قال تعالى: ﴿ وَتَرَى ٱلْأَرْضَ هَامِدَةً فَإِذَآ أَنزَلْنَا عَلَيْهَا ٱلْمَآءَ ٱهْتَزَّتْ وَرَبَتْ وَأَنۢبَتَتْ مِن كُلِّ زَوْجٍۭ بَهِيجٍ ﴾ [الحج: ٥]

قال تعالى: ﴿ وَفِى ٱلْأَرْضِ قِطَعٌ مُّتَجَٰوِرَٰتٌ وَجَنَّٰتٌ مِّنْ أَعْنَٰبٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنْوَانٌ وَغَيْرُ صِنْوَانٍ يُسْقَىٰ بِمَآءٍ وَٰحِدٍ وَنُفَضِّلُ بَعْضَهَا عَلَىٰ بَعْضٍ فِى ٱلْأُكُلِ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴾ [الرعد: ٤]

التدريبات العملية
في تغذية النبات

تأليف

الدكتور رضا رجب شاهين
الأستاذ بقسم التربة والمياه

الدكتور خالد ناصر الرضيمان
الأستاذ المساعد بقسم البساتين والغابات

كلية الزراعة والطب البيطري- جامعة الملك سعود - فرع القصيم

النشر العلمي والمطابع - جامعة الملك سعود

ص.ب ٦٨٩٥٣ - الرياض ١١٥٣٧ - المملكة العربية السعودية

مكتبة جامعة الملك سعود
رقم الجرد: ٦٧٩٣٦٨
مصنفة:
رقم مميز:

ⓒ جامعة الملك سعود، ١٤٢٢هـ (٢٠٠١م)

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

شاهين، رضا رجب

التدريبات العملية في تغذية النبات - الرياض.

٢٣٢ ص ١٧ × ٢٤سم

ردمك : ٥- ٢٨٥ - ٣٧- ٩٩٦٠

١- النبات- تغذية أ- الرضيمان، خالد ناصر (م. مشارك)

ب - العنوان

ديوي ٦٣١,٨ ٢٢/١٤٥٦

رقم الإيداع : ٢٢/١٤٥٦

ردمـــــك: ٥-٢٨٥-٣٧-٩٩٦٠

حكمت هذا الكتاب لجنة متخصصة شكلها المجلس العلمي بالجامعة، وقد وافق المجلس العلمي على نشره - بعد اطلاعه على تقارير المحكمين - في اجتماعه السابع عشر للعام ١٤٢٠/ ١٤٢١هـ الذي عُقد بتاريخ ١٤٢٠/١١/٢٨هـ الموافق ٢٠٠٠/٣/٥م.

مطابع جامعة الملك سعود ١٤٢٢هـ

المقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على خاتم الأنبياء والمرسلين سيدنا محمد وعلى آله وصحبه أجمعين .... أما بعد :

فإن المكتبة العربية تفتقر إلى المراجع المنهجية المشتملة على التدريبات العملية اللازمة للطلبة الجامعيين أو طلبة الدراسات العليا في كلية الزراعة الخاصة بدراسة علم تغذية النبات Plant Nutrition ولذا كان لزاما علينا معالجة هذا الأمر بتأليف كتاب يجمع أهم التدريبات العملية لمادة تغذية النبات بدءاً من تعرّف الطالب على دور العناصر الغذائية في النبات وأعراض نقصها وأنواع المحاليل الغذائية، ثم اختبارات الأنسجة وطرق أخذ العينات النباتية الممثلة والتحليل الورقي بتقدير عناصر النيتروجين الكلي والنترات والفوسفور الكلي والبوتاسيوم والكلوريد في العينات النباتية، وكذلك تقدير السعة التبادلية الكاتيونية لجذور النباتات.

والله نسأل أن يساهم ذلك في إثراء المكتبة العلمية في المملكة خاصة وفي الوطن العربي عامة. وأخيراً نود أن نعبر عن تقديرنا وامتناننا لكل من ساهم في إخراج هذا الكتاب إلى حيز الوجود.

