الباب الرابع : الأهمية الغذائية للحشرات
Nutritional importance of insects

هناك بلا شك فوائد جمة جمعها الإنسان من الثورة الخضراء٠ وهناك عدد من بلاد العالم الثالث كانت فى الماضى مستوردة للحبوب وأصبحت الآن مصدرة لها إلا أن سوء التغذية فى الجانب البروتينى مازال يشكل مشكلة فى العالم النامى ومعظم هذه الدول تعانى من قلة الإنتاج البروتينى٠ وتتضمن مفاتيح التغذية أيضاً الفيتامينات والمعادن والنقص فيها يتواجد بصفة دورية٠ وإذا نظرنا إلى الحشرات نلاحظ أنها غنية فى البروتين وتحوى طاقة عالية كما تحوى نسبة عالية من العديد من الفيتامينات والمعادن٠ قبل وضع تصور عام عن القيمة الغذائية للحشرات من المهم التطرق إلى تحليل الغذاء الحشرى فى عدد من دول العالم النامى :

أولاً : الأهمية فى العالم النامى :

Importance in the developing world

١ - المكسيك Mexico

تركزت الدراسات الغذائية على المحتوى البروتينى ونوعيته٠ وتمت الدراسة على نحو ٦٥ نوع حشرى كما تم بالتفصيل دراسة محتوى الأحماض الأمينية فى إحدى عشر نوعا٠ وعلى أساس الوزن الجاف وجد أن البروتين الخام crude protein كانت نسبته أعلى من ٥٠% فى ٤٠ نوع حشرى ووصل فى بعض الأنواع إلى ٨٢%٠ ووصل نسبة البروتين القابل للهضم digestible protein إلى ٦٤% فى مدى ٧٨-٩٩% من البروتين الخام٠ وتبين من التحليل البيوكيميائى أن بعض الحشرات الصالحة للأكل فقيرة فى الـ methionine و cysteine و tryptophan ومع ذلك وجد أن بعض الحشرات التابعة لنصفيات الأجنحة غنية فى الـ methionine والـ tryptophan والنمل من غشائيات الأجنحة غنى بالـ methionine عند مقارنته بعديد من الحشرات الأخرى٠

ومن المعروف أن الذرة حبوب عالية فى الطاقة حيث تحوى قيمة حرارية تبلغ ٣٢٠-٣٤٠ كيلو حرارى (Kcal) لكل ١٠٠ جم٠ وبمقارنة القيمة الحرارية - على أساس الوزن الجاف - فى تسع أنواع من الحشرات المكسيكية وجد أنها تراوحت من ٣٧٣ كيلو حرارى / ١٠٠ جم من المادة الحشرية فى الحشرات التى يطلق عليها ahuahutle إلى ٥١٦ و ٥١٣ كيلو حرارى لكل ١٠٠ جم فى يرقات *Xyleutes redtenbachi* و *Laniifera cyclades* على الترتيب وهما نوعان من يرقات الفراشات٠ وعند تحليل محتوى المعادن والفيتامينات فى عديد من الحشرات المكسيكية وجد أن الـ axayacatl بوجه خاص غنية فى مصدر الحديد والريبوفلافين حيث لوحظ أن ١٠٠ جم من تلك الحشرات تحوى ما يعادل ٢٦٧% و ١١٩% على الترتيب من المسموح به يومياً طبقاً لمنظمة الأغذية والزراعة٠

فى دراسة نشرت عام ١٩٩٧ فى Journal of food composition and analysis على ٧٨ نوع من الحشرات الصالحة للغذاء ممثلة فى ٢٣ عائلة تتبع ثمان رتب حشرية (ثنائية - مستقيمة - نصفية - متشابهة - حرشفية - غمدية وغشائية الأجنحة) جمعت من ولاية Ozxaca فى المكسيك وحللت لدراسة مكوناتها الغذائية٠ وجد أن المحتوى البروتينى على أساس الوزن الجاف تراوح من ١٥ إلى ٨١%٠ وأعلى نسبة بروتين وجدت فى دبابير الجنس *Polybia*٠ وتراوحت نسبة الدهون من ٢ر٤% فى كثير من أنواع نطاطات الحشائش مثل *Boopedon flaviventris* و *Sphenarium* sp. و *Melanoplus mexicanus* إلى ٢ر٧٧% فى يرقات أبى دقيق *Phasus traingulatis*٠ وكان النمل *Myrmecosistus melliger* من الحشرات الغنية بالكربوهيدرات (٧ر٧٧%)٠ وكانت نسبة الأحماض الأمينية ،ممتازة فى الحشرات التى درست مقارنة مع الإحتياجات التى وضعتها FAO عام ١٩٨٥ ومنظمة الصحة العالمية٠ فالمحتوى الكيميائى البروتينى المسجل طبقاً للقدرة على سد الاحتياجات الكاملة لمعظم الأحماض الأمينية الأساسية تراوح نسبته من ٤٦ إلى ٩٦% وفى بعض الحالات كان هناك نقص فى التربتوفان والليسين٠ وإختلف هضم البروتين فى الأنواع التى حللت من ٦٧ إلى ٩٨%٠ وإختلف ما تساهمه هذه الحشرات من وحدات طاقة من ٢٩٣ إلى ٧٦٢ كيلو كالورى / ١٠٠

جم٠ وكانت أعلى نسبة طاقة فى يرقات أبى دقيق *Phasus triangularis*٠ وطبقا للمكونات الغذائية لأهالى Oaxaca إعتمد إختلاف مقياس الغذاء الحشرى على النوع والفصل من السنة والمناخ والمنطقة التى يتواجد فيها النوع٠

٢ - أنجولا Angola

أجريت تحليلات على القيم الغذائية لأربعة أنواع تطهى طبقا للطرق التقليدية فى وسط أنجولا (جدول ٥) والأنواع هى كالآتى :

أ - **النمل الأبيض** ***Macroterms subhyalinus*** **(Isoptera: Termitidae)** وهى حشرة واسعة الإنتشار فى شمال وشرق أنجولا حيث تؤكل الأشكال التكاثرية أو المجنحة والتى تعرف محليا باسم Juinguna٠ تؤكل الحشرات بعد إزالة الأجنحة والقلى فى زيت النخيل٠

ب - **اليرقات العملاقة** ***Imbrasia ertli*** ٠٠ وهى يرقات لفراشات عملاقة تتبع عائلة ديدان الحرير البرية Saturniidae ٠٠ تتغذى اليرقات على أوراق نبات الـ *Acacia* ونوعين من العوائل النباتية الأخرى القريبة فى المناطق المطيرة الإستوائية والغابات المفتوحة فى المنطقة الأثيوبية٠ تصل اليرقة البالغة لنحو ٨ سم طولا وتعرف محليا باسم engu (وجمعها ovungu)٠ وتعد الحشرات للأكل بإزالة المعدة وتطهى فى الماء أو تحمر أو تجفف فى الشمس ويضاف الملح للنكهة٠

جـ - **يرقة الحرير البرية** ***Usta terpischore*** وهى يرقة لفراشة عملاقة تتبع أيضا عائلة ديدان الحرير البرية Saturniidae٠ وهى يرقات شائعة فى أنجولا وواسعة الإنتشار فى الإقليم الأثيوبى٠ تتغذى على عديد من الأنواع النباتية٠ وتعرف اليرقة محليا بإسم Olumbalala (جمعها olombalala) تبلغ اليرقة البالغة ٨ سم طولا وتعد للأكل كما فى اليرقة السابقة٠

د - **سوسة نخيل الزينة** ***Rhynchophorus phoenicis*** وهى حشرة من غمديات الأجنحة تتبع عائلة السوس Curculionidae وتشكل آفة هامة للنخيل فى أفريقيا خاصة نخيل الزينة *Elaeis guineensis*٠ يرقاتها عديمة الأرجل تبلغ نحو ٣

