استغلال النبات

الفصل التاسع

التكوين الكيميائى

التكوين الكيميائى

لاقى التكوين الكيميائى لورد النيل اهتماماً كبيراً لأسباب عدة. وقد أجريت منذ عقود العديد من التحليلات الكيميائية للنبات لتقدير قيمته كمصدر للعناصر المعدنية كالنيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم لاستخدامها فى الزراعة. ثم تحول الاتجاه إلى إمكانية استخلاص البروتين من الأجزاء الخضرية للنبات وكذلك من بعض النباتات المائية الأخرى (٢٧٩)، كما امتد الاهتمام أيضاً إلى عدد من العناصر الصغرى الموجودة بالنبات وخاصة العناصر الثقيلة والمعروفة كملوثات للماء وتُمتص وتتراكم فى النبات (١٩٠).

وتدل نتائج التحليل الكيميائى على وجود مدى واسع من القيم للعنصر المعدنى الواحد المقدر بالنبات. ويرجع ذلك إلى اختلاف منطقة تواجد النبات وموضعه فى التجمع والموسم وأجزاء النبات والطبيعة الكيميائية للبيئة التى يعيش فيها. وقد أشير فى عديد من الدراسات إلى أثر العوامل المناخية على النبات ومحتواه الكيميائى. وعلى رغم تكاثر النبات خضرياً وبسرعة فإن النباتات من مختلف الأعمار والأشكال تتواجد معاً فى نفس التجمع وتظهر اختلافاً فى تركيبها الكيميائى. وقد سجل فى كثير من الدراسات أن أقصى محتوى من العناصر يتواجد فى الوقت الذى يكون النمو فى حده الأقصى.

وفى دراسة بجنوب أفريقيا (٢٥١)، تبين بالفعل أن اختلاف مناطق النبات وموقع النبات داخل التجمع الواحد "كأن يكون مثلاً على الحافة أو فى وسط التجمع"، يؤثر بدرجة عالية على المحتوى الكيميائى للنبات خاصة فيما يتعلق بتركيزات الصوديوم والماغنيسيوم والفوسفور، كما تتفاوت أجزاء النبات فى محتواها من العناصر الغذائية والتى تكون بأقل تركيز لها فى الجذور، بينما توجد العناصر الثقيلة كالكادميوم والرصاص فى الجذور بدرجة أكبر وبدرجة أقل فى الريزوم وبأقل تركيز فى الأوراق (١١٦).

وقد وجد ارتباط أكثر أهمية بين الاختلافات فى التركيب الكيميائى للنبات والحالة الكيميائية للبيئة المائية. ووجد ارتباط موجب فى كثير من الأماكن بين المحتوى من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم من ناحية وأنسجة النبات (٩٢). كما وجد ارتباط موجب للنحاس والكادميوم والنيتروجين والبوتاسيوم والصوديوم والماغنسيوم والرماد.

وقد تبين تأثر امتصاص العناصر بدرجة الحرارة. حيث ازداد أخذ عناصر البوتاسيوم والماغنسيوم والكالسيوم إلى أقصاه عند درجة حرارة ٣٠ مئوية تلتها درجة ٢٥ ثم درجة ٣٥. كما وجد فى التركيزات العالية من الفوسفور فى البيئة المائية أن ذلك العنصر يتوزع بدرجة منتظمة أكبر فى أجزاء النبات عنه فى التركيزات المنخفضة من العنصر (١٧٤).

وعادة ما يمتص النبات النيتروجين ٥ – ١٠ مرات قدر امتصاص الفوسفور، ويتناقص متوسط المحتوى النيتروجينى للنبات من شهر يونيو إلى شهر سبتمبر. وقد تراوح تركيز النيتروجين والفوسفور فى عينات النبات الجافة، فى ٣٢ بيئة مختلفة، من ١,٢ – ٥,٦٪ نيتروجين و ٠,١ – ٠,٨٪ فوسفور. وبتحليل الأزهار، وجد ٩٢٪ رطوبة و ٠,٥٪ بروتين و ٠,٦٪ دهون و٥٪ كربوهيدرات و٠,٧٪ رماد و٠,٦٪ ألياف خام و٠,٠٥٪ كالسيوم و٠,٠٣٪ فوسفور و٠,٠٠٢٪ حديد.

وفى دراسة بجنوب إفريقيا عن مكونات النبات الكامل وأجزاءه من العناصر فى بعض الأنهار (٢٥١)، تبين ما يلى :

أولاً : مكونات النبات الكامل من عناصر الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم فى بعض الأنهار:

التركيز (٪ من المادة الجافة)

	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	ماغنسيوم	صوديوم
نهر أوملاس	٠,٣٥٥	٢,٨٦١	١,٠٨٥	٠,٥٢٦	٠,١٨٩
نهر إنسلينى	٠,٢١٥	٢,٨١١	١,١٦٧	٠,٧٣٦	٠,٢٥١
قناة إيسيبنجو	٠,٧٢٩	٣,٦٣٣	١,٠٣٢	٠,٥٢٤	٠,٣٩٥

ثانياً: تركيز عناصر الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم والصوديوم والنيتروجين فى أجزاء النبات :

التركيز (٪ من المادة الجافة)

	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	ماغنيسوم	صوديوم	نيتروجين
النصل	٠,٥٦٧	٢,٨١٧	١,١٤٩	٠,٥٢١	٠,١٧٨	٤,٩١١
الطافيات	٠,٤٢٣	٥,٠٧٢	١,٣٦٨	٠,٧٨٤	٠,٤٧٩	٢,١٧١
الجذور	٠,٣٠٩	١,٤١٧	٠,٧٦٧	٠,٤٨١	٠,١٧٨	١,٧٨٩

وفى مصر، حللت عينات من نباتات مجموعة من نهر النيل بأسيوط (١٢) ووجد بها: ٢,٠١ نيتروجين، ١,٣ بوتاسيوم، ٢٠ كربون (كنسبة مئوية من المادة الجافة)، ٢١٠ ملليجرام فوسفور لكل ١٠٠ جرام مادة جافة. ومن العناصر الثقيلة: الحديد ٢٩٧٠، المنجنيز ١٣٧٠، النحاس ٣٩٥، الكروميوم ٢٣ (جزء فى المليون).

كما قدرت عناصر الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنيسيوم، والعناصر الثقيلة الحديد والكروميوم والنحاس والمنجنيز فى المجموع الخضرى وجذور النبات وكذلك فى الماء فى فصول السنة فى منطقتين بنهر النيل وترعتين بأسيوط ووجدت النتائج التالية :

أولاً : تركيز عناصر الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم فى النبات (٢١) :

التركيز ٪ (متوسط على مدار العام)

	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	ماغنسيوم
نهر النيل : قناطر أسيوط				
المجموع الخضرى	٠,٤١	٢,٩	٣,٢٥	٤,٣٥
الجذور	٠,٤٠	٠,٧٢	٢,٤٥	١,٥٥
أبو تيج				
المجموع الخضرى	٠,٥٦	٣,١	٢,٧٣	١,٩٤
الجذور	٠,٤٨	٠,٨	٢,٤٧	٣,١

التركيز ٪ (متوسط على مدار العام)

	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	ماغنسيوم
ترعة : البيسرى				
المجموع الخضرى	٠,٤٧	٢,١٧	٤,١٧	٢,١٣
الجذور	٠,٣٩	٠,٨٢	٣,٣	١,٢٤
الدائرى				
المجموع الخضرى	٠,٥٣	٣,١٦	٢,١٣	١,٦٩
الجذور	٠,٤٨	٠,٨٣	٣,٢٧	٢,٧٧

ثانياً: تركيز العناصر الثقيلة : الحديد والكروميوم والنحاس والمنجنيز فى النبات (٢٤٩) :

التركيز جزء فى المليون (متوسط على مدار العام)

	حديد	كروميوم	نحاس	منجنيز
نهر النيل : قناطر أسيوط				
المجموع الخضرى	٥٦١٦	٢١,٨	٢٥,٠	٥٨٥
الجذور	٩٠٦٧	٤٤,٥	٤٥,٠	٢٧٩٠
أبو تيج				
المجموع الخضرى	٧٨٥٤	٣١,٨	٣٢,٥	٦٩٣
الجذور	١٤٨٢٥	٦٦,٥	٥٢,٥	٨٦٠
ترعة : البيسرى				
المجموع الخضرى	٧١٣٤	٣٥,٠	٣٢,٥	١٠٤٥
الجذور	١٧٤٩٦	٨٠,٠	٤٩,٣	١٨٤٥
الدائرى				
المجموع الخضرى	٧٧٣٧	٢٢,٠	٣٠,٠	٦١٠
الجذور	١٢٦٠٢	٧٤,٠	٤٣,٣	٤١٢٣

ثالثاً: تركيز عناصر الفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والماغنسيوم فى الماء (٢١) :

التركيز ٪ (متوسط على مدار العام)

	فوسفور	بوتاسيوم	كالسيوم	ماغنسيوم
نهر النيل : قناطر أسيوط	*	٠,٠٠٠٢٩	٠,٠٠١٩٣	٠,٠٠٠٩٧
أبو تيج	*	٠,٠٠٠٤٠	٠,٠٠١٥٥	٠,٠٠٠٨٩
ترعة : البيسرى	*	٠,٠٠٠٢٣	٠,٠٠١٥٥	٠,٠٠٠٨٩
الدائرى	*	٠,٠٠٠٥٥	٠,٠٠٢٣١	٠,٠٠١٠٠

* = لم يكتشف التركيز.

ومن هذه النتائج يتضح بصفة عامة تواجد العناصر الغذائية فى المجموع الخضرى بدرجة كبرى عن الجذور، وتراكم العناصر الثقيلة فى منطقة الجذور بدرجة عالية مقارنة بالمجموع الخضرى. وكذلك وجود العناصر الغذائية فى النبات بتركيز أعلى للغاية مقارنة بتركيزاتها فى الماء، مما يعكس عمل النبات على تراكم العناصر فى أنسجته رغم ضآلة تركيزها فى الماء.

وقد تبدو بعض الدهشة من وجود العناصر الثقيلة بمثل هذه التركيزات فى أنسجة النبات وبخاصة الجذور سواء للنباتات الموجودة بنهر النيل أم بالترع، وإن كانت موجودة بالترع بدرجة كبرى. ويعزى وجود مثل تلك العناصر بالنيل إلى مصادر التلوث المختلفة سواء من دول حوض النيل الأخرى أم بعض المصانع على امتداد النهر بالوطن. حيث وجدت إحدى الدراسات على رواسب بحيرة السد العالى وجود تركيزات ضئيلة من فلزات الحديد والكروميوم والنحاس والمنجنيز والكادميوم والكوبلت والنيكل والرصاص (٢٤٣). كما وجدت تركيزات من عنصرى الكادميوم والرصاص فى أسماك البلطى النيلى ببحيرة السد وكانت أعلى التركيزات فى القشور، إلا أن عضلات الأسماك وكذلك مياه البحيرة احتوت آثاراً ضئيلة من هذين العنصرين وتحت الحد المسموح بهما (٢٩٢).

كذلك فى مياه النيل بمنطقة الحوامدية وكفر الزيات، سُجِّلَت قيم من عناصر الحديد والكادميوم والنيكل والرصاص ولكن أعلى من الحدود المسموح بها، وتركيز من عنصر الحديد فى أسماك البلطى أعلى أيضاً من الحد المسموح به (٢٠٧). ويفسر هذا إمكانية تواجد مثل تلك العناصر فى أنسجة النبات ودور النبات فى امتصاص وتراكم تلك العناصر خاصة فى جذوره.

هذا وتتفاوت نسبة البروتين فى النبات بدرجة كبيرة (من ٨ إلى ٢٠٪) (١٣٩). ووجد أن أعلى نسبة بروتين تكون فى شهرى يونيو ويوليو وكذلك فى النباتات صغيرة السن. وفى تحليل للأحماض الأمينية فى البروتين الخام باستخدام طريقة التحليل المائى الحمضى acid hydrolysis وجدت المكونات الآتية من الأحماض الأمينية الأساسية وغير الأساسية (كنسبة مئوية) (٣٤٢):

الحمض الأميني	٪	الحمض الأميني	٪
المثيونين	٠,٧٣	الأرجنين	٢,٩٨
السستين	١١,٦٠	الهستيدين	١,٩٠
النفيل أمين	٤,٧٢	الجليسين	٥,١٤
التيروسين	٢,٩٨	الألانين	٥,٥٩
الثريونين	٤,٣٢	السيرين	٣.٨٥
الليسين	٥,٣٤	حمض الأسبارتيك	١٧,٣٧
الأيزوليوسين	٤,٣٢	حمض الجلوتاميك	٩,٢٩
الفالين	٠,٢٧	البرولين	٤,٧٣
الليوسين	٧,٢٠		

ويتبين من التكوين أن بروتين النبات على رغم أنه يفتقر إلى نسبة عالية من حمضى المثيونين والفالين (٠,٧٣ و ٠,٢٧٪ على الترتيب) مقارنة بالنموذج المرجعى لمنظمة الأغذية والزراعة F.A.O. reference pattern (٢,٢ و ٤,٢٪ على الترتيب)، إلا أن مستوى بعض الأحماض الأمينية الأخرى فيه مثل الليسين (٥,٣٤٪) يدنو من مثيله فى لبن الأبقار (٧,٨٪)، ويتفوق تماماً على مثيله فى جريش الذرة (٢٨ر٠٪)، وذلك مقارنة بالنموذج المرجعى لمنظمة الأغذية والزراعة لهذا الحمض (٤,٢٪).

هذا ولم يظهر فى نتائج التحليل المعروضة بالجدول السابق تقدير الحمض الأميني التربتوفان نظراً لتكسره فى الوسط الحمضى، إلا أنه قُدِّر فى دراسة أخرى بالاستخلاص القلوى ووجد أنه يتفوق على المستوى المرجعى لمنظمة الأغذية والزراعة.

وعموماً فقد دفعت هذه النتائج إلى الاستدلال على إمكانية استخدام بروتين النبات لتحسين محتوى الليسين فى غذاء الذرة سواء للاستهلاك الآدمى أم الحيوانى وبالذات فى الدول النامية، خاصة إذا ما أمكن استغلال النبات فى إطار شامل بما يتحقق معه جدوى اقتصادية وهذا ما سيتم مناقشته فى الفصل التالى.

الفصل العاشر

أوجه الاستخدام

تغذية الحيوان

تغذية الأبقار

تغذية الخراف

تغذية الماعز

تغذية الأرانب

تغذية الأسماك

تحسين التربة وكسماد

نزع العناصر من البيئة المائية

تنقية مياه صرف المصانع والمدن

نزع المبيدات والصبغات

إنتاج البيوجاز

إنتاج الورق والألياف

المنتجات الكيميائية

مكافحة الآفات

أوجه الاستخدام

على رغم الجهود العديدة المبذولة فى مكافحة ورد النيل بتطبيق وسائل متنوعة وما يصاحب ذلك عادة من تكاليف عالية، لم يحالف الإنسان النجاح فى كثير من الحالات فى مجرد القضاء على تجمعات النبات وليس إبادته. وقد تزامنت الحاجة المتزايدة فى البحث عن وسائل بديلة إلى الاتجاه نحو إيجاد طرق ووسائل لاستخدام النبات.

وعلى رغم أن التركيز على الاستخدام قد بدأ منذ مطلع الستينات من القرن الماضى حينما حاولت بعض الدراسات استغلال نمو النبات الضخم خاصة فى استخلاص البروتين، إلا أن تاريخ استخدام النبات يرجع إلى بداية القرن العشرين. ففى الصين أُنمى النبات لتغذية الخنازير، ثم أعيدت مخلفات الحيوانات المرباة إلى البيئة المائية للمحافظة على معدل نمو عال للنبات (٩٧). وفى عام ١٩١٧م أوصى باستخدام النبات كسماد (١٤٥) واعتبر فيما بعد أنه مصدر قيم لعنصر البوتاسيوم (١٢٤).

وتاريخياً، استخدمت زهور النبات لتقديمها فى المعابد البوذية (١٢١)، واستخدمت أحياناً الأوراق والقناديل الزهرية فى إندونيسيا فى الأكل وذلك بغليها وقليها أو طبخها (٩٨) لكنها قد تسبب شعوراً برغبة حك الجلد. وفى مالايا، استخدم ورد النيل كنبات خُضَر خلال الحرب (٣٥٧). وفى الفلبين، تستخدم الأوراق كطُعم فى فخاخ الأسماك (٩٥). ويعتبر النبات مفيداً كبيئة لاستزراع فطر عيش الغراب mushroom. وذُكر عن إمكانية استخدام النبات فى تحضير الحرير الاصطناعى وحمض الأكساليك والكحول الإيثيلى. كما تمكن معمل البحوث الإقليمى بجورهات بالهند من استخلاص مادة نقية شبيهة بالرايون من النبات. وعلى رغم ذلك، كان أكثر الاستخدامات أهمية هو كغذاء للماشية وكسماد وكمصدر للطاقة وكنازع للملوثات من البيئة المائية.

وفى آسيا، يستخدم النبات على نطاق محدود فى تغذية الحيوان، كما استخدم أيضاً فى تسميد الأرض وكورق للف السيجار وكبيئة لإنتاج فطر عيش الغراب وغير ذلك من الاستخدامات. إلا أن ذلك يواجه دائماً بمشكلتين رئيسيتين هما ارتفاع محتوى النبات من الرطوبة مما يضعف جدواه الاقتصادية، إلى جانب احتوائه فى كثير من المناطق على نسب عالية من العناصر الثقيلة التى يهدد الكثير منها صحة الإنسان حال وصولها إليه عبر تغذية الماشية على النبات أو بامتصاص المحصول لها عند استخدام النبات فى تسميد الأرض.

وتعتبر المكافحة الميكانيكية إحدى الوسائل الرئيسية الناجحة فى التخلص من النبات كما ذُكر، نظراً لكونه طافيًا حر الحركة مما يسهل من عمليات جمعه. وهناك دراسات عديدة أجريت بغرض الاستفادة من النبات بعد الجمع وذلك لمحاولة تعويض تكاليف الجمع من ناحية، أو استغلاله ليعود بالنفع، مما يشجع عمليات المكافحة الميكانيكية.

وقد عكفت عديد من الدراسات فى كثير من دول العالم على دراسة سبل استغلال النبات والاستفادة منه. وقد دلت تلك الدراسات فى أغلبها على إمكانية استغلاله واستخدامه فى أوجه عديدة منها كمصلح للتربة (١٦ ، ٤٤)، وكعلف للماشية (٦٠ ، ١٠٧ ، ١٨١ ، ٢٤٩)، وكمصدر للألياف (٣٨٠)، ولإنتاج الغاز الحيوى biogas والسماد العضوى المتحلل (٥)، وفى معالجة المياه الملوثة نظراً لقدرة النبات العالية على امتصاص العناصر (٣٦٦).

ونستعرض فيما يلى أهم الاتجاهات الحديثة فى الاستفادة من النبات وبخاصة فى مجالات تغذية الحيوان وكمصلح للتربة وكسماد وفى نزع العناصر الملوثة للبيئة المائية وتنقية مياه صرف المصانع ومياه الصرف الصحى ونزع المبيدات والصبغات وإنتاج البيوجاز وكمصدر للمنتجات الكيميائية وإنتاج الورق والألياف ومكافحة الآفات.

تغذية الحيوان

وجد أنه أحياناً ما تتغذى الأبقار والجاموس على تجمعات النبات، لذلك استخدم كغذاء أخضر خلال مواسم الجفاف ببعض الولايات الأمريكية والهند والسودان وغيرها. وقد ظهر أن القيمة الغذائية للنبات متشابهة مع مثيلتها فى العلائق الخضراء الأخرى (١٤١). فتعتبر تركيزات عناصر الفوسفور والبوتاسيوم والماغنيسيوم والنحاس والزنك والمنجنيز والصوديوم والكبريت بالنبات فى نفس المدى للعلائق الأخرى بينما بعض العناصر الثقيلة كالحديد يتراوح وجوده بالنبات من ٤ – ١٥ مرة قدر مثيله فى العلائق الأخرى. على رغم ذلك، يعد النبات الأخضر عليقة فقيرة نظراً لارتفاع محتواه من الرطوبة، حيث تحتوى الأوراق على أكثر من ٩٠٪ والطافيات حتى ٩٥٪ والجذور من ٨٦ – ٩٦٪ ماء (٣٨٠).

