تأثير نقص عنصر الزنك فى نباتات القطن وأشجار المانجو كسبب محتمل للتشوهات المورفولوجية فيها

للدكتور: محمد محمود حسنى • والدكتور: عبد العزيز عبد الحافظ سليمان •

مقدمة

يتعرض الإنسان لأمراض مختلفة تنتج عن نقص التغذية، فالكساح مثلا يرجع إلى نقص الكالسيوم والفوسفور وفيتامين « د »، أما الأنيميا فترجع إلى نقص الحديد وهكذا. وقد اتضح أخيرا أن أنواعا كثيرة من الاضطرابات النفسية والعصبية والخلل التركيبي والوظيفي للأعضاء والأنسجة وغيرها من مظاهر الضعف العام فى الإنسان، ترجع أساسا إلى عدم التوازن بين العناصر الغذائية التى يتناولها فى غذائه أو إلى نقص هذه العناصر فى الغذاء نفسه.

والنبات ككائن حى يتعرض بدوره لاضطرابات مورفولوجية وفسيولوجية مختلفة تنتج عن نقص أو زيادة مايمتصه أو يكونه فى أنسجته من عناصر غذائية. وتنقسم هذه العناصر فى الواقع إلى مجموعتين رئيسيتين تمثلان احتياجات النبات (التى لا تختلف كثيرا عن احتياجات الإنسان أو الحيوان أو الكائنات الحية الأخرى). وتضم المجموعة الأولى العناصر التى يحتاجها النبات فى نموه بكميات كبيرة Macro-elements، ومن أمثلتها الماء والأكسجين والكربون والنتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكبريت والمغنسيوم والكالسيوم.

وتشمل المجموعة الثانية العناصر التى تكفى منها كميات ضئيلة جدا لانتظام نمو النبات وتسمى rare or micro elements، ومع هذا فإن نقص أحدها قد يسبب

• الدكتور محمد محمود حسنى: كلية الزراعة، جامعة عين شمس.
• الدكتور عبد العزيز عبد الحافظ سليمان: كلية العلوم، جامعة عين شمس.

اضطرابات خطيرة لهذا النمو ، كما قد يترتب على هذا النقص اختلال فى التوازن بين جميع العناصر الغذائية أو فى قدرة النبات نفسه على امتصاصها من التربة ، ولذلك فإن هذه العناصر رغم ضآلة الكميات المطلوبة منها ، عناصر أساسية لحياة النبات . وأهم عناصر هذه المجموعة الحديد والمنجنيز والبورون والكلور واليود والزنك والنحاس والموليبدنم .

ويلعب كل واحد من هذه العناصر المشار اليها دوراً معيناً فى نمو وحياة كل نوع من أنواع النباتات ، ويتحتم لذلك دراسة احتياجات النبات لكل منها دراسة دقيقة قبل تشخيص أعراض نقص أحدها تمهيدا لعلاجه . وقد أدت التحسينات المستمرة فى تربية النباتات بغرض إنتاج محاصيل أفضل من حيث النوع والكم إلى ارتفاع حاجة النباتات المحسنة من العناصر الغذائية تماما ، كما تزداد مطالب الإنسان كلما ارتفع مستواه المعيشى ، والنتيجة المتوقعة لذلك هو نقص تلك العناصر فى التربة باستمرار إلى الحد الذى قد تصبح فيه قاصرة عن الاستجابة لشراهة النبات .

والأعراض التى تسببها نقص هذه العناصر فى النباتات تختلف اختلافا كبيرا فى كل حالة ، بل وإن الكثير من هذه الأعراض يظن خطأ أن الإصابة بالآفات هى المسبب لها .

ومن بين الظواهر المرضية التى ساد الاعتقاد أخيرا بأنها نتيجة الإصابة بآفات ظاهرة التشوه واضطراب النمو فى كل من العناقيد الزهرية والبراعم الطرفية لأشجار المانجو وفى نباتات القطن ، وهما موضوع هذا المقال .

أولا — ظاهرة التشوه واضطراب النمو فى العناقيد الزهرية والبراعم الطرفية بأشجار المانجو :

انتشرت ببساتين المانجو فى السنوات الأخيرة ظاهرة تتمثل فى تشوه وتورد البراعم الزهرية والخضرية والقمم الطرفية النامية لأشجار المانجو ، ولوحظ أن نسبة انتشار هذه الظاهرة تختلف تبعا لطبيعة الأرض وصنف المانجو ، فهى أكثر

وضوحاً وانتشارا فى الأشجار المزروعة بالأراضى الرملية أو الصفراء الخفيفة وفى صنف التيمور بصفة خاصة .

