٩٠

تأثير بعض العمليـــــات الزراعية
عـــــلى دليل مساحة أوراق الذره الشامية
وعلاقـــــة ذلك بانتاجية المحصول

أحمد عوض محمد على

بكالوريوس العلوم الزراعية (محاصيل) كلية الزراعة جامعة عين شمس ١٩٦٧

ماجستير العلوم الزراعية (محاصيل) كلية الزراعة جامعة عين شمس ١٩٧٥

رســـــــــالة

مقدمـــة إلى قسم المحاصيل

لاستيفاء الدراســـة المقررة لدرجة

دكتوراه الفلسفة

فى

العلوم الزراعية (محاصيل)

من

كلية الزراعة — جامعة عين شمس

١٩٨١

رسالة

تقريـــر الرســـالة

التخصـــص : المحاصيـــــــــــــل

عنوان الرسالة : تأثير بعض العمليات الزراعية علـى بعـض خصائـص مساحـة أوراق الذرة الشامية وعلاقـة ذلـك بانتاجيـــــة المحصـــــــــول •

اسم الباحث : احمـــد عـــــوض محمـــد علـــــى

وافـــق عليها :

التاريـــخ : / / ١٩٨١م•

المحتويات

الموضوع	الصفحة
١ ـ الثناء	
٢ ـ المقدمة	١
٣ ـ الدراسات السابقة	٢
٤ ـ المواد وطرق البحث	٢٢
٥ ـ النتائج والمناقشة	
أولا : صفات الورقة	٣٣ ـ ٤٨
ـ تأثير المسافة	٣٣
ـ تأثير التسميد النيتروجيني	٣٨
ـ تأثير التفاعل	٤٢
ـ الاختلافات الصنفية	٤٤
ثانيا : الامكانية التمثيلية الضوئية النسبية للمحصول البيولوجي والنمو الخضري والمحبوب	٤٨ ـ ٥٤
ـ تأثير المسافة	٤٨
ـ تأثير التسميد النيتروجيني	٥١
ـ الاختلافات الصنفية	٥٣
ثالثا : شدة الاضاءة داخل المجموع الخضري	٥٥ ـ ٦٣
ـ تأثير المسافة	٥٥
ـ تأثير التسميد النيتروجيني	٥٨
ـ الاختلافات الصنفية	٦١
رابعا : مكونات المحصول	٦٤ ـ ٧٨
ـ تأثير المسافة	٦٤
ـ تأثير التسميد النيتروجيني	٦٩
ـ تأثير التفاعل	٧٢
ـ الاختلافات الصنفية	٧٥

تابع المحتويات

الموضوع	الصفحة
خامسا : الصفات المحصولية	٧٨ ـ ٩٧
ـ تأثير المسافة	٧٨
ـ تأثير التسميد النيتروجيني	٨٥
ـ الاختلافات الصنفية	٩٤
سادسا : الارتباط البسيط بين دليل مساحة الاوراق وصفات الورقة	٩٨
سابعا : الارتباط البسيط بين دليل مساحة الاوراق والصفات المحصولية	١٠٣
٦ ـ الملخص	١٠٨
٧ ـ قائمة المراجع	١٢٢
٨ ـ الملخص الانجليزى	

٥٥ ٥٥

٥٥

الثنـــــاء

يسعدنى ويسرنى أن أتقدم بخالص الشكر وعظيم التقدير وأسمى آيات العرفان بالجميل الى الأستاذ الدكتور / مصطفى على مرسى أستـــــاذ المحاصيل بكليـــة الزراعة جامعة عين شمس ، والأستـــــــاذ الدكتـــــور/ عبد العظيم أحمد عبد الجواد أستاذ المحاصيل بكلية الزراعة جامعة عـــين شمس ، والأستاذ الدكتور / عبد المنعم السيد الطباخ أستاذ المحاصيـــل بكليـــة الزراعة جامعـــة عين شمس لاشرافهم على البحث ، ولما قدموه طـوال فـترة البحـث والدراسـة من توجيـه صائب ونقـد بناء ومساعدات جليلـــة وارشـادات قيمـة كان لهـا أكبر الأثر فى سبيـل انجاز هذه الرسالة .

كما أتقدم بوافر الشكر الى السادة الزملاء بقسم الانتاج النباتى بكليـــة الزراعـة بالاسماعيليـة جامعة قناة السويس .

كما أتقدم بوافر الشكر الى كل من تقدم بيد المساعدة أثناء انجاز هـــذا البحث .

