مجلة أسيوط للدراسات البيئية – العدد الرابع والعشرون (يناير ٢٠٠٣) .

الاتجاهات الحديثة فى استخدام نبات ورد النيل

الأستاذ الدكتور/ سيد عاشور أحمد

الأستاذ بقسم وقاية النبات – كلية الزراعة – جامعة أسيوط

يعد نبات ورد النيل (water hyacinth) (Mart.) Solms *Eichhornia crassipes*، أخطر حشيشة مائية فى العالم، حيث ينتشر فى معظم البلدان الاستوائية وشبه الاستوائية، وهو نبات مائى طاف حر الحركة أدخل إلى مصر منذ حوالى مائة عام كنبات زينة. والنبات يحتوى على كمية هائلة من الماء (٩٣-٩٦%). وله قدرة فائقة على النمو والتكاثر الخضرى، قد تصل بإنتاجيته إلى أكثر من ٢٠٠ طن/هكتار فى العام[١٥]، ومعدل نمو قد يجاوز ٢٠ جرام فى المتر المربع/يوم، مع قدرة عالية على تحمل الظروف غير المواتية، ويعد ذلك من أهم الأسباب الجوهرية فى تدعيم انتشار النبات.

وللنبات مضار عديدة تهدد صحة الإنسان وممتلكاته ومصادره الطبيعية وأنشطته المختلفة إما بطرق مباشرة أو غير مباشرة، ويمكن تلخيص تلك المضار المعروفة فى النقاط التالية :

١- إعاقة حركة مياه الرى والصرف فى القنوات المائية وبخاصة الترع والمصارف والعمل على زيادة الترسيب.

٢- إعاقة كل من عمليات الملاحة والإنقاذ والإغاثة.

٣- التأثير على المنشآت المائية وماكينات الرى.

٤- زيادة فقد الماء خلال عملية النتح بدرجة كبيرة معتمدة على درجة الحرارة والرطوبة.

٥- توفير مناخ مناسب لنمو وتكاثر الحشرات الضارة نتيجة إضعاف التيار.

٦- توفير ملاذ للقواقع الضارة التى تلتصق بالجذور والأجزاء الخضرية والمساعدة على نقل تلك القواقع من مكان إلى آخر (منها قواقع البلهارسيا والدودة الكبدية وغيرها).

٧- توفير بيئة مثالية للتخفى للحيوانات البرية المؤذية وخاصة الزواحف الخطرة.

٨- تقليل كمية الأكسجين الذائب فى الماء من خلال تنفس الجذور وبخاصة فى المناطق الضحلة شديدة الإصابة مما يهدد حياة الأسماك.

٩- إعاقة عمليات الصيد وتهديد حياة الصيادين بالقوارب الصغيرة لاضطرارهم إلى الاتجاه للأماكن العميقة ذات التيارات الشديدة.

١٠- التأثير على سلسلة السمك الغذائية بحجب الضوء عن العوالق النباتية Phytoplankton.

١١- يتسبب فى ضحالة الماء خلال ترسب الأوراق والجذور القديمة الميتة بقاع المجرى المائى.

مكافحة ورد النيل حاليا فى مصر :

تتم المكافحة حاليا فى مصر بصورة أساسية برفع النبات ميكانيكياً من الماء وذلك بعد التوقف عن استخدام المبيدات منذ عام ١٩٩٢ لمضارها على البيئة. وتعتبر هذه المكافحة ناجحة تماما نظراً لكون النبات حر الحركة ليس له جذور فى عمق رواسب القاع تعوق عمليات جمعه. ويعتبر هذا الاتجاه أحد الاتجاهات العالمية فى مكافحة النبات إضافة إلى محاولة الاستفادة من النبات بعد جمعة. هذا إلى جانب المكافحة البيولوجية باستخدام حشرات متخصصة تم إدخالها من الموطن الأصلى للنبات إلى عديد من دول العالم، ومنها مصر مؤخراً.

استخدام نبات ورد النيل :

هناك دراسات عديدة أجريت بغرض الاستفادة من النبات خاصة بعد جمعه وذلك لمحاولة تعويض تكاليف الجمع من ناحية والحصول على عائد من ناحية أخري، أو استغلاله ليعود بالنفع مما يشجع عمليات المكافحة الميكانيكية. ونستعرض فيما يلى أهم الاتجاهات الحديثة فى الاستفادة من النبات:

١- تغذية الحيوان. ٢- كمحسن للتربة واستخدامه كسماد.

٣- التخلص من العديد من العناصر الملوثة للبيئة المائية.

٤- التخلص من المبيدات والصبغات.

٥- تنقية مياه صرف المصانع والصرف الصحى.

٦- إنتاج البيوجاز. ٧- مكافحة الآفات.

أولاً - تغذية الحيوان :

حظى هذا المجال بنصيب وافر من الدراسة، وهناك بعض الدراسات الإيجابية فى هذا الشأن، منها تقرير سويسرى عن طرق تصنيع الإضافات المحسنة للغذاء والتربة، تبين فيه أنه عند إضافة النبات إلى الغذاء حدثت زيادة حوالى ١٠% فى كمية اللبن المدر، ٣-٥% فى كمية الدهن، ٣-٤% فى كمية بروتين اللبن. وقد اقترح أن تصنيع هذه الإضافة تعتبر وسيلة مفيدة فى مكافحة النبات[٥٧] . ونستعرض فيما يلى أهم الدراسات فى هذا المجال.

أ- تغذية الخراف : أظهرت نتائج إحدى الدراسات فى مصر (جامعة الإسكندرية) على خراف وزن ٤٥ كيلوجرام تم تغذيتها لمدة ٣ أسابيع على النبات المعصور المضاف إليه مركز قياسى بإجمالى نسبة بروتين قدرها ١٦,٩% بروتين خام، أن البروتين فى عليقة النبات كان كافياً وكذلك البروتين القابل للهضم والمغذيات القابلة للهضم وقد تشابهت نفس النتيجة عندما استخدمت على ذكور جاموس زنة ٢٦٠ كيلوجرام لمدة ٩٠ يوم[١١].