سم طولاً والإسم المحلى لها هو maghogho وعند إعدادها للأكل تجرح جسمها ثم تقلى فى الزيت٠

جدول ٥ : التحليل التقريبى للمعادن والفيتامينات لحشرات تستخدم كغذاء فى أنجولا (نسب المتطلبات اليومية عند إستهلاك ١٠٠ جم من الحشرات) (Oliveira وآخرون ١٩٧٦)

المادة الغذائية	المتطلب اليومى للرجل FAO (١٩٧٣)	*Rbyncbopborus pboenicis* Curculionidae	*Usta terpsicbore* Saturniidae	*Imbrasia ertli* Saturniidae	*Macrotermes subbyalinus* Termitidae
الطاقة	٢٨٥٠ كيلو طاقة	٧ر١٩%	٠ر١٣%	٢ر١٣%	٥ر٢١%
البروتين	٣٧ جم	١ر١٨	٣ر٧٦	٣ر٢٦	٤ر٣٨
الكالسيوم	١ جم	٦ر١٨	٥ر٣٥	٠ر٥	٠ر٤
الفوسفور	١ جم	٤ر٣١	٥ر٦٩	٦ر٥٤	٨ر٤٣
الماغنسيوم	٤٠٠ ملجم	٥ر٧	٥ر١٣	٨ر٥٧	٢ر١٠٤
الحديد	١٨ ملجم	٨ر٧٢	٢ر١٩٧	٦ر١٠	٧ر٤١
النحاس	٢ ملجم	٠ر٧٠	٠ر١٢٠	٠ر٧٠	٠ر٦٨٠
الزنك	١٥ ملجم	٠ر١٥٨	٣ر١٥٣	-	-
الثيامين	٥ر١ ملجم	٣ر٢٠١	٧ر٢٤٤	-	٧ر٨
الريبوفلافين	٧ر١ ملجم	٧ر١٣١	٢ر١١٢	-	٤ر٦٧
النياسين	٢٠ ملجم	٩ر٣٨	٢ر٢٦	-	٧ر٤٧

يتضح من الجدول رقم ٥ أن المحتوى الدهنى العالى للـ *Macrotermes subhyalinus* و *Rhynchophorus phoenicis* عكس ما تحتويه من قيم طاقة عالية بلغت ٦١٣ و ٥٦١ كيلو طاقة / ١٠٠ جم على الترتيب٠ ويلاحظ أن يرقة الحرير البرية *Usta terpsichore* غذاء غنى فى مصدر الحديد والنحاس والزنك والثيامين والريبوفلافين وتمد ١٠٠ جم من الحشرات المطبوخة بأكثر من ١٠٠% من الإحتياج اليومى لكل من المعادن والفيتامينات الفوسفور والنمل الأبيض *Macroterms subhyalinus* غذاء غنى فى الماغنسيوم والنحاس وسوسة النخيل *Rhynchophorus phoenicis* غذاء غنى فى الزنك والثيامين والريبوفلافين ويمد ١٠٠ جم من الحشرات فى أى منها بأكثر من الإحتياج اليومى للجسم٠

٣ - زائير Zaire

أجريت فى زائير دراسات تغذية على ٢٣ نوع من الحشرات من إجمالى ٥٣ نوعاً من اليرقات تستخدم فى الغذاء فى مقاطعة Kipushi شمال Lubumbashi٠ عند إعداد هذه اليرقات للأكل فإنها تشوى على فرخ معدنى ساخن أو تطهى فى ماء مغلى أو تحمر فى الزيت وفى كل الأحوال يضاف إليها قليل من الملح والفلفل الأحمر٠ وعند تخزين جزء من تلك اليرقات فإنها تدخن أو تغلى فى ماء وتصفى ثم تجفف٠

إشتمل التحليل الغذائى ١٧ نوع من اليرقات تابعة لعائلة ديدان الحرير البرية Saturniidae ونوع من Lima codidae وخمسة أنواع من Noctuidae٠ تراوح المحتوى البروتينى من ٤٦ إلى ٨٠% بمتوسط ٦٤% من الوزن الجاف وبلغت قيمة الطاقة فى الـ ١٠٠ جم وزن جاف ٤٥٧ بمدى تراوح من ٣٩٧ إلى ٥٠٤ ٠ وشكلت معظم الأنواع مصادر جيدة للفوسفور والحديد٠ وفى ٢١ نوع من هذه اليرقات وجد أن ١٠٠ جم منها يعطى نحو ٣٣٥% من الإحتياج اليومى للفوسفور والحديد٠ وفى أحد الأنواع الغير معرفة التابعة لعائلة Limacodidae كانت غنية فى الكالسيوم حيث إحتوت على ٦ر١ جم / ١٠٠ جرام من اليرقات٠

٤ - جنوب أفريقيا South Africa

تقدم الحشرات فى جنوب أفريقيا كفاتحات شهية مع العصائد المحضرة من طحين الحبوب حيث تضيف عليها نكهة مميزة تفتح شهية الناس هناك٠ وهى تستعمل طازجة فيما عدا يرقات *Gonimbrasia belina* ونطاطات الحشائش التى تملح عند التحضير ٠٠ وغالبية الأنواع الأخرى تجفف ثم تشوى ما عدا *Bombcomorpha pallida* و *Cirina forda* التى تطهى فى ماء يغلى ثم تستعمل جافة دون شوى٠

ويبين جدول ٦ المحتوى البروتينى والطاقة الموجودة فى ثلاث عشر حشرة شهية تستخدم على نطاق واسع فى أجزاء مختلفة من جنوب أفريقيا٠

جدول ٦ : محتوى البروتين والطاقة لبعض الحشرات الشهية التى يتناولها شعب Pedi فى جنوب أفريقيا

المجموعة الحشرية	الطور المستخدم فى الأكل	الإسم الشائع	الوجبة بالجرام	البروتين بالجرام	كيلو حرارى Kcal
غمديات الأجنحة Coleoptera					
عائلة Buprestidae					
Sternocera orissa Buquet	الحشرة الكاملة	*Lebitsi-kgoma*	٥٧	٩ر١٦	٩٦
عائلة Curculionidae					
Polycleis equesttris Boheman	الحشرة الكاملة	*Kgakgaripane*	٥٧	٣ر٢٢	١٠٤
Polycleis plumbeus Guerin	الحشرة الكاملة	*Kgalgaripame*	-	-	-
غشائيات الأجنحة Hymenoptera					
عائلة النمل Formicidae					
Carebara vidua Smith	الأفراد المجنحة الجنسية	*Dintlbwa makbura* *Dintbwa bogwale*	٢٨	١ر٢	٦٨
حرشفيات الأجنحة Lepidoptera					
عائلة Lasiocampidae					
Bombycomorpba pallida Distant	اليرقات	*Ngwana mamablweblwana*	١١٤	٢ر١٧	١٥٩
Gonometa postica Walker	العذارى	*Nunakonkono*	٤٢	ر-٨	١٠٢
عائلة Saturniidae					
Cirina forda (Westwood)	اليرقات	*Noto*	١١٤	٤ر٢١	١٧٨
Gonimbrasia belina Westwood	اليرقات الطازجة	*Notoleetsana*	١١٤	٥ر١٣	٩٣
Gynanisa maia (klug)	اليرقات	*Legakgale*	٥٧	٧ر١١	٩٢
عائلة Sphingidae					
Herse convolvuli (L.)	اليرقات	*Naatla*	١١٤	٢ر٨	٧٤
مستقيمات الأجنحة Orthoptera					
عائلة Acrididae					
Cyrtacantbacris septemfasciata (Serville)	الأفراد البالغة	*Mapbata-kalala*	-	-	-
Locustana pardaline (Walker)	الأفراد البالغة	*Segongwane*	٨٥	٥ر١٨	٢٧١
عائلة Pyrgomorphidae					
Zonocerus elegans (Thunberg)	الحوريات والأفراد البالغة	*Kodi*	٤٢	٤ر١٢	٥٨