وقد ذكر أن تغذية الحيوان على النبات الأخضر يكلف الحيوان طاقة أعلى لإفراز الكميات الكبيرة من الماء الموجودة بالنبات مقارنة بالطاقة المأخوذة منه (٤٠)، لذا اقترح إضافة عليقة أخرى إليه مثل قش الأرز.

وقد تفاوتت النتائج على التغذية، فيدل بعضها على عدم وجود آثار سيئة على الماشية والأغنام وأن النبات يمثل مصدراً للطاقة والمعادن والمادة الخشنة للمجترات (٥٧). كما وجد النبات مناسباً للثيران الصغيرة (٣٠٠)، ومستساغاً للأغنام عند خلطه ببعض المغذيات (٢٣١). وفى الهند، لم يكن لمخلوط النبات الأخضر مع قش الأرز بنسبة ١ : ٤ أثر سئ على وزن الأبقار، وأعطى ٨٢٪ عناصر قابلة للهضم (١٠٩). إلا أن بعض الدراسات أظهرت ضعفاً فى قابلية هضمه فى الثيران الصغيرة حتى بإضافة قش الأرز.

وللحد من تكاليف تجفيف النبات لاستخدامه فى تغذية الماشية، فُكّر فى تحويله إلى سيلاج (علف محفوظ). وقد درس ذلك بتعمق فى جامعة فلوريدا (٥٦)، وثبت أن النبات المضغوط ينتج سيلاجاً عالى الاستساغة للماشية والأغنام وقابلا للهضم وذا قيمة غذائية عالية. وقد بدئ فى فلوريدا عام ١٩٧٢م أول إنتاج

تجارى موسع لهذه الصورة. وعلى رغم أن القيمة الغذائية للسيلاج أقل من مثيلتها فى الأعشاب الأرضية، فإن هضم المغذيات المعدنية كان كافياً.

وللألياف التى يحويها النبات قدرة فائقة على الاحتفاظ بالرطوبة الموجودة بأنسجته مما له الأثر الكبير فى سهولة تداول المنتَج المضغوط ونقله دون رشح أو نَزّ للماء منه. كما يؤخر محتوى الرماد العالى بالمادة المضغوطة من أى تخمرات عضوية. وقد وجد أن إضافة حمض الفورميك إلى النبات المضغوط "نصف جالون لكل طن" يمنع نمو البكتيريا أو فطريات العفن.

ويواجه استخدام النبات كغذاء للماشية بعض المعوقات أهمها :

- ارتفاع نسبة الرطوبة بالنبات.
- انخفاض مستويات البروتين القابل للهضم.
- انخفاض تركيز العناصر الغذائية.
- سرعة الفساد والتلف.
- ارتفاع تكاليف نزع الماء أو الضغط.
- انخفاض درجة النوعية.
- ارتفاع محتوى النبات من النيترات (حتى ٠,٣٪)، والأكسالات (حتى ٠,٦٪)، والسيانيدات (٣٠ ملليجرام لكل كيلوجرام مادة خضراء)، وتراكم العناصر الثقيلة الموجودة فى البيئة المائية فى أنسجته بخلاف المبيدات التى قد تصل إليه منها.

وقد حظى هذا المجال بنصيب وافر من الدراسة، وهناك بعض التقارير الإيجابية فى هذا الشأن، منها تقرير سويسرى عن طرق تصنيع الإضافات المُحسِّنة للغذاء والتربة، ذُكر فيه أنه عند إضافة النبات إلى الغذاء حدثت زيادة حوالى ١٠٪ فى كمية اللبن المُدَرّ و٣ – ٥٪ فى كمية الدهن و٣ – ٤٪ فى كمية

بروتين اللبن. وقد اقتُرِح أن تصنيع هذه الإضافة تعتبر وسيلة مفيدة فى مكافحة النبات (٣١٩). ونستعرض فيما يلى أهم الدراسات فى هذا المجال.

• تغذية الأبقار

استُخدم النبات المُقَطَّع فى الهند مخلوطاً مع قش الأرز واليوريا (٠,٥٪) والملاس (٥٪) بعد سلوجته لمدة ٣ شهور، فى تغذية أبقار هجين لمدة ١٤٠ يومًا 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 (١٠٣).

وفى دراسات على العجول الصغيرة عمر ٥ – ٨ شهور تمت التغذية لمدة ١٨٠ يومًا بمخلوط غذائى كامل مضافًا إليه تبن الباراجراس مع أو بدون النبات المسلوج أو الطازج أو الذابل (٥٠ – ١٠٠٪ إحلال)، وقد أعطى الغذاء المحتوى على ٥٠٪ نبات مسلوج أو طازج و٥٠٪ تبن الباراجراس أفضل النتائج على النمو بدون أى تأثير ضار على الدم أو مكونات البول (١٠٤).

كما تم تغذية عجول هجين صغيرة عمر ٦ – ٩ شهور لمدة ٤٢ يوماً على مخلوط غذائى كامل مضافاً إليه النبات الطازج أو المسلوج أو الذابل وقش الأرز. وكان المخلوط الغذائى المضاف إليه النبات المسلوج هو الأكثر استساغة (نتيجة إضافة الملاس) كما حسَّنت بقية المعاملات من النمو على جميع المستويات المستخدمة (٢٨١) (ملحق الصور).

• تغذية الخراف

أظهرت نتائج إحدى الدراسات فى مصر (جامعة الإسكندرية) على خراف وزن ٤٥ كيلوجراماً تم تغذيتها لمدة ثلاثة أسابيع على النبات المعصور المضاف إليه مُرَكَّز قياسى بإجمالى نسبة بروتين خام قدرها ١٦.٩٪، أن البروتين فى عليقة النبات كان كافياً وكذلك البروتين القابل للهضم والمغذيات القابلة للهضم (ونفس النتيجة على ذكور جاموس زنة ٢٦٠ كيلوجرامًا لمدة ٩٠ يومًا) (٨٦).

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 أربعة أشهر حدث فيها نقص فى الوزن وفى سكر الدم وكيتونات فى البول، كدليل على سوء التغذية، كما نفقت بضعة خراف. وظهرت علامات سوء التغذية على الخراف التى تغذت بالنبات المخلوط بقيمة ١٢٥ جراماً مركزات غذائية، بينما ظلت الخراف التى تغذت بالنبات المخلوط بقيمة ٢٥٠ جرامًا مركزات، سليمة وازداد وزنها بنفس معدل المقارنة (٥٣)

وكذلك فى دراسة بمصر على خراف الرحمانى زنة ٥٠ كيلوجرامًا، وجد أن زيادة نسبة النبات المجفف، بدلاً من حبوب الشعير، من ٣٠ إلى ٩٠٪ أحدثت خفضاً فى أخذ المادة الجافة كما خفضت من قابلية هضم كل من المادة الجافة والبروتين الخام وخفضت أيضاً من الطاقة القابلة للأيض وصافى الطاقة المطلوبة لإدرار اللبن، وكان الميزان النيتروجينى إيجابياً على نسبة ٣٠–٥٠٪ وسلبياً على نسبة ٧٠–٩٠٪ (٣٣٦).

وفى جامعة أسيوط، تمت دراسة عن النبات وأثر تغذيته على الخراف. تبين فيها احتواء الأجزاء الهوائية للنبات المجفف هوائياً على النسب المئوية التالية: ١١,٩ بروتين خام، ٥ر٢ دهن خام، ١٧,٧ ألياف خام، ٤٠,٤ كربوهيدرات ذائبة، ٧٢ مادة عضوية، ٢٠ رماد ونسب متقاربة فى منطقة الجذر، كما احتوى رماد الأجزاء الهوائية على ١,٩٦ كالسيوم، ٣,٨ بوتاسيوم، ٠,٤٣ فوسفور، ٢,٧٣ ماغنيسيوم ونسب متقاربة فى منطقة الجذر، بينما احتوت الجذور على كميات عالية من بعض العناصر الثقيلة (٥٧ كروميوم، ٤١,٥ نحاس، ٥ر١٤٤٨ حديد، ٢٨٨٥ منجنيز) 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 عند التغذية على ورد النيل + قش الأرز (١ : ١) مع فقد الوزن تدريجياً ونفوق الحيوانات بعد

٦ – ٨ أسابيع وظهور أعراض الضعف العام وتصلب الأرجل ونزول اللعاب والإسهال قبل النفوق بيومين، مصحوبا بتحلل 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 (٢٠٣).

● تغذية الماعز

استخدم النبات فى دراسة بالفلبين مخلوطاً بقش الأرز واليوريا بنسبة ١٠٠:٥٠:٠ و ١٠٠:١٠٠: ٥,٠ و١٠٠:١٠:١ واستخدم فى معاملة المقارنة قش الأرز مخلوطاً بالملاس (٢٠٪) واليوريا (٢٪) وتم تدعيم جميع المعاملات بمُرَكَز إضافى من نخالة الأرز بنسبة ١:١. وقد ظهر عدم وجود فروق 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 (٢٠٨، ٢٠٩).

● تغذية الأرانب

يعد ورد النيل ملائماً فى غذاء الحيوانات غير المجترة مثل الأرانب مقارنة بالمجترات. ففى دراسة بالولايات المتحدة، 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 فرقٌ معنوىٌ فى الوزن النهائى مع معاملة المقارنة (٢٤٨).

وفى دراسة بنيجيريا على أرانب نيوزيلندى بيضاء عمر خمسة أسابيع ووزن حوالى ٦٠٠ جرام، أمكن استخدام النبات بنجاح، ويليه نبات خَسّ 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 (٧٨).

• تغذية الأسماك

استُخدم النبات فى بنجلاديش بنسبة ٣٠٪ مخلوطاً فى عليقة سمك الكارب الهندى الكبير *Labeo rohita*، مقارنة بعليقة فول صويا كعليقة مرجعية وعلائق أخرى من عدس الماء، نخالة القمح، نخالة الأرز. وقد أعطت عليقة ورد النيل قيمة هضم بروتين ظاهرى APD (٦٨٪) مقارنة بفول الصويا (٨٨٪) أو نخالة القمح (٦٣٪). وقد استنتج إمكانية استخدام العلائق المذكورة فى تغذية السمك (١٨٩).

وعلى رغم ضعف استساغة النبات للأسماك إلا أنه يفيدها بطريقة غير مباشرة، فقد وجد أن إضافة رماد النبات مخلوطاً بالسوبرفوسفات أو مسحوق العظام ينتج عنه نموٌ وفيرٌ للهائمات النباتية phytoplankton الضرورية لنمو الأسماك (٤٩). كما وجد أن إضافة النبات شبه المجفف إلى عليقة بعض أنواع الأسماك يزيد من نموها ويخفض نسبة موتها (٢٢٥).

وعموماً يمكن حصر معوقات استخدام النبات فى تغذية الحيوان فى مصر بصفة رئيسية فى ارتفاع تكاليف الحصاد لصغر الكميات الناتجة بعد التجفيف، وسرعة فساده 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 حُللت عينات مصرية من النبات فى ألمانيا (٨٥) ووجدت بها إبرٌ حادة من أكسالات الكالسيوم، وعلى رغم اعتبار التركيز ليس كافياً لإحداث تسمم فإن تلك الإبر قد تؤذى الجهاز الهضمى.

تحسين التربة و كسماد

حظيت دراسة النبات كمُصلح للتربة باهتمام كبير 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. وقد وجد أن فَرش النبات على التربة يساهم فى مكافحة حشيشة السِعد بالسودان (٩). كما أن نسبة الرطوبة العالية بالنبات تجعله مناسباً لتغطية سطح التربة كمِهاد لوقاية الجذور الغضة للمحاصيل المنزرعة من قسوة الجو، وذلك لحفظ رطوبة التربة فى مواسم الجفاف، وقد أُوصى باستخدامه بهذه الطريقة فى حقول الشاى (٣٨).

وقد أدى استخدام النبات فى الهند فى تغطية الأرض فى الموز بسمك ٨ – ١٠ سنتيمتر (معدل ١٠ أطنان للهكتار) إلى زيادة المحصول ووزن السباطة ولكن كان قش الأرز بمعدل ٣٦ طناً أفضل منه (٢١٣). وكذلك فى الدخان بمعدل ٤ أطنان للهكتار زاد من محصول الأوراق عالية الجودة وكان أفضل من قش الأرز بمعدل ٤ أطنان (٣٤٨). وفى الليمون أدى إلى زيادة الكلوروفيل ومحتوى الماء فى النبات وزيادة النمو والمحصول (٢٥٥، ٢٥٦)، كما أدى إلى خفض كثافة الحشائش فى الجوافة مع زيادة فى المحصول (وكذلك قش الأرز) (٨٧). وفى البطاطس أدى أيضاً إلى خفض كثافة الحشائش ولكن بدرجة أقل من مبيدات قبل الانبثاق وذلك فى تربة خفيفة (١٥٧). وفى بنجلاديش أيضًا، أدت تغطية الأرض بمعدل ٦,٨ – ١٣,٢ طناً للهكتار إلى زيادة محصول البطاطس (٢٨٧).

وفى إندونيسيا استخدمت سبعة معدلات من النبات فى تغطية أرض فول الصويا + عزيق مرتان، ووجد أن استخدام النبات الطازج قد خفض الحشائش حتى ٦٣ – ٧٣٪ وحسن من نمو المحصول، وزاد ناتج المحصول حتى ١٧١٪ حينما أضيف النبات بمعدل ٢٥ طناً للهكتار (أوصى بهذا المعدل)، ووجدت الزيادة كنتيجة لخفض كثافة الحشائش وزيادة تكوين القرون وحجم البذور، وقد نُصح باستخدام النبات كوسيلة مكافحة بديلة وخاصة بزراعات فول الصويا فى المناطق الجافة التى تحيط بها البحيرات المغزوة بالنبات (٢١٨).

كما اختُبرت 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 (٦٦).

ويعد استخدام النبات بتحويله إلى سماد من أفضل سبل الاستخدامات، نظراً لعلو إنتاجيته وارتفاع محتواه المعدنى لقدرته العالية لامتصاص العناصر من البيئة المائية (٩). ومن طرق إعداد النبات كسماد خلطه جافاً برماد الخشب والتربة والروث وأوراق الشجر وتركه ليتخمر، حيث ترتفع درجة الحرارة إلى نحو ٦٠ مئوية، ويتحلل النبات خلال ٣ - ٤ أسابيع ويكون جاهزاً للتسميد خلال ثلاثة شهور.

وقد وجد أن سماد النبات يزيد من ناتج عديد من المحاصيل كالأرز والجوت والباميا والبطاطس (٤٦، ٣٥٥). كما وجد أن استخدام النبات كمادة عضوية مع فوسفات الكالسيوم ومسحوق العظام أو الفحم مفيدٌ فى الاستصلاح الدائم للتربة القلوية أو الملحية، حيث تحسن هذه المعاملة من الصفات الطبيعية والكيميائية للتربة وتزيد من ناتج محاصيل القمح والأرز والبطاطس عدة أضعاف (١٣٣، ١٣٤). وقد أُوصى باستخدام النبات لزيادة عنصر الفوسفور المتاح للمحاصيل فى التربة الملحية (١٠٨)، كما أُوصى باستخدام رماد النبات لغناه بعنصر البوتاسيوم (٣٠).

وفى مصر، استُخدم النبات فى تسميد الأرض فى الفول السودانى والذرة والشعير وذلك فى أرض رملية جيرية، ووجد أن إضافته بمعدل ٢٫٥ - ٥ أطنان للفدان قد حسنت من المحصول، وزادت من أخذ عناصر النيتروجين والحديد والمنجنيز والزنك (٢٨٦).

وفى جامعة أسيوط، تم تسميد أرض القمح بمعدلات ٤٠ - ٨٠ طنًا للفدان 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 (١٢، ١٦).

وعموماً فإن العائق الوحيد في استخدام ورد النيل كسماد هو ارتفاع تكاليف نقله لاحتوائه على نسبة عظيمة من الرطوبة.

نزع العناصر من البيئة المائية

نالت قدرة النبات على نزع العناصر وتنقية المياه الملوثة اهتماماً علمياً كبيراً، وأجريت العديد من البحوث في هذا المجال، ويُعدّ العالم وُلفرتون Wolverton ومعاونوه بوكالة الفضاء القومي الأمريكية NASA، من رواد البحوث في هذا المجال في فترة السبعينات من القرن الماضي، واستمرت الأبحاث في هذا المجال حتى الوقت الراهن نظرا للقدرة الفائقة في امتصاص العناصر الثقيلة والمغذيات المعدنية من البيئة المائية. ولعل اهتمام وكالة الفضاء القومي الأمريكية بمثل هذه الدراسات مبعثه قدرة النبات الفائقة على امتصاص الملوثات من البيئة المائية، وهو الأمر الذى قد يستغل فى تنقية المخلفات المائية فى رحلات رواد الفضاء الطويلة، وقدرة النبات على إنتاج البيوجاز، الذى سوف يأتى الحديث عنه فى هذا الفصل، والذى يعد وقوداً لأنواع من أحدث الطائرات الأمريكية فائقة السرعة (٣)، كما يدخل هذا فى إطار السعى نحو إيجاد مصادر طاقة بديلة للبترول.

وقد احتل نزع العناصر الثقيلة بواسطة النبات اهتماماً بالغاً نظرا لدورها الكبير فى تلوث المياه، وبخاصة مخلفات المصانع ومخلفات صرف المدن. فقد أثبت 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 خفّض من إنتاج المادة الطازجة وطول الجذر ونسبة الكلوروفيل فى النبات. وتؤكد هذه الدراسات وغيرها إمكانية الاستفادة من النبات كمراكم بيولوجى للزئبق فى البحيرات الملوثة (٣٣٣). إضافة إلى أن نزعه لكميات كبيرة من ذلك العنصر يخفض السمية على الأسماك بطريقة غير مباشرة (١٩٥).

كذلك عنصر الرصاص، ثبت زيادة نزعه بالنبات بزيادة التركيز في المحلول وبزيادة حجم المحلول بالنسبة للنبات (٢٢). كما أمكن الاستدلال بتحليل جذور النبات عن مدى تلوث المياه بالمعادن الثقيلة (منها النحاس والزنك والحديد والمنجنيز) بتأثير مياه الصرف الصناعي ومياه الصرف الصحي (١٥٨).

وقد أمكن للنبات امتصاص تركيز ١٠ ملليجرامات لكل لتر من كل من النحاس والزنك بالكامل خلال ٤٨ ساعة، وتراكم معظم المعدنين في الجذور، وحدث بعض التنشيط للامتصاص عند خلط المعدنين معاً، مظهراً قدرة على امتصاص وتراكم كميات كبيرة من أيونات المعدن على درجات pH العالية (٣٧٦).

وعن عنصر السلينيوم، تمكن النبات، في دراسات بالولايات المتحدة، من رفع ٣٠٠ ميكروجرام منه لكل جرام مادة جافة خلال أسبوعين، وذلك من محلول قوته ٢,٥ ميكروجرام لكل ملليلتر، وإن كانت بعض الأعشاب المائية الأخرى مثل عدس الماء والأزولا أقوى منه في نزع العنصر (٥٠٠ و١٠٠٠ ميكروجرام على التوالي). وقد أثبت ذلك قدرة السلينيوم على الدخول بسرعة في السلسلة الغذائية وقدرة النبات على معالجة الماء الملوث (٢٦٢).

وقد أظهر الكادميوم سمية أكثر على النبات مقارنة بالكروميوم والزنك على التركيزات الأعلى من ٢,٥ جزء في المليون، وقد خفض الزنك ٣٠٪ من وزن النبات عند تركيز ٩ أجزاء في المليون، وتم رفع هذه المعادن تماماً من المحلول خلال ٢٤ يوماً (١٢٨).

إلا أن هناك محدودية في امتصاص بعض العناصر مثل الزرنيخ حيث يثبِّط تركيز الفوسفات العالي من نزع هذا العنصر، كما يمكن للزرنيخ أن يرشح مرة أخرى من النبات للماء (٢٣٢).