إلا أن هناك بعض الدراسات السلبية فى هذا الشأن ولكنها على النبات المنفرد أو المخلوط مع نسبة بسيطة من المركزات الغذائية، منها دراسة فى الهند على خراف عمر ١ - ٤ سنوات تم تغذيتها بالنبات المجفف بالشمس لمدة ٤ شهور حدث فيها نقصاً فى الوزن ونقص فى سكر الدم مع ظهور كيتونات فى البول، كدليل على سوء التغذية، كما نفقت بضعة خراف. وظهرت علامات سوء التغذية على الخراف التى تغذت على النبات المخلوط بـ ١٢٥ جرام مركزات غذائية، بينما ظلت الخراف التى تغذت على النبات المخلوط بـ ٢٥٠ جرام مركزات، سليمة وازداد وزنها بنفس معدل المقارنة[٦].

وفى دراسة أخرى بمصر على خراف الرحمانى زنة ٥٠ كيلوجرام، وجد أن زيادة نسبة النبات المجفف (بدلا من حبوب الشعير) من ٣٠ إلى ٩٠% أحدثت خفضاً فى أخذ المادة الجافة كما خفض من قابلية هضم كل من المادة الجافة والبروتين الخام وخفض من الطاقة القابلة للأيض وصافى الطاقة المطلوبة لادرار اللبن، وكان الميزان النيتروجينى إيجابياً على نسبة ٣٠-٥٠% وسلبيا على نسبة ٧٠-٩٠%[٦١] .

وفى جامعة أسيوط، تمت دراسة عن النبات وأثر تغذيته على الخراف بقسم الإنتاج الحيوانى بكلية الزراعة، تبين فيها احتواء الأجزاء الهوائية من النبات المجفف هوائياً على

النسب المئوية التالية : ١١,٩ بروتين خام، ٢,٥ دهن خام، ١٧,٧ أليياف خام، ٤٠,٤ كربوهيدرات ذائبة، مع وجود ٧٢ مادة عضوية بالنبات ، ٢٠ رماد ونسب متقاربة فى منطقة الجذر، كما احتوى رماد الأجزاء الهوائية على ١,٩٦ Ca، ٣,٨ K، ٠,٤٣ P، ٢,٧٣ Mg ونسب متقاربة فى منطقة الجذر، بينما احتوت الجذور على كميات عالية من بعض العناصر الثقيلة " ٥٧ Cr، ٤١,٥ Cu، ١٤٤٤٨,٥ Fe، ٢٨٨٥ Mn "، واحتوت الأجزاء الهوائية على كميات أقل "١٤,٤، ٣٠، ٢٢٠٣، ١٠٧٠ جزء فى المليون على التوالى". وقد ظهر من الدراسة انخفاض كمية الغذاء المأكول وكفاءته الغذائية عند التغذية على ورد النيل فقط أو التغذية على ورد النيل + قش الأرز (١:١) مع فقد الوزن تدريجيا ونفوق الحيوانات بعد ٦-٨ أسابيع عقب ظهور أعراض الضعف العام وتصلب الأرجل وسيولة اللعاب والإسهال قبل النفوق بيومين، وصاحبت هذه الأعراض تحلل وتكسير كرات الدم الحمراء واختلاف بعض مكونات الدم وهو ما فسر كعرض للتسمم بالنحاس. هذا وقد زاد إضافة العلف غير التقليدى من مقاومة الحيوان لهذه التغيرات المرضية[٢٦].

ب- تغذية الماعز : استخدم النبات فى دراسة بالفلبين مخلوطاً مع تبن الأرز واليوريا بنسبة ١٠٠:٥٠:٠، ١٠٠:١٠٠: ٥,٠، ١٠٠:١٠:١، واستخدم فى معاملة المقارنة تبن الأرز مخلوطاً بالمولاس (٢٠%) واليوريا (٢%) وتم تدعيم جميع المعاملات بمركز إضافى من نخالة الأرز بنسبة ١:١، وأظهرت النتائج عدم وجود فروق معنوية فى القيمة الغذائية للمعاملات (أخذ المادة الجافة الكلى وكفاءة تحويل الغذاء وقابلية هضم البروتين ...) واستنتج أن النبات يعتبر مفيداً للمجترات عند عجز مصادر الغذاء الأخرى[٢٧،٢٨].

ج- تغذية الأبقار : استخدم النبات المقطع فى الهند مخلوطاً مع تبن الأرز واليوريا (٠,٥%) والمولاس (٥%) بعد سلوجته لمدة ٣ شهور، فى تغذية أبقار هجين لمدة ١٤٠ يوم، وذلك مقارنة بعليقة تتكون من السيلاج السابق وتبن الباراجراس بنسبة ١:١ أو بعليقة من النبات الطازج وتبن الباراجراس بنسبة ١:١. وقد تفوقت المعاملة الأولى فى إنتاج اللبن وبروتين ودهن اللبن تلتها المعاملة الثانية[١٤].

وفى دراسات على العجول عمر ٥-٨ شهور تم تغذيتها لمدة ١٨٠ يوم على مخلوط غذائى كامل مضافاً إليه تبن الباراجراس مع أو بدون النبات المسلوج أو الطازج أو الذابل

(٥٠–١٠٠% إحلال)، وأعطى الغذاء المحتوى على ٥٠% نبات مسلوج أو طازج و ٥٠% تبن الباراجراس أفضل النتائج على النمو بدون أى تأثير ضار على الدم أو مكونات البول[١٣].

كما تم تغذية عجول هجين عمر ٦–٩ شهور لمدة ٤٢ يوماً على مخلوط غذائى كامل مضاف إليه النبات الطازج أو المسلوج أو الذابل وتبن الأرز. وقد كان المخلوط الغذائى المضاف إليه النبات المسلوج هو الأكثر استساغة "نتيجة إضافة المولاس" كما حسنت بقية المعاملات من النمو على جميع المستويات المستخدمة[٤٧].

د- تغذية الأرانب : يعد ورد النيل ملائماً فى غذاء الحيوانات غير المجترة مثل الأرانب مقارنة بالمجترات ففى دراسة بالولايات المتحدة الأمريكية تمت تغذية الأرانب لجيلين متتاليين بغذاء يحتوى على البرسيم الحجازى بنسبة ٣٠% بعد تعديله ليصبح ٣٠% ورد نيل + ٠% برسيم حجازى، أو ٢٠% ورد نيل + ١٠% برسيم حجازى. وكانت كلا العليقتين المحتوية على النبات مستساغة وعاشت كل الأرانب، ووصل الجيل الأول فى العليقة الأولى للوزن النهائى بأقل من ١٠% من المقارنة بينما لم يكن بين الجيل الأول فى العليقة الثانية وبين المقارنة فرقاً معنوياً، كما لم يكن بين الجيل الثانى فى العليقتين فرقاً معنوياً فى الوزن النهائى مع معاملة المقارنة[٤٠].