المقدمـــة

يرجع الاهتمام بزيادة محصول الذرة الشامية فى العالم باعتباره المصدر الثالث لانتاج الحبوب حيث يلى محصولى القمح والأرز فى مقدار الحبـــوب الناتجة • ونباتات الذرة الشامية من النباتات الرباعية الكربون ذات الكفاءة العالية فى عملية البناء الضوئى والنمو وانخفاض نقطة التعويض ، اذ يبلـغ مقدار صافى عملية التمثيل الضوئى بوحدة المساحة لورقة الذرة الشامية نحـو مثلين لمقداره فى نباتات أخرى مثل الدخان وبنجر السكر •

ولقد استرعت مساحات أوراق نبات الذرة الشامية وطرق قياسها اهتمـام الباحثين منذ بداية العقد الثانى لهذا القرن لامكان دراسة العلاقـة بين مساحة أوراق النباتات وانتاجيتها ويتحكم المزراع فى دليل مساحـة الأوراق بتحكمه فى كثافة النباتات والتسميد النيتروجينى وغير ذلك مـن العوامل ، كما يمكن لمربى النبات أن ينتخب النباتات ذات المساحـة الورقيـة المرتفعة وذات مجموع خضرى يساعدها على اعتراض أكبر قدر مـن الأشعـة الضوئيـة • ولعل أهم تحدى يواجه رجال المحاصيل فى وقتنـا المعاصر هو زيادة كفاءة الطبقات الخضرية لنباتات الذرة الشاميـة فـى استقبال وتثبيـت أكبر قدر من الطاقـة من أجل زيادة المقدار الناتـج من الحبوب •

وتهدف الدراسة لمعرفة أمثل دليل مساحة أوراق والعوامل الزراعيـة المؤثرة عليه من كثافة زراعة ومعدلات تسميد نيتروجينى وصولا الى أعـلا انتاجية من وحدة المساحة وكذلك دراسة الارتباط بين دليل مساحـة الاوراق وصفات الورقـة والصفات المحصوليـة من أجل الاستفـادة مـن مثل هذه الدراسات فى برامج التربيـة الخاصة بتحسين محصـول الذرة الشاميـة •

الدراسات السابقة

أ - صفات ورقة الذرة الشامية :

١ - دليل مساحة الأوراق :

تعتبر مساحة أوراق النبات دليلا على نموه كما ترتبط بتكوين المادة الجافة المتجمعة والتحولات الغذائية داخل النبات وكمية وجودة المحصول . ولقد أثار موضوع تقدير مساحة أوراق النبات انتباه الباحثين منذ بداية العقد الثانى لهذا القرن حيث استنتج مونتجمرى (٩٥) معادلته الخاصة بقياس مساحة أوراق نبات الذرة الشامية ثم توصل بعده الباحثون لعدة طرق لقياس مساحة أوراق النبات منها الطريقة السريعة (٨٣) وطريقة القياسات الخطية (٤) .

ودليل مساحة الاوراق هو اصطلاح يبين العلاقة بين مجموع مساحات أوراق النبات لسطح واحد فقط والمساحة الارضية التى يشغلها النبات (١٥٣) . وتختلف قيمة دليل مساحة أوراق نبات الذرة تبعا لكثافة زراعته فى وحدة المساحة حيث تزداد بزيادة كثافة الزراعة (٧٩٠٢٦) وتراوحت من ٧ر- الى ٢ر٩ بازدياد كثافة الزراعة من ٤٠٩٠ الى ٣٨ ألف نبات / ايكر على الترتيب (٣٥) . ويزداد دليل مساحة الأوراق بزيادة كثافة الزراعة من ٣٤٥٠٠ الى ٦٩ ألف نبات للهكتار (١١٥) وقد تراوحت قيمة دليل مساحة الأوراق من ٣ر٥ الى ٨ر٥ للكثافات التى تبدأ من ١٧٥٠٠ للهكتار وحتى ١٢٥ الف نبات للهكتار (١٥٥) . وقد تأيد هذا الاتجاه حيث بلغت قيمة دليل مساحة الأوراق ٣ر٢ ، ٣ر٨٠٣ ـ ٤ر٣ للكثافات : ٤٤٥٠٠ ، ٦٤٢٥٠ ، ٨٤٠٠٠ ، ١٠٣٧٥٠ نبات /هكتار على الترتيب (١٥٨) .