وقبل أن يتناول كاتبا المقال هـــذه الظاهرة بالدراسة كان الاعتقاد الأرجح أن الأعراض المذكورة تنتج عن إصابة بأكاروس براعم المانجو Aceria mangiferae Sayed ، إلا أن الدراسة المبدئية واستعراض البحوث والمعلومات المتعلقة بهذا الموضوع دفعت كاتبى هذا المقال إلى ترجيح احتمال نقص عنصر الزنك كسبب رئيسى — مباشر أو غير مباشر — لظهور تلك الأعراض على أشجار المانجو .

وقد قام كاتبا هذا المقال بإجراء تجربة متعددة الأغراض على مجموعة كبيرة من أشجار المانجو من صنف التيمور (*) تنتشر بها تلك الأعراض هدفها الكشف عن الأسباب الحقيقية لظهور الأعراض المشار إليها والتى ينتج عنها نقص واضح فى محصول الأشجار المصابة .

ويمكن تلخيص المشاهدات التى أخذت من هذه التجربه على مدى السنوات الثلاث الأخيرة فيما يلى :

(١) تزيد أعداد الأكاروس زيادة ملحوظة فى البراعم المشوهة عنها فى البراعم السليمة ، إلا أنه نظرا لتكاثف البراعم المشوهة وتزاحمها وكبر حجمها الكلى بالإضافة إلى ماهو معروف عن هذا النوع من الأكاروس من التجائه الغريزى إلى الاختباء فى ثنايا النموات النباتية بصفة عامة فإن الفرق فى الأعداد لايبدو مبرراً كافياً لكل ذلك الشذوذ والضرر .

(*) تجرى التجربة ببساتين انشاص على أشجار الحوض (رقم ٧٣، مانجو تيمور) ومساحته حوالى ثلاثة افدنة بدأت فى يناير سنة ١٩٦٢ ، وما زالت مستمرة حتى الآن . هذا وسيقوم كاتبا هذا المقال بنشر نتائج هذه التجربة كاملة بمجرد الانتهاء من تحليـــل عينات التربة والنباتات بواسطة المطياف (التحليل الطيفى للعناصر) الذى يتولاه مشكورا الدكتور نايل بركات أستاذ الطبيعة بكلية علوم عين شمس .

(٢) باستعمال عدد كبير من مبيدات الأكاروس[١] رشا أو تدخيناً تمكن بعضها فعلا من تخفيض أعداد الأكاروس المذكور إلى أقل من مستوى وجودها فى البراعم السليمة غير المعاملة ، إلا أن ظهور الأعراض لم يتوقف بعد ذلك رغم تكرار العلاج . وقد لوحظ فى بعض الحالات أن أعداد هذه الآفة فى البراعم السليمة كان مرتفعاً بدرجة توحى باحتمال وقوع ضرر مشابه لتلك البراعم ولكنه لم يحدث مما يشير إلى عدم ارتباط الأعراض بانتشار الأكاروس .

(٣) إضافة كميات كبيرة نسبياً من خمسة عناصر غذائية نادرة[٢] منفردة أو مخلوطة مع بعضها البعض إلى تربة عدد كبير من الأشجار مع ماء الرى لكل شجرة على حدة من تلك التى تظهر عليها تلك الأعراض بوضوح لم يؤد إلى تحسن ملحوظ فى حالتها رغم تكرار العملية ثلاث مرات سنويا .

(٤) دق قطع (خوابير) من معدن الزنك مباشرة فى أفرع الأشجار المصابة أدى إلى تحسن ظاهرى ملموس إلا أنه لا يبدو — حتى الآن على الأقل — كعلاج قاطع للحالة نظرا لمرور مايقرب من عامين على اتخاذ هذه الخطوة .

(٥) لم تظهر بعد نتائج رش الأشجار المصابة بمحاليل مختلفة التركيز من أملاح الزنك ومازالت البحوث والتحاليل جارية لتقصى حقيقة هذه الأعراض ووسائل علاجها .

