلة الأس الهيدروجيني pH أو المائلة للقاعدية مثل أراضي المناطق الجافة عموما .(بن سلطان وأخرون, 1999). البكتيريا هي المسؤول الرئيسي عن الكثير من العمليات الجيو كيميائية مثل دورات النتروجين والكربون والكبريت تلك الدورات الرئيسية الحاسمة بالنسبة لدوران العناصر الأساسية للحياة .وهي كائنات بدائية لا تحتوي على الكلوروفيل وليس بها بلاستيدات ولا يوجد بها نواة حقيقية (لا يوجد غشاء نووي يحيط بمادة النواة). ويبلغ قطر أصغرها حوالي 1000/1 مم(الكرمي وصباريني, بدون سنة)

2- أشكال البكتيريا :

يمكن تلخيص أشكال البكتيريا الى ما يلي :

-البكتيريا الكروية:

يبلغ قطرها من 0.5-1 ميكرون تقريبا وتوجد فرادي أو في أزواجأو في مجموعات أو في مكعبات أو على هيئة سلسلة أو سبحة أو على شكل عنقود العنب ومنها الأنواع التي تسبب الالتهاب الرئوي – السيلان والتقيحات كالدمامل والخرجات والحمى القرمزية(شحادة وزليطي, 2001) .

-البكتيريا العصوية :

تعتبر اسطوانة أطرافها مستديرة قليلا أو كثيرا حسب أنواعها ويبلغ طولها من 2-3 ميكرون وعرضها حوالي 0.5 ميكرون وتوجد إما فرادي أو في أزواجأو على هيئة سلسلة أو عصوية سبحية .(شحادة وزليطي, 2001) ومن الأمراض تسببها حمى التيفود- الدفتيريا – الدوسنتاريالباسيلية .

-البكتيريا اللولبية :

وهي لولبية الشكل وتختلف من حيث الشكل والتركيب وطريقة التحرك البكتيريا اللولبية لديهم بنية معقدة داخل أغشية الخلايا الخاصة بهم تسمح لها بتدوير أجسامهم ذات الشكل اللولبي. (طالب،2016).

3-أنواع البكتيريا حسب التغذية :(حلمي, 1999)

-البكتيريا الرمية:وهي تنمو على المواد العضوية الميتة وتوجد في التربة والماء والهواء واللبن والأطعمة وغيرها ,لهذه الأنواع احتياجات غذائية مختلفة عن بعضها البعض فمنها ما يعيش على المواد العضوية الميتة فقط وبذلك تسمى إجبارية الترمم Obligate saprophytes.أماالأنواع التي تستطيع النمو على المواد العضوية الميتة وعلى الكائنات الحية وعادة لا تسبب الأمراض وبذلك تسمى اختيارية الترمم Facultative saprophytes.ومنها ما يستطيع النمو على بيئات تركيبية بسيطة تحتوي مكونات غذائية مختلفة متضمنة مصدر كربون عضوي ومصدر نيتروجين عضوي أو غير عضوي بالإضافة إلى بعض العناصر المعدنية .

-البكتيرياالمتطفلة: وهذه المجموعة يصعب تنميتها على المنابت الغذائية التركيبية ولا بد لها أن تعيش على خلايا حية فقط وتسمى هذه البكتيريا إجبارية التطفل , وهناك بعض الأنواع تستطيع المعيشة أيضا على المواد العضوية الميتة , لذلك تسمى اختيارية التطفل Facultative parasites. وقد تتطفل هذه البكتيريا على الإنسان والحيوان والنبات ,

وغالبا ما تسبب أمراضا خطيرة لعوائلها .

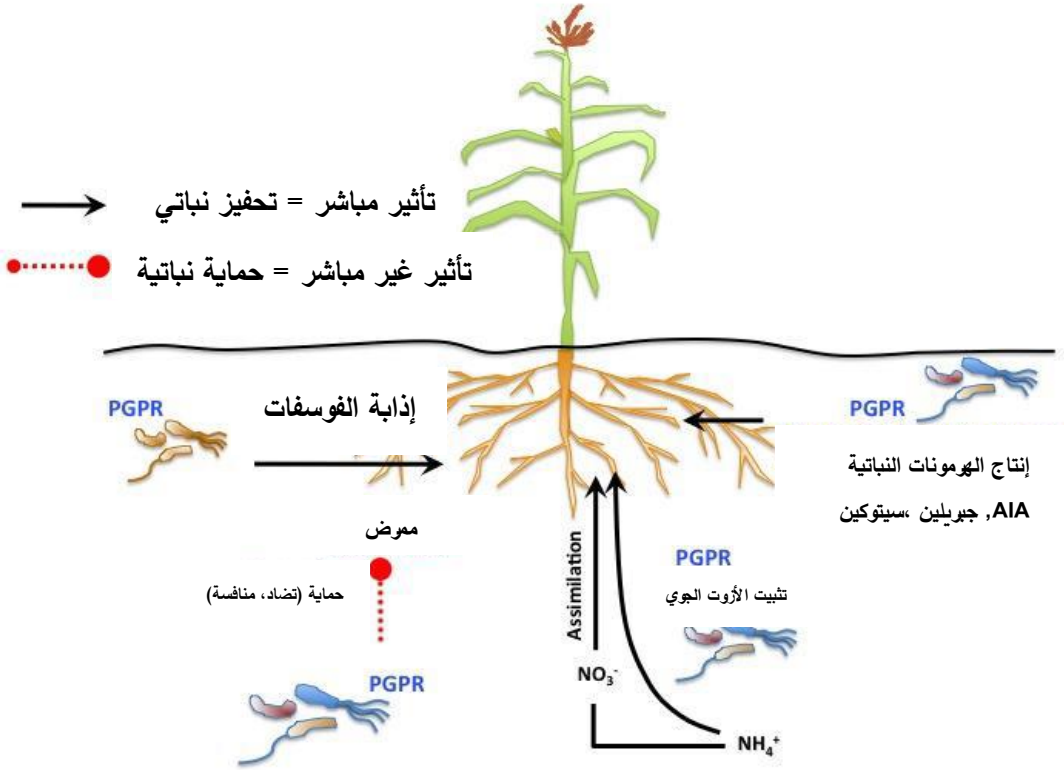
-**البكتيريا المتكافلة** : أشهر البكتيريا المتكافلة التابعة لجنس Rhizobium وهي بكتيريا متعددة الأشكال وتعيش متكافلة على جذور البقوليات داخل عقد معينة تسمى بالعقد الجذرية , حيث تقوم البكتيريا بتثبيت النيتروجين الجوي في صورة مواد نيتروجينية عضوية يستفيد منها النبات البقولي وتأخذ البكتيريا المواد الكربوهيدراتية من النبات , تلعب الأنواع التابعة لهذا الجنس دورا هاما في خصوبة التربة , حيث أنها تزيد من محتوى التربة النيتروجيني .

4- العلاقة بين الكائنات الحية الدقيقة في التربة(البكتيريا) والنبات

اغلب النتروجين موجود في التربة في صورة عضوية معقدة وتمثل الصور المعدنية الميسرة للنبات نسبة ضئيلة من النتروجين الكلي فيها، وحتى هذه النسبة الضئيلة يتم سحبها من الأرض باستمرار خلال امتصاص النبات لها أو تطايرها بواسطة العوامل البيولوجية وغير البيولوجية أو غسلها إلى أسفل طبقات التربة بعيدا عن مدى جذور النباتات .

ويلاحظ أن في التربة غير المعرضة لمؤثرات خارجية فان هناك حالة من الاتزان بين النتروجين المعدني والعضوي فيها وتلعب الميكروبات دورا هاما في المحافظة على محتوى النتروجين الكلي في التربة والمحافظة أيضا على نسبة العنصر الميسر للنبات فيها وإمداد النبات باحتياجاته من هذا العنصر هو يتأثر بكتيريا العقد الجذرية على إمداد النباتات البقولية باحتياجاتها من النتروجين وزيادة لمحتوى التربة من النتروجين بعد حصاد النبات البقولي , من التأثيرات الهامة أيضا قدرة بعض ميكروبات التربة على تثبيت النتروجين الجوي لبناء أجسامهاأثناء معيشتها الحرة في التربة وهذه الميكروبات تعمل على زيادة النتروجين العضوي في التربة أو تعويض الجزء الفاقد منه وهذه الميكروبات عند موتها وتحلل أجسامها ترفع من محتوى N_2 المعدني في التربة . من ناحية أخرى فان بكتيريات

التأزت وخلال عمليات التمثيل الغذائي لها للحصول على الطاقة تلعب دورا بارزا في زيادة N_2 في التربة للاستفادة منه بواسطة النبات عن طريق أكسدتها للمركبات الأزوتية في التربة إلى نترات (بن سلطان وأخرون, 1999)



الوثيقة08: التفاعلات بين النباتات والبكتيريا في منطقة الجذور (**khan and *al*, 2009**)

5-التثبيت البيولوجي للنتروجين:

التثبيت البيولوجي للنتروجين له فوائد اقتصادية وبيئية , فضلا عن أنه بديل للأسمدة الكيمياوية باهضة الثمن والملوثة (Ferguson et *al*, 2010) . يحدث هذا بشكل عام عند درجة حرارة معتدلة بواسطة كائنات بدائية النواة ثنائية التغذية موزعة على نطاق واسع في الطبيعة .تثبيت النيتروجين بواسطة البكتيريا diazotrophes و إستيعاب ثاني أكسيد الكربون بواسطة كائنات التمثيل الضوئي هما الظاهرتان البيولوجيتان الرئيسياتان في أساس تطور العالم الحي .تمتلك البكتيريا diazotrophes المركب الإنزيمي للنتروجيناز المسؤول عن إختزال النيتروجين الجزيئي إلى أمونيا(Udvardi et) poole, 2013. إنزيم النتروجيناز حساس جدا للأكسجين إذ أنه يتلف عندما يتعرض له لذلك فهو

يعمل في جو مختزل ويقوم الإنزيم بتنشيط وإختزال النتروجين إلى أمونيا.كما أن للإنزيم القدرة على إختزال بعض الجزيئات ذات الروابط الثلاثية مثل الاستيلينCH=CH إلى إثلين $CH_2=CH_2$. يتكون إنزيم النتروجيناز من جزيئين بروتينيين كلاهما أساسي للقيام بعملية التثبيت يتكون من الموليبيدنيوم والأخر لا يحتوي على الموليبدنيوم ووزنه الجزيئي صغير حوالي 64.000 يختلف الوزن للجزيئين قليلا باختلاف البكتيريا المعزولة منه , وكلا الجزيئين يدخل في تركيبهما الجديد(بن سلطان وأخرون, 1999)

6-الكائنات الحية المثبة للنتروجين :

تنتمي الكائنات الحية الدقيقة المثبة للنتروجين أو ثنائية التغذية إلى إثنين من الممالك الأساسية الثلاث:archabacteries و eubacteries .تظهر دراسة علم وراثة الحمض النووي ADN المشفر ب ADN_r16S($ARN_{rebosomique}16S$) من eubacterie , أن المثبتات موجودة في العديد من المجموعات البكتيرية , لذلك تبدو خاصية تثبيت النتروجين قديمة جدا وقد لعبت بالتأكيد دورا رئيسيا في إنشاء الحياة على الأرض والحفاظ عليها , في eubacterie يرتبط تثبيت النتروجين بمجموعة واسعة من الأيضات الهوائية حتى اللاهوائية .والبكتيريا الضوئية , والبكتيريا الزرقاء والفطريات الشعاعية .تعيش بعض المثبتات النتروجين في الحالة الحرة في التربة والمياه ويرتبط البعض الاخر بالنباتات (التكفل الحقيقي أو الترابطي), من بين بكتيريات التربة التي تشكل عقيدات على جذور النباتات (التكافل الحقيقي). ترتبط الأنواع الجذرية بالبقوليات وفقط مع جنس Parasponia من العائلة Ulmacees(Raven &Edwards, 2001).

6-1-البكتيريا الحرة :

المثبتات الحرة هي البكتيريا القادرة على تثبيت النيتروجين في الغلاف الجوي , وهي تشمل أنواعا متنوعة جدا من البكتيريا : البكتيريا الكيميائية الهوائية (Acetobacter, Azobacter, Azospirillum), البكتيريا اللاهوائية الإجبارية (Clostridium) أو الهوائية الإختيارية(Klebsiella, Pseudomnas, Bacillus) .

هذه البكتيريا قادرة على تثبيت النيتروجين في الغلاف الجوي , دون أن تكون في ارتباط تكافلي تتروح هذه الإرتبطات من التكاثر البكتيري البسيط على سطح الجذر واستعمار الفراغات بين الخلايا (Kennedy et *al*, 1997) .

✓ الأزوتوباكتر :

بكتيريا كبيرة الحجم بالنسبة لبكتيريا التربة الأخرى ويتراوح طولها من 5-7 ميكرون وعرضها 3-4 ميكرون شكل البكتيريا شبه كروي أو بيضوي أحيانا , يوجد فرديا أو في أزواج, تحتوي خليته على جسم يشبه الفجوة , الأزوتوباكتر لا تستطيع أن تحلل السيليلوز أو المواد العضوية المعقدة بالتربة الزراعية لذلك فإنه كثيرا ما تحصلعلى الطاقة اللازمة لها بالمعيشة التعاونية مع ميكروبات التربة الأخرى التي تحلل المواد وتنتج السكريات والأحماض العضوية وغيرها (أحمد, 1999).

6-2بكتيريا االتكافلية :

يمكن لبعض البكتيريا سالبة جرام والتي تسمى الجذور أو البكتيريا البقولية أن تحدد مع نباتات من عائلة البقوليات , ينتج عن هذا التكافل تكوين عقيدات مثبة للنتروجين على الجذور , أحيانا على السيقان , تتمتع النباتات غير البقولية الأخرى بهذه الخاصية .(Duhoux & Nicole., 2004)

جدول 05: أنواع البكتيريا المثبتة للنيتروجين الجوي (بن سلطان وأخرون, 1999)

البكتيريا التكافليةSymbiotic microrganisms	**البكتيريا التي تعيش حرة في التربة FreeLiving organisms insoil**		
	اللاهوائية الإجبارية	الإختيارية	الهوائية
A – *Rhizobium* (ferus nodules in legumes) b- Frankia (ferus nodules in non-legumes	*Clostridium pasteurianu* Desulfovibrio , De-*sulfotomoculum*	Klebsiella , Enterobacter, ,Escherichia	Azotobacter Azomonas Beijerinckia ,Derkxia Methylomonas *Mycebacterium* , *Spirillum*, Thiobacillus

7-البكتيريا العقدية للنباتات البقولية (الريزوبيا):

عرف منذ زمن ما للنباتات البقولية من أثر كبير على خصوبة التربة ووفرة المحاصيل الأخرى التي تأتي بعد البقوليات مثل الحبوب .

تتم عملية تثبيت النيتروجين بواسطة البكتيريا العقدية التابعة لجنس *Rhizobium* داخل العقد الجذرية حيث المنفعة فالنبات يمد للميكروبات بما يحتاجه من مواد عضوية وغير عضوية اللازمة له , بينما تمد الميكروبات النبات بالمواد النيتروجينية , وذلك بأن تثبت نتروجين الهواء الجوي في النباتات , هذه البكتيريا تعيش حرة في التربة الزراعية ويمكن زراعتها في البيئات الصناعية و إذ أن البكتيريا في كلتا الحالتين لا تستطيع أن تثبت النيتروجين لوحدها فهي مرتبطة بالمعيشة المشتركة للنباتات والميكروبات معا (بن سلطان وأخرون, 1999)

7-1- تعريف الريزوبيا :

بكتيريا الريزوبيا تظهر بأشكال عصوية قصيرة سالبة جرام في التربة وعلى البيئات الصناعية. وهي بكتيريا التربة وغلاف الجذور القادرة على إنشاء علاقة متكافلة مثبتة للنتروجين مع البقوليات وتعزيز نموها في التربة الفقيرة بالنتروجين (Sprent, 2009). وهكذا, فقد تم إستخدامالريزوبيا كأسمدة عضوية وكملقحات في الزراعة لأكثر من قرن (Van Kessel et Hartley, 2000).

وهي كائنات حية دقيقة موجودة في التربة مترممة على بقايا النباتات (Saprophytes) او تعيش تكافليا في داخل اجزاء النبات وتدعى (Endophytes)أو مرتبطة بشكل وثيق مع جذورالنبات (Geniaux et *al*, 1993) وقد تم اكتشافها لاول مرة في القرن التاسع عشر , حيث تمكن Beijerink عام 1888 من الحصول عليها على شكل مزرعة بكتيرية نقية اطلق عليها اسم العصيات الجذرية Bacillus radicicola .

ثم قام العالم Frankعام 1889 بعزلها من نباتات البازلاء *Pissum* والباقلاء Viciaوقام بتسميتها لاول مرة بجراثيم الرايزوبيوم*Rhizobium Leguminosarum)* Rajkumar et Iyer, 2018). ومن بعد ذلك اطلق عليها اسم Rhizobia اي جميع الجراثيم القادرة على تكوين العقد على سيقان وجذور النباتات البقولية (Jordan, 1984).

