محتوى الكلوروفيل في هجين وسلالات الذرة الصفراء بتأثير مستويين من الكثافة النباتية والنايتروجين

زياد اسماعيل عبد مدحت مجيد الساهوكي
كلية الزراعة – جامعة بغداد

المستخلص

طبقت تجربة في حقل قسم المحاصيل الحقلية في كلية الزراعة – جامعة بغداد ، لدراسة محتوى الكلوروفيل وثباته في اوراق هجين وابويه من الذره الصفراء وعلاقة ذلك بقوة الهجين بتأثير مستويين N1 وN2 هما 150 و 300 كغمN/هـ وكثافتين (D1وD2) هما 35 و 70 ألف نبات/هـ. كان محتوى الكلوروفيل عند التزهير الانثوي في ورقة العرنوص للسلالتين بمعدل 20.4 و 23.6 ملغم/غم وزن طري وللهجين 21.3 و 23.8 ملغم/غم لمستويي N_1 و N_2، بالتتابع عند D_1 . انخفض محتوى الكلوروفيل لمعدل السلالتين الى 17.2 و 18.8 ملغم/غم وزن طري فيما بقي في الهجين 19.2 و 19.7 ملغم/غم وزن طري لمستويي N عند D_2 . اما عند النضج الفسلجي وعند (N_2 وD_2) فقد اصبح محتوى الكلوروفيل للسلالتين 15.8 ملغم/غم وللهجين 17.4 ملغم/غم وزن طري ،مما يوضح ثبات محتوى الكلوروفيل لورقة العرنوص للهجين . ادت زيادة N من 150 الى 300 كغم N/هـ الى زيادة المساحة الورقية ومدة بقائها فعالة. حافظ الهجين على معدل اعلى من الكلوروفيل و المساحة الورقية بالمقارنة مع أبويه لزيادة ثابت مقدرة النظام (SCC). ادى ذلك الى اعطاء معدل مادة جافة لوحدة المساحة عند (N_2 وD_2) للهجين 24.4 طن/هـ وللسلالتين معدل 19.4 طن/هـ . كذلك تميز الهجين بسرعة انتقاله من الطور الخضري الى التكاثري فأعطى 508 حبة للعرنوص وللسلالتين 365 حبة. ان عملية امتلاء الحبوب ونضجها تعتمد على حجم وكفاءة SCC للنبات الذي يتفوق به الهجين فأعطى دليل حصاد 47% وللسلالتين 31% مع حاصل حبوب للهجين 11.9 طن/هـ وللسلالتين 7.3 طن/هـ ، نستنتج من ذلك ان ثبات محتوى الكلوروفيل في الورقة لغاية النضج الفسلجي في نبات الهجين هو الذي ادى الى زيادة المادة الجافة مما اسرع في تجهيز المواد الايضية من المصدر الى المصب فارتفع SCC فزاد عدد حبوب نبات الهجين وحاصله.

The Iraqi Journal of Agricultural Science 39 (5) : 1-12 (2008) Abd & Elsahookie

CHLOROPHYLL CONTENT OF MAIZE HYBRID AND INBREDS AS INFLUENCED BY TWO LEVELS OF DENSITY AND NITROGEN

Z.A. ABD M.M. ELSAHOOKIE
Dept. of Filed Crop Sci./ College of Agriculture/ University of Baghdad

ABSTACT

A field experiment was undertaken on the Research Station of the Dept. of Field Crop Sci. of the College of Agric. / Univ. of Baghdad . This was to study chlorophyll content (CC) and disappearance in a cross of maize and its parents, and its relationships to hybrid vigor under two levels of N (150 and 300 kg/ha) and two population densities (35 and 70 thousands plant/ha). Near 75% silking , (CC) in the ear leaf was 20.4 and 23.6 mg /g for the parents, and 21.3 and 23.8 mg/g fresh weight for hybrid under 150 and 300 kg N/ha , respectively with the density 35 thousands plant/ha. Whereas, at the higher density (70,000 ppha), the values became 17.2 and 18.8 for the parents, and 19.2 and 19.7 mg/g fresh weight for the hybrid, for the two levels of N, respectively and D2. However, at physiologic maturity, at higher density and N, (CC) values in the ear leaf became; 15.8 mg/g as average of parents, and 17.4 mg/g for the hybrid. This shows the higher level of (CC) in the hybrid and its stability at maturity .Higher nitrogen (150 to 300 kg N/ha) increased leaf area duration. The hybrid gave wider leaf area and higher chlorophyll content compared to its parents. One of the features of hybrid was the early transition from vegetative to reproductive stage compared to its parents. So, the hybrid produced 508 kernal / ear , while the inbreds gave 365 kernal /ear. Process of grain filling period and maturity depended on system capacity constant (SCC). The hybrid gave 47% HI compared to 31% for the inbreds. This led the hybrid to produce grain yield 11.98 t/ha and the inbreds 7.3 t/ha . The conclusion from results indicate that hybrid stability of (CC) in the leaf at maturity led to increased TDM and faster transition from vegetative to reproductive stage ; higher number of kernel /ear , and the higher grain yield in unit of area.