هذا ويمكن للنبات نزع السيانيد الحر (٣ – ٣٠٠ ملليجرام للتر خلال ٨ ساعات معملياً). وعند وضع النبات في مياه صرف مصنع ذهب صناعي تحتوى

على ملوثات، تمكن النبات من نزع ٤٦-٥٦٪ سيانيد حر و٢٦ — ٦٢٪ زنك و ١٨ — ٣١٪ حديد (١٦١).

هذا وتتراكم العناصر المغذية عموماً 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 (٢٦٠).

تنقية مياه صرف المصانع والمدن

يعد تلوث الماء إحدى مشاكل الإنسان المعاصرة. وقد تصرف الملوثات الصناعية أو الحضرية إلى الأجسام المائية بكميات متزايدة يصعب التعامل معها. وتشمل هذه المخلفات كميات كبيرة من المركبات العضوية وغير العضوية والعناصر الثقيلة التى تدنى من نوعية الماء، غير أن كثيراً منها يعد ساماً لصور الحياة المختلفة. وقد جذبت الأعشاب المائية عامة، وورد النيل بصفة خاصة، انتباه الإنسان لحل هذه المشكلة نظراً لقدرتها على امتصاص مختلف المركبات من الماء بكميات كبيرة.

وقد وجد أن النبات يستطيع أن يخفض من كميات المواد المعلقة والطحالب والشوائب الذائبة والنيتروجين والفوسفور والعناصر الأخرى وكل من الاحتياج الكيميائى والبيولوجى للأكسجين BOD ،COD ودرجة التعكير وبكتيريا القولون ومحتوى الكربون العضوى فى الماء (٤٠، ١٣٨، ٢٤٠). كما يستطيع النبات أيضاً أن يمتص ويراكم عدداً كبيراً من العناصر الثقيلة (النحاس، الكادميوم، النيكل، الفضة، الكروميوم، الحديد، الزنك، المنجنيز، الكوبلت، الاسترونيوم، الرصاص، الزئبق، الزرنيخ) والملوثات العضوية (الفينولات، الأصباغ، ملوثات مياه معامل التصوير) وغيرها.

ويرجع بداية التعرف على قدرة النبات على امتصاص المواد الضارة بالصحة من البيئة المائية إلى أوائل القرن الماضى. ويعد العالم (شيفيلد Sheffield) أول من برهن عام ١٩٥٧م على إمكانية استخدام النبات فى نزع العناصر (٣١١)، فقد

أثبت خفضاً بنحو ٨٠٪ فى النيتروجين الأمونيومى فى مياه صرف مارة ببركة مغطاة بالنبات وذلك خلال فترة عشرة أيام، كما كان انخفاض الفوسفور حتى ٥١٪ خلال نفس الفترة، إلا أن الانخفاض لم يتجاوز ٢٠٪ بعد شهر بسبب انطلاق العنصر الممتص من أجزاء النبات الميتة المتحللة.

وفى دراسات أخرى، تمكن النبات من نزع حتى ٩٠٪ من النيتروجين الكلى ونحو ٦٠٪ من الفوسفات خلال خمسة أيام، وازدادت الكميات المنزوعة فى فترات النمو الشديد للنبات (١١٢). كما ثبت نزع ٢٣ رطلاً من النيتروجين الأمونيومى وكذلك ١٧ رطلاً من الفوسفات من مساحة الإيكر لمياه صرف صحى مغطاة بالنبات (٢٤١). وقد ضعفت درجة امتصاص النبات لهذه الملوثات بانخفاض درجة الحرارة وفترة التعرض. وقد وجد أن النبات يمكنه نزع كميات كبيرة من النيتروجين، إلا أن نزع الفوسفور يعد بطيئاً ويتأثر بنسبة النيتروجين إلى الفوسفور. هذا وقد أوصى بحصاد النبات دورياً حتى لا تعود الملوثات الممتصة ثانية إلى الماء بتحلل أنسجة النبات الميتة أو بالانطلاق الطبيعى لبعض العناصر كالفوسفور، من الأجزاء الحية خاصة الأغصان المدادة والجذور، وذلك حال امتصاص كميات كبيرة منها.

وفى بعض المناطق التى لا يغزوها النبات لشدة برودة جوها شتاءً، فُكّر فى جلب النبات إليها سنوياً لاستغلاله فى المساهمة فى تنقية المياه الملوثة، أو الاحتفاظ به شتاءً فى مياه العيون الطبيعية الدافئة فى بعض الدول مثل المجر، وهذا ما تم العلم به من العلماء المتخصصين خلال إحدى الزيارات العلمية للمؤلف لمدينة كاستهاى بالمجر.

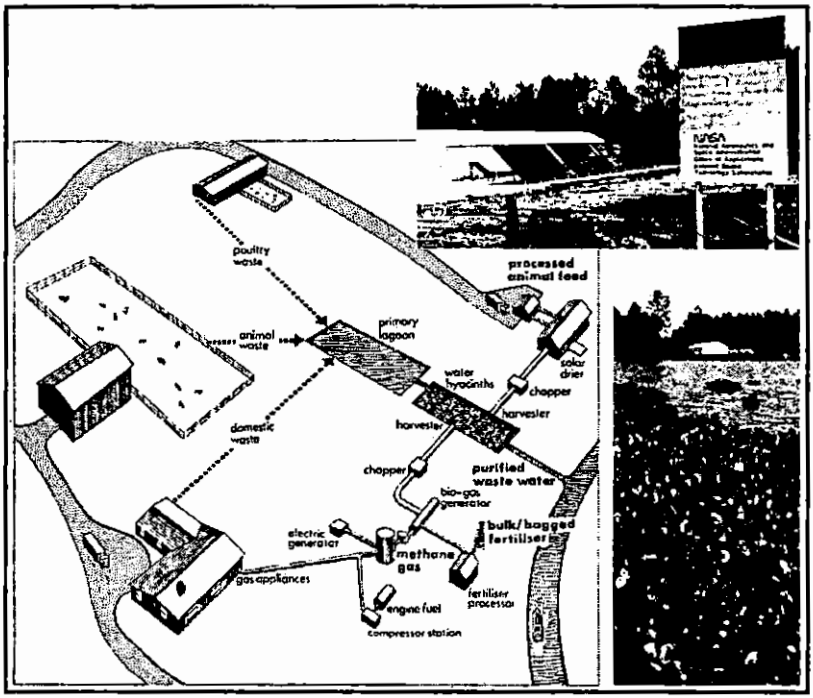
وقد ثبت فى دراسات بالولايات المتحدة إمكانية النبات فى نزع المعادن الثقيلة بالمتوسطات التالية : الكادميوم ٧ر٠ ملليجرام، كل من الرصاص والزئبق ٠,٢ ملليجرام، كل من النيكل والفضة والكوبلت والاسترونيوم ٠,٥ ملليجرام، وذلك لكل جرام مادة جافة للنبات فى اليوم. وقد تُرجم هذا

حقلياً إلى ٠,١٦ كيلوجرام كادميوم و ٠,٠٤ كيلوجرام رصاص وزئبق و ٠,١٥ كيلوجرام نيكل وفضة وكوبلت واسترونيوم، وذلك من مساحة الإيكر في اليوم الواحد (٣٦٨).

كما ثبت كفاءة النبات العالية في نزع كل من مركبات الفينولات (١٠٠ ملليجرام خلال ٧٢ ساعة لكل ٢,٧٥ جراماً جافاً من النبات) (٣٦٧)، والفلوريدات (٧٥ ملليجرام) (٢٨٩)، والكادميوم (٨٠,٨٪ في سبعة أيام) (١١٦).

وقد اقترح استغلال النبات في معالجة مياه الصرف الصحي وخاصة في المعاملات المتقدمة للماء. فقد لوحظ خفض في الاحتياج البيولوجي للأكسجين من ٢٥٨ إلى ١٦ ملليجرامًا في اللتر في مياه صرف مصنع سكر قصب خلال سبعة أيام، كما دلت دراسات أخرى على خفض قدره ٦٠٪ إلى جانب خفض المواد المعلقة والكربون الكلي (٣٧٢). ووجد أن التجمعات الكثيفة للنبات في مساحة الهكتار الواحد يمكنها نزع النيتروجين من مياه الصرف الصحي السنوية الخاصة بعدد ١٣٠ – ٥٩٥ نسمة، والفوسفور لعدد ٤٠ – ١٨٩ نسمة (٣٣٠). وفي بعض المناطق بالولايات المتحدة قُدِّر تجريبياً أن مساحة الإيكر من النموات الكثيفة للنبات يمكنها معالجة مخلفات الصرف الناتجة من ٢٠٠٠ نسمة (٣٧١).

وقد اقترح إمكانية وضع النبات في برك مياه الصرف والمخلفات المائية الأخرى لمعالجتها ثم حصاد النبات دورياً وتخميره لإنتاج البيوجاز واستخدام السماد الناتج خلال التحلل في تسميد المحاصيل (٤٥). كما عكفت وكالة الفضاء القومية الأمريكية على عمل نموذج لدورة متكاملة للاستفادة بالنبات (شكل ١١)، تتلخص في وضعه في برك كبيرة وتربية الماشية والدواجن عليه بعد حصاده دورياً وتجفيفه وتصنيعه كعلف، مع إعادة مخلفات الماشية والدواجن إلى البيئة المائية للنبات لزيادة نموه، كما يستفاد به أيضاً في إنتاج البيوجاز الذي يغطي احتياجات النظام من الطاقة، كذلك لإنتاج السماد الذي يُصدَّر إلى مناطق أخرى. ويصرف الماء من النظام بعد تنقيته بالنبات (٣٦٩).



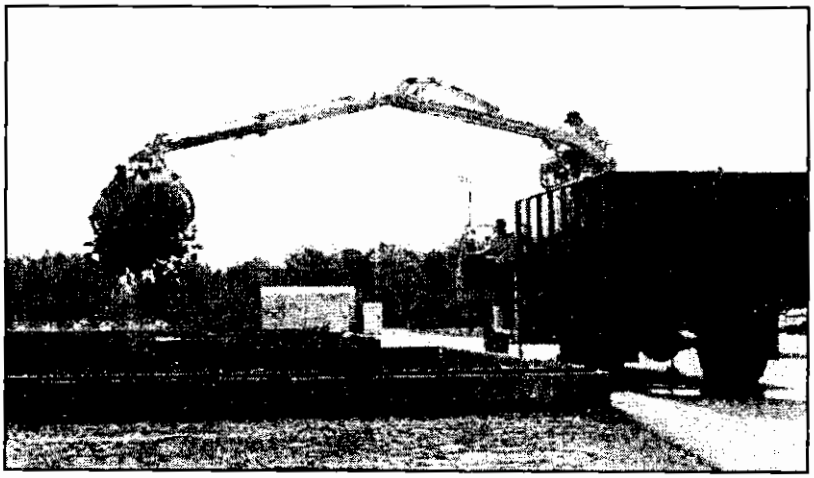
شكل رقم (١١): من أبحاث وكالة الفضاء القومى الأمريكية NASA : نموذج حقلى مقترح لتحويل المخلفات العضوية إلى البيوجاز والسماد العضوى وغذاء للحيوان. حيث يربى النبات فى وسط النظام ويحصد دورياً باستخدام حاصدة harvester ويجزأ باستخدام ماكينات choppers ويجفف بمجفف شمسى solar drier ويحول إلى علف للحيوان animal وللدواجن poultry التى تربى حول النظام وتحول مخلفاتها wastes إلى جانب مخلفات الصرف الخاصة بالعاملين domestic wastes إلى بحيرة ضحلة أولية primary lagoon قبل توجيهها إلى أماكن تربية النبات لتعظيم نموه. كما يجزأ النبات المحصود أيضاً لاستخدامه فى إنتاج غاز الميثان methane gas الذى يستخدم لتشغيل مولد كهربى ولتشغيل الأجهزة بمبانى العاملين. ويضغط الغاز الزائد فى محطة ضغط compressor station للاستفادة به. ويستغل النبات أيضاً فى إنتاج السماد الذى ينقل نهرياً أو بحرياً. ويتم تصريف المياه من تحت النبات، بعد تنقيتها بواسطته، إلى المياه السطحية حول النظام.

وهناك عديد من الدراسات التطبيقية تؤكد قدرة النبات على المساعدة فى تنقية مياه البرك الملوثة ومياه صرف المصانع ومياه صرف المدن. فقد كان النبات أفضل من خَسّ الماء والسلفينيا وعدس الماء فى نزع النيتروجين والفوسفور (٧٠ و٩٦٪ نزع على التوالى) من ثلاث برك فى منطقة فاراناسى بالهند (شهرياً لمدة عام) خلال الصيف وموسم المطر، وكان عدس الماء الأفضل فى فصل الشتاء فى نزع الفوسفور (٣٤٧).

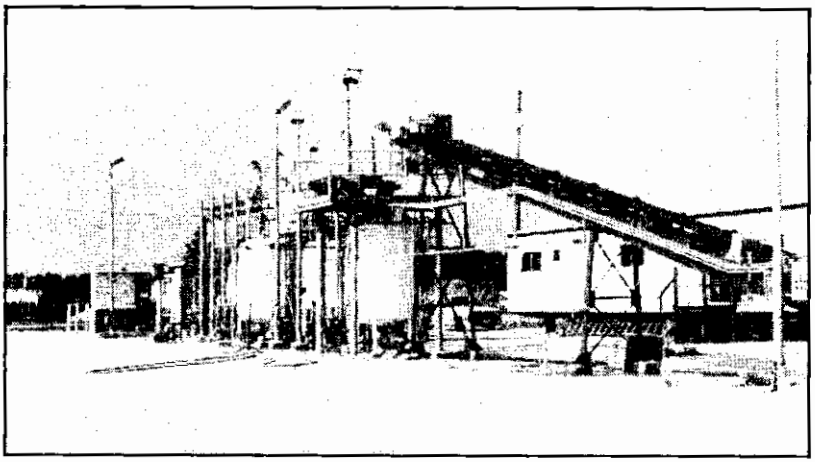
وفى ماليزيا، أمكن استخدام النبات بصورة اقتصادية وفاعلة فى معاملة مياه صرف مصانع عصر زيت النخيل والمطاط (١٠). وفى إيطاليا أمكن للنبات خفض الحِمل العضوى خاصة النيتروجين الكلى TN والاحتياج الكيميائى للأكسجين بحوالى ٦٠٪ فى مياه صرف مصانع زيت الزيتون (١٤٦). كما خفض النبات الملوثات فى برك مُعدَّة لمياه صرف مصنع مركزات عصارات نباتية بسرى لانكا: انخفاض ١٠٠٪ للاحتياج البيولوجى للأكسجين وأكثر من ٨٠٪ للاحتياج الكيميائى للأكسجين وخفض معنوى للمادة المعلقة الكلية TSS وذلك بعد عشرة أيام من وضع النبات (٢١٤).

وفى فيتنام، استخدم النبات وكذلك الكلورللا والغاب فى تنقية مياه صرف مصنع لتكرير البترول فى ثلاثة أحواض متتالية، وقد تم تنقية المياه من البترول بنسبة ٩٧ - ٩٨٪ وانخفض الاحتياج الكيميائى للأكسجين بنسبة ٨٨ - ٩٣٪ كما ساعد على نزع كثير من العناصر المعدنية (٣٤٥).

وفى الولايات المتحدة، أمكن باستخدام النبات تصميم نظام يمكنه معاملة المياه الملوثة بكميات كبيرة من السلفات، وكان الماء المعالج معادلا لمثيله الناتج من معاملة ثانوية متقدمة، وتم تصميم بناء بسعة ٣٨٠٠ متر مكعب فى اليوم لتنقيتها بواسطة النبات (٣٤٣). كما كان هناك تطبيق عملى لهذه الإمكانية فى بعض المناطق مثل مدينة (ديزنى لاند) لنزع الملوثات من مياه الصرف بها، وحصد النبات دورياً واستغلاله فى إنتاج الغاز الحيوى الذى يخدم المدينة (شكلى١٢ و ١٣) (٣٦٦).



شكل رقم (١٢): ورد النيل فى قنوات تحتوى على دفق ثانوى لمياه صرف صحى : الحصاد لإنتاج البيوجاز فى منتجع عالم والت ديزنى ، أورلاندو ، فلوريدا ، الولايات المتحدة



شكل رقم (١٣): مولد لإنتاج غاز الميثان باستخدام النبات فى منتجع عالم والت ديزنى ، أورلاندو، فلوريدا، الولايات المتحدة.

كما تمكن النبات من نزع النيترات والأمونيوم بكفاءة عند تواجدهما بكميات غير سامة فى مياه صرف مصنع حمض أكساليك "acid-charred" ومياه صرف صحى بالهند، حيث استطاع النبات نزع ٦٦٪ و٩٥٪ على التوالى من المحتوى النيتروجينى (٢٤٦). كما نزع الزئبق من مياه صرف مصنع للقلويات المكلورة (تركيز حتى ١ ملليجرام للتر)، مثبتاً قدرته على نزع ذلك العنصر من المياه الملوثة (٢٢٣). واستُخدم فى معالجة مياه صرف مصنع دباغة جلود ووُجد تراكمٌ لمعظم الكروميوم (٣٨ جزءاً فى المليون) وتلاه عدس الماء فى تلك القدرة، وكان التراكم أعظم فى جذور النبات (٣٢٠).

وقد استطاعت النباتات الصغيرة (وزن ١٠ جرام وطول ١٠ سنتيمتر وبها ورقتان) الموضوعة فى أوعية بلاستيكية (١٠ لتر) أن تنزع العناصر الثقيلة من عينات مياه صرف مصنع بمنطقة لاوانج بإندونيسيا وقد زاد نموها مع قلة تركيز تلك العناصر (٢٤٤).

وفى معالجة مياه صرف المدن فى الهند، كان الماء الملوث الناتج بعد تركه فى أحواض وضع بها النبات أقل بنسبة ١٧٪ فى خفض المادة المعلقة الكلية والاحتياج البيولوجى للأكسجين عن أحواض الأكسدة، كما أمكن خفض الحمل العضوى من ٢٢٠ كيلوجرام احتياج بيولوجى للأكسجين للهكتار فى اليوم إلى ٣٠ ملليجرامًا للتر، وبدا النظام ممكناً للتطبيق فى التجمعات السكانية الصغيرة (٢١٧). وكذلك فى مياه مجارى لمدينة فاراناسى مخلوطة بمياه مخلفات مصانع، حيث عوملت المياه على ثلاث مراحل: بورد النيل (١٥ يوماً) ثم نموات طحالب (خمسة أيام) ثم ورد النيل (تسعة أيام)، وكان نتيجة ذلك حدوث خفض شديد فى كل من المادة المعلقة الكلية والفوسفور والنيتروجين النيتراتى والأمونيومى وكل من الاحتياج الكيميائى والبيولوجى للأكسجين وقلوية وعسر الماء وبكتيريا القولون، مع زيادة نسبة الأكسجين الذائب (٣٤٦).

وفى الصين، فى برك من مياه صرف إحدى المستشفيات، كان النبات أكثر قدرة على رفع الملوثات، بجانب حشائش مائية أخرى منها عدس الماء، وازداد محتوى النبات من الملوثات بزيادتها فى الماء الملوث (٣١٢).

وفى اليابان، وخلال عام، نزع النبات ٥٨٪ من النيتروجين الكلى و٤٦٪ من النيتروجين غير العضوى و٨٠٪ من الفوسفور الكلى و٥٦٪ من الفوسفور غير العضوى وذلك من مياه ترانش صرف مياه فى أوكاياما، وكان أفضل من عَشْر حشائش مائية أخرى منها أحد أنواع التايفا والإلوديا والغاب (٢٦١).

وبالقرب من مدينة صغيرة فى ألاباما بالولايات المتحدة، درست إمكانية استخدام النبات كمعالجة غير مكلفة سهلة التنفيذ لمياه صرف المدن لمدة عام ونصف العام بقسم الهندسة المدنية بولاية جنوب كارولينا. وقد أمكن، على معدل أحمال هيدروليكى ١٨٧٠ متر مكعب للهكتار فى اليوم، حفظ مستوى كل من الاحتياج الكيميائى والبيولوجى للأكسجين والمواد العالقة الكلية تحت مستوى ١٠ ملليجرامات للتر والنيتروجين الأمونيومى تحت مستوى ٥ ملليجرامات للتر، وعلى حمل ١١٧٠ مترًا مكعبًا انخفض النيتروجين الأمونيومى إلى أقل من ٢ ملليجراماً للتر (٢٣٨).