وعند دراسة مجموعتين من الهجن الفردية للذرة الشامية احداهما منخفضة الانتاجية وثانيتهما مرتفعة الانتاجية تحت كثافات مختلفة من

الزراعة تحصل برايور وراسل (١٢٤) على المحصول الأعظم للمجموعتين عندما كان دليل مساحة الأوراق للمجموعة الأولى ٤ وكثافة الزراعة ٦١٧٠٠ نبات / هكتار بينما كان دليل مساحة الاوراق ٤ر١ وكثافة الزراعة ٥١٤٠٠ نبات / هكتار للمجموعة الثانية . وقد تحصل على أكبر قيمة لدليل مساحة الاوراق لنبات الذرة من أعلى كثافة للزراعة وكانت ٢٨٣ ألف نبات / ايكر (١٥٦) . كما أن المسافة بين النباتات تتناسب عكسيا مع دليل مساحة الاوراق (٨٩) .

ويزداد دليل مساحة الاوراق بتقدم النبات فى العمر خلال موسم النمو حيث يصل الى أكبر قيمة له بعد ظهور النوره المذكرة ثم يبدأ بعد ذلك فى الانخفاض فى الكثافات الثلاثة المستخدمة (٨٨) . كذلك يصل نبات الذرة الشامية الى أكبر مساحة أوراق له عند بداية ظهور النورة المذكرة أو بعد تمام ظهورها جسميا لكثافة النباتات (١٥٥) .

تختلف قيمة دليل مساحة الأوراق تبعا لموسم النمو فقد بلغت القيمة ٣ر٨ لموسم ١٩٦٨ وأصبحت ٥ر٥ لموسم ١٩٦٩، ٨ر٥ لموسم ١٩٧٠ وذلك لنفس كثافة الزراعة ٨٤ ألف نبات / هكتار (١٥٨) .

تختلف قيمة دليل مساحة الأوراق الأمثل تبعا لكثافة النباتات فقد وصلت قيمة دليل مساحة الأوراق الأمثل فى حالة الكثافات المنخفضة عندما كان ارتفاع النبات ٨٠ سم أما فى حالة الكثافات المرتفعة فان دليل مساحة الأوراق وصل حده الأمثل عند ارتفاع ١٢٠ ـ ١٦٠ سم من ارتفاع النبات (١٢٧) .

وتظهر أهمية استخدام الأسمدة من الناحية العملية فى تحديد مساحات أوراق النبات وكذلك فى منع الأوراق غير الناضجة من الموت لنقص العناصر الغذائية (٦٠) . وتؤدى اضافة السماد النيتروجينى فى المراحل المبكرة من حياة النبات الى زيادة عدد الأوراق وكذلك مساحات الأوراق كما

يزيد من معدلات ظهور الأوراق ومساحاتها (٣٨) .

وتزداد مساحة أوراق النبات ومجموع مساحات الأوراق للايكر بزيادة مستوى السماد النيتروجيني ، وتظهر هذه الزيادة واضحة من مستوى سمادي منخفض الى مستوى سمادي متوسط . أما في مستويات السماد المرتفعة فلا تظهر هذه الزيادة بوضوح ، كما أن دليل مساحة الأوراق يتغير بتغير مستوى السماد حيث بلغت قيمته ٨ر٠ عند أقل مستوى سمادي وأصبحت ٣ر١ عند أعلى مستوى سمادي (٣٥) وتؤدي زيادة التسميد النيتروجيني حتى ٩٠ كجم نيتروجين للفدان الى زيادة عدد الأوراق الخضراء ولكن الخلاف لم يصل الى درجة المعنوية تحت مستوى احتمال ٥٪ وبلغ الحد الأعظم لمساحة النصل بزيادة التسميد النيتروجيني حتى ٩٠ كجم نيتروجين للفدان ، ولم يكن هناك خلاف معنوي بين المستويين ٩٠ ، ١٢٠ كجم نيتروجين للفدان ، كما ارتفع دليل مساحة الاوراق بزيادة التسميد النيتروجيني حتى ١٢٠ كجم نيتروجين للفدان (٦٣) .

وعلى العكس من ذلك لم يكن لمعدلات السماد النيتروجيني الضافة من ١٢٠ كجم وحتى ٢٨٠ كجم / هكتار أي تأثير على مساحة أوراق النبات وكذلك دليل مساحة الأوراق ، كما لم يوجد تفاعل معنوي بين عرض الخط (مسافة) ومعدلات السماد النيتروجيني وكثافة الزراعة (١١٥) .

