

**تأثير المادة الخام على خواص منتجات
عملية التقطير الحرارى الجاف**

رسالة عملية
مقدمة الى الدراسات العليا
بكلية الزراعة - جامعة الاسكندرية
استيفاء للدراسات المقررة للحصول على درجة

دكتور فلسفة فى العلوم الزراعية
فى
(الاشجار الخشبية وتكنولوجيا الاخشاب)

مقدمة من

شريف شوقى زكى هندى

2001/1/6

الملخص العربي

لدراسة تأثير المادة الخام على خواص منتجات

عملية التقطير الحرارى الجاف (Pyrolysis)

تم استخدام عينات ممثلة لعشرة أنواع من صالادات الاخشاب وهى الكازوارينا البيضاء (Casuraina glauca) والكازوارينا الحمراء (casuraina cunning hamiana) ونوعى الكافور البلدى (Eucalyptus camaldulensis) و Eucalyptus microtheca والبروسوبس (Prosopis juliflora) والاكاسيا (Acacia ampliceps) والفيكس العادى (Ficus retusa) والبرتقال (Citrus sinensis) والتفاح (Malus domestica) والجوافة (Psidium guajagva) كمواد خام لعملية التقطير الحرارى الجاف. ولقد استخدم لذلك درجة حرارة نهائية هى 450° م بمعدل رفع درجة حرارة يساوى 2.5° م/دقيقة وذلك فى جو من غاز النيتروجين بمعدل سريان 354 مل/دقيقة.

تم تقدير خواص منتجات عملية التقطير الحرارى الجاف وهى الفحم النباتى وسائل التقطير والغازات الغير قابلة للتكثيف، وقد اختلفت كلها باختلاف الانواع ماعدا عائدى سائل التقطير الناتج من مكثف النيتروجين السائل والغازات الغير قابلة للتكثيف. ولقد اوضحت النتائج ما يلى:

١. وجد أن أعلى من الفحم النباتى (Charcoal Yield) كان من البروسوبس (45.33%) بينما أعطى البرتقال والتفاح أقل عائد (35.83 و 35.87% على التوالى). من ناحية أخرى فقد أعطت الانواع الاخرى عائداً جيداً من الفحم النباتى (35.83 – 40.36%). ولقد ارتبط عائد الفحم النباتى طردياً بكل من محتوى المستخلصات الكلية (Total Extractives) وتلك الذائبة فى مخلوط الكحول والبنزين (Alcohol-Benzene Extractives) واللجنين والثقل النوعى (Specific Gravity) للخشب الاصلى.

٢. كانت أعلى كثافة ظاهرية (Apparent Density) للفحم النباتى لانواع البروسوبس والكافور من النوع microtheca والبرتقال (0.581 و 0.549 و 0.533 جم/سم³ على التوالى). بينما أعطى الفيكس والجوافة والكافور البلدى اقل القيم (0.371 و 0.385

و0.429 جم/سم³ على التوالي). ولقد وجدت علاقة طردية بين الكثافة الظاهرية للفحم النباتي وبين الثقل النوعي للخشب الاصلى.

٣. تراوح الانكماش الحجمي (volumetric Shrinkage) للفحم النباتي ملين 35.01 و61.52% للبروسوبس والكازوارينا الحمراء على التوالي. وقد انكشمت هذه الانواع أكثر من المتوقع باستثناء البروسوبس. وقد وجدت علاقة عكسية بين هذا الانكماش وكل من الثقل النوعي للخشب الاصلى ومحتواه من المستخلصات الكلية وتلك الذائبة فى مخلوط الكحول والبنزين.

٤. كانت أعلى حرارة احتراق كلية (Gross Heat of Combustion) لفحم البروسوبس (7673 كالورى/جم) بينما كانت اقل قيمة لفحم الاكاسيا والفيكس (6887 و6844 كالورى/جم). على كل حال فان كل الانواع ما عدا الاخيرين تعتبر مصدراً وقودياً جيداً. وقد ارتبطت حرارة الاحتراق الكلية للفحم النباتي طردياً مع محتواه من الكربون المثبت (Fixed Carbon, FC) وعكسياً مع كمية الرماد به.

