

الباب الرابع : الأهمية الغذائية للحشرات Nutritional importance of insects



هناك بلا شك فوائد جمة جمعها الإنسان من الثروة الخضراء . 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 تعاني من قلة الإنتاج البروتينى . وتتضمن مفاتيح التغذية أيضا الفيتامينات والمعادن والنقص فيها يتواجد بصفة دورية . وإذا نظرنا إلى الحشرات نلاحظ أنها غنية فى البروتين وتحتوى طاقة عالية كما تحتوى نسبة عالية من العديد من الفيتامينات والمعادن . 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 ونوعيته . وتمت الدراسة على نحو ٦٥ نوع حشرى كما تم بالتفصيل دراسة محتوى الأحماض الأمينية فى إحدى عشر نوعاً . 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% . ووصل نسبة البروتين القابل للهضم digestible protein إلى ٦٤% فى مدى ٧٨-٩٩% من البروتين الخام . 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 بالعديد من الحشرات الأخرى .

ومن المعروف أن الذرة حبوب عالية فى الطاقة حيث تحوى قيمة حرارية تبلغ ٣٢٠-٣٤٠ كيلو حرارى (Kcal) لكل ١٠٠ جم. 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 *Laniifera cyclades* و *Xyleutes redtenbachii* على الترتيب وهما نوعان من يرقات الفراشات. 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 والزراعة.

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 و غشائية الأجنحة) جمعت من ولاية Oaxaca فى المكسيك وحللت لدراسة مكوناتها الغذائية. وجد أن المحتوى البروتينى على أساس الوزن الجاف تراوح من ١٥ إلى ٨١% وأعلى نسبة بروتين وجدت فى دبابير الجنس *Polybia*. وتراوحت نسبة الدهون من ٤٢% فى كثير من أنواع نطاطات الحشائش مثل *Boopeton flaviventris* و *Sphenarium sp.* إلى ٧٧% فى يرقات أبى دقيق *Phasus traingulatis*. وكان النمل *Myrmecosistus melliger* من الحشرات الغنية بالكربوهيدرات (٧٧%) وكانت نسبة الأحماض الأمينية ممتازة فى الحشرات التى درست مقارنة مع الاحتياجات التى وضعتها FAO عام ١٩٨٥ ومنظمة الصحة العالمية. 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 والليسين. وإختلف هضم البروتين فى الأنواع التى حللت من ٦٧ إلى ٩٨%. وإختلف ما تساهمه هذه الحشرات من وحدات طاقة من ٢٩٣ إلى ٧٦٢ كيلو كالورى / ١٠٠

جم. وكانت أعلى نسبة طاقة في يرقات أبى دقيق *Phasus triangularis* • وطبقا للمكونات الغذائية لاهالى Oaxaca اعتمد إختلاف مقياس الغذاء الحشرى على النوع والفصل من السنة والمناخ والمنطقة التى يتواجد فيها النوع •

٢ - أنجولا Angola

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

أ - النمل الأبيض *Macrotermes subhyalinus* (Isoptera: Termitidae) • وهى حشرة واسعة الإنتشار فى شمال وشرق أنجولا حيث تؤكل الأشكال التكاثرية أو المجنحة والتي تعرف محليا باسم Juinguna • تؤكل الحشرات بعد إزالة الأجنحة والقلبي فى زيت النخيل •

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

ج - يرقة الحرير البرية *Usta terpischore* • وهى يرقة لفراشة عملاقة تتبع أيضا عائلة ديدان الحرير البرية Saturniidae • • وهى يرقات شائعة فى أنجولا وواسعة الإنتشار فى الإقليم الأثيوبى • تتغذى على عديد من الأنواع النباتية • وتعرف اليرقة محليا باسم Olumbalala (جمعها olombalala) • تبلغ اليرقة البالغة ٨ سم طولاً وتعد للأكل كما فى اليرقة السابقة •

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* • يرقاتها عديمة الأرجل تبلغ نحو ٣

سم طولا والإسم المحلى لها هو maghogho وعند إعدادها للأكل تجرح جسمها ثم تقلى فى الزيت.

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

Macrotermes subhyalinus Termitidae	Imbrasia ertli Saturniidae	Usta terpsichore Saturniidae	Rhynchophorus phoenicis Curculionidae	المتطلب اليومى للرجل FAO (١٩٧٣)	المادة الغذائية
٥٢١%	١٣٢%	١٣٠%	١٩٧%	٢٨٥٠ كيلو طاقة	الطاقة
٣٨ر٤	٢٦ر٣	٧٦ر٣	١٨ر١	٣٧ جم	البروتين
٤ر٠	٥ر٠	٣٥ر٥	١٨ر٦	١ جم	الكالسيوم
٤٣ر٨	٥٤ر٦	٦٩ر٥	٣١ر٤	١ جم	الفوسفور
١٠٤ر٢	٥٧ر٨	١٣ر٥	٧ر٥	٤٠٠ ملجم	الماغنسيوم
٤١ر٧	١٠ر٦	١٩٧ر٢	٧٢ر٨	١٨ ملجم	الحديد
٦٨٠ر٠	٧٠ر٠	١٢٠ر٠	٧٠ر٠	٢ ملجم	النحاس
-	-	١٥٣ر٣	١٥٨ر٠	١٥ ملجم	الزنك
٨ر٧	-	٢٤٤ر٧	٢٠١ر٣	١ ملجم	الثيامين
٦٧ر٤	-	١١٢ر٢	١٣١ر٧	١٧ ملجم	الريبوفلافين
٤٧ر٧	-	٢٦ر٢	٣٨ر٩	٢٠ ملجم	النياسين

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 الترتيب. ويلاحظ أن يرقعة الحرير البرية *Usta terpsichore* غداء 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 *Macrotermes subhyalinus* غداء غنى فى الماغنسيوم والنحاس وسوسة النخيل *Rhynchophorus phoenicis* غداء غنى فى الزنك والثيامين والريبوفلافين ويمد ١٠٠ جم من الحشرات فى أى منها بأكثر من الإحتياج اليومى للجسم.

