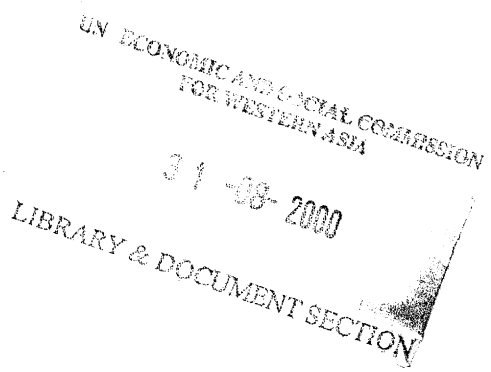
E/ESCWA/ID/89/CONF.1/6

المؤتمر العربي الأول لآفاق التقانات الحيوية الحديثة
في الوطن العربي
٢٧ـ٣٠ آذار/مارس ١٩٨٩
عمان ـ الأردن



أنشطة دولة الكويت في مجال التكنولوجيا الحيوية

ابراهيم حمدان
دائرة التكنولوجيا الحيوية ـ ادارة موارد الغذاء
معهد الكويت للابحاث العلمية

ان هذه الورقة لم يتم تحريرها.

89-0197

KISR 2877

أنشطـــة دولـة الكويت في مجـــال التكنولوجيا الحيويـه

ابراهيم حمـــدان

دائرة التكنولوجيـا الحيويـه ـ ادارة مـوارد الغـذاء

معهـد الكويـت للابحـاث العلميـه

ورقـه قطـريـه مقدمـه الـــــى

" المؤتمر العربي الاول لافـاق التقـانـات الحيويه الحديثـه فـــي الوطـن العربـــــي " ٠

عمـان ٢٧ ـ ٣٠ آذار ـ ١٩٨٩٠

المحتويـــــــات

رقـم الصفحـه

- مقدمـــــــه ١
- اللجنة الوطنية للتكنولوجيا الحيـويه ٢
- التخمير الصناعـــي ٣
  - أ- تطوير بروتين أحادي الخلية من المشتقات الهيدروكربونيه لتغذية الحيوانات . ٣
  - ب - تحويل المخلفات السيليلوزيه الى علف غني بالبروتين. ٤
  - ج - انتاج الطحالب . ٦
- معالجة النفايات البلديه والصناعية ٦
  - أ- النفايات البلديـــــه ٦
  - ب - نفايات المستحلبات النفطيه ٧
- معالجة المياه الملوثه الصحيه والصناعية ٨
  - أ- معالجة مياه الصرف الصناعيه ٨
  - ب - معالجة مياه الصرف الصحيه ٩
- الهندسه الوراثيـــه ١٠
- التعاون الدولي والمؤتمرات العلميه ١٠
- خطة العمل المستقبليه والمشاريع ذات الاولويه ١١
- خاتمـــــــه ١٣
- تنويـــــــه ١٤
- جـــــــدول رقم (١) ١٥
- المراجـــــع ١٦

أنشطة دولة الكويت في مجال التكنولوجيا الحيويه

ابراهيم حمدان
معهد الكويت للابحاث العلميه

مقدمـه

منذ بداية السبعينات أصبحت التكنولوجيا الحيوية علما متكاملا سريع التطور وذلك بعد الاكتشافات العديدة في مجال البيولوجيا الجزيئية والكيمياء الحيويه وعلوم الوراثه وزراعة الانسجة ٠ وقد أسهمت هذه الاكتشافات في تقدم عمليات التخمير الصناعي لانتاج مواد غذائية وطبيه وصناعية بالاضافة الى انتاج الطاقة وتحسين البيئة ٠ هذا وقد قام عدد كبير من المؤسسات العلميه والصناعية في الدول المتقدمة كالولايات المتحدة الامريكيه والاتحاد السوفيتي والمانيا وفرنسا وبريطانيا واليابان باستثمارات كبيره في برامج البحث والتطوير في هذا المجال الحيوي ٠ وعلى سبيل المثال فقد بلغ عدد المراكز البحثية التي تم انشاءها في الولايات المتحدة في مجال التكنولوجيا الحيويه حتى عام ١٩٨٢ ما يضاهي ١٣٢ مركزا ، وقدرت استثمارات القطاع الخاص بالولايات المتحده بأكثر من مليار دولار في عام ١٩٨٣ ٠ وكان مجموع ما أنفقته الحكومه اليابانية على البحث و التطوير في مجال التكنولوجيا الحيويه ٦٧ مليون دولار ٠ كما قدر الانفاق في كل من ألمانيا وانجلترا وفرنسا بحوالي ٥٠-٧٠ مليون دولار ٠ وقد قامت هذه الدول بوضع الخطط والبرامج الوطنية في مجال التكنولوجيا الحيويه لتخفيف اعتمادها على النفط كمصدر للطاقة والتركيز على تحويل الكتله الحيويه الى كحول لاستعماله كوقود ٠

وبما ان معظم الدول العربيه تقع في منطقة الاراضي القاحلة وشبه القاحله فان الانتاج الزراعي والغذائي يواجه ظروفا انتاجيه صعبه ويتطلب جهدا غير عادي ، ولا تزال هذه الدول تستورد معظم احتياجاتها الغذائية والطبيه ، بل وتزداد معدلات استيرادها عاما بعد عام نتيجة لاختلال التوازن بين النمو السكاني وزيادة الانتاج الغذائي ٠ وان التقدم في مجال التكنولوجيا الحيويه والهندسة الوراثية وتطبيقاتها خلال العقدين الماضيين يعطي الدول العربية فرصة جيده لاستغلال مواردها سواء النفطيه أو الزراعيه وايجاد مصادر جديدة للغذاء بالاضافة الى تحسين البيئه ٠

هذا ، وقد أدركت دولة الكويت الاهمية التي تحظى بها التكنولوجيا الحيويه على المستوى الدولي والدور الذي يمكن أن تلعبه هذه التكنولوجيا في تنمية الموارد المحلية وتحسين البيئه ، فبادرت الى عقد حلقة عالمية حول نظم التحويل الميكروبي لانتاج الغذاء والاعلاف وادارة النفايات في عام ١٩٧٧ بالتعاون مع منظمة اليونسكو وهيئات دوليه أخرى ، وقد سلطت هذه الحلقة الاضواء على التقدم العالمي في هذا المجال ووضعت التوصيات

اللازمه لاولويات البحوث التطبيقيه في مجال التكنولوجيا الحيويه . وقد تم انشاء دائرة متخصصة للتكنولوجيا الحيويه في عام ١٩٨٠ ضمن ادارة موارد الغذاء بمعهد الكويت للابحاث العلميه . وفي عام ١٩٨٥ شكلت لجنة وطنية للتكنولوجيا الحيويه والهندسة الوراثيه وبادرت للتخطيط لبرنامج وطني للتكنولوجيا الحيويه بالتعاون مع منظمة الامم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو) . وفي هذه الورقه سوف يتم سرد لانشطة دولة الكويت لتطبيقات التكنولوجيا الحيويه في مختلف المجالات والخطط المستقبليه للدولة في هذا المجال .