نزع المبيدات والصبغات

أمكن للنبات نزع صبغات أزرق الميثيلين methylene blue وأزرق فيكتوريا victoria blue من المحاليل المائية، وكانت أكبر قدرة للنبات فى الامتصاص ١٢٩ و١٤٥ ملليجراماً على التوالى للجرام من النبات. واستنتج أن النبات يمثل مصدراً زهيد الثمن للامتصاص البيولوجى للأصباغ (٢٣٣).

كما تمكن النبات من نزع مبيدات DDT و Na fluoride و metacid من البيئة المائية وكان أعلى امتصاص بعد ١٤ و٤٨ و١٢٠ ساعة على الترتيب (١٥٩).

وفى فنلندا، استطاع النبات نزع مبيد PCP ووصل إلى حالة الثبات بعد ٢٤ – ٤٨ ساعة، كما حدث تكسير للمبيد داخل النبات إلى *o, p,* chlorohydroxy-phenols، ووجدا فى النبات فى أشكال مربوطة "bound/conjugated forms"، واعتبر أن للنبات دوراً هاماً فى تقرير مصير الكيميائيات فى البيئة (٢٩٧).

إنتاج البيوجاز

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

وفى دراسات لتحسين إنتاج الغاز، 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 للغاز. وقد أعطى المُهضِّم سعة ٦ أمتار مكعب المملوء بخليط النبات وروث الماشية حوالى ٢ متر مكعب من الغاز فى اليوم بعد أسبوع واحد من التحميل واستمر إنتاج الغاز لمدة شهر (١٩١). وقد وجد عند خلط النبات مع فضلات دودة الحرير إنتاج غاز أكثر وبنوعية أفضل (أقل نسبة من ثانى أكسيد الكربون) (٣٢٩).

وفى دراسات أخرى، تبين أن الكيلوجرام الواحد من النبات الجاف يعطى نحو ٣٧٠ لترًا من البيوجاز، أى إن الطن الجاف الواحد يعطى ٣٧٠ ألف لتر من البيوجاز (٣٠١)، ويستلزم الأمر حوالى أربعة أسابيع لإتمام الحصول على الغاز المنطلق. وقُدِّر أن الهكتار الواحد من تجمعات النبات يمكنه أن ينتج نحو ٧٠ ألف متر مكعب من البيوجاز، وقيمة الوقود النسبية للغاز تعادل ٢٢,١٦ ألف كيلوجول للمتر المكعب مقارنة بقيمة ٣,٣٤ ألف كيلوجول للميثان النقى.

هذا ويستخدم النبات الجاف فى القرى الهندية بصورة شائعة كوقود (٣٣). وقد بدأت منذ عقد الثلاثينات من القرن الماضى محاولات استغلال النبات كمصدر للطاقة بإنتاج غاز وقودى. وقد تركز الاهتمام على ذلك منذ بداية السبعينات للحاجة المتزايدة لمصادر الطاقة المتجددة.

وفى القرى الصينية والهندية يشيع استخدام روث الماشية منذ زمن طويل لإنتاج الغاز الوقودى. وقد اكتسب استخدام النبات لإنتاج الغاز الحيوى اهتماماً كبيراً فى بعض الدول خاصة الولايات المتحدة والهند. ودلت عديد من الدراسات على الجدوى الاقتصادية لهذا الاستخدام وما يُتسم به من محافظة على البيئة وفائدته الكبيرة خاصة فى المناطق الريفية (٣٢١).

وينتج غاز الميثان تحت ظروف التحلل اللاهوائى للنبات حيث يُنتج أولاً خلال التحلل عدداً من الأحماض الدهنية المتطايرة والتى تعد مصدر إنتاج الغاز (١٣١). ويزداد انطلاق الغاز عند خلط النبات بروث الماشية (١٦٥)، كما أن إضافة مياه صرف المدن إلى النبات الأخضر يزيد أيضاً من انطلاق الغاز خلال عملية التخمر (٣٠٧).

وتحت الظروف المثلى، يبدأ التخمر خلال ٢ – ٣ أيام ويمكن استخدام الغاز بعد ثلاثة أسابيع على درجة ٣٢ – ٣٥ مئوية. وقد أمكن الحصول على نحو ٤٠٠٠ لتر من الغاز يومياً للطن من النباتات نصف الجافة.

هذا وقد تقدمت دراسات إنتاج الغاز الحيوى من النبات بالعلماء الأمريكيين بريادة العالم وُلفرتون بوكالة الفضاء القومية الأمريكية. وقد أثبتت تلك الدراسات أن الجرام الواحد من النبات الأخضر يمكنه أن ينتج نحو ١٤ جراماً من غاز الميثان ووجد أن إنتاج الغاز كان سريعاً وكبيراً على درجة حرارة ٣٦ مئوية (حوالى ٧٠٪ من جملة الغاز الناتج) مقارنة بمثيله على درجات الحرارة ٢٠ – ٣٠ مئوية (حوالى ٦٠٪).

كما أثبتت دراسات أخرى بإندونيسيا وجزر فيجى تميز النبات فى إنتاج البيوجاز بسبب ارتفاع نسبة رطوبته وليونة مادته العضوية وملائمة نسبة الكربون إلى الأيدروجين فى أنسجته (٢٠ : ١ إلى ٣٠ : ١). وقد فتح هذا الأمر الباب على مصراعيه أمام إمكانية استغلال النبات لإنتاج الغاز الحيوى (١٦٠).

وفى مصر، قام معهد بحوث الأراضى والمياه بمركز البحوث الزراعية بدراسات مستفيضة على استغلال النبات فى إنتاج البيوجاز (٥). ووجد أن معدل إنتاج

البيوجاز كان ٠,٢٥٢ متراً مكعبًا لكل كيلوجرام مادة جافة للنبات و ١٥,٩ متراً مكعب لكل كيلوجرام مادة طازجة، وتراوحت نسبة غاز الميثان من ٦٧-٧٠٪ وثانى أكسيد الكربون من ٢٣ - ٣٠٪ والغازات الأخرى (مثل ثانى أكسيد الكبريت والنيتروجين والأيدروجين) من ٣ - ٧٪ فى المخلوط الغازى. وقد أوصى برفع النبات من المجارى المائية والأماكن الأخرى التى يتركز فيها وتجميعه فى منطقة مركزية بجوار القرى أو الوحدات الإنتاجية للغاز على امتداد المجرى المائى وإدخاله لمخمرات الوحدات لإنتاج البيوجاز والسماد العضوى. وقد اقترحت طريقة المعالجة التالية:

- تجميع النبات ميكانيكياً باستخدام الكراكات أو القوارب المزودة بماكينات لعصر النبات وفصل الأنسجة النباتية التى يتم نقلها إلى الشاطئ.
- نقل النباتات إلى وحدات البيوجاز المركزية التى تنشأ بإحدى القرى أو بجوار محطات رفع مياه الرى أو الصرف وذلك لاستغلال الطاقة الناتجة فى إدارة هذه المحطات.
- تخلط النباتات بالمخلفات الحيوانية داخل مُخمِّر الوحدة لرفع كفاءة عملية التخمر.
- يمكن توصيل الغاز الناتج لمنازل القرية كمصدر مباشر للطاقة والطهى والتدفئة والإنارة أو كمصدر غير مباشر لتشغيل ماكينات رفع المياه أو توليد الكهرباء.
- يكون السماد الناتج فى حالة سائلة ويحوى ٥ - ٦٪ مادة صلبة كلية. تفصل هذه المادة بالترسيب وتجفف هوائياً فى مكان مظلل وتعبأ وتسوق كسماد عضوى ومخصب طبيعى.
- يستخدم الجزء السائل فى الرى أو يعاد للمجرى المائى حيث يحتوى على عناصر سمادية ومغذيات مفيدة للأسماك والكائنات المائية.

وقد نوهت تلك الدراسات على وجود عائد اقتصادى وعديد من الإيجابيات فى تكنولوجيا إنتاج البيوجاز من النبات أهمها :

- إعادة ما لا يقل عن نصف كمية الماء الموجودة بالنبات إلى المجرى المائى.
- إنتاج طاقة نظيفة غير ملوثة للبيئة سهلة الاستخدام ذات إمكانيات متعددة.
- إنتاج سماد عضوى طبيعى كمخصب زراعى جيد غنى بالمادة العضوية والعناصر السمادية الضرورية للنبات وخالى من بذور الأعشاب والطفيليات والميكروبات.
- رفع المستوى الصحى والاقتصادى والاجتماعى لمواطنى الريف خاصة العزب والنجوع الواقعة حول القنوات المائية والتى يسبب وجود النبات بها عديد من المشاكل الصحية.

إنتاج الورق والألياف

يستخدم النبات فى الصين كمصدر لعمل السلال والأسبتة. كما يجرى حالياً بإحدى المشروعات الأهلية بكينيا استغلال النبات – الذى يغزو بحيرة فيكتوريا – بتصنيعه إلى أثاث (ملحق الصور). وقد لاقى استخدامه كمصدر للُب الورق اهتماماً كبيراً، حيث يمكن تصنيعه بلستخدام أكسيد الكالسيوم أو الصودا الكاوية. وتتفاوت نسبة السليولوز فى النبات من ٢٦ إلى ٥٠٪ (٥٢). ويشابه سليولوز النبات مثيله فى القطن (١٤٠) بمواصفات ١,٥٣ ملليمتر طول، و٠,٠٢٣ ملليمتر عرض، و ٣,٥ ميكرون سُمك الجدار الخلوى؛ ومحتوى عال من الرماد. إلا أن لُب الورق المستخرج منخفض النوعية ضعيف المقاومة والقيمة الاقتصادية. وقد وجد فى هذا الصدد أن إضافة ٨ – ١٠٪ من ألياف نباتى الجوت أو القطن يحسن من نوعية اللُب وبالتالى نوعية الورق أو الألواح المصنعة (٥٢). وقد أمكن بالفعل فى الصين والهند إنتاج ألواح قوية من لُب الورق المصنع من النبات (٥٢، ٤٨). وفى أوروبا، أمكن إنتاج أوراق تغليف متوسطة الجودة من اللُب المصنع من النبات (٩٨).

المنتجات الكيميائية

أمكن الحصول على عدد من المركبات الكيميائية الهامة من النبات. فقد استخلص البوتاسيوم منه منذ فترة طويلة (١٢٤). وفى هذه العملية تجفف الأوراق

وتحرق ويستخلص الملح البوتاسيومى كلوريد البوتاسيوم من الرماد عن طريق الترشيح والتبخير. وقد أمكن الحصول على طن واحد (٨٠٪ كلوريد بوتاسيوم) من ١٤ طن رماد (٣٠). كما حُصل على مُرَكّز الكاروتين من النبات وله درجة ثبات متوسطة فى زيوت الخُضَر عند استخدامه فيها. كما أمكن إنتاج خميرة من النبات مناسبة للاستهلاك الآدمى، بمعدل ١٢ جراماً منها لكل كيلوجرام واحد من النبات الأخضر (٢٦٤).

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 LD50 = ٠,٦٥ ميكروجرام) (١٩٧). وكذلك عند خلط المستخلص الخام للنبات مع بيئة تغذية ليرقات بعض حشرات الحبوب المخزونة أدى إلى إعاقة تطور الحشرة وحدوث نسبة من الموت للطور اليرقى الرابع (٢٨٨).

وقد تسبب المستخلص الأسيتونى للنبات فى تثبيط النمو وحدوث نشاط مشابه لهرمون الصِغَر juvenile hormone فى يرقات بعوض الكيوليكس، ولوحظ وجود طور (يرقة/عذراء) وحشرات كاملة بعضلات طيران مشوهة وكتل بيض معيوبة، كما أعطت الأطوار الكاملة الناتجة كتلا بيضاء صغرى أصغر (٣٠٣). وعلى دودة ورق القطن كان لمستخلص النبات تأثير مضاد للتغذية (قلة التغذية) على أوراق الخروع، كما تأثرت اليرقات عند التغذية بأوراق معاملة بتركيز ٢٠٠ جزء فى

المليون وذلك فى صورة نقص البروتين والكربوهيدرات والليبيدات وزاد ذلك التأثير بزيادة التركيز (٧٠).

وفى دراسة على انتقال المبيد الحشرى temephos خلال النبات، تبين إمكانية انتقاله بعد معاملته على سطح الأوراق بمعدلات حتى ٥٠٠ ملليجرام "فى الكحول" لكل نبات وتركها لتجف ثم وضع النبات فى الماء واختبار وجود المبيد فى الماء باستخدام بعوض *Aedes aegypti* (٢٢٠).

وعلى الفطريات، أعطى مستخلص النبات (٥ و ١٠ و ٢٠ ملليلتر) العامل على التربة تأثيراً على فطر *Macrophomina phaseolina* الذى تم تلقيحه لبادرات نبات الحمص (٣١٦). وعلى الطحالب، فصلت ثلاث مواد — باستخدام الكروماتوجراف السائل سريع الأداء 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 (٣٧٧).

وعلى النيماتودا، تسببت إضافة النبات المُقَطَّع كمصلح للتربة فى المكافحة الفاعلة لنيماتودا *Meloidogyne incognita; Rotylenchulus reniformis* اللتين تهاجمان الطماطم والباذنجان، كما حسنت من نمو المحصول، وأظهرت مستخلصات النبات خواصاً إبادية للنيماتودا (٣١٤). وأعطت الأوراق الجافة المطحونة وأجزاء النبات تأثيراً على أعداد نيماتودا *M. incognita* وعدد كتل بيضها وزاد المحصول لكن بدرجة أقل من معاملة مبيد النيماتودا aldicarb وأوراق نبات النيم neem المطحونة (٢٦٧).

وقد وجد أن التربة المعاملة بأوراق وأزهار النبات قد حدث بها مكافحة كافية لنيماتودا *T. brassicae* وتحسن فى نمو محصول الكرنب والقرنبيط، وأظهر المستخلص المائى للنبات سمية لهذه النيماتودا (٣١٥). كما أمكن للأوراق المُقَطَّعة للنبات تثبيط تكاثر النيماتودا المتطفلة فى حقل موبوء بها (٢٣).

وعلى رغم هذه النتائج الإيجابية التى وجدت بالهند عن تأثير النبات على النيماتودا، فلم يلاحظ فى دراسة بالولايات المتحدة أى تأثير على مكافحة النيماتودا (عدد العقد الجذرية فى الجرام) 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 (٣٤١). وهو الأمر الذى يعكس ضرورة إجراء الدراسات المحلية أولاً قبل الشروع فى مثل هذا الاستخدام.

المراجع

أولاً : المراجع العربية:

١ – أحمد، سيد عاشور. ١٩٩٢م. **المكافحة المتكاملة للحشائش المائية وأثر المبيدات فى البيئة**. ندوة قومية عن نبات ورد النيل. جامعة أسيوط (٢٥ – ٢٦ فبراير): ٣٥ – ٤٩.

٢ – أحمد، سيد عاشور. ١٩٩٢م. **ورد النيل يتسلل إلى قناة السويس**. الصفحة الأولى، جريدة الأهرام، ١٨ يناير ١٩٩٢م.

٣ – أحمد، سيد عاشور. ١٩٩٣م. **ورد النيل مصدر جديد للطاقة**. صفحة البترول والطاقة، جريدة الأهرام، ١٨ يونيو ١٩٩٣م.

٤ – أحمد، سيد عاشور. ١٩٩٤م. **تلوث المياه العذبة بالمبيدات وأثره على الأحياء المائية**. مؤتمر (النيل فى عيون مصر). جامعة أسيوط (١٠ – ١٤ ديسمبر): ٨٦٩ – ٨٨٠.

٥ – الشيمى، سمير أحمد. ١٩٩٥م. **البيوجاز وحماية البيئة من التلوث**. مجلة أسيوط للدراسات البيئية. جامعة أسيوط. العدد الثامن (يناير ١٩٩٥م): ٩٧ – ١١٠.

٦ – الوكيل، محمد عبد الرحمن. ١٩٩٢م. **المكافحة البيولوجية لورد النيل باستخدام مسببات أمراض النبات**. ندوة قومية عن نبات ورد النيل. جامعة أسيوط (٢٥ – ٢٦ فبراير): ٥١ – ٥٣.

٧ – خطاب، أحمد فخرى. ١٩٩٢م. **مشكلة ورد النيل فى مصر وطرق مكافحته**. ندوة قومية عن نبات ورد النيل. جامعة أسيوط (٢٥ – ٢٦ فبراير): ٢١ – ٣٤.

٨ – فياض، يحيى حسين. ١٩٩٢م. **استخدام الحشرات فى المكافحة الحيوية لورد النيل**. ندوة قومية عن نبات ورد النيل. جامعة أسيوط (٢٥ – ٢٦ فبراير): ٥٥ – ٦٣.

ثانياً : المراجع الأجنبية:

9. Abdalla, A.A. and A.T. Abdel Hafeez. 1969. **Some aspects of utilization of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*)**. PANS 15: 204-207.
10. 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 Center (1988) 53-61.
11. Abou-el-Fadl, M. *et al.* 1970. **Utilization of water hyacinth as organic manure with special reference to water-borne helminths.** J. Microbiol. U.A.R. 3 (1): 27-34.
12. Abu-Zeid, M.I., M.A. El-Desoky and S.A. Ahmed. 1992. **Contents of some heavy metals in wheat plants grown in soils treated by water hyacinth.** Proc. National Symposium on Water hyacinth. Assiut University (25-26 Feb.): 25-40.
13. Aghsrkar, S.P. and I. Banerj. 1930. **Studies on the pollination and seed formation of water hyacinth (*Eichhornia speciosa* Kunth).** Agric. J. India 35: 286-296.
14. Ahmed S.A. 1983. **Water hyacinth problem and its control in Egypt and the Sudan.** The Water hyacinth Society of Japan. Newsletter No. 2: 8-9.
15. Ahmed, S.A. 1993. **Advancement of aquatic weed management in the river Nile and other waterbodies.** Proc. Nile 2002 Conference (1-6 Feb., 1993), Aswan, A.R.E. II. 4.I - II.4.14.
16. Ahmed, S.A., M.A. El-Desouky and M.A. Gameh. 1992. **Utilization of water hyacinth as a soil amendment: growth and contents of N, P, K of wheat.** Proc. National Symposium on Water hyacinth, Assiut University (25-26 Feb.): 11-24.
17. Ahmed, S. A., M. Ito and K. Ueki. 1980. **Water quality as affected by water hyacinth decomposition after 2,4-D and ametryne application.** Weed Research (Japan) 25: 42- 49.

18. Ahmed, S. A., M. Ito and K. Ueki. 1982. **Water quality as affected by water hyacinth decomposition after cutting or 2,4-D application.** Weed Research (Japan) 27: 34- 39.

19. Ahmed, S. A., M. Ito and K. Ueki. 1982. **Phytotoxic effect of water hyacinth extract and decayed residue.** Weed Research (Japan) 27: 177- 183.

20. Ahmed, S.A. and R. F. Abdou. 1990. **Effect of diuron and metribuzin on the root-tip mitosis of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms).** Proc. 8th International Symposium on Aquatic Weeds. Uppsala, Sweden (13-17 Aug.): 11-15.

21. Ahmed, S.A., S.M. Mousa and E.A. Beddiny. 1992. **Seasonal variations in certain nutrient contents of water hyacinth and associated molluscs in Assiut area.** Proc. National Symposium on Water hyacinth. Assiut University (25-26 Feb.): 41-54.

22. Akcin, G., O. Saltabas and H. Afsar. 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.

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

24. Allen, E.R., 1938. **Notes on feeding and egg laying habits of the *Pseudemys*.** Proc. Florida Acad. Sci. 3: 105.

25. Allen, G.E. 1976. **Investigations and current status on insect enemies as biological control agents of aquatic weeds.** P. 299-306, in: Aquatic Weeds in S.E. Asia. W. Junk, The Hague.