والله ولي التوفيق ، ، ،

المؤلفـــان

المحتويات

الصفحة

المقدمة ..... هـ

قائمة الأشكال ..... ك

قائمة الجداول ..... س

قائمة الاختصارات المستخدمة ..... ف

الفصل الأول : التغذية المعدنية للنباتات الراقية

مقدمة ١

التدريب الأول: تجهيز أوساط تغذية النبات ٤

(المزارع المائية - المزارع الرملية) ٦

التدريب الثاني: تحضير المحاليل الغذائية ١٧

١- طريقة حساب تراكيز مكونات المحلول الغذائي ٢٠

٢- طريقة حساب الضغط الأسموزي للمحلول المغذي ٢١

٣- الخطوات العملية لتحضير المحلول المغذي ٢٣

ضبط الرقم الهيدروجيني للمحلول المغذي ٢٥

التدريب الثالث: دراسة أعراض نقص العناصر الغذائية على النباتات ٣٣

الفصل الثاني : امتصاص النبات للعناصر الغذائية

مقدمة ٤٥

التدريب الرابع: تقدير السعة التبادلية الكاتيونية لجذور النباتات ٤٧
التدريب الخامس: نفاذية الأغشية البلازمية والعوامل المؤثرة عليها ٥٢
التدريب السادس: تراكم أيونات البوتاسيوم والكلور في أنسجة النبات ٥٧
تقدير البوتاسيوم بالطريقة اللونية ٥٨
تقدير الكلور بالطريقة اللونية ٦٠

الفصل الثالث : اختبارات الأنسجة النباتية

مقدمة ٦٥
التدريب السابع: طرق أخذ وتحضير العينات النباتية المناسبة لاختبارات الأنسجة.....٦٩
التدريب الثامن: التقديرات الوصفية لاختبارات الأنسجة ٧٤
اختبار)ت - اختبار النيتروجين العضوي - اختبار النترات ٧٤
اختبار الأمونيوم - اختبار الكلوريد - اختبار الكبريتات..... ٧٥
اختبار الفوسفات - اختبار الكالسيوم - اختبار المغنسيوم ٧٦
اختبار اللهب للكشف عن الصوديوم والبوتاسيوم ٧٧
التدريب التاسع: التقديرات الكمية لاختبارات الأنسجة
(تقدير مستوى النترات في أنسجة الخضراوات الورقية) ٨٠

الفصل الرابع : التحليل الورقي

مقدمة ٨٥
التدريب العاشر: جمع وتجهيز عينات الأوراق النباتية للتحليل الكلي ٨٧
التدريب الحادي عشر: تقدير الرطوبة والمادة الجافة للعينات النباتية ١٠٠
التدريب الثاني عشر: طرق هضم العينات النباتية.أولا : الهضم بالأحماض.....١٠٥
التدريب الثالث عشر: طرق هضم العينات النباتية
ثانيا: طريقة الحرق الجاف وتقدير الرماد.....١١٢

الفصل الخامس : طرق تقدير المحتوى الكلي من العناصر الغذائية في النبات

مقدمة ١١٧
التدريب الرابع عشر : الاستخلاص الحامضي للرماد وتقدير السليكا في النبات ١١٩
التدريب الخامس عشر : تقدير النيتروجين الكلي في النبات ١٢٣
التدريب السادس عشر : تقدير الفوسفور الكلي في النبات (طريقة المعايرة)..... ١٣٢
التدريب السابع عشر : تقدير الفوسفور الكلي في النبات (الطريقة اللونية) ١٣٧
التدريب الثامن عشر : تقدير الكبريت الكلي في النبات (الطريقة الوزنية وطريقة قياس العكارة) ١٤١
التدريب التاسع عشر : تقدير البوتاسيوم الكلي في النبات بواسطة جهاز قياس طيف اللهب..... ١٤٩
التدريب العشرون : تقدير الكلوريد الكلي في النبات (طريقة المعايرة) ١٥٣

الفصل السادس : طرق تقدير المحصول ونسبة المجموع الخضري/ الجذري

مقدمة ١٥٧
التدريب الحادي والعشرون : تقدير محصول الأعلاف..... ١٥٨
التدريب الثاني والعشرون : تقدير نسبة المجموع الخضري / الجذري..... ١٦١
الملاحق..... ١٦٥
الملحق (أ) جدول يبين الرموز الكيميائية والأوزان الذرية والتكافؤات لأهم العناصر الغذائية..... ١٦٥
جدول يبين المركبات الكيميائية المستخدمة في تحضير المحاليل الغذائية ١٦٧

- معلومات مهمة في مجال الحساب الكيميائي ١٦٨
الملحق (ب) أطلس أعراض نقص العناصر الغذائية ١٧٠
الملحق (ج) جدول يبين تراكيز الأحماض الشائع استخدامها في التدريبات العملية ١٨٢
الملحق (د) جدول تحويل نسبة العنصر الغذائي من صورة إلى أخرى ١٨٣
الملحق (هـ) الأساس النظري لأجهزة قياس الألوان ١٨٤
الملحق (و) الأساس النظري لأجهزة قياس التوصيل الكهربي.....١٨٨
الملحق (ز) الأساس النظري لأجهزة قياس الرقم الهيدروجيني ١٩٠
الملحق (ح) الأساس النظري لجهاز قياس طيف انبعاث اللهب ١٩٥