٥. كانت كمية الرماد (Ash Content) بفحم الفيكس والاكاسيا هي الاعلى (3.5 و4.52% على التوالي)، بينما فحم التفاح والبروسوبس احتوى على اقل كمية منها (1.11 و0.79% على التوالي). ووجدت علاقة طردية بين كميتى الرماد بالخشب المستخدم والفحم النباتي الناتج. كذلك وجدت اقل كمية مواد متطايرة (Volatile Matter, VM) فى فحم الكازوارينا الحمراء والبرتقال (24.23 و27.61%) ماعدا الاكاسيا التى احتلت موقعا متوسطا بينهما. ايضا وجد ان اعلى محتوى كربون مثبت كان فى فحم البروسوبس والكازوارينا الحمراء والبرتقال (69.23 و68.98 و68.69% على التوالي). على النقيض من ذلك فلقد انتجت الفيكس والاكاسيا والجوافة اقل كميات منه (64.48 و64.63 و65.17% على التوالي).

٦. وبناءً عليه فان الانواع العشرة قد أعطت فحماً نباتياً جيداً وبعوائد كبيرة تحت ظروف عملية التقطير الحرارى الجاف المستخدمة. وبالنسبة للاهمية الصناعية لهذا الفحم فان نسبة VM/FC تعتبر كبيرة نسبياً تحتاج الى تعديل وذلك بالانتاج على درجة حرارة أعلى. كذلك فان خشب البروسوبس يمكن ان يكون مادة خام نموذجية لانتاج الفحم النباتي بسبب تفوقها على باقى الانواع موضع الدراسة فى عادى الفحم والكثافة الظاهرية

وحرارة الاحتراق الكلية مع انخفاض الانكماش الحجمي والرماد وذلك اذا تم تعديل نسبي محتوى المواد الطيارة الى الكربون المثبت حتى $(4:1 \geq)$.

٧. تراوح عائد سائل التقطير الناتج من مكثف النيتروجين السائل وانبوب العينات (N_2 - Liquid Trap Distillate) "NLTD" ما بين 20.85 إلى 30.64% مما يعكس التشابه بين الأنواع في هذه الصفة. بينما تراوحت حرارة احتراقه الكلية ما بين 3658 و4923 كالورى/جم للكافور البلدى والفيكس على التوالي لسبب اختلاف التركيب الابتدائي للخشب. هذا العائد الجيد بالإضافة الى طاقته الحرارية التي تقارب القيمة الحرارية لبعض الأنواع الخشبية مما يجعله مصدرا مناسباً للطاقة لتسخين الافران وتجفيف الاخشاب والفحم النباتي.

٨. تراوح مدى الوزن الجزيئي (Molecular Weight Range) لجزء السائل NLTD المنفصل على عمود الكروماتوجرافى بواسطة كلوريد الميثيلين (Methylene Chloride Fraction) على مدار الأنواع العشرة ما بين 82-390 وكان هذا المدى أوسع فى حالة الأشجار الخشبية عنها لأشجار الفاكهة. فان هذا المدى للمركبات الفينولية كان صغيراً بالرغم من أنها شكلت أكبر قسم من الـ MCF ما عدا الجوافة.

٩. تمت مقارنة المكونات الكيميائية داخل وبين الأنواع باستخدام نتائج تحليل الـ MCF بواسطة جهازى كروماتوجرافى الغاز والمطياف الكتلى معا (GLCL/MS). ووجد أن محتوى المواد الفينولية قد تراوح ما بين 73.01 و7.98% للكافور البلدى والجوافة على التوالي. كذلك فان وجود السرنجول والجوايكول فى كل الأنواع يعكس نشأتها من اللجنين ماعدا التفاح والجوافة التى كانت خالية من الاخير. كذلك فإن السرنجول كان أعلى تركيزاً عن المكونات الاخرى فى كل الأنواع المدروس ماعدا الجوافة التى احتوت على أقل كمية منه.