وفى دراسة بنيجيريا على أرانب نيوزيلندى بيضاء عمر ٥ أسابيع ووزن حوالى ٦٠٠ جرام أمكن استخدام النبات بنجاح (يليه نبات خس الماء) فى عليقة بها حتى ٣٠% نبات جاف "تغذية صباحية ثم عليقة خضراء اختيارية بعد الظهر" حيث زاد من وزن الجسم وأخذ العليقة وتحويل الغذاء[٩].

هـ- تغذية الأسماك : استخدم النبات فى بنجلاديش بنسبة ٣٠% مخلوطاً فى عليقة سمك الكارب الهندى الكبير (*Labeo rohita*)، مقارنة بعليقة فول صويا "reference diet" وعلائق أخرى من عدس الماء، نخالة القمح، نخالة الأرز. وقد أعطت عليقة ورد النيل هضم بروتين ظاهرى "APD" (٦٨%) مقارنة بفول الصويا (٨٨%) وتفوق على نخالة القمح (٦٣%). وقد استنتج إمكانية استخدام العلائق المذكورة فى تغذية السمك[٢٢].

وعموماً يمكن حصر معوقات استخدام النبات فى تغذية الحيوان فى مصر بصفة رئيسية فى ارتفاع تكاليف الحصاد لصغر الكميات الناتجة بعد التجفيف وسرعة فسادة عند وجوده فى

أكوام ووجود نسبة عالية من الملوثات فى النبات وبخاصة العناصر الثقيلة وعدم إمكانية الاعتماد عليه طازجاً أو منفرداً. هذا بالإضافة إلى احتمالات الأضرار الأخرى، فقد حللت عينات مصرية من النبات فى ألمانيا ووجدت بها إبر حادة من أكسالات الكالسيوم، ورغم اعتبار التركيز ليس كافياً لإحداث تسمم فإن الإبر قد تؤذى الجهاز الهضمى[١٠].

ثانياً - كمحسن للتربة وكسماد :

حظيت دراسة النبات كمصلح للتربة بدراسات عديدة وبخاصة استخدامه فى تغطية سطح التربة (Mulch) بغرض مكافحة الحشائش والمحافظة على درجة الرطوبة وزيادة المادة العضوية. وقد تمت معظم هذه الدراسات فى الهند وكذلك فى بنجلاديش وإندونيسيا.

فقد أدى استخدامه فى الهند فى تغطية الأرض فى الموز بسمك ٨ –١٠ سم "١٠ طن/هكتار" إلى زيادة المحصول ووزن السباطة إلا أن قش الأرز كان أفضل منه "٣٦ طن" أفضل منه[٢٩]. وكذلك فى الدخان "٤ طن/هكتار" حيث زاد من محصول الأوراق عالية الجودة وكان أفضل من قش الأرز "٤ طن"[٦٦]. وفى الليمون أدى إلى زيادة الكلوروفيل ومحتوى الماء فى النبات وزيادة النمو والمحصول[٤١،٤٢]. كما أدى لخفض كثافة الحشائش فى الجوافة مع زيادة فى المحصول ،وكذلك قش الأرز[١٢]. وفى البطاطس أيضاً أدى إلى خفض كثافة الحشائش ولكن بدرجة أقل من مبيدات قبل الانبثاق وذلك فى تربة خفيفة[١٨]. وفى بنجلاديش أيضا أدت تغطية الأرض بمعدل ٦,٨ – ١٣,٢ طن/هكتار إلى زيادة محصول البطاطس[٤٩].

وفى إندونيسيا استخدمت ٧ معدلات من النبات فى تغطية أرض فول الصويا + عزيق مرتان، ووجد أن استخدام النبات الطازج قد خفض من وجود الحشائش بنسبة وصلت حتى ٦٣–٧٣% وحسن من نمو المحصول، وزاد المحصول إلى ١٧١% حينما أضيف النبات بمعدل ٢٥ طن/هكتار (أوصى بهذا المعدل)، ووجدت الزيادة كنتيجة لخفض كثافة الحشائش وزيادة تكوين القرون وحجم البذور، وقد نصح باستخدام النبات كوسيلة مكافحة بديلة وخاصة بزراعات فول الصويا فى المناطق الجافة التى تحيط بها البحيرات المغزوة بالنبات[٣٢].

كما اختبرت جذور النبات فى تغطية أرض الثوم مقارنة بقش الأرز والعشب الجاف على النمو والمحصول فى مزرعة جامعة بنجلاديش، ووجدت زيادة من كل المعاملات على الصفات الخضرية وصفات المحصول إلى جانب مكافحة الحشائش، وأعطت جذور النبات

أفضل النتائج على المحصول[٧].

وفى مصر تم استخدام النبات فى تسميد الأرض المنزرعة بالفول السودانى والذرة والشعير فى الأراضى الرملية الجيرية، ووجد أن إضافته بمعدل ٢,٥ – ٥ طن/فدان قد حسنت من المحصول وزادت من أخذ عناصر النيتروجين والحديد والمنجنيز والزنك[٤٨].

وفى جامعة أسيوط تم تسميد أرض القمح بمعدلات ٤٠–٨٠ طن/فدان، وأظهرت النتائج زيادة الوزن الجاف وأطوال النبات وزيادة أخذ عناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم وكذلك الحديد والمنجنيز والنحاس والكروميوم فى التربة الرملية الجيرية، مع زيادة المحصول الكلى ومحصول الحبوب فى التربة الرملية الجيرية وكذلك التربة الطينية ولكن بدرجة غير معنوية[٢،٣].

ثالثاً - التخلص من العناصر الملوثة للبيئة المائية :

نالت قدرة النبات على نزع العناصر وتنقية المياه الملوثة اهتماماً علمياً كبيراً، وأجريت العديد من البحوث فى هذا المجال، ويعد Wolverton ومعاونوه بوكالة الفضاء القومى الأمريكية NASA من رواد البحوث فى هذا المجال فى فترة السبعينيات، واستمرت الأبحاث فى هذا المجال حتى الوقت الراهن نظرا للقدرة الفائقة فى امتصاص العناصر الثقيلة والمغذيات المعدنية من البيئة المائية.