7-2- مرفولوجيا الريزوبيا :

- الشكل الخضري : هي عبارة عن قضبان منتظمة يبلغ طولها 1.2 إلى 3 ميكرومتر بطول على 0.5 إلى 0.9 ميكرو متر بالعرض , مع سوط قطبي واحد , أو عدة أسواط . تتميز الريزوبيا من 2إلى 6 أسواط بالنمو السريع , بينما تتميزريزوبيا وحيدة السوط القطبي بالنمو البطيء

- الشكل الجرثومي :تحول الريزوبيا داخل العقيدات إلى بكترويدات ذات شكل منتظم أو غير منتظم . في مجموعات *Rhizobium leguminosarum ,Rhizobium trifolii,Rhizobium meliloti* , غير منتظمة ولديهم حجم تقريبا أكبر بعشر مرات من الشكل الخضري .(Somasegaran & Hoben, 1994)

7-3-الصفات الفيزيولوجية للريزوبيا :

يحدث النمو الأمثل لمعظم سلالات الريبوزيوم في درجة حرارة تتراوح من 25 إلى 30 درجة مئوية ودرجة الحموضة من 6.0 إلى درجة حموضة 7.0, درجة الحرارة القصوى هي 4 درجات مئوية و 42.5 درجة مئوية , يمكن أن تنمو سلالات الريبوزيوم عند درجة الحموضة بين 4.5الى 9.5 .(Jordan, 1984 ; Somasegaran et Hoben,1994)

الوثيقة 09: العقد الجذرية **(PERSPECTIVES AGRICOLES., 2009)**

7-4- الصفات الكيميائية :

يحتوي الرايزوبيوم على نظام تنافسي , حيث الأكسجين هو المستقبل الإلكترون النهائي تحت الظروف الهوائية بينما في ظل الظروف اللاهوائية أنواع الريزوبيا بمكن أن تستخدم النترات والنتريت كمستقبلات للإلكترون(Werner, 1992) مسار Enter-Doudoroff- هو الألية الرئيسة لإستقلاب الكربوهيدرات (Werner, 1992)

7-5-الصفات الزراعية للريزوبيا :

ينتج عن الجذور سريعة النمو تعكر في الوسط السائل, في غضون 2-3 أيام. ينتج بطء نمو Bradyhizobium تعكرا في الوسط السائل لمدة 3-5 أيام يعد وسط الخميرة المانتولأجار احد الوسائط الصلبة الأكثر استخدما لزراعة الريبوزوم على هذه المستعمرات المتوسطة التي تظهر في شكل دائري , أبيض , معتم أو حليبي , رطب وشفاف . يمكن أن تكون رائعة ,الألوان الصفراء الباهتة وجدت خاصة في المزارع المعمرة (Vincent, 1970; Somasegaran et Hoben, 1994).

تتطلب الريزوبيا المزروعة في وسط زراعي يحتوي على مصدر للكربون والنيتروجين بالإضافة إلى أملاح معدنية (Somasegaran & Hoben, 1994). بالمقارنة مع بكتيريا التربة الأخرى , فإن *Bradryhizobium*,r*hizobium*, لهما متطلبات كبيرة متطلبات من Co_2+Fe^{+2}+ Ca^{+2} ومتطلباتهم الفيتامينات الخاصة بهم متغيرة للغاية . والجنس عادة ما يتم تحفيز *Bradryhizobium*عموما بواسطة biotine, بينما يحتاج ريزوبيوم إلى كل من thiamine و pantothenate

7-6- التنوع التصنيفي للريبوزوم :

في عام 1888 , كان Beijerinck قادرا على عزل الكائنات الحية الدقيقة من عقيدات البازلاء , كان Bacillus radicicola هو الاسم الأول المستخدم للسلالات المعزولة ,اقترح عالم الأحياء الدقيقة الألماني فرانك الذي لم يقتنع بتعريف في وقت لاحق , تم تقديم Beijerinckاسم *Rhizobium leguminosarum* العديد من المقترحات التصنيفية لتسمية البكتيريا المعزولة من العقيدات , وبالتالي فقدتم تخصيص ريزوبيا تقليدية للمجموعات التصنيفية بناءا على خصوصيات العائل .(Neyra, 1992).

✓ التصنيف حسب النمو :

صنفت هذه الجراثيم اعتمادا على قدرتها على إصابة النباتات البقولية المضيفة الخاصة بها إذ تم تصنيفها إلى أنواعها المعروفة حيث أن إصابة النبات البقولي المضيف تعد من الصفات الضرورية في عملية تشخيص أنواع الجراثيم التي تكون قادرة على تكوين العقد فيها كما صنفت إلى سريعة النمو كما في (*Leguminosarum* . R تصيب نبات الباقلاء Viciaوالبازلاء*Pisum* والعدس Lens و الانواع R.meliloti, R.trifolii, R. phaseoli تصيب نباتات الفاصوليا البرسيم والجت على

التوالي).(Jordan, et Allen 1974). بينما الانواع بطيئة النمو فتشملBradyrhizobiumJaponicum يصيب نبات فول الصوياSoybeans(,Buchanan

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espéce	Biovar	Plante hote
Schizomycetes	Eubcteriial	Rhizobiaceae	*Bradyrhizobium*	*B.japonicum*		
				B.elkanii	*Vicia*	*Glycine max*
				Bradyrhizobium sp		*Vigna sp* *Lupinus sp* *Acacia* *Mimosa* *Aeshnomene sp*
			Rhizobium	*R. leguminosarum*	*Viciae*	*Pisum, Vicia* *Lcns, Lathyrus*
				R.trifolii	*Tnfolii*	*Trifolium*
				R.phaseoli	*Phaseoii*	*Phaseolus*
				R.meliloti		*Medicago*
				R.loti		*Melilotus*
				R.galegae		*Lotus*
				R.tropic		*Galegae*
				R.huakni		*Phaseolus* *Vulgaris L* *Beans*
				R.elti		*Astragalus* *Sinicus*
				R.fredit		*Phaseolus* *Vulgarice*
			Azorhizobium	*A Colinodans*		*Glycine max*
			Sinorhizobium	*S fredii*		*Sesbania* *Rostreta*
				S xinjiangensis		*Glycine soja* *Glycine max*

1926)و R.lupini الذي يصيب نبات الترمس (*al*, Stepkowski et2007)

الجدول 06: تصنيف الحالي للريزوبيا ***Rhizobium*** **(De Lajudie, 1993)**.

جدول 07: مميزات تقسيم جنس الرايزوبيوم: **(حلمي, 1994)**

المجموعة الأولى	المجموعة الثانية
–تتحرك بواسطة 2–6 أهداب محيطية . – تنمو بسرعة على منبت مستخلص الخميرة . – توجدالزوائد (الفمبريا) في سلالات قليلة. – المستعمرات دائرية محدبة مرتفعة مخاطية –.تكون العقد الجذرية على جذور بقوليات المناطق المعتدلة : البسلة ,الفول , العدس , الفاصوليا, البرسيم, الحلبة , البرسيم الحجازي , الشوفان – أشهر أنواعه: *–R.luguminosarum* – *R.phaseoli* *–R.trifolii*	– تتحرك بواسطة هدب قطبي و تحت قطبي – تنمو ببطء على منبت مستخلص الخميرة – الزوائد موجودة في معظم السلالات – المستعمرات دائرية محدبة محببة بيضاء – تكون العقد جذرية على جذور بقوليات المناطق الحارة مثل الترمس واللوبيا – أشهر الأنواع : *R.japonicum* *R.lupini*

8–العوامل المؤثرة على نشاط وحيوية البكتيريا في تثبيت النيتروجين:

الرطوبة: الرطوبة المثلى 60–70 بالمئة من الرطوبة الكلية للتربة , ووجود كمية كبيرة من الماء يجعل الوسط لاهوائيا وضارا بها . وكقاعدة فإنه لا تتكون النترات في الترب الجافة. (بن سلطان وأخرون, 1999)

الرقم الهيدروجيني :تعتبر الحموضة من أهم العوامل البيئية المؤثرة على عملية التأزت , بل وجد أيضا نشاط لهذه الميكروبات في ظروف أكثر قلوية وتقل فعالية الميكروبات بدرجة ملحوضة عندما يقل الرقم الهيدروجيني عن 5لذلك فإن درجة pH الأمثل من 5–6(بن سلطان, 1999)

التغذية أو العناصر الغذائية : لابد من توفير العناصر الصغرى المعنية كالموبيدينيوم والحديد واليود والكوبلت .

درجة ملوحة التربة : قلة أو انعدام تكوين العقد البكتيرية على جذور المحاصيل البقولية في الأراضي المتأثرة بالأملاح . لابد من اختيار سلالات من البكتيريا تتحمل ملوحة التربة.

9- العقد الجذرية:

9 -1- شكل وهيكل العقيدات :

تتكون العقدة في جميع الحالات من الخارج إلى الداخل، البشرة والقشرة الخارجية الحمة العقيدية (التي كانت تسمى سابقا القشرة الداخلية), والتي تحيط بأنسجة الأوعية الدموية والمنطقة المركزية , وهي موقع الارتباط بالنتروجين .

تبدأ عملية تكوين العقدة البكتيرية بعد إنبات البذرة مباشرة حيث تفرز جذور النبات افرازات تشجع نمو الميكروبات حوله وتشجع البكتيريا العقدية الموجودة في التربة حول الجذور وتتكاثر حوله فإذا كانت من النوع المتخصص لهذا النبات فإنها تلصق به بواسطة السكر المعقد المتخصص أما إذا لم يكن من نوع المتخصص للمجموعة النباتية التي يتبعها النبات المزروع فإن الالتصاق لا يتم أو يكون ضعيفا وبعد ذلك تبدأ عملية الغزو .(بن سلطان وأخرون, 1999).

هناك نوعان من العقيدات: عقيدات غير محددة جزئيا , والتي تتضمن نسيجا عقديا ثابتا , وعقيدات محددة, والتي لا تحتوي على هذا النسيج الإنشائي (نعني هنا مجموعة من الخلايا , في عملية الانقسام التي يستمر كما هو وهي ليست مجرد مجموعة من الخلايا التي تنقسم بنشاط لبعض الوقت للتمييز فيما بعد (Hoang et *al.*, 1999).

9-2- أهمية العقد الجذرية:

تقوم بكتيريا العقد الجذرية بتثبيت نتروجين الهواء الجوي وهي مهمة للنباتات منذ بدء حياتها إلى قرب حصادها , حيث أنها تمد النبات بما يحتاجه من نتروجين فتعطي النباتات , بالتالي غلة كبيرة بدون تسميد نيتروجيني وكذا تمد التربة بكمية كبيرة من النتروجين والبكتيريا لا يمكنها تثبيت النيتروجين بمفردها ولكن لا بد لها من وجود النبات للقيام بعملية (تبادل المنفعة).وبالنسبة لوجود هذه البكتيريا

في العقد على الجذور النباتات البقولية نجد أن هذه النباتات غنية بالنتروجين فمثلا نرى طن من البرسيم الحجازي يحتوي على (300-350)رطلا بروتين بينما طن الواحد من الحشائش أو تبن الشعير أو القمح يحتوي على (115-150)رطل بروتين ويتضح مما تقدم أن البقوليات غنية بالبروتينات .(بن سلطان وأخرون, 1999)

9-3- تشكل العقد عند البقوليات :

السمة الرئيسية للبقوليات هي تفاعلها مع عوامل الإيماءة المفرزة , بواسطة البكتيرية المتعايشة (Oldroyd et *al*, 2011).تختلف إستجابة النبات وفقا للأنسجة المعنية ويتم تحفيزها بعد ثواني من ملامسة عوامل Nod , تعبر تدفقات الأيونات غشاء البلازما لبشرة الجذر وتؤدي إلى إزالة الإستقطاب مع تذبذبات الكالسيوم الدورية داخل الخلايا , بالإضافة إلى التعبير عن الجينات النباتية المشاركة في المراحل المبكرة من دورة الخلية, (Kawaharada et *al*, 2015) .

إذا كان عامل المنتج من ريزوبيوم هو المحرض , فإن تذبذب الكالسيوم يتبعها إنحناءNod في شعر الجذر , وتعديل الهيكل الخلوي , وبدء إنقسام الخلايا القشرية النباتية في القشرة . بالإضافة إلى تشوه حبال العدوى في بعض البقوليات , يؤدي إنقسام الخلايا إلى تكوين بريموردیوم عقيدية (*primordium*) (Cullimore et *al*, 2001; Geurts et *al*, 2005) , تعبر حبال العدوى طبقات الخلايا لتصل إلى البريموردیوم العقدي .حيث يتم إعادة توزيع ريزوبيا(Gage & Margolin, 2000). ثم يتحول البريموردیوم إلى عقدة ,بينما يتمايز الريزوبيوم إلى بكترويدات مفصولة عن سيتوبلازم الخلايا النباتية بواسطة غشاء محيط بالبكتيريا (Hirsch, 1992).

الوثيقة 10: بكتيريا الرايزوبيوم على العقد الجذرية (Holt et *al*.1994)

9-4- مراحل عملية العدوى وتكوين العقيدات :

حسب(1991) ,Sanchez et *al* تنقسم عملية العدوى وتكوين العقيدات إلى:

1- مرحلة ماقبل الإصابة :

تبدأ عملية العدوى بزيادة عدد البكتيريا على مستوى الجذر (Richter, 1993). تحفز البقوليات *Rhizobium* في جذرها عن طريق إفراز مركبات الفلافونويد التي تنشط عوامل Nod وبالتالي تحفيز نسخ جينات العقدة . نتيجة لذلك , ينحني الشعر بطريقة مميزة وتضغط البكتيريا في الطبقة المخاطية لسطح الجدار . يرجع تشوه الشعر الجذري للنبات إلى تأثير الأوكسينات النباتية.

2- مرحلة العدوى وتكوين العقيدات :

تتكون العدوى من تغلغل *Rhizobium* في نقاط مختلفة من النظام. ثم يتشكل جيب من العدوى في شعر الجذور يتضخم للداخل خيوط معدية بعد اختراق جذور الشعر من البكتيريا.

3- مرحلة نضج العقيدات :

تتشكل العقيدات عن طريق تكاثر الخلايا المصابة , تأخذ *Rhizobium* شكل بكتيري , محاطة بغشاء peribacteroidienne ,بعد تحريرها لحبل العدوى. غشاءperibacteroidienne له دور إستقرار نظام (العائل / التعايش) ,في حالة تلفها , سيتم تحرير البكتيريا في السيتوبلازم وتعتبر كأجسام غريبة وبالتالي يتم تدميرها بواسطة الخلية العائل (Richter, 1993).

4- مرحلة التجديد:

تحدث الخطوة الأخيرة في عملية العدوى أثناء تحلل البكتيريا وتحرير البكتيريا في التربة .(Richter, 1993).

9-5- جينات العقد :

من المعروف أن غاز النتروجين N_2غاز خامل لا يدخل في التفاعلات الكيميائية بسهولة ولتثبيته تحت الضغط والحرارة العادية في النباتات بواسطة البكتيريا فإن ذلك يحتاج إلى تنشيطه , هذا التنشيط يحتاج إلى إنزيم أو مجموعة إنزيمية متخصصة يطلق عليها اسم النيتروجيناز .

يشير مصطلح جينات العقد إلى تسلسل الحمض النووي ADN البكتيري الضروري لتشكيل

العقيدات المثبة للنتروجين على جذور أو سيقان البقوليات شكلت الجينات الأولى التي تم تحديدها سلسلة Noda.....Nodz ولكن نظرا للعدد الكبير من جينات العقد التي تم تحديدها وتسلسلها لاحقا (حاليا حوالي أربعين جينا وفقا , (Vanrein et vanderliden, 1995) تم تعيين الجينات المكتشفة حديثا بواسطة nol(موضع العقدة).يشير وجود جينات nodABCIJ في الجذور البعيدة عن بعضها البعض مثل نبات الجذور سريع النمو*Bradyrhizobium* و *Azorhizobium* إلى أصل مشترك لهذه الجينات(Denarie et Roche, 1992) , في معظم حالات الريزوبيوم سريعة النمو , تحمل جينات العقد على بلازميدات أصلية كبيرة . تحمل الجينات بشكل أساسي على بلازميدات تكافلية pSym. تختلف حجم هذه البلازميدات من أقل من 400 kb إلى أكثر من 1.5 Mb .(Young et *al*, 2003)

9-6 تصنيف جينات العقد:

يتم تصنيف جينات العقد في ثلاث فئات :

جينات nodABC الشائعة والتي تعتبر ضرورية لتشكيل العقد وتؤدي طفرات هذه الجينات إلى نمط ظاهري للعقدة وهذه الجينات موجودة عند جميع الأجناس وأنواع الريوزوبيا , والمورثات المتخصصة المميزة لكل نوع بكتيري تلعب دورا في تحديد العائل النباتي (Guerts et Bisselling, 2002).كما توجد هذه المورثات على البلاسميدبإستثناء الجنسين *Bradyrhizobium* و *Mesorhizobium* حيث توجد على الصبغي (Long, 2001; Laranjo et *al* , 2008).

جينات معينة (.....nodPQ, nodG, nodH, nodEF) التي تحدد مجموعة كبيرة من microsymbionts وتحدد معدل وتيرة تشكيل العقد الجذرية (Maj et al, 2010)

جينات nodDs. تفرز البقوليات المختلفة أنواعا مختلفة من الإشارات والريزوبيا لديها تراكيب مختلفة من بروتينات nodDS الحساسة للتعرف على إشارات إفراز الجذر. ترتبط بروتينات nodDS بالمحفزات الأكثر حفظا في البكتيريا وتسمى nodbooxes وتحث على التعبير عن عدة جينات (Dowine, 2010).

