ابعاد الالياف لأشجار لسان الطير *Ailanthus altissima*(Mill) Single النامية في محافظة نينوى وتأثيرها في صناعة الورق*

أ.م.د. طلال قاسم التكاي مروة محمود بدر المشهداني

جامعة الموصل / كلية الزراعة والغابات/ قسم الغابات

(قدم للنشر في ٢٠١٩/٥/٢٠ ، قبل للنشر في ٢٠١٩/٩/١)

ملخص البحث:

استعملت ثلاث من اشجار لسان الطير*Ailanthus altissima(*Mill)Single بعمر(٥ و ٦ و١٢) سنة واخذت العينات على شكل اقراص عند ثلاث ارتفاعات لكل شجرة بعد تثبيت الاتجاه الشمالي وأخذ من كل قرص قطاع يمثل ذلك الاتجاه ثم أخذ من كل ارتفاع قطع متساوية قرب القشرة، اجريت لكل قطعة عملية فصل الالياف لتعيين ابعادها في الساق ولكل شجرة، وقد بلغ معدل طول الليف (١.٢٧ملم) واما معدل قطر الليف فقد بلغ (١٨.٩٨مايكرون) كما بلغ معدل سمك الجدار(٣.٤٠٧ مايكرون) ومعدل قطر تجويف الليف فقد بلغ (١٢.٠٤مايكرون) إما معدل نسبة رانكل ونسبة طول الليف إلى قطره فقد بلغ (٠.٥٨٨،٧١.٩٣) على التوالي، وقد بينت النتائج صلاحية الياف خشب اشجار لسان الطير لصناعة الورق.

كلمات دالة: اشجار لسان الطير، ابعاد الالياف، صناعة الورق.

Abstract:

Three trees of *Ailanthus altissima*(Mill) Single with the age (5,6 and 15) years were used, and samples were taken as tablets with three heights for each tree after fixing the northern direction and taking from each tablet a section represents that direction, then from each height three equal pieces near the husk were taken, a separation process for each piece was made to fix their dimensions in the stem and for each tree, the fiber length was (1.27mlm) while the fiber diameter was (18.98mlm) also the thickness was (3.407 micron) and the average diameter of the fiber cavity was (12.4 micron) . while Rankel's rate and the fiber length rate were (0,588 , 71.93) respectively, the results showed the validity of fibers of *Ailanthus altissima*(Mill) Single in manufacturing paper.

Key words: *Ailanthus altissima*(Mill) Single tress, fibers dimensions, paper manufacturing.

(*)مستل من رسالة ماجستير الباحث الثاني.

المقدمة

تنتمي شجرة لسان الطير الى عائلة الخشب المر (لسان الطير) (The Qussinois Family Simaroubaceae) هي من العوائل النباتية الخشبية المعمرة المنتشرة بشكل واسع في جميع انحاء العالم والتي تضم العديد من الاشجار والشجيرات وتعد اسيا الموطن الأصلي لشجرة لسان الطير وتحديدا في الصين، ولكنها تنتشر في مختلف مناطق العالم ما عدا القارة القطبية الجنوبية وعلى نطاق واسع في المناطق البرية والاستوائية وشبه الاستوائية والمناطق المعتدلة (Aumel و kowarik،2007)، اذ تعد من الاشجار التوسعية التي لها القدرة على الانتشار واستعمار الاراضي بسرعة عالية بسبب سرعة نموها و تنوع طرق تكاثرها وسهولة اعادة تجديدها وانتاجها لكميات كبيرة من الثمار والبذور، مما ادى الى نجاح نموها خارج نطاق نموها الطبيعي، كما لها القدرة على تحمل الجفاف والتلوث العالي والبرودة والتغير المفاجئ في درجات الحرارة ،كما تتميز بقدرتها على النمو في مديات مختلفة من pH وفي انواع مختلفة من الترب وفي ظروف مناخية غير ملائمة، كما لها القدرة على النمو ضمن ارتفاعات متفاوتة، وقد ادى التنوع الجغرافي لهذا النوع واتساع رقعة انتشاره الى حدوث تباين كبير وواضح في العديد من الصفات التشريحية للخشب، إذ بين Kyung-Hwan Han (2001) إن العوامل البيئية مثل الرطوبة ودرجة الحرارة وطول فترة الأضاءة وتوفر المواد الغذائية تؤثر في عملية انتاج الخلايا من الكامبيوم وفي عملية نمو هذه الخلايا وتطورها، وإن الخصائص التشريحية للأشجار تحكمها الظروف البيئية للموقع الذي تنمو فيه، وخاصة فيما يتعلق بوفرة الماء، وذلك لأرتباطه بأنسجة نقل الماء ضمن الشجرة (Wiemann وWilliamson،٢٠٠٢، Taiz وZeiger ،٢٠٠٤)، وقد بين Samariha وآخرون(٢٠١١) إن ابعاد الياف اشجار لسان الطير النامية في ايران تقع ضمن المدى الطبيعي للأخشاب الصلدة وان مظهرها مناسب لصناعة الورق، فقد أشار إلى إن قطر الياف اشجار لسان الطير ونحافة جدرانه يتوقع منها إن تعطي ورق كثيف وضعيف في قوة التمزق لكنه يعد رائعا في خواص الشد والأنفجار، إذ وجد إن معدل طول الليف في الساق (٠.٩٣٤ملم) إما معدل قطر الليف فقد بلغ (٢٢.٨مايكرون) في حين بلغ معدل قطر تجويف الليف (١٦.١٦ مايكرون) إما سمك جدار الليف فبلغ (٣.٢٤ مايكرون) وبلغ معدل نسبة رانكل (٠.٤٦) اما معدل نسبة طول الليف الى قطره فقد بلغ (٤٢.٩٧) .