وقد احتلت العناصر الثقيلة اهتماماً بالغاً فى هذا الشأن نظراً لدورها الكبير فى تلوث المياه وبخاصة مخلفات المصانع ومخلفات الصرف الصحى فى المدن. فقد أثبتت كثير من الدراسات تراكم عنصر الزئبق وكذلك العناصر الثقيلة الأخرى فى منطقة جذور النبات بدرجة عظيمة عن الأوراق وزيادة الامتصاص بزيادة التركيز. ولم يكن ذلك العنصر على تركيز ١–٢ جزء فى المليون لمدة شهر ساماً للنبات لكنه خفض من إنتاج المادة الطازجة وطول الجذر ونسبة الكلوروفيل فى النبات، وتؤكد هذه الدراسة وغيرها من الدراسات المماثلة إمكانية الاستفادة من النبات كمراكم حيوى للزئبق فى البحيرات الملوثة[٦٠]. كذلك فإن نزعه لكميات كبيرة من ذلك العنصر يخفض السمية بطريقة غير مباشرة على الأسماك[٢٤].

كما وجد أن لهذا النبات قدرة فائقة على استخلاص ونزع الرصاص وزيادة تركيزه فيه وبزيادة حجم المحلول بالنسبة للنبات تزداد نسبة الانتزاع كما إن تقليب المحلول يزيد من نزع

العنصر[٤]. كما أمكن الاستدلال بتحليل جذور النبات عن مدى تلوث المياه بالمعادن الثقيلة (منها النحاس والزنك والحديد والمنجنيز) بتأثير مياه الصرف الصناعى ومياه صرف الحضر[١٩].

وقد أمكن للنبات امتصاص تركيز ١٠ ملجم لكل لتر من كل من النحاس والزنك بالكامل خلال ٤٨ ساعة، وتراكم معظم المعدنين فى الجذور، وحدث بعض التنشيط للامتصاص عند خلط المعدنين معاً، مظهراً قدرة على امتصاص وتراكم كميات كبيرة من أيونات المعدن على درجات الـ pH العالية[٦٨] .

وعن عنصر السلينيوم، تمكن النبات من رفع ٣٠٠ ميكروجرام/ جرام مادة جافة خلال أسبوعين، وذلك من محلول قوته ٢,٥ ميكروجرام لكل مل (وإن كانت بعض الأعشاب المائية الأخرى مثل عدس الماء والأزولا "بالولايات المتحدة" أقوى منه فى نزع العنصر "٥٠٠ و١٠٠٠ ميكروجرام على التوالى")، وقد أثبت ذلك قدرة السلينيوم على الدخول بسرعة فى السلسلة الغذائية وقدرة النبات على معالجة الماء الملوث[٤٥].

وقد أظهر الكادميوم سمية أكثر على النبات مقارنة بالكروميوم والزنك على التركيزات أكبر من ٢,٥ جزء فى المليون، وقد خفض الزنك ٣٠% من وزن النبات عند تركيز ٩ جزء فى المليون، وتم رفع هذه المعادن تماماً من المحلول خلال ٢٤ يوماً[١٦].

إلا أن هناك محدودية فى امتصاص بعض العناصر مثل الزرنيخ حيث يثبط تركيز الفوسفات العالى من نزع هذا العنصر رغم إمكانية النبات على نزعه بكفاءة من المحاليل المخففة، كما يمكن للزرنيخ أن يرشح مرة أخرى من النبات للماء[٣٥].

كما يمكن للنبات نزع السيانيد الحر (٣-٣٠٠ ملجم/لتر خلال ٨ ساعات معملياً)، وعند وضع النبات فى مياه صرف مصنع ذهب صناعى تحتوى على ملوثات، تمكن النبات من نزع ٤٦-٥٦% سيانيد حر، ٢٦-٦٢% زنك، ١٨-٣١% حديد[٢١].

هذا وتتراكم العناصر المغذية فى منطقة الأوراق بدرجة أكبر عن الجذور. وتتفاوت بعض العناصر فى درجة وجودها فى أجزاء الورقة ذاتها، فقد وجدت كميات من البوتاسيوم والفوسفور ومستويات منخفضة من الصوديوم بمنطقة النصل مقارنة بعنق الورقة[٤٣].

رابعاً - التخلص من المبيدات والصبغات :

أمكن للنبات نزع صبغات Victoria blue, Methylene blue من المحاليل المائية (أكبر قدرة للنبات فى الامتصاص كانت ١٢٩ و١٤٥ ملجم/جم)، واستنتج أن النبات يمثل مصدراً زهيد الثمن للامتصاص البيولوجى للأصباغ[٣٦].

كما تمكن النبات من نزع مبيدات الـ DDT و na fluoride و Metacid من البيئة المائية وكان أعلى امتصاص بعد ١٤ ساعة و٤٨ ساعة و١٢٠ ساعة على الترتيب[٢٠].

كما استطاع النبات نزع مبيد PCP ووصل إلى حالة الثبات بعد ٢٤-٤٨ ساعة، كما حدث تكسير للمبيد داخل النبات إلى *o, p,* chlorohydroxyphenols ووجدا فى النبات فى أشكال مربوطة "bound / conjugated forms"، واعتبر أن للنبات دور هام فى تقرير مصير الكيماويات فى البيئة – فنلندا[٥١].

خامساً - تنقية مياه صرف المصانع والصرف الصحى :

هناك العديد من الدراسات التطبيقية التى تؤكد قدرة النبات على المساعدة فى تنقية مياه البرك الملوثة ومياه صرف المصانع ومياه الصرف الصحى، فقد كان النبات أفضل من خس الماء والسلفينيا وعدس الماء فى نزع النيتروجين والفوسفور (٧٠ و٩٦% نزع على التوالى) من ٣ برك فى منطقة فاراناسى بالهند (شهرياً لمدة عام) خلال الصيف وموسم المطر، وكان عدس الماء الأفضل فى الشتاء فى نزع الفوسفور[٦٦].

وفى ماليزيا أمكن استخدام النبات بصورة اقتصادية وفعالة فى معاملة مياه صرف مصانع عصر زيت النخيل والمطاط[١]. كما أمكن للنبات خفض الحمل البيولوجى العضوى خاصة COD, TN بحوالى ٦٠% فى مياه صرف مصانع زيت الزيتون – إيطاليا[١٧]. كما انخفضت الملوثات بواسطة النبات فى برك معدة لمياه صرف مصنع مركزات عصارات نباتية بسرى لانكا : انخفاض ١٠٠% للـ BOD وأكثر من ٨٠% للـ COD وخفض معنوى للـ TSS وذلك بعد عشرة أيام من وضع النبات[٣٠].