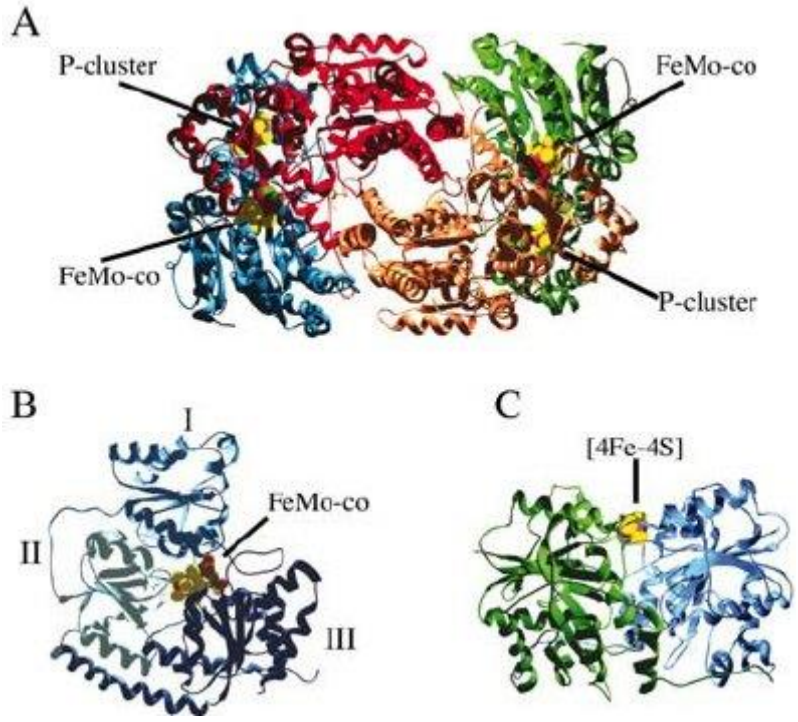
10- االنتيروجيناز االبكتيري :

يتم تحفيز التثبيت البيولوجي للنيتروجين الجوي بواسطة مركب إنزيمي يسمى مركب النيتروجيناز, تم إثبات هذا الإنزيم فقط في بدائيات النواة و يتم حفظ مركب النيتروجياز بدرجة عالية

في البكتيريا المثبة للنيتروجين من حيث تسلسله وهيكله . يتكون من اثنين من البروتينات المعدنية Mettaloproteine: موقع إختزال المادة الفعالة هو بروتين Mofe(المكون الأول أو ثنائي النيتروجيناز dinitrogenase)والمتبرع بالإلكترون هو بروتين Fe(المكون الثاني أو ثنائي النيتروجيناز المرجعdinitrogenasereductase). المكون الأول هو نوع heterotetramer من نوع $2\beta2\alpha$ مشفر بواسطة جينات nifDو nifK والمكون الثاني عبارة عن homodimer مشفر بواسطة جين nifH. (Howard & Rees, 2000).

يعد تنظيم التعبير عن النيتروجيناز معقدا , فهو يتضمن على المستوى نسخ جينات nif الأخرى في operonle(nifB ; nifA على وجه الخصوص) وعلى المستوى ما بعد الترجمة POST– TRADUCTIONNEL نظام ADPribosylation (قمعالإنزيم بواسطة NH_4^+ الظلام). يعتبر مركب النيتروجين شديد التقلب في وجود الأكسجين (Saoudi, 2007). يكون التفاعل المحفز بواسطة هذا الإنزيم على النحو التالي :

$$N_2 + 8H + 8e + 16ATP - 2NH_2 + H_2 + 16\ ADP + 16Pi$$



الوثيقة 11: بنية النيتروجيناز (Rubio et Ludden, 2005)

الفصل الثالث: التعايش وأنواعه عند النباتات

1-أنواع العلاقات بين الكائنات الحية

1-1- علاقة الافتراس:

تربط هذه العلاقة بين نوعين مختلفين أحدهما يغذى النوع الأول على النوع الآخر فيستفيد بحصوله على الغذاء أما الآخر فيفقد حياته ويتضرر من هذه العلاقة ونسمي النوع الذي يستفيد من المفترس وأما النوع الآخر فيسمى فريسة ولا تؤدي علاقة الافتراس دائما إلى موت الكائن الحي فمثلا آكلة للأعشاب تستهلك جزءا من النبات وليس كله وعلى الرغم من هذا إلا انه يمكن للنباتات الاستفادة من خلال بذورها في أماكن أخرى(Angela, 2018)

1-2-علاقة التطفلparasitism :

في هذه العلاقة يستفيد أحد هذه الأنواع فيحصل على الغذاء بينما النوع الآخر يتضرر وقد تسبب له الأمراض (Ecological relationship, 2022) وتختلف علاقة التطفل عن علاقة الافتراس رغم حصول أحدهم على الغذاء إلا أن الآخر لا يتم استهلاكه بشكل كامل (Angela ,2018).مثال على ذلك الطفيليات التي تدخل لجسم الكائن الحي وتلحق الضرر به وقد تؤدي إلى موته حيث تتغذى على غذائها الأمر الذي يؤثر سلبا على صحة الكائن الحي لعدم حصوله على حاجته من العناصر الغذائية.

كذلك الطفيليات تكون خارجية كالقراد والقمل والبراغيث والبعوض أو دخيلية كبعض أنواع البكتيريا والديدان الطفيلية مثل الدودة الشريطية والإسكارس والديدان الدبوسية مثل الضرر الكبير الذي قد تسببه ديدان القلب بوصفها من الطفيليات الداخلية . ولا تقتل ديدان القلب المتطفلة عائلها غالبا ولكنها تضعفه وفي علاقة التطفل إذا مات العائل يموت الطفيل أيضا ما لم يجد بسرعة عائلا آخر يتطفل عليه . (بدون مؤلف علم البيئة , 2020)

1-3-التكافل SYMBIOSIS:

تم استخدام كلمة التكافل لأول مرة من قبل الألماني فرانك (1877) لوصف التعايش بين الكائنات الحية المختلفة للتعايش المتبادل , حيث يتعايش الشركاء بنشاط من وجهة نظر فسيولوجية وايكولوجية وانجابية (Harley, 1989) لفترة طويلة يعتبر غير مهم في العمليات البيئية (Lambersetal, 2009) ,وتسمى العلاقة الوثيقة التي يعيش فيها نوعان ,أو أكثر من المخلوقات الحية معا بالتكافل

وهناك نوعان مختلفان من علاقات التكافل هي: التقايض,التعايش

1-3-1-تبادل المنفعة (التقايض)mutualism:

العلاقة بين مخلوقين حيين أو أكثر يعيشان معا, بحيث يستفيد كل منهما من الآخر تسمى تبادل المنفعة التقايض مثل علاقة التقايض بين الفطريات, والطحالب .وتوفر الأشجار أو الصخور موطنا للأشنات فقط فتساعدها على الحصول على الكثير من ضوء الشمس ويوفر الطحلب الغذاء للفطريات في حين تزود الفطريات الطحالب بالماء والأملاح المعدنية والموطن, إن ارتباط أحد المخلوقين بالآخر ارتباط وثيق يقدم لهما حاجتين أساسيتين هما : الغذاء والمأوى. (علم البيئة, 2020)

1-3-2-التعايش commensalism:

وهي علاقة يستفيد فيها أحد المخلوقات الحية بينما لا يستفيد الآخر ولا يتضرر مثل استفادة الأشنات من الشجرة التي تعرضها للمزيد من ضوء الشمس . (علم البيئة, 2020), وعلاقة المحار (البرنقيل),والحوت الذي يساعده في التنقل ولا يحصل الحوت على أي فوائد أو ضرر من ذلك (Amanda, 2021) .

تشتهر علاقة التعايش بأن طرف واحد يستفيد من الشخص الأخر, لكن الطرف الأخر لا تفيده هذه العلاقة ولا تضره في شيء , مثال بعض النباتات التي تريد الضوء من الأشجار الكبيرة وتحرص على تسلق هذه الأشجار لكي تلتقط الضوء لكن الطرف الأخر لا تفيده هذه العلاقة ولاتضره في شئ. (جبرين, 2022). ومن الأمثلة عن التعايش :

1-3-2-1-التعايش بين نبات وحيوان

تكون بعض الأزهار مهيأة بحيث يمكن إخصابها بواسطة أنواع معينة من الحشرات ,التي تزورها لجمع الرحيق ,Nectar ويعتبر هذا نوعا من الارتباط, أو التعايش بين النبات والحيوانات يستفيد منه الطرفان غير أنه في الواقع ليس سوى ارتباط عابر passing, أو مؤقت temporary فالحشرة تزور النبات ولا تحدث المعايشة في غير موسم الإزهار, إلا أنه توجد أنواع من التحالف Alliances أكثر دواما بين النباتات, والحيوانات يصفها البيولوجيون بأنها حالة من التعايش المشترك symbiosis (فمثلا نبات ميرميكوديا Myrmecodia يأتي إليه النمل عندما يكون في حداثته, ويثقب ساقه فيؤدي إلى التهيج الذي يحدث إلى انتفاخ الساق, وبعد ذلك يفرغ النمل في الداخل الساق وينشئ عشا فيها

وهي عملية لا تؤثر في سلامة النبات, أو نموه إطلاقا وإذا لمس شيء ما من العش فإن النمل تخرج جحافه تستخدم إبرها في الدفاع عن بيتها , وبذلك يتم تأمين النبات ضد هجمات الحيوانات آكلة النبات Herbivorous ويحصل النمل في مقابل ذلك على مكان أمين لبناء عشه.

ويعد بعض طرائق التأبير الحشري لبعض النباتات المغلفات البذور نموذجاً من التعايش؛ إذ تتغذى الحشرة بالرحيق الزهري وبالطلع الذي تنقله من سداة إلى أخرى، ومن ميسم إلى آخر محققة بذلك استمرارية الحياة للأنواع حشرية التلقيح. وتزور زهرة نبات الفيكتوريا الملكية Victoria regia التي تتفتح ليلاً حشرة من غمديات الأجنحة تطبق الزهرة عليها في النهار وتحررها في المساء محملة بطلع الزهرة لتنقله إلى زهرة أخرى (Ahmed , 2018).

1-3-2-2التعايش بين نبات ونبات

يتمثل التعايش بين نبات ونبات آخر بتعايش الطحالب الزرقاء المثبتة للنتروجين مع عدد من النباتات اليخضورية، فالكبدية Peleia تتعايش مع النوستوك، ، ومغلفات البذور تتعايش مع النوستوك كما في أنواع الفصيلة الآسية.

وتعد الأشن من أبرز أمثلة التعايش بين نباتين أحدهما فطري عديم اليخضور ،وثانيهما طحلبي يخضوري، وهكذا يتعذر على أحد الشريكين الحياة وحده حياة حرة طبيعية.

1-3-2-3التعايش بين الجراثيم والنبات :

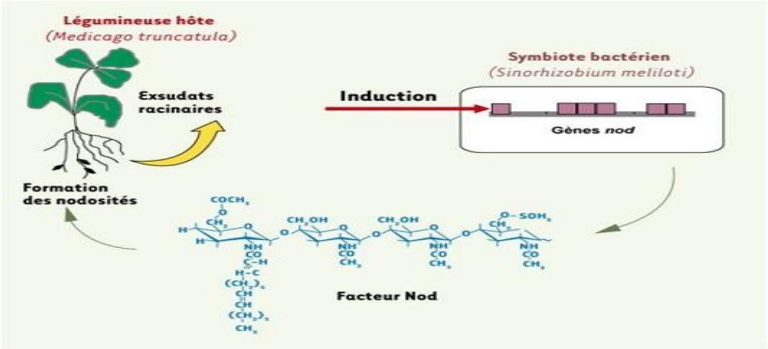
-تعد نباتات الفصيلة القرنية من أبرز أمثلة التعايش بين الجراثيم والنبات, فقد دلت الدراسات التجريبية على تعايش أكثر من 90٪ من أنواع الفصيلة القرنية ,المدروسة مع الجراثيم المثبتة للآزوت الهوائي، ويشمل هذا الرقم 200 نبات زراعي. يتمثل هذا النمط من التعايش بتكوين عقيدات جذرية غنية بالجراثيم المسماة *Rhzobium leguminosarum* ,المتعايشة مع جذور الفول والحمص والعدس. تأخذ العقيدات الجذرية أشكالا مختلفة: منها الضخم الكبير المتكون على الجذر الرئيس كما في الترمس، ومنها الصغير المستدير كما في الحمص، وثالث أشكال العقيدات الجذرية المتطاول كما في النفل، ورابعها المشطور والمتكون غالباً على الجذور الثانوية كما في الفول. تبدو الجراثيم المثبتة للآزوت في المقاطع العرضية للعقيدات الجذرية آخذة شكل X أوY ومشبعة بأصبغة حمراء تدعى leghemoglobine. كما توجد في العقيدات نسج وعائية تصل العقيدات بالحزم الوعائية اللحائية

الجذرية. وتنشط بجوار الجذور الفتية السليمة ذؤابة من الجراثيم عصوية الشكل تتهيأ لدخول الجذور بالقرب من الأوبار الماصة التي تعدل في أشكالها متحولة إلى منحنية وملتوية مكونة «حبلاً جرثومياً» يؤمن الإصابة الجذرية وإيصالها إلى النسج الداخلية حتى تدرك المحيط الدائر في بعض الحالات وتأخذ الجراثيم عندئذ شكل X أو Y في الخلايا المضيفة المتضخمة. وهكذا تتكون العقيدات كما يبدو وفق آلية كيميائية منشطة أوكسينية.

(Ahmed , 2018).

– تعد أنواع جراثيم الريزوبيوم بالغة التخصص للعلاقة الحميمة بين نوع الريزوبيوم ومضيفه: وهكذا فالريزوبيوم الفاصولي *Rhizobium phaseoli* يتعايش مع الفصولياء، والريزوبيوم الترمسي *Rhizobium lupini* يتعايش مع الترمس. تصبح الجراثيم قادرة على تثبيت الآزوت الجوي وتحويله إلى مركبات نشادرية أمونياكية، تتحول إلى مركبات أمينية في سيتوبلازم النبات المضيف، عندما يتم الاتصال بين العقيدة وأوعية المضيف. وتنتقل الحموضة الأمينية في النبات الذي يحقق لذاته مورداً من الآزوت الجوي. ولكن جراثيم الريزوبيوم لا تستطيع إنجاز هذه العملية إلاّ إذا قدم لها النبات المضيف البقولي السكريات المناسبة التي تتكون في الأجزاء الخضراء في الفصيلة الفولية. وهكذا يقدم النبات الأخضر السكريات إلى الجراثيم مؤمناً لها التغذية الكربونية السكرية، ويقدم الريزوبيوم العديم اليخضور الآزوت الجوي بشكل نشادري وأميني وبروتيني موفراً للنبات البقولي التغذية الذاتية الآزوتية البروتينية. وتمثل هذه المبادلات الغذائية التعايش في أشكاله الحقيقية. فبإستطاعة النبات الأخضر، من ناحية أولى، الحياة وحيداً مستغنياً عن الريزوبيوم في نمو بطيء مكتفياً بأملاح النترات الموجودة في التربة. كما باستطاعة الريزوبيوم، من ناحية أخرى، الاستمرار بالحياة في التربة ولكنه يبقى عاجزاً عن تثبيت الآزوت الحر الجوي.

– يخضع تثبيت الجراثيم الريزوبيومية إلى عدد من الشروط أبرزها: تأمين الموارد السكرية، وخلو التربة من النترات ومن أيونات أو شوارد الأمونياك فالأسمدة الآزوتية للفصيلة الفولية تعد أضرارها أكثر من منافعها، وعدم زيادة الأكسجين التي توصد عمل بعض الوظائف الأنزيمية. (Ahmed, 2018).



الوثيقة 12: لعلاقة الجزيئية بين الباقوليات والريزوبيوم (Beijerink , 1888)

1-3-2- 4 التعايش بين الكائنات الحية الدقيقة والنبات

- إن جميع الكائنات الحية الدقيقة التي تسكن أنسجة أعضاء النباتات والتي في بعض الأحيان يمكن أن تغزو النسيج الداخلي للنباتات من دون أن تسبب في أضرار لعائلها بما في ذلك الكائنات الحية الممرضة الداخلية الكامنة. أشار (Wilson, 2005) في تعريفه للكائنات الحية الدقيقة الداخلية للنباتات على أنها هي الفطريات أو البكتيريا التي تقضي جزء أو كل دورة حياتها داخل الأنسجة النباتية الحية لكن لا تسبب في أي أعراض مرضية, اكتشف علاقة التعايش التكافلية بين النباتات والميكروبات كان في جذور الشجرة المتحجرة amyelonradicians التي تعود إلى حقيقة الحياة القديمة.

- ونظرا لتعدد وتنوع أشكال التعايش يمكن إيجاز حالات أكثر أهمية في عمل المجتمع النباتي , يقدم نموذجا لدراسة الارتباط بين حقيقيات النوى وبدائيات النوى إنها ذات فائدة زراعية كبيرة يسمح التعايش بالإثراء الطبيعي للتربة بالنتروجين وتقليل مدخلات الأسمدة يتم إرجاع النتروجين المثبت عن طريق التكافل إلى التربة بعد تحلل المادة النباتية (الجذور-العقيدات -الأجزاء الهوائية)أوعن طريق فضلات الحيوانات التي ترعى كما وصف ذلك لأول مرة(Frank, 1988).

1-3-2-5تعايش مثبتات النتروجين :

يعد المثال الأكثر شيوعا وهو تعايش البقوليات مع جراثيم المثبتة للنتروجين الجوي من جنس *Rhizobium*وكذلك وجود عقد جذرية nodosités عند الكثير من الأنواع النباتية المتخشبة ففي هذه العقد تحدث عملية تثبيت النتروجين الجزيئي .(Douglas, 2015),وجميع Les Fabacees(الفاصوليا والفول والعدس والبازلاء وفول الصويا أو الحمص) تشكل عقيدات جذرية تحتوي على بكتيريا من عائلة Rhizobiaceae .تظهر هذه العقيدات في شكل زوائد لحمية بأشكال وأحجام مختلفة ,

يمكن رؤيتها بالعين المجردة ويمكن أن يبلغ قطرها حوالي سنتيمتر واحد . هناك مجموعات أخرى من النباتات تشكل عقيدات كبيرة الحجم خشنة ودائمة و تسمى actinorhizae لأنها ناتجة عن التعايش مع البكتيريا الخيطية من فئة Actinobacteries(على وجه الخصوص في جنس Frankia).