اللجنه الوطنية للتكنولوجيا الحيويه

نظرا للحاجة الماسة للتنسيق وتوحيد الجهود وزيادة التعاون بين الهيئات المختلفه بدولة الكويت ، فقد تم تشكيل لجنة وطنية للتكنولوجيا الحيويه والهندسة الوراثية من خمس هيئات و مؤسسات وطنية ذات علاقة من بينها جامعة الكويت ، ووزارة التخطيط ، ووزارة الصحة العامه ، ووزارة النفط ، ومعهد الكويت للابحاث العلميه الذي يقوم بدور نقطة الارتباط (Focal point) لهذه اللجنة (١) .

وتحددت للجنة ست مهام هي :-

* مسح الاوضاع الراهنة وتحديد القدرات الوطنية ، من ناحية ، والاحتياجات من التطبيقات من ناحية أخرى وبشكل مستمر.
* توفير منبر لتبادل الاراء والخبرات بين الهيئات المشاركة في اطار منظم وبشكل متواتر.
* تنسيق علاقاتها بالهيئات الاجنبيه والخبراء من الخارج ضمانا لتحقيق الفائدة المثلى منها ، دون تعارض أو تكرار.
* تزويدالسلطات الوطنية بالمعلومات والتوصيات بشأن الاجراءات التنفيذيه والتشريعيه.
* صياغة مشروع الخطة الوطنية لتنمية القدرات الذاتية بكل مقوماتها بالوسائل الملائمة وفي اطار الاهداف المطلوبه من تطبيق التكنولوجيا.
* متابعة تنفيذ الخطط واقتراح تعديلها عند الحاجة .

هذا وقد تم تنفيذ معظم المهام السابقة ومن أهمها اعداد مسودة خطة عمل وطنية في مجالات تطبيقات التكنولوجيا الحيويه في قطاعات الزراعة ، و الثروة السمكيه ، والنفط ، والصحة . وقد استعانت اللجنة لاعداد هذه الخطة في عام ١٩٨٧ ، بفريق عمل متعدد التخصصات من منظمة الامم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو) . وتقوم اللجنة والخبراء حاليا بوضع اللمسات الاخيرة لهذه الخطة لرفعها الى الجهات المسئوله لاعتمادها .

البحث والتطوير في مجال التكنولوجيا الحيوية

تنفذ أغلبية أنشطة البحث والتطوير في مجال التكنولوجيا الحيويه بدولة الكويت في معهد الكويت للابحاث العلمية الذي أنشأ في عام ١٩٨٠ دائرة متخصصة في مجال التكنولوجيا الحيويه ضمن ادارة موارد الغذاء ٠ وقد قامت هذه الدائرة بتنفيذ عدد من المشاريع الخاصة بالبحث والتطوير استجابة للاولويات التي وضعتها الدولة في مجال الامن الغذائي وتحسين البيئة والحد من التلوث ٠ و المشاريع التي تم انجازها بصفة رئيسيه هي في مجالات التخمير الصناعي و معالجة النفايات الصلبه والسائلة والهندسة الوراثية ٠

التخمير الصناعي

(أ) تطوير بروتين أحادي الخلية من المشتقات الهيدروكربونيه لتغذية الحيوانات

استجابة لاهتمام وزارة النفط الكويتيه بتقييم تقنية بروتين أحادي الخلية المنتج من مخلفات النفط وبمساندة من منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول (أوابك)، قام معهد الكويت للابحاث العلمية في عام ١٩٧٧ بتنفيذ برنامج بحث تطبيقي متكامل لتطوير انتاج بروتين أحادي الخلية من المشتقات الهيدروكربونيه لتغذية الحيوانات ٠ وقد تضمن هذا البرنامج دراسة اقتصادية ودراسة لعزل كائنات حية دقيقة تنمو على الميثانول كمصدر كربوني ٠ ثم دراسة لرفع انتاج بروتين أحادي الخليه على مستوى الوحدة التجريبية الى الحدود المثلى ثم دراسات التغذيه للدواجن والعجول والحملان٠ وكان من أهم نتائج الدراسة الاقتصادية هو أن حاجة الكويت من البروتين اللازم لتغذية الدواجن والحيوانات هو ٤٠ ألف طن بالسنة٠ وقد دلت الدراسة بأن تكلفة المواد الخام بما فيها الميثانول تعادل ٦٧٪ من تكلفة الانتاج الكلي وأن التكلفة الرأسماليه للتبريد تحت ظروف الكويت تعادل ١٦٪ من التكلفة الرأسماليه الكليه ، كما بينت الدراسة بأن تنافسية بروتين أحادي الخلية تعتمد على مقارنة سعره لوجبة فول الصويا كما تعتمد جدواه الاقتصادية على أسعار اللقيم المستعمل والتي تشمل أسعار الميثانول٠ وقد وجد بأن بروتين أحادي الخليه ينافس وجبة مسحوق السمك بالوقت الحاضر ويمكن أن ينافس وجبة فول الصويا على المدى الطويل خاصة بالدول النفطية ذات الامكانيات الزراعية المحدوده(٢)٠

وقد أدت نتائج هذه الدراسة الى تركيز البحث في المرحلة الثانية من هذا البرنامج على عزل كائنات حيه دقيقة من التربه الكويتيه تستطيع النمو على درجات حرارة أعلى من ٤٠ درجة مئوية مستعمله الميثانول كمصدر كربوني وحيد وذلك لخفض كلفة التبريد لهذه الصناعة في منطقة الخليج ٠

وقد تمكن المعهد من اكتشاف أربع سلالات جديدة تستطيع النمو على درجات حرارة تتراوح بين ٤٠ - ٤٤ درجة مئوية وقد وجد بأن هذه السلالات من جنس بكتيريا الميثالوفيلس. هذا وقد تم ايداع هذه السلالات لدى المجموعة الوطنية للبكتيريا الصناعيه والبحرية باسكتلندا بهدف الحصول على براءة اختراع خاصه بها . وقد تم تطوير وسط غذائي من العناصر المعدنيه المتوفرة محليا مع اضافة الميثانول كمصدر كربوني وحيد لهذه السلالات للحصول على أعلى انتاج من الخلايا المحتوية على البروتين (٤،٣).

