تأثير حجم بذور القمح وعمق الزراعة على صفات الإنبات وبعض صفات البادرات الناتجة

محمد عبد الوهاب ألنوري سالم حمادي عنتر
قسم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة والغابات / جامعة الموصل - العراق

الخلاصة

نفذت التجربة في موقع تجارب قسم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة والغابات في الموسم الزراعي ٢٠٠٦-٢٠٠٧ لمعرفة تأثير أحجام بذور القمح وعمق زراعتها على الإنبات وبعض صفات البادرات . درجت بذور القمح شام –٦ إلى ثلاثة أحجام ، كبيرة و متوسطة و صغيرة باستخدام غرابيل قياسية رقم ٧ و ٨ ، عدت البذور النازلة من الغربال رقم ٨ فتحاته ٢.٣٦ ملم بذور صغيرة الحجم فيما عدت البذور النازلة من الغربال رقم ٧ فتحاته ٢.٨٣ ملم بذور متوسطة الحجم أما البذور التي بقيت فوق هذا الغربال فعدت بذور كبيرة الحجم . زرعت البذور بأعماق ٢ و ٤ و ٦سم في سنادين بلاستيكية مملؤة بتربة مزيجية . أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها تفوق البذور الكبيرة الحجم معنويا على البذور الصغيرة في نسبة الإنبات وسرعته ، طول البادرة وسرعة استطالتها ، الوزن الطري والجاف للبادرة والجذور ، طول أطول جذر ، نسبة المواد الغذائية المستهلكة من البذرة ، وانخفاض في عدد الأيام لاكتمال الإنبات وعدد الأيام حتى ظهور الورقة الثانية في ٥٠ % من البادرات معنويا مقارنة بالبذور الصغيرة ، وتشابهت كثير من صفات البادرات الناتجة من بذور متوسطة الحجم مع تلك الناتجة من بذور كبيرة الحجم ، وتفوق العمقين ٢ و ٤ سم على العمق ٦سم في معظم الصفات المدروسة. اظهر التداخل بين حجم البذور وعمق الزراعة تأثير معنوي على جميع الصفات وكان الاتجاه العام للتداخل هو تفوق البذور الكبيرة في الأعماق القليلة لأغلب الصفات ، كما قدر الارتباط البسيط بين الصفات . يستنتج من نتائج هذه الدراسة وجود اختلافات واضحة في صفات الإنبات ونمو البادرات باختلاف أحجام البذور وأعماق الزراعة ونعتقد بان رفع تجانس البذور قبل زراعتها يحقق فرص متكافئة ونمو أفضل لمعظم النباتات الذي سينعكس على الحاصل النهائي.

المقدمة

تعتمد إنتاجية المحاصيل الزراعية على عوامل كثيرة أحدها جودة البذور المستخدمة في الزراعة ، وتمتاز البذور عالية الجودة بمجموعة صفات منها تجانس أحجامها في العينة المعدة للزراعة ، إلا أن معظم البذور المعدة للزراعة غالبا ما تكون غير متجانسة الأحجام وبدرجات متفاوتة تعتمد على طبيعة الصنف المستخدم وظروف الزراعة السابقة وموقع البذرة على النبات ألام (خلف والرجبو ، ٢٠٠٦) ، ومن المعروف أن تجانس البذور المعدة للزراعة يؤدي إلى تجانس النمو والاستغلال الامثل للطاقة الضوئية من قبل النباتات ، كما أن الزراعة على عمق ثابت ومناسب يساعد على ظهور البادرات في أوقات متقاربة ينعكس على تكافؤ الفرص بين النباتات على الموارد المتاحة له . تباينت نتائج البحوث حول تأثير اختلاف أحجام البذور وعمق زراعتها على إنبات البذور ونمو البادرات وحيويتها وأوضحت دراسة Mian و Nafziger (١٩٩٤) على صنفين من الحنطة الشتوية أن نسبة الانبات لم تتأثر بأحجام البذور إلا ان الوزن الجاف للبادرة والجذور الناتجة من بذور كبيرة كان اكبر مقارنة مع تلك الناتجة من بذور متوسطة أو صغيرة . وقد علل Ries و Everson (١٩٧٣) زيادة وزن بادرات الحنطة الناتجة من بذور كبيرة بزيادة كمية البروتين في تلك البذور ، كما أكد Robert و Drew (٢٠٠٤) بأن كمية البروتين في البذور وليس نسبة البروتين له علاقة مباشرة في حيوية ونمو البادرات ، أما Al-Quasim (١٩٩٧) فقد لاحظ انخفاض نسبة الانبات والوزن الجاف للبادرة والجذور بإنخفاض حجم البذور في الحنطة الشتوية ، وأشار Kitchen و Monsen (١٩٩٤)إلى أن حجم البذور يعد دالة مهمة على التنبؤ بنسبة الإنبات في حشيشة الحنطة ، وفي دراسة Lopez وآخرون (١٩٩٦) لصفات بادرات الحنطة الخشنة والناعمة والشعير والقمح الشيلمي والشوفان لاحظ أن المدة من بداية الإنبات حتى تكوين أول ورقتين مسؤولة عن الاختلافات الناتجة في نمو وتطور المساحة الورقية وحيوية النباتات الناتجة . وأفاد Chastain وآخرون (١٩٩٤) بأن