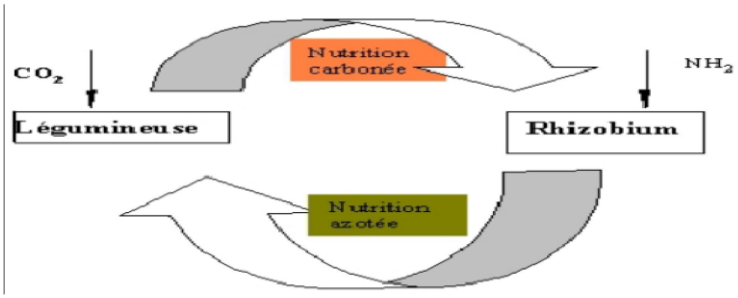
هناك مجموعات من النباتات التي تشكل تكافل مثبتا للنيتروجين مع قسم آخر من البكتيريا, البكتيريا الزرقاء (التي كانت تسمى سابقا الطحالب الخضراء المزرقة). هي في الأساس سرخس مائي استوائي صغير من جنس Azolla , رتبة Cycadales(أجناس Cycas,Zamia,Macrozamia) عند عاريات البذور والجنس Gunnera في عائلة Gunneracees (Jean, 2013)

إن الارتباط بين النبات ومثبتات النيتروجين هي أكثر تضييقا وينتج عنه تكوين ترتيبات تشريحية جيوب (epiphylls) أو هياكل أكثر تفصيلا وهي أعضاء حقيقية (عقيدات , أكياس غير متجانسة) مخصصة للتفاعل بين المتعايشين أكثر هذه التفاعلات تقدما هي في الواقع التعايش الداخلي , كما هو الحال مع تكافل ريزوبيا والبقوليات . يوفر النبات الظروف والمغذيات اللازمة للبكتيريا التي بدورها تعمل على إصلاح النيتروجين الذي ستتكامله البروتينات النباتية .

.(Vanpeene-bruhier, 2003 ; tortora et al , 2003)

1-3-2-6 تعايش الفطريات الجذرية:

هو اتحاد نفعي بين بعض أنواع الفطريات وجذور النباتات, ولاسيما بعض الأشجار حيث يقدم الفطر المواد النتروجينيةالدبالية, ويقدم الجذر المواد السكرية التي تصنعها أوراق الأشجار ويتصف هذا النوع من العلاقات بدور بيئي , وحيوي من الدرجة الأولى ولاسيما عند زراعة بعض أنواع الأشجار التي يتحسن نموها نتيجة لذلك أو حال بعض النباتات لا تنمو إلا بوجود مثل هذا النوع من التعايش .(Lewis et al, 2015)



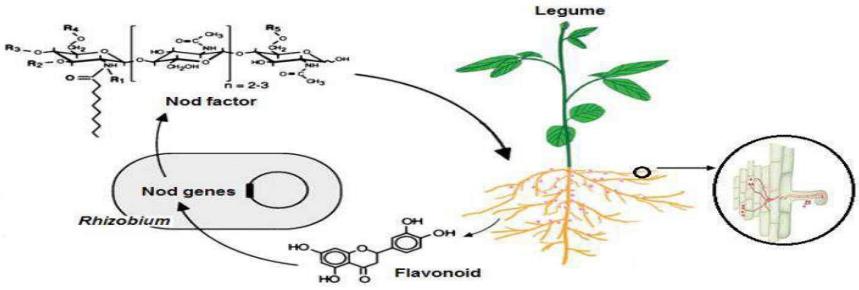
الوثيقة 13: رسم تخطيطي مبسط لتكافل الجذور والباقوليات(Wang *et al.*, 2012)

2- تكافل الريبوزوم و البقوليات

- فصيلة البقوليات هي من النباتات التي تشارك في تثبيت أصناف من فول الصويا والبرسيم الحجازي والترمس , والفول السوداني حيث تحتوي على بكتيريا تعايشية تسمى ريزوبيا في عقد على جذورها تنتج مركبات نتروجينية, تساعد النبات على النمو لمنافسة النباتات الأخرى يتحرر النتروجين عندما يموت النبات مما يجعله متوفر للنباتات الأخرى ويساعد في تسميد التربة (Postagate, 1998).

- يعتبر التعايش بين نباتات العائلة القرنية (الفولية) وبكتيريا عائلة الريزوبيا أحد أكثر العوامل فاعلية من حيث تثبيت النتروجين, وبالتالي يسمح للفطريات باستعمار التربة التي تحتوي على القليل من النتروجين أو لا تحتوي على النتروجين (Vance, 2003; Graham et *al*, 2004) البقوليات وحدها مسؤولة عن مايقرب من 30% من التثبيت السنوي للنتروجين . ينتج عن التبادلية بين *fabaceae* و*Rhozobia* تكوين عضو معين على الجذور أو السيقان يسمى عقيدة أو عقدة تمثل هذه العقيدات أعضاء حقيقية للتبادلات الأيضية بين البكتيريا والنبات داخل هذا العضو تقوم الكائنات الحية بتحويل النتروجين الجوي إلى أمونيوم وهو شكل بيولوجي يتبادلونه مع النبات من اجل التركيب الضوئي (Wang, 2012).وتمتلك هذه النباتات القدرة على إقامة علاقة تكافلية مع جراثيم المثبتة للنتروجين التابعة لعائلة *Rhizobiaceae* سالبة لصبغة الغرام هوائية واختيارية عضوية التغذية (Setu et *al* , 2019)عصوية الشكل غير مكونة للسبورات تستوطن التربة تتواجد بشكل مفرد أو بشكل أزواج وتتحرك بأسواط محيطية أو قطبية (خليل وعبد الغفور , 2011) وتنمو على شكل مستعمرات بيضاء لزجة على الأوساط الغذائية الصلبة الحاوية على خلاصة الخميرة yeast extract وسكر المانيتول وبعض الأملاح غير العضوية كما تستخدم الكاربوهيدرات كمصدر للطاقة واليوريا والنترات والأحماض الامينية كمصدر للنتروجين ولها القدرة على احتمال تأثيرات مختلفة من الملوحة والحموضة ودرجة الحرارة المثلى المناسبة لنموها بين م°31-28 °م (Garham , 1992)

يبدأ التفاعل بتبادل إشارات جزئية محددة بين النبات والبكتيريا . ينتج النبات مركبات الفلافونويد التي ستؤدي إلى إنتاج جزيئات بكتيرية تسمى عوامل الإيماءة ستؤدي الى عمليتين متوازيتين : إصابة النبات بالبكتيريا والتكوين العضوي للعقيدات بواسطة النبات (Vasse et al ;1990). تعتمد الطبيعة الكيميائية لعوامل نوع *Rhizobium* على Nodوتساهم في خصوصية العائل (Hirsch et al, 2001). وبالتالي يمكن للبكتيريا التكافلية أن تصيب عموما عددا محدودا من العوائل , ولا يمكن للنباتات أن تدخل في التعايش إلا مع عدد محدود من الأنواع . تحفز عوامل الإيماء التي تنتجها الريزوبيا نمو شعر الجذور و استجابة لذلك سوف تنحني لتشكيل بنية تسمى انحناء الراعي . داخل هذا الهيكل سوف تتكاثر البكتيريا لتشكل مستعمرة صغيرة بعد ذلك سوف يتلاشى جدار النبات وسيكون هناك تكوين لبنية أنبوبية تسمى حبل العدوى وبفضل ذلك ستتمكن البكتيريا من اختراق الخلايا النباتية (Perret et Alm, 2000)



الوثيقة 14: تبادل الإشارات أثناء إنشاء تكافل الريزوبيوم–الباقوليات

(Lindstrom et al.,2010)

تحدث تفاعلات الباقوليات الجذرية الكربونية (السكريات والأحماض العضوية والهرمونات والفيتامينات والمواد الفينولية)عن طريق النضج أو الإفراز أو التحلل الذاتي للخلايا القديمة للجذر , ثم تعيش الريزوبيا في شكل حر في التربة ولكن يمكنها فقط إصلاح النتروجين أثناء الارتباطات التكافلية مع النبات العائل, أثناء التفاعل التكافلي تحفز الجذور على تكوين نباتات متخصصة تسمى العقيدات (Sprent et al, 2017).

الجدول08: أمثلة على الارتباطات بين Leguminosae Rhizobia (Beijerink, 1888)

Rhizobia	Plantes hôtes
Sinorhizobiummeliloti	Luzerne (*Medicago*sp)
Mesohizobium loti	Lotier (*Lotus*)
Rhizobium leguminosarum	*Pisum, Vicia,* *Trifolium, Phaseolus*
Sinohizobiumfredii	Soja (*Glycine*)
Rhizobium sp. NGR234	Large spectre et *Parasponia*(non légumineuse)
Rhizobium tropicii	*Phaseolus*, Faux Mimosa (*Leucaena*)
Bradyrhizobiumjaponicum	Soja (*Glycine*)
Azorhizobiumcaulinodans	*Sesbania*

3-العلاقة التكافلية بين بكتيريا الرايزوبيوم ونباتات العائلة البقولية

تتم العلاقة التكافلية التي تجمع بين بكتيريا من جنس الرايزوبيوم المثبتة للنتروجين ,ونبات من العائلة الباقولية (البرسيم مثلا)وفقا لمرحلتين رئيسين هما:

الإصابة بالبكتيريا تتم الإصابة بالبكتيريا وفقا للخطوات التالية :

1-يحدث انجذاب بين الرايزوبيوم,وجذر النبات البقولي وهذا الانجذاب هو حقيقة الأمر انجذاب كيميائي حيث تفرز جذور النبات البقولي مادة عضوية ,تعرف بالكتين البروتين فإذا حدث توافق بين هذه المادة ونوعية السكر الموجود على سطح جدار الخلية البكتيرية فإن الالتصاق يتم بين البكتيريا والشعيرات الجذرية للنبات البقولي . .(الخليل وحسن, 2016).

2- يحدث التواء للشعيرات الجذرية نتيجة فعل هرمون IAA أندول حمض الخل, ويتكون ثقب في الجدار الخلوي للشعيرة الجذرية, فتدخل البكتيريا من هذا الثقب مكونة ما يعرف بخيط الإصابة (العدوى) وتتكاثر داخل القشرة دون الولوج إلى سيتوبلازم خلايا الجذر.(الخليل و حسن, 2016).

3- تنشط خلايا الجذر المصاب وتنقسم حاملة خلايا البكتيريا الجديدة تتكون العقد من الانقسام الغزير لخلايا النبات ومن تضخم الخلايا كما أن الخلايا المجاورة تكبر في الحجم وتنشط في الانقسام ,ويعلل انقسام الخلايا المجاورة توفر هرمون (Hetero-auxin) حيث يساهم في زيادة نشاط خلايا العائل, وقد لوحظ أن عدد الكروموسومات في الخلايا الموجودة في وسط العقدة ,تحتوي على ضعف عدد الكروموسومات الموجودة أصلا في خلايا النبات العادي ,وقد يعزي هذا الازدياد في عدد الكروموسومات إلى تحفيز البكتيريا, لهذه الخلايا نتيجة ملامستها لها أو اقترابها منها ويلاحظ في هذه الخطوة أن نصف العقد خالية من البكتيريا, وتسمى بالنصف العقيم بينما يمثل النصف الآخر بعقد ناضجة, توجد فيها بكتيريا على هيئة حروف مثل .X.V. L.Y. Tويسمى هذا الطور بالبكتروويد,حيث تتم فيه عملية تثبيت النتروجين الجوي نظرا لان البكتيريا في هذا الطور تنتج إنزيم نتروجيناز الجوي وتحول النيتروجين إلى أمونيا .(الخليل وحسن, 2016).

4 -أهمية العلاقة التكافلية بن بكتيريا الرايزوبيوم ونباتات العائلة البقولية

تعتبر العلاقة التكافلية بين الباقوليات والبكتيريا المثبتة للنتروجين امراً بالغ الأهمية للزراعة حيث يمكن أن يكون لها تأثيرات عميقة على استدامة الأراضي وجودة التربة وتقليل إنبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتقليل التكاليف على المزارعين , كذلك الأهمية الرئيسية للتكافل عموما إلى التقليل استخدام الأسمدة النتروجينية باهظة الثمن ومن الجدير أيضا تسليط الضوء على إعادة تأهيل التربة المعقمة الخاضعة للقيود البيئية نظرا للطلب العالمي المتزايد على إنتاج الغذاء والحاجة إلى التقليل انبعاثات الكربون من المتوقع استخدام التثبيت البيولوجي للنتروجين كبديل للأسمدة النتروجينية. (Black et *al,* 2012; Gopalakrishnan et *al*, 2015) يمكن أن يؤدي الاستغلال الأكبر للتثبيت البيولوجي للنتروجين إلى التقليل استخدام الوقود الأحفوري ويمكن أن يكون مفيدا لإعادة التخريج واستعادة الأراضي غير المستخدمة بشكل جيد إلى الإنتاجية .(Reeve et *al*, 2010) تعد نباتات الفصيلة الفولية من النباتات المحسنة للتربة لأنها تثبت من 50-300كغ من النترات في العام في الهكتار الواحد المزروع بأنواع من الفصيلة الفولية, إضافة إلى جذور النبات المضيف، الباقية في التربة التي ترفع نسبة المواد العضوية المفيدة في تنشيط الزراعات اللاحقة الشرهة للمركبات الآزوتية. كما أن زراعة النباتات النجيلية مع نباتات الفصيلة الفولية تحسن مردود النبات النجيلي.

الجزء التطبيقي

جرد ومقارنة أهم الدراسات المجراة على التعايش بين نبات الفول مع البكتيريا المثبتة للأزوت الهوائي

بعد البحث والتقصي في محركات البحث المختلفة وإستبعاد كل الدراسات التي ليس لها علاقة بموضوعنا (مقالات تتحدث عن الفول فقط أو مقالات تتحدث عن البكتيريا المثبة للنتروجين فقط) ,وقبول كل المقالات التي تهتم بدراسة التعايش بين الريزوبيا ونبات الفولVicia faba, تم قبول 9 مقالات مختلفة من حيث دراسة التأثيرات الخارجية المثبطه لعملية التكافل أو للنمو أو من حيث تنوع السلالات المشتركة في التلقيح مع الريزوبيا التي كان لها أثر واضح في دعم هذه العمليةRhizobium– Vicia faba).:

المقال1 تحت عنوان:

Improvement of Faba Bean Yield Using Rhizobium Agrobacterium Inoculant in Low– Fertility Sandy Soil

دراسة Sameh et *al* (2016)

الهدف من الدراسة:

تأثير سلالات بكتيرية على الفعالية التكافلية لتثبيت النتروجين ومقارنتها بالمعاملة بالتسميد الكيميائي:

من بين البقوليات الأكثر كفاءة في تثبيت النتروجين *Veciafaba* البكتيريا العقدية (ريزوبيا)، يعد التلقيح الجذري من الوسائل البالغة الأهمية لتحسين محصول الفول , هذه الدراسة أجريت لتقييم الفعالية التكافلية لـ17 سلالة من البكتيريا الجذرية ،تم اختيار 5سلالات ذات قدرة عالية في تثبيت النتروجين (تحت ظروف البيوت المحمية) بالمقارنة بالمعاملة بالتسميد الكيميائي للنتروجين, تم إجراء تجربة ميدانية تحت ظروف تربة رملية منخفضة الخصوبة خلال موسمين شتويين متتاليين،وتمت مقارنتها بالتسميد الكيميائي(96kg.N.na–1) وتطبيق جرعة Nبادئة(48kg.N.na–1) مع لقاحات من الريزوبيا المختلفة.

أهم النتائج المستخلصة:

أنتجت النباتات الملقحة وزنا جافا وامتصاص للنتروجين (الجدول9) أعلى بكثير من تلك غير الملقحة خلال الموسمين في محصول البذور. تشير نتائج التجربة أن تلقيح الفول بسلالات جذورية

فعالة يمكن أن تقلل من الحاجة للتسميد الغير عضوي بالنتروجين لتحقيق محصول أعلى (الجدول 2) في ظروف التربة منخفضة الخصوبة.

الجدول 09: تأثير سلالات ريزوبيا مختلفة على العقدة , ومعايير النمو ومحتوى النتروجين في نباتات الفول بعد 50 يوما من الزراعة في ظل الظروف الحقلية **(موسم النمو الشتوي 2013/2012)**

المعاملات	الوزن الجاف من العقيدات**(ملغ / النبات)**		الوزن الجاف. (غ/النبات) **Shoot Root**			**Shoot N Content (ملغN/النبات)**	
NGB-FR-39	E	85	E	4.3	d	0.84	D	172
NGB-FR-62	C	287	Ab	6.1	a	1.21	B	256
NGB-FR-70	D	143	E	4.7	b	1.08	D	181
NGB-FR-126	B	322	A	6.2	a	1.20	A	281
NGB-FR-128	A	367	Bc	5.5	a b	1.14	B	251
T_0	F	28	F	3.1	e	0.69	E	128
T	E	83	De	4.8	c	0.96	C	211
TN	F	11	Cd	5.4	a	1.19	B	258

TN :بذور غير ملقحة وسماد **N** كامل , **T0**: بذور غير ملقحة والأسمدة غير كيمياوية , **T** :بذور غير محصنة وسماد **N** بادئة

الجدول 10: تأثير سلالات ريزوبيا مختلفة على معايير النمو المختلفة وانتاجية نباتات الفول في ظل الظروف الميدانية(**الموسم الشتوي 2013/2012).**

Seed N Yield kgN/ha		Yield (ton/ha) بذور		القش (مخلفات زراعية)		نسبة المئوية البذور/ النبات		نسبة المئوية الأوزان/النبات		ارتفاع النبات (سم)		**المعاملات**
e	85	d	2.83	bcd	3.6	de	48	Cd	18	d	89	NGB-FR-39
a	150	a	4.29	Ab	4.6	ab	65	Ab	22	B	127	NGB-FR-62
e	83	d	2.78	Cd	2.9	E	43	De	15	d	90	NGB-FR-70
a	153	a	4.36	A	5.9	A	72	A	24	A	134	NGB-FR-126
b	138	b	3.73	B	4.4	bc	61	Bc	20	B	128	NGB-FR-128
f	53	e	1.76	D	2.4	F	31	E	13	E	72	T0
d	95	d	2.97	Bc	3.8	cd	53	Bc	19	d	92	T

نتائج هذه الدراسة تفسر ما أشار إليه كل من Sameh et *al* (2016) بأن التلقيح بأفضل سلالات جذرية كانت أكبر من الإخصاب الكامل بالنتروجين .ولقد أظهرت هذه الدراسة أعلى إمكانيات التلقيح الجذري كبديل ناجح للأسمدة الكيميائية Nالأزوتية , حيث أظهر التلقيح الفعال ب-Rlv NGB FB 126 زيادة كبيرة في محصول الحبوب النهائي (35إلى 48 بالمئة) ومحصول الحبوب (34 إلى 49 بالمئة)N بالمقارنة مع المعاملات الغير عضوية الملقحة بالنتروجين TN خلال موسمي الزراعة . أظهرت النتائج أن تلقيح الفول يمكن أن يقلل بشكل فعال من الحاجة إلى إستخدام الأسمدة Nالغير عضوية مع تحقيق محصول أعلى من الحبوب .