وفي المرحلة الاخيرة من هذا البرنامج ، تم انتاج ما يزيد عن ٦٥٠ كجم من بروتين أحادي الخلية ذي النوعية الجيدة على مستوى الوحدة التجريبية التي تضم جهازا للتخمير سعته١٥٠٠ لترا. وقد تم استعمال الناتج في تجارب التغذية على الدواجن والعجول والحملان تحت الظروف المحلية . وقد بينت نتائج تغذية الدواجن أن بروتين أحادي الخلية صالح للاستخدام بدل وجبة فول الصويا في العلائق حتى نسبة ١٥٪. وبينت دراسات التغذية في الفئران بأن بروتين أحادي الخلية المنتج بالمعهد ذا قيمة غذائية أعلى من بروتين أحادي الخلية المطور تجاريا بواسطة شركة ICI البريطانية وذلك من ناحية معدل كفاءة البروتين (PER) وصافي الاستفادة من البروتين (NPU) والقيمة الحيويه (BV) وذلك عند اضافة الحمض الاميني الميثايونين (٥) . وقد أجريت تجارب السمية لمعرفة سلامة الناتج بمعهد السمية الهولندي (TNO) وبينت النتائج عدم وجود أي أعراض ضارة أو غير طبيعيه عند اجراء اختبارات السميه دون المزمنه لبروتين أحادي الخلية عندما أضيف بنسبة ٣٠٪ الى غذاء الفئران لمدة ٩٠ يوما (٦) . وعند استعمال بروتين أحادي الخليه كبديل للحليب لتغذية العجول والاغنام الرضيعة في احدى المزارع التجارية بالكويت تبين بأنه صالح للاستخدام كبديل للحليب بين ٥-١٠٪ وكانت نسبة الاحلال المثلى هي ٥ر٧٪ بدون أي أعراض غير طبيعية بالاعضاء الداخليه للحيوانات (٧) .

(ب) تحويل المخلفات السيليلوزيه الى علف غني بالبروتين

تقدر كميات المخلفات اللجنوسيليلوزيه التي تتراكم بالكويت بما يزيد عن ٢٥٠ ألف طن سنويا منها مايقارب ١٠٠ألف طن مواد كرتونيه وورقيه ، ولايستفاد منها في الوقت الحاضر بكفاءة ، لهذا فقد أجريت دراسة لتحويل ورق الكرتون بطرق التخمير الى مادة علفيه لتغذية الحيوانات ، وقد شملت هذه الدراسة اتجاهين مختلفين ، يعنى الاول منهما بتحويل الكرتون

بطرق كيماويه أو أنزيميه لتحليل المواد السيليلوزيه الى محلول سكري تنمو عليه الخمائر لانتاج مادة غنية بالبروتين ٠ حيث أمكن بهذه الطريقة تحليل ٧٤٪ من السيليلوز باضافة محلول الانزيم الخام المنتج من فطر التريكوديرما (Trichoderma reesei) الى وسط مائي يحتوي على ٣٪ من مسحوق الكرتون ، بعد ٤٨ ساعة على درجة ٥٠ درجه مئويه٠ وقد تم استخدام المحلول السكري الناتج لتنمية خميرة الكانديدا (Candida utilis) بعد اضافة أملاح النيتروجين والفوسفات ٠ وقد احتوت الكتله الحيويه للخميرة على ٤٨٪ بروتين ، وعند خلطها بالجزء المتبقي من الكرتون بدون تحلل تم الحصول على مادة علفية تحتوي على ١٦٫٦٪ من البروتين ٠

أما الاتجاه الثاني فيشمل تحويل الكرتون مباشرة الى مادة علفية وذلك اما بالتخمير في الوسط الصلب أو التخمير في الوسط السائل ٠ فبالنسبة للتخمير بالوسط الصلب استخدم مسحوق ورق الكرتون المرطب بالماء حيث كانت نسبة الكرتون أثناء التخمير ٢٠٪ من الوسط الكلي وقد أضيف الى الوسط ملح سلفات الامونيوم لتوفير نسبه من الكربون الى النيتروجين بين (٥٫١٢- ١:٢٥)٠ وقد تم تلقيح هذا الوسط بفطر التريكوديرما مع العفن الابيض (Sporotrichum pulverulentum) حيث أن الفطر الاول له قدرة عالية على تحليل السيليلوز بينما يتمتع الفطر الثاني بالقدرة على تحليل اللجنين مع قدرة متوسطة لتحليل السيليلوز، وقد تمت الحضانة بهذا الوسط على درجة ٢٨ درجه مئوية مع التقليب يوميا لمدة ٦ أسابيع ٠ وبعد هذه الفترة أمكن الحصول على ناتج علفي يحتوي على١٧٪ من البروتين٠

أما التخمير في الوسط السائل فقد احتوى على نسبة من الكرتون تعادل ٢٪ فقط مع اضافة الاملاح اللازمه لهذا الوسط ٠ وقد تم تلقيحها بواسطة سلالتي الفطر السابقتين ، وبعد مرور خمسة أيام على عملية التخمير الهوائي بداخل جهاز تخمير خاص سعة ٧ لترات تمت اضافة خميرة الكانديدا(Candida tropicalis) لتقوم باستهلاك السكر مما يساعد على استمرار وزيادة عملية تحليل السيليلوز بواسطة الفطر٠ وعند فصل الناتج بعد عشرة أيام كان بالامكان الحصول على مادة علفيه تحتوي على ١٨٪ من البروتين (٩٫٨) ٠

وقد أظهرت نتائج هذه المرحلة من الدراسة على امكانية تحويل الكرتون الى مادة غنية بالبروتين الى جانب احتوائها على بعض المعادن اللازمه لتغذية الحيوان ، وبناء على هذه النتائج فانه يجري الاعداد لبدء المرحلة الثانية من المشروع على مستوى الوحدة التجريبيه لانتاج كميات كبيره من العلف تكفي لاجراء تجارب لتغذية الابقار والاغنام ٠

(ج) انتاج الطحالب

لقد تم انجاز عدة دراسات لعزل وانتاج الطحالب في معهد الكويت للأبحاث العلمية وقد شملت هذه الدراسات طريقتين لتطوير نظام استزراع طحالب الكلوريللا كغذاء للدولابيات (rotifers) التي تتغذى عليها الاسماك. وقد اتبعت الدراسة الاولى طريقة الاستزراع المكثف للطحالب باستعمال نظام الرقائق الضحلة (Thin layer system) شبه مستمرة الانتاج وقد تم الحصول على انتاجية تعادل ٢٨ - ٣٥ غرام بالمتر المربع باليوم من طحالب الكلوريللا (١٠) . وعند اجراء تجارب تغذية الدولابيات على الطحالب المنتجه بهذه الطريقة بالداخل وجد أن القيمة الغذائية لهذه الطحالب أفضل من الطحالب المنتجه بالوحدة بالخارج (١١).