تاريخ تسلم البحث ٢٠٠٧/٤/٣ وقبوله ٢/ ٥ /٢٠٠٧

الزراعة السطحية لبذور الحنطة أعطى أعلى عدد للنباتات النامية في وحدة المساحة مقارنة مع الزراعة العميقة وبغض النظر عن نوعية البذور المزروعة ومدى تضررها . كما وجد Amott (

١٩٩٦) في دراسة لمجموعة من أصناف Ryegrass أن الزراعة في أعماق ٥ و ٧.٥ سم أعطى بادرات أقل وزنا ولجميع أحجام البذور مقارنة مع تلك المزروعة على أعماق ١.٢٥ و ٢.٥ سم . ولدراسة سلوك الأحجام المختلفة من البذور في أعماق مختلفة بشكل مستقل عن بعضها فقد اجريت هذه الدراسة على ثلاثة أحجام من بذور القمح ، صغيرة و متوسطة و كبيرة فصلت عن بعضها من عينة بذور معدة للزراعة . زرع كل حجم في ثلاثة أعماق هي العمق المثالي وهو ٤ سم وأقل وأكثر منه بمقدار ٢ سم وهي مجالات الخطأ المفترضة والمتوقعة حتى عند استخدام الباذرات المتطورة وذلك لدراسة صفات إنبات وسلوك البادرات وطبيعة نموها بعيدا عن تأثير التداخلات لتكوين فكرة واضحة عن مدى الأختلأفات في نمو وتطور النباتات في هذه الحالات.

مواد البحث وطرائقه

نفذت هذه التجربة في محطة أبحاث قسم المحاصيل الحقلية / كلية الزراعة والغابات للموسم الزراعي ٢٠٠٦-٢٠٠٧ باستخدام ثلاثة أحجام من بذور القمح شام-٦ ، صغيرة و متوسطة و كبيرة ، وثلاث أعماق ٢ و ٤ و ٦ سم . درجت بذور القمح التي تم الحصول عليها من الهيئة العامة لفحص وتصديق البذور / فرع نينوى باستخدام غرابيل قياسية رقم ٧ و ٨ عدت البذور النازلة من الغربال رقم ٨ فتحاته ٢.٣٦ ملم بذور صغيرة الحجم فيما عدت البذور النازلة من الغربال رقم ٧ فتحاته ٢.٨٣ ملم بذور متوسطة الحجم أما البذور التي بقيت فوق هذا الغربال فعدت بذور كبيرة الحجم ، بلغ وزن ١٠٠٠ بذرة من الحجم الصغير والمتوسط والكبير ١٧.٨٠٢ و ٢٦.٥٧٢ و٣٤.٢٧٢ غم بمعدل ١٧.٨ و ٢٦.٥٧ و ٣٤.٢٧ ملغم / بذرة ، على التوالي . حسبت النسبة المئوية العددية لإحجام البذور في العينة فكانت ١١.١٥ و ٦٦.١٠ و ٢٢.٧٥ % للبذور الصغيرة والمتوسطة والكبيرة وتم قياس نسبة البروتين لمجاميع البذور باستخدام طريقة Micro kjeldhal فكانت ١٣.٦ و ١٢.٩ و ١٢ % . حسبت كمية البروتين في البذور فبلغت ٢.٤٢ و ٣.٤٢ و ٤.١١ ملغم على الترتيب ، وقدرت نسبة الرطوبة في البذور قبل زراعتها فكانت ١٢.٢٣ و ١١.٩٣ و ١١.٧١ % للبذور الصغيرة والمتوسطة والكبيرة ، على التوالي . كما قدرت نسبة الإنبات الحقلي والمختبري لعينة البذور المخلوطة قبل تدريجها فكانت ٨٧.٥ و ٩٦% على التوالي . زرعت التجربة في ٢٠٠٦/١١/١ في سنادين بلاستيكية بثلاث مكررات وباستخدام التصميم العشوائي الكامل واستخدمت تربة مزيجية لغرض الحصول على الجذور والبذور المزروعة بشكل سليم . درست نسبة الإنبات وسرعته ، عدد الأيام حتى اكتمال الإنبات ، عدد الأيام حتى ظهور الورقة الثانية في ٥٠% من البادرات ، طول البادرة وسرعة استطالتها ، الوزن الطري والجاف للبادرة والجذور ، طول أطول جذر ، نسبة المواد الغذائية المستهلكة من البذور بعد اكتمال مرحلة البادرات . حللت البيانات إحصائيا باستخدام برنامج SAS وقورنت متوسطات المعاملات باستخدام اختبار دنكن المتعدد المدى وقدرت قيمة الارتباط البسيط بين الصفات .