و لقد ذكر كل من شادي وحوقة (2004) من مميزات التلقيح بالريزوبيا أنه يقلل من إعتماد البقوليات على نتروجين التربة ويحسن من إنتاجية ونوعية البذور ويقلل من الإعتماد على الأسمدة النتروجينية الكيميائية سواء في البقوليات أو ما يليها من محاصيل ويقلل من تكاليف الإنتاج وكذلك يزيد من خصوبة التربة .

المقال 2:

Effectiveness of Rhizobium strains on faba bean (*Viciafaba* L.) at Gumer district, highland area of Southern Ethiopia

دراسة كل من : Ketema et Tefera (2022)

الهدف من الدراسة:

أثر التلقيح المشترك للريزوبيا مع بعض سلالات ذات كفاءة عالية على مردود الفول.

أهم النتائج المتحصل عليها:

أشار كل من Ketema et Tefera (2022) في دراسة تم فيها إجراء تجربة لتقييم فعالية 3لقاحات (fb04/ fb1035/ fb1018) *fababean Rhizopium* أظهرت تلقيح الفول تأثير معنوي ($p \leq 0.05$) على جميع المتغيرات بالمقارنة بالنباتات الغير ملقحة ، ومنه أظهرت النتائج زيادة معنوية في عدد العقيدات مقارنة بالنباتات الغير ملقحة ،أعطت جميع النباتات التي عولجت بالريزوبيوم ميزة عالية من محصول الحبوب وكان أعلى إنتاجية (5.875 طن/هكتار) من لقاحات FB1018+60kg/haTsp بالمقارنة مع الغير ملقحة التي أعطت 2.48 طن /هكتار كما هو موضح في (الجدول11). كانت سلالات الريزوبيوم تعمل بكفاءة بيئية وفعالية تكافلية أفضل لزيادة المردود.

الجدول 11: المتوسط المشترك للكتلة الحيوية ومحصول الحبوب المتأثر بتلقيح سلالة ريزوبيوم.

المعاملات	**المتوسط المشترك للكتلة الحيوية t/ha**	**الجمع بين متوسط محصول الحبوبt/ha**
T01 : الشاهد	5.758d	2.48c
المتوسط الحسابي	9.95	4.77
LSD (0.05)	2.384	1.123
معامل الاختلاف	20.4	20.1

LSD : أقل فرق معنوي عند مستوى 5%

تتفق الدراسة مع النتائج التي توصل إليها كل من Rugheim et Abdelgani, (2012) اللذان أفادا بأن تلقيح سلالات جذرية أدى إلى زيادة محصول حبوب الفول بشكل كبير. كما أن Desta et *al* ,2015))أكدا أيضا أن استخدام سلالة *Rhizobium* الفعالة بمفردها أو بالإشتراك مع الزنك زاد بشكل كبير من محصول حبوب الفول.

كما لاحظ(2002) El-Masri et *al* عند رش نباتات *Veciafaba* بالزنك والحديد أن الزنكأدى إلى زيادة عدد الأزهار والقرنات ونسبة عدد القرنات العاقدة بالنبات , وفي السودان بين Elballa et (*al*, 2004) أن رش العناصر الصغرى بفترات أسبوعية لأربع مرات أدت إلى زيادة عدد التفرعات وعدد القرنات وأعطت زيادة كبيرة في بذور الفاصوليا .

المقال3:

Efect of rhizobial inoculants on yield and yield components of faba bean (*Viciafabae*L.) on vertisol of Wereillu District, South Wollo, Ethiopia

دراسة كل من : Samuel et *al* (2021)

الهدف من الدراسة :

تأثير إضافة البورون على النمو وإنتاجية الفول *Viciafaba* وتأثيرها الإيجابي على عدد العقيدات. أجريت دراسة لفحص أثار سلالات الريزوبيوم البقولية (Var.vicae) على الايماء ، والنمو، والمحصول لنبات الفول بمنطقة ويريلو بمنطقة أمهرة أثيوبيا خلال موسم الأمطار 2018 ، تم معالجة4 سلالات من*fababeanRhizobium*ذات مستويات(غير محصنة، EAL-1035.EAL-1018 وEAL-17)

أهم النتائج المتحصلة عليها :

أوضحت النتائج أن تأثيرEAL-1018 أدى إلى زيادة معنوية في عدد و حجم والوزن الجافللعقيدات كما هو مدرج في (الجدول 12)، وحاصل الكتلة الحيوية ،وحاصل الحبوب مقارنة بالشاهد(الجدول 5).

بيولوجيا واقتصاديا حقق EAL1018 الحد الأقصى من صافي الفوائد مقارنة بالمعالجات الأخرى لذلك يوصى باستخدام EAL1018 لمنطقة الدراسة.

الجدول 12: تأثير التلقيح على معلمات العقيدات:

Strains **سلالات الريزوبيوم البقولية**	**Nodule number** **عدد العقيدات**	**Nodule volume** **حجم العقيدات**	**Nodule dry weight** **الوزن الجاف**
0 EAL	49.067^{b}	0.6333^{b}	0.2400^{c}
EAL 17	63.767^{a}	1.0000^{a}	0.3067^{b}
EAL 18	69.400^{a}	1.1333^{a}	0.3867^{a}
EAL 1035	64.800^{a}	1.0667^{a}	$0.3267^{a,b}$
LSD (0.05)	11.112	0.1597	0.0610
CV	9.01	8.34	9.70
SE (±)	3.2113	0.0461	0.0176

EAL: البقوليات الزراعية الإثيوبية , **CV:** معامل الإختلاف , **LSD:** أقل فرق معنوي, **SE:**خطأ معياري

الجدول 13: تأثير تلقيح VABA BEAN على تكاف لفعالية سلالات ريزوبيوم في موقع الدراسة

Treatment العلاج	Plant dry weight الوزن الجاف للنبات	Percentage (%) SE النسبة المئوية (%)	Effectiveness الفعالية
Un-inoculated	8.013	–	–
EAL 17	9.473	118.2	HE
EAL 1018	10.610	132.4	HE
EAL 1035	9.347	116.6	HE

أشار كل من Samuel et *al*(2021) إلى أن التأثير المشترك لـ EAL1018 والبورون أعطى عدد العقيدات (81.2) مقارنة بجميع المعاملات الأخرى .عدد العقيدات المتحصل عليه من التأثير

المركب أعطت عدد أقل من العقيدات مقارنة بالمعالجات الأخرى, أظهرت النتائج أن البورون بمفرده أومع سلالات لها تأثير إيجابي على عدد العقيدات .

النتيجة متوافقة مع النتائج التي توصل إليها (Bolanos et *al*(1996 , الذي ذكر أنه يمكن أن يؤدي إستخدام البورون إلى زيادة العقدة عن طريق تطوير خيوط العدوى المرتبطة بالبروتينات الغنية بالهيدروكسيدي برولين , وبالمثل (Ahmed et *al* , 2009)أثبت أن غياب البورون في وسط المزرعة أدى إلى إنخفاض عدد العقيدات وأحدث تغيرات في تطور العقيدات.

أما العيساوي (2010) فقد أشار إلى أن المستويات العالية من البورون تحسن العديد من العمليات الفيزيولوجية والبيوكيميائية خلال مراحل النمو المختلفة ومنها انقسام واستطالة الخلايا ودخوله في تركيب الأغشية الخلوية وايض النتروجين والتمثيل الضوئي وهذا جميعه يساهم في زيادة حاصل النبات ومكوناته. كما أشار (هذيلي والجبوري, 2015)إلى أن نقص البورون يؤدي إلى تساقط الأزهار وهذا يؤدي إلى قلة عدد القرنات وبالتالي انخفاض إنتاجية النبات.

المقال 4:

Co- Inoculation of *Rhizobium* and *Azotobacter* on Growth Indices of Faba Bean under Water Stress in the Green House Condition

دراسة كل من : Dashadi et al (2011)

الهدف من الدراسة :

تأثير التلقيح المشترك لبعض سلالات الريزوبياو الأزوتوبكترعلى مؤشرات نمو الفول النامي تحت ظروف الإجهاد المائي . تم دراسة تأثير التلقيح المشترك لكل من سلالة *Rhizobium legominosarumbvviciae* F46 وسلالة *Azotobacterchrococcom* AGO11 والأسمدة النتروجينية على نمو الفول *Vicia faba L* النامي تحت ظروف الإجهاد المائي .

أهم النتائج المتحصل عليها :

أشاركل من Dashadi et *al* (2011) من خلال النتائج أن التلقيح المزدوج لكل من *Rhizobium* و Azotobacter يحسن امتصاص الماء والمغذيات تحت الضغط المائي , وبالتالي فإن التلقيح المشترك يحسن بعض من مؤشرات النمو *Vicia faba* تحت ظروف الإجهاد المائي كما

هو مدرج في (الجدول 14).

الجدول 14: متوسط المقارنات للتأثير الرئيسي للري والنيتروجين مع التلقيح المشترك*Rhizobium* و*Azotobacter*

Treatments	N (%)	RWC	MTG	MDG	CVG	DGS	NN/ pot	N	RDW (g / pot)	SDW (g / pot)
Irrigation										
I3	3.9a	0.62c	14.92a	6.9c	0.21b	0.14a	2.58a	1.2a	6.59a	8.52a
I2	3.59ab	0.74b	12.15b	8.15b	0.23b	0.12b	2.71a	1.14a	6.15a	7.97a
I1	3.38b	0.86a	7.45c	9.92a	0.30a	0.10c	3.06a	1.27a	7.52a	9.75a
Nitrogen										
-N	3.69a	0.73b	11.65a	8.2a	0.25a	0.12a	2.74a	1.23a	6.96a	8.89a
+N	3.56a	0.75a	11.37b	8.44a	0.25a	0.12a	2.83a	1.18a	6.54a	8.61a
Rhizobium										
-R	3.54B	0.73b	11.09b	8.05B	0.24A	0.12a	2.54B	1.16A	6.36A	9.41a
+R	3.71A	0.75a	11.92a	8.59A	0.25A	0.118b	3.03A	1.25A	7.14A	8.08b
Azotobacter										
-A	3.35b	0.73a	11.4a	8.4a	0.25a	0.121a	2.65A	0.95B	6.4A	9.02a
+A	3.9a	0.75a	11.62a	8.24a	0.25a	0.123a	2.91A	1.45A	7.11A	8.47a

N% : نسبة محتوى النتروجين الكلي , RWC: محتوى الماء النسبي , MTG: متوسط وقت الإنبات , CVG:إنبات سرعة المعامل , DGS: سرعة الإنبات في اليوم , RDW: الوزن الجاف للجذر , SDW: الوزن الجاف للبراعم .

ذكر كل من Rodelas et *al* (1999) أن التلقيح المشترك ل *Rhizobium* و Azotobacterيؤدي إلى زيادة معنوية في بعض مؤشرات النمو مثل محتوى النتروجين الكلي والوزن الجاف للجذر والوزن الجاف للعقيدات ومحتوى الماء النسبي وتقليل متوسط وقت الإنبات للفول fababean مقارنة مع مجموعة *Azospirillum*/*Rhizobium* و*Rhizobium*/*Azotobacter* التي أدت إلى تغيرات في المحتوى الكلي للبوتاسيوم والفوسفور والكالسيوم والمغنزيوم والحديد والمنغنيز والزنك والنحاس.

أظهرت نتائج دراسة مفتاح (2012) إلى أن الإجهاد المائي له تأثير معنوي على جميع الصفات الخضرية ,والذي يقلل بشكل كبير من معلمات النمو في حين أن نسبة الوزن الجاف للجذر إلى الجزء الهوائي , تميل إلى الزيادة تحت الضغط الشديد .يؤثر نقص الماء على مستويات صبغ أوراق النبات ويزيد من مستويات البرولين والسكريات الذائبة في الأوراق , ينتج عن الإجهاد المائي المتوسط والشديد انخفاض في جميع مكونات المحصول (عدد القرون , عدد البذور ,وزن القرون ووزن البذور).

ايضا كما ذكرنا سابقا أن الفول نوع حساس للماء ويتطلب إمدادا منتظما بالمياه مايزيد عن 350مم/سنة (Alaoui, 2000)

المقال 5:

Influence of *Rhizobium* /*Azotobacter* and *Rhizobium/Azospirillum* combined inoculation on mineral composition of faba bean *(Viciafaba*L.)

دراسة كل من : (1999) Rodelas et al

الهدف من الدراسة :

أثر التلقيح المشترك لأربع سلالات بكتيرية على محتوى وتركيز وتوزيع المغذيات المعدنية المعززة لنمو نبات الفول . في هذه الدراسة أشار كل (1999) Rodelas et *al* لتلقيح *fabaVicia* بأربعة 4سلالات مختلفة من *Rhizobium/Azospirillum* و*Rhizobium/Azotobacter*.

أهم النتائج المتحصلة عليها :

لوحظ تغيرات في المردود العام (الجدول 7) والمحتوى الكلي والتركيز وتوزيع المغذيات المعدنية الكلية والصغرى ,Ca, Fe , Mg, B k, Pوعند مقارنتها بالنباتات الملقحة بالرايزوبيوم فقط , تختلف التأثيرات بشكل كبير بإختلاف سلالات *Azospirillum* و *Azotobacter* المختارة للتلقيح المشترك . كانت جميع القيم مختلفة بشكل كبير عن الشاهد. (الجدول 15)

الجدول 15: تأثير التلقيح المشترك مع سلالات Azotobacter vinelandii ATCC 12837 و Dv42 ,Azotobacter chroo-cocuumstrain H23, Azospirillumbrasilensestrain Sp7على المردود veciavaba cv Alboria.

Treatment	Yield (%) of co-inoculated plants
Control (*R. leguminosarum* bv. *viceae* Z25 alone)	100.0
R. leguminosarum bv. *viceae* Z25 + *A. vinelandii* Dv42	140.6
R. leguminosarum bv. *viceae* Z25 + *A. vinelandii* ATCC 12837	147.2
R. leguminosarum bv. *viceae* Z25 + *A. chroococcum* H23	151.5
R. leguminosarum bv. *viceae* Z25 + *A. brasilense* Sp7	136.4

إن زيادة إمتصاص العناصر الغذائية المعدنية بشكل متكرر بخلاف N بواسطة الجذور الملقحة تلعب دورا رئيسيا (Brown, 1974 ; Pacovsky et al, 1985 ; Bashan et Levanony, 1990) أما نقص المغذيات المعدنية هو عامل رئيسي يحد من تثبيت البقوليات لعنصر N ويأثر

على المردود (Hara et *al*, 1988).

ذكر (1970)Lee et knowes أن Azotobacter و *Azospirillum*من أكثر السلالات حرة المعيشة المثبتة للنتروجين وأكثرها كفاءة , إذ يمكن عزل 100 سلالة بكتيرية مثبة للنتروجين من منطقة الرايزوسفير ولكن Azotobacter و *Azospirillum* تعد أكثر كفاءة من حيث مقدرتها على تثبيت النتروجين الجوي .إذ أشارت العديد من الدراسات التي أجريت إلى إمتلاك بكتيريا الأزوتوباكترالمقدرة على إنتاج العديد من منظمات النمو بالإضافة إلى تثبيتها للنتروجين الجوي.

المقال 6 :

Growth and Symbiotic Performance of Faba Bean Inoculated With *Rhizobium Leguminosarum* biovar. *Viciae* Strains Tolerant to Salt

دراسة كل من : Cordovilla et *al* (1996)

الهدف من الدراسة :

أثر الملوحة على نمو نبات الفولاالملقح بـ ***Rhizobium*** وإختيار بعض أصناف الفول المتحملة للإجهاد الملحي.

أهم النتائج المتحصل عليها :

في هذه الدراسة أظهر كل من Cordovilla et *al* (1996) , مدى تحمل أصناف الفول *Vicia vaba* للإجهاد الملحي ,إذ تم العثور على سلالة GRA19 من *Rhizobium* leguminosarumbiovar متحملة لمستويات منخفضة من الملح raM 50 ومقارنتها مع حالة عدم وجود إجهاد , لوحظ أنه تم تقليل النمو وتثبيت N , وكان تثبيت النتروجين أكثر تأثرا بالملوحة من النمو, كما هو موضح في (الجدول 16), أدت الملوحة إلى إنخفاض معنوي في الوزن الجاف للجذور والبراعم والعقيدات .لهذا يجب إختيار أصناف الفول المتحملة للإجهاد الملحي من أجل تكافل جيد.

