استجابة الذرة الصفراء لموسم الزراعة وموعد الحصاد
I-معايير النمو وحاصل البذور الزراعية

رشيد محمد علي مدحت الساهوكي فاضل بكتاش

قسم علوم المحاصيل الحقلية -- كلية الزراعة -- جامعة بغداد

المستخلص

بهدف معرفة تأثير موسم الزراعة الربيعي والخريفي وموعد الحصاد عند النضج الفسلجي وما بعده في معايير النمو للنبات والبذرة وحاصل البذور الزراعية للذرة الصفراء ، فقد طبقت تجربة حقلية في عامي 2000 و 2001 . تم تنفيذ البحث في حقول محطة أبحاث المحاصيل الحقلية في أبي غريب التابعة لمركز أباء للأبحاث الزراعية. استخدم صنفان تركيبيان من المحصول هما بحوث 106 والصنف الربيعي 5012 مع ثلاث سلالات هي IK_8 IK_{58} و Hs والهجين الفردي (SC) ($Ik_8 \times Ik_{58}$) والثلاثي SCxHS . أوضحت النتائج ان التراكيب الوراثية المستخدمة قد اختلفت في معدلات صفاتها الحقلية من موسم لآخر وذلك مثل ارتفاع النبات والمساحة الورقية ومكونات الحاصل ، ألا أن الاختلافات لم تكن شديدة على الرغم من معنويتها . كان معدل نمو النبات للتراكيب في الموسم الخريفي 23.2 غم/م^2/يوم وهو حوالي ضعفي مثيله في الموسم الربيعي. كان النشط معدل لنمو النبات هو خلال فترتي 56 و84 يوماً بعد البزوغ (25.1 غم/م^2/يوم) بالمقارنة مع معدل النمو 5.2 غم/م^2 يوم بعد 28 يوماً من البزوغ، فيما بلغ أقصى معدل لنمو النبات (42 غم/م^2 يوم) للهجين الفردي بعد 56 يوماً من البزوغ في الموسم الخريفي. كان معدل نمو البذرة5.4 و 5.8 ملغم يومياً في الربيع والخريف، بالتتابع، وكان أقصاه (8 ملغم يومياً) في بذور السلالة (IK_8) لنفس الفترة في الموسم الربيعي. عللت الاختلافات في معدلات نمو البذرة بعلاقتها مع وزنها الأصلي ومتأثرة بمعامل الضوء الحراري. كانت النشط فترة لنمو البذرة خلال الأسبوع الثالث إلى السادس بعد الإخصاب. أعطى الموسم الربيعي والخريفي معدل وزن بذرة 215 و 260 ملغم للموسمين، بالتتابع، ولم تكن علامات النضج الفسلجي دالة فعلا على اكتمال وزن البذرة في كلا الموسمين، بدليل زيادة وزنها من 221 إلى 254 ملغم لما حصدت عند ظهور علامات النضج الفسلجي وبعده بشهر. أكدت نتائج البحث أفضلية إنتاج البذور الزراعية للصنفين التركيبيين والسلالة IK_8 والهجين الفردي والثلاثي في الموسم الربيعي بشرط الحصاد بعد شهر من النضج الفسلجي،مع إمكانية إنتاج بذور السلالة (HS) في أي من الموسمين، وشذت السلالة Ik_{58} بتميز إنتاج بذورها في الموسم الخريفي وبغض النظر عن موعد الحصاد.

The Iraqi Journal of Agricultural Sciences, 36(2) : 83 - 92, 2005 Ali *et al.*

RESPONSE OF MAIZE GENOTYPES TO PLANTING SEASON AND DATE OF HARVEST. I. GROWTH PARAMETERS AND YIELD OF SEEDS

R. M. Ali M. M. Elsahookie F. Y. Baktash

Dept. of Field Crop Sci. - College of Agric.- University of Baghdad

ABSTRACT

To investigate the influence of spring and fall planting, and date of physiological maturity (PM) on growth parameters and seed yield of maize, a field trial for two years (2000 and 2001) was undertaken.

The experiment was applied on Ibaa Field Crops Sta. /Abu-Ghraib, with two synthetics (R-106 and 5012), three inbreds; IK_8, IK_{58} and HS, and two hybrids (SC and SCxHS). The results showed that different genotypes of maize were reacting differently to planting season. Maize plant growth rate (PGR) in the fall was 23.2 g/m^2/d and it was about two folds that of spring. The most active period for PGR(25.1 g/m ^{2}/d) was through 56-84 day after fertilization (DAF), while maximum PGR(42 g/m^2 /d) was with SC hybrid at 56 DAF in fall. Means of seed growth rate (SGR) were 5.4 and 5.8 mg/d in spring and fall, respectively, and maximum SGR (8mg/d) was with inbred IK_8 for same period in the spring. The SGR differences were attributed to original seed weight (SW) differences, and that was related to photothermal quotient in the seasons. However, the most active SGR period was through 21-42 DAF. Spring and fall plantings gave average SW of 215 and 260 mg, respectively. Meanwhile, PM signs were not indicative for final SW, since it was increased from 221 to 254 mg when seeds harvested at PM and one month later, respectively. The results obtained recommend spring planting to produce seeds of each of the two synthetics, inbred IK_8, and SC and SCxHS F_1 seeds when harvested one month after PM, while inbred HS was fit to both seasons, and the inbred IK_{58} was best in fall planting in regardless of PM date of harvest.

*تاريخ استلام البحث 2004/8/1 ، تاريخ قبول البحث 2005/2/12

(*)جزء من أطروحة دكتوراه للباحث الأول الذي أستشهد خلال احتلال بغداد 2003. (*)Part of Ph. D. dissertation for the first author.

المقدمة

بتزايد سكان العالم تزداد أزمة الجوع، وللأسف فأنها تشتد في الدول الفقيرة اكبر بكثير مما تنمو الدول الغنية. إن من بين عوامل خفض نسبة الجوع هو تحديد النسل وزيادة إنتاج الغذاء أفقيا وعمودياً وحسن توزيعه وتقليل ضائعاته. تعد المحاصيل الحقلية وبالذات الحبوبية منها في المرتبة الأولى في قائمة مائدة الطبقات الفقيرة في العالم. إن محصول الذرة الصفراء (*Zea mays L*) هو من بين المحاصيل الغذائية الرئيسية في العالم الذي يأتي بعد الحنطة (*Triticum spp*) والرز (*Oryza sativa*).