١٠. ظهر الليمونين فى نصف الأنواع المدروسة بينما ظهرت الكريزولات فى كل الأنواع ماعدا نوعى الكازوارينا مع الجوافة.

١١. المحتوى من المركبات الاروماتية بخلاف الفينولات اختلف ما بين 48.01 و6.76% للكازوارينا الحمراء والكافور البلدى على التوالي. كذلك ظهرت المركبات 2، 3، 5 - ثالث ميثوكسى طولوين وحامض 2.1 - بنزين ثانى الكربوكسيل (ثانى ايثيل هكسيل

استر) أو ثنائي أيزو اوكتيل) و 1- أو 2 ايثيل ثنائي فينيل ميثان بصورة متكررة في معظم الأنواع.

١٢. بالنسبة للمحتوى من المركبات مختلطة الحلقة (Heterocyclics) فلقد تراوحت ما بين 12، 31، و4.536% للكافور من النوع *microtheca* والكازوارينا البيضاء على التوالي بحيث كان المركب 3- استيل -6 ميثيل -5 هـ بيران - 4.2 (3هـ) - دايون هو الأكثر ظهوراً على مدار الأنواع المدروسة بسبب نشأته من الهيميسليلوزات والتي تمثل قسماً ذو قيمة في الخشب. أيضاً تراوح محتوى المركبات الليفاتية ما بين 80.14 و42.2% للجوافة والاكاسيا على التوالي بحيث كان حامض البالمتيك (Hexadecanoic acid) هو الأكثر تكراراً على مدار الأنواع.

١٣. نتج أعلى عائد من المواد المتجمعة في المكثف المائي (Distillate Water Scrubber) من البروسوبس (3.39%) بينما أعطى نوعى الكازوارينا البيضاء والحمراء أقل عائد (0.61 و 0.54% على التوالي). أما بالنسبة للعائد من الغازات الغير قابلة للتكثيف فلقد تراوحت متوسطاتها بين 28.38 و38.36%. ونظراً لأن هذا العائد كبير حيث يقارب ثلث مجموع نواتج عملية التقطير فينصح باستخدامها في عمليات تجفيف الاخشاب والفحم النباتى الناتج.

١٤. يمكن لعملية استعادة المشتقات المعقدة من جزء سائل التقطير ان تصبح ذات جدوى اقتصادية عندما تتم لأنواع ذات محتوى كبير منها بخاصة انها منتج ثانوى بجانب المنتجات الاساسية (الفحم النباتى والغازات). فالكافور البلدى والبروسوبس والاكاسيا والبرتقال هي افضل المصادر لاستعادة السرنجول والجوايكل بكثرة، بجانب فينولات اخرى. كذلك يعتبر الكازوارينا بنوعية انسب مصادر المركبات الاروماتية بخلاف الفينولات بخاصة 2، 3، 5 - ثالث ميثوكسى طولوين و 1، 2 - بنزين ثنائي الكربوكسيل (ثنائى ايثيل هكسيل استر) او ثنائي ايزو اوكتيل).

١٥. يتصدر نوع الكافور *microtheca* مع التفاح قائمة الانواع فى عائد المركبات مختلطة الحلقة. ونظراً لان المركب 3- استيل -6 ميثيل -5 يد - بيران - 4.2 (3 يد) - ديوان هو الأكثر تركيزاً، فيمكن استعادة كميات جيدة من المحلول MCF. كذلك فان النوع الاول يعتبر مصدراً هاماً للمركب ميثيل - أمينو - 3 - ميثيل - 2، 3، 4، 5،

6، 7، - سادس هيدروبنزوثيرازول بينما يعتبر النوع الثانى اهم المصادر احتواءا على المركب ميثيل ثوبنزين. وبالنسبة للمركبات الاليفاتية فان الجوافة هو افضل المصادر التى يمكن استخلاص الاحماض الاليفاتية بخاصة (الهيكاساديكانويك) البالمتيك ومشابه الاكتاديكانويك منها.