Part of Ph.D. dissertation for the first author البحث مستل من اطروحة دكتوراه للباحث الاول

المقدمة

يعد محتوى ونوع الكلوروفيل في اوراق النبات في مرحلة معينة من عمره وبحسب طبيعة صنفه مقياساً لعملية التمثيل الكاربوني وأن مجمل هذه العملية تحدث على سطوح حبيبات الكرانا الموجودة عليها صبغة الكلوروفيل (22). كذلك تساهم الصبغات الاخرى مثل السايتوكروم والفيرودوكسين التي تشترك في عملية الاكسدة والاختزال في تلك العملية (9). ان زيادة عنصر النايتروجين له دور في زيادة فعالية التمثيل الكاربوني من خلال زيادة محتوى الكلوروفيل لانه احد العناصر المكونه لجزيئة الكلوروفيل كما انه يدخل في انتاج مركبات الطاقة $NADPH_2$ وATP . ان زيادة الكثافة النباتية تؤدي الى زيادة المنافسة بين اعضاء النبات والنباتات الاخرى على معدل صافي التمثيل NAR، وهو سبب رئيسي في انخفاض حاصل النبات . كما وان المنافسة على المغذيات سبب من أسباب الشيخوخة الذي يضاف الى فقدان فعالية الاحماض النووية والبروتينات التركيبية من التكوين، والناتج من عدم التوازن في منظمات النمو المحفزة والمثبطة وقلة تكوين السايتوكينين الذي يحافظ على RNA من التحلل ويعمل على ربط t-RNA مع mRNA اثناء تكوين البروتين والكلوروفيل حيث تصبح المركبات عديمة اللون وتخزن في الفجوة وتكون الكلوربلاست متشيخة وغير قائمة بالعمليات الوظيفية (22) . لقد اثبت العديد من الدراسات ان زيادة محتوى الكلوروفيل ناتج عن زيادة في محتوى الاوراق من النايتروجين وان الاختلاف بين السلالات والهجن الناتجة عنها ناتج عن الاختلافات في امتصاص الطاقة الضوئية من قبل الاوراق الناتج عن انخفاض محتوى الكلوروفيل في الاوراق. يهدف هذا البحث لدراسة علاقة محتوى الكلوروفيل بين السلالات والهجين الناتج عنهما تحت تأثير مستويين من النايتروجين (150 و 300 كغم N/هـ) وكثافتين نباتيتين (35 و70 الف نبات/هـ) وعلاقة ذلك بقوة الهجين وحاصل حبوب الذرة الصفراء .

المواد وطرائق العمل

طبقت تجربة حقلية في الموسم الخريفي 2005 في تربة ذات نسجة مزيجية طينية غرينيه. حرثت التربة ونعمت واضيف السماد المركب (N%18 وP%18) بمعدل 300 كغم/هـ عند الزراعة . اضيف سماد اليوريا (N%46) بمعدل 300 كغم/هـ على دفعتين متساويتين الاولى عند الزراعة والأخرى عند ارتفاع 40 سم وزرعت البذور بمسافة 0.75×0.25م لتعطي كثافة قدرها 53.333 ألف نبات/هـ . سقيت الارض وأزيلت الادغال كلما دعت الحاجة حتى اكتمال موسم النمو حيث تم التضريب بين السلالتين CA17 وCA21 لانتاج الهجين CA17 ×CA21 وكذلك تم التلقيح الذاتي للسلالتين لاكثار بذورهما لغرض اعدادها للزراعة في تجربة المقارنة.

الموسم الربيعي والخريفي 2006 .

لدراسة تأثير الكثافة النباتية والتسميد النايتروجيني في حاصل الهجين وسلالتيه الابويتين من الذرة الصفراء (*Zea mays L.*)، طبقت تجربة حقلية في الموسمين الربيعي والخريفي /2006. استخدمت ثلاثة تراكيب وراثية (CA21 وCA17 وCA17×CA21) وعلى نفس حقل الموسم السابق . زرعت بذور التراكيب الوراثية في خطوط بمسافة 75 سم تحت مستويين من السماد النايتروجين هما 150كغمN/هـ و 300كغمN/هـ وكثافتين نباتيتين هما35 و70 ألف نبات/هـ . طبقت تجربة عاملية للتراكيب الوراثية ومستويات N والكثافة على وفق تصميم القطاعات الكاملة المعشاة باربعة مكررات. تكونت الوحدة التجريبية من ثمانية خطوط فيما اخذت العينات من الخطين الوسطين. درست صفات تركيز محتوى الكلوروفيل في مرحلة التزهير الانثوي والنضج الفسلجي ومعدل نمو النبات والمادة الجافة وحاصل الحبوب ومكوناته. تم استخلاص الكلوروفيل من الاوراق (25) وحسب محتوى الكلوروفيل (ملغم/غم وزن طري) بالمعادله:

$$T.chl = [(7.12 \times A660) + (16.8 \times A642.5)] \times (V/W \times 100)$$

W= حجم محلول الاستخلاص (مل)

V= وزن العينة (غم)

A= قراءة الجهاز

حسبت المساحة الورقية وفقا للمعادلة التالية:

المساحة الورقية الكلية للنبات = مربع طول الورقة تحت العرنوص السفلي× 0.75 (15).

النتائج و المناقشة

محتوى الكلوروفيل في ورقة العرنوص عند 75% تزهير انثري

يعبر محتوى الكلوروفيل في اوراق النبات عن فعالية الورقة للقيام بالتمثيل الكاربوني (22) . اظهرت نتائج جدول 1 وجود فروق معنوية بين السلالتين وهجينهما في الموسمين في محتوى الكلوروفيل باختلاف N والكثافة النباتية . كان محتوى الكلوروفيل للسلالتين 13.3 و 15.4 ملغم/غم وزن طري لمستويي N والكثافة النباتية 35 الف نبات/هـ مقارنة مع هجينهما الذي أعطى 15.7 و 20.3 ملغم/غم وزن طري. اما عند مضاعفة الكثافة النباتية (70 ألف نبات/هـ) فقد اصبح محتوى الكلوروفيل 12.3 و 15.1 ملغم/غم وزن طري لمستويي N للسلالتين مقارنة بالهجين الذي اعطى 13.6 و 18.8 ملغم/غم وزن طري لمستويي N . اما في الموسم الخريفي فقد تفوق الهجين على أبويه اذ بلغ معدل محتوى الكلوروفيل للهجين 21.3 و23.8 ملغم/غم وزن طري لمستويي N مقارنة بالسلالتين اللتين اعطتا معدل 20.4 و 23.1 ملغم/غم وزن طري عند الكثافة 35 ألف نبات/هـ اما عند الكثافة 70 ألف نبات/هـ فقد اعطت السلالتان معدل 16.2 و 18.8 ملغم/غم وزن طري مقارنة بالهجين الذي اعطى معدل 16.2 و 19.7 ملغم/غم وزن طري . ان زيادة المستوى النايتروجيني يزيد من محتوى الكلوروفيل لانه العنصر الاساسي في جزيئة الكلوروفيل (21). كما وان زيادة الكثافة النباتية تؤدي الى زيادة المنافسة على الماء والضوء والعناصر الغذائية المكونة لجزيئة الكلوروفيل (29) فينخفض محتوى الكلوروفيل بزيادة الكثافة النباتية.