الجدول 16: الكثافة البصرية(OD) عند 620 نانو متر ورقم الخلية القابلة للحياة , معبرا عنها بنسبة % من قيم التحكم , في سلالة GRA 19 من R. Leguminosarumbiovar . تنمو Vicia بتركيزات مختلفة من كلور الصوديوم.

Incubation time (h)	NaCl concentration (mM)					
	50		75		100	
	OD	Cells mL^{-1}	OD	Cells mL^{-1}	OD	Cells mL^{-1}
0	100	100	100	100	100	100
6	103	89	80	86	73	86
12	105	60	82	40	68	33
24	105	32	80	11	54	7
48	99	53	74	43	35	20
72	99	43	65	28	34	9

ذكر(Zahran etSprent (1986 ; Singleton et Bohlool (1984) أن تأثيرات الملوحة على biovar *leguminosarum*. R–*V.faba*و iciaesymbiosis يجب أن تأخذ بالإعتبار تحمل السلالات المثبتة للأزوت للإجهاد الملحي الذي يرجع إلى حد كبير إلى عدم قدرة *Rhizobium*على البقاء في وسط النمو , وجد (Abdel moumen,1999) أن تأثير الملوحة في نمو البكتيريا الريزوبيوم يعتمد على نوع السلالة نفسها إذ أن البكتيريا التي تكون سريعة النمو ومكونة للحمض هي أكثر تحملا للملح من البكتيريا بطيئة النموالمكونة للقاعدة.

المقال7:

Enhancement of Nodulation,N_2–Fixation and Growth of Faba Bean (*Viciafaba L*) by Combined Inoculation With *Rhizobium leguminosarumbv*. Viceae and Azospirillumbrasilense

دراسة كل من : Rodelas et *al* (1996)

الهدف من الدراسة :

دور التلقيح بـ*Azospirillum*و ***Rhizobium*** في تحسين عدد العقد وتثبيت الأزوت ونمو نبات الفول*Viciafaba* .

أهم النتائج المتحصل عليها :

اظهر كل من(1996) Rodelas et *al* تلقيح الفول *Vicia faba* ب *Rhizobium leguminosarum* bv سلالة Veciae Z25 لوحدها , مقارنة بالتلقيح المشترك مع *Azospirillum*

brasilense Ml و02 و sp7 .لوحظ زيادة في المحتوى الكلى للنتروجين للنباتات الملقحة في مرحلة الإزهار بالمقارنة مع النباتات الملقحة ب Z25 لوحدها كما هو مبين في (الجدول 9), عززت سلالة brasilense A SP7(ATCC 29145) , تراكم المادة الجافة الجذرية ونشاط تقليل الأستيلين , و في زيادة تركيز N في البراعم والجذور , ترتبط حجم وإستجابة النبات بكثافة خلايا *Azospirillum* المطبقة كلقاح .

الجدول 17: تأثير التلقيح المشترك على تركيز والمحتوى الكلي لـN (N٪) لكل من الأفرع والجذور

Strain	CFU ml^{-1}	Shoot		Root		Whole plant	
		% N	mgN	% N	mgN	% N	mgN
Control		3.60	125.16	2.72	35.40	3.36	160.57
Sp7	10^6	3.32*	152.36*	2.87	46.84*	3.23	198.76*
	10^7	3.59	147.08*	2.85	46.12*	3.36	193.46*
	10^8	3.26*	155.17*	2.88	50.75*	3.16*	205.92*
M1	10^6	3.61	125.27	2.93*	38.97	3.42	164.24
	10^7	4.10*	136.83*	3.04*	39.78*	3.80*	176.61*
	10^8	3.87*	117.65	3.04*	32.19	3.66*	149.84
O2	10^6	3.72	153.87*	2.44*	34.89	3.39	188.76*
	10^7	3.67	124.21	2.85	35.91	3.45	160.22
	10^8	3.61	103.87*	2.99*	29.57*	3.46	133.44*
LSD	(P<0.05)	0.23	9.78	0.20	3.89	0.19	10.88

يمكن أن يلعب تلقيح *Azospirillum* دورا مهما في تكافل .*Rhizobium*–veciafaba والذي يتضمن تأثيرات على تبيت N_2 وتراكم المادة الجافة. تتفق النتائج هذا العمل مع النتائج السابقة (Yahalom et *al*, 1987 ; Plazinsky et Rolfe, 1985 ; Iruthayathas et *al*, 1983) التي تشير إلى أن التأثيرات التي لوحظت مع التلقيح المختلط للبقوليات مع *Rhizobium* و spp *Azospirillum* تعتمد بشكل أساسي على السلالات المختارة من هذه الكائنات, فضلا عن وجود علاقة واضحة بين استجابات النبات وأعداد خلايا Azospirillaالمطبقة على شكل لقاح. تم التوصل إلى إستنتاجات مماثلة أيضا في العديد من الدراسات المتعلقة بتلقيح نباتات غير بقولية و*Azospirillum* spp.

المقال 8 :

Effectes of inculation with *Azopirillumbrasilense* on chickpeas (*Cicerarietinum*) and faba beans (*Viciafaba*) under different growth conditions

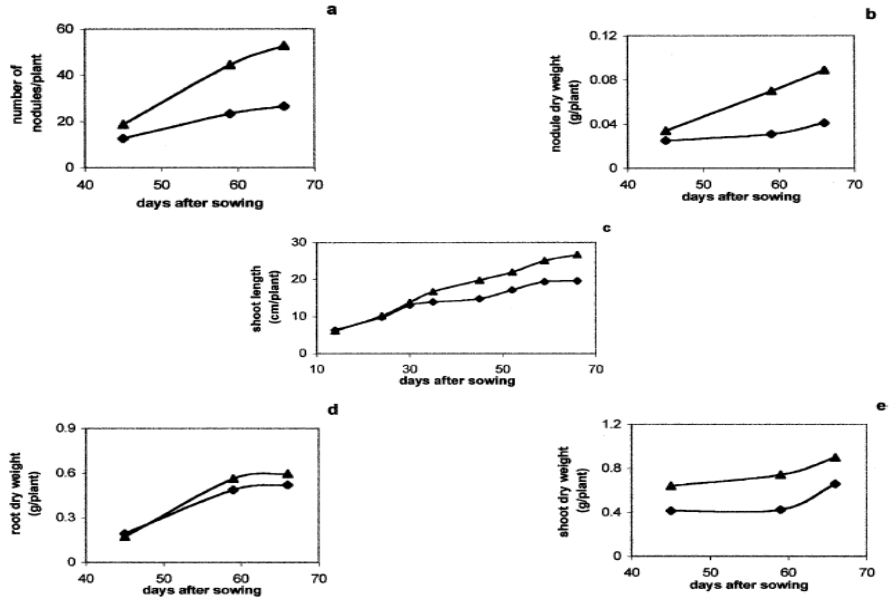
دراسة كل من : Hamaoui et al (2001)

الهدف من الدراسة:

أثر تلقيح نباتي الحمص والفول *Vicia faba L* بسلالة *Azospirillum*brasilenseCd في ظروف النمو المختلفة.

أهم النتائج المتحصل عليها :

في هذه الدراسة أشار كل من Hamaoui et *al* (2001) بأن تأثير تلقيح الحمص *Cicer arietinum* L والفول(*Vicia faba* L) بسلالة AzospirillumbrasilenseCd تحت ظروف نمو مختلفة . أدى إلى تعزيز العقدة بشكل كبير بواسطة الريزوبيا الأصلي وتحسين نمو الجذور مقارنة بغير الملقحة كما هو موضح في (الوثيقة 15) أظهرت المعالجة البكتيرية أنها تقلل بشكل كبير من الأثار السلبية على نمو النبات الناتجة عن الري بالمياه المالحة.



الوثيقة 15 : تأثيرات سلالة *brasilenseCd Azospirillum* على العقدة (a et b) وعلى معاملات نمو النبات (c et d et e)عند الفول *Vicia faba L*

تؤكد هذه النتائج الملاحظات السابقة على التأثيرات الإيجابية على نمو النبات والمحصول الذي تسببهAzospirillaعلى البقوليات , التي يتم عقدها بشكل طبيعي مع الريزوبيوم . وهي تشمل العديد من أنواع البقوليات المزروعة في ظل ظروف مختلفة من التربة والظروف البيئية (Burdman et *al*, 1998). يمكن تفسير الأثار الإيجابية لمعاملة التلقيح على الحمص والفول من خلال تعزيز تفرع الجذور والنمو.ومن المعروف أن لهذه التأثيرات الإيجابية دور في نمو الجذور وهي تعمل على تحسين كفاءة إمتصاص المعادن والمياه عند النباتات (Sarig et Okon et Vanderleyden, 1997 ; Burdman et *al*, 1998 ;.كما لها دور في الزيادة في إجمالي عدد العقيدات والبدء المبكر لتثبيت N2 للعديد من البقوليات الملقحة ب brasilense (Burdman et *al*, 1997 ; Burdman et *al*, 1998 ; Iruthayathas et *al* 1983;).

المقال9:

Effectiveness of Rhizobial strains on the faba bean development and yield in soddy podzolic soils

دراسة كل من : Zarina et *al* (2017)

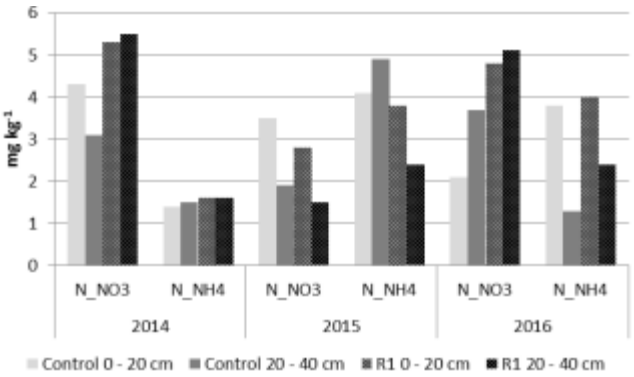
الهدف من الدراسة :

فعالية السلالات الجذرية للريزوبياعلى نمو ومردود نبات الفول المزروع في ترب قلوية.

أهم النتائج المتحصل عليها:

في هذه الدراسة أشاركل من(2017) Zarina et *al* أنه عند النقع في معلق البكتيريا لبذور الفول مع بكتيريا الريزوبيا لمدة 30 دقيقة قبل البذر ،و قياس ارتفاع النبات في بداية الإزهار وعند بداية تكوين القرون ووقت النضج.

أدى التلقيح لبذور النبات إلى الزيادة الطفيفة في طول النبات وعدد العقيدات و الفر وع و البذور(االوثيقة16)، تشير النتائج إلى فعالية السلالات الجذرية تعتمد على الظروف المناخية ومدى مساهمة معالجة البذور بالريزوبيا في زيادة كمية النتروجين في التربة.



الوثيقة16: تأثير سلالة واحدة من *Rhizobium* كمثال على المحتوى النتروجيني للتربة.

ما توصلت إليه هذه الدراسة تتوافق مع العوامل المناخية المؤثرة على نمو ومردود الفول . حسب ما جاء به (فاخروعبد الغفور, 1980)الذي أفاد أن الفول يمكن أن يتحمل الحرارة المنخفضة حتى (4-5م) , إلا أن البرودة الخريفية والجليد الربيعي يؤثران على سقوط الأزهار . أما الحرارة المنخفضة المصحوبة بالرطوبة العالية فتقلل من تكوين الأزهار والعقد الثمرية.فالبرد يعتبر من العوامل المحددة لنمو وإنتاج الفول(Patrik, 1986; Maatougui., 1996)

الخاتمة

الخاتمة :

أجريت هذه الدراسة بهدف معرفة مدى التأثير الإيجابي على العملية التكافلية بين البكتيريا العقدية ونبات الفول,بعد إستعراض أهم نتائج هذه الدراسة, تمت مناقشة تأثير العوامل المعيقة على الإمتصاص الكلي للنتروجين, ومردود الفول *Vicia faba* , إذ يمكن تحسينها بشكل كبير من خلال التلقيح المشترك لسلالات بكتيرية من أهمها *Rhizobium/ Agrobactrium/Azotobactrium*

التي تعد أكثرها كفاءة, تم إختبار فعالية هذه العزلات في تثبيت النتروجين مقارنة بالمعاملة المفردة(المعالجة بالريزوبيا فقط), أثبتت الأخيرة زيادة في معظم مؤشرات النموتحت ظروف التربة منخفضة الخصوبة, إذ ساهم التلقيح المشترك مع الريزوبيا في إرتفاع عدد العقيدات ووزنها, وتراكم المادة الجافة للنبات وتثبيت N2.كما قام بعض الباحثون من تنقية بعض السلالات القادرة على التعايش تحت تأثير الإجهاد الملحي الذي أعطى إضطرابات واضحا في النمو العام للنبات، ويعود النقص في نسبة الإنبات إلى ارتفاع تركيز محلول التربة الملحية. جلبت بعض سلالات الريزوبيا فرقا واضحا ذات دلالات إحصائية على محصول الفول تحت عوامل وظروف فيزيولوجية معيقة (الإجهاد الملحي والمائي , نقص المغذيات المعدنية).كما لا ننسى إلى أن نشير إلى دورها جد فعال في التقليل من الحاجة إلى الأسمدة الكيمياوية,أثبتت هذه السلالات فعاليتها في تثبيت النتروجين في التربة الملحية بتراكيز معينة؛ أيضا أفادت الدراسات العلميةأن البورون والزنك يلعبان دورا هاما في العديد من الوظائف الفيزيولوجية فالبورون يعتبر كعامل مساعد في عملية التلقيح المشترك مع الريزوبيا وزيادة مردود النبات, ويعزز الزنك تشكيل العقد الأزوتية وتطورها في جذور نبات الفول بخلاف نقص هذه المكونات يؤدي إلى خفض في عدد وحجم العقد البكتيرية.

نوصي من خلال ماسبق بزيادة الإهتمام بالبكتيريا المثبة للأزوت, ودراسة كفاءتها خاصة في الترب الملحية وإدخالها في الدورات الزراعية، مع إمكانية إستخدام سلالات في تطوير أصناف جديدة من الفول و لتحقيق مردود من خلال التقليل من إستخدام التسميد بالنتروجين.

قائمة المراجع

المراجع

المراجع باللغة العربية

- الهلال(1999) :عن (بوشامة سلاف وبوقزوح خديجة) أثر الإجهاد الملحي على أصناف من العائلة البقولية والعائلة النجيلية المعاملة نقعا بالكينيتين أثناء مرحلة الإنبات، شهادة ماستر بيولوجيا وفيسيولوجيا النبات كلية علوم الطبيعة والحياة، جامعة قسنطينة.
- **إدريس م. ح., 2010:** مراحل النمو والتطور .موسوعة النبات .كلية الزراعة جامعة الأزهر, مصدر, الجزء الأول :118-125 .
- **أواز بهروز محمد**, 2017-2018: العلاقات بين الكائنات الحية, مادة البيئة, جامعة كركوك ,المحاضرة العاشرة والحادي عشر, كلية العلوم، قسم علوم الحياة , المرحلة الثالثة.
- **البحرة م., الداغستاني م., (2003):** التركيب الكيميائي للفول وقشر الفول مجلة جامعة دمشق للعلومالأساسية , مجلد 19, العدد الأول , ص: 14 .
- **بدر ع ,2006:**.تصنيف النباتات الزهرية .دار الأندلس للنشر والتوزيع .ص:235
- **بن سلطان أحمد , عبد الكاظم العبودي , كيحل مبروك , موساوي عبد الله .,** 1999: ميكروبيولوجيا االأراضي .مركز البحث العلمي والتقني للمناطق الجافة .دارالغرب للنشر والتوزيع ,ص : 41-194
- **بيتر أ, راي إف , سوزان أ.2002:** كتاب علم أحياء النبات , جامعة ويسكنسن, ماديسون , النشر العلمي والطابع , جامعة الملك سعود .الطبعة اخامسة ص 681-680
- **جون وعزت وعبد الرزاق وسمير** 1990: كتاب الميكروبات والإنسان , .ص : 33
- **علي الحياني,2015** إنبات البذور و إكثار نبات متقدم. دراسات عليا، جامعة ديالى
- حوقة , فتحي إسماعيل وشادي توفيق سعد محمد(2004): الأسمدة الحيوية ودورها في حماية البيئة وسلامة الغذاء .
- **خليل ,نجوى وعبد الغفور , علي(2011):** قياس فعالية انزيم السليوليز المنتج من جراثيم العقد الجذرية . مجلة تكريت للعلوم الصرفة ,المجلد (16) العدد (2),العراق.