٣ - زائير Zaire

أجريت في زائير دراسات تغذية على ٢٣ نوع من الحشرات من إجمالي ٥٣ نوعاً من اليرقات تستخدم في الغذاء في مقاطعة Kipushi شمال Lubumbashi. عند إعداد هذه اليرقات للأكل فإنها تشوى على فرخ معدني ساخن أو تطهى في ماء مغلي أو تحمر في الزيت وفي كل الأحوال يضاف إليها قليل من الملح والفلفل الأحمر. وعند تخزين جزء من تلك اليرقات فإنها تدخن أو تغلى في ماء وتصفى ثم تجفف.

إشتمل التحليل الغذائي ١٧ نوع من اليرقات تابعة لعائلة ديدان الحرير البرية Saturniidae ونوع من Lima codidae وخمسة أنواع من Noctuidae. تراوح المحتوى البروتيني من ٤٦ إلى ٨٠% بمتوسط ٦٤% من الوزن الجاف وبلغت قيمة الطاقة في الـ ١٠٠ جم وزن جاف ٤٥٧ بمدى تراوح من ٣٩٧ إلى ٥٠٤. وشكلت معظم الأنواع مصادر جيدة للفوسفور والحديد. وفي ٢١ نوع من هذه اليرقات وجد أن ١٠٠ جم منها يعطى نحو ٣٣٥% من الإحتياج اليومي للفوسفور والحديد. وفي أحد الأنواع الغير معرفة التابعة لعائلة Limacodidae كانت غنية في الكالسيوم حيث إحتوت على ١٦ ر / جم / ١٠٠ جرام من اليرقات.

٤ - جنوب أفريقيا South Africa

تقدم الحشرات في جنوب أفريقيا كفاتحات شهية مع العصائد المحضرة من طحين الحبوب حيث تضيف عليها نكهة مميزة تفتح شهية الناس هناك. وهي تستعمل طازجة فيما عدا يرقات *Gonimbrasia belina* ونطاطات الحشائش التي تملح عند التحضير. وغالبية الأنواع الأخرى تجفف ثم تشوى ما عدا *Bombcomorpha pallida* و *Cirina fforda* التي تطهى في ماء يغلى ثم تستعمل جافة دون شوى.

ويبين جدول ٦ المحتوى البروتيني والطاقة الموجودة في ثلاث عشر حشرة شهية تستخدم على نطاق واسع في أجزاء مختلفة من جنوب أفريقيا.

جدول ٦ : محتوى البروتين والطاقة لبعض الحشرات الشبيهة التي يتناولها شعب Pedi في جنوب أفريقيا

كيلو حرارى Kcal	البروتين بالجرام	الوجبة بالجرام	الإسم الشائع	الطور المستخدم فى الأكل	المجموعة الحشرية
٩٦	١٦٫٩	٥٧	<i>Lebitsi-kgoma</i>	الحشرة الكاملة	عُمديّات الأجنحة Coleoptera عائلة Buprestidae <i>Sternocera orissa</i> Buquet عائلة Curculionidae <i>Polyleis equestris</i> Boheman <i>Polyleis plumbeus</i> Guerin عُشانيّات الأجنحة Hymenoptera عائلة النمل Formicidae <i>Carebara vidua</i> Smith
٦٨	٢٫١	٢٨	<i>Dintlbwa makbura</i> <i>Dintlbwa bogwale</i>	الأفراد المجنحة الجنسية	
١٥٩	١٧٫٢	١١٤	<i>Ngwana</i> <i>mamabhtwebwana</i> <i>Nunakonkono</i>	اليرقات	حُرشفيات الأجنحة Lepidoptera عائلة Lasiocampidae <i>Bombycomorpha pallida</i> Distant
١٠٢	٨٫٢	٤٢		العذارى	<i>Gonometa postica</i> Walker عائلة Saturniidae
١٧٨	٢١٫٤	١١٤	<i>Noto</i>	اليرقات	<i>Cirina forda</i> (Westwood)
٩٣	١٣٫٥	١١٤	<i>Notoleetsana</i>	اليرقات الطازجة	<i>Gonimbrasia belina</i> Westwood
٩٢	١١٫٧	٥٧	<i>Legakgale</i>	اليرقات	<i>Gynanisa maiia</i> (Klug)
٧٤	٨٫٢	١١٤	<i>Nuatla</i>	اليرقات	<i>Sphingidae</i> عائلة <i>Herse convolvuli</i> (L.)
٢٧١	١٨٫٥	٨٥	<i>Mapbata-kalala</i> <i>Segongwane</i>	الأفراد البالغة	مستقيمات الأجنحة Orthoptera عائلة Acrididae <i>Cyrtacanthacris septemfasciata</i> (Serville) <i>Locustana pardalina</i> (Walker)
٥٨	١٢٫٤	٤٢	<i>Kodi</i>	الحوريات والأفراد البالغة	<i>Pyrgomorphidae</i> عائلة <i>Zonocerus elegans</i> (Thunberg)