مواد البحث وطرائقه:

اختيرت ثلاث اشجار سليمة خالية من العيوب بعمر (٥ و٦ و١٣) سنة من الاشجار النامية في الحرم الجامعي لجامعة الموصل، اسقطت الاشجار واخذت العينات على شكل اقراص بسمك ثلاث سنتيمترات عند ثلاث ارتفاعات (١ و٣ و٥) متر لكل شجرة، وبعد ازالة القشرة اخذ قطاع من كل قرص، يمثل الاتجاه الشمالي، ثم اخذ من كل ارتفاع قطعة قرب القشرة، ثم جزئت كل قطعة إلى قطع صغيرة بإبعاد عيدان الثقاب، وفصلت الخلايا وفقا لطريقة EL-Juhany (٢٠١١) المحورة، ثبتت الخلايا المفصولة على شرائح مؤقتة باستعمال قضيب فولاذي نضيف وبدون وضع غطاء لمنع حدوث أي تشويه لأبعاد الخلايا المفصولة (Adamopoulos وVoulgaridis،٢٠٠٢)، وقيست ابعاد الالياف السليمة بصورة عشوائية باستعمال المجهر (اولمبس) .

النتائج والمناقشة

١- طول الليف:

تعتبر هذه الصفة احدى العوامل المهمة في تقييم مدى ملائمة خشب اي نوع من الاشجار او اية مادة أخرى من غير الخشب لصناعة العجينة والورق هي الخصائص التشريحية والمظهرية للالياف، إذ تؤدي دور المفتاح في ايجاد صلاحيتها في صناعة الورق والعجينة، إذ إن الخواص الفيزيائية للصفيحة المصنوعة من عجينة الياف الاخشاب الصلدة، مثل قوة الشد والتمزق والمرونة تتاثر بقوة بمظهر الليف وصفاته التشريحية، فان صفة طول الليف تعد من اهم الصفات التشريحية المؤثرة على صفات ونوعية واستعمالات كل من الخشب والعجينة، إذ تفيد دراسة اختلاف طول الليف عمليا في إنتاج الورق والعجينة، لأنها ترتبط بعامل التمزق و قوة الشد والانفجار وصفات الورق الاخرى فكلما زاد طول الليف ازدادت هذه القوى(Nasir , 2008) ، وقد بلغ المعدل العام لطول الليف لأشجار لسان الطير(١.٢٧ ملم) وبمدى (٠.٤٨٩ – ٢.٥٥٩ملم) وبمعامل اختلاف (٥.١٢٧) كما مبين في الجدول، وتعد هذه الالياف متوسطة الطول وتقع ضمن مدى الياف الاخشاب الصلدة (Hosseiniو Naghdi٢٠٠٤) وهي اطول من اشجار لسان الطير النامية في ايران(Samariha وآخرون، ٢٠١١)، واشجار السبحبح (التكاي ،٢٠١٢) واقصر من الياف اشجار الجنار الغربي (الملاح والتكاي ،٢٠٠٩) و (الطائي ،٢٠١١)النامية في العراق.