تعتمد زيادة الحاصل على عوامل رئيسية من بينها زيادة رقعة المساحة المزروعة وزيادة معدل الإنتاجية، فيما يزداد معدل الأخيرة بعمليات خدمة التربة والمحصول واعتماد بذور زراعية عالية النوعية لأصناف محسنة. لقد ذكر بعض الباحثين (1) أن معدل الزيادة السنوية في إنتاجية الذرة الصفراء في الولايات المتحدة كان 11.4 كغم/هـ على مدى المائة عام الأخيرة وذلك من جراء اعتماد ما ذكرناه. إن نوعية البذور المستخدمة للزراعة تعني استخدام اقل عدد منها في وحدة المساحة بسبب ارتفاع نسبة البزوغ فالحصول على الكثافة المثلى المطلوبة، وبذا فأنها تلعب دوراً هاماً في زيادة الإنتاجية(5).

تزرع الذرة الصفراء في العراق في موسمين، ربيعي خلال آذار وخريفي بين أواخر حزيران وأوائل تموز وحسب موسم نمو الصنف، أو الهجين المستخدم(9). بدأت بعض المؤسسات العلمية الزراعية المعنية في العراق ومنذ عقدين من السنين بإنتاج هجين الذرة الصفراء باعتماد سلالات ذات قابلية اتحاد خاصة عالية لإنتاج هجن فردية (ثنائية الآباء) وثلاثية بالدرجة الأساس. هذا ونظراً لعدم وجود معلومات دقيقة عن معدل الإنتاجية للسلالة أو الهجين المنتج في الربيع للزراعة في الخريف وبالعكس، ولغرض تحديد أفضلية موسم الزراعة وموعد الحصاد لإنتاج بذور الزراعة من السلالات والهجن فقد طبق هذا البحث. استخدمت في البحث سبعة تراكيب وراثية مختلفة من الذرة الصفراء تضمنت صنفين تركيبيين هما بحوث 106 وآباء 5012 مع ثلاث سلالات هي HS ، IK_{58} , IK_8 والهجينين الناتجين من تضريب السلالتين الأخيرتين ومن تضريب هجين السلالتين الأخيرتين مع السلالة HS لإنتاج الهجين الثلاثي، درس معدل ارتفاع النبات والمساحة الورقية للنبات ومكونات الحاصل وفترة امتلاء البذرة ووزنها ومعدل النمو للبذرة والنبات وحاصل البذور الزراعية المتحصل عليها من تلك التراكيب ونوقشت العلاقات فيما بينها وعللت أسباب الاختلاف.

المواد وطرائق العمل

لأجل معرفة تأثير موسم النمو الربيعي والخريفي وموعد حصاد البذور ابتداء من النضج الفسلجي وبعده بشهر، خصصت قطعة ارض مناسبة في محطة أبحاث المحاصيل الحقلية في أبي غريب والتابعة لمركز آباء للأبحاث الزراعية، حيث حرثت الأرض ونعمت وقسمت إلى مروز بطول 5م وعرض0.8م. زرعت بذور ثلاث سلالات هي IK_{58},IK_8,HS وهجينها الفردي (SC=IK_8x IK_{58}) والهجين الثلاثي الناتج من التضريب (SCxHS).

كذلك زرعت بذور الصنفين التركيبيين بحوث 106 وآباء 5012 (ربيعي) لأجل معرفة سلوك البذور الناتجة من تراكيب وراثية متغايرة بتأثير موسم الزراعة وموعد الحصاد. تمت الزراعة خلال آذار وتموز للموسمين الربيعي والخريفي في عامي 2000 و2001 وتضمنت الوحدة التجريبية أربعة مروز طبقت بثلاثة مكررات بتصميم القطاعات الكاملة المعشاة ثم حللت إحصائياً كتجربة عاملية. كانت مسافة الزراعة لكافة التراكيب وهي 80 x25 سم، حيث زرعت بذرتان أو ثلاث في الحفرة وتركت بادرة واحدة بعد البزوغ بحوالي ثلاثة أسابيع. أجريت كافة عمليات خدمة التربة والمحصول الموصى بها (9). تم تغليف عرنوص النبات الأم قبل ظهور الحريرة بأكياس ورقية مناسبة فيما تم تغليف النورة الذكرية بأكياس كبيرة وذلك بعد يوم من قطع طرف الحريرة للنبات المراد تلقيحه، ثم يتم التلقيح في اليوم التالي من التغليف، أي بعد 48 ساعة من قطع الحريرة(9). طبقت عمليات التغليف والتلقيح لإنتاج بذور السلالات بالتلقيح الداخلي أو الذاتي ولإنتاج الهجين بالتضريب بين الآباء المطلوبة ولإدامة بذور الصنفين بتزاوج الاخوة.

عند اكتمال التزهير، قيست ارتفاعات نباتات التراكيب المختلفة على عشرة نباتات أخذت عشوائيا من كل وحدة تجريبية ومن سطح الأرض لقاعدة ورقة العلم. أما لحساب معدل المساحة الورقية لنباتات التراكيب فقد تم قياس طول الورقة الواقعة تحت ورقة العرنوص وتربيعها وضربها x 0.75 للحصول على المساحة الورقية للنبات (8)، وذلك على خمسة نباتات من كل وحدة تجريبية. أما لأجل معرفة معدل النمو للنبات فكانت تقطع خمسة نباتات عشوائياً من كل وحدة

تجريبية بعد كل 28 و 56 و 84 يوماً من السبزوغ ، وتجفف هوائياً لعدة أيام حتى درجة التكسر ثم توزن، وذلك لمعرفة الفترة الأنشط لتجميع المادة الجافة وعلاقة ذلك بنوعية أو حاصل البذور الناتجة وعلى افتراض وجود علاقة بين معدل المادة الجافة للنبات وحاصل أو نوعية البذور الناتجة (11). أما بالنسبة للوزن الجاف للبذرة لكل وحدة تجريبية فكانت تؤخذ خمسون بذرة بمراحل تشكل مختلفة وهي 2 و4 و6 أسابيع بعد الإخصاب ثم تجفف بالفرن بدرجة 80م لمدة 24 ساعة (3) ثم توزن لمعرفة معدل النمو بين فترة وأخرى ولغاية النضج الفسلجي للبذرة (6). كذلك فقد حصدت البذور عند ظهور النضج الفسلجي ثم بعده بشهر واحد. اعتمد تحديد النضج الفسلجي على اصفرار أغلفة العرنوص وظهور النغزة (dent) واكتساب اللون الطبيعي المعروف للبذرة وصلابة البذرة(9). جففت البذور هوائياً (أخذت من عشرة عرانيص لكل وحدة تجريبية) ثم وزنت وعير وزنها على رطوبة 15% (9 ، 14). كان هدف هذا الاختبار للتأكد من حدوث تدهور في حاصل أو نوعية البذور المحصودة أثناء النضج ومقارنة ذلك بعده بشهر كمحاولة لربط تأثير بعض عوامل المناخ بعد النضج بكمية ونوعية البذور وذلك مثل ارتفاع الرطوبة النسبية في الجو وسقوط الأمطار وانتشار القوارض في تلك المرحلة من حياة المحصول في الحقل وعلاقة ذلك بالأمراض التي قد تصيب البذور.