وصف Thorne & Wann (١٩٥٠) أعراض نقص عنصر الزنك فى أشجار الفاكهة عموما بقولهما : يبدو نقص الزنك بوضوح تام على الأوراق والأفرع الطرفية

---

(١) المبيدات التى استعملت فى هذه التجربة هى : ميثيل باراثيون ، مبتا ايزوسستكس ، كلثين ميكرونى ، تيديون زيتى ، تيديون ميكرونى ، تيديون (شموع احتراق) ، كبريت ميكرونى . جربت كل من هذه المواد بثلاثة تركيزات أو معاملات مختلفة .

(٢) العناصر التى استعملت هى : الحديد (اكسيد حديدوز) ، النحاس (كبريتات) ، الزنك (اكسيد) ، المنجنيز (كلوريد) ، البورون (اكسيد) . أضيف كل من هذه العناصر بثلاث مستويات مختلفة .

الحديثة ، فالأوراق تكون أصغر حجما من العادية وتخرج مشوهة أو ملتوية بغير انتظام ، كما قد تظهر عليها مساحات من اللون الأخضر الباهت أو الأصفر تنتشر كبقع تتخلل اللون الأخضر العادى . أما الأفرع الطرفية فتتوقف عن الاستطالة وتتقزم بشكل واضح وتبدو كحصلة كثيفة من الأوراق المتزاحمة الصغيرة الحجم المشوهة التركيب فى نهايات الأفرع .

وكثيرا ما تنتشر هذه الأعراض بصورة غير منتظمة (عشوائية) أى تظهر على بعض الأشجار ولا تظهر على البعض الآخر ، كذلك قد تتفاوت نسبتها على الأشجار المصابة فيلاحظ ظهورها أحيانا فى أحد جوانب الشجرة فقط ، بينما تكون جوانبها الأخرى سليمة تماما ، كذلك قد تظهر فى أفرع معينة على الشجرة فى حين تنمو باقى الأفرع على الشجرة نموا طبيعيا .

وذكر هذان الباحثان أن أعراض نقص الزنك فى بعض أنواع أشجار الفاكهة تشبه إلى حد كبير أعراض بعض الأمراض الفيرسية ، حتى لقد يختلط التشخيص إن لم يقم به خبير متخصص (قدم هذان الباحثان دليلا من أربع نقط للتفرقة بين هذين النوعين من الأعراض المتشابهة) .

كما أشار الباحثان المذكوران إلى أن أعراض نقص الزنك فى أشجار الفاكهة أكثر شيوعا فى البساتين المزروعة فى الأراضى الرملية أو فى تلك التى تكون الطبقة السطحية من تربتها صفراء ولكن باطنها رملى على عمق بضع بوصات .

وذكر Shaulis and Jordon (١٩٦٠) أن أعراض نقص الزنك فى أشجار العنب تتركز فى النموات الطرفية من الأوراق وفى عناقيد الثمار وتؤدى إلى قلة نسبة عقد الثمار بالعناقيد التى تظهر عليها تلك الأعراض . كما أضافا أن للأصل الذى يطعم عليه صنف العنب علاقة كبيرة بنسبة ظهور أعراض نقص الزنك .

هذا ويشير كثير من الباحثين إلى أنه من الممكن الحصول على علاج سريع ولكنه مؤقت لحالات نقص العناصر الغذائية النادرة فى أشجار الفاكهة ، وذلك برش الأشجار المريضة بمحاليل غذائية (بمعدل ١ — ٢ كجم من ملح العنصر الناقص لكل ٥٠٠ لتر ماء) إلا أنه يجب تكرار هذا الرش سنويا لكى يصبح العلاج

كاملا وتعود الأشجار إلى حالتها الطبيعية . وقد يستغرق الوقت اللازم لذلك عددا من السنوات يتوقف على درجة الضعف .

وينصح الكثيرون برش محلول من ملح أكسيد الزنك (بمعدل ١ كجم لكل ٥٠٠ لتر ماء) منفردا ، أو مخلوطا ، مع زيوت رش الحشرات القشرية ، لعلاج أعراض نقص الزنك فى أشجار الفاكهة ، كما يرى البعض أن علاج نقص عنصر الزنك فى الأشجار عن طريق إضافة أحد أملاح هذا العنصر القابلة للذوبان فى الماء إلى التربة مباشرة لا يؤدى إلى الغرض المطلوب ، نظرا لأن بعض أنواع الأراضى وخاصة القلوية تثبت أيونات الزنك حول غرويا تها ومركباتها العضوية فيصبح غير قابل للامتصاص . ويرى Thorne & Wann (١٩٥٠) وكذلك Wallace (١٩٦١) أن عدم الإسراف فى التسميد الفوسفاتى للأشجار التى تظهر عليها أعراض نقص الزنك يعد أول الخطوات الواجب اتخاذها للعلاج .