26. Allsopp, W.H.L. 1960. **The manatee: ecology and use for weed control.** Nature, London 188: 762.

27. Ambasht, R.S. and K. Ram. 1976. **Stratified primary productive structure of certain macrophytic weeds in a large Indian lake.** P. 147-155, in Aquatic Weeds in S.E. Asia. W. Junk. The Hauge.

28. Anders, A. and F.D. Bennett. 1975. **Biological control of aquatic weeds**. Ann. Rev. Entomol. 20: 31-46.

29. Anderson, R.G. 1977. **Comparative studies of the morphology and ecology of sexual reproduction of *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae)**. Dissert. Abstr. Intl. B38 (2): 482-483.

30. Anon. 1921. **Waterhyainth ash as a fertilizer and source of potash.** Bull. Imp. Inst. 19: 460-462.

31. Anon. 1926. **The water hyacinth pest.** Leaflet Dept. Gric. Cylon no 40.

32. Anon. 1938. **The water hyacinth pest.** Leaflet Dept. Gric. Cylon no 132.

33. Anon. 1952. **Wealth of India – Raw materials.** Vol. 3. p. 130. CSIR. New Delhi.

34. Anon. 1953-54. **Weed Control.** Rep. Bose Res. Inst. P. 14.

35. Anon. 1953-57. **Annual Reports of the Bose Research Institute, Calcutta.**

36. Anon. 1961. **Destruction and control of weeds in irrigation systems.** Royal Irrigation Dept., Bangkok. In Thai.

37. Anon. 1965. **Annual Report of the Northeast Agriculture Center.** Dept. of Fisheries, Ta Phara, Khon Kaew, Thailand.

38. Anon. 1966. **Mulching with waterhyacinth.** Two and a Bud. 13: 31.

39. Anon. 1971. **Economic damage caused by aquatic weeds (Preliminary survey).** US Office Sci. Technol., AID, Washington, D.C. Dec. 1971, 13 pp.

40. Anon. 1973. **Some prospects for aquatic weed management in Guyana.** 30 pp. Nat. Sci. Res. Coun. Guyana.

41. Anon. 1974. **Annual Report 1972-73 of NSW Dept Agriculture.** Govt. Printers, Australia. No. 69: 208 pp.

42. Anon. 1975. **2,4-D and tolerance for residues.** Fed. Regist. 40 (242): 58294-295.

43. Anon. 1975. **Botswana.** Aquatic Weed Legislation 21 (1): 76-77.

44. Anon. 1975. **Making Aquatic Weeds Useful.** National Academy of Sciences, Washington. 175 pp.

45. Anon. 1978. **Report of the Planning Meeting in Management of Waterhyacinth.** 15-18 Nov. 1978, New Delhi. Commonw. Sci. Council, London. 23 pp. CSC (79) RT-4.

46. Anon. 1978. **Annual Report of Water Research Commission (South Africa), 1977**: 36-38.

47. Anon. 1978. **Management of Waterhyacinth.** Report of 1st Review Meeting, 11-12 June 1979, Papua New Guinea. CSC (79) RT-5. 105 pp. Commonw. Sci. Council, London.

48. Anon. 1980. **Proposal for the utilization of waterhyacinth for paper and board making.** CSC (80) R-T-8, 15 pp. Commonw. Sci. Council, London.

49. Ark, S. 1959. **Manuring of fishponds.** Agric. Pakistan 10: 122-135.

50. Avault, J.W. 1965. **Biological control of weeds with herbivorous fish.** Proc. 18th South Weed Control Conf., Abstr.: 590-591.

51. Averitt, W.K. 1967. **The persistence of 2,4-D in water.** P. 325-347, in: Ann. Rep. of Control of Alligator Weed and other Aquatic Plants. Univ. SW Louisiana and Corps of Engineers (USA).

52. Azam, M.A. 1941. **Utilization of waterhyacinth in the manufacture of paper and pressed board.** Sci. Cult. 6: 656-661.

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

54. Backer, C.A. 1951. **Pontederiaceae.** Flora Malesiana Ser. 1(4): 225-261.

55. Bagnall, L.O. 1973. **Use of harvested weeds.** Unpubl. Rep., Dep of Agric. Engineering, Univ. Florida, Gainesville.

56. Bagnall, L.O., J.A. Baldwin and J.F. Hentages. 1973. **Processing and storage of waterhyacinth silage**. Florida Agric. Expt Sta. Journal ser. 00, Univ. Florida, Gainesville.

57. Bagnall, L.O., T.D. Furman, J.F. Hentages, W.J. Nolan and R.L. Shirley. 1974. **Feed and fiber from effluent grown waterhyacinth**. In: Wastewater use in the production of food and fiber. Proc. Environ. Protection Agency Technol. Ser. EPA 660/2-74-041.

58. Bailey, F.M. 1902. **The Queensland Flora.** Pt. V.H.J. Diddams & Co., Brisbane.

59. Baker, G.E., D.L. Sutton and R.D. Blackburn. 1972. **Feeding habits of the white amur on waterhyacinth.** Hyacinth Control J. 12: 58-62.

60. Baldwin, J.A. 1974. **Preservation and cattle acceptability of water hyacinth silage.** Hyacinth Control J. 12: 79-81.

61. Ball, E.W. 1959. Proc. 13th Annual Conf. S.E. Assoc. Game & Fish Commissioners, Baltimore, Md. p. 259.

62. Barrett, S.C.H. 1977. **Tristyly in *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.** Biotropica 9: 230-238.

63. Barrett, S.C.H. 1980. **Sexual reproduction in waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*). II. Seed production in natural populations.** J. Appl. Ecol. 17: 113-124.

64. Basak, M.N. 1948. **Waterhyacinth compost.** Dept. Agric. West Bengal Bull., Alipore. 14 pp.

65. Batanouny, K.H. and A.M. El-Fiky. 1975. **The waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) in the Nile system, Egypt**. Aquatic Botany 1: 243-252.

66. Baten, M.A., B.S. Nahar, S.C. Sarker, M.A.H. Khan. 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.

67. Bauer, S. 1966. **Helicopter against waterhyacinth in the Sudan.** Agric. Aviation 8 (4): 116-118.

68. Beasley, P.G. and J.M. Lawrence. 1966. **The influence of rooted aquatic plants on the dissolved oxygen content of water.** Abst., Weed Sci. Soc. Am. Meeting: 90.

69. Bebawi, F.F. 1972. **Studies on the ecology of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in the Sudan.** M. Sc. Thesis. Univ. Khartoum. Khartoum.

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

71. Bennett, F.D. 1967. **Notes on the possibility of biological control of waterhyacinth *Eichhornia crassipes*.** PANS C13: 304-321, in: Proc. 4th Asian Pacific Weed Sci. Soc. Conf., Rotorua.

72. Benton, A.R. Jr., W.P. James and J.W. Rouse, Jr. 1978. **Evapotranspiration from waterhyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in Texas reservoirs.** Water Resources Bull. 14 (4): 919-930.

73. Beshir, M.O. and F.D. Bennett. 1984. **Biological control of water hyacinth on the White Nile, Sudan**. Proc. VI Inter. Symp. on Biological Control of Weeds (ed. E.S. Delfosse). P. 491-496. Agric. Canada.

74. Bhaskar, V. 1976. **Weed menace in India.** Sci. Reporter 13: 657-659.

75. Bhatia, H.L. 1970. **Grass carp can control aquatic weeds.** Indian Farming 20 (2): 36-37.

76. Bhutarobol, C. 1951. **Waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) control experiments with 2,4-D at Angthong**. Kasikron 24: 449-452.

77. Bill, S.M. 1969. **The waterweed problem in Australia.** Hyacinth Control J. 8 (1): 1- 6.

78. Biobaku, W.O. and T.E. Ekpenyong. 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.

79. Biswas, K. and C.C. Calder. 1954. **Handbook of Common Water and Marsh Plants of India and Burma.** Health Bull. 24 Govt. Press, New Delhi and Calcutta.

80. Blackburn, R.D. and L.A. Andres. 1968. **Tbe snail, the mermaid and the flea beetle.** Yearbook US Dept Agric.: 229-234.

81. Blackett, P.M.S. 1952. Research 5: 522.

82. Bock, J.H. 1966. **An ecological study of *Eichhornia crassipes* with special emphasis on its reproductive biology.** Ph. D. Thesis, Univ. Calif., Berkeley, 186 pp.

83. Bock, J.H. 1968. **The waterhyacinth in California.** Madrono 19: 281-283.

84. Bock, J.H. 1969. **Productivity of the waterhyacinth, *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.** Ecology 50: 460-464.

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

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

87. Borthakur, P.K. and R.K. Bhattacharyya. 1993. **Effect of mulches on controlling weeds in guava orchards.** Proc. Indian Society of Weed Science International Symposium, Hisa, India, 18-20 Nov. 1993.

88. Bose, J.C. 1923. **The spread of waterhyacinth.** Trans. Bose Res. Inst. 3 & 4: 786-795.

89. Bose, P.K. 1945. **The problem of waterhyacinth in Bengal.** Sci. Cul. 11: 167-171.

90. Boyd, C.E. 1976. **Accumulation of dry matter, nitrogen and phosphorus by cultivated waterhyacinth.** Econ. Bot. 30: 51-56.

91. Boyd, C.E. and E. Scarsbrook. 1975. **Influence of nutrient addition and initial density of plants on production of waterhyacinth, *Eichhornia crassipes*.** Aquatic Botany 1: 253-261.

92. Boyd, C.E. and D.H. Vickers. 1971. **Variation in the elemental content of *Eichhornia crassipes*.** Hydrobiologia 38: 409-414.

93. Brenzy, O., I. Mehta and R.K. Sharma. **Studies on evapotranspiration of some aquatic weeds.** Weed Science 21: 197-203.

94. Brezonik, P.L., W.H. Morgan, E.E. Shanon and H.D. Putnam. 1969. **Eutrophication factors in North Central Florida lakes.** Florida Water Resources Center Publ. 5. Florida Eng. & Indust. Expt Stat. 23 Bull. Ser. 134: 101 pp.

95. Brown, W.H. 1951. ***Eichhornia crassipes*.** Useful Plants of the Philippines 1: 363-364.

96. Burkhalter, A.P. 1972. **Florida's Department of Natural Resources: Policies and plans as related to aquatic weed control and research.** Hyacinth Control J. 10: 2-4.

97. Burkill, I.H. 1966. ***Eichhornia crassipes* – way of living.** P. 905-906, in: Dictionary of Economic Products of the Malay Peninsula, 1.

98. Burkill, I.H. 1966. ***Eichhornia crassipes* – utilization.** P. 906-907, in: Dictionary of Economic Products of the Malay Peninsula 1.

99. CCTA/CSA. 1957. **Colloque sur l' *Eichhornia crassipes*.** CCTA/ CSA, Leopoldville.

100. Center, T.D. and J. Balciunas. 1976. **The effects of water quality on the distribution of alligator weed and waterhyacinth.** Appendix B: B1-B13, in: Aquatic Plant Control Program. Tech. Rep. no. 10, US Army Engineer Waterways Expt. St., Vicksburg, Mississippi.

101. Chadwick, M.J. and M. Obeid. 1966. **A comparative study of the growth of *Eichhornia crassipes* Solms and *Pistia stratiotes* in water culture.** J. Ecol. 54: 563-575.

102. Chakaravarti, S.C. 1963. **Weed control in India – a review.** Indian Agric. 8: 1-58.

103. Chakraborty, B., P. Biswas, L. Mandal, G.C. Banerjee. 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.

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

105. Charudattan, R. 1986. **Integrated control of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) with a pathogen, insects and herbicides.** Weed Science 34 (Supplement 1): 26-30.

106. Charudattan, R. and B.D. Perkins. 1974. **Fungi associated with insect damaged waterhyacinth in Florida and possible effects on plant host population.** Paper to Meeting of Hyacinth Control Soc., Winterhaven, Florida.

107. Chatterjee, I. and M.A. Hye. 1938. **Can waterhyacinth be used as a cattle feed.** Agric. and Livestock (India) 8 (5): 547-553.

108. Chauhan, R.P.S., D.V. Singh and H. Narayan. 1973. **Effect of organic matter on the availability of phosphate and physical properties of salt affected soils.** Balwant Vidyapeeth J. Agric. Sci. Res. 15 (1-2): 49-53.

109. Chibbar, S.S. and G.D. Singh. 1971. **Paddy straw and waterhyacinth silage.** Indian Farming 20 (11): 24-26.

110. Chokder, A.H. 1968. **Further investigations on control of aquatic vegetation in fisheries.** Agric. Pakistan 19: 101-118.

111. Chomcalow, N. and S. Pongpangan. 1976. **Aquatic weeds in Thailand: occurrence, problems and existing and proposed control measures.** P 43-50, in Aquatic Weeds in S. E. Asia. W. Junk, The Hague.

112. Clock, R.M. 1938. **Nitrogen and phosphorus removal from a secondary sewage treatment effluent**. Doctoral Dissertation, Univ. Florida, Gainesville.

113. Conner, J.W. *et al.* 1964. **Translocation of amitrole-T and 2,4-D in waterhyacinth**. Abstr. Meeting Weed Sci. Soc. Am.: 101.

114. Conway, K.E. 1976. ***Cercospora rodmanii*** **– a new pathogen of waterhyacinth with biological control potential.** Can. J. Bot. 54: 1079-1083.

115. Conway, K.E. and T.E. Freeman. 1978. **The potential of *Cercospora rodmanii* as a biological control for waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*)**. Proc. 4th Int. Symp. Biol. Control Weeds: 207-209.

116. Cooley, T.N. and D.F. Martin. 1979. **Cadmium in naturally occurring waterhyacinth**. Chemosphere 8: 75-79.

117. Cordo, H.A. and C.J. DeLoach. 1976. **Biology of the water hyacinth mite in Argentina**. Weed Science 24: 245-249.

118. Cordo, H.A. and C.J. DeLoach. 1978. **Host specificity of *Sameodes albiguttalis* in Argentina, a biological control agent for waterhyacinth**. Environ. Entomol. 7 (2): 322-328.

119. Couch, R. and E.O. Gangstad. 1974. **Response of waterhyacinth to laser radiation**. Weed Science 22 (5): 450-453.

120. Das, R.R. 1968. **Growth and distribution of *Eichhornia crassipes* and *Spiroela polyrhiza***. Ph. D. Thesis, Banaras Hidu Univ., Varanasi.

121. Dassanayke, M.D. 1976. **Noxious aquatic vegetation in Sri Lanka**. P. 59-61, in: Aquatic weeds in S.E. Asia. W. Junk, The Hague.

122. Davis, H.R. 1959. **Effects of the waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) in the Nile Valley**. Nature, London 184: 1085-1086.

123. Dawood, K.E., M. Farooq, B.C. Dazo, L.C. Miguel and G.O. Unrau. 1965. **Herbicide trials in the snail habitats of the Egypt-49 Project Area**. Bulletin WHO, 32: 269-287.

124. Day, F.W. 1918. **The waterhyacinth as a source of potash.** Agric. Bull. Federated Malay States 6 (7-8): 309-314.

125. Dazo, B.C., *et al.* 1966. **The ecology of *Bulinus truncatus* and *Biomphalaria alexandrina* and its implication for the control of bilharziasis in the Egypt.** 49 Project Area. Bull. WHO 35: 339-356.

126. Dekimple, P. 1957. **Controlle de la jacinthe d'eau.** Bull. Agric. Du Congo Belge 48: 105-152.

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

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

129. DeLoach, C.J. and H.A. Cordo. 1976. **Ecological studies of *Neochetina bruchi* and *N. eichhornia* on waterhyacinth in Argentina.** J. Aquat. Plant Manage. 14: 53-59.

130. Deloach, C.J. and H.A. Cordo. 1976. **Life cycle and biology of *Neochetina bruchi*, a weevil attacking waterhyacinth in Argentina with notes on *N. eichhornia*.** Ann. Entomol. Soc. Am. 69: 643-652.

131. Deshpande, P., S. Sarnaik, S.H. Godbole and P.M. Wagle. 1979. **Use of waterhyacinth as an additive in biogas production.** Curr. Sci. 48: 490-492.

132. Dgner, C. 1946. **Flora Hawaiiensis.** C. Degner, Honolulu.

133. Dhar, N.R. 1974. **Profitable production of potato in feebly alkaline soil by application of energy rich materials alone and with rock phosphate and NPK, and their influence on the quality of potato.** P. 177-182, in: N.R. Dhar (ed.). Proc. Symp. Green Revolution. National Acad. Sci. India, Allahabad.

134. Dhar, N.R. 1974. **Influence of different organic materials with and without rock phosphate and urea on reclamation of highly saline and alkaline soil.** P. 183-192, in: N.R. Dhar (ed.) Proc. Symp. Green Revolution. National Acad. Sci. India. Allahabad.

135. Donselaar, J. van. 1968. **Water and marsh plants in the artificial Brokopondo lake (Surinam, S. America) during the first year of its existence**. Acta Botanica Neerl. 17: 183-196.

136. Druijef, A.H. 1973. **De waterhyacinth een lasting onkruid (The waterhyacinth a troublesome weed)**. Tijdschrift der Koninklijke Nederlands Heidemaatschappij 84: 157-161.

137. Dunigan, E.P. 1974. **Some preliminary observations on the nitrogen-utilizing microorganisms on the roots of waterhyacinth.** Proc. Louisiana Acad. Sci. 37: 22-24.

138. Dunigan, E.P., R.A. Phelan and Z.H. Shamsddin. 1975. **Use of waterhyacinth to remove nitrogen and phospborus from eutrophic water.** Hyacinth Control J. 13: 59-61.

139. Dutta, R.K., P.R. Chakrabarty, B.C. Guha and J.J. Ghosh. 1966. **Protein concentrated from leaves of waterhyacinth.** Indian J. Appl. Chem. 29: 7-13.

140. Earl, J.C. and T.M. Reynolds. 1931. **Cellulose of two water plants, *Ottelia ovalifolia* and *Eichhornia crassipes*.** (c.f. Gopal and Sharma, 1981)

141. Easley, J.F. and R.I. Shirley. 1974. **Nutrient elements for livestock in aquatic plants.** Hyacinth Control J. 12: 82-85.

142. El-Sharkawy, H.M., F.M. Salama and S.A. Ahmed. 1980. **Cation uptake by water hyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) under reduced water potential.** Bull. Fac. Sci. Assiut Univ. 9: 49-62.

143. El-Shakawy, H.M., F.M. Salama and S.A. Ahmed. 1981. **The flux of nitrate, sulphate and phosphate ions in (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) roots under reduced water potential.** Bull. Fac. Sci. Assiut Univ. 10: 1-17.

144. Evans, A.C. 1963. **The grip of the waterhyacinth.** New Scientist 19: 666-668.

145. Finlow, R.S. and K. McLean. 1917. **Waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) and its value as a fertilizer.** Govt Printing Press. Calcutta. Bull Agric. Res. Inst. Pusa 71.

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

147. Fosse, E.S., D.L. Sutton and B.D. Perkins. 1976. **Combination of mottled waterhyacinth weevil and the white amur for biological control of waterhyacinth.** J. Aquat. Plant Manage. 14: 64-67.

148. Francois, J. 1970. **Recherches experimentales sur l' ecologie la jacinthe d'eau *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.** Doctoral Thesis, Faculte Sci. Agronom., Gembloux, Belgium.

149. Freeman, T.E., R. Charudattan and F.W. Zettler. 1973. **Biological control of water weeds with plant pathogens.** Florida Water Resources Res. Center Publ. 23. Univ. Florida, Gainesville, 52 pp.

150. Gangstad, E.O. 1975. **Integrated control of alligator weed and waterhyacinth in Texas.** Aquatic Plant Control Program: Tech. Rept 9, US Army Engr Waterways Expt St. Vicksburg, Mississippi. 103 pp.

151. Gangstad, E.O. 1976. **Potential growth of aquatic plants in the Republic of the Philippines and projected methods of control.** J. Aquat. Plant Manage. 14: 10-14.

152. Gangstad, E.O. 1977. **Aquatic weed problems in Puerto Rico.** J. Aquat. Plant Manage. 15: 3-5.

153. Garg, S.P. 1968. **Studies on aquatic weed control in U.P.** Tech. Memorandum no. 39-RR (B-1). Roorkee.

154. Gay, P.A. 1958. ***Eichhornia crassipes* in the Nile of Sudan.** Nature 182: 538-539.

155. Gay, P.A. 1960. **Ecological studies on *Eichhornia crassipes* Solms in Sudan. 1. Analysis of spread in the Nile.** J. Ecol. 48: 183-191.