هذا ونظراً لأن تحديد حاصل البذور يستند على كون الإخصاب لابد أن يحدث من هبوب لقاح خاصة لإنتاج السلالة أو الهجين أو الصنف فان ذلك يستوجب زراعة مساحة واسعة كي نتمكن من ضمان ذلك مع الأخذ بنظر الاعتبار مسافات العزل 200-300م بين تركيب وآخر(9) وحيث أن ذلك صعب للغاية لتعدد التراكيب الوراثية والوحدات التجريبية والمكررات فقد وقع الاختيار في البحث لتقدير حاصل البذور على نباتات يتم تلقيحها يدوياً بحبوب اللقاح المطلوبة مما قد يسبب تساؤلاً في تفسير زيادة أو نقصان الحاصل في موسم معين أو تركيب وراثي معين ولكن كان لابد من ذلك الأسلوب.

النتائج والمناقشة

الصفات الحقلية ومكونات الحاصل:

كان ارتفاع النبات والمساحة الورقية من بين المتغيرات الواضحة الاستجابة بتأثير موسم النمو والتركيب الوراثي (جدول 1). تميز الصنف بحوث106 والهجين الثلاثي (SCxHS) بأعلى ارتفاع للنبات في الموسمين (147و158 سم)، فيما كانت نباتات السلالات الثلاثة بمعدل ارتفاع اقل (بين 136-138سم) فيما انخفض ارتفاع نبات الصنف الربيعي 5012 من 145سم في الربيع إلى 117سم في الخريف مسبباً بذلك اكبر استجابة لتأثير موسم الزراعة في ارتفاع النبات، إلا انه كان من الغرابة أن يكون معدل ارتفاع نباتات التراكيب المختلفة عبر الموسمين واحداً (143سم). هذا وعلى الرغم من عدم الاستقرار الواضح في ارتفاع النبات للصنف 5012 إلا أننا نجد أن الهجين الفردي (SC) أعطى تماثلاً عالياً في الموسمين لارتفاع النبات (147 و146سم)، وربما يشير ذلك إلى جزء من فوائد قوة الهجين في درجة المرونة (plasticity) تحت اختلاف عوامل النمو مناخية كانت أو ترابية.

هذا وكان معدل الارتفاع للتراكيب المختلفة اقل مما ذكره بعض الباحثين (17).

سلكت المساحة الورقية للنبات سلوكاً مماثلاً لارتفاع النبات بتأثير موسم الزراعة. أعطت التراكيب المزروعة معدل 0.48 و0.45 متراً مربعاً للنبات الواحد للموسمين الربيعي والخريفي، بالتتابع. أعطى بعض السلالات مساحة ورقية أعلى من الهجين فيما أعطى الصنف الربيعي 5012 أوطأ مساحة ورقية (0.37 م^2 للنبات)، وذلك لقصر فترة نموه واختزال ارتفاعه بالمقارنة مع نباتات التراكيب الأخرى. إن المساحة الورقية للنبات ليست بدليل ثابت دوماً في علاقتها بإنتاج المادة الجافة أو حاصل البذور وذلك بسبب اختلاف طبيعة الورقة في سمكها وكفاءتها في تمثيل ثاني أوكسيد الكربون باعتراض ضوء الشمس، غير أن هناك علاقة موجبة عامة بين المساحة الورقية وإنتاج المادة الجافة (16). مرة أخرى يتميز الهجين الفردي (s c) بإعطاء مساحة ورقية متماثلة في الموسمين الربيعي والخريفي (0.50 و0.48م^2 للنبات) بالتتابع. ربما يعود تجانس ارتفاع نباتات هذا الهجين ومساحته الورقية إلى كون الهجين ناتج من سلالتين اشتقتا من اصل مشترك وهما IKsg ، IKs ، فيما لم يكن الهجين الثلاثي كذلك لان الأب HS ليست له علاقة وراثية مع أي من السلالتين المذكورتين.

أعطت التراكيب الوراثية معدل عدد عرانيص للنبات غير شديد الاختلاف في الموسمين على الرغم من الفرق المعنوي سواء بتأثير الموسم أو التركيب الوراثي، كما أن التداخل بين التركيب الوراثي x الموسم لم يكن معنوياً. أعطى الهجين الفردي (SC) معدل 1.10 عرنوص للنبات بالمقارنة مع 1.02

لمعدل أبويه فيما أعطى الهجين الثلاثي (SCxHS) معدل 1.03 عرنوصاً للنبات. أن ذلك يوضح أن قوة الهجين لم تؤثر كثيراً في معدل عدد العرانيص المتحفزة للنمو في النبات وذلك واضح من درجة الاختلاف المحدود في المعدل بين الهجين (SC) وأبويه، على الرغم من أهميته الممكنة في تغيير معنوية حاصل البذور. لقد أوضح بعض الباحثين (11) أن مناشيء العرانيص هي موجودة أصلا عند إبط كل ورقة في معظم نباتات تراكيب الذرة الصفراء ولكن بصورة أثرية، فإذا كانت عوامل النمو المتاحة فعالة وقوة الهجين لها دورها في ذلك فأنها تحفز اكثر من منشأ للعرنوص على النبات فنحصل بذلك على نباتات ذات معدل 1.5-1.8 عرنوص للنبات على مستوى كافة النباتات لذلك التركيب في الحقل، أما النباتات الفردية فليس من الصعب أن نجد اكثر من ثلاثة أو أربعة عرانيص للنباتات في بعض الهجن في البيئات الجيدة وقلما اكثر من ذلك (9).