ثانياً : القيمة الغذائية للحشرات : Nutrition value of insects

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

١ - البروتين Protein

معظم الحشرات المجففة والمعرضة فى أسواق العالم النامى غنية جداً فى البروتين الخام الذى يصل إلى متوسط قدره ٦٠% ، 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 . وتساوى بروتين الصرصار المورينى *Mormon cricket (Anabrus simplex)* عائلة *Tettigoniidae* مع بروتين الصويا . وتحصل بعض البحوث الآخرين على نفس النتائج فى تجارب تغذية الدجاج . من ناحية أخرى يلاحظ أن إجمالى الحشرات *whole insects* كمصدر للبروتين أقل فى نوعيته من المنتجات الحيوانية الفقريية 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 حشرقيات الأجنحة مثل *mopanie (Gonimbrasia belina)* مع بعض الحبوب يمكن أن يمد الجسم بكثير من المواد الغذائية اللازمة للحياة . وإزالة الكيتين من الغذاء الحشرى يزيد من نوعيته إلى مستوى يمكن مقارنته مع منتجات الحيوانات الفقريية . فعند الإستخلاص القلوى للكيتين إزداد الهضم الفعلى *true digestibility* لمركز البروتين المتحصل عليه من الحشرات الجافة لنحل العسل *Apis melifera L.* من ٧١% إلى ٩٤.٣% وإزداد معدل كفاءة البروتين *protein efficiency ratio (PER)* من ١.٥ إلى ٢.٤٧ والإستفادة النهائية للبروتين *net protein utilization (NPU)* من ٤٢ إلى ٦٢ مقارنة مع قيم تناول الكازين التى تصل الى ٨٠.٩٦% و ٢.٥ و ٧٠.٠ على الترتيب (Ozimek وآخرون

(١٩٨٥) - بصفة عامة ٠٠ يميل البروتين الحشري إلى انخفاضه في الأحماض الأمينية Cysteine / methionine ولكنه عالي في lysine و thionine الذي إحداهما أو كلاهما يغيب في أغذية العالم النامي المكونة من القمح والأرز والذرة والكاساف ٠ cassav

سجل Suzuki ١٩٦٦ إتهام رئيسيات خلاف الإنسان non-human primates للحشرات خاصة النمل والنمل الأبيض مثل الشمبانزى في تانزانيا *Papio anubis* والقرود اليابانية *Macaca fuscata* والبابون *Papio troglodytes* رغم أن الشمبانزى والقرودة 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 فقرييات أخرى تفرز chitinase حقيقى ٠

٢ - الدهن Fat

يلاحظ نقص الغذاء في البلاد النامية في مشكله نقص الطاقة calorie deficiency وبالمثل في نقص البروتين ٠ وتختلف الحشرات كثيراً في محتوى الدهن وبالتالي في الطاقة ٠ وتمثل رتبة متشابهة الأجنحة Isoptera (النمل الأبيض) وحرشفيات الأجنحة Lepidoptera أكثر الرتب غنى في الدهن ٠ 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 الرماد ٠ بينما يحتوى 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 الجاف ٠ وفي نيجيريا سجل Ashiru عام ١٩٨٨ قيمة للطاقة بلغت ٦١١ كيلو حرارى (نحو ٢٥٦٦ KJ / ١٠٠ جرام) في يرقات *Anaphe venata* التى تتبع عائلة Notodontidae ٠ وفي زانير (Malaisse و Parent - ١٩٨٠) بلغ متوسط الطاقة في 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 كيلو حرارى (نحو ١٦٦٧-٢٢٨١ KJ). وإذا استبعد 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). بينما إحتوى ٥٠% من الحشرات التى حلت 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 teosintle ومن ١٦ نوع من يرقات حشرية 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 وأعلى طاقة فى خمسة غشائيات أجنحة (جميعها نمل) من ٢٤ نوع تم فحصه بلغت ٥٣٦١ كيلو حرارى (نحو ٢٢٥١٦ KJ) ١-kg 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.

وجدت مستويات مختلفة من الكوليسترول فى الحشرات فهناك عدد من الحشرات لا تحتوى على كوليسترول مثل نوع من النمل 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 كوليسترول / جرام) نسيج معتمداً فى ذلك على النوع الحشرى المستخدم فى الغذاء (Ritter ١٩٩٠). ومن المعروف أن الحشرات غير قادرة على تخليق الكوليسترول ويجب أن تحصل عليه من الخارج مع الغذاء أو من كائنات دقيقة تعيش داخلها

كمتكافلات symbionts • ويمكن للحشرات التي لا تحتوي أو تحتوي على قليل من الكوليسترول أن تنتج كوليسترول إذا استبدل As-sterols بإستيرويدات أخرى • حيث وجد أنه عند تغذية دودة اللوز الأمريكية *Heliothis zea* أو الصرصار الأليف *Acheta domestica* يمكن أن يظهر الكوليسترول في أنسجتها إذا تغذت على إستيرويدات البرسيم (أى A7-sterols) • وتتشابه الأحماض الدهنية الحشرية مع تلك الموجودة في الدواجن والأسماك في درجة عدم التشبع مع قيم أعلى فى الـ linoleic أو أحماض الـ linolenic وهى من الأحماض الدهنية الأساسية (Defoliant) (١٩٩١) •