وذكر Sprague (١٩٦٤) أن أعراض نقص الزنك فى أشجار الفاكهة بصفة عامة تتركز فى الأوراق والنورات الزهرية الجديدة مع تقارب المسافات بين العقد Internodes قرب أطراف الأفرع أو النموات الحديثة مسببة تزاحم تلك الأوراق والنورات وتوردها . أما الأوراق العادية (المتقدمة فى العمر) فقد تتأثر أحيانا هى الأخرى بدرجة ضئيلة — تبعا لشدة النقص فى عنصر الزنك الذى تعانيه الشجرة — لا تتعدى تغير لونها جزئيا أو كليا إلى اللون البرنزى ، وفى هذه الحالة يسهل سقوطها وانفصالها عن أعناقها . ووصف هذا الباحث تفاوت انتشار أعراض نقص العناصر الغذائية بين أصناف النوع الواحد من النبات بقوله : إنه طالما يختلف طعم الثمار الناتجة فبالتالى تختلف احتياجاتها من تلك العناصر ، وعلى ذلك يصبح من الطبيعى أن تتفاوت درجة انتشار تلك الأعراض .

ووصف Cain and Shear (١٩٦٤) أعراض نقص عنصر الزنك فى أشجار الفاكهة المتساقطة الأوراق بقولهما : تصغر الأوراق وتتزاحم فى أعداد كبيرة غير طبيعية عند القمم النامية بشكل يعطى القمة المشار إليها مظهرا ورديا (تورد القمة) مع وضوح تقارب العقد على الأفرع الطرفية والنموات الحديثة فتبدو السلاميات قصيرة وتخرج الأوراق عند العقل وقد استدق نموها (أى أصبحت

وفيعة ضيقة العرض) وغالبا ما تنثنى حوافها إلى أعلى ، كما قد يتابها شحوب فى لونها الأخضر يبدو على هيئة بقع (Chlorosis) .

ثانيا — ظاهرة التشوه واضطراب النمو فى نباتات القطن :

تمثلت هذه الظاهرة فى تجعد وتورد غير عاديين أصابا نمو الأوراق فى نباتات من القطن تتراوح أعمارها بين ٦ — ٨ أسابيع ، وظهرت فى نفس الوقت على تلك النباتات تفرعات ونموات كثيفة غير طبيعية خرجت عند آباط الأوراق وعقد الساق ، كما تقاربت عقد الساق بشكل يدل على عدم انتظام النمو وربما توقفه تماما . انتشرت هذه الظاهرة بصورة وبائية فى عدة آلاف من الأفدنة خلال النصف الأول من شهر مايو سنة ١٩٦٤ (فى محافظة كفر الشيخ بصفة خاصة) متركزة فى صنف القطن جيزة ٤٥ ، وإلى حد ما فى الصنف المنوفى . وبدت النباتات التى ظهرت عليها هذه الأعراض شاذة عن نباتات القطن العادية المعروفة متخذة مظهرا حشائشيا غريبا استمر لفترة تقدر بأسبوعين فى المتوسط عادت بعدها النباتات تدريجا إلى حالتها الطبيعية واستطردت نموها العادى .

بفحص نباتات القطن التى ظهرت عليها الأعراض المشار إليها لوحظ أن على بعضها آثار إصابة بحشرات التربس وأحيانا بقافزات القطن Collembola فى حين خلا الكثير منها من أى إصابة حشرية .