جدول 1. محتوى الكلوروفيل (ملغم/غم وزن طري) في ورقة العرنوص عند 75% تزهير انثوي للسلالتين وهجينهما تحت تأثير التسميد النايتروجيني والكثافة النباتية للموسمين الربيعي والخريفي 2006.

التراكيب الوراثية	الكثافات النباتية	الموسم الربيعي			الموسم الخريفي		
		150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل	150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل
CA17	35	14.3	18.4	16.3	20.3	23.6	22.0
CA21		12.3	12.4	14.3	20.6	23.5	22.0
CA17×CA21		15.7	20.3	18.0	21.3	23.8	22.6
المعدل		14.1	17.0	16.2	20.7	23.6	22.2
CA17	70	13.0	17.8	15.3	17.2	18.4	17.8
CA21		11.5	12.4	11.9	17.2	19.2	18.2
CA17×CA21		13.6	18.8	19.2	16.2	19.7	19.4
المعدل		12.7	16.3	14.4	17.8	19.1	18.4
L.S.D 5%		G= 1.6	G×N=2.3		G= 1.4	G×N=2.0	
		D= 1.3	D×N= 1.9		D= 1.2	D×N= 1.6	
		N=1.3	G×D×N=3.3		N=1.2	G×D×N=2.9	
		G×D=2.3			G×D=2.0		

محتوى الكلوروفيل عند النضج الفسلجي

ان زيادة محتوى الكلوروفيل في مرحلة النضج الفسلجي ترتبط بزيادة معدلات التمثيل الكاربوني والتنفس وانتاج المواد الكاربوهيدراتية (12) . اختلفت السلالتان وهجينهما في الموسم الربيعي في محتوى الكلوروفيل (جدول 2) . بلغ محتوى الكلوروفيل للسلالتين 11.06 و 14.08 ملغم/غم وزن طري لمستويي N مقارنة بالهجين الذي اعطى 13.9 و 16.0 ملغم/غم وزن طري لمستويي N . ان زيادة مستوى N زادت من محتوى الكلوروفيل عندما يضاف على دفعات بحسب مراحل نمو النبات مما يجعل الجذور قادرة على انتاج اكبر قدر من السايتوكينين الذي يحفظ الكلوروفيل من التحلل في المراحل المتأخرة من عمره (32). ان زيادة الكثافة النباتية الى 70 ألف نبات/هـ ادت الى اختزال محتوى الكلوروفيل اذ اعطت السلالتان 8.7 و 9.1 ملغم/غم وزن طري لمستويي N بالتتابع، مقارنة بالهجين الذي اعطى 8.2 و 10.8 ملغم/غم وزن طري . تقلل الكثافة النباتية من معدل انقسام الخلايا وتختزل المساحة الورقية بسبب انخفاض محتوى الكلوروفيل في الورقة (31). كانت التراكيب الوراثية في الموسم الخريفي متماثلة من حيث الاستجابة لعاملي الدراسة . تفوق الهجين بمعدل 38% في محتوى الكلوروفيل عن اوطأ ابويه عند الكثافة 70 ألف نبات/هـ .ان زيادة محتوى الكلوروفيل ناتج عن تأثير النايتروجين في نمو الخلايا والأنسجة وذلك من خلال تاثيره في المساحة الورقية للنبات وفي كفاءة التمثيل الكاربوني وعند انخفاض مستوى N سوف يخفض من محتوى الكلوروفيل في الاوراق والذي ينعكس على حاصل المادة الجافة للنبات (33).

جدول 2. محتوى الكلوروفيل لورقة العرنوص لمرحلة النضج الفسلجي (ملغم/غم وزن طري) للسلالتين وهجينهما تحت تأثير التسميد النايتروجيني والكثافة النباتية للموسمين الربيعي والخريفي/ 2006.

التراكيب الوراثية	الكثافات النباتية	الموسم الربيعي			الموسم الخريفي		
		150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل	150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل
CA17	35	10.8	11.6	11.2	14.6	17.6	16.0
CA21		11.3	16.4	13.8	16.9	18.6	17.7
CA17×CA21		13.9	16.0	15.0	19.2	20.8	20.0
المعدل		12.0	14.7	13.3	16.8	19.0	17.9
CA17	70	7.6	7.8	7.6	14.4	15.2	14.9
CA21		9.8	10.4	10.1	14.5	17.3	15.9
CA17×CA21		8.2	10.8	9.5	16.0	17.6	16.7
المعدل		8.5	9.6	9.1	15.0	16.6	15.8
L.S.D 5%		1.6 =G 1.3 =D 1.3=N 2.3=G×D	2.3=G×N =1.9 D×N 3.3=G×D×N		2.0=G 1.6=D 1.6=N 2.8=G×D	2.8=G×N 2.2= D×N 2.6=G×D×N	