٢ — أبعاد النصل :

يعتبر كلا من طول النصل وأقصى عرض له عاملا هاما في تحديد مساحته وبالتالي تحديد دليل مساحة أوراق النبات . وتقع أكبر الأوراق مساحة في منتصف المجموع الخضري وتقل مساحة الورقة بمعدلات متساوية بابتعاد موقعها عن ورقة الكوز سواء كانت أعلاها أم أسفلها (٧٦) .

يختلف طول النصل باختلاف موضع الورقة على الساق وبلغ أكبر

طول له عند العقدتين الثامنة والعاشرة كما تميزت انصال الجزء القاعدى من الساق بقصر طولها أما بالنسبة لعرض النصل فقد بلغ الحد الأقصى له للورقة الموجودة على العقدتين العاشرة والثانية عشر (٥٨) .

ولا يزداد كلا من طول وعرض النصل بعد استكمال ظهورها من القمة النامية للنبات وفى الظروف المناسبة لنمو النبات فان الورقة تستغرق فى المتوسط ٣ أيام (٢ـ٥ أيام) لتمام ظهورها من القمة النامية لنباته الذرة ، وتحتاج من ٤٢ ـ ٥٦ يوما من الزراعة لتصل الى حجمها الكامل ، وفى هذه المرحلة يكون عدد الأوراق المنبسطة على ساق نبات الذرة الشامية اثنتى عشر ورقة ولاتزال الأوراق العليا ملفوفة حول القمة النامية للساق (٦١) .

وتوجد علاقة عالية المعنوية بين مساحة أوراق نبات الذرة الشامية وطول الورقة وأقصى عرض لها وكذلك بين مجموع مساحات أوراق النبات ومساحة الورقة الواحدة ، وهذا ينطبق على الاوراق ابتداء من الورقة الاولى الى الورقة الحادية عشر (٥٠) وتعتمد المساحة الكلية للاوراق فى الهكتار على نظام تكوين الورقة وأبعاد الأوراق الموجودة مفرده (٢٧) . وتوجد اختلافات معنوية فى طول النصل بين الهجن (على مستوى ١٪) . (٦٥) . هذا وقد وجد مرسى وآخرون (١٠٤) ان الفترة اللازمة لوصول طول الورقة وعرضها الى أقصى أبعادهما تنحصر فى الفترة من ٧٥ـ٩٠ يوما من الزراعة فى نباتات الذرة الشامية . كما يتواكب موعد وصولهما معا فى الصنف أمريكانى بدرى (٥٨) . كما لاحظ مرسى وآخرون (١١٠) زيادة كلا من طول النصل وعرضه بنقص عدد النباتات للفدان سواء بزيادة المسافة بين الجور أو بنقص عدد النباتات فى الجوره . ويظهر التأثير المعنوى العالى لعرض الورقة وطولها باختلاف كثافة الزراعة (٦٥) .

وعند دراسة تأثير اختلاف شدة الاضاءة على نباتات الذرة الشامية

وجد أن النباتات النامية فى شدة اضاءة مقدارها ٦٢٪ من الضوء الكامل أعطت أنسالا أطول من أنسال النباتات المظللة تظليلا كثيفا ، كما أدى التظليل الى نقص عرض النصل (١٠٦) وبالاضافة الى ذلك وجد عبد الجواد وآخرون (١) تزايد كلا من طول وعرض الورقة المرابحة بزيادة محتويات التسميد النيتروجينى .

٣ — تركيز الكلوروفيل :

تعتبر صفات الكلوروفيل من أهم الصفات النباتية فى الورقة حيث أن كلوروفيل أ هو الصبغة التى تعطى الطاقة مباشرة لكى تتم عملية التمثيل الضوئى وتمتص صبغات أخرى الطاقة وتحولها الى كلوروفيل أ (٢٩) ، وعلاوة على ذلك فان كلا من كلوروفيل ب والكاروتينيدات تلعب دورا فى حماية الخلية النباتية من التفاعلات الضوكيماوية التى تحفزها اضاءة الكلوروفيل (٤٩) .

يختلف تركيز الكلوروفيل والكاروتينيدات — سواء على أساس الوحدة المساحية من الورقة أو الوزن الفرض للاوراق — على طول النبات ، فتركيز الكلوروفيل بالاوراق العليا أكبر من مثيله فى الاوراق السفلى ، أما الأوراق الوسطية فالتركيز فيها متوسط (١٤١ ، ٢٧) .