وفي الدراسة الثانية لانتاج الطحالب فقد تم اتباع طريقة الانتاج المستمر لسلالات الكلوريللا المعزوله محليا حيث تم استزراعها بالداخل بطريقة مستمرة بأنابيب ذات سعة ٢٠٠ لتر على درجة حموضة pH ٥ر٠٦ وقد دلت نتائج هذه الدراسة على امكانية الحصول على انتاجية تعادل ١٣٦ غرام بالمتر المكعب باليوم ، وقد وجد بأن مجموع الاحماض الدهنية كان عاليا عند انخفاض تركيز الحموضه pH كما ازداد محتوى الحامض الدهني (W3 PUFA) عند انخفاض تركيز الحموضه pH من ٥ر٨ الى ٥ر٠٦ كما دلت النتائج بأن انتاجية الطحالب بطريقة الانتاج المستمر لتغذية الدولابيات أعلى من طرق أنظمة الانتاج الاخرى المتاحة (١٢).

معالجة النفايات البلديه والصناعية

(أ) النفايات البلدية

يتراكم بالكويت كميات كبيرة من نفايات البلدية العضوية حيث تصل الى حوالي ٧٥٠ ألف طن بالسنه.وتقوم بلديةالكويت بالوقت الحالي بالتخلص من هذه النفايات بردمها في مناطق مختلفة مما يسبب فقد ما يعادل ٢٢٠ دونما بالسنة ، وقد قام معهد الكويت للابحاث العلمية بالتعاون مع بلدية الكويت باجراء دراسة فنية في عام ١٩٨٢ لمعرفة مكونات هذه النفايات ودراسة أفضل الوسائل لتحسين نوعيةانتاج السماد العضوي (الكمبوست) . وقد دلت نتائج هذه الدراسه بأن مكونات هذه المخلفات يحتوي على ما يزيد على ٥٠% من مخلفات الطعام وما يعادل ٢٢% من المخلفات الورقيه ، مما يجعل نسبة الكربون الى النيتروجين بهذه المخلفات ما يقارب ١٩-٤٠:١. كما أفادت تجارب السماد العضوي الناتج من هذه

المخلفات بزيادة انتاج الخضروات بالاضافة الى تحسين خواص التربه (١٣).

وفي عام ١٩٨٧ قام المعهد باجراء دراسة اقتصادية وفنية بناء على طلب البنك الصناعي (١٤) كما قام مجلس حماية البيئة في نفس العام بتكوين لجنة فنية لدراسة المخلفات الصلبة بالكويت وكان من أهم نتائج هذه الدراسات هي :

* أن حاجة الكويت للسماد العضوي يزيد عدة مرات عن الكمية التي يمكن انتاجها يوميا لو تم تحويل جميع المخلفات العضوية الى سماد عضوي (٧٠٠ طن يوميا) .
* التكلفة الرأسمالية لهذه الصناعة تصل الى ١٠ مليون دينار كويتي وهي تشكل حوالي ٥٠٪ من التكلفة الاجمالية لمصنع تبلغ طاقته ٧٠٠طن يوميا .
* تبين بأن أفضل التقنيات الملائمة لانتاج السماد العضوي بالكويت هي التقنية المعروفه ب (Windrow) مع القيام بالتقليب والتهويه .

(ب) نفايات المستحلبات النفطيه (Oil Sludge)

تبلغ الموادالمتخلفه من نفايات المستحلبات النفطيه سواء الناتجة عن النفط الخام أو عن عملية التصنيع بالكويت ما يزيد عن ٦٠ ألف طن بالسنة . ويتم التخلص من هذه النفايات حاليا بوضعها في حفر خاصة مكشوفة بالصحراء ، مما يؤدي الى تأثيرها الضار على البيئة . وقد قام معهد الكويت للابحاث العلميه بدراسة التخلص من هذه المخلفات والاستفادة منها بطريقتين. تعتمد الطريقة الاولى على معالجة المستحلبات النفطية داخل خزانات النفط بهدف استعادة النفط الخام الموجود بالمخلفات باستخدام مواد حيويه ذات تأثير سطحي (Biosurfactant) . أما الطريقة الثانية فتنصب على استخدام تقنية خلط المستحلبات النفطية بالتربة (Landfarming) .

هذا وقد دلت نتائج دراسة طريقة معالجة نفايات المستحلبات النفطية بواسطة استعمال المادة الحيويه ذات التأثير السطحي والمستخرجه من بكتيريا مطورة خاصة بشركة بتروجين الامريكيه امكانية استعادة ٩٠٪ نفط خام من مجموع ٨٥٠ متر مكعب من المستحلبات النفطية بالخزان(١٥). وقد أدى نجاح هذه التجربة الى البدء في مشروع جديد لعزل سلالات بكتيريا من تربة الكويت قادرة على انتاج مادة حيويه ذات تأثير سطحي ، وقد تم عزل أكثر من ٢٠ مزرعة بكتيريه وتم اختيار أحدها (ST-5) لدراسة خواصها وقدرتها على انتاج المادة الحيويه ذات التأثير السطحي

لاستعمالها في معالجة المستحلبات النفطية ومكافحة التلوث النفطي بالخليج (١٦) .

أما بالنسبة للاتجاه الثاني في معالجة نفايات المستحلبات النفطيه، فيعنى باستعمال تقنية خلط المستحلبات النفطية بالتربه حيث تم انجاز المرحله الاولى لهذه الدراسة . وقد أظهرت النتائج بأنه يمكن استخدام معدلات مختلفةمن المستحلبات النفطية بالتربة (٥-١٥% من وزن التربه) مع مستويات مختلفة من المخصبات النيتروجينيه والفسفورية غير العضويه . وقد وجد بأن مدى التحلل الحيوي للنفط قد يصل لغاية ٥٠% و ٦٦% بعد سبعة أشهر وعشرة أشهر على التوالي . ولم يلاحظ نفاذ أي معادن الى الطبقة تحت السطحية على عمق ٩٠ سم بعد عشرة أشهر من الاستخدام ، كما وجد بأن قدرة التربه على الاحتفاظ بالماء قد تضاعفت وزادت نسبة المادة العضوية بالتربه الى أكثر من ٣% (١٧).
وتمهد هذه النتائج المشجعة الى البدء بالمرحلة الثانية لهذا المشروع وذلك للتطبيق الموسع لهذه التقنية كوسيله فعالة للتخلص من هذه النفايات ودراسة امكانية استخدام التربه المعامله لاغراض الزراعة التجميليه بالمنطقة .