معدل نمو النبات

يزداد معدل نمو النبات نتيجة لانقسام الخلايا واستطالتها بحسب وفرة عوامل النمو ومنها النايتروجين والماء . تؤدي قلة النايتروجين الى خفض العمليات الايضية والوظيفية لبناء الانسجة. اختلف الهجين عن السلالتين في معدلات نمو النبات للموسم الخريفي فأعطى الهجين عند الكثافة النباتية 35 ألف نبات/هـ و 150 و 300 كغمN/هـ معدل 11.6 و 23.1 غم/م^2/يوم ،بالتتابع (جدول3) . كان معدل النمو للسلالتين 11.6 و 17.1 غم/م^2/يوم ، فتفوق الهجين على السلالتين في معدل النمو بنسبة 34.7% عند مستوى N_2 . ان زيادة معدلات نمو المحصول مع زيادة النايتروجين كانت نتيجة لزيادة المساحة الورقية (جدول4) مما زاد من معدلات التمثيل

الكاربوني فزيادة المادة الجافة (جدول5) ، وهذه النتيجة ماثلت نتائج الذين وجدوا ان زيادة N قد زادت من معدل نمو النبات (26). يتضح من تداخل النايتروجين × الكثافة النباتية ان السلالتين اعطتا معدل 17.2 غم/م^2/يوم والهجين 25.4 غم/م^2/يوم عند الكثافة النباتية 70 ألف نبات/هـ اي بتفوق الهجين بنسبة 18.5% . ان زيادة الكثافة النباتية تؤدي الى خفض معدل نمو النبات وزيادة مجموع معدل نمو النباتات في وحدة المساحة المزروعة نتيجة الكثافة النباتية العالية . اما في الموسم الربيعي فقد اعطت السلالة CA17 ادنى معدل للنمو (10.5 و13.3 غم/م^2/يوم) لمستويي N والكثافة 35 ألف نبات/هـ مقارنة بالهجين الذي اعطى 14.8 و 20.5 غم/م^2/يوم. ادت مضاعفة الكثافة النباتية من 35 الى 70 ألف نبات/هـ الى اعطاء معدل نمو للهجين 23.1 و 24.2 غم/م^2/يوم لمستويي N مقارنة بالسلالتين اللتين اعطتا معدل 15.6 و 17.8 غم/م^2/يوم . اوضحت نتائج بعض الباحثين (34) ان معدلات نمو نبات الهجين كانت أعلى من أبويه تحت الكثافة العالية وهذا يعود الى فعل قوة الهجين في كفاءة الاستفادة من الضوء الفعال(PAR) المعترض واتساع المساحة الورقية وزيادة محتوى الكلوروفيل وتوازن الفعل الهرموني بما يضمن(SCC= System capacity constant) أعلى في الهجين (2، 16).

جدول 3 .معدل نمو النبات (غم/م^2/يوم) للسلالتين وهجينهما تحت تأثير التسميد النايتروجيني والكثافة النباتية للموسمين الربيعي والخريفي/ 2006.

التراكيب الوراثية	الكثافات النباتية	الموسم الربيعي			الموسم الخريفي		
		150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل	150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل
CA17	35	10.5	13.3	11.9	11.2	14.1	12.7
CA21		11.1	12.4	11.7	11.1	20.2	15.7
CA17×CA21		14.8	20.5	19.5	11.6	23.1	17.3
المعدل		12.1	15.4	14.4	11.2	19.1	15.2
CA17	70	12.4	15.5	13.9	12.5	23.4	17.9
CA21		18.9	20.1	19.5	12.3	20.8	16.5
CA17×CA21		23.1	24.2	23.6	24.1	26.2	25.4
المعدل		18.1	19.9	19.0	16.3	20.2	19.9
L.S.D 5%		2.3=G	3.3=G×N		2.8 =G	4.0=G×N	
		1.9=D	2.7= D×N		2.3 =D	3.3= D×N	
		1.9=N	4.7=G×D×N		2.3=N	4.7=G×D×N	
		3.3=G×D			4.0=G×D		

المساحة الورقية

المساحة الورقية هي الجزء الفعال لاعتراض الضوء والقيام بعملية التمثيل الكاربوني . لقد وجد انه بزيادة المساحة الورقية يزداد التمثيل الكاربوني ويزداد ثابت مقدرة النظام SCC (29) . كذلك فانه بزيادة النايتروجين يزداد انقسام الخلايا واتساعها ويؤدي انخفاضه الى خفض نواتج التمثيل الكاربوني (19). اختلف سلوك السلالتين وهجينهما المزروعة تحت كثافتين ومستويي N (جدول4) .نلاحظ ان الهجين اعطى في الموسم الخريفي معدل مساحة ورقية بلغ 0.43 و 0.55م^2 لمستويي N بالتتابع. ان زيادة مستوى N ادت الى زيادة المساحة الورقية الفعالة للنبات نتيجة انقسام الخلايا واتساعها . كما ان نقصه ادى الى انخفاض محتوى الكلوروفيل فتقل فعالية الاوراق في التمثيل الكاربوني (28) اما زيادة الكثافة النباتية الى 70 ألف نبات/هـ فقد خفضت المساحة الورقية للنبات وهي نتيجة بديهية بسبب التنافس على عوامل النمو، وهذا يماثل ما وجده Allison (1) من ان

زيادة الكثافة النباتية يجب ان تكون متزنة مع مستوى N وان أعلى مساحة ورقية كانت بعد التزهير الانثوي (6) . بينما كانت النتيجة في المساحة الورقية متماثلة من حيث الاستجابة لعوامل النمو . من هذا يتضح ان الهجين بقي متفوقاً على أبويه في الربيع والخريف في زيادة المساحة الورقية للنبات مما يؤثر في حاصل الحبوب ، كما وان اوراق الهجين بقيت خضراء (SG =Stay-green) اطول مدة من السلالتين عند مستويي N بسبب محتواها العالي من الكلوروفيل في مرحلة النضج الفسلجي (جدول2).