وعند دراسة التغيرات فى أوراق نبات الذرة الشامية أثناء نموها تزايد تركيز كلوروفيل أ وكلوروفيل ب والكاروتينيدات وكلوروفيل أ + ب والكاروتينيدات بأنسجة أنسال الاوراق بتقدم العمر ليصل الى حده الأقصى فى الفترة مابين ٤٥ — ٨٦ يوما للكلوروفيل أ ، ٧٥ يوما لكلوروفيل ب ، من ٦١—٦٨ يوما من الزراعة للكاروتينيدات وبعد ٦٨ يوما من الزراعة لكلوروفيل أ + ب + الكاروتينيدات وتبع التغيرات فى محتوى أنسال أوراق نباتات الذرة الشامية من كلوروفيل أ وكلوروفيل ب والكاروتينيدات مماثلة من الدرجة الثانية (٥٨) . وبلغ تركيز الكلوروفيل فى الأوراق أقصاه قبل ظهور الحريرة مباشرة (٢٧) . وقد وجد سيارجووكيرتس (١٤١) علاقة ارتباط معنوية بين الكلوروفيل الكلى مع

كل من تركيز كلوروفيل أ ومساحة الورقة . ومن ناحية أخرى وجدت علاقة ارتباط معنوية سالبة (ر = ٩١ر —) بين الكلوروفيل الكلى والنسبة بين كلوروفيل أ : كلوروفيل ب ويدل هذا على أنه كلما زاد الكلوروفيل الكلى زادت النسبة بين كلوروفيل أ : كلوروفيل ب ، أى أن كلوروفيل أ يزيد بنسبة أكبر من كلوروفيل ب أو الكلوروفيل الكلى وذلك فى السلالات والهجن الفردية لها (٤٩) . كما أشار بروجهام (٢٠) الى وجود علاقة ارتباط معنوى (ر = + ٩١ر —) بين أقصى معدل للنمو والكلوروفيل الكلى الموجود فى وحدة دليل مساحة الاوراق .

يرتبط تركيز الكلوروفيل وانتاج المادة الجافة الكلية فقد يكون معنويا وعاليها (١٤١) أو بسيطا (١١٦) . يختلف تركيز الكلوروفيل والكاروتينيدات لكل ١٠٠ سم٢ من المساحة الورقية بين السلالات وكذلك بين الهجن الفردية الناتجة منها وكان تركيز الكلوروفيل فى الهجن الفردية أعلى من الموجود فى أبائها نتيجة لزيادة مساحة أوراق الهجن (١٤١،٤٩،٤١) كذلك يختلف تركيز الكلوروفيل بين الأصناف المختلفة فقد تفوقت نباتات هجين زوجى ١٨٦ معنويا فى محتوى صبغات جهاز التمثيل الضوئى بالنسبة لوحدة المساحة للنصل عن نباتات الصنف المفتوح التلقيح أمريكانى بدرى (١١٢) .

يستخدم محتوى أوراق نبات الذرة الشامية من الكلوروفيل كدليل هام على محصول السلالات وهجنها فقد أظهرت معاملات الارتباط بين اثنتى عشر سلالة أن الكلوروفيل الكلى ذو علاقة معنوية مع المحصول ، ويعتبر متوسط تركيز الكلوروفيل والكلوروفيل الكلى للسلالات كدليل لمحصول الهجن الفردية الناتجة منها (١٤١) . ووجد ميلر وجوهانسن (٩٤) ارتباط بسيط بين الكلوروفيل الكلى (على أساس الوزن الغض) والمحصول . ومن ناحية أخرى لم يوجد ارتباط بين الكلوروفيل الكلى وكل من المحصول وجودة الحبوب وعدد الكيزان للنبات فى السلالات والهجن الفردية لها (٤٩) .