- **رقية , ن صحراوي .س وباقة .م, 1999 (2000):** مدى إستجابة نبات الفول للملوحة بإستعمالات منظمات النمو , شهادة الدراسات العليا في بيولوجيا النبات قسم العلوم الطبيعية والحياة. كلية العلوم –جامعة منتوري قسنطينة
- **زهير ك, صباريني م:** الأطلس العلمي , عالم النبات , دار الكتاب اللبناني , بيروت.ص: 14.
- **زيه , حربا نزار .2008 :** محاصيل العلف – الجزء النظري , منشورات جامعة تشرين .ص:429.
- **شحادة خضر ع, الزليطي خليفة م.,2001:** علم النبات لطلبة الثانوية العامة وثانويات العلوم الأساسية ومعاهد المعلمين ص: 8–29–30–33
- **شفشق ص, الدبابي ع , 2008:** إنتاج محاصيل الحقل . دار الفكر العربي , الطبعة الأولى , القاهرة , ص: 160–169 .
- **العثمان م , العساف أ , 2009:** .أثر موعد الزراعة والكثافة النباتية في إنتاجية الفول العادي (*Vicia faba L*) في محافظة دير الزور . مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية , المجلد 25 , العدد 2 ,ص 83.
- **علم البيئة التعليم الثانوي :** نظام المقررات –البرنامج المشتترك ,المدارس السعودية في الخارج قام بالتأليف والمراجعة فريق من المختصين, المملكة العربية السعودية.
- **علي الحياني.(2015):** نبات البذور إكتثارنبات درسات عليا .جامعة ديلا.
- **عمراني ن, (2005):** النمو الخضري والتكاثري , المحتوى الكيميائي للفول *Vicia faba* L صنف Aquadulce المعامل بمنظمي النمو الكينيتين والأمينوعزين 2 النامي تحت الإجهاد الملحي , مذكرة لنيل شهادة الماجستير , كلية علوم الطبيعة والحياة , جامعة منتوري .قسنطينة.
- **عمراني ن, 2002 :** أثر التسميد الكيميائي(. N.P.K) والحيواني ومنظم النمو (IAA 10) على نمو الخضري والكيميائي والعقد الجذرية لنبات الفول *Vicia faba L* صنف Aquadulce , شهادة DES في بيولوجيا النبات , معهد علوم الطبيعة والحياة جامعة منتوري –قسنطينة.
- **العوامر ,و جديدي. (2020):** تأثير إجهاد المعادن الثقيلة) Cu, Fe, Al (على كفاءة انبات و نمو بادرات الفول) Vicia faba L ،. صنف (.HISTALE)

- **العيساوي , ياسر جبار عباس, 2010**: .تأثير التغذية الورقية بالبورون والزنك في نمو وحاصل ستة أصناف من الباقلاء . أطروحة دكتوراه , كلية الزراعة , جامعة بغداد
- **فاخر ح . أو عبد الجبار ج, 1980**: إنتاج الخضر لطلبة المعاهد الزراعية الفنية , مكتبة الأمير للطباعة . العراق ص 4-262 , 8-300
- **قـرح, لـويـزة, مسعي بلقاسم & ,كنزة. (2021)**: أثر فطريات معززة النمو على نمو نبتة الفول الهاذيلي , كاظم حسن , وفاطمة فجر الجبوري , 2015. تأثير الموليبدوم والبورون في حاصل الباقلاء ومكوناته (*Vicia. vaba*).مجلة القادسية للعلوم الزراعية , 5)(2) : 95-87 .
- **كور خ , جورشيد ع , 2001** :.لعلاقة بين التسميد المعدني والأزوت الحيوي وإنعكاسها على نمو نبات الفول (*Vicia faba*) وإنتاجيته . مجلة باسل الأسد للعلوم الهندسية , العدد 13 , ص : 131
- **كيال (1976)**: أثر الإجهاد الملحي على أصناف من العائلة البقولية نقعا بالكينتين أثناء مرحلة الإنبات . كلية العلوم الطبيعية والحياة جامعة الإخوة منتوري قسنطينة
- **كيال ح ،1988** :إنتاج محاصيل الحبوب والبقول ,دار المعارف الإسكندرية ، ص 21-25
- **الكيال ح. م. 1979** :الهرمونات النباتية والتطبيقات الزراعية . مكتبة مدبولي القاهرة مؤسسة عز الدين للطباعة والنشر .مصر .ص . 485-539
- **محرزية أ , حليمة ع , 2005** : زراعة الفول البلدي . وكالة الإرشاد والتكوين الفلاحي , تونس , ص: 12-13-19.
- **محمد الصادق المط ,.1975**: كتاب الفول , رقم النشرة 83.
- **محمد وهيبي ,عبد الله صالح الخليل**2004: ,علم أحياء النبات الجزء الأول -(جامعة الملك السعود للنشر العلمي والطباعة.
- **مديرية المصالح الفلاحية بولاية الوادي (.DSA)2018** : إحصاء نبات الفول للولاية .مصلحة الإحصاء .
- **منصور غ,حمد إ, القاضي ع, 2005**: الفصيلة الفولية في واد القرن مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية .المجلد(21).العدد الأول .ص: 67-68.

نبيل علي خليل , متولي عبد الله , مجدي محمد الشفيق , وجيه عبد العظيم المرشدي .. **2015** :كلية الزراعة –جامعة القاهرة محاصيل الحبوب والبقول ص: 185

المراجع الفرنسية

- **Abdelmoumen, H., Filali-Maltouf, A., Neyra, M., Belabed, A., & El Idrissi, M. M. (1999):.** Effect of high salts concentrations on the growth of rhizobia and responses to added osmotica. *Journal of Applied Microbiology*, *86*(6), 889-898.
- **Ahmad, W., Niaz, A, Kanwal, S., Rahmatullah, and Rasheed , M.K.(2009).:** Role of boron in plant growth.Journal of Agricultural Research.
- **Akhtar, N., M. A. Qureshi, A. Iqbal, M. J. Ahmad, et K. H. Khan (2012)**.: Influence of Azotobacter and IAA on symbiotic performance of Rhizobium and yield parameters of lentil. J. Agric. Res. 50:361-372.
- **Alaoui B, 2000**.:Référentiel pour «la conduite technique de la féve(Vicia faba)».96p.
- **Amanda** R;**2021,**: . ecosystem interactions and types study retrieved 1/2/2022. Edited.
- **Andrews,M. and Andrews, M.E.(2017)**: Specificity in Legume-Rhizobia Symbioses.Int.J.Mol.Sci.,18(705):1-39.
- **Angela R.,2018** : five types of ecological relationships sciencing**, retrieved ,** 1/2/2022.
- **B. Rodelas** 7 **J. González-López M. V. Martínez-Toledo** 7 **C. Pozo** 7 **V. Salmerón.**(1999)**:**Influence of Rhizobium/Azotobacter and Rhizobium/Azospirillum combined inoculation on mineral composition of faba bean (Vicia faba L.) Biol Fertil Soils 29 :165–169**.**
- **B.Rodelas, J. Gonzalez-Lopez, M.V.Martinez- Toledo and C.Pozo,. (1999),:**Influence of *Rhizobium/Azotobacter* and *Rhizobium/ Azospirllum* combined Inoculation on mineral composition offaba bean *(Vicia faba)*Biology and Fertility of Soils, 29165-169.
- **Baijerinck, M.W.(1888).**: Die Bakterier der Papillionaceen Knollchen.bot zfg.46 : 726 – 804.
- **Balaban, Philadelphia et Rehovot : BELEN RODELAS, JESUS GONZALEZ LOPEZ*, VICTORIANO SALMERON, CLEMENTINA POZO, AND MARIA VICTORIA MARTINEZ-TOLEDO. (1996) .** *Environmental*

Microbiology Group, Departamento de Microbiologia, Facultad de Farmacia e Instituto del Agua, Universidad de Granada, 18071 Granada, Spain. ***Symb****iosis*, 21 175-186

- **Bashan Y , Levanony H(1990)**: Current status of *Azospirillum* inoculation technology : *Azospirillum* as a challenge for agriculture. Can J Microbiol 67:1317-1324.
- **Beyjerink, MW.1888.:** Die Bacterien der papilionaceen- Knollchen. Bot. Ztg.46:725-735
- **Bianca Hamaoui, Jihad Abbadi, Saul Burdman, Adnan Rashid, Shlomo Sarig, et al. 2001:** Effectsof inoculation with Azospirillum brasilense on chickpeas (Cicer arietinum) and faba beans (Viciafaba) under different growth conditions. Agronomie, EDP Sciences, 21 (6-7), pp.553-560.
- **Black, M., M. Paula, C. Brett, B. Roberto, H. John Howieson, H. --Mariangela et B. Matthew (2012):** The genetics of symbiotic nitrogen fixation: Comparative genomics of 14 Rhizobia strains by resolution of protein clusters. Genes, 3: 138-166.
- **Bolanos, L ., Brewin, N.J., and Bonilla, I. (1996):** Effects of boron on Rhizobium-legume cell surface interactions and nodule development .plant Physiology, 110(4)
- **BOND, D. A., POULSEN, M. H., 1983:** Pollinisation. In: The Faba Bean (Vicia Faba L.). Hebblethwaite P.D. (Eds.), Butterworth, London: 77.93.
- **Bond, D.A., and M.H. Poulsen. 1983:** Pollinisation. In: The Faba Bean (Vicia faba L.). Hebblethwaite P.D. (Eds.), Butterworth, London: 77-
- **Bouatrous Y, 2001:** Etude de la biodiversité et amélioration variétale de Vicia faba L. (leguminosae) .Thèse de Magister. Université Mentouri Constantine
- **Brink M, Belay G (2006) :**Ressources végétales de l' Afrique tropicale 1: céréales et légumes secs, Prota, Pays bas, pp.221-223.
- **Brown ME (1974):** Seed and root bacterization.Ann Rev Phyto-pathol 12:181-197.
- **Burdman S., Kigel J.,Okon Y.,. (1997).** Effects of *Azospirillum brasilense* on nodulation and growth of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Soil Boil. Biochem.29923-929.
- **Burdman S., Vedder D., German M., Itzigsohn R., kigel J., Jurkevitch E., Okon Y.,. 1998:** Legume crop yield promotion by inoculation with *Azospirillum,* in .Elmerich C., Kondorosi A., Newton W.E.(Eds), Biological Nitrogen Fixation for the 21st Century, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, ,pp.609-612.

- **Chaux c ; Foury c., 1994**: production légumières-paris .Ed : J.B.Bailliere.75-142pp.
- **CHAUX, C., FOURY, C., 1994**: Production légumière: légumineuses potagères, legumes fruits, Lavoisier, Paris, 4.8 pp.
- **CSA (Central Statistical Agency) (2018):** The Federal Democratic Republic of Ethiopia Central Statistical Agency. Agricultural sample survey in 2018/2019 volume I report on area and production of major crops (Private Peasant Holdings, Meher season). Stat. Bull. 586. Adis Ababa, Ethiopia.
- **Cullimore, J.V., Ranjeva, R., and Bono, J.-J.(2001):** Perception of lipo-chitooligosaccharidic Nod factors in legumes. Trends Plant Sci.6,24-30.
- **DAJOZ, R., 2000:** Elements d'écologie. Ed dunod. Paris, 8eme édition, 631pp**.**
- **De Bary A . 1879:** Die Erscheinung der Symbiose : Vortrag . Strassburg : Verlag von Karl J. Trübner.
- **De L ajudi P., 1993: Taxonomie dans le genre *Rhizobium*** ; technique de caratérisation de microorganisme assoiés. Séminaire International sur les arbres fixateurs de l' azote. Dakar- Sénégal.
- **Dowine, J.A.(2010):**The roles of extracellular proteins, polysaccharides and signals in the interactions of rhizobia with legume roots. FEMS microbiology reviews, 34(2): 150-170.
- **Duc, G., Bao, S., Baum, M., Redden, B., Sadiki, M., Suso, M. J.,. & Zong, X. (2010):** Diversity maintenance and use of Vicia faba L. genetic resources. *Field Crops Research*, *115*(3), 270-278.
- **Duhoux E, Nicole M.** 2004: BIOLOGIE VEGETALE. Association et interaction chez les plantes. Eds . IRD. Montpellier.pp: 2-18.
- **Elballa M. M.A.H.B. El-amin and E.A.E.Elsheikh.2004:** Interactive effect of cultivars, foliar application of micronutrients and phizobium inoculation as snap bean performance.U.K.J.Agric.Sci.12(3)1-12.
- **El-Masri M. F., A.A.Amberger; Mohamed M.;M.Elfouly and A.I.Razek.2002 :.**Zn increased flowering and pod setting in faba beans and its interaction With Fe in relation to their contents in different plant parts. Pakistan J. Biol. Sci.5(2) 143-245.
- **Fachmann et kraut, 2006:** L'intérêt de la fève.Ed.Bourde.Paris.p74.

- **FAO . Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. 2010.** Evaluation des ressources forestières mondiales 2010 Rapport principal consulter sur Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2009-2018.
- **Ferguson, B.J., Indrasumunar, A., Hayashi,S.,Lin, M.-H.,Lin, Y.-H., Reid, D.E., and Gresshoff, P.M.(2010):.**Molecular of Legume Nodule Development and Autoregulation.J.Integer.Plant Biol.52, 61-76.
- **Frank , B.(1889):** U birdie pflanzen symbios der leguminosen .Ber deut.Bot.gesell.7:332-346
- **Gage, D.j., and W. Margolin.2000** : Hanging by a threas invasion of legume plants by rhizobia. Curr.Opin Microbiol 3:613-617.
- **Geddes, B. A., Ryu, M., Mus, F., Garcia Costas, A., Peters, J. W., Voigt, C. A., & Poole, P. (2015):** Use of plant colonizing bacteria as chassis for transfer of N2-fixation to cereals. Current Opinion in Biotechnology, 32, 216–222.
- **Geniaux, E., Laguerre, G., & Amarger, N. (1993):** Comparison of geographically distant populations of Rhizobium isolated from root nodules of Phaseolus vulgaris. *Molecular Ecology*, *2*(5), 295-302.
- **Geurts, R., Fedorova, E., and Bisseling, T.(2005):** Nod factor signaling genes and their function in the early stages of Rhizobium infection.Curr.Opin.Plant Biol.8, 346-352.
- **GIMENO G., GILLES C., (2009):** Etude cellular et molecular de la germination chez medicagotruncatula. Thèse de doctorate university d'Angers . Pp 174
- **Gopalakrishnan, S., A. Sathya, R. Vijayabharathi, R.K. Varshney, C. L. L. Gowda et L. Krishnamurthy (2015):** Plant growth promoting rhizobia: challenges and opportunities. Biotech., 5:355–377.
- **Graham, P. H., & Vance, C. P. (2003):** Legumes: importance and constraints to greater use. *Plant physiology*, *131*(3), 872-877.
- **Graham, P.H. (1992)**: Stress tolerance in Rhizobium and Bradyrhizobium, and nodulation under adverse soil conditions . Can. J. Microb.,38(6):475-484
- **Guernoug fatima., Miliani somia ., (2017)** : L'effet de l'époque de semis sur quelques paramètres de croissance et production de *Vicia Faba* Minor dans la région de Khemis Miliana mémoire pour l'optention de Master.Université El-Djilali Bounaama, Khemis Miliana
- **HARLEY JL (1989),** The significance of mycorrhiza. Mycological Recherch 92: 129- 139.

- **Hebblethwaite, B.D, G.C.Hawtin, and P.J.W.Lutman.1983**:.The Husbandry of Establishment and Maintenance.In the Faba bean. (*Vicia faba L.*): Edited by P.D. Hebblethwaite.P.271
- **Hirsch, A. M., Lum, M. R., & Downie, J. A. (2001**): What makes the rhizobia-legume symbiosis so special?. *Plant physiology*, *127*(4), 1484-1492.
- **Hirsch, A.M.(1992):** Developmental biology of legume nodulation. New Phytol. 122,211-237.
- **Hoang.G , Emile D , Yvan D.,(1998**): Les arbres Fixateurs D'azote., Caracteristiques Fondamentale E T Role Dans L' aménagement Des écosystémes Méditerranéens Et Tropicaux.p:15
- **Holt, J. G., Kreig, N.R., Sneath,P.H.A., Staley, J.T., and Williams. S.T.,(1994):** Berge's Manual of Determinative Bacteriology. 9th. Ed., Williams and Wilknis, Baltimore,U.S.A, p: 40-169.
- **Howard JB, et D.C.Rees(2000):** Structure of the nitrogenase protein components. In Prokaryotic nitrogen fixation : a model system for the analysis of a biological process. Triplett, EW (ed) Horizon Scientific.
- **Ina Alsina , Livija Zarina 2017** :Environment Technology Resources Proceedings of the International Scientific and Practical Conference 1:305 EFFECTIVENESS OF RHIZOBIAL STRAINS ON THE FABA BEAN DEVELOPMENT AND YIELD IN SODDY PODZOLIC SOILS
- inoculants and micronutrients on yield and yield components of faba bean (*Viciafaba* L.) on
- **Iruthayathas E.E., Gunasekaran S., Vlassak K., 1983:** Effect of combined inoculation of *Azospirillum* and *Rhizobium* on nodulation and N_2-fixation of winged bean and soybean, Sci Hortic.20() 231-240.
- **Iyer, B. and Rajkumar, S.(2018)**: Rhizobia. In Reference Module in Life Sciences, Elsevier, Nirma University, P:1-20
- **Jordan DC . 1982**: Transfer of Rhizobium japonicum Buchanan 1980 to Bradyrhizobium gen. nov., a genus of slow-growing, root nodule bacteria from leguminous plants. International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology 32 : 136 –139
- **Jordan DC. 1984:** Famile III. Rhizobiaceae. In: Krieg NR, Holt JG (Eds) Bergey's manual of systematic bacteriology. Williams

- **Kawaharada, Y., Kelly, S., Nielsen, M.W., Hjuler, C.T., Gysel, K., Muszynski, A., Carlson, R.W.,Thygesen, M.B., Sandal, N., Asmussen, M.H., et al.(2015) :.**Receptor- mediated exopolysaccharide perception controls bacterial infection. Nature 523,308-312.
- **Kennedy IR, Pereg-Gerk LI, Wood C, Deaker R, Gilchrist K, Katupitiya S.1997:** Biological nitrogen fixation in non- leguminous Field crops: Facilitating the evolution of an effective association between *Azospirillum* and wheat. Plant and soil.194: 65-79.
- **kHaldi,R.Zekri, S., Maatougui, M.I.H., and Ben Yassine, A.(2002):** L'Economie des Légumineuses, Alimentaires au Maghrebet dans le Monde. Proceedings du 2èmc séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA, «Le devenir des Légumineuses Alimentaires dans le Maghreb», Hammamet, Tunisie,100pp.
- **Khan, A. S. & Farrokh, B., (2009):** Grain size, strain rate, and temperature dependence of flow stress in ultra-fine grained and nanocrystalline Cu and Al: synthesis, experiment, and constitutive modeling. *International Journal of Plasticity*, *25*(5), 715-732.
- **KHELOUL, L., 2014**: Inventaire qualitatif et qualitatif et quantitif des pucerons in féodés a la culture de la féve. Dynamique des populations de certaines espèces caractéristique dans deux parcelles de féve *Vicia faba fabaminor* et *Vicia faba major* dans la région de Tizi . Rached (Tizi. Ouzou).Memoire de magister, Univ Mouloud Mammeri, Tizi. Ouzou,18.23p .
- **LAMBERS H, MOUGEL C, JAILLARRD B, HINSINGER P (2009):** Plant-microbe- soil interactions in the rhizosphere: an evolutionary perspective. Plant Soil. 321: 83-115.
- **Laranjo, M., Alexandre, A., Velazques, E., Young, J.P.W., and Oliveire, S., (2008):**Chickpea rhizobia symbiosis genes are highly conserved across multiple Mesorhizobium species. FEMS Microbiology Ecology Oxford, 66(1): 391-400.
- **Laumonnier,R. (1979**) :Culture légumière et mari chaires, tome iii.ed.j.b. baillier, 276 pp.
- **Lee, M., C. Breckenridge and R. Knowles. 1970:**Effect of some culture conditions on the production of indole3-acetic acid and a gibberellins-like substance by Azotobacter vinelandii. Can. J. Microbiol. 16:1325- 1330.
- **Lefebvre, B., Timmers, T., Mbengue, M., Moreau, S., Hervé, C., Tóth, K., ... & Ott, T. (2010):** A remorin protein interacts with symbiotic receptors and

regulates bacterial infection. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *107*(5), 2343-2348..