معالجة المياه الملوثة الصناعية والصحية

يعد الماء العذب مصدرا نادرا بالكويت وذلك لعدم توفره من المصادر الطبيعية، حيث يتم انتاجه عن طريق تقطير مياه البحر وتتسم هذه الطريقة بتكلفتها العاليه . وقد قامت دولة الكويت بانجازات هامة في مجال تأمين مصادر المياه لكي تستطيع مواجهة متطلبات التنمية الوطنية نظرا للتوسع العمراني والصناعي والزراعي . ومن أهم هذه الانجازات هو زيادة الانتاج من ١٫٦٦ مليون متر مكعب من الماء المقطر بالسنة في عام ١٩٥٣ الى ١٦٦ مليون متر مكعب في السنة في عام ١٩٨٨، وفي نفس الوقت قامت الدولة بانشاء أربع محطات لمعالجة المياه الصحية بقدرة انتاجيه تبلغ ٥٫٣ مليون متر مكعب بالسنة. حيث يستعمل جزء من هذه المياه المعالجه لري الاشجار وجزء آخر لزراعة الاعلاف . وبالرغم من هذه الانجازات في مجال تطوير مصادر المياه بالكويت فانه لا يزال هناك حاجة لدراسات الابحاث والتطوير لتنقية واعادة استخدام مياه الصرف الصناعية وتحسين نوعية المياه الصحيه المعالجه للاستفادة منها للاغراض الزراعية .

(أ) معالجة مياه الصرف الصناعية

لقد زاد استهلاك المصانع ومحطات القوى من الماء المقطر في منطقة الشعيبه الصناعية ومنطقة ميناء عبدالله من ٠٫٢٧٣ مليون متر مكعب بالسنه

في عام ١٩٦٦الى١٣ مليون متر مكعب بالسنة في عام ١٩٨٥٠ وقد بلغ استهلاك المياه العذبه المستخدمه في أغراض الصناعه لعام ١٩٨٥ حوالي ٧ر٦٤ مليون متر مكعب ويمكن استرداد نسبه كبيرة من هذه المياه(١٨)٠

وفي عام ١٩٨٠ بدأ معهد الكويت للابحاث العلميه بناء على طلب من الادارة العامة لمنطقة الشعيبه الصناعيه بتنفيذ عدة مشاريع لمعالجة وتنقية مياه الصرف الصناعية في مصافي النفط لاعادة الاستفادة منها (١٩، ٢٠، ٢١)٠ ومن أهم نتائج هذه الدراسات هو تطوير مجموعة من العمليات المتكامله لمعالجة مياه الصرف من مصافي النفط، حيث كانت أولى العمليات عمليه فيزيائية كيميائية لازالة مخلفات النفط الخام والمعادن تبعتها عمليه حيويه باستخدام البكتيريا لنزع مركبات النيتروجين ثم اجراء عمليه حيويه أخرى استخدم فيها نظام يحتوي على خليط من البكتيريا والطحالب لازالة الامونيا والمواد الكربونيه ٠ وقد أدت هذه العمليات الى تنقية المياه الصناعية الملوثه لدرجة كافية جعلتها صالحة لنمو الاسماك ولري المزروعات ٠

والمشروع الاخير تضمن دراسة فنية واقتصادية تناولت مختلف الخيارات الخاصة بمعالجة مياه الصرف الصناعية لاعادة الاستفادة منها وذلك بتحليل ربحية التكلفه مع التركيز على الظروف البيئية للكويت ، وقد استخدمت في هذه الدراسة تقنيات الحاسب الالي حيث تمت دراسة التصميم الهندسي لاحدى الخيارات وبناءا على نتائج هذه الدراسة تم اختيار نظم عمليه خاصه بالتصميم لانشاء وحدة معالجة مركزيه تحتوى على نظام معالجه حيويه مع امكانية مزج المياه الصحيه بالمنطقة مع مياه الصرف الصناعية ٠ هذا وقد قامت الدولة مؤخرا بتبني اقامة هذه الوحدة وتم اتخاذ الاجراءات اللازمه لتنفيذها٠

(ب) معالجة مياه الصرف الصحيه

لقد قام المعهد بالتعاون مع وزارة الاشغال العامة بانشاء وحدة تجريبيه بطاقة ١٥ متر مكعب باليوم في محطة تنقية المياه الصحية بالعارضيه بهدف دراسة كفاءة معالجة مياه الصرف بطريقة البرك الطحلبيه والبكتيريه ٠ وقد دلت النتائج على كفاءة هذا النظام لازالةالملوثات من المياه الصحيه تحت الظروف المناخية بالكويت ولم تزد قيمة أرقام مؤشرات التلوث في الاشهر المختلفة خلال السنة عن الاتي : الاحتياج الحيوي للاكسجين(BOD) ٢٠ملغرام للترالواحد، الاحتياج الكيميائي للاكسجين(COD) ٩٥ ملغرام للتر الواحد ، النيتروجين من الامونيا(NH3-N) ٢٠ ملغرام

للترالواحد ، مجموع النيتروجين ٤٠ ملغرام للترالواحد ومجموع الموادالصلبه العالقه ١٥ملغرام للتر الواحد. وقد كانت انتاجية الطحالب ٢٠٠ كيلوغرام للهكتار باليوم . وقد تم الحصول على المعادلات الهندسيه اللازمه لتصميم برك على مستوى كبير للتطبيقات في المناطق النائية تحت ظروف الكويت المحلية(٢٢).

الهندسة الوراثيه

تجرى الابحاث الخاصة بالهندسة الوراثية بصفة رئيسية في كلية الطب بجامعة الكويت وبعض منها في معهد الكويت للابحاث العلمية. ويوجه البحث في كلية الطب نحو تطوير طرق لتشخيص الامراض. ويوجد مشروع يقوم باستعمال الاحماض النووية والانزيمات كأداة للكشف عن مرض الحمه الخلوية الذي يصيب الاطفال وسببه فايروس cytomegalovirus (CMV) وقد تم بصفةأساسية دراسة أسلوب لمعرفة جدوى استنساخ الجين الخاص بهذا المرض والعوامل التي تؤثر في التحكم بـه (٢٣، ٢٤) . كما يتم العمل على مشروع حول تحديد الجين في بكتيريا E. coli باستخدام الحمض النووي المعلم بالبيوتين (Biotin) وتشمل الدراسة أنواع أخرى من البكتيريا والفايروسات وبينت النتائج امكانية استعمال الحمض النووي للكشف عن هذه البكتيريا الممرضه (٢٥، ٢٦).
ومن المشاريع المتعلقة بالامراض الوراثية ، يجري العمل في مشروع يعنى بالتعرف على خصائص حدوث الطفرات المتعلقه بمرض فقر الدم (Thalassemia) بين الكويتين ، وقد وجد بأن ٥% من هذا المرض هو من نوع ألفا (alpha) بين الاطفال الحديثي الولادة.