جدول 4. معدل المساحة الورقية للنبات (م^2) للسلالتين وهجينهما تحت تأثير التسميد النايتروجيني والكثافة النباتية للموسمين الربيعي والخريفي/ 2006.

التراكيب الوراثية	الكثافات النباتية	الموسم الربيعي			الموسم الخريفي		
		150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل	150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل
CA17	35	0.34	0.32	0.33	0.39	0.55	0.47
CA21		0.34	0.44	0.38	0.51	0.57	0.54
CA17×CA21		0.42	0.49	0.46	0.57	0.59	0.58
المعدل		0.37	0.41	0.39	0.49	0.57	0.50
CA17	70	0.30	0.29	0.29	0.39	0.50	0.45
CA21		0.35	0.36	0.36	0.43	0.40	0.42
CA17×CA21		0.41	0.47	0.44	0.43	0.55	0.49
المعدل		0.35	0.37	0.36	0.44	0.48	0.46
L.S.D 5%		0.21 =G 0.17 =D 0.17=N 0.13=G×D		0.13=G×N 0.20= D×N 0.24=G×D×N	0.07 =G 0.16 =D 0.16=N 0.10=G×D		0.10=G×N 0.08= D×N 0.15=G×D×N

المادة الجافة

ترتبط المادة الجافة للنبات بالمساحة الورقية وموسم النمو ومعدل نمو النبات الناتجة عن كفاءة عملية التمثيل الكاربوني المرتبط بنشاط الخلايا ومحتوى الكلوروفيل (جدول1) . اعطت السلالات في الموسم الربيعي عند الكثافة النباتية 35 ألف نبات/هـ مادة جافة اقل من الهجين وتفوق الاخير بنسبة 22.58% (جدول5) . ان الإستجابة للنايتروجين في الهجين كانت اعلى مما في السلالتين فحصلت زيادة للمادة الجافة بزيادة النايتروجين. يتضح دور النايتروجين في انقسام الخلايا واتساع المساحة الورقية (جدول4) فضلاً عن زيادة معدل نمو النبات (جدول3) فزيادة الحاصل (جدول8) .اعطت السلالتان معدل 15.57 و 17.78 طن/هـ لمستويي N مقارنة بالهجين الذي أعطى معدل 23.3 و 23.87 طن/هـ. لقد وجد ان زيادة كل من N والكثافة النباتية قد زادت من حاصل الذرة الصفراء (30) . اختلف مجموع المادة الجافة للسلالتين والهجين في الموسم الخريفي فأعطت السلالتان 11.9 و 14.2 طن/هـ لمستويي N مقارنة بالهجين 15.1 و 16.8 طن/هـ لمستويي N بالتتابع، وعند مضاعفة الكثافة النباتية الى 70 ألف نبات/هـ انخفض وزن المادة الجافة للنبات و هذا يماثل ما وجده اخرون(30) من ان زيادة الكثافة النباتية يجب ان تكون متزنة مع مستويات N ووفرة مياه الري (11). كانت استجابة المادة الجافة للهجين وأبويه متماثلة في الموسم الخريفي والربيعي من حيث تأثرها بالكثافة النباتية ومستوى N . وجد Rajcan و Tollenaar (24) تفوق الهجن الجديدة على الهجن القديمة في اعطاء اعلى مادة جافة وحاصل الحبوب وذلك لكونه مرتبط بمحتوى الاوراق من الكلوروفيل الذي لا يقل عن الحد الحرج فتطول مدة بقاء الاوراق خضراء فعاله.

جدول5. معدل مجموع المادة الجافة طن/هـ للسلالتين وهجينهما تحت تأثير التسميد النايتروجيني والكثافة النباتية للموسمين الربيعي والخريفي/ 2006.

التراكيب الوراثية	الكثافات النباتية	الموسم الربيعي			الموسم الخريفي		
		150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل	150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل
CA17	35	11.2	12.9	12.0	11.9	15.0	13.5
CA21		11.2	11.4	11.3	11.9	13.3	12.6
CA17×CA21		12.5	16.2	14.3	15.1	16.8	15.9
المعدل		11.5	14.2	13.3	12.9	15.0	14.0
CA17	70	12.0	13.6	12.8	15.4	23.8	19.6
CA21		19.1	21.3	20.2	22.5	22.5	22.7
CA17×CA21		23.3	23.8	23.5	24.0	24.4	24.8
المعدل		18.1	14.6	18.8	20.7	24.0	22.4
L.S.D 5%		1.2=G	3.0=G×N		1.4 =G	2.8=G×N	
		2.1=D	2.4= D×N		2.4 =D	2.6= D×N	
		2.1=N	3.4=G×D×N		2.4=N	3.4=G×D×N	
		3.0=G×D			2.8=G×D		

عدد الحبوب بالعرنوص

يتحدد عدد الحبوب النهائي في النباتات في الذرة الصفراء بصوره رئيسية بالنشاط الوظيفي خلال المرحلة الحرجة من التزهير الانثوي فضلاً عن العامل الوراثي . هنالك علاقة ارتباط موجبة بين نايتروجين النبات وعدد الحبوب بالعرنوص (3) . يبدأ تكوين العرنوص والمبايض خلال المدة 4-5 اسابيع بعد البزوغ (17) ثم يتأثر عدد الحبوب ووزنها لاحقاً بحسب وفرة عوامل النمو . اعطت السلالتان في الموسم الربيعي معدل 281 و 352 حبة للعرنوص لمستويي N مقارنة بالهجين الذي أعطى 491 و 504 حبة عند الكثافة 35 ألف نبات/هـ (جدول6). تؤدي زيادة مستوى N الى زيادة دليل المساحة الورقية و(SG) مما يزيد من معدل التمثيل الكاربوني وخفض عدد الحبوب المجهضة (10). اعطى الهجين معدل 440 و 509 حبة لمستويي N عند الكثافة 70 ألف نبات/هـ مقارنة بالسلالتين اللتين اعطتا اقل من ذلك. ادت زيادة الكثافة النباتية الى خفض عدد الحبوب بالعرنوص وهذا يتفق مع ما توصل اليه Egli (14) من ان زيادة الكثافة النباتية زادت من اجهاض المبايض . اما في الموسم الخريفي وعند الانتقال من N_1 الى N_2 فقد ازداد معدل عدد الحبوب بالعرنوص للتراكيب الوراثية من 419 الى 469 حبة عند الكثافة 35 ألف نبات/هـ ومن 392 الى 421 للكثافة 70 ألف نبات/هـ . اكدت نتائج Tollenaar و اخرون (33) ان الهجن التي تمتلك محتوى كلوروفيل عال تمتلك اعلى معدل من عدد الحبوب بالعرنوص، بسبب مقدرتها للاستجابة لعوامل النمو المتاحة بامتلاكها نظام SCC اعلى (16).