- **Lewis, G.A., Schrire, B.B., Mackinder, B.C., & Lock, M.D. (2005):** Legumes of the World; Kew: Royal Botanic Gardens, London, UK.
- **Lindström, K., Murwira, M., Willems, A., & Altier, N. (2010):** The biodiversity of beneficial microbe-host mutualism: the case of rhizobia. Research in Microbiology, 161(6), 453-463. https://doi.org/10.1016/j.resmic.2010.05.005
- **Long, S. R. (1996):** Rhizobium symbiosis: nod factors in perspective. The Plant Cell, 8(10), 1885.
- **Long, S.R.(2001):** Genes and Signals in the Rhizobium-Legume Symbiosis.Ameican Society of. Plant Physiologists., 125(1): 69-72.
- **Maatougui M.E.H., 1996**: Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relanse. Céréaliculture, numéro spéciale Féve. ITGC. El Harrach.pp.6-15.
- **Maatougui, M.E.H., 1996:** Situation de la culture des féves en Algérie et perspectives de relance. *Céréaliculture, numéro spéciale Féve: 17-30.*
- **Maj, D., Wielbo, J., Marek-Kozaczuk, M., and Skorupska, A (2010):** Response to flavonoids as a factor influencing competitiveness and Symbiotic activity of *Rhizobium leguminosarum.* Microbiological research., 165(1): 50-60.
- **Maria del Pilar Cordovilla , Antonio Ocaña , Francisco Ligero & Carmen Lluch (1996):** Growth and symbiotic performance of faba bean inoculated with *Rhizobiumleguminosarum* biovar. *viciae* strains tolerant to salt, Soil Science and Plant Nutrition, 42:1, 133-140,
- **Mebakia A, 2000:** Caractérisation et comportement de quatre espèces de genre *Vicia vaba*,dans une région semi-aride de Sétif thése de magister; université de Constantine.SPP.
- **Meftah , youcef (2012):** Article : Effet du stress hydrique sur le comportement de deux populations de niébé (*Vigna unguiculata L.*) inoculées par quatre souches rhizobia autochtones.Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA) El harrach., Magister en Agronomie 2012.
- **Mehboob, I., M. Naveed, Z. A. Zahir et A. Sessitsch (2013):** Potential of Rhizosphere bacteria for improving Rhizobium -legume symbiosis. pp: 305-349. In: Plant Microbe Symbiosis: Fundamentals and Advances. Arora, N.K. (Ed.). Springer India.

- **Mezant., 2011**: Biotecologie de bruche de la féve (Bruchus rufimanus) Boh. (coleoptera : Bruchidae) dans des parcelles de varietes de féves différents et de féverole dans la régien de Tizi-rached (Tizi-ouzou). Thése de Magistére enEcologie biodiversité Animal des ecosystems continentaux. Univ. Tiziouzo., p: 4-12
- **MiljkovicSelimovic,B.;Babic,T.;Kocic,B.;Stojanovic,P.;Ristic,L.andDinic,M.(2007)** :Bacterial Plasmids. Acta.Medica.Medianae,46:61-65.
- **Mokhtar Heidari5 and Rouhollah Radjabi6 Advanced Studies in Biology, 2011:** no. 8, 373 - 385 Co-Inoculation of *Rhizobium* and *Azotobacter* on Growth Indices of Faba Bean under Water Stress in the Green House Condition**. Vol. 3,**
- **Nouri.(2012):** La réponse de la féve *Vicia faba* L au stress salin cas d'un sol sableux amendé en bentonite, Magister, Université de Mostaganem, 89p.
- **Okon Y., Vanderleyden J., (1997)**: Root- associated Azospirillum species can stimulate plants, ASM News 63366-370.
- **Oldroyd, GE., EM. Engstrom, SR. Long (2001):** Ethylene inhibits the Nod factor signal transduction pathway of Medicagotruncatula. Plant cell.13: 1835-1849.
- **Pacovsky RS, PS, Paul EA, Bethlenfalvay GJ (1985)**: Nutrition of sorghum plants with nitrogen or inoculated with *Azospirillum brasilense.* Plant Soil 85 : 145-148.
- **Patrick, J. (1986):** Les classifications botaniques. Dans P. Tassy (dir.), L'ordre et la diversité du vivant (p. 51-67). Paris: Fayard.
- **Perret, X.; Staehelin, C. and Broughton, W.J. (2000):** Molecular basis of symbiotic promiscuty. Microb. Mol. Biol. Rev.,64(1):180-201.
- **PERSPECTIVES AGRICOLES AOÛT 2009:** - N°358 - JUILLET-
- **Pervin,S.;Jannat , B.;Alsanjee ,S. and Farzana, T.(2017)**: Characterization of Rhizobia from root nodule and rhizosphere of Lablab purpureus and Vigna sinensis in Bangladesh. Turkish J. of Agric –Food Sci. Technol.,5(1):14-17.
- **Pesson P. et Louveaux j, 1984**. Pollinisation et production végétale. Institut National de la Recherche Agronomique; INRA. P; 11-121.
- **Plasinski, J.and Rolfe, B.1985:** .Influence of *Azospirillum* strains on the nodulation of clovers by *Rhizobium* strains .Applied and Environmental Microbiology 49: 984-989.
- **Postgate J (1988) :** Nitrogen fixation 3rd edition ,Cambridge universitypress,cambridge UK.

- **Puppo A., Herrada G, et Rigaud J., 1991**: Lipid peroxydation in peribacteroid membranes from french Bean nodules. Plant Physiol. 96,826-830.
- **Puppo, A., K. Groten, F. Bastian, R. Carzaniga, M. Soussi, M. M. Lucas, M. R. de Felipe, J. Harrison, H. Vanacker et C. H. Foyer** (2005): Legume nodule senescence: roles for redox and hormone signalling in the orchestration of the natural aging process. New Phytol., 165 (3) : 683-701.
- **Raven, J.A., and Edwards, D.(2001):** Roots: evolutionary origins and biogeochemical significance.J.Exp.Bot.52,381-401.
- **Reeve, W., P. Chain, G. O'Hara, J. Ardley, K. Nandesena, L. Bräu, … J. Howieson (2010):**. Complete genome sequence of the Medicago microsymbiont Ensifer (Sinorhizobium) medicae strain WSM419. Standards in Genomic Sci., 2(1): 77–86.
- **Richter, L. (1993):** Reclassification of America *Rhizobium leguminosarum* biovar phaseol type Istrains as Rhizobium etli sp.
- **Robio LM et Ludden PW (2005):** Maturation of nitrogenase: a biochemical puzzle.
- **Sadiki M., A. Lazrak, W. Kasten, et H. Betz. 1998:** La fève et la féverole. Fiche technique, Projet amélioration de la culture des légumineuses alimentaires. Page 31.
- **Samasegaran P, Hoben HJ, 1994:** Handbook for Rhizobia.Sringer verlage. Eds.Inc.New York.pp: 450.
- **Sameh H, Fayrouz H. Abd El-Megeed and A.Saleh,. 2017:.**Article : Improvement of Faba bean Yield Using *Rhizobium / Agrobacterium* Inoculant in Low- Fertility Sandy Soil National Gene Bank and Genetic Resource, Agricultural Research Center, Giza 1269, Egypt;Academic Editor : peter Langridge**;**
- **Sameh H. Youseif *, Fayrouz H. Abd El-Megeed and Saleh A. Saleh 2016:** National Gene Bank and Genetic Resources, Agricultural Research Center, Giza 12619, Egypt; Article Improvement of Faba Bean Yield Using Rhizobium/Agrobacterium Inoculant in Low-Fertility Sandy Soil
- **Samuel Adissie Gedamu1*, Enyew Adgo Tsegaye2 and Tesfaye Feyisa Beyene3.,** ***(2021)****:* Effect of rhizobial inoculants on yield and yield components of faba bean (*Vicia fabae* L.) on vertisol of Wereillu District, South Wollo, Ethiopia. ***CABI Agric Biosci****; 2:8*

- **Samuel Adissie, Enyew Adgo & Tesfaye Feyisa | (2020)**: article Effect of rhizobial
- **Sànchez F, Padilla J E, Pérez H And Lara M , 1991:** Control of nodulation genes in root – nodule develepment and metabolism. Annu. Rev.Plant Mol. Biol. 42,507-528.
- **Saoudi M, 2007:** Mémoire de Magister : Génétique et Amélioration des plantes , Génomique et Technique Avancées des Végétaux **.**
- **Sarig S., Blum A., Okon Y . (1988) :** Improvement of the water status and yield of field –grown grain sorghum *(Sorghum bicolor)* by inoculation with *Azospirillum brasilense*, J. Agric. Sci.110271-277..
- **Seneviratne, G., & Jayasinghearachchi, H. S. (2003):** Phenolic acids: Possible agents of modifying N2-fixing symbiosis through rhizobial alteration? Plant and Soil, 252(2), 385-395.
- **Seo M., NAMBARA E., CHOI G., YAMAGUSHI S., (2009):** Interaction of light and hormone signals in germinating seeds.Plant Mol Biol. 69.pp: 463-472.
- **Setu, L.J.; Ahmed, B. and Kibria,K.Q.(2019)**: Identification and characterization of Rhizobium bacteria. Int. J. Res. Anal. Rev.,6(2):519-527.
- **Siczek, A., & Lipiec, J. (2016):** Impact of faba bean-seed rhizobial inoculation on microbial activity in the rhizosphere soil during growing season. International Journal of Molecular Sciences, 17(5), 784.
- **Singleton, P.W.and Bahlool, B.B. 1984:** Effect of salinity on nodule formation by soybean. Plant Physiol., 74, 72-76.
- **Somasegaran, P. et H. Hoben (1994):**. Handbook for Rhizobia: Methods in Legume- Rhizobium Technology. Springer-Verlag, Berlin. 511p.
- **SOUANA, K. 2011**: Réponses physiologiques et biochimiques des graines de la féve (vicia faba L.) au stress salin assoié aux gibbérellines au cours de la germination. Mémoire de magister, physiologies végétale, 8p
- **SOUANA, K.2011:** REPONSE PHYSIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES DES GRAINES DES LA FEVE (Vicia faba L) au stress salin associe aux gibberelline au cours de la germination . diblome de master.universite doran.
- **Soudi G ., 2013**: Caractérisation et évalution agronomique des populations locales de(*Vicia faba L*), Mémoire de fin d'ètudes.En vue d'obtention du Diplôme de master sciences et technique.p12.
- **Sprent, (2009):** Legum Nodulation (John Wiley & Sons) .

- **Sprent, J. I., J. Ardley et E. K. James (2017):** Biogeography of nodulated legumes and their nitrogen-fixing symbionts. New Phytol., 215: 40–56.
- **Sprent., A. , Struff, P., Doring, H., Selenska- Pobel, S., Tola, E., Giacomini, A., Venramin, E., Velazquez, E., Mateos., F., Martinez-Molina, E., Dazzo, B., Casella,S.,Nuti,M.(2009):** *Rhizobium sullae sp* nov (Formerly Rhizobium hedysari), theroot-nodule microsymbiont of *Hedysarum coronarium L.*Int.J.Syst.Evol. Microbiol. 13: 821-849.
- **Tivoli B. et Coubel G, 1998:** Les légumineuses alimentaires méditerranéens. Contraintes biotique et potentialités de développement. Editions, les colloques N88.INRA.
- **Tortara G.J., Funk B.R. et Case C.L., 2003.** Introduction à la microbiologie. Edition du Renouveau Pédagogique Inc. Nb de pages 945.
- **Udvardis, M., and Poole, P.S.(2013):**Transport and Metabolism in Legume-Rhizobia Symbioses. Annu. Rev.Plant Biol.64, 781-805.
- **Van Berkum, P.; Beyene, D.; Vera, F.T.; Keyser, H.H. 1995:** Variability among Rhizobium strains originating from nodules of Vicia faba. Appl. Environ. Microbiol., 61, 2649–2653
- **Herridge .M. B ;D.F.; Ladha, J.K. 1995:** Biological nitrogen fixation: An efficient source of nitrogen for sustainable agricultural production? Plant Soil, 174, 3–28.
- **Van Kessel, C., and Hartley, C,(2000):** Agricultural management of grain legumes: has it led to an increase in nitrogen fixation ? Field Crops Res.65,165-181**.**
- **Vanpeene-Bruhier, S. (2003):***Réaménagement forestier des carrières de granulats*. Editions Quae.
- **Vasse, J., De Billy, F., Camut, S., & Truchet, G. (1990):** Correlation between ultrastructural differentiation of bacteroids and nitrogen fixation in alfalfa nodules. *Journal of bacteriology*, *172*(8), 4295-4306.
- vertisol of Wereillu district, South Wollo, Ethiopia, Cogent Food & Agriculture, 6:1, 1747854.
- **VILLEGAS.FERNANDEZ, A. M., RUBIALES, D., 2011**: Chocolate spot resistance in faba bean.Grain legumes. 53, 29.30.
- **Vincent , J.M.(1974**):Roop – nodule symbiosis with -Rhizobium. In: the Biology of Nitrogen fixation ,.3 publishing company , Amsterdam . PP. 265 – 341

- **Vincent JM.1970 :.**A manual for the practical study of root- nodule bacteria.IBP handbook no.15.Blackwell Scientific Publications Ltd. Oxford, United Kingdom.
- **WANG H-F., ZONG X-X., GUAN J-P., YANG T., SUN X-L., MA Y.,Redden R., (2012) :** Genetic diversity and relationship of giobal faba bean (*Vicia faba*.L) germblasm revealed by ISSR markers.Theor Appi Genet.124.pp: 789-797.
- **Wang, D., Yang, S., Tang, F., Zhu, H., 2012**: Symbiosis specificity in the légume : Rhizobial mutualism. Cellular Microbiology 14 :334-342.
- **-WANG, H. F., ZONG, X. X., GUAN, J. P., YANG, T., SUN, X. L., MA, Y., REDDEN, R., 2012**. Genetic diversity and relationship of global faba bean (vicia faba L.) germplasm revealed by ISSR markers. Theor Appl Genet. 124, 789.797
- **Warner, 1992: .**Symbiosises of plants and microbes .University Marburg Germany. Eds.Chapman et Hall.
- **Wilson D. 2005**: Endophyte-the evolution of a term, a clarification of its use and definition. Oikos 73: 274-276.
- **Yahalom, E, Okon , Y., and Dovrat, A. 1987:**.*Azospirillum* effects on susceptibility to *Rhizobium* nodulation and on nitrogen fixation of several forage legumes.Canadian Journal of Microbiology 33:510-514.
- **Young, N.D., Mudge, J.,and Ellis, T.N.(2003):** Legum genomes: more than peas in a pod. Curr. Opin.Plant Biol. 6, 199-204.
- **Young, ND. et al. (2011):** The Medicago genome provides insight into the evolution of rhizobial symbioses . Nature doi: 10.1038/nature 10625.
- **Zahran, H.H. and Sprent , J.I.1986:** Effects sodium chloride and polyethylene glycol on root-hair infection and nodulation of *Vicia faba L*. Plants. J. Exp. Bot., 143, 941-950.

Site web

- ليلى جبرين ,أنواع العلاقات بين الكائنات الحية في النظام البيئي ,علاقة التعايش بين الكائنات الحية , 2022 /.4 **https://www. mqall.com**
- **ahmed abden**; أمثلة عن االتعايش بين الكائنات الحية,التعايش عند النبات والحيوان ,التعايش بين الجراثيم والنبات ,التعايش بين نبات ونبات , أغسطس , 03 , 2018 **https://www.tipsfull.com**

- عبد الله الصالح الخليل ود يوسف حسن يوسف (2016)العلاقة التكافلية بين بكتيريا رايزوبيوم نباتات العائلة البقولية, مجلة العلوم والتقنية التاريخ 2016/4/3 9:40 صباحا **https://www. almerja.net**
- ناصر أحمد سنه, 2016 التكافل والتعايش بين النبات والحيوان, جامعة القاهرة, ,علوم عامة
  - **https: // www. hiragate.com** العدد48, 26
  - THE stydy or use of things that represent other things,by association resemblance or convention , symbology) m.marefa.or : http // **2022**