المراجع

أولاً : المراجع العربية.....١٩٩
ثانياً : المراجع الأجنبية.....٢٠١

ثبت المصطلحات

أولاً : عربي - إنجليزي.....٢٠٣
ثانياً : إنجليزي – عربي ٢١٤

كشاف الموضوعات ٢٢٥

قائمة الأشكال

الصفحة

الشكل رقم (١) تصميم يبين الأجزاء الرئيسية في المزرعة المائية النموذجية..... ٨
الشكل رقم (٢) تصميم يبين مكونات المزرعة الرملية ١٢
الشكل رقم (٣) جهاز قياس درجة الحموضة pH-meter ٢٦
الشكل رقم (٤) جهاز قياس التوصيل الكهربي للمحاليل EC-meter ٢٨
الشكل رقم (٥) المراحل الفسيولوجية لنمو نبات الذرة ٦٧
الشكل رقم (٦) حقيبة حقلية لاختبارات الأنسجة النباتية ٧٧
الشكل رقم (٧) العينات الورقية المناسبة للتحليل ومواعيدها ٩٠
الشكل رقم (٨) صورة مثقاب التربة الخاص بأخذ عينة الجذور ٩٦
الشكل رقم (٩) فرن تجفيف العينات النباتية ودورة الهواء الساخن لطرد بخار الماء . ٩٧
الشكل رقم (١٠) الأدوات والأجهزة المستخدمة في طحن العينات النباتية ١٠٦
الشكل رقم (١١) مخطط لجهاز هضم العينات النباتية ١٠٨
الشكل رقم(١٢) فرن حرق العينات النباتية Muffle Furnace ١١٤
الشكل رقم (١٣) مخطط عام لتقدير النيتروجين الكلي في النبات ١٢٥
الشكل رقم (١٤) رسم تخطيطي لجهاز تقطير كلداهل ١٢٧
الشكل رقم (١٥) جهاز قياس طيف اللهب المستخدم في قياس البوتاسيوم.....١٤٩
شكل يبين أعراض نقص عناصر البورون والفوسفور والبوتاسيوم على نبات
القمح ١٧٠

شكل يبين أعراض نقص عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم على نبات الذرة ١٧١
شكل يبين أعراض نقص عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم على نبات بنجر السكر ١٧٢
شكل يبين أعراض نقص عنصر النيتروجين على أوراق نبات البطاطس ١٧٣
شكل يبين أعراض نقص عنصر النيتروجين على أوراق نبات الطماطم ١٧٤
شكل يبين أعراض نقص عنصر الفوسفور على أوراق نبات الطماطم ١٧٤
شكل يبين أعراض نقص عنصر البوتاسيوم على أوراق نبات الطماطم ١٧٥
شكل يبين أعراض نقص عنصر البوتاسيوم على ثمار الطماطم ١٧٥
شكل يبين أعراض نقص عنصر الكالسيوم على ثمار الطماطم ١٧٥
شكل يبين أعراض نقص عنصر النيتروجين على أوراق العنب ١٧٦
شكل يبين أعراض نقص عنصر الفوسفور على أوراق العنب ١٧٦
شكل يبين أعراض نقص عنصر البورون على أوراق العنب ١٧٦
شكل يبين أعراض نقص عنصر المغنسيوم على أوراق العنب ١٧٧
شكل يبين أعراض نقص عنصر الزنك في الموالح ١٧٧
شكل يبين أعراض نقص عنصر المنجنيز في الموالح ١٧٨
شكل يبين أعراض نقص الحديد والمنجنيز في الموالح ١٧٨
شكل يبين أعراض نقص عنصر النحاس في ثمار الموالح ١٧٩
شكل يبين أعراض نقص عنصر الحديد على أوراق الخوخ ١٧٩
شكل يبين أعراض نقص عنصر الحديد على أوراق النجيل ١٨٠
شكل يبين أعراض نقص عنصر الحديد على أوراق التفاح ١٨٠
شكل يبين أعراض نقص عنصر الحديد على نبات القمح ١٨٠
شكل يبين أعراض نقص عنصر البوتاسيوم على أوراق الكوسة ١٨١
شكل يبين أعراض نقص عنصر البوتاسيوم على أوراق اللوز ١٨١

شكل يبين عمل جهاز المقياس الضوئي ١٨٦
شكل يبين منحنى العلاقة المستقيمة لقراءات الامتصاص الطيفي ١٨٧
شكل يبين مخطط العمليات التي تحدث لمحلول العنصر داخل اللهب ١٩٥
شكل تخطيطي لجهاز قياس طيف انبعاث اللهب ١٩٦