وبعد استعراض المعلومات العلمية ونتائج البحوث والملاحظات العامة الآتية رأى كاتبا هذا المقال أن الأرجح أن يكون نقص عنصر الزنك فى النباتات هو السبب فى ظهور تلك الأعراض . أما آثار الإصابات الحشرية المذكورة فهى غالباً ثانوية وتالية للخلل التركيبى الذى حدث للنباتات ، أو بمعنى آخر أن حالة الضعف التى اعترت النباتات ساعدت على إصابتها بالآفات الحشرية . وفند مرسى (١٩٦٤) فى تقريره السنوى عن آفات القطن فى مصر الاحتمالات المختلفة التى قد يظن أنها المسئولة عن حدوث تلك الأعراض ، ملخصاً نتائج الدراسات الأولية التى أجريت على هذه الظاهرة فى النقط التالية :

(١) معاملة البذور بالمطهرات الحشرية والفطرية قبل الزراعة غير مسئولة عن هذه الظاهرة ، فقد بدت الأعراض المشار إليها على نباتات ناتجة عن بذور معاملة وأخرى غير معاملة .

(٢) المبيدات الحشرية لم تتسبب فى تشوه النباتات بدليل ظهور تلك الأعراض بنفس الوضوح على نباتات بحقول لم ترش بالمبيدات .

(٣) لاترجع الظاهرة إلى تأثير الإصابة بحشرة قافزة القطن أو بالتربس ، حيث إن الأعراض ظهرت أيضاً على نباتات لم تصبها هذه الحشرات .

(٤) من المستبعد أن يكون للعوامل الجوية تأثير مباشر على ظهور الأعراض المشار اليها ، حيث إنها لم تظهر فى معظم حقول مزرعة سخا الواقعة فى قلب المنطقة التى انتشرت بها .

(٥) إن توقف نمو النباتات وتوردقمها والتفاف أوراقها وبطء نمو جذورها يوحى بأنها ظاهرة مرضية .

(٦) فشلت المحاولات التى بذلت لعزل ميكروبات أى مرض فيرسى بطرق العزل العادية وكذلك محاولات إحداث عدوى بأعراض تلك الظاهرة فى نباتات سليمة عن طريق التطعيم أو العدوى الصناعية .

وقد سبق أن وصف Bassett (١٩٥٩) حالة تماثل ما نحن بصدده هنا وعزاها إلى نقص عنصر الزنك فى نباتات القطن حديثة السن التى تعدت طور البادرة . وجاء فيها وصفه عن أعراض نقص هذا العنصر فى تلك النباتات مايأتى :

« يتوقف نمو الساق توقفا يكاد يكون تاما فتتقارب العقد وتصبح المسافات بينها (Internodes) قصيرة وغير طبيعية ، وتخرج عند هذه العقد نموات جانبية مزدحمة بشكل يضفى على النبات مظهراً كثيفا Bushy وغالباً ما تنثنى حواف أوراق تلك النباتات إلى أعلى ، كما تتميز الأوراق المصابة بسهولة انفصالها عن الساق أو الفريعات التى تحملها . وعادة تستعيد نباتات القطن التى تظهر عليها أعراض نقص الزنك هذه نموها الطبيعى بعد فترة وجيزة ، وخاصة إذا ما جاءت إصابتها بتلك الأعراض فى الأسابيع الأولى من أعمارها لدرجة أنها قد تلحق مع تقدمها فى العمر بتلك التى تظهر عليها مثل هذه الأعراض » .

وذكر هذا الباحث أيضاً أنه إذا ما ظهرت أعراض نقص الزنك بنباتات القطن فى مرحلة من العمر متقدمة عن المشار إليها سابقاً ، أى بعد أن تتكون

عليها براعم الأزهار (الوسواس) أو تتفتح بعض الأزهار فإن هذه تسقط جميعها عندما تستعيد النباتات نموها الطبيعى مرة أخرى بعد ذلك ، وفى هذه الحالة ينتج النبات براعم أخرى جديدة . إلا أن ذلك يحدث فى وقت متأخر بشكل ملحوظ عن موسم التزهير العادى فيتأخر بالتالى نضج اللوز الناتج عنها ، كما يتعرض هذا اللوز المتأخر للإصابة بالآفات (يكون هذا اللوز غالبا على مستوى مرتفع من طول النبات ، أى أن النبات يصبح بدون « حجر ») وكلها عوامل تؤثر بشدة على المحصول الناتج من مثل هذه النباتات .

واضاف Bassett أن إنبات بذور القطن وكذلك نمو البادرات فى الأراضى ذات المستوى المنخفض من عنصر الزنك يكونان طبيعيين تماما ولا يمكن التمييز فى تلك المرحلة بين تلك التى قد تظهر عليها هذه الأعراض فيما بعد وبين التى ستتخلو منها .