النتائج والمناقشة

تأثير حجم البذور : تشير النتائج التي تم الحصول عليها إلى تفوق البذور الكبيرة معنويا على البذور الصغيرة في صفات نسبة الإنبات وسرعته ، معدل طول البادرة ، سرعة استطالتها ، الوزن الطري والجاف للبادرة والجذور ، طول أطول جذر ، نسبة المواد الغذائية المستهلكة من البذور (الجدول ١) كما تفوقت البذور المتوسطة على البذور الصغيرة معنويا في أغلب الصفات ما عدا صفة أطول جذر ونسبة المواد الغذائية المستهلكة من البذرة،وتشابهت البادرات النامية من البذور المتوسطة مع تلك النامية من البذور الكبيرة في كثير من الصفات . إن ارتفاع كمية المواد الغذائية المخزنة في البذور ذات الأحجام الكبيرة وبشكل خاص كمية البروتين٤,١١ و٣,٤٢ملغم للكبيرة والمتوسطة مقارنة مع ٢,٤٢ملغم للبذور الصغيرة كان له الدور الأكبر في نمو وتطور البادرات النامية من هذه البذور خاصة في المراحل الأولى الذي انعكس على إنباتها وتطورها وقد ذكر خلف والرجبو (٢٠٠٦) بأن المواد البروتينية في البذور لها القدرة على امتصاص ما يعادل ١٨٠ % من وزنها ماء في حين لا تتجاوز قدرة النشا على امتصاص أكثر من ٧٠ % من وزنها ماء ، وقد يكون ذلك أحد الأسباب التي تساعد على سرعة الإنبات في البذور الكبيرة الحجم ، واتفقت هذه النتائج مع Ries و Everson (١٩٧٣) و Rober و Drew (٢٠٠٤) الذين أشاروا إلى أهمية كمية البروتين في البذور في زيادة حيوية البادرات خاصة في مراحل نموها الأولى، ويلاحظ من الجدول نفسه انخفاض معنوي لعدد الأيام حتى

اكتمال الإنبات (أي سرعة الظهور) ولعدد الأيام حتى ظهور الورقة الثانية في ٥٠% من البادرات (أي سرعة النمو) في البادرات النامية من بذور كبيرة ومتوسطة مقارنة مع البادرات النامية من بذور صغيرة مما يدل بشكل مباشر على سرعة نمو وتطور البادرات النامية من هذه البذور وقد لاحظت Stougaard (٢٠٠٢) و Gurjeet و Michael (٢٠٠٦) و Xue بأن سرعة نمو البادرات مهم جدا في تغطية الأرض بسرعة والحد من منافسة الادغال بشكل كبير كأحد الظواهر الايجابية لزراعة البذور الكبيرة والمتجانسة ، وقد اتفقت النتائج مع Lopez وآخرون (١٩٩٦) ومع Aparigio وآخرون (٢٠٠٢) وقد أشار هذا الباحث إلى أن المدة من الإنبات إلى مرحلة أول ورقتين مسئولة عن الاختلافات في نمو وتطور كثير من محاصيل الحبوب .