وفى فيتنام استخدم النبات وكذلك الكلورللا والغاب فى تنقية مياه صرف مصنع لتكرير البترول فى ثلاثة أحواض متتالية، وقد تم تنقية البترول بنسبة ٩٧- ٩٨% والـ COD بنسبة ٨٨-٩٣% كما ساعد ذلك فى رفع كثير من العناصر المعدنية[٦٤].

وباستخدام النبات أمكن إنتاج نظام يمكنه معاملة المياه الملوثة بكميات كبيرة من

السلفات دون إنتاج روائح أو حشرات غير مرغوبة، وكان الماء المعالج معادلا لمثيله الناتج من معاملة ثانوية متقدمة، وتم تصميم بناء بسعة ٣٨٠٠ متر مكعب/يوم لتنقيتها بواسطة النبات (الولايات المتحدة)[٦٣].

كما تمكن النبات من نزع النترات والأمونيوم بكفاءة عند تواجدها بكميات غير سامة فى مياه صرف مصنع حمض أكساليك ومياه صرف صحى بالهند حيث تمكن النبات من نزع ٦٦% و٩٥% على التوالى من المحتوى النيتروجينى[٣٩]. كما نزع الزئبق من مياه صرف مصنع للقلويات المكلورة (تركيز حتى ١ ملجم/لتر) مثبتاً قدرته على نزع العنصر من المياه الملوثة[٣٤]. واستخدم فى معالجة مياه صرف مصنع دباغة جلود ووجد تراكماً لمعظم الكروميوم (٣٨ جزء فى المليون) يتبعه عدس الماء، وكان التراكم فى الجذور أعظم[٥٨].

وقد استطاعت النباتات الصغيرة (١٠ جم وزن و١٠ سم طول وبها ورقتان) الموضوعة فى أوعية بلاستيكية (١٠ لتر) أن تنتزع العناصر الثقيلة من عينات مياه صرف مصنع بمنطقة لاوانج بإندونيسيا وقد زاد نموها مع قلة تركيز تلك العناصر[٣٨].

وفى معالجة مياه الصرف الصحى فى الهند كان الماء الملوث الناتج بعد تركه فى أحواض بها ورد النيل كان أقل بنسبة ١٧% نزع للـ BOD, TSS عن أحواض الأكسدة، كما أمكن خفض الحمل العضوى من ٢٢٠ كجم BOD /هكتار/يوم إلى ٣٠ ملجم/لتر، وبدا النظام ممكناً للتطبيق للتجمعات السكانية الصغيرة[٣١]. وكذلك فى مياه مجارى لمدينة فاراناسى مخلوطة بمياه مخلفات مصانع عوملت المياه على ثلاث مراحل : بورد النيل (١٥ يوماً) ثم نموات طحالب (٥ أيام) ثم ورد النيل (٩ أيام)، وكان نتيجة ذلك حدوث خفض شديد فى كل من BOD, TSS, Alkalinity, PO4-P, NO3-N, NH4-N, COD, Hardness, Coliform bacteria مع زيادة نسبة الأكسجين الذائب[٦٥].

وفى الصين فى برك من مياه صرف مستشفى كان النبات أكثر قدرة على رفع والتخلص من العديد من الملوثات إلى جانب حشائش مائية أخرى منها عدس الماء، مع زيادة محتوى النبات من الملوثات بزيادتها فى الماء الملوث[٥٣]. وفى اليابان وخلال عام نزع النبات ٥٨% من الـ TN و ٤٦% من الـ IN و ٨٠% من الـ TP و ٥٦% من الـ IP وذلك من مياه ترانش صرف صحى فى أوكاياما وكان أفضل من ١٠ حشائش مائية أخرى منها أحد أنواع التايفا

والإلوديا والغاب[٤٤].

وبالقرب من مدينة صغيرة فى ألاباما بالولايات المتحدة درست إمكانية استخدام النبات كمعالجة غير مكلفة سهلة التنفيذ لمياه الصرف الصحى (لمدة عام ونصف) بقسم الهندسة المدنية بولاية جنوب كارولينا، وقد وجد على معدل أحمال هيدروليكى ١٨٧٠ متر مكعب/هكتار/يوم أنه بالإمكان حفظ مستوى الـ BCOD5 و TSS تحت مستوى ١٠ ملجم/لتر والـ NH4-N تحت مستوى ٥ ملجم/لتر، بينما وجد على حمل ١١٧٠ متر مكعب قد انخفضت الـ NH4-N إلى أقل من ٢ ملجم/لتر[٣٧].

سادساً - إنتاج البيوجاز :

ثبت بوسائل التخمر اللاهوائى إمكانية تحويل النبات إلى البيوجاز الذى يحوى حوالى ٧٠% من غاز الميثان و٣٠% ثانى أكسيد الكربون، والذى يمكن استخدامه فى الطهى والإنارة وإنتاج الكهرباء، هذا إلى جانب إنتاج سماد عضوى يصلح كسماد سائل أو مجفف خلال عملية التخمر. وبناء على دراسات لوكالة الفضاء القومى الأمريكية منذ أكثر من عشرين عاما فإن الهكتار الواحد من تجمعات النبات الكثيفة يمكن أن ينتج أكثر من ٧٠ ألف متر مكعب من البيوجاز.

وفى دراسات لتحسين إنتاج للغاز ثبت أن النبات الجاف والمطحون أفضل من النبات الطازج، وأن الأوراق أفضل من الجذور، كما أن الخليط المكون من ٢٥% روث ماشية و٧٥% ورد نيل يعطى أفضل معدلات إنتاج الغاز، وقد أعطى المهضم سعة ٦ متر مكعب المملوء بخليط النبات وروث الماشية حوالى ٢ متر مكعب من الغاز فى اليوم بعد أسبوع من التحميل واستمر إنتاج الغاز لمدة شهر[٢٣]. وقد وجد تزايد فى إنتاج الغاز مع خلط النبات مع فضلات دودة الحرير وبنوعية أفضل (أقل نسبة من ثانى أكسيد الكربون)[٥٩].