ثانياً : القيمة الغذائية للحشرات : Nutrition value of insects

من الدراسات السابقة (جدول ٥ ، ٦) ومن دراسات أخرى يمكن بإيجاز عرض القيمة الغذائية للحشرات كما يلى :

١ - البروتين Protein

معظم الحشرات المجففة والمعروضة فى أسواق العالم النامى غنية جداً فى البروتين الخام الذى يصل إلى متوسط قدره ٦٠% ٠ وفيما يخص نوعية البروتين ذكر Finke وآخرون عام ١٩٨٩ أن صرصار الغيط الأليف عندما قدم إلى الفيران المفطومة تفوق على بروتين فول الصويا كمصدر للأحماض الأمينية عند كل المستويات التى قدمت ٠ وتساوى بروتين الصرصار المورينى Mormon cricket (*Anabrus simples*) عائلة Tettigoniidae مع بروتين الصويا ٠ وتحصل بعض البحاث الآخرين على نفس النتائج فى تجارب تغذية الدجاج ٠ من ناحية أخرى يلاحظ أن إجمالى الحشرات whole insects كمصدر للبروتين أقل فى نوعيته من المنتجات الحيوانية الفقرية وذلك لأن الجهاز الهضمى للإنسان غير مجهز بإنزيم الكيتينيز chitinase حيث أن معظم الجدار الخارجى للجسم مكون من الكيتين chitin الذى لا يمكن هضمه (Phelps وآخرون ١٩٧٥ ، Dreyer & Wehmeyer ١٩٨٢) ورغم ذلك ذكر Dreyer و Wehmeyer أن تناول يرقات حرشفيات الأجنحة مثل (*Gonimbrasia belina*) mopanie مع بعض الحبوب يمكن أن يمد الجسم بكثير من المواد الغذائية اللازمة للحياة ٠ وإزالة الكيتين من الغذاء الحشرى يزيد من نوعيته إلى مستوى يمكن مقارنته مع منتجات الحيوانات الفقرية ٠ فعند الإستخلاص القلوى للكيتين إزداد الهضم الفعلى true digestibility لمركز البروتين المتحصل عليه من الحشرات الجافة لنحل العسل *Apis melifera* L. من ٥ر٧١% إلى ٣ر٩٤ % وإزداد معدل كفاءة البروتين protein efficieneyratio (PER) من ٥ر١ إلى ٤٧ر٢ والإستفادة النهائية للبروتين net protein utiliation (NPU) من ٥ر٤٢ إلى ٠ر٦٢ مقارنة مع قيم تناول الكازين التى تصل الى ٨ر٩٦% و ٥ر٢ و ٠ر٧٠ على الترتيب (Ozimek وآخرون

١٩٨٥) - بصفة عامة ٠٠ يميل البروتين الحشرى إلى انخفاضه فى الأحماض الأمينية Cysteine / methionine ولكنه عالى فى lysine و thionine الذى إحداهما أو كلاهما يغيب فى أغذية العالم النامى المكونة من القمح والأرز والذرة والكاساف cassav٠

سجل Suzuki ١٩٦٦ إلتهام رئيسيات خلاف الإنسان non-human primates للحشرات خاصة النمل والنمل والأبيض مثل الشمبانزى فى تانزانيا *Pan troglodytes* والقرود اليابانية *Macaca fuscata* والبابون *Papio anubis* رغم أن الشمبانزى والقردة تتغذى أساساً على النباتات الخضراء ٠٠ وأظهرت دراسات أجريت على أحد الرئيسيات *Perodicticus potto* يحوى عصير معدتها أنزيمات الـ chitinases مما يشير إلى أن هناك فقريات أخرى تفرز chitinase حقيقى٠

٢ - الدهن Fat

يلاحظ نقص الغذاء فى البلاد النامية فى مشكله نقص الطاقة calorie deficiency وبالمثل فى نقص البروتين٠ وتختلف الحشرات كثيراً فى محتوى الدهن وبالتالى فى الطاقة٠ وتمثل رتبة متشابهة الأجنحة Isoptera (النمل الأبيض) وحرشفيات الأجنحة Lepidoptera أكثر الرتب غنى فى الدهن٠ على سبيل المثال ذكر Phelps وآخرون عام ١٩٧٥ أن الأشكال الجنسية المجنحة للنمل الأبيض الأفريقى *Macrotermes falciger* Gerst. تصل قيمة الطاقة فيه إلى ٧٦١ كيلو حرارى (Kcal) أى نحو ٣١٩٦ KJ / ١٠٠ جم على أساس الوزن الجاف الخالى من الرماد٠ بينما إحتوى نوع أفريقى آخر من النمل (Oliveira وآخرون ١٩٧٦) وهو *Macrotermes subhyalinus* Rambur على ٦١٣ كيلو حرارى أى نحو ٢٥٧٥ KJ/١٠٠ جم على أساس الوزن الجاف٠ وفى نيجيريا سجل Ashiru عام ١٩٨٨ قيمة للطاقة بلغت ٦١١ كيلو حرارى (نحو ٢٥٦٦ KJ/١٠٠ جرام) فى يرقات *Anaphe venata* التى تتبع عائلة Notodontidae٠ وفى زائير (Malaisse و Parent - ١٩٨٠) بلغ متوسط الطاقة فى ٢٣ نوع من يرقات حرشفيات الأجنحة

تتبع غالبيتها عائلة Saturniidae ٤٥٧ كيلو حرارى (نحو ١٩١٩ KJ) لكل ١٠٠ جم وزن جاف بمدى يتراوح من ٣٩٧ إلى ٥٤٣ كيلوحرارى (نحو ١٦٦٧-٢٢٨١ KJ)٠ وإذا إستبعد الخنزير وعملت مقارنة بين أغذية حشرية مكونة من ٩٤ نوع حشرى يؤكل فى المكسيك وأنواع أخرى من الأغذية غير الحشرية (Elorduy - Ramos و Pino عام ١٩٩٠) وجد أن فول الصويا كان أعلى غذاء غير حشرى أو حيوانى فى قيمة الطاقة حيث إحتوت على ٤٦٦٠ كيلو حرارى (نحو ١٩٥٧٢ KJ) (١-Kg)٠ بينما إحتوى ٥٠% من الحشرات التى حللت طاقة أعلى من فول الصويا و ٨٧% من الحشرات أعلى فى الطاقة من الذرة و ٦٣% منها أعلى من اللحم و ٧٠% أعلى من الأسماك والعدس والفول و ٩٥% كانت أعلى فى الطاقة من القمح والـ rye والـ teosintle٠ ومن ١٦ نوع من يرقات حرشفية الأجنحة بلغت الطاقة فى خمسة أنواع منها ٦٥٩٤ كيلو حرارى (نحو ٢٧٦٩٥ KJ) ١-kg ومن ١٧ نوع من يرقات غمدية الأجنحة وصلت قيمة الطاقة فى خمس منها ٥٩٦٤ (نحو ٩٤٠٢٥ KJ) (١-Kg) وأعلى طاقة فى خمس أنواع من نصفيات الأجنحة (خليط من الحوريات والحشرات الكاملة) بين ١٤ نوع تم تحليله بلغت ٥٦٤٦ كيلو حرارى (نحو ٢٣٧١٣ KJ) ١-kg ٠ وأعلى طاقة فى خمسة غشائيات أجنحة (جميعها نمل) من ٢٤ نوع تم فحصه بلغت ٥٣٦١ كيلو حرارى (نحو ٢٢٥١٦ KJ) ١-kg ٠ وأكبر قيم للطاقة فى خمسة أنواع من مستقيمات الأجنحة (حشرات كاملة وحوريات من نطاطات الحشائش) بين ٢٠ نوع تم فحصه بلغت ٤١٦٨ كيلو حرارى (نحو ١٧٥٠٦ KJ) ١-kg ٠