تأثير عمق الزراعة : يوضح الجدول (٢) تفوق العمق ٢سم معنويا في نسبة الإنبات وسرعته ، الوزن الطري والجاف للبادرة والجذور ، طول أطول جذر ، و انخفاض معنوي في عدد الأيام لاكتمال الإنبات (سرعة الظهور) ، عدد الأيام لظهور الورقة الثانية في ٥٠% من البادرات (سرعة النمو) ونسبة المواد الغذائية المستهلكة من البذرة مقارنة مع العمق ٦سم. واختلفت صفات البادرات في العمق ٤سم عن صفاتها في العمق ٦ سم بالاتجاه نفسه فيما عدا نسبة المواد الغذائية المستهلكة من البذور ولم تلاحظ فروقات معنوية في صفتي طول البادرة وسرعة استطالتها في الأعماق الثلاثة . إن زراعة البذور على أعماق قليلة يؤدي إلى سرعة ظهور البادرات بسبب قلة المقاومة التي تلاقيها الرويشة أثناء بزوغها من التربة وبالتالي زيادة عدد البادرات النامية في وقت أقصر وتطورها بشكل أفضل وهذا ماوصل أليه Chastain وآخرون (١٩٩٤) و Chen Hua Maun (١٩٩٩) ، كما أن قلة عدد الأيام لاكتمال الإنبات في الأعماق القليلة أعطى مدة زمنية اكبر لتطور البادرات الذي انعكس عند قياسات الصفات على زيادة الوزن الطري والجاف للجذور والبادرات وطول أطول جذر . أما العمق ٦ سم فقد تميز بانخفاض معنوي لصفات الإنبات والنمو في مجملها وزيادة معنوية في نسبة المواد الغذائية المستهلكة من البذرة بدون إن ينعكس ذلك على نمو وتطور البادرات وقد يعود ذلك إلى استهلاك جزء من هذه المواد في نمو السويقة الجنينية العليا المدفونة تحت التربة بين البذرة وسطح التربة (نتائج غير منشورة) مما يدل على أفضلية الأعماق ٢و٤سم على العمق ٦سم . وعلى الرغم من تفوق العمق ٢سم على العمق ٦سم بشكل اكبر من تفوق العمق ٤سم عنه في كثير من الصفات لكن يبقى العمق ٤سم هو المفضل في الزراعة الحقلية لمجموعة من الأسباب منها دفن البذور في التربة بعيدا عن مهاجمة الطيور بالإضافة إلى توفر كميات اكبر من الرطوبة في هذا العمق مقارنة مع العمق ٢سم الذي يتعرض باستمرار للجفاف بفعل العوامل الجوية مما ينتج عنه انخفاض كبير في الإنبات والكثافة النباتية .

تأثير التداخل بين حجم البذور وعمق الزراعة : يوضح الاتجاه العام للتداخل (الجدول ٣) تفوق البذور الكبيرة المزروعة على عمق ٢سم والبذور المتوسطة على نفس العمق ولو بدرجة أقل في معظم صفات الإنبات والنمو بينما انخفضت قيم الصفات معنويا في البذور الصغيرة خاصة في العمق ٦سم ، وفي التفاصيل نلاحظ انخفاض نسبة الإنبات معنويا إلى حدها الأدنى في البذور الصغيرة على عمق ٦سم بينما لم تختلف نسبة الإنبات بين الإحجام المختلفة للبذور عند العمقين ٢ و ٤سم وقد اتفقت هذه النتائج مع Mian و Nafziger (١٩٩٤) وازدادت سرعة الإنبات معنويا في البذور الكبيرة والمتوسطة عند العمق ٢سم بينما انخفضت إلى أدناها في البذور الصغيرة عند العمق ٦سم ، كما قل عدد الأيام لاكتمال الإنبات معنويا لجميع أحجام البذور عند الزراعة على عمق ٢سم وأزداد بزيادة العمق . إن التفاوت الواضح في عدد الأيام لاكتمال الإنبات يحدث فعليا في الحقل خاصة عند زراعة بذور غير متجانسة على أعماق غير ثابتة ويزداد بوجود ظروف معينة مما يسبب تفاوت كبير في نمو النباتات ، ولوحظ أيضا قلة عدد الأيام لظهور الورقة الثانية في ٥٠ % من البادرات الناتجة من بذور كبيرة ومتوسطة في العمقين ٢ و٤سم ازدادت معنويا في العمق ٦سم خاصة في البذور الصغيرة ، وسجل أعلى طول للبادرة وأكبر سرعة إستطالة في البذور الكبيرة لجميع الأعماق بينما سجل أقل طول وأقل سرعة استطالة للبادرات النامية من بذور صغيرة ولجميع الأعماق مما يدل على أهمية كمية المواد الغذائية والبروتينات التي تجهزها البذرة للجنين النامي خاصة في المراحل الأولى وقد إتفقت هذه النتائج مع Krzyzanowski Scotti (١٩٧٩) ومع Aparigio وآخرون (٢٠٠٢) وGurjeet و Michael (٢٠٠٦) على الذرة الصفراء ، وسجل أعلى وزن طري وجاف للبادرات والجذور النامية من بذور