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 (ب ٢) ويمد الـ ١٠٠ جم من الحشرات المعدة للأكل بأكثر من ١٠٠% من المتطلب اليومى لهذه المعادن والفيتامينات (Oliveira وآخرون ١٩٧٦) • 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 والفيتامينات • وفى زانير (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) • وأكدت التجارب أن باليرقات (فيما عدا الثيامين والبيردوكسين) فيتامينات كافية تسمح بنمو ملائم لصغار الفيران • كما شكلت اليرقات التى درست فى زانير (Malaisse و Parent - ١٩٨٠) مصدراً ممتازاً للحديد ووجد أن ١٠٠ جم من ٢١ نوع حشرى تم إختباره تحوى قيم تغطى نهمو ٣٣٥% من أقل متطلب يومى من الحديد • ووجد فى الأغذية المكسيكية مثل axayacatl (خليط من نصفيات الأجنحة المائية) و ahuahutle (بيض حشرات مائية

من بصفات (الاجحة) و Jumiles (عدة انواع من البق الصالح للأكل) انها تشكل مصادر غنية في الريبوفلافين والنياسين (Massieu وآخرون - ١٩٥٨، ١٩٥٩). وذكر أن نشاطات الحشرات التابعة للجنس *Sphenarium* غنية في النياسين بينما وجبة من الغذاء المكسيكي axayacatl غنية في الحديد. لقد جذب المحتوى العالي من الزنك والحديد في كثير من الحشرات الصالحة للأكل إنتباه كثير من العلماء. فنقص الحديد يشكل مشكلة كبيرة في أغذية السيدات في العالم النامي خاصة بين النساء الحوامل وعلى وجه الخصوص في أفريقيا والنباتيين في أى مكان من العالم معرضون لمخاطر نقص الزنك.

٤ - الألياف Fibre

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

مشتقات الكيتين خاصة الـ chitonas ذات أهمية في المجال الطبى والزراعى وأشار Goodman ١٩٨٩ لبعض خصائصها من ذلك أنها تخفض نسبة الكوليسترول في الدم وعنصر موقف للنزيف ويساعد على إلتئام الجروح وتجديد خلايا الجلد ومانع لتخثر الدم ومانع لنمو بعض الممرضات في 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 للغذاء ٠ فهناك عديد من التحليلات الكيميائية الحيوية ولكن هناك قليل من الدراسات عن المتاح البيولوجى منها bioavailability وأوجه الميثابولزم الأخرى ٠ فالدراسات على الدهون على سبيل المثال يجب ألا تشمل فقط على تحديد مكون من الدهون الإجمالى أى نسبته فى الوزن الجاف ولكن على محتوى الكلوسترول والتراى جليسرید والدهون الفوسفورية ومحتوى الأحماض الدهنية fatty acid profiles وتحديد هذه المقاييس بالنسبة لنظم التغذية المختلفة ٠

٥ - المخاطر الهامة Potential hazards

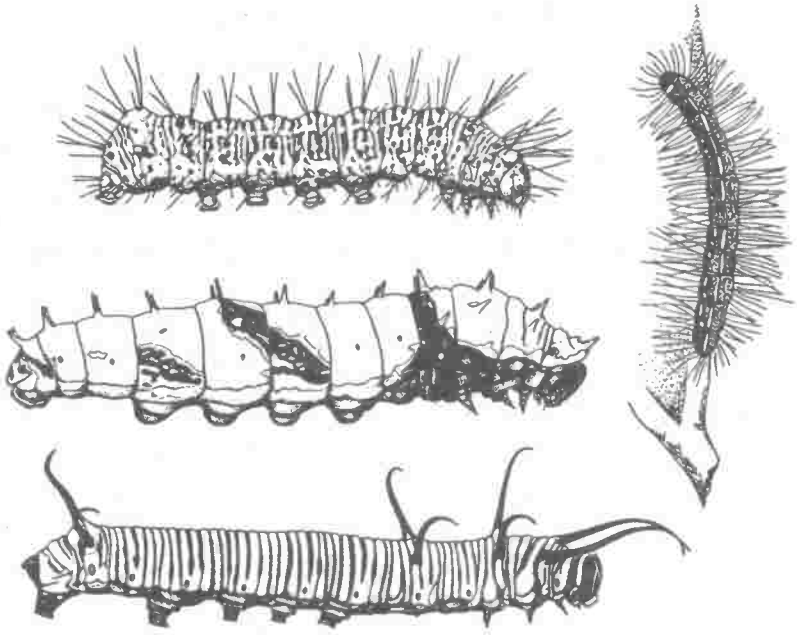
تفرز بعض الحشرات سموم وينتج البعض مواد تمثيل سامة toxic metabolites ويعزل البعض كيماويات سامة من الغذاء النباتى (Blum-١٩٧٨ & Duffey ١٩٨٠ & Wirtz ١٩٨٤) ٠ وتشمل الإفرازات الدفاعية defensive secretions التى قد تتفاعل مع الجسم أو قد تكون مهيجة أو سامة أحماض كربوكسيلية و كحولات و الدهيدات و أشباه قلويات و كيتونات و استرات و لاكتونات lactones و فينولات و 1-4-quinones و هيدروكربونات و استرويدات steroids ٠ وتشمل الكيماويات النباتية التى تعزلها حشرات مختلفة وتخزنها فى أجسامها فينولات phenolics و flavin و تانينات tannis و terpenoids و polyacetylenes و أشباه قلويات و cyanogens و glucosinolates و mimetic amino acids ٠ 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 لمرضات الفقرىيات 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 الإنسان . وترجع القلة إلى صغر حجم بعض الأنواع أو إلى عدم الوفرة العديدة في أنواع أخرى وليس راجع لعدم صلاحيتها للأكل . ومع ذلك هناك بعض قواعد الأمان يجب اتباعها . من ذلك يجب جمع حشرات حية وسليمة وإعدادها فوراً للأكل فالحشرات الميتة سريعة التدهور . وإذا أريد تخزينها يجب أن تخزن جافة في معزل عن الرطوبة لوقف نمو الفطريات السامة ويجب أن تكون بعيدة عن الكائنات الكائنة مثل الذباب المنزلي والصراصير التي تحمل عادة عدة أنواع من البكتيريا رغم أن كثير من المساجين أثناء الحروب عاشوا على إلتهم الصراصير . والطبخ الجيد للحشرات مهم لقتل الطفيليات مثل البروتوزوا والنيماطودا التي قد تحملها . وكقاعدة عامة يجب إستبعاد الحشرات الكثيرة الشعر أو التي تحمل أشواك وبالمثل الأنواع ذات الألوان البراقية لإحتمال إحتوائها على سموم مثل بعض أنواع يرقات أبى دقيقات (شكل ٣٨ ، ٣٩) وهناك بعض أنواع النطاطات مثل نطاظ الأوراق الكبير *Valanga irregularis* الذى يضر بالحدائق يغذى على نباتات تحوى قلويات سامة وعادة ما يكون طعمها لاذع . نفس الشيء يمكن أن ينطبق على بعض أنواع يرقات الخنافس العصرية التي توجد عادة بين جذور النباتات . ويعتقد أن الحشرات التي 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 الأدمى للحشرات كغذاء بأن الحشرات التي إعتاد الإنسان على جمعها وأكلها لم تسبب له أية مشاكل صحية . ومن المهم الآن تطوير طرق إطالة فترة تخزين الحشرات أو تحسين النوعية الغذائية والشكل والملبس والنكهة وتلك التي تزيد من جذب عدد أكبر من المستهلكين .