وجدت مستويات مختلفة من الكولسترول فى الحشرات فهناك عدد من الحشرات لا تحتوى على كلوسترول مثل نوع من النمل يؤكل يعرف بإسم النمل القاطع للأوراق *Atta cephalotes isthmicola* ونحل العسل *A. mellifera* إلى أنواع تحوى مستويات تقترب من تلك الموجودة فى الحيوانات الأخرى (١ ملجرام كلوسترول / جرام) نسيج معتمداً فى ذلك على النوع الحشرى المستخدم فى الغذاء (Ritter ١٩٩٠)٠ ومن المعرف أن الحشرات غير قادرة على تخليق الكوليسترول ويجب أن تحصل عليه من الخارج مع الغذاء أو من كائنات دقيقة تعيش داخلها

كمتكافلات symbionts٠ ويمكن للحشرات التى لا تحتوى أو تحتوى على قليل من الكوليسترول أن تنتج كوليسترول إذا إستبدل As-sterols بإستيرولات أخرى٠ حيث وجد أنه عند تغذية دودة اللوز الأمريكية *Heliothis zea* أو الصرصار الأليف *Acheta domestica* يمكن أن يظهر الكوليسترول فى أنسجتها إذا تغذت على إستيرولات البرسيم (أى A7-sterols)٠ وتتشابه الأحماض الدهنية الحشرية مع تلك الموجودة فى الدواجن والأسماك فى درجة عدم التشبع مع قيم أعلى فى الـ linoleic أو أحماض الـ linolenic وهى من الأحماض الدهنية الأساسية (Defoliart ١٩٩١)٠

٣ - الفيتامينات والمعادن Vitamins and minerals

فى أنجولا - وجد أن يرقة النوع الحرشفى الأجنحة *Usta terspsichore* (عائلة *Saturniidae*) غنية فى الحديد والنحاس والزنك والثيامين (فيتامين ب ١) والريبوفلافين (ب٢) ويمد الـ ١٠٠ جم من الحشرات المعدة للأكل بأكثر من ١٠٠% من المتطلب اليومى لهذه المعادن والفيتامينات (Oliveira وآخرون ١٩٧٦)٠ كما وجد أن الحشرات المجنحة من النمل الأبيض *Macroterms subhyalinus* غنية بالمغنسيوم والنحاس ويرقات سوسة النخيل *Phynchophorus phoenicis* غنية فى الزنك والثيامين والريبوفلافين وفى كل حالة يمد الـ ١٠٠ جم من هذه الحشرات بأكثر من أدنى متطلب يومى من هذه المعادن والفيتامينات٠ وفى زائير (Kodondi وآخرون - ١٩٨٧) حللت ثلاثة أنواع من يرقات حرشفيات الأجنحة التابعة لعائلة Saturniidae والمحضرة بالطرق التقليدية (تدخين أو تجفيف) ووجد أنها غنية فى الريبوفلافين والنياسين ولكنها فقيرة فى الثيامين والبيردوكسين Pyridoxine (ب ٦)٠ وأكدت التجارب أن باليرقات (فيما عدا الثيامين والبيردوكسين) فيتامينات كافية تسمح بنمو ملائم لصغار الفيران٠ كما شكلت اليرقات التى درست فى زائير (Malaisse و Parent - ١٩٨٠) مصدراً ممتازاً للحديد ووجد أن ١٠٠ جم من ٢١ نوع حشرى تم إختباره تحوى قيم تغطى نحو ٣٣٥ % من أقل متطلب يومى من الحديد٠ ووجد فى الأغذية المكسيكية مثل axayacatl (خليط من نصفيات الأجنحة المائية) و ahuahutle (بيض حشرات مائية

من بصقيات الأجنحة) و Jumiles (عدة انواع من البق الصالح للأكل) انها تشكل مصادر غنية فى الريبوفلافين والنياسين (Massieu وآخرون - ١٩٥٨، ١٩٥٩). وذكر أن نطاطات الحشائش التابعة للجنس *Sphenarium* غنية فى النياسين بينما وجبة من الغذاء المكسيكى axayacatle غنية فى الحديد. لقد جذب المحتوى العالى من الزنك والحديد فى كثير من الحشرات الصالحة للأكل إنتباه كثير من العلماء. فنقص الحديد يشكل مشكلة كبيرة فى أغذية السيدات فى العالم النامى خاصة بين النساء الحوامل وعلى وجه الخصوص فى أفريقيا والنباتيين فى أى مكان من العالم معرضون لمخاطر نقص الزنك.

٤ - الألياف Fibre

يمثل الكيتين نحو ١٠% من إجمالى الوزن الجاف للحشرات وهو عبارة عن كربوهيدرات متبلمر polymer carboydrate. ويوجد الكيتين فى جليد exoskeletons اللافقريات والبروتوزوا والفطريات والطحالب ويطلق عليه بولمر المستقبل polmer of future لوفرته وخشونته وقدرته على التحلل بيولوجيا biodegradability (Goodman ١٩٨٩). وتوجد تطبيقات عديدة للكيتين ومشتقاته فى الطب والزراعة والصناعة مثل الكيتوزان chitosan. لقد إستخدم اليابانيون الكيتين المستخلص من أغلفة السرطانات البحرية مثل الـ lobsters والـ crabs وجراد البحر crayfish فى تصنيع حبوب غنية بالألياف والكالسيوم. وعلى ذلك - إذا أصبحت مركزات البروتين الحشرى المنزوعة الكيتين dechitinized insects إنتاج يمكن قبوله فى الأسواق على نطاق واسع فإن الكيتين المستخلص سيشكل منتج ثانوى مهم كمصدر للألياف.

مشتقات الكيتين خاصة الـ chitonas ذات أهمية فى المجال الطبى والزراعى وأشار Goodman ١٩٨٩ لبعض خصائصها من ذلك أنها تخفض نسبة الكوليسترول فى الدم وعنصر موقف للنزيف ويساعد على إلتئام الجروح وتجديد خلايا الجلد ومانع لتخثر الدم ومانع لنمو بعض الممرضات فى الدم والجلد كما يستخدم كمادة حاملة للأدوية لا تسبب حساسية وتعطى قوى شد عالية للبلاستيك

القابل للتحلل البيولوجى كما تزيد من إزالة التلوث من مياه الصرف وتحسن من طبيعة الأنسجة للغسيل ومثبطة لنمو فطريات ونيماتودا التربة الممرضة وتزيد محصول القمح والشعير والشوفان بنحو ٢٠% ٠

هناك حاجة ماسة لدراسات أعمق عن مكونات ونوعية الغذاء الحشرى من المعادن والفيتامينات والدهون والألياف فى الحشرات الصالحة للغذاء٠ فهناك عديد من التحليلات الكيميائية الحيوية ولكن هناك قليل من الدراسات عن المتاح البيولوجى منها bioavailability وأوجه الميتابولزم الأخرى٠ فالدراسات على الدهون على سبيل المثال يجب ألا تشمل فقط على تحديد مكون من الدهن الإجمالى أى نسبته فى الوزن الجاف ولكن على محتوى الكلوسترول والترای جلسريد والدهون الفوسفورية ومحتوى الأحماض الدهنية fatty acid profiles وتحديد هذه المقاييس بالنسبة لنظم التغذية المختلفة٠