156. Gay, P.A. and L. Berry. 1960. **The waterhyacinth in the Sudan.** P. 184-188, in: Harper, J.L. (ed.). The Biology of Weeds. Blackwells, Oxford.

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

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

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

160. Gopal, B. and K.P. Sharma. 1981. **Waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*): Most Troublesome Weed of the World.** Hindasia. India. 218 pp.

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

162. Grant, Z.C. 1962. **Aquatic weed control program of the central and southern Florida flood control district.** Hyacinth Control J. 1: 24-31.

163. Gratch, H. 1965. **FAO Horticultural Adviser Report**, India.

164. Guerreiro, A.R. 1976. **Waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) in Portugal.** II Simposio de Herbologia, Oeiras (Portugal) 1: 1-17.

165. Guha, B.R., T.K. Bandopadhyaya and R.K. Choudhury. 1976. **Fuel gas and compost manure from waterhyacinth**. Khadi Gramodyog 22 (11): 483.

166. Gupta, O.P. 1973. **Aquatic weed control.** World Crops 25: 182-190.

167. Gupta. O.P. 1976. **Effect of high sodium absorption ratio on the growth of waterhyacinth.** Paper presented at Weed Sci. Soc. Nigeria.

168. Guscio, F.J., T.R. Bartley and A.N. Beck. 1965. **Water resources problems generated by obnoxious plants**. J. Waterways Harb. Div., Am. Soc. Civil Engrs 10: 47-60.

169. Gutierrez, E., F. Arreguin, R. Huerto and P. Sadana. 1994. **Aquatic weed control.** Int. J. Water Res. Develop. 10: 291-312.

170. Haigh, J.C. 1936. **Notes on waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* Solms) in Ceylon.** Ceylon J. Sci. ser. A12: 97-108.

171. Haigh, J.C. 1940. **The propagation of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* Solms) by seed.** Trop. Agric. (Ceylon) 94: 296-297.

172. Hall, J. 1966. **Observations on aquatic weeds in Volta basin (Ghana).** Paper to Int. Symp. Man-made Lakes, Accra.

173. Haller, W.T., E.B. Knipling and S.H. West. 1970. **Phosphorus absorption by and distribution in waterhyacinth.** Soil and Crop Sci. Soc. Florida, Proc. 30: 64-68.

174. Haller, W.T. and D.L. Sutton. 1973. **Effects of pH and high phosphorus concentration on growth of waterhyacinth.** Hyacinth Control J. 11: 59-61.

175. Hamdoun, A.M. and H.B. el-Tighani. 1977. **Weed control problems in the Sudan.** PANS 23: 190-194.

176. Harley, K.L.S. and A.D. Wright. 1984. **Implementing a program for biological control of waterhyacinth, *Eichhornia crassipes*.** Proc. Int. Conf. on Waterhyacinth (ed. Thyagarajan), P. 58-69. UNEP, Nairobi.

177. Hayes, W.J. 1963. **Clinical Handbook of Economic Poisons.** Public Health Service Publ. No. 476, US Gov. Print. Office.

178. Haag, K.H. 1984. **Behavioural and physiological response of waterhyacinth weevils (*Neochetina eichhornia* and *N. bruchi*) to herbicide application.** Proc. Ann. Meet. Entomol. Soc. America, San Antonio, Texas, 1984: 9-13.

179. Hearne, J.S. 1966. **The Panama Canal's aquatic weed problem.** Hyacinth Control J. 5: 1-5.

180. Heinen, E.T. and S. El-Din Hassan Ahmed. 1964. **Waterhyacinth Control on the Nile River, Sudan.** Inf. Prod. Center. Dept. Agric., Khartoum.

181. Hentages, J.F. 1972. **Processed aquatic plants in cattle diets.** Journal of Animal Science 34: 360.

182. Hitchcock, A. E., P.W. Zimmerman, H. Kirkpatrick, Jr. and T.T Earle. 1959. **Waterhyacinth: growth, reproduction and practical control by 2,4-D.** Contrib. Boyce Thompson Inst. Pl. Res. 15: 363-401.

183. Hitchcock, A. E., P.W. Zimmerman, H. Kirkpatrick, Jr. and T.T Earle. 1960. **Waterhyacinth: growth and control by means of 2,4-D.** Contrib. Boyce Thompson Inst. Pl. Res. 16 (3): 91-130.

184. Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Planco and J.P. Herberger. 1977. **The World's Worst Weeds: Distribution and Biology.** The University Press of Hawaii, Honolulu. 597 pp.

185. Holm, L.G., L.W. Weldon and R.D. Blackburn. 1969. **Aquatic weeds.** Science 166: 699-709.

186. Holm, L.G., L.W. Weldon and R.D. Blackburn. 1970. **Aquatic weeds.** PANS 16: 576-589.

187. Holm, L. and R. Yeo. 1980. **The biology, control and utilization of aquatic weeds. Part II.** Weeds Today (Winter 1980): 12-14.

188. Hooker, W.J. 1829. ***Pontederia azurea*-large flowered Pontederia.** Curtis' Bot. Mag. n.s. III: 18-29.

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

190. Howard, W.C. and W.J. Junk. 1977. **The chemical composition of central Amazonian aquatic macrophytes with special reference to their role in ecosystem.** Arch. Hydrobiol. 79: 446-464.

191. Hussein, A.M. 1992. **Industrial utilization of waterhyacinth as complement to mechanical control.** Proc. National Symposium on Waterhyacinth, Assiut University (25-26 Feb.): 103-117.

192. Hutchinson, J. 1959. **The Families of Flowering Plants.** Vol. II Monocotyledons. Oxford Univ. Press, London.

193. Iswaran, V. 1976. **Stimulatory action of *Azotobacter chroococcum* from waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) on germination of seeds of rye (*Secale cereale*).** Sci. Cult. 42: 162-163.

194. Iswaran, V.V., D. Patil and A. Sen. 1978. **Effect of spray of a bacterium culture from the phyllosphere of waterhyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms on the yield of paddy and wheat.** Plant & Soil 50 (2): 253-256.

195. James, R., K. Sampath, V.J. Pattu and G. Devakiamma. 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.

196. Jamieson, G.I., C. Kershaw and R.J. Ciesiolka. 1977. **Waterhyacinth control on lower Fitzroy River.** J. Aquat. Plant Manage. 15: 5-9.

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

198. Jimenz, M.M, E.G. Lopez, R.H. Delgadillo and E.R. Franco. 2001. **Importation, rearing, release and establishment of *Neochetina bruchi* (Cleoptera, Curculionidae) for the biological control of waterhyacinth in Mexico.** J. Aquat. Plant Manage. 39: 140-143.

199. John, D.M., C.D. Klaassen and M. O. Amdur. 1980. **Toxicology.** Mcmilan Pub. Co. Inc., New York, P. 389-393.

200. Johnson, E. 1920. **Fresno County will fight waterhyacinth.** Bull. Calif. Agric. Dept. 9: 202-203.

201. Johnson, M. and J.M. Laurence. 1976. **Biological weed control with white amur.** Appendix E: E1-E12. Dept Fish & allied cultures, Auburn Univ., Auburn, Alabama

202. Joshi, L.M., V.R. Pantulu and S.Y. Padmanabhan. 1950. **Control of waterhyacinth with hormone weedicides.** Indian Farming 11: 545-546.

203. 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.

204. Kar, B.K. 1939. **Waterhyacinth - a problem for Bengal.** Sci. Cult. 4: 684-685.

205. Kay, S.H. and S.T. Hoyle. 2001. **Mail order, the Internet and invasive aquatic weeds.** J. Aquat. Plant Manage. 39: 88-91.

206. Khalifa, M.M. 1994. **Ecological Studies on Some Aquatic Weeds and their Associated Arthropods.** M. Sc. Thesis. Assiut University, 94 pp.

207. Khallaf, M.F., N.F. Gamal and T.R. El-Toukhy. 1994. **Heavy metal concentration in fish and water of the River Nile and fish farms.** National Conf. on the River Nile (10-14 Dec.). Assiut University: 235-246.

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

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

210. Klorer. J. 1909. **The waterhyacinth problem.** J. Assoc. Engr. Soc. (USA) 42: 3-48.

211. Knipling, E.B., S.H. West and W.T. Haller. 1970. **Growth characteristics, yield potential and nutritive content of water hyacinth.** Proc. Soil and Crop Sci. Soc. Florida 30: 51-63.

212. Kotalawala, J. 1976. **Noxious water vegetation in Sri Lanka: The extent and impact of existing infestation.** P. 51-58, in: Aquatic Weeds in S.E. Asia. W. Junk, The Hague.

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

214. Krishanthi, A., P.A.J. Yapa and A. Kanthi. 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.

215. Krishnamoorthi, K.P. and S. Rajagopalan. 1970. **Survey of molluscs nuisance in some water supplies of Calcutta.** Proc. Symposium on Mollusca. Pt III: 746-754.

216. Krishnappa, D.G. 1971. **Cytological studies in some aquatic angiosperms.** Proc. Indian Acad. Sci. B73: 179-185.

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

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

219. Lebrun, J. 1957. **La position actuelle du Probleme de l' *Eichhornia crassipes* en Afrique an sud au Shahara.** CSA/CCTA 209, 16 Sep. 1957. 10 pp.

220. 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.

221. Leentvaar, P. 1966. **The Brokopondo research project, Surinam.** P. 33-42, in: Man-made Lakes. Academic Press. London.

222. Legler, K.F. 1969. **Man-made lakes: Planning and Development.** FAO, Rome. 71 pp.

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

224. Lister Smith, W.C. 1926. **The waterhyacinth pest (*Eichhornia crassipes* Solms).** Trop. Agric. Ceylon 67 (6): 327-329.

225. Liang, J.K. and R.T. Lovell. 1971. **Nutritional value of waterhyacinth in channel catfish feeds.** Hyacinth Control J. 9: 40-44.

226. Little, E.C.S. 1965. **The worldwide distribution of the water hyacinth.** Hyacinth Control J. 4: 30-32.

227. Little, E.C.S. 1966. **The invasion of man-made lakes by plants.** P. 75-86, in: Man-Made Lakes. Acad. Press, London.

228. Little, E.C.S. 1967. **Some weed problems of South America.** PANS 13: 291-297.

229. Little, E.C. and I.E. Henson. 1967. **The water content of some important tropical waterweeds.** PANS. Section C, Weed Control (UK) 13 (3): 223-227.

230. Long, K.S. and P.A. Smith. 1975. **Effect of CO_2 laser on waterhyacinth growth.** Technical report II. US Army Engineer Waterways Exper. Station. Vicksburg, Mississippi. 156 pp.

231. Loosli, J.K., R.P. Belmonte, V. Villegas and E. Cruz. 1954. **The digestibility of waterhyacinth (*Eichhornia crasipes*) silage by sheep.** Philippine Agriculturist 38: 146-148.

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

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

234. Mara, M.J. 1976. **Estimated costs of mechanical control of waterhyacinth.** J. Environ. Econ. Manage. 2: 273-294.

235. Martius, C.F.P. 1842. **Pontederiaceae.** in: Nova genera et species Plantarum Brasliensum, Monachii, Leipzig. 3 (1): 84-94.

236. Matthews, L.J. 1967. **Seedling establishment of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*).** PANS 13: 7-8.

237. Matthews, L.J. and B.E. Manson. 1969. **Those weeds mean trouble.** N.Z.J. Agric. 118 (4): 33-39.

238. Mcanally, A.S. and L.D. Benefield. 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.

239. McLean, K. 1922. **Waterhyacinth: a serious pest in Bengal.** Agric. J. India 17: 23-40.

240. Miner, J.D. 1972. **Waterhyacinth purify water.** Ceres (FAO Rev.) 5 (1): 60-61, in: Science & Technology, contributed by N.D. Vietmeyer, W. Copeland and N.D. Brown.

241. Miner, J., J.W. Wooten and J.D. Dodd. 1971. **Waterhyacinth to further treat anaerobic lagoon effluent.** P. 170-173, in: Livestock Waste Management and Pollution Abatement. Proc. Int. Symp. on Livestock Wastes. Am. Soc. Agric. Eng. Proc.: 170-172.

242. Mitchell, D.S. and P.A. Thomas. 1972. **Ecology of Water Weeds in the Neotropics.** Tech. Pap. Hydrology, 12. 50 pp. UNESCO, Paris.

243. Moalla, S.M.N, R.M. Awadallah, M.N. Rashed and M.E. Soltan. 1994. **Distribution and chemical fractionation of some heavy metals in bottom sediments of the high dame lake.** Proc. National Conf. on the River Nile (10-14 Dec.). Assiut University: 247-262.

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

245. Mohamed, B.F. 1975. **Burning as a supporting treatment for the control of waterhyacinth.** P. 98-100, in: M. Obeid (ed.). Aquatic Weeds in the Sudan. Nat. Coun. Res., Khartoum.

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

247. Monakev, A.V. 1969. **The zooplankton and the zoobenthos of the White Nile and adjoining waters in the Republic of the Sudan.** Hydrobiologia 33: 161-167.

248. Moreland, A.F., B.R. Collins, C.A. Hansen and R. O'Brien. 1991. **Wastewater grown water hyacinth as an ingredient in rabbit food.** J. Aquat. Plant Manage. 29: 32-39.

249. Mousa, S.M. and S.A. Ahmed. 1992. **Chemical composition of water hyacinth: an introductory study as ruminant feedstuff.** Proc. National Symposium on Water hyacinth. Assiut University (25-26 Feb.): 55-70.

250. Muller, F. 1883. **Einige Eigentumlichkeiten der *Eichhornia crassipes*.** Kosmos 13: 297-300.

251. Musil, C.F. and C.M. Breen. 1977. **The influence of site and position in the plant community on the nutrient distribution in and content of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.** Hydrobiologia 53: 67-72.

252. Myers, F. *et al.* 1964. **Hyacinth Control.** 10th biennial Rept Louisiana Wildlife & Fish. Comm. 1962-63, 61-67.

253. Myre, M. 1964. **Some plants noxious on account of their invading ability – a contribution to their study, means to avoid their dispersal and to reduce their expansion.** Inst. Invest. Cientificas de Mozambique, Junta Provincial de Povoamento Lourenco Marques, 32 pp.

254. Naidu, A.B. and C.D.J. Singh. 1958. **Use of hormonal herbicides in controlling some weeds.** Andhra Agric. J. 5: 153.

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

256. Nath, J.C. and R. Sarma. 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.

257. Obeid, M. 1975, (ed.) **Aquatic Weeds in the Sudan with special reference to waterhyacinth.** National Council for Research, Khartoum, Sudan. 150 pp.

258. Obeid, M. and M. Tag el-Seed. 1973. **The waterhyacinth in the Sudanese Nile System.** Proc. 1st Conf. on Pests, Central Univ. of Assiut, A.R.E. (Feb. 1973).

259. Obeid, M. and M. Tag el-Seed. 1976. **Factors affecting dormancy and germination of seeds of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms from the Nile.** Weed Research (UK) 16: 71-80.

260. Oke, O.A. and B.O. Elmo. 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.

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

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

263. Orozco, A. 1979. **Remocion de color transpiracion con jacintos de agua.** Tech. Invest. Tratam. Medio Ambiente 1 (1): 15-30.

264. Oyakawa, N. and W. Orlandi. 1968. **The use of *Eichhornia crassipes* in the produetion of yeast, animal rations and forage.** P. 58-61, in: E.C.S. Little, (ed.). Handbook of Utilization of Aquatic Plants. FAO, Rome.

265. Parija, P. 1934a. **Physiological investigations on waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Orissa with notes on some other aquatic weeds.** Indian J. Agric. Sci. 4: 399-429.

266. Parija, P. 1934b. **A note on the reappearance of waterhyacinth seedlings in cleared tanks.** Indian J. Agric. Sci. 4:1049.

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

268. Penfound, W.T. and T.T. Earle. 1948. **The biology of waterhyacinth.** Ecol. Monogr. 18: 447-472.

269. Perkins, B.D. 1972. **Potential for watyerhyacinth management with biological agents.** Proc. Ann. Tall Timber Conf. on Ecol. Animal Control by Habitat Manage. 4: 53-64.

270. Perkins, B.D. 1973. **Preliminary studies of a strain of water hyacinth mite from Argentina.** Proc. 2nd Int. Symp. Biol. Control of Weeds. Commonw. Inst. Biol. Control of Weeds, Rome 1971. Commonw. Agric. Bureaux: 179-184.

271. Perkins, B.D. 1974. **Arthropods that stress waterhyacinth.** PANS 20: 304-314.

272. Perkins, B.D. and D.M. Maddox. 1976. **Host specificity of *Neochetina bruchi* Hustache (Cleoptera: Curculionidae) – a biological control agent for waterhyacinth**. J. Aquat. Plant Manage. 14: 59-64.

273. Pettet, A. 1964. **Seedlings of *Eichhornia crassipes* – a possible complication to control means in Sudan**. Nature, London 201 (4918): 516-517.

274. Phillipose, M.T. 1963. Indian Livestock 1 (2): 20-34.

275. Pieterse, A.H. 1978. **The waterhyacinth, *Eichhornia crassipes* – a review**. Abstracts on Tropical Agriculture, 4: 9-42.

276. Pieterse, A.H. and G.G.M. Schulten. 1976. **Final report of mission to Venezuela in May 1976 on aquatic weed problem**. Royal Trop. Inst., Dept. Agric. Res., Amsterdam. 26 pp.

277. Pieterse A.H. and K.J. Murphy. 1990. **Aquatic Weeds: The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation**. Oxford Sci. Publ. Oxford Univ. Press, 593 pp.

278. Pina, R. 1974. **Carp against waterhyacinth.** Tecnica Pesquera (Mexico) 7 (80): 12-13.

279. Pirie, N.W. 1960. **Waterhyacinth – a curse or a crop.** Nature, London 185: 116.

280. Pitlo, R.H. and F.H. Dawson. 1990. **Flow – resistance of aquatic weeds.** P. 74-84, in: Aquatic Weeds: The Ecology and Management of Nuisance Aquatic Vegetation, Pieterse A.H. and Murphy K.J. (ed.). Oxford Sci. Publ. Oxford Univ. Press.

281. Poddar, K., L. Mandal and G.C. Banerjee. 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.

282. Poling, J. and J. Barr. 1965. **The world's most threatening weed.** Readers' Digest, July 1965: 31-35.

283. Prescott, G.W. 1988. **How to Know Aquatic Plants.** Wm. C. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. 158 pp.

284. Price, D.R.H. 1976. **Problems arising from the practical use of aquatic herbicides.** Proc. Symposium on Aquatic Herbicides, British Crop Protection Council Monograph no. 16, pp. 51-62.

285. Purchase, B.S. 1977. **Nitrogen fixation associated with *Eichhornia crassipes*.** Pl. Soil 46: 283-286.

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

287. Rahman, M.M., M.A. Rahman and M.R. Islam. 1992. **Agro-economic productivity of panikachu and potato intercropping in shallow ditches.** Annals of Bangladesh Agriculture 2 (1): 53-58.

288. Rani, P.U. and K. Jamil. 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.

289. Rao, K.V., A.K. Khandekar and D. Vaidyanadhan. 1973. **Uptake of fluoride by waterhyacinth**. Indian J. Expt Biol. 11: 68-69.

290. Rao, P.S.J. 1920. **Notes on the geotropic curvature of the inflorescence of *Eichhornia speciosa* Kunth (waterhyacinth).** J. Indian Bot. 1: 217-218.

291. Rao, V.P. 1969. **The problem of aquatic weeds in India.** Plant Prot. Bull. 21 (4): 1-8.

292. Rashed, M.N. and R.M. Awadallah. 1994. **Cadmium and lead level in fish (*Tilapia nilotica*) scales as biological indicator for lake water pollution**. Proc. National Conf. on the River Nile (10-14 Dec.). Assiut University: 265-276.