٢- قطر الليف:

إن قطر الليف يتحكم بمرونة الليف، فان الزيادة في قطر الليف تؤدي إلى التقليل من نقاط الارتباط مما يشكل نقطة ضعف في الورق ويفشل تحت ثقل خفيف (Nasir،٢٠٠٨)، وقد بلغ المعدل العام لقطر الليف لاشجار لسان الطير (١٨.٩٨ مايكرون) وبمدى (٥.٠٠٠-٣٢.٥٠٠ مايكرون) وبمعامل اختلاف(١.٥٨٥) كما مبين في الجدول وتعد هذه الالياف متوسطة القطر(Panshin وDezeeuw، ١٩٨٠) وتقع ضمن المدى الطبيعي لقطر الياف الاخشاب الصلدة (Atchiso، ١٩٨٧) وهي اقل من معدل قطر الليف الذي ذكره (Samarihaوآخرون ،٢٠١١) لاشجار لسان الطير النامية في ايران، واشجار السبحبح (التكاي ،٢٠١٢)، واشجار الجنار الغربي (الملاح والتكاي ،٢٠٠٩) و (الطائي،٢٠١١)النامية في العراق.

٣- قطر تجويف الليف:

إن قطر تجويف الليف يؤثر على عملية طرق العجائن، فهو يؤثر على تغلغل السوائل إلى الفراغات داخل التجويف، فكلما زاد قطر تجويف الليف كان أفضل بالنسبة للعجينة(Nasir،٢٠٠٨ وEmerhi ،٢٠١٢)، وقد أشار (Botnia ٢٠٠٧) إلى إن الالياف عندما تكون رطبة ويسلط عليها ضغط فان جدرانها تنهار بفعل الضغط والقوة المسلطة عليها وتقترب الجدران من بعضها مما يحسن فرصة ارتباطها مع بعضها وبالتالي يزيد من خواص القوة التي تعتمد على ذلك كقوة الانفجار والطي والشد وقوة السطح،وقدبلغ المعدل العام لقطرتجويف الليف لاشجار لسان الطير (١٢.٠٤٠)مايكرون وبمدى (٢.٥٠٠- ٢٧.٥٠٠ مايكرون) وبمعامل اختلاف (٣.٥٦٥) كما مبين في الجدول، كما يمكن الاشارة إلى إن قطر تجويف الليف هو نتيجة لتاثير كل من قطر الليف وسمك جدار الليف، إذ إن التباين في قطر تجويف الليف يتاثر بالتباين في كل من قطر الليف وسمك جداره، لان التغيير الذي يحصل في خاصية تشريحية او اثنتين سوف يؤدي إلى تغيير في الخصائص الاخرى (التكاي، ٢٠١٢)، ويعد هذا المعدل اقل من معدل قطر تجويف الليف الذي ذكره (Samariha وآخرون ،٢٠١١)لاشجار لسان الطير النامية في ايران، واشجار الجنار الغربي (الملاح والتكاي ،٢٠٠٩)، واعلى من معدل اشجار السبحبح (التكاي ،٢٠١٢)، واشجار الجنار الغربي (الطائي،٢٠١١) النامية في العراق.

٤ – سمك جدار الليف:

تحدد جدران الالياف المدى الأكبر لمقاومة الورق للتمزق وصلابة الخشب (Antwi-Bosiaka وAyimasu، ٢٠١٢)، إذ ان الالياف ذات الجدران السميكة تنتج ورق كثيف وضعيف في مقاومته للتمزق (Somaiha وآخرون، ٢٠١١)، كما إن صلابة الالياف تكون مرتبطة بسمك جدرانها، التي تجعلها تقاوم الانهيار وتبقى اسطوانية مما يؤدي إلى توفير فرص اقل لارتباط الالياف مع بعضها، وبذلك فان الورق الناتج يحوي على فراغات كثيرة ويمتص كميات كبيرة من الماء ويكون خشنا وفاقدا للشفافية وثباتية الابعاد، لذلك فان الجدران السميكة يكون لها تاثير معاكس في جميع قوى الورق الناتجة من ارتباط الالياف ببعضها ،مثل قوة الشد والانفجار وقابلية الطي (Botnia ، ٢٠٠٧ و Nasir ، ٢٠٠٨) .