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 فى البعض الآخر أو حشرات محرم صيدها . وتوجد تقارير قليلة تشير إلى ضرر البهام حشرات تحوى سموم .



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 للغذاء .

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 لانتقاء الأنواع التى تعتبر مقبولة المذاق فى الحضارات القديمة أو ذات السمعة الغذائية أو الطبية الجيدة بين الحشرات الصالحة للغذاء . وقبل كل شىء يجب أن نبتعد عن ما رسخ فى ذهن الإنسان الغربى من أن التغذية على الحشرات غير صحية . ويمكن أن تبعد طرق الاختيار 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 الحساسين . 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 . وفى الولايات المتحدة يموت نحو ١٠٠ فرد فى العام من سموم مفصليات الأرجل بينما الغالبية لا يعانون من شىء سوى إلا من الحكة 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) وإلتهاب الجلد dermatitis إلى إلهاب الأنف أو الأغشية المخاطية rhinitis والإحتقان congestion ولزيمات شعبية bronchial asthma .

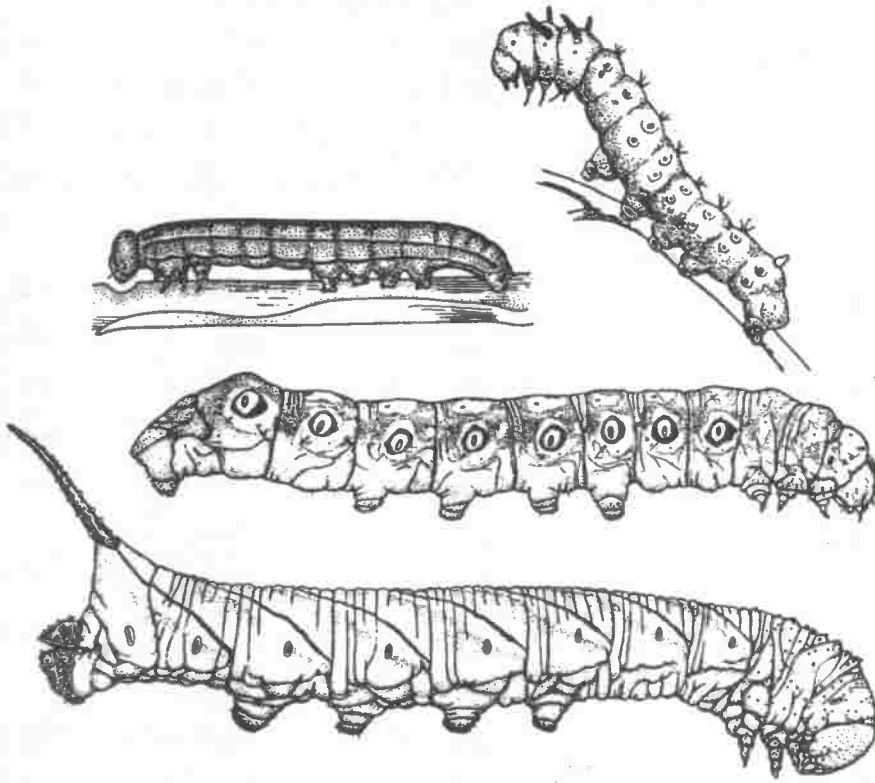
وحيث معظم الحساسية التى تنشأ من الحشرات معظمها من الملامسة أو الإستنشاق لذا فإن أكثر المخاطر المرتبطة بالأغذية الحشرية الخاصة بالعمال