293. Raynes, J.J. 1964. **Aquatic plant control.** Hyacinth Control J. 3: 2-4.

294. Ridley, H.N. 1930. **The Dispersal of Plants Throughout the World.** L. Reeve, London. P. 177-231.

295. Robyns, W. 1959. **A propos de la lutte biologique center *Eichhornia crassipes* en Afrique tropicale**. Bull. Acad. R. Sci. Coloniales, Bruxelles, 5: 332-334.

296. Rogers, J.D. and J.W. Doty. 1966. **Aquatic weed control in the sub-drainage districts of the Florida everglades**. Hyacinth Control J. 5: 26-29.

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

298. Rushing, W.N. 1974. **Waterhyacinth in Puerto Rico**. Hyacinth Control J. 12: 48-52.

299. Rzoska, J. 1973. **The upper Nile swamps – a tropical water study.** Freshwater Biology 4: 1-30.

300. Salveson, R.E. 1971. **Utilization of aquatic plants in steer diets: voluntary intake and digestibility.** M.Sc. Thesis, Univ. Florida.

301. Sarma, K.S. and K.S. Rao. 1984. **Studies on waterhyacinth as a source of energy**. Proc. International Conf. on Waterhyacinth. Hyderabad, India (7-11 Feb., 1983), p. 526.

302. Sastroutomo, S., I. Ikusima and M. Numata. 1978. **Ecological studies of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) with special emphasis on their growth.** Jap. J. Ecol. 28: 191-197.

303. Saxena, R.C., O.P. Dixit and P. Sukumaran. 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.

304. Schardt, J.D. 1983. **Aquatic flora of Florida survey report.** Florida Dept. of Natural Resources, Bureau of Aquatic Plant Research and Control. 143 pp.

305. Sculthorpe, C.D. 1967. **The Biology of Aquatic Vascular Plants.** Edward Arnold, London. 610 pp.

306. Seabrook, E.L. 1962. **The correlation of mosquito breeding to hyacinth plants.** Hyacinth Control J. 1: 18-19.

307. Sen, H.K. and H.N. Chatterjee. 1931. **Gasification of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*).** J. Indian Chem. Soc. 8: 1-6.

308. Sharma, A. 1971. **Eradication and utilization of waterhyainth – a review.** Curr. Sci. 40: 51-55.

309. Sharma, K.P., P.K. Goyal and B. Gopal. 1978. **Limnological studies of polluted freshwaters. 1. Physico-chemical characteristics.** Int. J. Ecol. Environ. Sci. 4: 89-105.

310. Shehata, A., T.A. Ibrahim and A.A. Shaban. 1986. **Acute and subchronic toxicity studies of Bayluscide in *Tilapia nilotica* fish.** Assiut Vet. Med. J. 17: 215-221.

311. Sheffield, C.W. 1967. **Waterhyacinth for nutrient removal.** Hyacinth Control J. 6: 27-30.

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

313. Shinners, L.H. 1962. ***Eichhornia azurea* (Pontederiaceae) in the Texas coastal bends: new to United States.** SIDA Contr. Bot. 1: 99.

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

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

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

317. Silver, W.H. and A. Jump. 1975. **Nitrogen fixation associated with vascular aquatic macrophytes** P. 121-125, in: W.D.P. Stewart (ed.) Nitrogen Fixation by Free Living Microorganisms. Cambridge Univ. Press, London.

318. Silver-Guido, A. 1965. **Natural enemies of weed plants – Final Report.** Unpubl. Mimeog. Rep. Dept Sanidad Veget. Univ. Repub. Montevideo, Uruguay.

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

320. Singaram, P. 1994. **Removal of chromium from tannery effluent by using waterweeds.** Indian Journal of Environmental Health 36 (3): 197-199.

321. Singh, R.B. 1971. **Biogas plant generating methane from organic wastes.** Indian Gobar Gas Res. Sta., Ajitmal, Etawah (India).

322. Slamet, S. and S. Suckowati. 1975a. **Interaction between light intensities and nutrient concentrations on the growth of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*).** Proc. 3rd Indonesian Weed Sci. Conf., Bandung: 337-391.

323. Slamet, S. and S. Sukowati. 1975b. **Interaction between pH and nutrient concentration on the growth of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms).** Proc. 5th Asian Pacific Weed Sci. Conf., Tokyo (1976): 435-438.

324. Slamet, S. and S. Suckowati. 1975c. **Study on the effect of light intensity and levels of nutrients on the growth of water hyacinth.** Biotrop Newsletter 12: 12.

325. Soekisman, T. 1977. **The effect of pH, nutrient level and herbicide treatment in the growth of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms).** M. Sc. Thesis, Univ. Philippines, Los Banos.

326. Soerjani, M. 1976. **Aquatic weed problems in Indonesia with special reference to the construction of man-made lakes.** P. 63-78, in: Aquatic Weeds in S.E. Asia, W. Junk, The Hague.

327. Soerjani, M., D. Soetidjo and O. Soemarwoto. 1969. **Weed problem in field crops in Indonesia.** PANS 15: 334 - 339.

328. Solms-Laubach, H. Graf. 1833. **Pontederiaceae,** p. 501-535, in: Monographi Phanerogamaru (A. de Candolle and C. de Candolle, ed.).

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

330. Steward, K.K. 1970. **Nutrient removal potentials of various aquatic plants.** Hyacinth Control J. 8 (2): 34-35.

331. Sutton, D.L. and R.D. Blackburn. 1971. **Uptake of copper by waterhyacinth.** Hyacinth control J. 9: 18-20.

332. Sutton, D.L. and R.D. Blackburn 1976. **Feasibility of the white amur (*Ctenopharyngodon idella* Val.) - a biocontrol of aquatic weeds.** Appendix D: D1-D42, Agric. Res. Center, Fort Luderdale, Florida.

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

334. Tabita, Angelo and J.W. Woods. 1962. **History of hyacinth control in Florida.** Hyacinth Control J. 1: 19-22.

335. Tackholm, V. and M. Drar. 1950. **The flora of Egypt.** Vol. II. Univ. Press, Cairo. P. 441-449.

336. Tagel-din, A. E., A.M. Nour, A.A. Nour and M.H. Ahmed. 1989. **Evaluation of waterhyacinth in a complete diet for ruminants.** Proc. 3rd Egyptian British Conference on Animals, Fish and Poultry Production, 7-10 Oct. 1989, Alexandria, Egypt.

337. Tag el-Seed, M. 1972. **Some aspects of the biology and control of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.** Ph. D. Thesis. Univ. Khartoum. 274 pp.

338. Tag el-Seed, M. 1975. **Waterhyacinth – the successful weed.** P. 50-68, in: M. Obeid (ed.). Aquatic Weeds in the Sudan. Natn. Coun. Res., Khartoum.

339. Tag el-Seed, M. and M. Obeid. 1975. **Sexual reproduction of *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms in the Nile.** Weed Research (UK) 15: 7-12.

340. Talatala, R.L. and M. Soerjani. 1975. **Some factors influencing seed production in waterhyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms.** Philipp. Weed Sci. Bull. 2 (12): 33-36.

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

342. Taylor, K. G. and R.C. Robbins. 1968. **The amino acid composition of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) and its value as a protein supplement.** Hyacinth Control J. 7: 24-25.

343. Tchobanoglous, G., F. Maitski, K. Thompson and T.H. Chadwick. 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.

344. Tomihisa, Y. 1976. **Ecological studies of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms).** Weed Research 21: 64-68.

345. Triet, L.M., N.T. Viet, T.V. Thinh, H.D. Cuong, and J.C.L. Buren. 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.

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

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

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

349. Trivedy, R.K., K.P. Sharma, P.K. Goel and B. Gopal. 1978. **Some ecological observations on floating islands.** Hydrobiologia 60: 187-190.

350. Ueki, K., M. Ito and Y. Oki. 1975. **Waterhyacinth and its habitat in Japan.** Proc. 5th Asian Pacific Weed Sci. Soc. Conf., Tokyo: 424-428.

351. Ueki, K. and Y. Oki. 1979. **Seed production and germination of *Eichhornia crassipes* in Japan.** Proc. 7th Asian Pacific Weed Sci. Soc. Conf.: 257-260.

352. Ultsch, G.R. 1973. **The effects of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*) on the microenvironment of aquatic communities.** Arch. Hydrobiol. 72: 460-573.

353. Ultsch, G.R. and D.S. Anthony. 1973. **Role of aquatic exchange of carbon dioxide in the ecology of the waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*).** Florida Sci. 36: 16-22.

354. Varshney., C.K. and K.P. Singh. 1976. **A survey of the aquatic weed problem in India.** In: Aquatic weeds in Southeast Asia, (ed. C.K. Varshney and J. Rzoska). P. 31-42. W. Junk, The Hague.

355. Verma, A.N. and M.M. Verma. 1976. **Effects of waterhyacinth and compost prepared from bone meal on yield and chemical constituents of bhindi.** Vijnan Anusandhan Patrika 19: 233-236.

356. Vietmeyer, N.D. 1975. **The beautiful blue devil.** Natural History 84 (9): 65-71.

357. Villadolid, D.V. and D.M. Bunag. 1953. Philipp. Yearbook: 80-81.

358. Wakefield, J.W. and W.M. Beck, Jr. 1962. **Effects of water pollution on aquatic vegetation.** Hyacinth Control J. 1: 12.

359. Warnock, J.W. and J. Lewis, 1979. **The Other Face of 2,4-D: A Citizen's Report.** South Okanagan Environmental Coalition, Penticton, British Columbia, 218 pp.

360. Webber, H.J. 1897. **The waterhyacinth and its relation to navigation in Florida.** Bull. Div. Bot., USDA 18: 1-20.

361. Weert, R. VanDer and G.E. Kamerlung. 1974. **Evapotranspiration of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes*)**. J. Hydrology 22: 201-212.

362. Widyanto, L.S. 1976. **Studies on growth and control of waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms)**. Proc. 5th Asian Pacific Weed Sci. Soc. Conf., Tokyo: 429-434.

363. Wild, H. 1961. **Waterhyacinth (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) in southern Rhodesia**. Proc. 2nd Symp. Afr. Hydrobiol. & Inland Fish: 127-129.

364. Wild, H. and D.S. Mitchell. 1970. **The effect of herbicides on the water fern *Salvinia aurticulata* and other water plants.** Pflanzenschutz Nachrichten Bayer 23 (2): 112-117.

365. Wooten, J.W. and J.D. Dodd. 1976. **Growth of waterhyacinth in treated sewage effluent**. Econ. Bot. 30: 29-37.

366. Wolverton, B.C. 1987. **Aquatic plants for wastewater treatment: an overview**. In: Aquatic plants for water treatment and resource recovery (ed. Reddy & W.H. Smith), P. 3-15, Magnolia Publ. Orlando, Florida.

367. Wolverton, B.C. and M.M. McKnown. 1976. **Waterhyacinth for removal of phenols from polluted waters**. Aquatic Bot. 2 (2): 191-201.

368. Wolverton, B.C., R.M. Barlow and R.C. McDonald. 1976. **Application of vascular aquatic plants for pollution removal, energy and food production in a biological system**. P. 141-149. in: J. Tourbier and R.W. Pierson, Jr (ed.). Biological Control of Water Pollution. Univ. Pennsylv. Press.

369. Wolverton, B.C. and R.C. McDonald. 1976a. **Don't waste water weeds**. New Scientist 71 (1013): 318-320.

370. Wolverton, B.C. and R.C. McDonald. 1976b. **Waterhyacinth for upgrading sewage lagoons to meet advanced wastewater treatment standards**. Pt. I & II. NASA Tech. Mem. TM-X-72729 and TM-X-72730.

371. Wolverton, B.C. and R.C. McDonald. 1979. **Upgrading facultative wastewater lagoons with vascular aquatic plants.** J. Water Poll. Cont. Fed. 51: 305-313.

372. Wolverton, B.C. and R.C. McDonald and J. Gordon. 1975. **Waterhyacinth and alligator weeds for final filtration of sewage.** NASA Tech. Mem. TM-X-72724.

373. World Health Organization. 1990. **IPCS International Program of Chemical Safety: The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazards and Guidelines to Classification 1990-1991.** 39 pp.

374. Wunderlich, W.E. 1962. **History of waterhyacinth control in Louisiana.** Hyacinth Control J. 1: 14-16.

375. Wunderlich, W.E. 1964. **Waterhyacinth control in Louisiana.** Hyacinth Control J. 3: 4-7.

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

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

378. Yount, J.L. 1964. **Aquatic nutrient reduction – potential and possible methods.** Rept 35th Annual Meeting Florida Antimosquito Assoc.: 83-85.

379. Yount. J.L. and R.A. Crossman, Jr. 1970. **Eutrophication control by plant harvesting.** J. Water Pollution Control Fed. (UK) 42: 173-183.

380. Zerrudo, J.V., O.B. Tadena and A.M. Exconde. 1978. **Utilization of waterhyacinth for pulp and paper manufacture. 1. Morphological and chemical properties of fibers.** NSDB Technol. J. 3 (4): 51-57.

المحتـويات

صفحة

مقدمة ٥

النبات والبيئة

الفصل الأول: النمو والتركيب والتكاثر

جسم النبات..... ١١
المناخ والنبات ١٥
دورة حركة الأزهار ١٦
التكاثر الخضرى..... ١٧
التكاثر الجنسى..... ١٨
إنبات البذور ١٩
تطور البادرة..... ٢٠
كروموسومات الخلية..... ٢١

الفصل الثانى: توزيع النبات فى العالم

أفريقيا..... ٢٦
أمريكا الشمالية ٢٨
أمريكا الوسطى والجنوبية..... ٢٩
آسيا..... ٣١
استراليا وجزر المحيط ٣٣
أوروبا ٣٤
أسماء النبات فى العالم..... ٣٤

صفحة

الفصل الثالث: أداء وبيئة النبات

أداء النبات ٣٩
فقد الماء بالنتح ٣٩
البناء الضوئى ٤٠
إنتاج المادة الجافة..... ٤٠
بيئة النبات ٤١
تركيب المجتمع والتنافس..... ٤١
تثبيت النيتروجين ٤٣
الضوء والحرارة..... ٤٤
العناصر الغذائية ٤٥
تركيز أيون الأيدروجين..... ٤٦

الفصل الرابع: الأضرار على بيئة الإنسان

المحاصيل والمنشآت ٥٢
الأنشطة المائية..... ٥٣
الصحة العامة..... ٥٤
نوعية الماء ومكوناته ٥٥
كمية الماء ٥٦
مواجهة المخاطر ٥٨

مكافحة النبات

الفصل الخامس: الرفع اليدوى والتعامل الميكانيكى

الرفع اليدوى ٦٣

صفحة

التعامل الميكانيكى ٦٤
الآلات والمعدات ٦٤
التعامل فى مصر ٦٦
أشعة الليزر ٦٩

الفصل السادس: المكافحة الكيميائية

أحماض الفينوكسى ٧٤
المركبات النيتروجينية متغايرة الحلقة ٧٥
مركبات أخرى ٧٦
الآثار الجانبية ٧٧
الوضع فى مصر ٧٨

الفصل السابع: المكافحة البيولوجية

الحشرات ٨٤
السُوس ٨٤
الفَرَاش ٨٨
الحلَم ٨٨
مسببات الأمراض ٨٩
فطر سركوسبورا ٨٩
فطر ألترناريا ٩٠
الأسماك ٩٠
القواقع والسلاحف وغيرها ٩٢

الفصل الثامن: المكافحة المتكاملة

أمثلة لتكامل عناصر المكافحة ٩٥

صفحة

الإطار الشامل للعمل ٩٧

استغلال النبات

الفصل التاسع: التكوين الكيميائى ١٠٣

الفصل العاشر: أوجه الاستخدام ١١٣

تغذية الحيوان ١١٥

تغذية الأبقار ١١٧

تغذية الخراف ١١٧

تغذية الماعز ١١٩

تغذية الأرانب ١١٩

تغذية الأسماك ١٢٠

تحسين التربة كسماد ١٢٠

نزع العناصر من البيئة المائية ١٢٣

تنقية مياه صرف المصانع والمدن ١٢٥

نزع المبيدات والصبغات ١٣٢

إنتاج البيوجاز ١٣٣

إنتاج الورق والألياف ١٣٦

المنتجات الكيميائية ١٣٦

مكافحة الآفات ١٣٧

المراجع العربية ١٤١

المراجع الأجنبية ١٤٣

نباتات مزهرة وسط التجمع

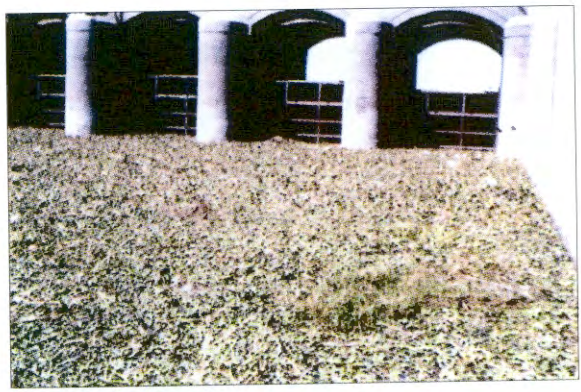
القنديل الزهرى للنبات

فسائل النبات

حشيشة البكريل Pickerelweed *Pontederia*
نوع يتبع جنس ورد النيل *codorata*

نهر النيل جنوب أسيوط: أفراد النبات وبعض تجمعاته عائمة من اتجاه الجنوب إلى الشمال ومتراكمة بضفة النهر الغربية.

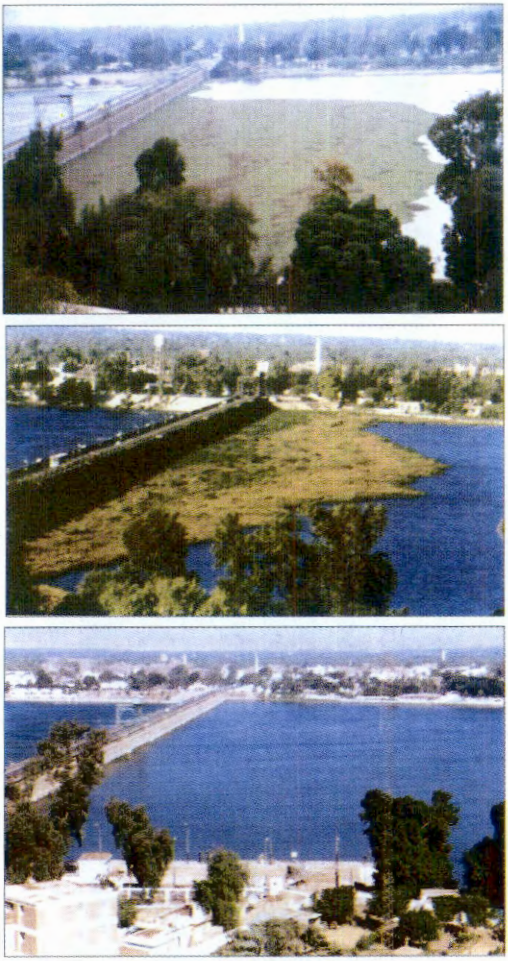
بداية تراكم تجمعات النبات أمام القناطر بنهر النيل.



ازدياد تجمع النبات أمام القناطر فى فصلى الصيف والخريف.

إحدى الترع حول مدينة أسيوط (فصل الخريف).

اصفرار النبات بفعل الاستخدام السابق للمبيدات.



تجمع النباتات بكثافة أمام القناطر أوائل التسعينات (أعلى)، وجفاف النبات الجزئى بفعل الاستخدام السابق للمبيدات أوائل التسعينات (وسط)، والوضع الحالى بعد تكثيف الاعتماد على المكافحة الميكانيكية للنبات لسنوات متتالية (أسفل) .

استخدام الصولات المتطورة لحجز النبات، اليابان.

النبات بإحدى المناطق بجزيرة كيوشو، اليابان.

ازدهار النبات فى فصل الخريف بحيرة بيوا، جزيرة هونشو، اليابان. وجفاف النباتات بفعل الصقيع شتاءاً (أسفل) .

ضرر الحشرة الكاملة واليرقات لسوسة نيوختينا إيهورنيا.