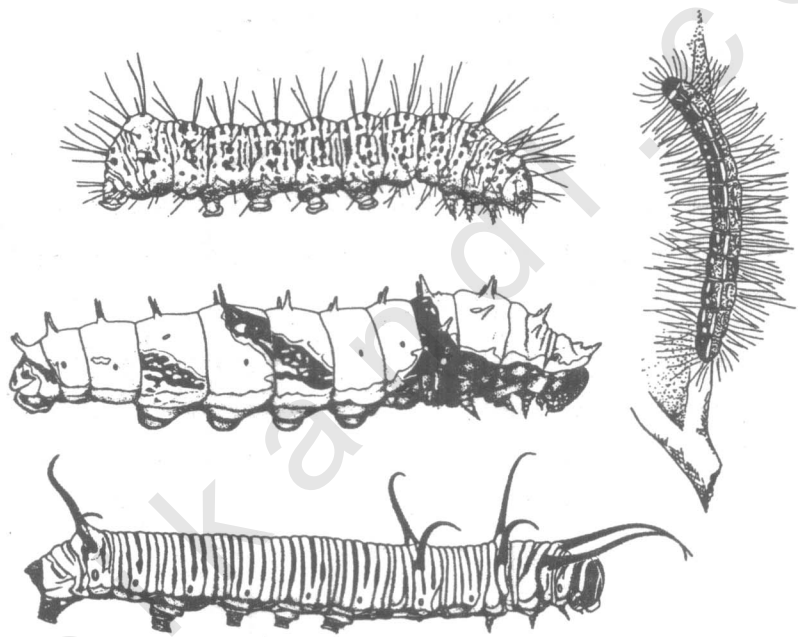
٥ - المخاطر الهامة Potential hazards

تفرز بعض الحشرات سموم وينتج البعض مواد تمثيل سامة toxic metabolites ويعزل البعض كيماويات سامة من الغذاء النباتى (Blum-١٩٧٨ & Duffey-١٩٨٠ & Wirtz-١٩٨٤)٠ وتشمل الإفرازات الدفاعية defensive secretions التى قد تتفاعل مع الجسم أو قد تكون مهيجة أو سامة أحماض كربوكسيلية و كحولات و الدهيدات و أشباه قلويات و كيتونات و استرات و لاكتونات lactones و فينولات و 1-4-quinones و هيدروكربونات واسترويدات steroids٠ وتشمل الكيماويات النباتية التى تعزلها حشرات مختلفة وتخزنها فى أجسامها فينولات phenolics و flavin وتانينات tannis و terpenoids و polyacetylenes وأشباه قلويات و cyanogens و glucosinolates و mimetic amino acids٠ ويشكل بعض الحشرات مصدراً للحساسية عند ملامستها أو بلعها أو إستنشاقها أو حقن سمومها فى الجسم (Gorham ١٩٩١ و Wirtz ١٩٨٤)٠ وتعمل بعض الحشرات كناقلات أو عوائل وسطية لممرضات الفقريات مثل البكتريا والبروتوزوا و الفيروسات و الديدان الشريطية (Gorham ١٩٩١)٠ لذا من المهم أن يوجه تركيز خاص تجاه تقدير مخاطر هذه العوامل فى مجاميع

الحشرات الصالحة للأكل edible insects ٠٠٠ وهنا نتطرق إلى سؤال ٠٠ هل الحشرات آمنة للأكل؟ ٠٠ Are insects safe to eat? ٠٠٠ من بين ملايين الأنواع الحشرية هناك فقط مئات قليلة يأكلها الإنسان٠ وترجع القلة إلى صغر حجم بعض الأنواع أو إلى عدم الوفرة العديدة فى أنواع أخرى وليس راجع لعدم صلاحيتها للأكل٠ ومع ذلك هناك بعض قواعد الأمان يجب اتباعها٠ من ذلك يجب جمع حشرات حية وسليمة وإعدادها فوراً للأكل فالحشرات الميتة سريعة التدهور٠ وإذا أريد تخزينها يجب أن تخزن جافة فى معزل عن الرطوبة لوقف نمو الفطريات السامة ويجب أن تكون بعيدة عن الكائنات الكانسة مثل الذباب المنزلى والصراصير التى تحمل عادة عدة انواع من البكتريا رغم أن كثير من المساجين أثناء الحروب عاشوا على إلتهام الصراصير٠ والطبخ الجيد للحشرات مهم لقتل الطفيليات مثل البروتوزوا والنيماتودا التى قد تحملها٠ وكقاعدة عامة يجب إستبعاد الحشرات الكثيرة الشعر أو التى تحمل أشواك وبالمثل الأنواع ذات الألوان البراقة لإحتمال إحتوائها على سموم مثل بعض أنواع يرقات أبى دقيقات (شكل ٣٨ ، ٣٩) وهناك بعض أنواع النطاطات مثل نطاط الأوراق الكبير *Valanga irregularis* الذى يضر بالحدائق يغذى على نباتات تحوى قلويات سامة وعادة ما يكون طعمها لاذع٠ نفس الشىء يمكن أن ينطبق على بعض أنواع يرقات الخنافس العصيرية التى توجد عادة بين جذور النباتات٠ ويعتقد أن الحشرات التى تتغذى على النباتات ذات الألوان الخضراء أو البنية الباهتة اللون أو تلك الوحيدة اللون هى الأنسب فى الغذاء (شكل ٤٠) ٠٠٠ ويشير التاريخ الطويل للإستخدام الآدمى للحشرات كغذاء بأن الحشرات التى إعتاد الإنسان على جمعها وأكلها لم تسبب له أية مشاكل صحية٠ ومن المهم الآن تطوير طرق إطالة فترة تخزين الحشرات أو تحسين النوعية الغذائية والشكل والملمس والنكهة وتلك التى تزيد من جذب عدد أكبر من المستهلكين٠

تراكم عند بعض الشعوب كثير من المعلومات عن الحشرات الصالحة للأكل لدرجة أنها ترشد الجامع كيف يمكن أن يميز بين الحشرات الصالحة للأكل والأخرى الغير صالحة لسبب ما مثل إحتواء البعض على سموم أو الطعم الغير مقبول في البعض الآخر أو حشرات محرم صيدها٠ وتوجد تقارير قليلة تشير إلى ضرر الهام حشرات تحوى سموم٠

شكل ٣٨ : يرقات لأبى دقيقات تخزن مواد سامة تعزلها من النباتات التى تتغذى عليها لذا لا تعتبر صالحة للغذاء.



شكل ٣٩ : أنواع اليرقات الكثيرة الشعر أو التى تحمل أشواك أو ذات الألوان الزاهية لا تصلح للغذاء٠

إن الممارسة الحضارية للتغذية الحشرية entomophagy قديمة وتشاهد بوضوح فى المناطق الغير صناعية من العالم. والآن يتنامى فى الوقت الحاضر هذه الممارسة فى الدول الكبرى مثل الولايات المتحدة التى لم ترتبط بهذه العادة من قبل. لذا يتطلع الأفراد فى هذه الدول لإنتقاء الأنواع التى تعتبر مقبولة المذاق فى الحضارات القديمة أو ذات السمعة الغذائية أو الطبية الجيدة بين الحشرات الصالحة للغذاء. وقبل كل شيء يجب أن نبتعد عن ما رسخ فى ذهن الإنسان الغربى من أن التغذية على الحشرات غير صحية. ويمكن أن تبعد طرق الإختيار والتحضير الجيدة الخوف المرتبط من تناول الأغذية الحشرية ومع ذلك تبقى مشكلة الحساسية allergies المرتبطة بالأغذية الحشرية عملياً - أى غذاء يمكن أن ينشئ عنه حساسية. حتى الأغذية المرتبطة بمفصليات أخرى مثل الإستكاوزا والسرطانات والجمبرى ذات قدرة على إحداث تفاعلات للحساسية من متوسطة إلى شديدة بين الأفراد الحساسة. وسنتعرض هنا للمخاطر الصحية المرتبطة بإنتاج وتناول الأغذية الحشرية.