قائمة الجداول

الصفحة

الجدول رقم (١) المحلول الغذائي الذي ابتكره Knop ١٨

الجدول رقم (٢) تركيب المحلول الغذائي لزراعة النباتات حسبما طوره Hoagland & Arnon, 1950 ..... ١٩

الجدول رقم (٣) التركيب الكيميائي للمحلول الغذائي المبتكر بواسطة Evan & Nason ١٩

الجدول رقم (٤) الأوزان اللازمة لتحضير المحاليل المركزة للعناصر الكبرى ٢٤

الجدول رقم (٥) الأوزان اللازمة لتحضير المحلول المركز من العناصر الصغرى ٢٥

الجدول رقم (٦) مقدار المليليترات المطلوبة لتحضير ٤ لترات من المحلول المغذي.... ٢٧

الجدول رقم (٧) أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات ٣٤

الجدول رقم (٨) أعراض نقص بعض العناصر على نباتات الذرة على مدار ٦ أسابيع... ٣٨

الجدول رقم (٩) أعراض نقص بعض العناصر على نباتات الطماطم على مدار ٦ أسابيع ٣٩

الجدول رقم (١٠) أعراض نقص بعض العناصر على نباتات البسلة على مدار ٦ أسابيع ٤٠

الجدول رقم (١١) تأثير المحلول الغذائي الكامل ونقص العناصر الغذائية على نمو المجموع الخضري والجذري لنبات الذرة في نهاية ستة أسابيع ٤١

الجدول رقم (١٢) تأثير المحلول الغذائي الكامل ونقص العناصر الغذائية على
نمو المجموع الخضري والجذري لنبات الطماطم في نهاية ستة أسابيع ٤٢
الجدول رقم (١٣) تأثير المحلول الغذائي الكامل ونقص العناصر الغذائية على
نمو المجموع الخضري والجذري لنبات البسلة في نهاية ستة أسابيع ٤٣
جدول (١٤) قيم السعة التبادلية الكاتيونية لجذور بعض النباتات ٤٧
جدول (١٥) أجزاء النبات المناسبة لإجراء اختبارات الأنسجة في بعض النباتات ... ٧٠
جدول (١٦) كيفية أخذ العينات النباتية الورقية ٨٨
جدول (١٧) حدود النقص والكفاية لنسبة عنصر النتروجين في المادة الجافة
لأوراق النباتات ١٢٤
جدول (١٨) حدود النقص والكفاية لنسبة عنصر الفوسفور في المادة الجافة
لأوراق النباتات ١٣٣
جدول (١٩) حدود النقص والكفاية لنسبة عنصر الكبريت في المادة الجافة
لأوراق النباتات ١٤١
جدول (٢٠) حدود النقص والكفاية لنسبة عنصر البوتاسيوم في المادة الجافة
لأوراق النباتات ١٥١
جدول يبين العناصر الغذائية الضرورية والرمز الكيميائي والوزن الذري والتكافؤ ١٦٥
جدول يبين المركبات الكيميائية المستخدمة في تحضير المحاليل الغذائية.....١٦٧
جدول يبين تراكيز الأحماض الشائع استخدامها في التدريبات العملية ١٨٢
جدول يبين تحويل نسبة العنصر الغذائي من صورة إلى أخرى.....١٨٣

قائمة الاختصارات المستخدمة

مجم/لتر أو مجم/كجم	Ppm
ميكروجرام/لتر أو ميكروجرام/كجم	ppb
التوصيل الكهربي	EC
الضغط الإسموزي	OP
السعة التبادلية الكاتيونية	CEC
ملليليتر	Ml
ملليمكافئ	Me
ديسي سيمنز/متر	ds/m
الكثافة البصرية	O.D.
طيف مرئي	VIS
مادة تحليلية	AR
نانوميتر	nm
مادة جافة	DM
جهاز طيف الامتصاص الذري	AAS
جهاز طيف الانبعاث الذري	AES
جهاز الانبعاث البلازمي	ICP
نسبة النفاذية	%T
الامتصاص	A
الشدة النسبية	I/Io

سمينز/متر	Sm^{-1}
ملي سيمنز/سم	$mScm^{-1}$
ميكروسيمنز/سم	μScm^{-1}
جهد القطب الزجاجي	Eglass
جهد القطب المرجعي	Fref
جهد الخلية	Ecell
ثابت الغازات ٨,٢١٣ جول	R
ثابت فاراداي ٩٦٥٠٠ كولوم	F
درجة الحرارة المطلقة	T
درجة كلفن	K°
تركيز عياري (ع)	N
تركيز جزئي (مول)	M