أما بالنسبة لعدد الصفوف للعرنوص (جدول1) فهو الآخر لم يكن عالي الاستجابة بتأثير المواسم والتراكيب خصوصاً إذا نظرنا إلى الهجين الفردي والثلاثي بالمقارنة مع السلالات الآباء على الرغم من معنوية الفروق. أن ما يستحق الإشارة أليه هنا هو أن معدل عدد الصفوف للعرنوص كان 16 و15 للموسمين الربيعي والخريفي بالتتابع، فيما أعطى الهجين الفردي (SC) 15 صفاً و أعطى أبواه IK_{58},IK_8 16 و17 صفاً للعرنوص، بالتتابع. ربما يعود ذلك وكما أشرنا قبل قليل إلى كون أن الهجين المذكور ناتج من سلالتين مشتركتي الأصل الوراثي الهدف من إنتاجه ليكون أمّاً للهجين الثلاثي بعد تضريبه بالسلالة HS والذي أعطى معدل 1.03 عرنوصاً للنبات و16 صفاً للعرنوص.

جدول 1. ارتفاع نباتات الذرة الصفراء (سم) والمساحة الورقية ($م^2$ للنبات) وبعض مكونات الحاصل لتراكيب الذرة الصفراء لتأثير موسم الزراعة

أ. ارتفاع النبات

موسم النمو	بحوث 106	آباء 5012	IK_8	IK_{58}	الهجين S.C	سلالة HS	الهجين الثلاثي	معدل الموسم
الربيع	154	145	125	136	147	140	153	143
الخريف	139	117	146	154	146	136	163	143
أ ف م %	14							غ.م

ب. المساحة الورقية

الربيع	0.62	0.41	0.40	0.49	0.50	0.41	0.51	0.48
الخريف	0.47	0.33	0.43	0.5	0.48	0.44	0.48	0.45
أ ف م %	0.08							غ.م

ت. عرنوص للنبات

الربيع	1.02	1.00	1.00	1.01	1.07	1.00	1.03	1.02
الخريف	1.02	1.03	1.04	1.04	1.12	1.02	1.03	1.04
أ ف م %	غ.م							0.02

ث. صف للعرنوص

الربيع	17	16	16	16	15	17	16	16
الخريف	16	14	15	17	15	15	15	15
أ ف م %	1							0.5

ج.بذرة للصف

الربيع	36	36	33	32	35	39	36	36
الخريف	40	37	38	41	34	39	37	38
أ ف م %	4							2

من البديهي أن نتوقع تأثر عدد البذور للصنف بين الهجين والسلالة وكذلك بين الموسمين (جدول1) وربما بصورة اكثر(من الفرق) من تأثر عدد العرانيص للنبات أو عدد الصفوف للعرنوص والتي هي كلها صفات كمية محكومة بعدة أزواج من الجينات (11،10،9)، وسواء كان ذلك بفعل اختلاف عوامل النمو في الموسمين أو بفعل قوة الهجين وذلك لقلة المواد الايضية التي تحتاجها البذرة بالمقارنة مع احتياج عرنوص النبات أو صنف البذور في العرنوص. أعطى الهجين الفردي (SC) معدل 35 بذرة للصف فيما أعطى أبواه معدل 35 و36 بذرة للصف، وأعطى الهجين الثلاثي(SCxHS) معدل 37 بذرة للعرنوص في الوقت الذي أعطى أحد آبائه (HS) معدل 39 بذرة للصف. أذن لم تكن هناك زيادة فعلية بين الهجينين عن آبائهما في هذه الصفة وقد يعود ذلك إلى طبيعة التلقيح اليدوي الذي تم في الحقل لإنتاج بذور السلالات والهجن، وبذا فقد اختفى تأثير قوة الهجين في هذه الحالة للتأثير في مكونات أو تحت مكونات الحاصل. لقد أشارت بعض المراجع (11،9) إلى أن مناشئ البذور على العرنوص تتكون أصلا على منشأ العرنوص الأنثري الذي يكون بطول 3-4 ملم عندما تكون بادرة النبات بعمر 4-5 أسابيع بعد البزوغ. فإذا كانت عوامل النمو كافية فان كافة مناشئ البذور تعطي مبايض فعالة تتشكل إلى بذرة كاملة، بخلاف ذلك يقل عدد البذور للصف بمقدار عجز النبات في حصوله على المواد الايضية اللازمة للتشكل وحسب قدرة ثابت النظام (scc = system capacity constant) الذي يمتلكه ذلك التركيب الوراثي(11،7).

معدل نمو النبات :

يعد معدل نمو النبات (غم/م^2/يوم) معياراً أساسياً لزيادة حاصل المادة الجافة خلال زمن معين في موسم النمو. توضح بيانات جدول (2) اختلاف معدلات النمو عبر فترات القطع في الموسمين نتيجة اختلاف سرعة النمو في كل مرحلة عن الأخرى. أعطت التراكيب الوراثية معدلات نمو 2.4 و19.7 و22.8 في الموسم الربيعي ومعدلات 7.9 و29.4 و32.2غم/م^2 يوم في الموسم الخريفي حسب مراحل القطع بعد 28 و56 و84 يوماً من البزوغ، بالتتابع. يلاحظ أن مرحلتي القطع الثانية والثالثة كانتا متماثلتين نسبياً في معدل النمو بالمقارنة مع المرحلة الأولى للقطع وتميزتا بصورة عالية المعنوية عنها. إن ذلك يشير إلى بطئ معدل نمو النبات في المرحلة الأولى للقطع (28 يوماً بعد البزوغ) وفي الموسمين بسبب اختزال المساحة الورقية في تلك المرحلة مما يؤدي إلى اختزال معدل طاقة الضوء المعترضة وحجم ثاني أوكسيد الكربون الذي تستخدمه تلك المساحة وبالتالي اختزال معدل تجميع المادة الجافة. كان معدل النمو اليومي في الموسم الربيعي 13.7غم/م^2 يوم وفي الخريف 23.2غم/م^2 يوم. أن هذا الفرق الكبير في معدل النمو لتراكيب الذرة الصفراء المختلفة يعود إلى عوامل النمو المتاحة في بداية ونهاية ووسط كل موسم ربيعي وخريفي. فمثلاً تبدأ الزراعة الربيعية بدرجة حرارة منخفضة بالكاد تسمح ببزوغ بادرات هذا المحصول فيما تبدأ الزراعة الخريفية بدرجة حرارة عالية جداً بحيث إذا لم يروى الحقل مرتين خلال البزوغ (مثلما في الزراعة السطحية) فان نسبة كبيرة من البادرات تموت. إضافة إلى ذلك الارتفاع التدريجي للحرارة في الربيع حتى قرب التلقيح والإخصاب فيما يكون معظم موسم الزراعة الخريفية حاراً باستثناء اعتدال الحرارة (انخفاضها) أثناء النضج، إضافة إلى شدة الإشعاع في الزراعة الخريفية عما في الزراعة الربيعية، كل ذلك يساعد في سرعة التمثيل والنمو لأجزاء المحصول في الزراعة الخريفية عما في الربيعية إلى درجة عالية المعنوية ومما يجعل حاصل البذور المتوقع من مثل هذه المقارنة أن يكون في الخريف أعلى مما في الربيع (12).