وأما نشاط معهد الكويت للابحاث العلميه في مجال الهندسة الوراثية خلال السنوات الماضية فقد تركز على انشاء المختبرات والمرافق الخاصة وتدريب الكوادر الفنيه في هذا المجال . ويجري العمل حاليا على مشروع يتعلق بتحسين صفات البكتيريا المعزوله بالمعهد والتي تنمو على الميثانول وقد تم عزل البلازميد الخاص باحدى سلالات البكتيريا وتم تقدير طوله بحوالي ٤٥ Kb بالاضافة الى التعرف على الفايروس الخاص بهذه السلاله (phage) ووضع خارطة للانزيمات المحددة للبلازميد (٢٧) .

التعاون الدولي والمؤتمرات العلميه

لقد كانت الكويت سباقة في تقديم العون والمساعدة الى منظمة الامم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو) وذلك في مسعاها لانشاء المركز الدولي للهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيويه ، حيث استضافت في بداية عام ١٩٨٢ أولى الندوات وذلك تحت رعاية وزير التخطيط ، وقد هدفت هذه الندوة الى شحذ الطاقات واستطلاع آراء المسئولين في عدد من الدول ضمن عملية المسح التي تم اجراؤها للوقوف على تصوراتهم حول اقامة المركز الدولي . كما كانت الكويت من الدول التي باشرت بحضور المؤتمرات التحضيريه في كل من بلغراد ومدريد وساهمت في الاجتماعات الخاصة بالمركز حيث تم انتخابها مقررا في

هذين المؤتمرين ٠ وقد صادقت الكويت بتاريخ ٩ سبتمبر ١٩٨٦ ، على النظام الاساسي للمركز الدولي للهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيويه المحرر بمدينة مدريد باسبانيا عندما قام سمو الامير الشيخ جابر الاحمد الجابر الصباح بالتوقيع على وثيقة التصديق التي تم ايداعها في منظمة الامم المتحدة في نيويورك ٠

هذا وقد تم تنفيذ برنامج تدريبي طويل الامد في مجال الهندسة الوراثيه لتطوير الكوادر المحلية بالتعاون مع منظمة الامم المتحدة للتنمية الصناعية في جامعات الولايات المتحدة الامريكيه وايرلنده ، وتضم خطة تطوير الكوادر المحلية ستة باحثين يقومون حاليا بانهاء دراساتهم العليا في مجال الهندسة الوراثية في الجامعات الاوروبيه ٠

هذا ويبين جدول رقم (١) قائمة بأسماء المؤتمرات والدورات التدريبية في مجال التكنولوجيا الحيويه التي عقدت بالكويت منذ عام ١٩٧٧ بالتعاون مع المنظمات الاقليمية والدوليه ٠

خطة العمل المستقبليه والمشاريع ذات الاولويه

ضمن متطلبات تطوير برنامج للاستفادة من أبحاث الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيويه ، فقد قامت اللجنة الوطنية بالتعاون مع فريق عمل من منظمة الامم المتحدة للتنمية الصناعية (اليونيدو) باعداد خطة عمل تحتوي على مشاريع ذات أولويه في قطاعات الزراعة ، الصحة ، النفط والثروة السمكيه ٠ وفيما يلي ملخصا بهذه المشاريع في القطاعات المختلفة (٢٨)٠

(أ) قطاع الثروة الزراعية

(١) مشروع زراعة الانسجة لتطوير نباتات مقاومة للملوحة والحرارة : من أهداف هذا المشروع اجراء مسح شامل لمختلف النباتات وخواصها الوراثية لاختيار الصالح منها للكويت ولتطوير النباتات الخضرية والاعلاف والبقوليات بواسطة طرق الهندسة الوراثية ومن المحتمل التوصل الى نتائج ايجابيه خلال خمس‌الى عشر سنوات ٠

(٢) مشروع زراعة الانسجة لتطوير نباتات الزينه وأشجار النخيل المناسبة للكويت وذلك في مستنبتات الهيئة العامة للزراعة والثروة السمكية بالتعاون مع معهد الكويت للابحاث العلميه وشركة النخيل ٠

(٣) تم اقتراح مشروع مساعد لانتاج البلح والتمور ينصب على التحكم في عملية نضج ثمار النخيل باستعمال الانزيمات وذلك بواسطة أساليب الهندسة الوراثية مما يوفر للمستهلكين الثمار في المرحلة المرغوبة ولمدة أطول ٠

(ب) قطاع الصحة

لقد تكللت التطبيقات العملية للهندسة الوراثية في مجال الصحة والصيدلة بالنجاح في العالم و تعتبر العناصر الاساسية اللازمه لخلق نواة في هذا المجال متوفرة في كل من كلية الطب بجامعة الكويت ومركز الوراثة بمستشفى الصباح بوزارة الصحة العامة ومن المشاريع المقترحة في هذا المجال مشروع استعمال تقنية الحمض النووي (DNA probes) في تشخيص أمراض الدم (Haemoglobinopathies) وسوف يكون هذا المشروع وسيلة لتشخيص عدة أمراض أخرى موجودة في الكويت . ويتطلب تنفيذ المشروع المذكور انشاء مختبر متكامل في مركز الوراثه بمستشفى الصباح وذلك بالتعاون مع كلية الطب .

(ج) قطاع الثروة السمكية والبحرية

(١) مشروع زيادة نمو الاسماك بأحداث العقم بالجهاز التناسلي بواسطة المعالجة بالضغط العالي أو بالحرارة أو باستعمال العقاقير مما سيساعد على تحويل الطاقة الى زيادة في الوزن وتقليل نسبة النفوق.

(٢) زيادة نمو الاسماك باستعمال الهرمونات : يركز هذا المشروع على زيادة نمو أنواع الاسماك التجارية والمرغوبة في الكويت باستعمال الهرمونات المستخلصة بواسطة أساليب الهندسة الوراثية المتوفرة والتي بالامكان استعمالها.

(٣) تطوير علامات وراثية (DNA Markers) للتعرف على الانواع المختلفه من الاسماك والربيان التي تطلق في الخليج لدراسة هجرتها اضافة الى تطوير طرق الهندسة الوراثية لتشخيص أمراض الاسماك .

(٤) مشروع الحصول على مواد صيدليه أو أنزيمات من البيئة البحرية حيث تتوفر امكانيات كبيرة على المدى الطويل للحصول على المواد النافعة باستخدام أساليب التكنولوجيا الحيويه .