كبيرة ومتوسطة عند العمق ٢سم وانخفضت الأوزان بزيادة العمق اذ سجل أقل وزن طري وجاف للبادرات الناتجة من بذور صغيرة عند العمق ٦سم ، وقد اتفقت هذه النتائج في مجملها مع Rice و Everson (١٩٧٣) و Chastain وآخرون (١٩٩٥) ، كما ازداد طول أطول جذر في البذور الكبيرة والمتوسطة عند العمق ٢سم وانخفض معنويا عند العمقين ٤ و٦سم لجميع إحجام البذور ، وبشكل عام ازدادت كمية المواد الغذائية المستهلكة من البذور بزيادة عمق الزراعة لجميع الأحجام على الرغم من عدم اختلافها معنويا وانخفضت الكمية المستهلكة في العمق ٢سم بشكل خاص في البذور الصغيرة . إن تقارب كمية المواد الغذائية المستهلكة من البذور على الرغم من اختلاف أحجامها انعكس على صفات البادرات الناتجة حيث أعطت البذور الصغيرة بادرات صغيرة ذات أوزان قليلة وأعطت البذور الكبيرة بادرات أكبر وزنا وأسرع نموا . أظهر تحليل الارتباط (الجدول ٤) وجود علاقة معنوية بين بعض الصفات ومن الجدير بالملاحظة الارتباط المعنوي السلبي بين عدد الأيام لاكتمال الإنبات مع سرعة الإنبات فكلما انخفضت سرعة الإنبات ازداد عدد الأيام اللازمة لاكتمال الإنبات -٠.٨٩** وارتبطت سرعة الإنبات بدورها إيجابيا ومعنويا مع الوزن الجاف والطري للبادرات والجذور وطول أطول جذر وبلغت قيم الارتباط ٠.٧٢ ** و ٠.٧٣** و ٠.٨٧** و ٠.٧٩** و ٠.٨٩** ، على التوالي . كذلك فقد ارتبطت صفة عدد الأيام لظهور الورقة الثانية في ٥٠ % من البادرات سلبيا مع الوزن الجاف والطري للبادرات والجذور وبلغت قيمة الارتباط -٠.٨٦ ** و -٠.٨٤ ** و -٠.٧٦ ** و -٠.٨٨** وهذا يؤكد على أهمية سرعة الإنبات وسرعة النمو في التأثير على صفات البادرات والتي اتصفت بها البذور الكبيرة وبشكل أقل البذور المتوسطة . بينت نتائج هذه التجربة تأثر صفات النمو بشكل واضح باختلاف أحجام البذور وأعماق الزراعة وأن هذا التفاوت سيزداد عند وجود جميع الأحجام في عينة واحدة نتيجة لتأثير النباتات الأسرع ظهورا ونموا على النباتات المتأخرة الظهور خاصة في تقليل أشعة الشمس المستملة من النباتات الصغيرة وبالتالي انخفاض عملية البناء الضوئي وما يتبعه من انخفاض شديد في نمو النبات الذي سيؤثر سلبيا في الحاصل المتوقع لذلك نعتقد أن زيادة تجانس البذور في العينة المعدة للزراعة ولو بعملية غربلة واحدة فقط تستبعد فيها البذور الصغيرة الحجم له دور مهم جداً في تجانس نمو النباتات وتوقع حاصل أفضل.