تشير بيانات جدول (2) إلى أن الهجين الفردي (SC) قد تميز بأعلى معدل نمو للنبات في الموسم الخريفي (42غم/م^2 يوم) وذلك في مرحلة 56 يوماً بعد البزوغ، فيما أعطت الأصناف والسلالات معدل نمو بين 26-28غم/م^2 يوم الأمر الذي يبين أن مرحلة النمو الفعالة التي تميز فيها الهجين عن غيره في النمو هي في هذه المرحلة (56يوماً بعد البزوغ) وليست في المرحلة الأولى ولا في المرحلة الأخيرة الموضحة في جدول (2). إن ذلك له علاقة إيجابية في اكتمال الوزن الجاف للجزء الخضري من النبات ثم انتقال المواد الأيضية المصنعة إلى الجزء التكاثري ألا إذا كان هناك عامل محدد يمنع ذلك. هذا وكان معدل النمو العام لتراكيب الذرة الصفراء (عبر الموسمين) هو 5.2 و24.6 و24.2غم/م^2/يوم للفترات 28 و56 و84 يوماً بعد البزوغ، بالتتابع. أذن كان نشاط تجميع المادة الجافة في البذرة الصفراء يبدأ بطول الأسبوع الخامس بعد البزوغ وحتى التزهير وبغض النظر عن موسم الزراعة مع وجود تأثير واضح لدور الإشعاع وشدته في ذلك (2 ، 16).

جدول 2. معدل نمو النبات (غم/م^2 يوم) لتراكيب الذرة الصفراء بتأثير موسم النمو وفترة القطع بعد البزوغ

موسم النمو	يوم بعد البزوغ	بحوث 106	اباء 5012	سلالة Ik8	سلالة Ik58	الهجين الفردي	سلالة HS	الهجين الثلاثي	المعدل
الربيع	28	2.7	4.0	2.7	2.3	2.0	3.0	3.3	2.9
	56	17.3	18.3	11.7	19.7	20.7	20.7	29.7	19.7
	84	15.7	16.7	13.7	24.7	33.0	30.7	25.0	22.8
الخريف	28	11.3	7.3	10.0	4.0	3.7	6.7	12.0	7.9
	56	26.0	28.7	17.3	38.0	42.0	26.3	27.3	29.4
	84	44.7	22.0	58.0	35.0	19.0	27.0	20.0	32.2
ا ف م 5%		7.8							2.9
المعدل		19.6	16.2	18.9	20.6	20.1	14.2	19.6	
ا ف م 5%		3.2							
الموسم × التركيب ا ف م 5%	الربيع	11.9	13.0	9.3	15.6	18 5	8.4	19.3	13.7
	الخريف	27.3	19.3	28.6	25.7	21.6	20.0	19.8	23.2
		4.5							1.7
الفترة × التركيب	28	7.0	5.7	6.3	3.2	2.8	3.8	7.7	5.2
	56	21.7	23.5	14.5	28.8	31.3	23.5	28.5	24.6
	84	30.2	19.3	36.0	29.8	26.0	15.3	22.5	25.6
ا ف م 5%		5.5							2.1

معدل نمو البذرة : تبدأ البذرة بزيادة وزنها بتجميع المادة الجافة مباشرة منذ اكتمال عملية الإخصاب، ويعرف ذلك بمعدل نمو البذرة (SGR) (Seed Growth Rate) (7) ، ثم يبدأ هذا النمو بالتناقص حتى تأخذ البذرة شكلها النهائي ووزنها لذلك الصنف والنوع (15). توضح بيانات جدول (3) أن معدل نمو البذرة للتراكيب المختلفة للذرة الصفراء كان بين 3ملغم/يوم كما في الصنف بحوث 106 و 4.8 ملغم/يوم للصنف التركيبي 5012 ، وبذا فان الصنف الأخير كان انشط في نمو البذرة كونه بالأصل مبكر النضج. من الجدير بالذكر أن معدل نمو البذرة في السلالات كان أعلى مما في الهجين، وتعليل ذلك هو أن معدل نمو البذرة (SGR) مرتبط إيجابيا بوزنها الأصلي (seed weight) (SW) العالي التوارث(7)، أي أن البذرة العالية الوزن تنمو أسرع من بذرة صنف آخر أقل وزناً. كان معدل نمو البذرة للتراكيب المختلفة بعد أسبوعين وأربعة أسابيع وستة أسابيع من الإخصاب هو 1.8 و3.9 و5.4 ملغم يومياً في الربيع، و0.8 و3.6 و5.8ملغم يومياً في الخريف، للفترات الثلاث بالتتابع. استنادا لذلك فان الفترة الأنشط لنمو البذرة كانت في الأسبوعين الخامس والسادس بعد الإخصاب سيما في الزراعة الخريفية. أن معدل نمو البذرة وعدد البذور في وحدة المساحة يعزيها بعض الباحثين(12) إلى علاقة معدل الإشعاع إلى معدل درجة الحرارة والمعبر عنها بمعامل الضوء الحراري (PQ)(photothermal Quotient) حيث يؤثر ذلك في إخصاب ونمو بذور العديد من المحاصيل الحقلية فيؤثر بالتالي في حاصل البذور وعددها في وحدة المساحة باختلاف موعد الزراعة أو موسم النمو الربيعي والخريفي. أما فيما يتعلق بتأثير موسم النمو في معدل نمو البذرة بين الربيع والخريف فقد كان 3.9 و3.4 ملغم يومياً وبفرق معنوي. أن ذلك يعزى إلى انخفاض نسبة الإخصاب في الزراعة الربيعية فيقل تنافس البذور على المواد الايضية في النبات فتنمو البذرة في الربيع أسرع ولكن ضمن فترة زمنية اقصر وبذا قد لا يكون وزنها اكبر بسبب محدودية عوامل النمو المتاحة في الربيع بالمقارنة مع ذات الحال في الزراعة الخريفية. أما فيما يتعلق بعلاقة نمو البذرة بموعد حصادها بعد الإخصاب وبموسم الزراعة فان بيانات جدول 3 توضح أن التراكيب الوراثية المختلفة من المحصول كانت عالية الاستجابة للعاملين المذكورين في معدل نمو البذرة. كان مثلاً معدل نمو بذرة السلالة Ik8 8 ملغم يومياً بعد 6 أسابيع من الإخصاب في الموسم الربيعي فهبط إلى 4.9 في نفس المرحلة في الموسم الخريفي، فيما ازداد معدل نمو البذرة للصنف 5012 من 3.5 إلى 6.5 ملغم يومياً لنفس الفترة وللموسمين، بالتتابع، وهذا هو الذي يجعل بعض السلالات أو التراكيب تنمو وتعطي حاصلاً في الربيع افضل من الخريف، وبالعكس وكما موضح في بيانات جدول (3) والذي كان أحد أهداف هذا البحث فيما يتعلق بحاصل ونوعية البذور المنتجة