الحساسية الشائعة كما سبق القول هى تلك المرتبطة بلسع وعض بعض الأنواع مثل النحل والنمل والدبابير حيث تحقن مواد تثير الحساسية injectant allergens. ففى الولايات المتحدة يموت نحو ١٠٠ فرد فى العام من سموم مفصليات الأرجل بينما الغالبية لا يعانون من شيء سوى إلا من الحك أو الحرق أو الورم فى مكان الحقن أو العض والتى سرعان ما تزول تلك الأعراض بعد وقت قليل. والمواد الأخرى المثيرة للحساسية والمرتبطة بالحشرات هى تلك التى قد تنشأ من ملامسة أجزاء الجسم للحشرات أو بقاياها contactant allergens أو إستنشاق الجزيئات الترابية الميكروسكوبية لمواد حشرية. والحساسية الناشئة عن الملامسة أو الإستنشاق قد ينشأ عنها تبعات هامة فى محيط المنزل والعمل وظهور أعراض تتراوح من إكزيما eczema (مرض جلدى) والتهاب الجلد dermatitis إلى إلتهاب الأنف أو الأغشية المخاطية rhinitis والإحتقان congestion وأزمات شعبية bronchial asthma.

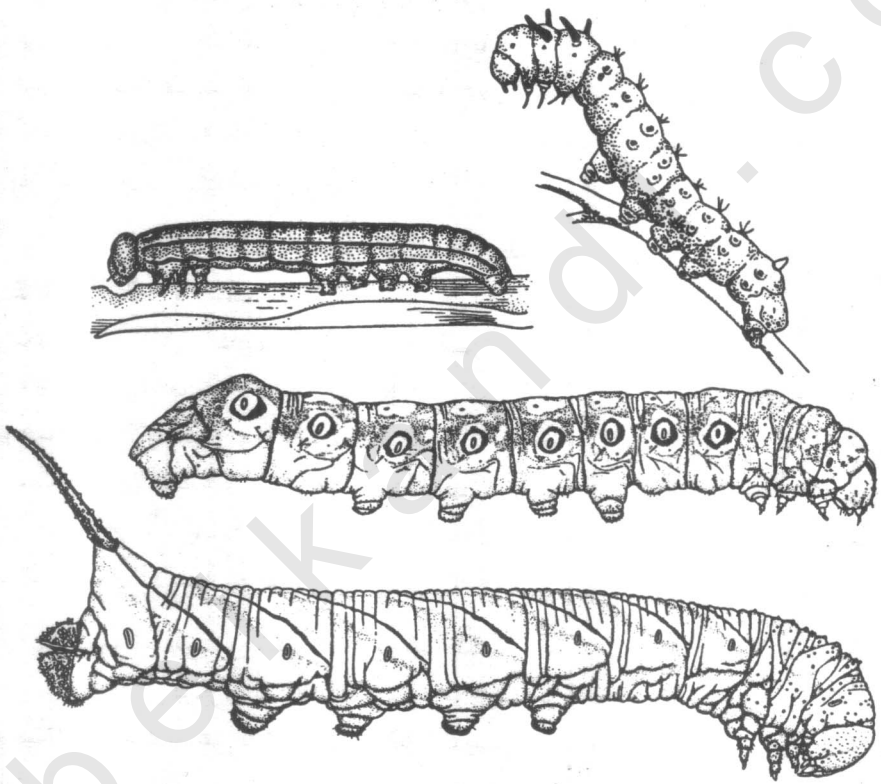
وحيث معظم الحساسية التى تنشأ من الحشرات معظمها من الملامسة أو الإستنشاق لذا فإن أكثر المخاطر المرتبطة بالأغذية الحشرية الخاصة بالعمال

القائمين على إنتاجها٠ وهناك كثير من التقارير عن الحساسية التى تحدثها الحشرات بين العمال٠ فالعمال فى بلغاريا القائمين على تقشير وتنظيف اللوز والجوز ظهر لديهم حساسية نتيجة لتعرضهم ليرقات فراشة الدقيق الهندية التى تصيب هذه الأغذية٠ حتى الحلم mites رغم أنه ليس حشرات إلا أنه عندما يصيب الجبن والنخالة وثمار الفاكهة الجافة واللبن المجفف قد يسبب إلتهابات جلدية طارئة بين العمال٠ ومعظم حالات الحساسية فى مكان العمل تنشأ من الإستنشاق٠ وسجل فى معامل الولايات المتحدة التى تقوم بتربية الحشرات تسع رتب حشرية بالإضافة إلى الحلم كمصدر للحساسية الناتجة عن الإستنشاق ووجد أن ٦٧ % من تلك الحالات مرتبطة بإستنشاق الحراشيف scales حيث توجد حرشفيات الأجنحة (فراشات وأبى دقيقات)٠

والحساسية تجاه مستقيمات الأجنحة (نطاطات حشائش - جراد - صراصير غيط ٠٠ الخ) شائعة٠ حيث ذكر أن بعض العمال القائمين على تربية تلك الحشرات تظهر عليهم أعراض حساسية مثل الأزمات الشعبية وإلتهاب الجلد والاكزيما وإلتهاب الأغشية المخاطية٠ نفس الشىء ينطبق على الخنافس والسوس (غمديات الأجنحة) والذباب وذباب مايو وغيرها من الحشرات٠ من ذلك نرى أن الحشرات والمفصليات القريبة منها تشكل تهديد للعمال الذين يتعرضون بإستمرار لها وعلاج هذه المشكلة ينحصر فى وسائل الوقاية مثل التهوية الجيدة والملابس والقفازات والأقنعة الواقية٠

هذا يقودنا إلى موضوع آخر وهو الحساسية الناشئة عن الإبتلاع ingestant allergens أى تناول أو الإبتلاع عن دون قصد لمادة حشرية مسببة للحساسية وهناك مدرسة تدعى بأن طهى الحشرات بتعريضها إلى أعلى ١٠٠ °م يقلل كثيراً أو يؤدى إلى إختفاء هذه الحساسية لدى بعض الأفراد كما أن الحموضة العالية فى المعدة تؤدى إلى نفس الشىء٠

أخيراً معظم الأفراد الذين يعملوا أو يتناولوا الأغذية الحشرية لن تكون لديهم أية مشاكل صحية خاصة إذا لم يكن لديهم تاريخ عن حساسيتهم للحشرات ومفصليات الأرجل الأخرى٠



شكل ٤٠ : أنواع من يرقات الفراشات الصالحة للغذاء

ثالثاً : العلاقة بتناسق إدارة الآفات بيئياً وتدعيم الزراعة

Relevance to environmentally compatible pest management and sustainable agriculture