سابعاً - مكافحة الآفات :

دلت عديد من البحوث التى أجرى معظمها فى الهند على مستخلصات النبات وجود تأثير على بعض الآفات الحشرية والفطرية والنيماتودية. فقد أثر المستخلص الخام للنبات على نمو وتكاثر حشرة الحبوب المخزونة *Corcyra cephalonica* كمعاملة موضعية للمستخلص الأسيتونى على العمر اليرقى الخامس، فأطالت بعض التركيزات (٠,٢٥ – ٠,٥ميكروجرام) من

العمر اليرقى وفشلت الحشرات الكاملة الناتجة فى التكاثر وماتت بعد يومين إلى ثلاثة أيام، وعلى تركيز ٠,٧٥ – ١ ميكروجرام اسودت معظم اليرقات ورشحت سوائلها وماتت دون تعذر "الجرعة النصفية القاتلة ٠,٦٥ ميكروجرام = LD50 " [٢٥]. وكذلك عند خلط المستخلص الخام للنبات مع بيئة تغذية ليرقات حشرات حبوب مخزونة أدى ذلك إلى إعاقة التطور وحدوث نسبة من الموت للطور اليرقى الرابع[٥٠].

وقد تسبب المستخلص الأسيتونى للنبات فى تثبيط النمو وحدوث نشاط مشابه للـ Juvenile hormone فى يرقات بعوض الكيوليكس ولوحظ وجود طور يرقة/عذراء وحشرات كاملة بعضلات طيران مشوهة وكتل بيض معيوبة كما أعطت الأطوار الكاملة الناتجة كتل بيض أصغر[٥٢]. وعلى دودة ورق القطن كان لمستخلص النبات تأثيراً مضاداً للتغذية (قلة التغذية) على أوراق الخروع كما تأثرت اليرقات عند التغذية بأوراق معاملة بتركيز ٢٠٠ جزء فى المليون فى صورة نقص البروتين والكربوهيدرات والليبيدات وزاد ذلك التأثير بزيادة التركيز[٨].

وفى دراسة على انتقال مبيد الـ temephos خلال النبات تبين إمكانية الانتقال بعد معاملة سطح الأوراق بمعدلات حتى ٥٠٠ ملجم/نبات فى الكحول وتركها لتجف ثم وضع النبات فى الماء واختبار وجود المبيد فى الماء باستخدام بعوض *Aedes aegypti* [٣٣].

وعلى الفطريات أعطى مستخلص النبات (٥ و ١٠ و ٢٠ مل) معاملاً للتربة تأثيراً على فطر *Macrophomina phaseolina* الذى تم تلقيحه لبادرات نبات الحمص[٥٥]. وعلى الطحالب فصلت ثلاث مواد . باستخدام الـ HPLC وأعمدة الكروماتوجراف وذلك من المستخلص الأسيتونى للنبات . لها تأثير مضاد للطحالب، وهى مركبات N-phenyl-2-naphthylamine, linoleic acid and glycerol-1,9-12-octadecadienoic ester.[٦٩].

وعلى النيماتودا تسببت إضافة النبات المقطع كمصلح للتربة فى المكافحة الفعالة لنيماتودا *Meloidogyne incognita; Rotylenchulus reniformis* التى تهاجم الطماطم والباذنجان وحسنت من نمو المحصول، كما أظهرت مستخلصات النبات خواصاً إبادية للنيماتودا[٥٤]. وأظهرت الأوراق الجافة المطحونة وأجزاء النبات تأثيراً على أعداد نيماتودا *M. incognita* وعدد كتل البيض وزاد المحصول لكن بدرجة أقل من معاملة مبيد الـ aldicarb وأوراق النيم المطحونة[٤٦].

وقد وجد أن التربة المعاملة بأوراق وأزهار النبات قد حدث بها مكافحة كافية لنيماتودا

T. brassicae وحسن من نمو محصول الكرنب والقرنبيط، كما أظهر المستخلص المائى للنبات سمية لهذه النيماتودا[٥٦]. كما أمكن للأوراق المقطعة للنبات تثبيط تكاثر النيماتودا المتطفلة فى حقل موبوء بها[٥].

ورغم هذه الدراسات التى أجريت بالهند عن تأثير النبات على النيماتودا، فلم يلاحظ فى دراسة بالولايات المتحدة أى تأثير على مكافحة النيماتودا (عدد العقد الجذرية/جم) أو تحسين نمو النبات (وزن النبات) عند إضافة ورد النيل الجاف إلى تربة الطماطم المصابة بنيماتودا *M. incognita* فى الصوبة، وذلك بعد شهرين من المعاملة[٦٢].

المراجـع :

1-Abdullah, M.Y. 1988. Status of water hyacinth infestation and management in Malaysia. In Drylands, wetlands, croplands: turning liabilities into assets. Nairobi, Kenya; United Nations Environment Program, INFOTERRA Program Activity Centre (1988) 53-61.

2-Abu-zeid, M.I.; El-desouky, M.A.; Ahmed, S.A. 1992. Contents of some heavy metals in wheat plants grown in soils treated with water hyacinth. Proceedings of the National Symposium on Water hyacinth, Assiut University, Egypt (25-26 Feb. 1992).

3-Ahmed, S.A.; El-desouky, M.A.; Gameh, M.A. 1992. Utilization of water hyacinth as a soil amendment: growth and contents of N, P, K of wheat. Proceedings of the National Symposium on Water hyacinth, Assiut University, Egypt (25-26 Feb. 1992).

4-Akcin, G.; Saltabas, O.; Afsar, H. 1994. Removal of lead by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). Journal of Environmental Science and Health. Part A, Environmental Science and Engineering 29 (10) 2177-2183.

5-Akhtar, M.; Anver, S.; Yadav. A. 1990. Effects of organic amendments to soil as nematode suppressants. International Nematology Network Newsletter 7 (3) 21-22.

6-Babu, N.S.; Paliwal, O.P.; Charan,K.; Singh, K.P.; Parihar, N.S. 1988. Effects of water hyacinth feeding in sheep with special reference to renal lesion. Indian Journal of Veterinary Pathology 12, 33-36.

7-Baten, M.A.; Nahar, B.S.; Sarker, S.C.; Khan, M.A.H. 1995. Effect of different mulches on the growth and yield of late planted garlic (*Allium sativum* L.). Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research 38 (3/4) 138-141.

8-Begum, S.S.; Sathiamoorthy, V.R.; Subbiah, G.N.; Prabakaran, V. 1993. Effect of *Eichhornia crassipes* leaf extract on Lepidopteran pest *Spodoptera litura*. Journal of Ecotoxicology and Environmental Monitoring 3 (1) 51-54.

9-Biobaku, W.O.; Ekpenyong, T.E. 1991. Effect of feeding graded levels of water lettuce and water hyacinth on the growth of rabbits. Journal of Applied Rabbit Research 14 (2) 98-100.