للزراعة. أعطت التراكيب المختلفة حسب مراحل حصادها بعد الإخصاب بمدة 14 و28 و42 يوماً معدلات نمو للبذرة 1.3 و4.0 و5.6 ملغم يومياً موضحة بذلك أن الفترتين الفعالتين لنمو البذرة تقع في الأسبوع الثالث لغاية الأسبوع السادس بعد إخصابها.

جدول 3. معدل نمو البذرة (ملغم/يوم) لتراكيب الذرة الصفراء بتأثير موسم الزراعة والفترة بعد الإخصاب

موسم النمو	يوم بعد الإخصاب	بحوث 106	إباء 5012	سلالة Ik8	سلالة Ik58	الهجين s.c	سلالة HS	الهجين الثلاثي	المعدل
الربيع	14	1.0	2.1	2.2	2.3	1.3	1.8	1.4	1.8
	28	1.8	3.3	7.4	3.4	3.4	4.0	4.0	3.9
	42	5.2	3.5	8.0	5.6	3.5	7.1	4.9	5.4
الخريف	14	1.1	1.0	0.5	0.7	0.6	0.6	0.9	0.8
	28	3.9	3.7	2.5	4.0	3.2	3.0	5.0	3.6
	42	5.6	6.5	4.9	6.5	5.1	6.3	5.8	5.8
ا ف م 5%		0.9							0.9
المعدل		3.0	4.8	3.2	3.8	3.0	4.0	3.6	
ا ف م 5%		0.4							
الموسم×التركيب	الربيع	2.8	5.8	3.7	3.8	2.9	4.7	3.4	3.9
	الخريف	3.5	3.7	2.6	3.8	3.0	3.3	3.9	3.4
ا ف م 5%		0.4							0.2
الفترة×التركيب	14	1.0	1.5	1.4	1.5	1.0	1.2	1.2	1.3
	28	3.8	5.6	2.9	3.7	3.6	4.1	4.5	4.0
	42	4.5	7.3	5.2	6.1	4.3	5.3	5.3	5.6
ا ف م 5%		0.7							0.2

وزن البذرة وعلاقته بمرحلة النضج: لدى قراءة المراجع الخاصة بنوعية البذور وعلاقتها بالنضج الفسلجي وما بعده نجد آراء متباينة في ذلك (7، 9، 12). أن ذلك التباين هو ليس بخطأ لان لكل تركيب وراثي سلوكا مختلفا عن الأخر في منحنى تجميع المادة الجافة وعلاقته بعوامل النمو المحيطة،وبذا فان ما يصح على صنف أو نوع قد لا يصح على صنف أو نوع أخر، ألا انه من المسلم به أن البذرة يتوقف فيها تجميع المادة الجافة ببلوغها النضج الفسلجي (7) توضح بيانات جدول (4) اختلاف معدلات الوزن النهائي لبذرة التراكيب المختلفة من الذرة الصفراء بتأثير موسم الزراعة وموعد الحصاد عند النضج الفسلجي وبعده بشهر. أن ذلك يؤكد أن علامات النضج الفسلجي التي ظهرت على كافة التراكيب في الموسمين لم تكن حقيقية، إنما كانت مظهرية. لقد أعطت التراكيب في الموسم الربيعي معدل 215 ملغم للبذرة فيما أعطت في الموسم الخريفي 260 ملغم للبذرة وذلك يؤكد ملائمة عوامل نمو البذرة لهذا المحصول في الخريف افضل بكثير مما في الربيع، فيما زاد معدل وزن البذرة من 202 إلى 231 ومن 243 إلى 275 ملغم في الموسمين الربيعي والخريفي وللحصاد عند النضج الفسلجي وبعده بشهر، بالتتابع. كذلك فقد أعطت التراكيب معدل 221 و254 ملغم للبذرة لما حصدت عند النضج الفسلجي وبعده بشهر، بالتتابع. استنادا لذلك فان بيانات الجدول أعطت صورة واضحة للوزن النهائي للبذرة للسلالات والهجن والأصناف بتأثير موسم النمو وموعد الحصاد عند النضج الفسلجي وبعده بشهر، مما يجعلنا ننظر مستقبلا إلى إضافة مدة أخرى (أكثر من شهر) منذ ظهور علامات النضج الفسلجي كأن تكون شهرا وشهرا ونصف وشهرين وذلك لتحديد الفترة الفعلية التي يتوقف فيها الوزن الجاف للبذرة في التراكيب المختلفة لهذا المحصول وملاحظة أية علامات أخرى تكون دالة على وقوع النضج الفسلجي الحقيقي للبذرة من غير تلك الشائعة في المراجع والتي تمت الإشارة إليها آنفا، هذا وكان الهجين الثلاثي (SCxHS) هو الوحيد من بين كافة التراكيب، الذي لم يتغير وزن بذرته بتأثير موسم الزراعة حيث أعطى معدل 258 و 263 ملغم للبذرة للموسمين الربيعي والخريفي، بالتتابع. فيما كانت كافة التراكيب ذات وزن أعلى للبذرة في الزراعة الخريفية. كذلك فان الهجين المذكور كان متماثلا في وزن البذرة بعد النضج بشهر في كل من الربيع والخريف (286 و279) ملغم. أما

الهجين الفردي (SC) فقد كان معدل وزن بذرته (عبر الموسمين وموعدي الحصاد) وسطاً بين معدلي وزن البذرة لأبويه (228 للهجين و 221 و239 ملغم للأبوين). هذا وكان التداخل بين التراكيب الوراثية×موعد الحصاد معنوياً بسبب حجم الاستجابة لوزن البذرة لدى تأخير الحصاد وليس نتيجة لاختلاف اتجاه الاستجابة. لقد ازداد مثلاً معدل وزن الهجين الثلاثي من 239 إلى 282 ملغم فيما ازداد وزن بذرة الهجين الفردي (SC) من 219 إلى 238 ملغم ، أي أن الأول ازداد وزن بذرته بمقدار 43 ملغم فيما ازداد الثاني (SC) بمقدار 19 ملغم فقط عند تأخير موعد الحصاد عن النضج الفسلجي الظاهري بشهر واحد.