فقد بلغ المعدل العام لسمك جداراللليف لأشجار لسان الطير (٣.٤٠٧ مايكرون) وبمدى (٠.٣٢٦ –٨.٧٥ مايكرون) وبمعامل اختلاف (١.٧٠٤) كما مبين في الجدول، وقد تباين سمك جداراللليف مع الارتفاع في ساق الشجرة، اذ يلاحظ زيادة معدل سمك جداراللليف مع زيادة مستوى الارتفاع في الساق،كما تباينت الأشجارفيما بينها بالنسبة لسمك جداراللليف فقد بلغ اعلى معدل عند الارتفاع الثالث للشجرة الثانية (٤.٦٤٥ مايكرون)، واقل معدل عندالارتفاع الثالث للشجرة الثالثة (١.٣٣٣مايكرون) .

وتعد هذه الجدران نحيفة، وتقع ضمن مدى الياف الاخشاب الصلدة الصالحة لصناعة الورق (Khristova وآخرون، ١٩٩٨)، ويعد هذا المعدل مقارب لما ذكره (Somaiha وآخرون ٢٠١١)، لاشجار لسان الطير النامية في ايران، واعلى من معدل الياف اشجار الجنار الغربي (الملاح والتكاي ،٢٠٠٩)، واقل من معدل واشجار السبحبح (التكاي،٢٠١٢) واشجار الجنار الغربي (الطائي، ٢٠١١) النامية في العراق.

لقد بين Nasir (٢٠٠٨) إن للجدران النحيفة أهمية كبيرة في صناعة الورق وذلك لانهيارها بسهولة وتوفير مساحة واسعة لارتباط الالياف مع بعضها، على عكس الالياف السميكة التي تقاوم الطرق وتستعيد شكلها المستدير في اثناء تكوين الصفيحة مما يؤدي ذلك إلى توفير مساحة صغيرة لترابط الالياف مع بعضها .

جدول يبين المعدل العام لأبعاد الياف اشجار لسان الطير النامية في محافظة نينوى

ابعاد الالياف	طول الليف(ملم)	قطر الليف (مايكرون)	سمك جدار الليف(مايكرون)	قطر تجويف الليف(مايكرون)	نسبة رانكل	نسبة الطول /القطر
المعدل العام	١.٢٧	١٨.٩٨	٣.٤٠٧	١٢.٠٤	٠.٥٨٨	٧١.٩٣
اقل قيمة	٠.٤٨٩	٥.٠٠٠	٠.٣٢٦	٢.٥٠٠	٠.١٨١	٢٠.٨٦
اعلى قيمة	٢.٥٥٩	٣٢.٥٠٠	٨.٧٥	٢٧.٥٠٠	٠.٧٥	١٦٣
معامل الاختلاف C.V.%	٥.١٢٧	١.٥٨٥	١.٧٠٤	٣.٥٦٥	٥.٠٤٥	٣.٥٢٦

٥- نسبة رانكل

إن النسب الرياضية المشتقة من قياس ابعاد الالياف المطلقة تساهم في تقييم الخصائص المختلفة المتعلقة بانتاج الورق (Jusoh وآخرون،٢٠١٤) وتعتبر نسبة رانكل (ضعف سمك الجدار مقسومة على قطر تجويف الليف) من اهم النسب الرياضية الضرورية لأجل تحديد مدى ملائمة اي خشب او اية مادة خام أخرى لارتباطها بدرجة اساسية بصناعة الورق، وكذلك لاجل وصف خصائص الورق والعجينة حسب الشروط المطابقة لانتاج الورق والعجينة (Ohshimo وآخرون ٢٠٠٥)، إن القيمة القياسية لنسبة رانكل تساوي واحدا، كلما زادت القيمة عن الواحد دلت على إن الليف صلب، اي قليل المرونة، فيؤدي إلى تكوين ورق ثخين ذي قوة ارتباط ضعيفة او قليلة مقارنة مع قيمة نسبة رانكل المنخفضة، فكلما قلت القيمة عن الواحد نحصل على خواص أفضل (Botnia،٢٠٠٧ وNasir، ٢٠٠٨) .