عادة ما تشكل الأنواع الحشرية الصالحة للأكل الأنواع ذات العشائر العددية الكبيرة٠ لذا كثير من الحشرات المستخدمة كغذاء هى فى الواقع آفات هامة لعدد من المحاصيل أو عشائر نباتية فى البيئات الطبيعية والغابات٠ ويوجد قليل من الأمثلة عن كفاءة إستخدام المصدر الحشرى والحفاظ على التنوع البيئى٠ وفى الحقيقة يمثل الجمع المكثف ليرقات سوسة النخيل *Rhynchophorus* ويرقات خنفساء rhinoceros (*Orycter*) لإستخدامها كغذاء نوعاً من المكافحة البيولوجية لهذه الآفات (ومرض الحلقة الحمراء المرتبطة بها فى النخيل) وإلى جانب أن هذه الممارسة تؤدى إلى خفض إستهلاك المبيدات إلا أنها أيضاً تخلق فرص إقتصادية جديدة للبشر (DeFoliart - ١٩٩٠)٠ لهذا شدد ledger عام ١٩٨٧ فى جنوب أفريقيا على أهمية جمع الجراد البنى *Locustana pardalina* وإستخدامه فى الغذاء الإنسانى والحيوانى للعمل على خفض كميات المبيدات المستخدمة خاصة وأن الأفراد المحليين مارسوا جمع الحشرات للغذاء لعدة قرون٠ كذلك نصحت وزارة الزراعة فى تايلاند الأهالى بجمع نطاطات الحشائش وبيعها عندما تفشل إجراءات المكافحة التقليدية (DeFoliart-١٩٨٩) وبهذا يشكل الجمع مصدراً جديداً غير متوقع للدخل٠ وفى المكسيك - إقترح Concon و Pino عام ١٩٧٩ إمكانية إستغلال بعض النباتات الواسعة الإنتشار فى الأقاليم الجافة من المكسيك مثل نبات mezquite و madrono وبعض أنواع الصبار cacti٠ مثل هذه النباتات ذات قيمة غذائية محدودة ويمكن إستخدامها فى تربية مكثفة للحشرات المرتبطة بها كمصدر إضافى للبروتين الحيوانى٠ على سبيل المثال تحتوى الحشرات الكاملة لسوسة *Metamasius spinolae* على ٢٠ر٦٩% بروتين على أساس الوزن الجاف مقارنة مع ٢١ر٥% بروتين فى نبات الصبار nopal التى تتغذى عليه كما يصل نسبة الدهن فى يرقات نوع من الفراشات *Aegiale hesperianris* إلى ٥٥ر٥٨% مقارنة مع عائلها النباتى maguey الذى يصل نسبة الدهن فيه إلى ٦ر٣%٠

أظهرت التجارب المعملية على تربية الصرصار cricket الأليف *Acheta domesticus* على درجة حرارة ٢٧ °م على غذاء عالى النوعية ومشابه للمستخدم فى تسمين الأبقار ليصل إلى الحجم المناسب للتسويق٠ إن كفاءة التحول الغذائى للصراصير أعلى خمس مرات من كفاءة التحول الغذائى للأبقار (Nakagaki و DeFoliart - ١٩٩١)٠ وإذا أخذ فى الحسبان الخصوبة العالية للصرصار الأليف حيث تنتج الأنثى ١٥٠٠ فرد جديد فإن الكفاءة الغذائية للصراصير تصل إلى ١٥ - ٢٠ ضعف الأبقار٠

فى أفريقيا لاحظ Turk عام ١٩٩٠ وجود ٤٢ نوع من الأشجار التى تتبع العائلة البقولية يتغذى عليها يرقات عدة أنواع من الفراشات الصالحة للأكل٠ لذا إقترح وضع إدارة عملية للمحافظة على هذه الأشجار للحفاظ على إنتاج اليرقات التى ستشكل مصدر بروتينى هام للأهالى٠

لقد وجد فى زامبيا أن الحرائق التى تحدث فى نهاية الموسم ضارة جداً بالغابات الطبيعية هناك ولاحظ Holden عام ١٩٨٦ أن الحرائق كانت قليلة فى المناطق التى تتواجد فيها يرقات mumpa حيث يقوم الأهالى بحماية مبكرة للأشجار التى تحوى هذه اليرقات٠ لذا إقترح الباحث وضع أسس عملية لإدارة اليرقات ليس لكونها هامة كغذاء للأهالى ولكن لتأثيرها الإيجابى فى إدارة الغابة٠ بالإضافة إلى أن إدارة تلك الغابات ستخلق حافز أكبر للأفراد للعناية بتلك الأشجار مما سيدعم التجديد الدائم لأشجار الغابات٠

رابعاً : هل فعلاً الحشرات غذاء للمستقبل؟

Are insects really food for the future?

لو نظرنا إلى الأغذية المتاحة الآن سنجد أن غذاء الإنسان محدود للغاية٠ فهو يتناول أنواع قليلة من لحوم الثدييات والطيور والأسماك والقشريات والرخويات مقارنة بالعدد الأصلى لهذه الأنواع٠ كما يتناول مدى محدود من الفاكهة والحبوب والخضروات٠ وفى أى بلد من بلاد هذا العالم نجد آلاف من الأنواع الحشرية فى إنتظار تجربتها وإختيار النوع والصنف المناسب للغذاء الآدمى٠ ومن المهم تنامى

obeikandl.com

فكرة ان الحشرات تمثل غذاء مرغوب فيه وهذا سيشجع الحفاظ على التنوع البيولوجى٠ كما أن تطوير طرق جمع الحشرات التى تهدد المحاصيل وتحويلها إلى بروتين نافع سيخفض من التلوث بالمبيدات - كما سبق القول - وربما يسمح بعودة أراضى المراعى إلى غابات من جديد٠ لقد ذكر De Foliart عام ١٩٨٩ إنه إذا تجنبنا الحكم المسبق على الحشرات وتجاهلنا فكرة أن الحشرات كأعداء الإنسان فإن التأثيرات النافعة من إستخدام الحشرات فى الغذاء الآدمى ستكون عظيمة جداً٠ إن العدد القليل (الذى يصل إلى ١%) من الحشرات الشديدة الضرر يجعلنا ننظر إلى جميع الحشرات على أنها أعداء للإنسان ولكنها قد تشكل الحل إذا نظرنا إلى تنوعها الكبير والذى يصل من ٢ إلى ٥ مليون نوع٠

لقد تم فى المكسيك عام ١٩٧٤ سؤال نحو ١٢٠٠٠ شخص عن موقف الحشرات كغذاء٠ أجاب نحو ٩٣% ن الغذاء الحشرى هو المستقبل وأنه من المهم تطوير الأغذية الحشرية الإقتصادية٠ ومن المعروف أن الغذاء الحشرى البرى فى الحقيقة ذات أهمية فى إقتصاديات الريف فى كثير من البلدان الإستوائية وتحت الإستوائية ٠٠٠ وفى جنوب أفريقيا سجل أن نحو ١٦٠٠ طن من يرقات mopani تباع سنوياً فى الجمهورية ومن المفترض أن هذا الكم يمثل فقط جزء من الإستهلاك الحقيقى لهذا النوع من اليرقات٠ وفى زائير شكلت الحشرات عام ١٩٦١ ما يقدر بـ ١٠% من ٤٨٠٠٠ طن من البروتين الحيوانى المنتج مقارنة مع ٣٠% من الصيد البرى و ٤٧% من الأسماك ونحو ١٠% من حيوانات المرعى٠

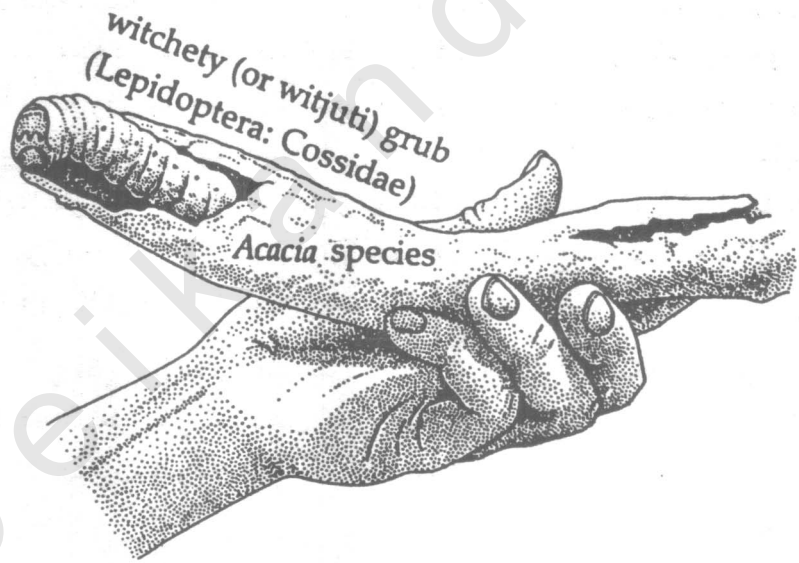
ومع تنامى فكرة إستخدام الحشرات كغذاء للإنسان فى المجتمعات الغربية يبدو أن المطاعم ستعلن فى المستقبل عن الـ Bugburger و Cricketburger و Beeburger كبدائل مقبولة (شكل ٤١) عن الـ American hamuburger المعروفة٠