(د) قطاع النفط ومكافحة التلوث

(١) مشاريع التخمير الصناعي للمواد الهيدروكربونيه :

* مشروع استخدام أساليب الهندسة الوراثية في عملية انتاج البروتين من مشتقات النفط وذلك بتحسين الانتاجية لسلالات بكتيريا الميثانول الخاصة بمعهد الكويت للابحاث العلميه بهدف تحسين الجدوى الاقتصادية لانتاج البروتين كعلف للحيوانات والدواجن .

* مشروع انتاج مواد كيماوية عالية القيمة من مشتقات النفط كالاحماض الامينيه وحامض الستريك والهرمونات وغيرها ٠

(٢) مشاريع مكافحة التلوث :

* مشروع انتاج المواد الحيويه ذات النشاط السطحي (Biosurfactants) وذلك لمكافحة التلوث النفطي بالبحر وتنظيف ناقلات وخزانات النفط ٠ وسوف تستعمل أساليب الهندسة الوراثية لتحسين صفات البكتيريا المعزوله من أجل زيادة فعاليتها في مكافحة التلوث النفطي بالبيئة واعادة استخدام النفط المستخرج من المخلفات ٠
* مشروع استعمال البكتيريا للتخلص من العناصر الثقيلة المتبقية من عمليات تكرير النفط وعمليات التبريد وذلك بواسطة طرق الامتصاص لهذه العناصر التي تسبب تلوث المياه الجوفيه والبيئة البحريه ٠

خاتمه

يتبين من هذه الورقة بأن تجربة الكويت في مجال التكنولوجيا الحيويه لاتنبع من فراغ ٠ وهي ترتكز على عمل متواصل استمر منذ أواخر العقد الماضي حتى الان بالعمل الرائد في بحوث التكنولوجيا الحيويه وتطبيقاتها سواء في تطوير مواد بروتينيه بطرق التخمير الصناعي من الموارد المحليه ، أو المعالجة للنفايات الصلبه ، أو المعالجة الحيويه لمياه الصرف وتدويرها في استخدامات مفيدة ٠ ان مثل هذه الانجازات تمثل نقطة انطلاق هامة لترسيخ أبحاث تطوير التكنولوجيا الحيويه في مختلف المجالات وسوف يكون لها تأثير على المدى المتوسط والطويل في مجال انتاج الغذاء والمجال الصحي والمحافظه على البيئة ٠

لقدانعكس هذاكله في الاطارالتنظيمي المقترح لصياغةالسياسة الوطنية ومتابعة تطبيقها وفي التحضير لخطط العمل الوطنية والمشاريع ذات الاولويه بالدولة ٠ وأن تشكيل اللجنة الوطنية للتكنولوجيا الحيويه والهندسة الوراثية كان له تأثير ايجابي بين الهيئات المختلفة كالاهتمام بتدريب الكوادر الوطنية وتوزيع الاختصاصات وتركيز الجهود ٠ وان خطة العمل الوطنية في مجال التكنولوجيا الحيويه سوف تقدم اسهامات هامة نحو تحقيق خطط التنميه وتوسيع القاعدة الانتاجيه بالبلاد ٠

وقد دلت تجربة الكويت في مجال التعاون الدولي بأنها واعدة وان تبني معهد الكويت للابحاث العلميه لبرنامج متعدد التخصصات وانشاء المرافق اللازمه سوف يتيح تنفيذ برامج التدريب المتقدمه في التكنولوجيا الحيويه والهندسة الوراثية بحيث توفر الكوادر الوطنية المدربه للعمل في مشاريع التكنولوجيا الحيويه المستقبليه في المنطقه ٠

تنويـه

بعض الدراسات المذكورة بهذه الورقة تم تمويلها جزئيا من قبل مؤسسة الكويت للتقدم العلمي وهيئة الشعيبه الصناعية والشركة الكويتيه للاستشارات والاستثمار ووزارة التخطيط.

جدول رقم (١)

المؤتمرات العلميه والدورات التدريبيه في مجال التكنولوجيا الحيويه التي عقدت بالكويت .

السنه	عنوان المؤتمر أو الدوره	الجهات المنظمه
١٩٧٧	مؤتمر التحويل الميكروبي لانتاج الغذاء والاعلاف وادارة النفايات	اليونسكو ،برنامج الامم المتحدة للبيئه ، أبحاث الخلية العالمية ، معهد الكويت للابحاث العلميه و جامعة الكويت .
١٩٧٩	ندوة الاوابك عن البروتين النفطي	منظمة الاقطار العربيه المصدره للبترول(الاوابك)
١٩٨٠	مؤتمر التقدم في نظم انتاج الغذاء بالمناطق الجافه .	اليونسكو ،مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ومعهد الكويت للابحاث العمليه .
١٩٨٢	ندوة امكانيات استخدام الهندسة الوراثيه والتكنولوجيا الحيويه في مجالات الصحه ، البيئة وصناعة النفط.	اليونيدو، وزارة الصحة العامه و معهد الكويت للابحاث العلميه
١٩٨٥	دورة تدريبيه لانتاج الكتله الحيويه بطرق التخميروتوقعاتها المستقبلية للدول الناميه	اليونسكو ومعهد الكويت للابحاث العلميه .
١٩٨٦	المؤتمر الاول حول تطوير الصناعات الغذائية بالوطن العربي .	الاتحاد الكويتي لتجار ومصنعي الاغذية ، الاتحاد العربي للصناعات الغذائية ، مؤسسة الكويت للتقدم العلمي ، ومعهد الكويت للابحاث العلميه .
١٩٨٦	دورة تدريبية لضبط الجودة الميكروبيه للحوم	معهد الكويت للابحاث العلميه
١٩٨٦	دورة تدريبية حول استعمال الحاسب الالي للتحكم بعمليات التخمير الصناعي .	المكتب العربي للتربية والعلوم ومعهد الكويت للابحاث العلميه .
١٩٨٧	دورة تدريبية لمعالجة مياه الصرف الصناعية	معهد الكويت للابحاث العلميه واليونسكو
١٩٨٧	دورة تدريبية لاساليب الهندسة الوراثية	اليونيدوو معهد الكويت للابحاث العلميه .
١٩٨٨	دورة تدريبيه عن نظم التكامل لتحويل النفايات العضويه .	اليونسكوومعهد الكويت للابحاث العلميه .