وقد بلغ المعدل العام لنسبة رانكل (٠.٥٨٨) وبمدى (٠.١٨١ -١.٧٥) وبمعامل اختلاف (٥.٠٤٥) كما مبين في الجدول، ويقع هذا المعدل ضمن المدى المقبول لنسبة رانكل لصناعة الورق (Shashikala وRao، ٢٠٠٩)، وهو اعلى من المعدل

الذي ذكره (Samariha وآخرون،٢٠١١)، واقل من المعدل الذي ذكره(التكاي ،٢٠١٢) لاشجارالسبحبح و(الملاح والتكاي ،٢٠٠٩) و (الطائي ،٢٠١١) ولاشجار الجنار الغربي النامية في العراق.

ويشار في هذا المجال إلى إن تباين قيم نسبة رانكل محكومة بتغيرات سمك الجدار وقطر تجويف الليف (التكاي،٢٠١٢) .

٦- نسبة طول الليف الى قطره :

تعد نسبة طول الليف إلى قطره واحدة من أكثر النسب فائدة في تحديد مدى صلاحية اي نوع من الاخشاب لانتاج الورق وذلك بالاعتماد طول اليافها (Ogurkunle وOladele، ٢٠٠٨)، وكلما زادت قيمة هذه النسبة كلما كانت مرونة الالياف ومقاومتها للتمزق اكبر، مما يعطي فرصة أفضل لتكوين روابط افضل للورق، إذ إن قوة الورق هي نتيجة لترابط الالياف مع بعضها وتكون القوة في الالياف الطويلة والنحيفة، إذ من المهم جدا إن يكون طول الليف اكبر من قطره بكثير لكي تتكون روابط بين الليف وعدد أخر من الالياف، فاذا كان طول الليف اكبر من قطره بقليل قلت فرصة ارتباط الالياف مع بعضها، مما يشكل نقطة ضعف في الورق الناتج، إذ يفشل تحت ثقل خفيف، كما لا تقتصر أهمية هذه النسبة على قوة الورق فقط، وانما لها أهمية في خواص أخرى كسهولة تكوين الصفيحة ونعومتها وعدم الشفافية(Ona وآخرون، ٢٠٠١ و Botnia ، ٢٠٠٧ و Nasir، ٢٠٠٨) .

وقد بلغ المعدل العام لقيمة نسبة طول الليف الى قطره (٧١.٣٩) ويمدى يتراوح ما بين (٢٠.٨٦ -١٦٣) ويمعامل اختلاف (٣.٥٢٦) كما مبين في الجدول، ويعد هذا المعدل اعلى من الحد الادنى لنسبة طول الليف إلى قطره الذي ذكره (Xu وآخرون، ٢٠٠٦) وهو اعلى من المعدل الذي ذكره (Samariha وآخرون،٢٠١١) لأشجار لسان الطير النامية في ايران، و(التكاي ،٢٠١٢) لأشجارالسبحبحو(الملاح والتكاي ،٢٠٠٩) لأشجار الجنار الغربي النامية في العراق. ويشار في هذا المجال إلى إن هذه النسبة تكون محكومة بتغيرات طول الليف وقطره (التكاي، ٢٠١٢) .

الاستنتاجات والتوصيات:

ومن النتائج اعلاه يمكن الاستنتاج بصلاحية خشب اشجار لسان الطير النامية في محافظة نينوى لصناعة الورق وفقا لابعاد اليافها، لذا نوصي باستعمالها لصناعة الورق ودراسة خواص قوته.

References:

التكاي، طلال قاسم (٢٠١٢) المكونات الكيميائية الثانوية وبعض الخصائص التشريحية لجذوع اشجار السبحبح Meliaazedarach L. النامية في الموصل اطروحة دكتوراه ، كلية الزراعة والغابات ، جامعة الموصل.

الطائي، كرم علي يونس (٢٠١١). تأثير عدد أخلاف القطع الأول في بعض الخصائص التكنولوجية لخشب الجنار الغربي *Platanusoccidentalis* النامي في مشجر نينوى. رسالة ماجستير،كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل.

الملاح، عبد الرزاق رؤوف سليمان و طلال قاسم إبراهيم التكاي (٢٠٠٩). دراسة تأثير تباين الصفات التشريحية والفيزيائية في خشب أشجار الجنار الغربي *Platanusoccidentalis* النامي في غابة نينوى. مجلة زراعة الرافدين المجلد (٣٧) العدد (١) ١٤٠-١٤٧.