وقد لوحظ Krantz and Brown (١٩٦٢) أن نبات القطن المزروع فى أرض يقل فيها عنصر الزنك أو كان متوفرا بها ولكنه على حالة غير قابلة للذوبان (على هيئة أيدروكسيد أو فوسفات مثلا) فمن المحتمل أن تظهر على مثل هذا النبات أعراض نقص الزنك ، لاسيما إذا ماجاءت زراعته فى أعقاب حرث الأرض المشار إليها حرثا عميقا . ويعلل هذان الباحثان ذلك بأن الزنك يتركز عادة فى فى الطبقة السطحية ولعمق ٦ بوصات تقريبا من التربة الزراعية ولكنه يقل كثيراً تحت هذه الطبقة ، وعلى ذلك فإن الحرث العميق يؤدى إلى تبادل الطبقتين إحداهما مكان الأخرى ، وبالتالى يتأثر النبات وخاصة فى أطوار نموه الأولى . وأضاف هذان الباحثان أنه كثيرا ما لوحظ فى مثل هذه الحالة أن الرى الغزير والصرف الجيد يساعدان على سرعة التخلص من أملاح الزنك القابلة للذوبان فى الماء ، مما يضاعف الضرر الناشىء عن الحرث العميق .

وذكر Donald (١٩٦٤) أن عنصر الزنك مهما توافر فى الأراضى المرتفعة القلوية (ذات معامل تأين ايدروجينى مرتفع أى pH أعلى من ٨,٥) فإنه يوجد فيها عادة على صورة ايدوركسيد الزنك ضعيف الذوبان فى الماء وبالتالى يصعب على النبات الاستفادة منه . وقد أضاف هذا الباحث أن التسميد الفوسفاتى الغزير يؤدى إلى نفس الحالة تقريبا إذا ما اتبع فى مثل هذه الأراضى المرتفعة القلوية

وذلك لاتحاد أيونات الزنك مع الفوسفور فى هذه الأراضى مكونة فوسفات الزنك ، وهذه بدورها غير قابلة للذوبان فى الماء .

من كل ماسبق يتضح أن نقص عنصر الزنك هو أقرب الاحتمالات كتفسير للأعراض الشاذة التى ظهرت فى أوائل صيف ١٩٦٤ على نباتات القطن فى الجمهورية العربية المتحدة . وقد أعد كاتبا هذا المقال بالتعاون أيضا مع الزميل الدكتور نايل بركات مخططا علميا لدراسة هذه الظاهرة وارتباطها بمستوى عنصر الزنك وغيره من للعناصر النادرة فى التربة والنبات على أساس الاستعانة بالتحليل الطيفى لهذه العناصر النادرة فى كل من طبقات التربة والأجزاء النباتية .

المراجع

(١) عبد الفتاح المرسى (١٩٦٤) تقرير عن حالة الإصابة بالآفات خلال السنة الزراعية ١٩٦٣/١٩٦٤ وزارة الزراعة، القاهرة .

(2) Bassett, R. H. (1959) The Cotton Gin and Oil Mill Press, Mar. 21, 1959, p. 56.

(3) Cain, J. C. and C. B. Shear (1964) Nutrient deficiencies in deciduous tree fruits and nuts. **In** Hunger signs in crops, 3rd ed., pp. 287-326.

(4) Donald, L. (1964) Nutrient deficiencies in cotton. **In** Hunger signs in crops, 3rd ed., pp. 59-98.

(5) Krantz, B. A. and A. L. Brown (1962) Zinc fertilization of field and vegetable crops. Calif. Agric. Exper. Sta. Ser. OSA, Bull. 123.

(6) Shaulis, N. and T. D. Jordon (1960) Cultural practices for New York vine yards. Cornell Exper. Bull. 805.

(7) Sprague, H. B. (1964) Why do plants sutvive ? **In** Hunger signs in crops, 3rd ed., pp. 1-24.

(8) Thorne, D. W. and F. B. Wann (1950) Nutrient deficiencies in Utah orchards. Utah Agric. Exper. Sta. Bull. 338.

(9) U.S. Department of Agriculture (1957) Soil. U.S. Dept. Agric. Yearbook for 1957.

(10) Wallace, T. (1961) The diagnosis of mineral deficiencies in plants by visual symptoms, a color atlas and guide, 2nd ed. N.Y.: Chemical Publishing Co.