القائمين على إنتاجها . وهناك كثير من التقارير عن الحساسية التي تحدثها الحشرات بين العمال . فالعمال في بلغاريا القائمين على تقشير وتنظيف اللوز والجوز ظهر لديهم حساسية نتيجة لتعرضهم ليرقات فراشة الدقيق الهندي التي تصيب هذه الأغذية . حتى الحلم mites رغم أنه ليس حشرات إلا أنه عندما يصيب الجبن والنخالة وثمار الفاكهة الجافة واللبن المجفف قد يسبب التهابات جلدية طارئة بين العمال . ومعظم حالات الحساسية في مكان العمل تنشأ من الإستنشاق . وسجل في معامل الولايات المتحدة التي 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) .

والحساسية تجاه مستقيمات الأجنحة (نطاطات حشائش - جراد - صراصير غيط . الخ) شائعة . حيث ذكر أن بعض العمال القائمين على تربية تلك الحشرات تظهر عليهم أعراض حساسية مثل الأزمات الشعبية والتهاب الجلد والاكريما والتهاب الأغشية المخاطية . نفس الشيء ينطبق على الخنافس والسوس (غمديات الأجنحة) والذباب وذباب مايو وغيرها من الحشرات . من ذلك نرى أن الحشرات والمفصليات القريبة منها تشكل تهديد للعمال الذين يتعرضون بإستمرار لها وعلاج هذه المشكلة ينحصر في وسائل الوقاية مثل التهوية الجيدة والملابس والقفازات والأقنعة الواقية .

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 طهي الحشرات بتعريضها إلى أعلى ١٠٠ م يقلل كثيراً أو يؤدي إلى إختفاء هذه الحساسية لدى بعض الأفراد كما أن الحموضة العالية في المعدة تؤدي إلى نفس الشيء .

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 الأخرى .



شكل ٤٠ : أنواع من يرقات الفراشات الصالحة للغذاء

ثالثاً : العلاقة بتناسق إدارة الآفات بينياً وتدعيم الزراعة

Relevance to environmentally compatible pest management and sustainable agriculture

عادة ما تشكل الأنواع الحشرية الصالحة للأكل الأنواع ذات العشائر العددية الكبيرة. لذا كثير من الحشرات المستخدمة كغذاء هي في الواقع آفات هامة لعدد من المحاصيل أو عشائر نباتية في البيئات الطبيعية والغابات. ويوجد قليل من الأمثلة عن كفاءة استخدام المصدر الحشري والحفاظ على التنوع البيئي. وفي الحقيقة يمثل الجمع المكثف ليرقات سوسة النخيل *Rhynchophorus* ويرقات خنفساء *Oryctes* rhinoceros لإستخدامها كغذاء نوعاً من المكافحة البيولوجية لهذه الآفات (ومرض الحلقة الحمراء المرتبطة بها في النخيل) وإلى جانب أن هذه الممارسة تؤدي إلى خفض إستهلاك المبيدات إلا أنها أيضاً تخلق فرص إقتصادية جديدة للبشر (DeFoliart - 1990). لهذا شدد ledger عام 1987 في جنوب أفريقيا على أهمية جمع الجراد البني *Locustana pardalina* وإستخدامه في الغذاء الإنسانى والحيوانى للعمل على خفض كميات المبيدات المستخدمة خاصة وأن الأفراد المحليين مارسوا جمع الحشرات للغذاء لعدة قرون. كذلك نصحت وزارة الزراعة في تايلاند الأهالى بجمع نطاطات الحشائش وبيعها عندما تقشَل إجراءات المكافحة التقليدية (DeFoliart-1989) وبهذا يشكل الجمع مصدراً جديداً غير متوقع للدخل. وفي المكسيك - إقترح Concon و Pino عام 1979 إمكانية إستغلال بعض النباتات الواسعة الإنتشار في الأقاليم الجافة من المكسيك مثل نبات *mezquite* و *madrono* وبعض أنواع الصبار *cacti*. مثل هذه النباتات ذات قيمة غذائية محدودة ويمكن إستخدامها في تربية مكثفة للحشرات المرتبطة بها كمصدر إضافي للبروتين الحيوانى. على سبيل المثال تحتوى الحشرات الكاملة لسوسة *Metamasius spinolae* على 69.2% بروتين على أساس الوزن الجاف مقارنة مع 21.5% بروتين في نبات الصبار *nopal* التى تتغذى عليه كما يصل نسبة الدهن في يرقات نوع من الفراشات *Aegiale hesperianris* إلى 58.5% مقارنة مع عائلها النباتى *maguey* الذى يصل نسبة الدهن فيه إلى 3.7%.

أظهرت التجارب المعمليّة على تربية الصرصار cricket الأليف *Acheta domestica* على درجة حرارة ٢٧° م على غذاء عالي النوعية ومشابه المستخدم في تسمين الأبقار ليصل إلى الحجم المناسب للتسويق. إن كفاءة التحول الغذائي للصراصير أعلى خمس مرات من كفاءة التحول الغذائي للأبقار (Nakagaki و DeFoliart - ١٩٩١). وإذا أخذ في الحسبان الخصوبة العالية للصرصار الأليف حيث تنتج الأنثى ١٥٠٠ فرد جديد فإن الكفاءة الغذائية للصراصير تصل إلى ١٥ - ٢٠ ضعف الأبقار.