جدول 4. معدلات أوزان بذرة الذرة الصفراء (ملغم) بتأثير التراكيب الوراثية والحصاد عند النضج الفسلجي وما بعده وموسم الزراعة

موسم الزراعة	موعد الحصاد	بحوث 106	آباء 5012	سلالة Ik8	سلالة Ik58	الهجين s.c	سلالة HS	الهجين الثلاثي	المعدل
الربيع	عند النضج	182	216	167	178	223	198	230	202
	بعده بشهر	196	242	212	229	216	235	286	231
الخريف	عند النضج	230	256	245	258	215	251	248	243
	بعده بشهر	289	283	259	290	260	268	279	275
أ ف م 5%		9							3
المعدل		224	249	221	239	228	238	261	
أ ف م 5%		5							
الموسم×التركيب	الربيع	189	229	189	204	219	216	258	215
	الخريف	260	269	252	274	238	266	263	260
أ ف م 5%		6							2
الحصاد×التركيب	عند النضج	206	236	206	218	219	225	239	221
	بعده بشهر	242	262	236	260	238	258	282	254
أ ف م 5%		6							2

حاصل البذور الزراعية: إن من بين الأمور المسلم بها أن حاصل البذور التجارية للهجين هو اكثر من حاصل بذور السلالات، إلا أن الحال يختلف لدى إنتاج بذور زراعية من الهجين لان بذوره قد تحمل على سلالة أو على نباتات هجين فردي قد لا يكتمل عليها الإخصاب. توضح بيانات جدول (5) أن حاصل الهجين الثلاثي (عبر الموسم وموعد الحصاد) كان 7.6 طن/هـ وهو اقل من معدل حاصل سلالته (HS) التي أعطت 8.2 طن/هـ حيث اقترب الفرق بينهما من المعنوية على مستوى احتمال 5% لكنه معنوي عند مستوى احتمال 10%. أما الهجين الفردي (SC) فقد أعطى معدل حاصل بذور زراعية مثل معدل أبويه تماماً (6.5 طن/هـ) وهو اقل معنوياً من معدل حاصل سلالته الأب (IK_{58}) التي أعطت معدل 7.5 طن/هـ ، يمكن أن تعزى تلك الفروق إلى طبيعة التلقيح الداخلي أو الخلطي باعتماد التلقيح الصناعي (اليدوي) الذي تمت ممارسته في هذا البحث لصعوبة توفير مساحة من الأرض تكفي للعزل بين التراكيب الوراثية السبعة الداخلة في البحث. انه من وجهة النظر العلمية والتطبيقية أعطت السلالات حاصل بذور عال وأعلى مما يتم الحصول عليه فيما لو زرعت للإكثار التجاري وذلك بسبب ضمان تلقيح كل حريرة في النبات، يدوياً بعد جمع حبوب لقاح كافية من عدة نباتات لإجراء التلقيح الداخلي(inbreeding)، فيما يجعل ذلك غير ممكن في التلقيح العشوائي المفتوح لفشل عدة نباتات في إنتاج حبوب لقاح فعالة وبالتالي فشل عدة نباتات في الإخصاب العالي مثلما يحدث في حالة التلقيح اليدوي.

كان التداخل معنوياً في استجابة التراكيب الوراثية في حاصل البذور الزراعية بتأثر الموسم وموعد الحصاد . أعطت كافة التراكيب حاصل بذور زراعية أعلى بعد شهر من النضج لدى الزراعة في الربيع، فيما انخفض حاصل بذور تراكيب أخرى لدى تأخير الحصاد لمدة شهر في الخريف كما هو الحال في الصنفين التركيبيين والسلالة IK_8 على الرغم من عدم معنوية الفروق في موعدي الحصاد. لقد تم تعليل ذلك

بنشاط بعض الفطريات في الخريف، واستهلاكها للطاقة الغذائية الموجودة في البذرة، حيث تم التحقق من ذلك بالفحص المختبري . كان افضل حاصل بذور زراعية للهجين الثلاثي إذا زرع في الربيع وحصد بعد شهر من النضج (9.4طن/هـ) فيما لو لم يختلف حاصل بذور السلالة HS في موسمي الزراعة لموعد الحصاد بعد شهر من النضج (9.9 و9.6طن/هـ) ، أما السلالة IKs فكان الأفضل أن تنتج بذورها بالزراعة الخريفية سواء حصدت عند ظهور علامات النضج الفسلجي أو بعده بشهر . أما لمعدل التراكيب، فكان معدل حاصل البذور الزراعية المنتجة في الربيع افضل معنويا في الخريف (بغض النظر عن موعد الحصاد) ، فيما كان موعد الحصاد بشهر بعد ظهور علامات النضج الفسلجي افضل من الحصاد لدى ظهورها (6.4 و7.6طن/هـ). مع معنوية التداخل بين التراكيب × موعد الحصاد بسبب اتجاه الاستجابة وحجمها بتأثير موعد الحصاد. فمثلاً ازداد حاصل بذور السلالة HS من 6.6 إلى 9.8 طن/هـ وازداد حاصل بذور الهجين الثلاثي من 7.0 إلى 8.5 طن/هـ ، وتميز الصنف التركيبي بتغيير اتجاه الاستجابة حيث انخفض معدل حاصل بذوره من 6.9 إلى 6.5 طن/هـ مختلفاً بذلك عن كافة التراكيب الداخلة في الدراسة، وذلك كما أسلفنا أن هذا الصنف هو مطور أصلاً للزراعة الربيعية. استناداً إلى هذه البيانات يمكن أن نوصي بإنتاج البذور الزراعية للصنفين بحوث 106و5012 في الموسم الربيعي وان تحصد البذور بعد شهر من ظهور علامات النضج الفسلجي، ويصح ذلك على بذور الهجين الفردي (8.8 طن/هـ) والثلاثي (9.4 طن/هـ) والسلالة IKs (7.3 طن/هـ) بشرط أن تحصد كما أسلفنا بعد شهر من النضج . أما لإنتاج البذور الزراعية للسلالة IKs فان الزراعة الخريفية هي الأفضل وبغض النظر عن موعد الحصاد بظهور علامات النضج (9.9 و9.7 طن/هـ).