10-Bolenz, S.; Omran, H.; Gierschner, K. 1990. Treatments of water hyacinth tissue to obtain useful products. Biological Wastes 33 (4) 263-274.

11-Borhami, B.E.; Zahran, S.M.; Fahmy, W.G.; Somaa, A. 1992. The utilization of protein extraction residues from berseem and water hyacinth for fattening buffalo calves. Buffalo Bulletin 11 (2) 40-43.

12-Borthakur, P.K.; Bhattacharyya, R.K. 1993. Effect of mulches on controlling weeds in guava orchards. Proceedings of an Indian Society of Weed Science International Symposium, Hisa, India, 18-20 Nov. 1993.

13-Chakraborty, B.; Biswas, P.; Mandal, L.; Banerjee, G.C. 1991. Effect of feeding fresh water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) or its silage on the milk production in crossbred cows. Indian Journal of Animal Nutrition 8 (2) 115-118.

14-Chakraborty, B.; Mandal, L.; Banerjee, G.C. 1991. Effect of feeding water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in its various forms on growth performance in cross-bred calves. Indian Journal of Animal Nutrition 8 (4) 260-273.

15-Delgado, M.; Bigeriego, M.; Guardiola, E. 1992. Water hyacinth biomass production in Madrid. Biomass and Bioenergy 3 (1) 57-61.

16-Delgado, M.; Bigeriego, M.; Guardiola, E. 1993. Uptake of Zn, Cr and Cd by water hyacinths. Water Research (Oxford) 27 (2) 269-272.

17-Forgione, P.; Ferrara, L.; Schettino, O. 1990. [Comparison of the efficacy of some hydrophytes used for the depuration of olive oil factories water]. Industrie Alimentari 29 : 362-364.

18-Gogoi, A.K.; Pathak, A.K.; Deka, J.; Kalita, H. 1991. Preemergence herbicides for weed control in potato (*Solanum tuberosum*). Indian Journal of Agronomy 36 (Supplement) 313-314.

19-Gonzalez, H.; Lodenius, M.; Otero, M. 1989. Water hyacinth as indicator of heavy metal pollution in the tropics. Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 43 (6) 910-914.

20-Gopal, V.; Maheshawari Devi, K.; Gopal, R. 1991. A biological technique of differential depollution of heavy metals and pesticides. Journal of Ecotoxicology & Environmental Monitoring 1 (4) 250-264.

21-Granato, M. 1993. Cyanide degradation by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). Biotechnology Letters 15 (10)1085-1090.

22-Hossain, M.A.; Shikha, F.H. 1996. Apparent protein digestibility coefficients of some low protein ingredients for rohu (*Labeo rohita*). Journal of Aquaculture in the Tropics 11 (3) 161-166.

23-Hussein, A.M. 1992. Industerial utilization of water hyacinth as compared to mechanical control. Proceedings of the National Symposium on Water hyacinth, Assiut University, Egypt (25-26 Feb. 1992).

24-James, R.; Sampath, K.; Pattu, V.J.; Devakiamma, G. 1992. Utilization of (*Eichhornia crassipes*) for the reduction of mercury toxicity on food transformation in *Heteropneustes fossilis*. Journal of Aquaculture in the Tropics 7 (2) 189-196.

25-Jamil, K.; Sighamony, S.; Jyoti, K. N. 1988. New insect growth regulatory compound for the control of Indian rice moth *Corcyra cephalonica*. Current Science 57 (18) 1002-1003.

26-Kabak, A.N. 1993. Effect of feeding water hyacinth at different levels on animal performance. M. Sc. Thesis. Animal Production Dept., Faculty of Agriculture, Assiut University, 102 pp.

27-Kibria, S.S.; Roxas, D.B.; Ranjhan, S.K. 1990a. A ruminant feed based on water hyacinth: its nutrient digestibility. Indian Journal of Animal Sciences 60 (8) 991-994.

28-Kibria, S.S.; Roxas, D.B.; Ranjhan, S.K. 1990b. Ruminant feed based on water hyacinth: Short term effect on the growth of goats. Indonesian Journal of Tropical Agriculture 2 (1) 51-53.

29-Kotoky, U.; Bhattacharya, R.K. 1991. Bunch weight and yield of banana as influenced by organic mulches. Indian Journal of Horticulture 48 (2) 121-123.

30-Krishanthi, A.; Yapa, P.A.J.; Kanthi, A. 1996. Laboratory studies on the use of *Eichhornia crassipes* in treatment systems for skim latex serum. Journal of the National Science Council of Sri Lanka 24 (2) 51-62.

31-Kumar, P.; Garde, R.J. 1989. Potentials of water hyacinth for sewage treatment. Research Journal of the Water Pollution Control Federation 61 (11/12) 1702-1706.

32-Lamid, Z.; Wahab, R. 1996. Utilization of water hyacinth as fresh mulch for controlling soybean weeds grown on dryland soil. Biotrop Special Publication (1996) No. 58, 21-28.

33-Lee, H.L. 1995. Preliminary laboratory studies on the translocation of temephos in water hyacinth as a novel method of insecticide delivery. Tropical Biomedicine 12 (2) 187-190.

34-Lenka, M.; Panda, K.K.; Panda, B.B. 1990. Studies on the ability of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) to bioconcentrate and biomonitor aquatic mercury. Environmental Pollution 66 (1) 89-99.

35-Low, K.S.; Lee, C.K. 1990. Removal of arsenic from solution by water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). Pertanica 13 (1) 129-132.

36-Low, K.S.; Lee, C.K.; Tan, K.K. 1995. Biosorption of basic dyes by water hyacinth roots. Bioresource Technology 52 (1) 79-83.

37-Mcanally, A.S.; Benefield, L.D. 1992. Use of constructed water hyacinth treatment systems to upgrade small flow municipal wastewater treatment facilities. Journal of Environmental Science and Health. Part 1, Environmental Science and Engineering A27 (3) 903-927.

38-Moenandir, J.; Murgito. 1994. Heavy metal absorption by aquatic weeds. Agrivita 17 (2) 61-64.

39-Moitra, J.K.; Pandey, G.S. 1990. Slurry-explosive plant waste waters: environmental impact and treatment. Science of the Total Environment 95, 191-199.

40-Moreland, A.F.; Collins, B.R.; Hansen, C.A.; O'Brien, R. 1991. Wastewater grown water hyacinth as an ingredient in rabbit food. Journal of Aquatic Plant Management 29, 32-39.