في أفريقيا لاحظ Turk عام ١٩٩٠ وجود ٤٢ نوع من الأشجار التي تتبع العائلة البقولية يتغذى عليها يرقات عدة أنواع من الفراشات الصالحة للأكل. لذا اقترح وضع إدارة عملية للمحافظة على هذه الأشجار للحفاظ على إنتاج اليرقات التي ستشكل مصدر بروتيني هام للأهالي.

لقد وجد في زامبيا أن الحرائق التي تحدث في نهاية الموسم ضارة جداً بالغابات الطبيعية هناك ولاحظ Holden عام ١٩٨٦ أن الحرائق كانت قليلة في المناطق التي تتواجد فيها يرقات mumpa حيث يقوم الأهالي بحماية مبكرة للأشجار التي تحوى هذه اليرقات. لذا اقترح الباحث وضع أسس عملية لإدارة اليرقات ليس لكونها هامة كغذاء للأهالي ولكن لتأثيرها الإيجابي في إدارة الغابة. بالإضافة إلى أن إدارة تلك الغابات ستخلق حافز أكبر للأفراد للعناية بتلك الأشجار مما سيدعم التجديد الدائم لأشجار الغابات.

رابعاً : هل فعلاً الحشرات غذاء للمستقبل؟

Are insects really food for the future?

لو نظرنا إلى الأغذية المتاحة الآن سنجد أن غذاء الإنسان محدود للغاية. فهو يتناول أنواع قليلة من لحوم الثدييات والطيور والأسماك والقشريات والرخويات مقارنة بالعدد الأصلي لهذه الأنواع. كما يتناول مدى محدود من الفاكهة والحبوب والخضروات. وفي أي بلد من بلاد هذا العالم نجد آلاف من الأنواع الحشرية في انتظار تجربتها واختيار النوع والصنف المناسب للغذاء الأدمى. ومن المهم تنامي

فكرة ان الحشرات تمثل غذاء مرغوب فيه وهذا سيشجع الحفاظ على التنوع البيولوجي . كما أن تطوير طرق جمع الحشرات التي تهدد المحاصيل وتحويلها إلى بروتين نافع سيخفض من التلوث بالمبيدات - كما سبق القول - وربما يسمح بعودة أراضي المراعى إلى غابات من جديد . لقد ذكر De Foliart عام ١٩٨٩ أنه إذا تجنبنا الحكم المسبق على الحشرات وتجاهلنا فكرة أن الحشرات كأعداء الإنسان فإن التأثيرات النافعة من استخدام الحشرات فى الغذاء الأدمى ستكون عظيمة جداً . 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 نوع .

لقد تم فى المكسيك عام ١٩٧٤ سؤال نحو ١٢٠٠٠ شخص عن موقف الحشرات كغذاء . أجاب نحو ٩٣% ن الغذاء الحشرى هو المستقبل وأنه من المهم تطوير الأغذية الحشرية الإقتصادية . ومن المعروف أن الغذاء الحشرى البرى فى الحقيقة ذات أهمية فى إقتصاديات الريف فى كثير من البلدان الإستوائية وتحت الإستوائية . 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 اليرقات . 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 المزرعة .

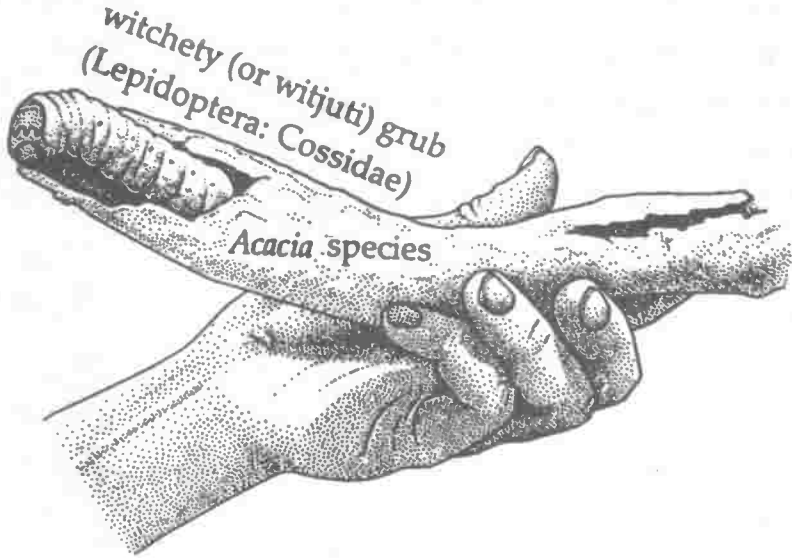
ومع تنامى فكرة استخدام الحشرات كغذاء للإنسان فى المجتمعات الغربية يبدو أن المطاعم ستعلن فى المستقبل عن الـ Bugburger و Cricketburger و Beeburger كبدايل مقبولة (شكل ٤١) عن الـ American hamuburger المعروفة .

فى جامعة Wisconsin 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 المنزلي (*Musca domestica*) لإعادة دورة روث الدواجن كغذاء للدجاج.