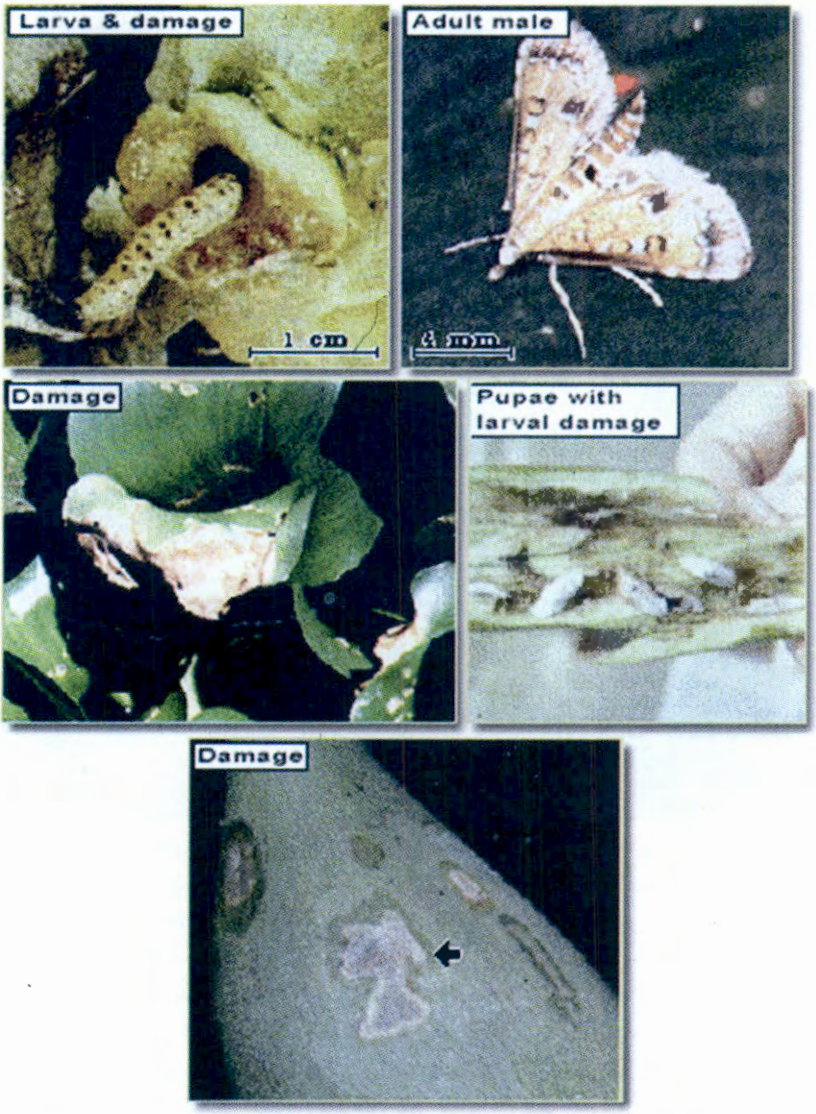
سوسة نيوختينا إيهورنيا (إلى اليسار) ونيوختينا بروخى (إلى اليمين).

ضرر سوسة نيوختينا إيهورنيا.

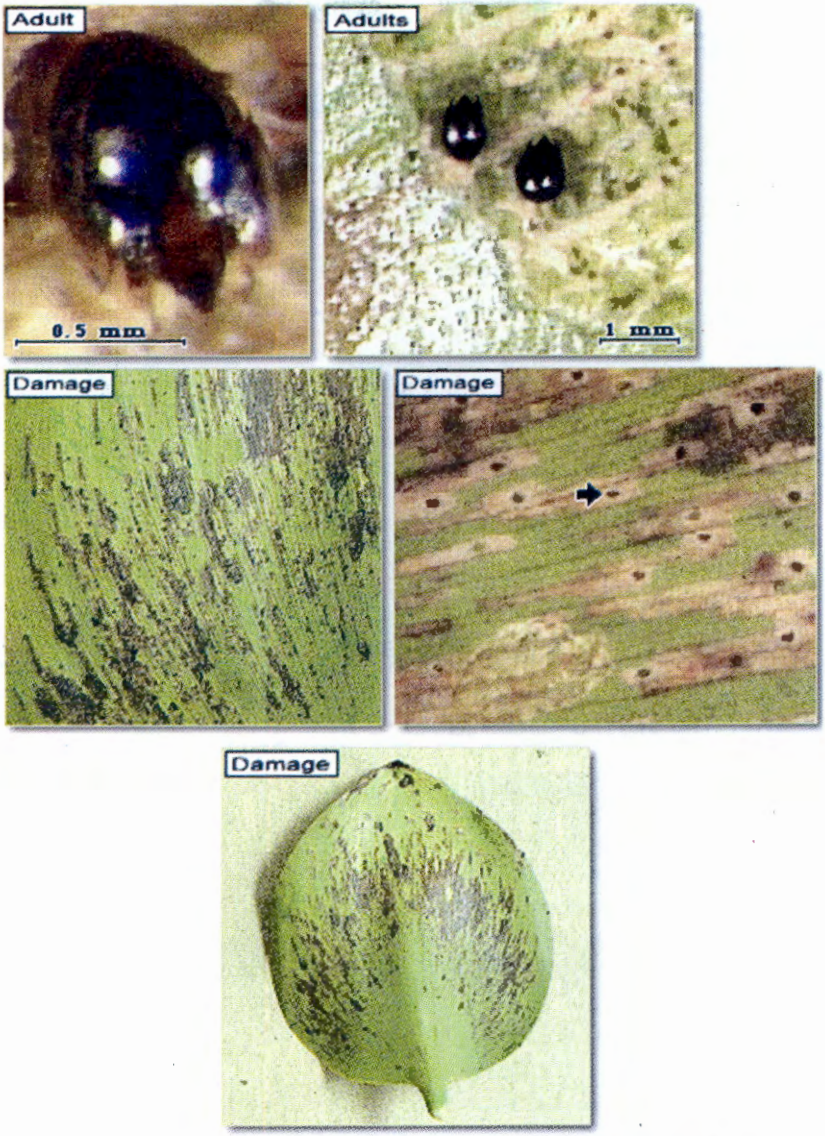
سوسة نيوختينا بروخى.

ضرر نوعى السوس على النبات فى السودان (يلاحظ بقع التغذية على الأنصال وتآكل قواعد الأوراق).

صور لقطاعات مدروسة من قناة مائية ببالم بيتش بولاية فلوريدا، الولايات المتحدة: قطاعات عليا للقناة (الصور اليسرى)، قطاعات وسطية للقناة (الصور اليمنى) تبين التغيرات التى حدثت فى غضون ١٨ شهراً. الزوج العلوى من الصور يبين الموقع بعد حوالى شهر من حصد النبات بالمناطق العليا للقناة. يلاحظ بعض أفراد النبات بامتداد الشاطئ أعالى القناة. وخلال الشهر التالى نمت هذه الأفراد وغطت كل قطاع القناة. الزوج الأوسط من الصور يقارن القطاعان بعد حوالى عام. يلاحظ المساحات المكشوفة من المسطح المائى فى المنطقة الوسطى للقناة نتيجة المكافحة الحيوية بسوسة نيوختينا إيهورنيا. الصور السفلى تقارن القطاعين بعد حوالى ٦ أشهر أخرى، وقد كان القطاع الأوسط خاليا من النباتات نتيجة المكافحة الحيوية، وقد بدأت الحشرات فى التأثير فى منطقة أعالى القناة وأصبح التأثير مشابها للمنطقة الوسطى (إلى اليمين) وتم القضاء على معظم النباتات فى أعالى القناة وغطست فى الماء بعد ٦ أشهر أخرى.

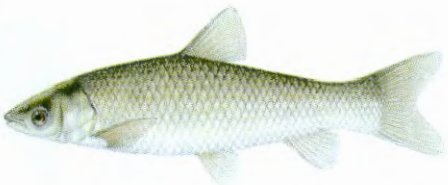


فراشة ساميودس البجيوتاليس: *Sameodes albigutalis* ذكر الحشرة adult male ، اليرقة ، العذراء pupa ، والضرر damage الناجم عن اليرقات والعذارى على النبات.



حَلَم أورثوجالومنا تيريبرانتس *Orthogalumma terebrantis* : الطور الكامل ، adult والضرر damage الناجم عنه على أوراق النبات.

طائر الغُرّة coot من الطيور الفاعلة فى التغذية على النبات.



سمك الشبوط العشبى (المبروك) grass carp من عناصر مكافحة الحشائش المائية.

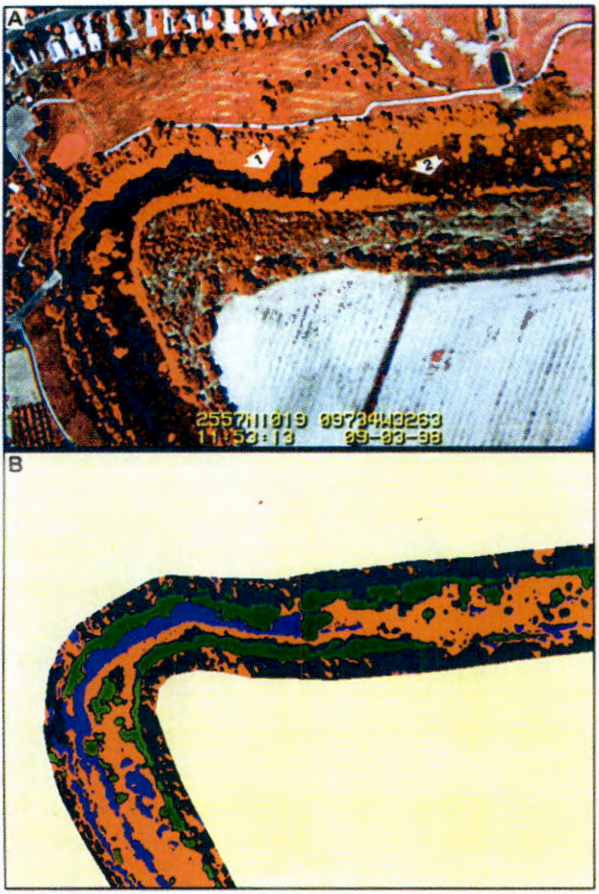
سلحفاة سيدوميس فلوريدانا
Pseudemys floridana
من العناصر المقترحة لمكافحة
النبات.

خروف البحر manatee
من العوامل المساعدة
فى مكافحة النبات.

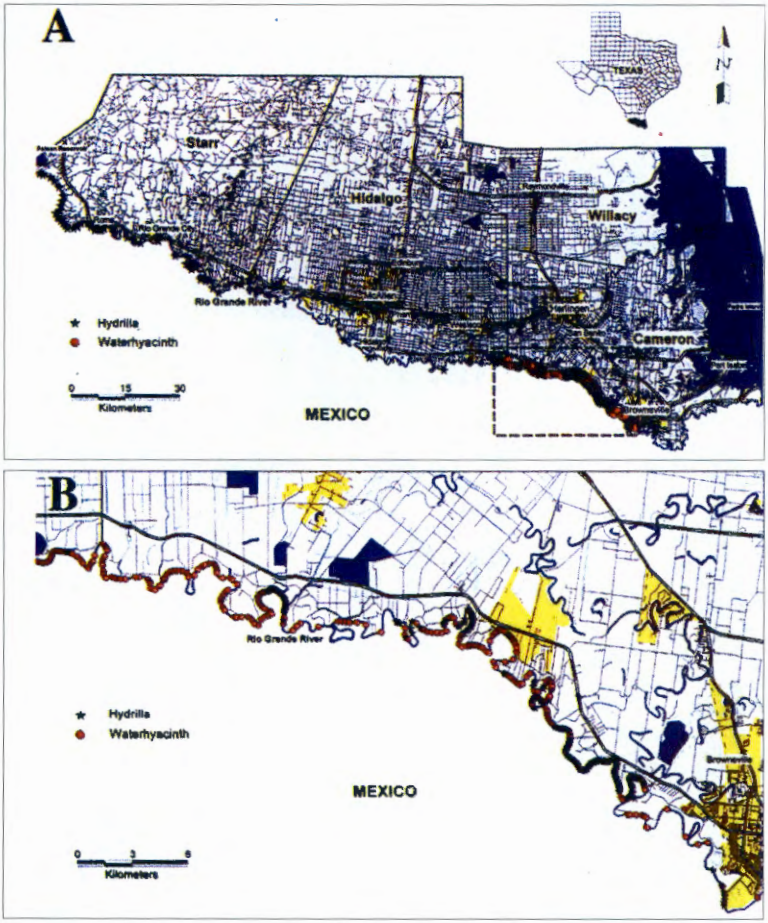
استخدام النبات فى تغذية الماشية (منطقة الدلتا، مصر) .

وحدة لإنتاج البيوجاز والسماد العضوى من المخلفات الحيوانية والنباتية وورد النيـــل (المحمية الطبيعية بوادى الأسيوطى).

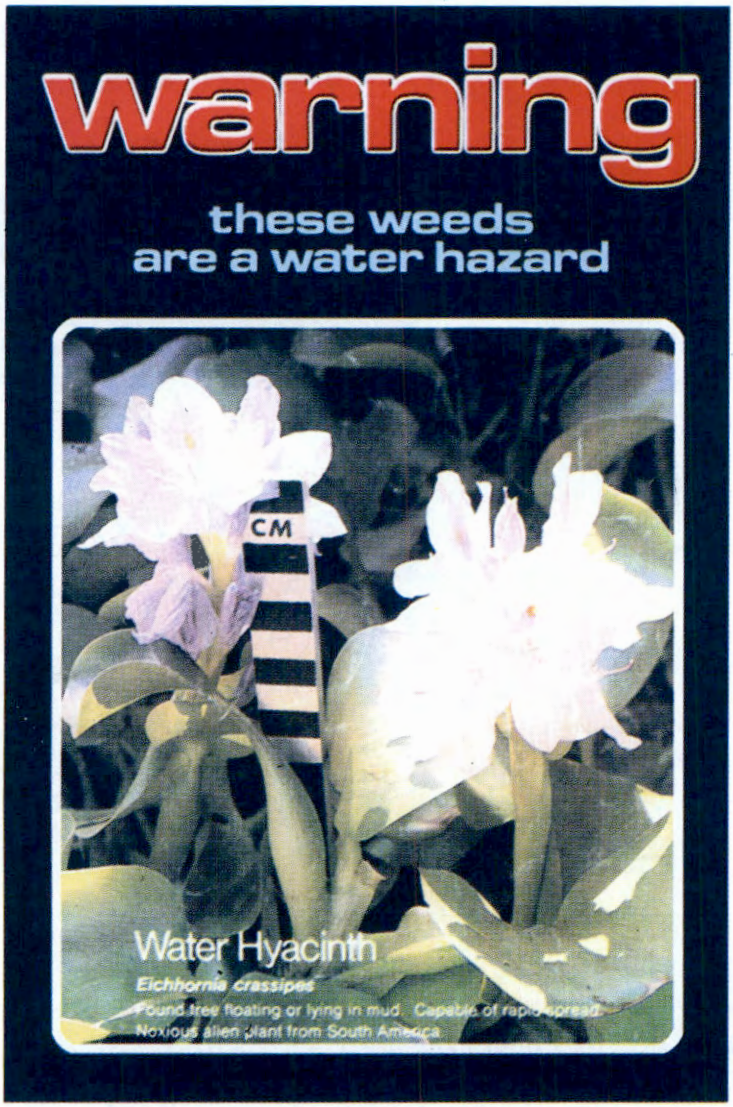
من مشـروع لاستغلال النبات ببحيرة فيكتوريا بتصنيعه يدوياً إلى أثـاث، حيث يجمع النبات وتفصل أعناق الأوراق وتجزأ طولياً وتجفف وتضفر معاً للتصنيع اليدوى، كينيا.



طيف فيديو رقمى digital video image ملون باستخدام الأشعة تحت الحمراء (شكل A) لجزء من نهر ريوجراند Rio Grande بالقرب من براونسفيلد بتكساس، الولايات المتحدة، موبوء بورد النيل والهيدريللا. يشير السهم 1 إلى الاستجابة الحمراء البرتقالية لورد النيل، بينما يشير السهم 2 إلى الاستجابة الحمراء البنية للهيدريللا (حُصِل على الطيف فى سبتمبر ١٩٩٨م) . وتبين نتائج الجى بى إس GPS (جهاز تحديد الموقع) أسفل الطيف . وبين شكل B تصنيف الحاسب الآلى لمناطق النهر وحدوده الخارجية. الكود اللونى لطرز استخدام الأرض land-use هى: الأحمر الهيدريللا، الأخضر: ورد النيل، الأسود: نباتات ضفاف، الأزرق: ماء.

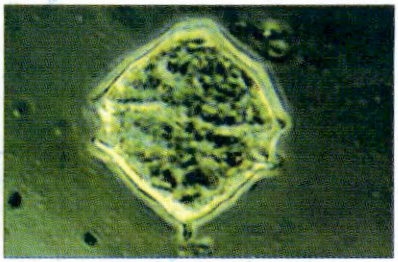


خريطة جي آي إس تايجر GIS TIGER محلية (شكل A) لأقاليم ستار، هيدالجو، كاميرون، ويلاسي في المناطق المنخفضة لوادي ريوجراند جنوب تكساس عام ١٩٩٨م. يُكوّن نهر ريوجراند الحدود السفلية للخريطة مع المكسيك. المناطق بالنجوم الخضراء على امتداد النهر تمثل الإصابات بالهيدريللا، والمناطق الحمراء تمثل الإصابات بورد النيل. الشكل(B) خريطة GIS تفصيلية لإقليم كاميرون تحدد الإصابات بالهيدريللا وورد النيل على امتداد النهر.

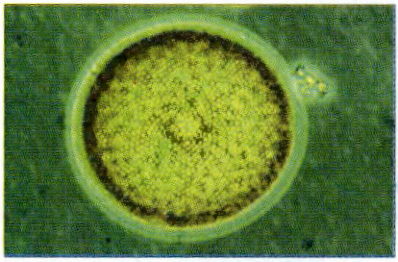


غلاف مطبوعة توزع مجاناً بالولايات المتحدة للتعريف بأخطر الأعشاب المائية للعمل على عدم نشرها والتبليغ عن أماكن تواجدها (صورة الغلاف نبات ورد النيل كأخطر هذه الأعشاب).

هائمات نباتية



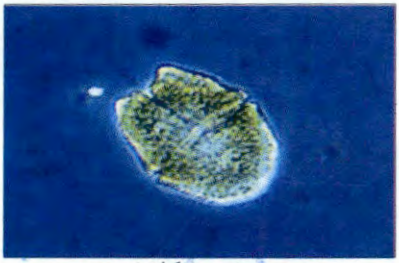
هيتيروكابسا تريكوترا



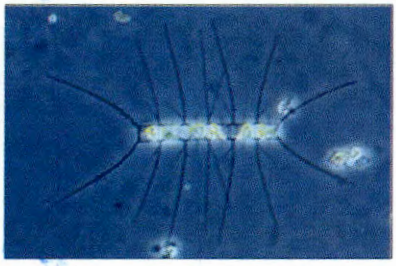
كوسينودسكس راديـاتس

سيكلوتيللا جلوميراتا

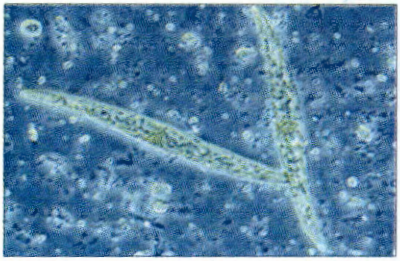
ديتيلوم برايتوللى



جيرودينيوم انكاتينوم



كاتوسيرس ديسيبين



أحد أنواع بلوراسيجما

التايفا

البردى

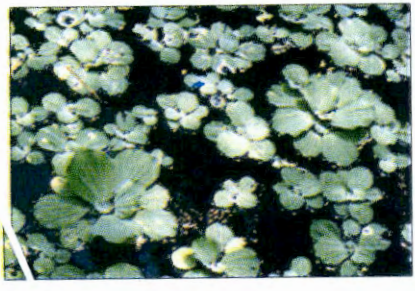
عدس الماء

حشيشة التمساح

الأزوللا

الهيدريللا

خس الماء



الهيجروفيلا الهندية

سلفينيا مولستا