Adamopoulos, S. and E. Voulgaridis (2002). Within-tree variation in growth rate and cell dimensions in the wood of black locast (*Robiniapseudoacacia). IAWA Gournal*, Vol. 23(2), 191-199.

Antwi-Boasiako C, Ayimasu A (2012) Inter-family variation in fibre dimensions of six tropical hardwoods in relation to pulp and paper production. PRO LIGNO 8(2):19-36.

Atchison,J.E, (1987).Data on Non-wood Plant Fibers .In: The Secondary Fibers and Non-wood Pulping , Hamilton, F.andB.Leopold (Eds.). 3rdEdn, Tappi Press Atlanta, USA.

Botnia (2007).The Eucalyptus fiber and the kraft pulp quality requirements for paper manufacturing www.celso-foelkel.com.br

EL-Juhany, L.I. (2011). Evaluation of some wood quality measures of eight year-old *Meliaazedarach* trees. *Turk. J. Agric. For.* 35: 165-171.

Emerhi EA (2012). Variations in anatomical properties of *rhizophoraracemosa*(leechm)

J. Plant Biotechnology. Vol. 3(2). pp. 45~57.

Nasir, G.M. (2008). Fiber morphology in relation to suitability for pulp and paper. Forest Products Research ,Pakistan Forest Institute ,Peshawar.

Ogunkunle ATJ, Oladele FA (2008) Structural dimensions and paper making potentials of the wood in some Nigerian species of *Ficus L*.(moraceae). *Adv Nat ApplSci*2(3):103-111.

Ohshima J, Yokota S, Yoshizawa N, Ona T (2005) Examination of within-tree variations and the heights representing whole-tree values of derived wood properties for quasi-non-destructive breeding of *E. camaldulensis*and*E. globulus*as quality pulpwood. *Journal of Wood Science* 51(2):102-111. 7.

Ona T, Sonoda T, Ito K, Shibata M, Tamai Y, Kojima Y, Ohshima J, Yokota S, Yoshizawa N (2001) Investigation of relationship between cell and pulp properties in Eucalyptus by examination of within-tree and *rhizophoraharrisonii*(G. Mey) in a Nigerian mangrove forest ecosystem. Int. J. Forest, soil and erosion, 2 (2): 89-96.

Hosseini SZ, Naghdi R, 2004. Evaluation on juvenile period and fiber length variation of maple wood (*Acer velutinum*Boiss). J AgricSciNaturResour 11(2): 1-15.

Jusoh,I.,F.A., Zaharin , and N. S. Adam (2014).Wood Quality of Acacia Hybrid and Second-Generation Acacia mangium.BioResources 9(1),150-160 .

Khristova P, Gabir S, Bentcheva S, Khider T (1998) Soda-AQ pulping of four *Acacias* from Sudan. *Cellulose Chemistry and Technology* 32:299-307.

Kowarik ,I. and I. Saumel (2007).Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima*(Mill.) Swinle .Perspectives in plant Ecology, Evolution and Systematics 8: 207-237.

Kyung-Hwan Han (2001). Molecular biology of secondary Growth.

variations, *Wood Sci. Tech.* 35:229 pp

Panshin AJ, de Zeeuw C (1980). Textbook of Wood Technology. Structure, Identifications, Properties, and Uses of the Commercial Woods of the United States and Canada. New York, McGraw-Hill, Inc. 1-722.

Samariha A, Kiaei M, Talaeipour M, Nemati M (2011) Anatomical structural differences between branch and trunk in Ailanthus altissimawood.*Indian Journal of Science and Technology* 4(12):1676-1678.

Shashikala S, Rao RV (2009) Radial and axial variation in specific gravity and anatomical properties of plantation grown *E. citriodora*Hook. *Journal of the Institute of Wood Science* 19(2):84-90.

Taiz, L. and E. Zeiger (2004). Fisiologia Vegetal. Trad. E. Romanato, Artmed, Porto Alegre, Brazil.

Wiemann, M. and G.B. Willianson (2002). Geographic variation in wood specific gravity :effects of latitude, temperature and precipitation. *Wood Fiber Sci*.34:96-107.

Xu F, Zhong XC, Sun RC, Lu Q, 2006. Anatomy, ultra structure, and lignin distribution in cell wall of Caragana Korshinskii. lnd. Crops Prod., 24: 186-193.