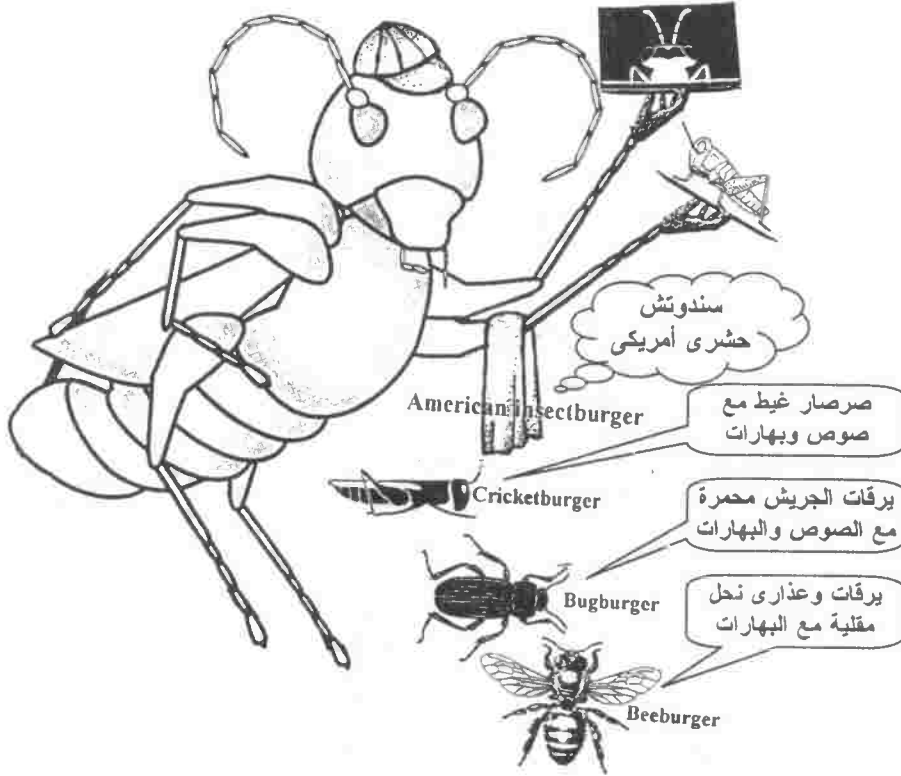
وفي الهند وصل الإنتاج السنوي من عذارى دودة القز *Bombyx mori* المنزوعة الزيت كمنتج ثانوي من صناعة الحرير إلى ٢٠٠٠٠ طن. ويستخدم جزء كبير من هذا المنتج في تغذية الدجاج والأسماك وحيوانات أخرى (شكل ٤٢) ولهذا إذا لم نستطع أن نستوعب فكرة التغذية على الحشرات فإن الحشرات يمكن أن تشكل مصدراً ممتازاً لبروتين حيوانات 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 التي تهاجم جذور
وسيقان شجيرات الأكاسيا

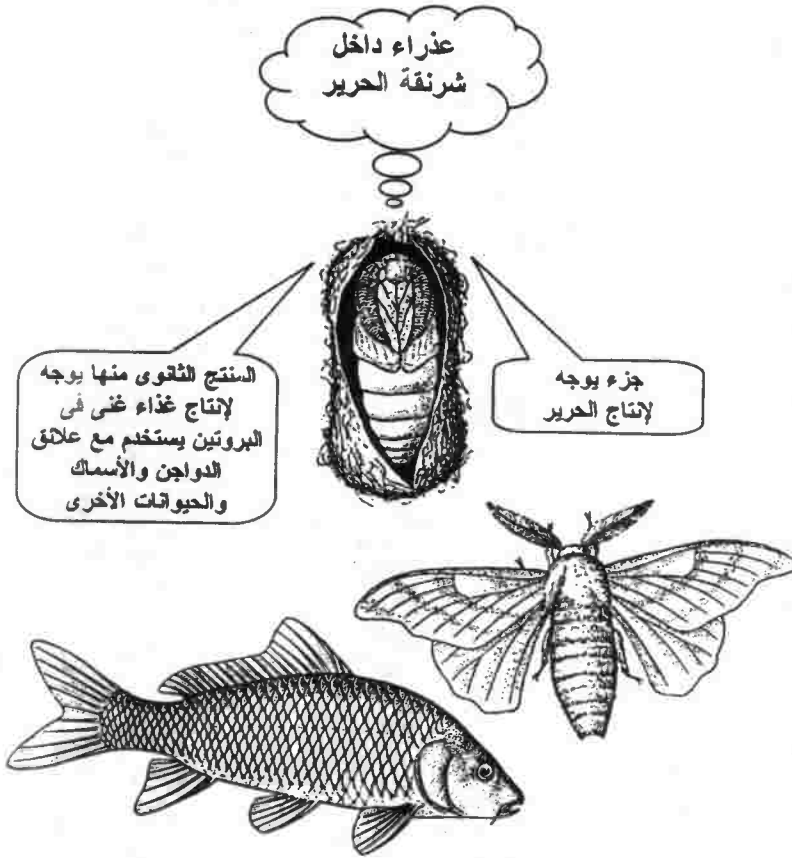
أطعمة حشرية شهية Tasty Insect Recipes



نمل قاطع للأوراق
مغطى بالشيكولاته
Chocolate-covered ants

خبز من الموز
ويرقات الجريش
Banana worm bread

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



شكل ٤٢ : شرايق ديدان حرير القز توجه لإنتاج الحرير الطبيعي أو تستخدم عذارها كمصدر غنى في البروتين ضمن علائق الأسماك والدواجن .