جدول 6. عدد الحبوب بالعرنوص للسلالتين وهجينهما تحت تأثير التسميد النايتروجيني والكثافة النباتية للموسمين الربيعي والخريفي/ 2006.

التراكيب الوراثية	الكثافات النباتية	الموسم الربيعي			الموسم الخريفي		
		150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل	150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل
CA17	35	281.0	403.0	341.3	424.2	421.2	422.7
CA21		281.0	300.0	290.0	387.4	464.2	425.8
CA17×CA21		491.0	504.2	497.6	446.4	522.4	484.4
المعدل		350.0	402.4	376.6	419.3	469.3	444.3
CA17	70	278.0	323.0	302.0	369.9	373.1	371.5
CA21		277.0	292.0	284.5	361.2	413.1	387.2
CA17×CA21		441.9	448.0	445.0	440.0	508.8	474.5
المعدل		332.3	353.6	343.9	392.6	421.5	411.1
L.S.D 5%		54.8=G	77.6=G×N		52.3 =G	74.0=G×N	
		44.8=D	63.3= D×N		42.7 =D	60.4= D×N	
		44.8=N	106.7=G×D×N		42.7=N	104.6=G×D×N	
		77.6=G×D			74.0=G×D		

وزن الحبة

يتحدد وزن الحبة النهائي من خلال حجم المصب ومقدرة المصدر في تجهيز اكبر قدر من المواد الايضية المرتبطة بمدى فعالية الاوراق للقيام بالتمثيل الكاربوني (34) . بلغ وزن الحبة للسلالتين 257 و 278 ملغم لمستويي N مقارنة بالهجين الذي أعطى معدل 242 و 250 ملغم لمستويي N ،بالتتابع . ان انخفاض النايتروجين خلال مرحلة امتلاء الحبة قلل من وزنها لقلة انقسام خلايا السويداء (27). اما بالنسبة للكثافة 70 ألف نبات/هـ فقد اعطت السلالتان معدل 241 و 248 ملغم لمستويي N مقارنة بالهجين الذي اعطى 238 و 258 ملغم . لقد وجد ان زيادة الكثافة قد خفضت من وزن الحبة للتنافس على الماء والعناصر الغذائية بين اعضاء النبات وبين النباتات والذي يترتب علية انخفاض عدد خلايا السويداء وعدد حبيباتها النشوية، كما ان عدد الخلايا يتحدد خلال المرحلة الفعالة لامتلاء الحبة (الطور الاول) والمرتبطة مع مدة SG مما زاد من التمثيل الكاربوني فزيادة المواد الايضية وزيادة وزن الحبة (4) . يلاحظ في الموسم الخريفي اختلاف السلالتين عن هجينهما اذ اعطى الهجين معدل 282 و 295 ملغم لمستويي N بالتتابع مقارنة بالسلالتين اللتين اعطتا معدل 268 و 310 ملغم عند الكثافة النباتية 35 ألف نبات/هـ . ان زيادة الكثافة النباتية الى 70 ألف نبات/هـ اختزلت من وزن الحبة للسلالتين وللهجين وذلك يعود لزيادة عدد حبوب النبات وزيادة المنافسة على المواد الايضية.

جدول 7. معدل وزن الحبة (ملغم) للسلالتين وهجينهما تحت تأثير التسميد النايتروجيني والكثافة النباتية للموسمين الربيعي والخريفي/ 2006.

التراكيب الوراثية	الكثافات النباتية	الموسم الربيعي			الموسم الخريفي		
		150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل	150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل
CA17	35	263	291	277	251	303	277
CA21		250	265	258	285	317	300
CA17×CA21		242	250	246	282	295	284
المعدل		251	268	260	272	305	288
CA17	70	239	251	245	254	297	276
CA21		242	244	243	262	274	268
CA17×CA21		239	256	248	268	285	277
المعدل		239	250	245	261	286	274
L.S.D 5%		7.3 =G 6.0 =D 6.0=N 10.4=G×D		10.4=G×N 8.5= D×N 14.7=G×D×N	12.2 =G 8.7 =D 8.7=N 16.7=G×D		16.7=G×N 15.1=D×N 24.5=G×D×N

من ذلك يتضح ان زيادة كمية النايتروجين قد اثرت في وزن الحبة سواء للسلالتين او للهجين وهذا التأثير يختلف باختلاف طبيعة الفعل الجيني في السلالتين والهجين . انخفض الهجين عن أبويه في وزن الحبة بسبب زيادة عدد الحبوب في العرنوص بالرغم من المحتوى العالي من الكلوروفيل في المرحلة الاخيرة من نمو الحبة (جدول2) الذي جعله يجهز اكبر كمية من المواد الايضية من التمثيل الكاربوني التي هي من خصائص الهجن الجديدة . هذا وعلى الرغم من وجود بعض الفروق بين الهجين وأبويه في وزن الحبة بتأثير مستويي N والكثافة النباتية الا ان الفروق في التراكيب الوراثية فيما بينها بتأثير مستوى N والكثافة النباتية لم تصل الى حد فعال في زيادة حاصل الحبوب للنبات او في وحدة المساحة بالمقارنة مع عدد الحبوب للنبات التي كانت الاكثر تأثيراً في زيادة حاصل الهجين.