يزيد التسميد النيتروجينى من محتوى أوراق الذرة الشامية من الكلوروفيل

أثناء الازهار (٦٩) وقد وجد مرسى وآخرون (١١١) أن رش نباتات الذرة بتركيزات متزايدة من النيتروجين كمحلول مائى لليوريا أدى الى زيادة معنوية فى كلوروفيل أ وكلوروفيل ب وكلوروفيل أ + ب والكاروتينيدات فى وحدة مساحة الورقة فى المراحل المختلفة للنمو وتؤدى اضافة المعدلات المختلفة من السماد النيتروجينى فى صورة يوريا حتى ١٤٠ كجم نيتروجين للفدان لنباتات الذرة الشامية الى زيادة محتوى الاوراق من كلوروفيل أ وكلوروفيل ب وكلوروفيل أ + ب والكاروتينيدات (١١٤) . كما وجد مرسى وآخرون (١١٢) زيادة معنوية فى صبغات جهاز التمثيل الضوئى (كلوروفيل كلى ، كلوروفيل أ ، كلوروفيل ب والكاروتينيدات) بالنسبة لوحدة مساحة النصل باضافة السماد النيتروجينى حتى أعلى مستوى (٨٠ كجم نيتروجين للفدان فى صورة نترات أمونيوم) على فترات النمو المختلفة . وقد أدت زيادة تركيز النيتروجين فى المحلول الغذائى لنباتات الذرة من صفر حتى ٥٠ جزء فى المليون الى زيادة محتوى الكلوروفيل بينما ظل محتوى الكلوروفيل كما هو عليه عند زيادة التركيز من ١٥٠ الى ٤٠٠ جزء فى المليون (١٤٥) .

ويؤدى نقص النيتروجين الى انخفاض محتوى الكلوروفيل بنباتات الذرة بالمقارنة بالنباتات المسمدة جيدا بالنيتروجين (٧٩) . هذا ويؤدى نقص النيتروجين بنباتات الذرة الى زيادة طفيفة فى نسبة كلوروفيل أ : كلوروفيل ب (١٥) .

٤ — زاوية الورقة :

تلعب زاوية الورقة دورا هاما فى البناء الهندسى للمجموع الخضرى للنباتات الراقية حيث تعتبر أحد الوسائل فى زيادة كفاءة القطاع الخضرى رأسيا فى عملية التمثيل الضوئى وبالتالى زيادة محصول الحبوب . وتقل زواياها الاوراق العليا الموجودة أعلى ورقة الكوز عنها أسفل ورقة الكوز (١٥٤) ويختلف متوسط زوايا الثلاثة أوراق الأعلى من ورقة الكوز والثلاثة الأخرى التى أسفلها عن زاوية ورقة الكوز بمقدار ١ — ٤ درجات ، وكان الارتباط بينهما

وبين زوايا المجموعتين معنويا ، وعلى هذا يمكن استخدام مقدار زاوية ورقة الكوز دليلا لزوايا أوراق النبات كاملا (١٠) وتكون نباتات البذرة ذات الاوراق القائمة عادة متأخرة النضج وتسمح بمرور الضوء بكمية أكبر(١٠) وقدرت هذه الزيادة بنحو ٨٪(١٥٤) .

يوجد ارتباط بين زاوية الورقة وسمك العرق الوسطى وليس مع طول الورقة أو عرضها (١٠) . وبدراسة العلاقة بين دليل مساحة الاوراق وزاوية الورقة وجد أنه عندما تكون قيمة دليل مساحة الاوراق أقل من ٣والأوراق كلها رأسية (قائمة) فان ذلك يعطى أقل معدل لعملية التمثيل الضوئى ، وعندما يكون دليل مساحة الاوراق أكبر من ٣ والاوراق العليا أفقية والاوراق السفلى رأسية يقل معدل عملية التمثيل الضوئى ، وعلى هذا فان عدد الطبقات الافقية والرأسية اللازم لأقل قدر ممكن لعملية التمثيل الضوئى يتوقف على دليل مساحة الاوراق للمجموع الخضرى (٣٣) . ويكون دليل مساحة الأوراق الأمثل عادة أقل فى حالة المجموع الخضرى العادى عما فى حالة المجموع الخضرى ذى الاوراق القائمة (١٥٨) .

وبدراسة زوايا الاوراق على طول الساق فى الكثافات التى تبدأ من ١٧٥٠٠ حتى ١٢٥ ألف نبات / هكتار قبل ظهور النورة المذكرة مباشرة لوحظ تميز الصنفين الخضريين بوجود نسبة عالية من الاوراق ذات الزوايا الحادة فى كل طبقات النبات ، وفى الكثافات العالية تكون زوايا الاوراق العليا قريبة من الزوايا الرأسية (الحادة) لكن فى المناطق المتوسطة والسفلى من النبات توجد نسبة بسيطة من مساحات الاوراق — تحت أى كثافة مستخدمة — تقع زوايا أوراقها فى المدى من ٦٠ـ٩٠°(٨٨) .

تظهر الاختلافات فى زوايا الورقة بوضوح فى الكثافات المنخفضة (١٠) وتختلف زوايا الورقة اختلافا معنويا باختلاف كثافة النباتات بحيث يقل متوسط زاوية الورقة بزيادة الكثافة فى وحدة المساحة (٦٥٥٥٧) . ويزداد متوسط