References

1. Hussain, N. M.; O. El-Kholy; and I. Y. Hamdan (1985). Development of national plan for Biotechnology and Genetic Engineering in Kuwait. Arab Journal of Science. Vol. 7, pp. 33-36.
2. Hamdan, I. Y.; M. J. Marzouk; H. S. Pal; A. J. Salman; and G. Hamer. (1979). Developing single cell protein for animal feeding (Phase 1), KISR Technical Report No. KISR/PPI 189/FRA-RF-7912, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.
3. Hamdan, I. Y.; A. S. ElNawawy; I. Banat; and N. Al-Awadhi. (1987). Process and microorganisms for producing single cell protein. USA Patent Application Serial No. 07/120,322 Nov. 1987.
4. Banat, I. M.; N. Al-Awadhi; and I. Y. Hamdan. (1988). Characterization of four novel strains of methylotrophic bacteria. MIRCEN Journal of Applied Microbiology and Biotechnology. (Accepted for publication for June 1989).
5. Ilian, M. A.; A. J. Salman; A. Al-Awadhi; M. Diab; and I. Y. Hamdan. (1986). Single cell protein in Kuwait: its potential use for animal nutrition. In Advances in Food Industries Development in the Arab World. Eds. Hamdan, ELNawawy and Mameesh, Kuwait, Oct. 13-16, pp. 185-204.
6. Sinkeldam, E. J.; B. A. R. Lina; van Garderen-Hoetmer; and R. A. Woutersen. (1986). Sub-chronic (13 week) oral toxicity study with single cell protein KISRI-5 and 6.1 in rats. CIVO Institutes TNO, Report No. V 86.089/250707, Zeist, The Netherlands.
7. Hamdan, I. Y.; M. A. Razzaque; A. Ruwaida; M. Ibnoaf; M. Husseini; and I. M. Banat. (1988). Bacterial biomass and other ingredients as milk replacers for calves and lambs. KISR Technical Report No. 2664, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.
8. ElNawawy, A. S.; M. Allam; E. ElRayes; R. Al-Daher; A. Hammoud; M. Mussallam; and N. Al-Dashti. (1986). Comparative studies on bioconversion of cardboard to protein-enriched fermented fodder (PEFF). Advances in Food Industries Development in the Arab World, Eds. Hamdan, ELNawawy, and Mameesh, Kuwait, Oct. 13-16, pp. 205-222.
9. ElNawawy, A. S.; E. ElRayes; and R. Al-Daher. (1987). Enzymic conversion of cellulose in cardboard for yeast production. In Wood and Cellulosics, Eds. Kennedy, Phillips and Williams, Ellis Horword publisher, Chichester, U.K. Chapt. 33, p. 299.

10.Prokop, A.; and M. Fekri. 1984. Potential of mass algae production in Kuwait. Biotechnology and Bioengineering, 26:1282–1287.

11.Nesaratnam, S.; and C. M. James. 1986. Intensive algae culture: Livefeed for zooplankton. KISR Technical Report No. 1958, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

12.James, C. M.; A. Al-Khars; and P. Chorbani. 1988. pH dependent growth of Chlorella in a continuous culture system. Journal of the World Acquaculture Society, Vol.19, No. 2. pp. 27–35.

13.Natour, R. M.; H. D. Ratcliffe; and A. Prokop. 1982. Conversion of agro-industrial waste resources into usable feed or fertilizer in Kuwait. KISR Technical Report No. 863, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

14.Masud, A. S. M.; J. Dahdah; A. Al-Sabaiee; R. Dashti; N. Mussallam; M. Abdelhalim; A. S. ElNawawy; and K. Puskas. 1987. Technology evaluation and economic assessment for solid waste recycling in Kuwait. KISR Technical Report No. 2532, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

15.Banat, I. M.; and J. Kilbane. 1986. Biosurfactant use for oil tank sludge cleaning. KISR Technical Report No. 2370, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

16.Khamis, A.; K. Lindberg; A. Salem, M. Kadri; and S. Haditirto. (1988). Biosurfactant from kerosene utilizing bacteria for use in the oil service industry. Presented at the GIAM VIII International Conference on Applied Biology and Biotechnology, Hong-Kong, 1–5 August.

17.ElNawawy, A. S.; M. Allam; M. S. Khalafawi; and M. Abdal. (1988). Landfarming of oily sludge in Kuwait. KISR Technical Report No. 2559, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

18.State of Kuwait Shuaiba Area Authority (Planning and Development Dept). 1986. Annual Statistical Abstract of Enlarged Shuaiba Industrial Area.

19.Nesaratnam, S. T.; H. S. Pal; S. Al-Muzaini; Y. Al-Shayji; G. Nakshabandi; I. U. Tareen; and M. Allam. (1983). The purification and reuse of Kuwait's refinery wastewater. KISR Technical Report No. 1161, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

20.Nesaratnam, S. T.; H. D. Ratcliffe; F. Zayed; M. Allam; A. Abu-Zeedan; and M. Murad. (1983). The feasibility study for a biological treatment process for combined industrial and sanitary wastewaters within the Enlarged Shuaiba Industrial Area. KISR Technical Report No. 1108, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

21.Pal, H. S.; K. Puskas; S. Kotob; and Y. Sharma. (1983). Prefeasibility of establishing a facility for wastewater treatment within SIA. KISR Technical Report No. 1085, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

22.Puskas, K., I. M. Banat; I. I. Esen; R. Al-Daher; and A. Hammoud. (1988). Utilization of municipal wastewater for algal bacterial ponding system. KISR Technical Report No. 2499, Kuwait Institute for Scientific Research, Kuwait.

23.McKeeting, J. A.; W. Al-Nakib; P. J. Greenaway; and P. D. Griffiths. (1985). Detection of cytomegalovirus by DNA-DNA hybridization employing probes labelled with 32-phosphorus or biotin. Journal of Virological Methods, 11:207-216.

24.Olive, D. M.; A. El-Mekki; W. Al-Mulla; D. A. Khalik; and W. Al-Nakib. (1987). The use of ELISA and non-radioactive DNA hybridization assays for the detection of human cytomegalovirus. Journal of Virological Methods. 19:289-298.

25.Olive, D. M.; A. I. Atta; and S. K. Sethi. (1987). Detection of toxigenic Escherichia coli using biotin labeled DNA probes following enzymatic amplification of the heat labeled toxin gene. Molecular and Cellular Probes. 2:47-57.

26.Olive, D. M.; D. A. Khalik; and S. K. Sethi. (1987). Detection of enterotoxigenic Escherichia coli using enzyme-labeled oligonucleotide probes. European Journal of Clinical Microbiology. 7:167-171.

27.Al-Momin, S.; M. Kadri; U. Mamat; and J. Engel. (1988). Isolation and characterization of new bacteriophage for obligate methylotrophic bacteria. Acta Biotechnologiea (in press).

28.UNDIO. (1987). Plan of work for the State of Kuwait in selected priority projects in the field of Biotechnology. Project No. DP/KUW/86/005.