جدول 5. حاصل البذور (طن / هـ) للتراكيب الوراثية من الذرة الصفراء بتأثير موسم الزراعة وموعد الحصاد عند النضج الفسلجي وبعده

موسم النمو	موعد الحصاد	بحوث 106	اباء 5012	سلالة Ik8	سلالة Ik58	الهجين s.c	سلالة HS	الهجين الثلاثي	المعدل
الربيع	عند النضج	5.9	8.5	4.6	4.6	5.7	6.8	6.4	6.1
	بعده بشهر	8.6	9.7	7.3	7.0	8.8	9.9	9.4	8.8
الخريف	عند النضج	6.9	6.6	5.6	9.9	5.6	6.4	7.7	7.2
	بعده بشهر	5.8	5.8	5.1	9.7	5.9	9.6	7.6	6.8
ا ف م 5%		1.4							0.5
المعدل		6.8	6.7	5.5	7.5	6.5	8.2	7.6	
ا ف م 5%		0.7							
الموسم × التركيب	الربيع	7.3	7.3	5.8	7.1	7.3	8.4	7.9	7.3
	الخريف	6.3	6.2	5.3	7.8	5.8	7.5	7.6	6.6
ا ف م 5%		غ . م							0.3
الحصاد × التركيب	عند النضج	6.4	6.9	5.1	7.3	5.7	6.6	7.0	6.4
	بعده بشهر	7.2	6.5	6.0	7.6	7.4	9.8	8.5	7.6
ا ف م 5%		0.9							0.3

أما السلالة HS فيمكن أن تنتج بذورها الزراعية في أي من الموسمين الربيعي أو الخريفي بشرط حصادها بعد شهر من النضج (9.9 و9.6 طن/هـ). إن قدرة الصنف أو النوع على إنتاج مادة جافة أو حاصل بذور مرتبطة أصلاً بطبيعة التركيب الوراثي التي تعطيه صفة خاصة في ثابت قدرة النظلم (scc) ومعامل الحصاد (11)، فيما يعتقد Borlaug وآخرون (4) انه من الضروري الحصول على أصناف قصيرة للمحاصيل لزيادة إنتاج البذور منها في وحدة المساحة عن طريق إضافة جرع سمادية إضافية تنعكس على الطور التكاثري اكثر من انعكاسها على الطور الخضري ودون الخوف من ضرر الاضطجاع، كما يعتقد Fery وآخرون (13) أن زيادة الاضطجاع بنسبة 1% في الذرة الصفراء يمكن أن تقلل من حاصل

بذورها بمعدل 100-120 كغم/هـ، فيما قدر بـاحث آخر ذلك بأكثر من 400 كغـم/هـ (10) وذلـك إذا اعتمد الحصاد الميكانيكي، علما أن هـذه الصفـة لـم تدرس وأنما ذكرت لاستكمال بعض الأفكـار العلميـة والتطبيقية المرتبطة مباشرة بحاصل البذور الزراعيـة للتركيب الوراثي المدروس والتي يمكـن أن تـدرس مستقبلا.

المصادر

1-Anderson, J. A., G.Alagarswamy, C. A. Roz, J. T. Ritchie and A. W. Lebaron. 2001. Weather impacts on maize, soybean, and alfalfa production in the great region. Agron. J. 93:1059-1070.

2-Andrade, F. H. 1995. Analysis of growth and yield of maize, sunflower, and soybean grown at Balcarce, Argentina. Field Crops Res. 41:1-12.

3-Anonymous. 1986. International rules for seed testing. Seed Sci. and Tech. 13:299-319.

4-Borlaug, N. E., I. Harraez, O. Aresvick and R. G. Anderson. 1969. A green revolution yields a golden harvest. Columbia J. World Bus. Rept., Sept.-Oct: 9-19.

5-Camargo, C. P. and C. E. Vaughan. 1973. Effect of seed vigor on field performance and yield of grain sorghum (*Sorghum bicolor L. Moench*). Proc. Assoc. Seed Anal. 63: 135-147.

6-Duncan W. G. and A. L. Hatfield. 1964. A method for measuring the daily growth of corn kernels. Crop Sci. 4(4): 550-559.

7-Egli, D. B. 1998. Seed Biology and the Yield of Grain Crops. CAB Inter., 198 Mad. Avenue, N.Y, USA, pp. 178.

8-Elsahookie, M. M. 1985. A shortcut method for estimating plant leaf area in maize. Z. Acker- und Pflanzenbau. 154: 157-160.

9-Elsahookie, M. M. 1990. Maize Production and Breeding. Mosul Press, Univ. of Baghdad, Iraq, pp. 400.

10-Elsahookie, M. M. 2000. Crop growth modelling. The Iraqi J. Agric. Sci. 31(3): 221-244.

11-Elsahookie, M. M. 2002. Seed and Yield Components. IPA Agric. Res. Center, Baghdad, Iraq, pp. 130.

12-Elsahookie, M. M. A. Mahmood and A. Shehab. 2002. Photothermal quotient and sunflower seed yield. The Iraqi J. Agric. Sci: 33(1): 77-84.

13-Fery, K. J. 1972. Improving crop yields through plant breeding. In J.D. Eastin and R.D. Munson (eds.). Moving off the Yield Plateau, ASA, Mad., WI, USA, p. 15-58.

14-Grabe, D. F. 1987. Report of the seed moisture comittee. Seed Sci. and Tech. 15:451-462.

15-Tollenaar, M., T. W. Burlesema, L. M. Dwyer and D. W. Stewart. 1992. Ear and kernel formation in maize hybrid representing three decades of grain yield improvement in Ontario.Crop Sci. 32(2): 432-437.

16-Tollenaar, M. and A. Aguilora. 1992. Radiation use efficiency of an old and a new maize hybrid. Agron. J. 84:536-541.

17-Wolf, D. P., J. G. Coors, K. A. Abrecht, D. J. Undersander and P. R. Carter. 1993. Agronomic evaluation of maize genotypes selected for extreme fiber concentration. Crop Sci. 33: 1359-1365.