EFFECT OF WHEAT SEED SIZE AND SOWING DEPTH ON GERMINATION AND SOME SEEDLING CHARACTERISTICS

Mohamed A . Al-Noori Salim H . Anter
Field Crops Dept . College of Agric . and Forestry , Mosul Univ . Iraq

ABSTRACT

Experiment were carried out in field crops experiment location in 2006-2007 to investigate the effect of seed size and sowing depth on germination and seedling characters . Wheat seeds of Sham-6 variety were separated by size (small , Medium , and large) using standard sieves no. 7 and no. 8 . The seeds passed through sieve no.8 (2.36 mm) were small , while those passed through sieve no. 7 (2.83 mm) were medium , the seed retained on sieve no.7 were large . Seeds sown at 2 , 4 and 6 cm depth in plastic pots filled with loamy soil . The results demonstrate a significant predominance of large seeds in percentage and speed of germination , seedling elongation velocity , fresh and dry weight of seedlings and roots , tall of the longest root and the percentage of consumed food reserve in seeds . There is a significant decrease in no. of days to complement germination and occurrence of second leaf in 50 % seedling , there are markedly similarity between large and medium seeds . The seedling grown from 2 and 4 cm depths were predominance in most characters comparing with that grown from 6 cm depth . The interaction were significant in most characters , the general trend were the mastery of large seeds in lower depth in

most characteristics , simple correlation coefficient was determined between all characters . This trail shows obvious differences in growth due to variation in seed size and sowing depth , so raising in seed size uniformity may achieve uniform growth which will reflect on final yield .

المصادر

خلف ، أحمد صالح وعبد الستار أسمير الرجبو (٢٠٠٦) . تكنولوجيا البذور . دار بن الأثير للطباعة والنشر . جامعة الموصل .

Al-Quasim,H. (1997) . Seed size , temperature , and water potential effects on germination and seedling growth of two wheat genotypes . Seed Unit . Five- Year report p:38-40 .

Amott,R.T.(1996). The effect of seed weight and depth of sowing on the emergence and early seedling growth of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) Grass and Forage Sci . 24(2) :104 -110 .

Aparigio, N.;D. Villegas ; J . L . Araus ; R. Blanco ; and C.Royo (2002) . Seedling development and biomass as affected by seed size and morphology in durum wheat . J. of Agric . Sci . 139 :143 – 150 .

Chastain,T.G; K.J .Ward ; and D.J . Wysocki (1995) . Stand establishment responses of soft winter wheat to seed bed residue and seed size. Crop Sci . 35 (1) : 213-218.

Chastion, T.G; B.L.Klepper ; and D.E . Wilkins (1994). Relationship of wheat seed sprouting severity , planting depth , and seed treatment to emergence and yield . Crop Sci . 34 (2) 508-513 .

Chen Hua Maun, M .A.(1999). Effects of sand burial depth on seed germination and seedling emergence of *Cirsium pitcheri* . Plant Ecology . 140 (1) : 53-60 .

Gurjeet,G.; and C .Z. Michael (2006) . Effect of grain size on the competitive ability of wheat . 13 th Australian Agronomy Conference 10-15 Sep. 2006 .

Kitchen, S.G. ; and S . B . Monsen (1994). Germination rate emergence success in blue bunch wheat grass . J.of Range Management 47(2) : 145-150 .

Lopez,C.C.; R.A.Richards ; G. D. Farquhar ;and R.E.Williamson (1996) . Seed and seedling characteristics contributing to variation in early vigor among temperate cereals . Crop Sci . 36(5): 1257-1266.

Mian,M.A.R ; and E.D. Nafziger (1994). Seed size and water potential effects on germination and seedling growth of winter wheat . Crop Sci . 34 (1) : 169-171.

Ries,S.K ; and E.H. Everson (1973) . Protein control and seed size relationships with seedling vigor of wheat cultivars. Agron . J. 65: 884-886 .

Robert,N.K ; and J.L. Drew (2004) . Seeding rates for winter wheat in Nebraska .Published by University of Nebraska – Lincoln Extension . Institute of Agri . and Natural Resources .

Scotti,C.A; and F.C. Kryzanowski (1979) . Effect of seed size on germination and vigour in Maize . Seed Abstracts vol .2 (1):8 .

Xue,Q.W; and R.N.Stougaard (2002) . Spring wheat seed size and seedling rate affect wild oat demographics . Weed Sci . 50 (3) : 312-320.