41-Nath, J.C.; Sarma, R. 1992. Effect of organic mulches on growth and yield of Assam lemon (*Citrus limon* Burm). Horticultural Research Journal 5 (1) 19-23.

42-Nath, J.C.; Sarma, R. 1993. Leaf chlorophyll and leaf relative water content (RWC) of Assam lemon (*Citrus limon* Burm) as affected by organic mulches. South Indian Horticulture 41 (4) 225-226.

43-Oke, O.A.; Elmo, B.O. 1990. Elemental analysis of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) growing in the Badagry lagoon of Lagos state, Nigeria. Nigerian Journal of Weed Science 3, 67-70.

44-Oki, Y. 1992. Effects of aquatic weeds on nutrient removal from domestic sewage. Proceedings of the 1st International Weed Control Congress. Melbourne, Australia; Weed Science Society of Victoria Vol. 2, 365-371.

45-Ornes, W.H.; Sajwan, K.S.; Dosskey, M.G.; Adddriano, D.C. 1991. Bio-accumulation of selenium by floating aquatic plants. Water, Air and Soil Pollution 57-58, 53-57.

46-Pathak, A.K.; Yadav, B.S.; Brar, J.S. 1988. Water hyacinth and neem leaves for the control of root knot nematode *Meloidogyne incognita* on brinjal. Plant Disease Research 3 (1) 74-76.

47-Poddar, K.; Mandal, L.; Banerjee, G.C. 1990. Effect of feeding different forms of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) on palatability in growing calves. Indian Journal of Animal Nutrition 7 (3) 211-214.

48-Rabie, M.H.; El-saadani, A.M.; Abdel-Sabour, M.F.; Mousa, I.A.I. 1995. The use of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as an organic manure to amend soils. Egyptian Journal of Soil Science 35 (1) 105-116.

49-Rahman, M.M.; Rahman, M.A.; Islam, M.R. 1992. Agroeconomic productivity of panikachu and potato intercropping in shallow ditches. Annals of Bangladesh Agriculture 2 (1) 53-58.

50-Rani, P.U.; Jamil, K. 1989. Effect of water hyacinth leaf extract on mortality, growth and metamorphosis of certain pests of stored products. Insect Science and its Application 10 (3) 327-332.

51-Roy, S.; Hanninen, O. 1994. Pentachlorophenol: uptake/elimination kinetics and metabolism in an aquatic plant, (*Eichhornia crassipes*). Environmental Toxicology and Chemistry 13 (5) 763-773.

52-Saxena, R.C.; Dixit, O.P.; Sukumaran, P. 1992. Laboratory assessment of indigenous plant extracts for anti-juvenile hormone activity in *Culex quinquefasciatus*. Indian Journal of Medical Research. Section A, Infectious Diseases 95 (July) 204-206.

53-Shi, S.X.; Wang, X.C. 1991. The purifying efficiency and mechanism of aquatic plants in ponds. Water Science and Technology 24 (5) 63-73.

54-Siddiqui, M.A.; Alam, M.M. 1989. Possible utilization of a noxious weed in nematode control. Biological Wastes 28 (3) 181-188.

55-Siddiqui, M.A.; Alam, M.M. 1990. Further studies on the use of water hyacinth in nematode control. Biological Wastes 33 (1) 71-75.

56-Siddiqui, Z.A.; Husain, S.I. 1990. Herbal control of root-knot and root-rot diseases of chickpea. 1. Effect of plant extracts. New Agriculturist 1 (1) 1-6.

57-Simsa, P.; Toth, J.; Czako, L.; Mihaltz, P. 1993. Method for the manufacture of fodder and/or soil improving agents from waste material. United States Patent US 5 198 252, 4 pp.

58-Singaram, P. 1994. Removal of chromium from tannery effluent by using water weeds. Indian Journal of Environmental Health 36 (3) 197-199.

59-Somanna, D.; Reddy, D.N.R. 1995. Comparative production of biogas from mulberry silkworm execreta and other substrates. Mysore Journal of Agricultural Sciences 29 (4) 327-331.

60-Tabbada, R.A.; Florendo, P.E.; Santiago, A.E. 1990. Uptake and some physiological effects of mercury on water hyacinth, *Eichhornia crassipes.* BIOTROPICA (1989/1990) No. 3. 83-91.

61-Tagel-din, A. E.; Nour, A.M.; Nour, A.A.; Ahmed, M.H. 1989. Evaluation of water hyacinth in a complete diet for ruminants. Proceedings of the 3rd Egyptian British conference on animals, fish and poultry production, 7-10 Oct. 1989, Alexandria, Egypt.

62-Tarjan, A.C. 1990. Test with three ubiquitous materials for biocontrol of *Meloidogyne incognita* infecting tomato plants. Nematologia Mediterranea 18 (2) 231-232.

63-Tchobanoglous, G.; Maitski, F.; Thompson, K.; Chadwick, T.H. 1989. Evolution and performance of city of San Diego pilot-scale aquatic wastewater treatment system using water hyacinths. Research Journal of the Water Pollution Control Federation 61 (11/12) 1625-1635.

64-Triet, L.M.; Viet, N.T.; Thinh, T.V.; Cuong, H.D.; Buren, J.C.L. Van. 1991. Application of three-step biological pond with the use of aquatic plant for post treatment of petroleum wastewater in Vietnam. Water Science and Technology 23 (7-9) 1503-1507.

65-Tripathi, B.D.; Shukla, S.C. 1991. Biological treatment of wastewater by selected aquatic plants. Environmental Pollution 69 (1) 69-78.

66-Tripathi, B.D.; Srivastava, J.; Misra, K. 1991. Nitrogen and phosphorus removal capacity of four chosen aquatic macrophytes in tropical freshwater ponds. Environmental Conservation 18 (2) 143-147.

67-Tripathi, S.N.; Singh, B.L.; Ghosh, P.G. 1991. Influence of mulching, topping and intercropping on Motihari tobacco (*N. rustica* L.). Indian Journal of Agronomy 36 (2) 194-196.

68-Yahya, M. Nor. 1990. The absorption of metal ions by Eichhornia crassipes. Chemical Speciation and Bioavailability 2 (2) 82-91.

69-Yang, S. Y.; Yu, Z.W.; Sun, W.H.; Zhao, B.W.; Yu, S. W.; Wu, H.M.; Huang, S.Y.; Zhou, H.Q.; Ma, K.; Lao, X.F. 1992. [Isolation and identification of antialgal compounds from the root system of water hyacinth]. Acta Phytophsiologica Sinica 18 (4) 399-402.