فى جامعة Wisconisn فى Madison مشروع كبير عن أبحاث الحشرات كغذاء يهدف إلى القيمة الكبيرة لإستخدام الحشرات فى تغذية الدواجن والأسماك نتج

عنها محاولات ناجحة من امثلتها يرقات الذباب المنزلى *Musca* (Diptera) *domestica* لإعادة دورة روث الدواجن كغذاء للدجاج.

وفى الهند وصل الإنتاج السنوى من عذارى دودة القز *Bombyx mori* المنزوعة الزيت كمنتج ثانوى من صناعة الحرير إلى ٢٠٠٠٠ طن. ويستخدم جزء كبير من هذا المنتج فى تغذية الدجاج والأسماك وحيوانات أخرى (شكل ٤٢) ولهذا إذا لم نستطع أن نستوعب فكرة التغذية على الحشرات فإن الحشرات يمكن أن تشكل مصدراً ممتازاً لبروتين حيوانات المزرعة.

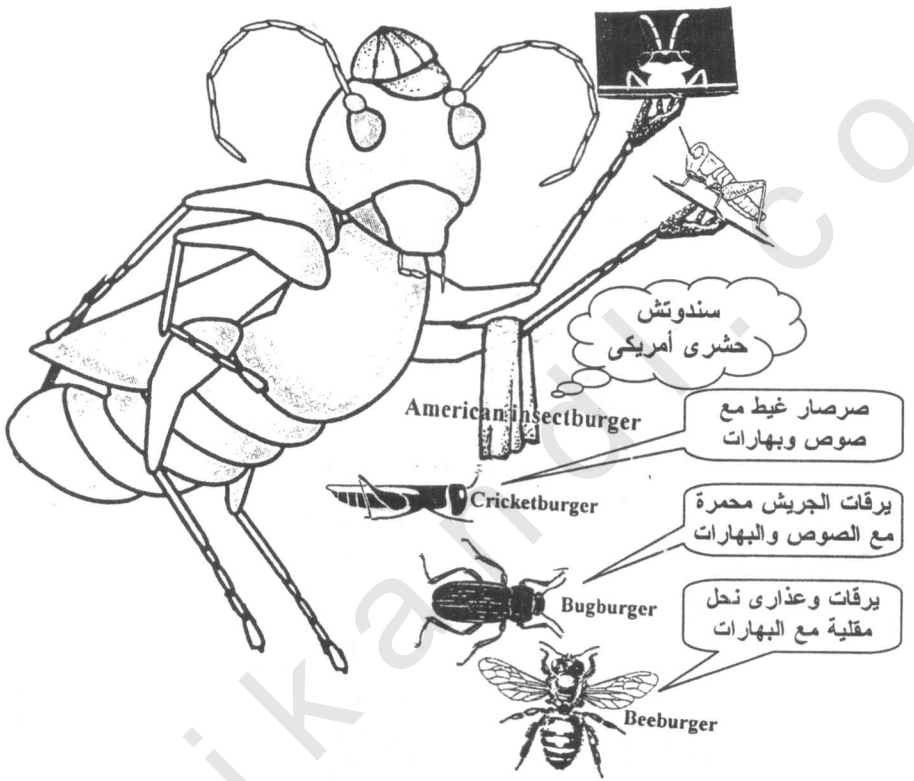
So, even if we can not stomach the idea of insect eating first hand, insects could make an excellent source of protein for our farm animals.

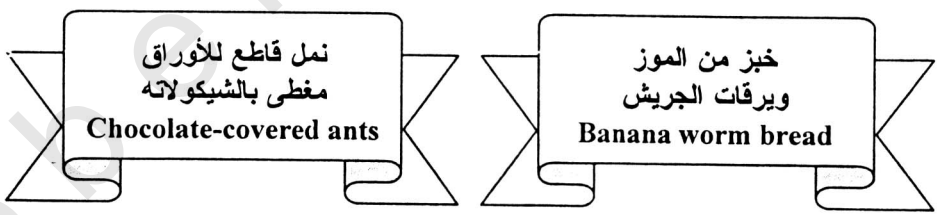


الغذاء الشهى لسكان استراليا الأصليون يتكون من يرقات بالغة لأحد فراشات الخشب التى تهاجم جذور وسيقان شجيرات الأكاسيا

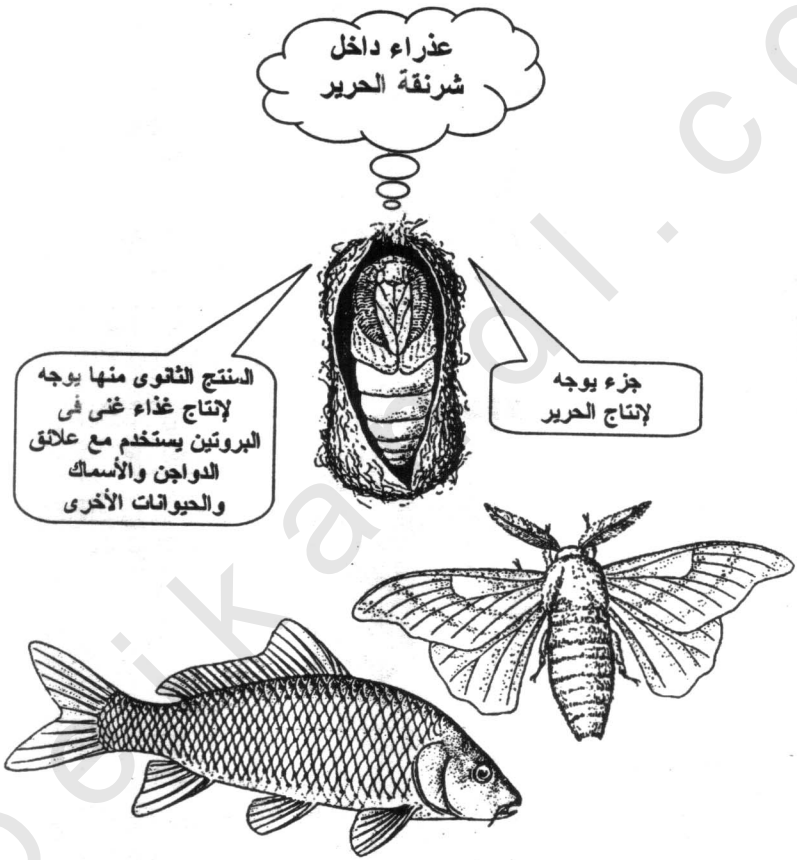
أطعمة حشرية شهية

Tasty Insect Recipes





شكل ٤١ : يبدو فى المستقبل القريب ستعلن المطاعم المشهورة عن ساندوتشات من لحوم الحشرات بدلاً من الأبقار والأغنام والطيور ٠



شكل ٤٢ : شرانق ديدان حرير القز توجه لإنتاج الحرير الطبيعى أو تستخدم عذاراها كمصدر غنى فى البروتين ضمن علائق الأسماك والدواجن.