حاصل الحبوب

ان استنباط الهجن المتميزة من الذرة الصفراء يتطلب اطالة (SG) بثبات افضل لمحتوى الكلوروفيل وتحمل الكثافة النباتية العالية وبحسب عوامل النمو المتاحة (13). يرتبط حاصل الحبوب بمكوناته والتي تتأثر بمدة (SG)و ثبات محتوى الكلوروفيل (7) وموسم النمو . أعطت السلالة CA21 عند الكثافة 35 ألف نبات/هـ محتوى كلوروفيل في ورقة العرنوص بمعدل 22.2 ملغم/غم انخفض الى 17.8 ملغم/غم ، نيما أعطى الهجين معدل 22.6 ملغم/غم انخفض الى 19.4 ملغم/غم أي ان الهجين قد حافظ على مستوى اعلى لمحتوى الكلوروفيل بزيادة الكثافة النباتية . اعطت السلالة CA21 معدل مساحة ورقية 0.42م^2 و مجموع مادة جافة 22.7 طن/هـ وحاصل حبوب 6.5 طن/هـ وأعطى الهجين مساحة ورقية 0.49م^2 ومادة جافة 24.8 طن/هـ وحاصل حبوب 10.6 طن/هـ بينما اعطى معدل 11.4 طن/هـ عند D2N2 وفي الموسم الخريفي. ان زيادة الحفاظ على محتوى معين من الكلوروفيل يزيد من نواتج التمثيل الكاربوني ومن تدفق المغذيات الى مناشئ الحبوب فيزداد عددها فيرفع من كفاءة SCC في نبات الهجين فيزداد حاصله (23). كما ان زيادة N_1 الى N_2 زادت من فعالية التمثيل الكاربوني لارتباط النايتروجين مع محتوى الكلوروفيل (جدول1) الذي يزيد من عدد المبايض المخصبة (14) والذي بالتالي سيزيد من عدد الحبوب في النبات فيزداد الحاصل.

جدول 8. معدل حاصل الحبوب طن/هـ للسلالتين وهجينهما تحت تأثير التسميد النايتروجيني والكثافة النباتية للموسمين الربيعي والخريفي/ 2006.

التراكيب الوراثية	الكثافات النباتية	الموسم الربيعي			الموسم الخريفي		
		150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل	150 كغم.N/هـ	300 كغم.N/هـ	المعدل
CA17	35	2.5	4.0	3.3	3.7	4.4	4.0
CA21		2.4	2.7	2.6	4.5	5.1	4.8
CA17×CA21		4.1	4.4	4.2	5.4	6.3	5.8
المعدل		3.0	3.7	3.3	4.5	5.3	4.9
CA17	70	4.4	5.4	4.9	6.0	6.7	6.3
CA21		4.7	5.0	4.8	6.4	7.9	6.5
CA17×CA21		7.4	7.5	7.4	9.8	11.4	10.6
المعدل		5.5	5.7	5.7	7.4	8.6	7.8
L.S.D 5%		0.8=G 0.7=D 0.7=N 1.2=G×D		1.2=G×N 0.9= D×N 1.7=G×D×N	0.9 =G 0.7 =D 0.7=N 1.2=G×D		1.2=G×N 1.0= D×N 1.8=G×D×N

لقد تم حجب الضوء عن نباتات الذرة الصفراء في اختبار مستقل في هذا البحث ووجد ان النباتات التي حجب عنها الضوء لمدة أربعة أيام قد اختفى فيها الكلوروفيل تماما .إن زراعة النباتات بكثافة عالية (70الف نبات / هـ)تؤدي إلى حجب الضوء عن كثير من أوراق النبات خلال النهار وبحسب زاوية سقوط الضوء عليها. إن التركيب الوراثي الذي له مقدرة أعلى على استثمار الضوء القليل ستكون له قيمة نقطة تعويض (Compensation point) واطئة وكلما انخفضت هذه النقطة كلما ازدادت كمية صافي التمثيل ،وبذا فأن موت الخلايا المبرمج (Programmed Cell Death= PCD) الذي يحدث في المايتوكوندريا سوف يقل ،مما قد يخلف خلايا حية أكثر خلال عمليات النمو المختلفة سواء في مرحلة الاستطالة أو التزهير (5، 8، 18، 20) وبذا يزداد ثابت مقدرة النظام (SCC)في النبات ، مما يؤدي إلى توفير مواد ايضية جاهزة اكثر في الوقت المناسب لمناشىء البذور كي تتشكل وتعطي عدد أكثر فيزداد حاصل حبوب النبات ،لاسيما اذا كان التركيب الوراثي يسمح باعطاء عرنوصين للنبات ،فانهما سوف يظهران في وقت متقارب نتيجة حجم SCCوبذلك ستقصر المدة بين التزهير الذكري والانثوي فيزداد احتمال اخصاب معظم حبوب العرنوص (16).

المصادر

1. Allison, J.C.S. 1969. Effect of plant population on production and distribution of dry matter in maize. Annal. Appl. Biol. 63:135-144.
2. Andrade, F.H., C. Vega, S. Uhart, A. Cirilo, M.M. Contaro and O. Valeutinuz. 1999. Kernel number determination in maize. Crop Sci. 39:453 – 459.
3. Andrade, F.H., L. Echart, R. Rizzelli, A. Della Maggiora and M. Casonovas. 2002. Kernel number predication in maize under nitrogen or water stress. Crop Sci . 42:1173–1179.
4. Andrew, S.C.J., I.M. Dwyer, D.W. Stewart and J.A. Dugas. 2000. Distribution of carbohydrate during grain filling in leafy and normal maize hybrids. Can. J. Plant Sci. 80: 87-95.
5. Balk J.,S.K .Chew. C.J.Lever and P.F.Mcab.2003 The intermembrane space of plant mitochondria contains a DANse activity that may be involved in

programmed cell death. Plant J.34 : 573. 583.

6.Borras, L., G.A. Moddonni, and M.E. Otequi. 2003. Leaf senescence in maize hybrid: Plant production, row spacing and kernel set effects. Field Crops Res. 82:13-26.

7.Borrell, A.K., G.L. Hammer, and R.G. Henzell. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. Crop Sci. 40:1037-1084.

8.Bras. M., B. Queenan , and S.A, Susin. 2005. Programmed cell death via mitochondria. Biochem. (Mosc.)70:231-239.

9.Conn, E.E., and P.K. Stumpf. 1972. Outline of Biochemestry.3rd edn. John Wiley and Sons. Inc., N. York, USA. pp.535.

10. Connor, D.J., A.J. Hall and V.O. Sadras. 1993. Effect of nitrogen content on photosynthetic characteristics of sunflower leaves. Aust. J. Plant Physiol. 20:251-263.

11. Cox, W.J. 1997. Corn silage and yield response to plant densities. Agron. J. 10:405-41.

12. Cummuluru, S.S., L.A. Hobbs and S. Jana. 1989. Physiological responses to drought tolerant and drought susceptible durum wheat genotypes. Photosynthetica 23: 474-485.

13. Dwyer, L.M., and M.A. Tollenaar. 1989. Genetic improvement in photosynthetic response of hybrid maize cultivars 1959 to 1988. Can .J. Plant Sci. 69: 81-91.

14. Egli, D.B. 1998. Seed growth and development. In K. J. Boote (ed). Physiology and Determination of Crop Yield. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI., p.127 – 128.

15. Elsahookie, M.M. 1985. A shortcut method for estimating plant leaf area in maize. Agron. J. Crop Sci. 154:157-160.

16. Elsahookie, M.M. 2007. Dimensions of SCC theory in maize hybrid-inbred comparison. Iraqi J. Agric. Sci.38 (1):128-137.

17. Freeling, M., and V. Walbot. 1994. The Maize Handbook. Springer verlag, New York, Inc., p. 42-44.

18. Hauser, B., A.K. Sun, D.G .Openheimer.T.L. Sage. 2006. Changes in mitochondria membrane potential and accumulation of reactive oxygen species precede utrastructural changes during ovule abortion . Planta 223:492 -499

19. Laffite, H.R., and G.O. Edmeades. 1994 . Improvement for tolerance to low soil nitrogen in tropical maize. I. Selection criteria. Field Crop Res. 39:1-14.

20. Logan, D.C.2007. Plant Mitochondria. Blackwell Pub. Ltd., U.K. pp. 342.

21. Martinez, D.E., and J.J. Guiamet. 2004. Distortion of the SPAD5O2 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf status. Agronomie 24:41-46

22. Ori, N., M.T. Juarez, D. Jakson, J. Yamaguchij and G.M. Banowetz. 1999. Leaf senescence is delayed in tobacco plants. Expressing the maize homebox Gene Knotted 1 under the control of a senescence activated promoter. The Plant Cell 11:1037-1080.

23. Raghevandra, A.S. 1998. Photosynthesis: A Comprehensive Treatise. Cambridge University Press, The Pitt Building. Cambridge CB_2 2R4, United Kingdom. p.45-46.

24. Rajcan, I., and M.A. Tollenaar. 1999. Source: sink ratio and leaf senescence in maize: II. Nitrogen metabolism during grain filling. Field Crop Res. 60:225 – 265.

25. Ranganna, S. 1977. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. Chapter 4. p.80-83.

26. Schussler, J.R., and M.E. Wastgate. 1991. Maize set at low water potential. II Sensitivity to reduce assimilate supply at pollination. Crop Sci. 31:1196-1203.

27. Shannon, J.C. 1974. In vivo incorporation of carbon into (*Zea mays* L.) starch granules. Cereal Chem. 51:798-804.

28. Spiertz, J.H.J., and J. Vos. 1986. Grain growth of wheat and its limitation by carbohydrate nitrogen supply. In. W. Day and R.K. Atkin (eds.). Wheat Growth and Modelling–Plenum Press, New York, USA. p.129-141.

29. Subedi, K.D., and B.L. Ma. 2005. Nitrogen uptake and partitioning in stay-green and leafy maize hybrids. Crop Sci. 45: 746-747

30. Subedi, K.D., B.L. Ma and D.L. Smith. 2006. Response of a leafy and nonleafy maize hybrid to population densities and fertilizer nitrogen levels. Crop Sci. 46: 1860-1869.
31. Thomas, H., and C.M. Smart. 1993. Crops that stay-green. Ann. Appl. Biol. 123:193-219.
32. Tollenaar, M.A., and J. Wu. 1999. Yield improvement in temperate maize is attributed to greater stress tolerance. Crop Sci. 39:1597-1604.
33. Tollenaar, M.A., L.M. Dwyer, and D.W. Stewart. 1992. Ear and kernel formation in maize hybrids respresenting three decades of grain yield improvement in Ontario. Crop Sci. 32:432-438.
34. Tollenaar, M.A., L.M. Dwyer, D.W. Stewart and B.L. Ma. 2000. Physiological parameters associated with differences in kernel set among maize hybrids. In M.E. Westgate and K. J. Boote (ed). Physiology and Modeling Kernel Set in Maize. CSSA Spec. Publ. 29. Madison, WI., p.115-130.