مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية ــ (2006) ــ المجلد (22) ــ العدد 2 ــ الصفحات: 127-146

دراسة السلوكية والبيئة الكيميائية للبحث عن الشريك الجنسي لدى حفار ساق الذرة الأوروبي *Ostrinia nubilalis* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae)

وجيه قسيس[1] و بريجيت فريرو[2] و هيرفي جينيكو[3]

الملخص

حُدِّدت الاستجابة السلوكية للفرمونات الجنسية في نفق الطيران لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي *Ostrinia nubilalis* وقد أخذت الذكور من مجتمعات متميزة، ومن أنماط بيئية مختلفة (ذكور جمعت من الطبيعة وأخرى ناتجة عن تربية كثيفة على وسط صناعي). أُجريت هذه الدراسة في مخابر المعهد الوطني للبحوث الزراعية -فرساي فرنسا عام 2004 .

ولتحديد هل لاختلاف نسب مكونات الفرمون الجنسي المختلفة تأثير في سلوكية ذكور حشرة حفار ساق الذرة الأوروبي استُخدمتْ كبسولات فرمونية صنعية تشمل سلالة E وسلالة Z. أما الفرمونات الجنسية الطبيعية فكانَ مصدرها الإناث التابعة للسلالة Z.

بينت التجارب أن الفرمونات E11-TDA و Z11-TDA +Z11-HDA لها تأثير إيجابي في جذب الذكور. أما الفرمون Z11-TDA فكان انجذاب الذكور له خفيفاً إذ بلغ الطيران السلبي 69% والإيجابي 31% ونسبة الذكور المتوجهة إلى مصدر الفرمونات كانت صفراً بالمئة.

أما عند إضافة مادة HDA (الكبسولات) فكانت النتيجة سلبية لانجذاب الذكور وهذا ما بين أن لهذه المادة دوراً مثبطاً في جذب الذكور.

الكلمات المفتاحية: الجاذبات الجنسية، حفار ساق الذرة الأوروبي، نفق الطيران، سلالة الفرمون (الجاذب).

[1] أستاذ، قسم وقاية النبات، كلية الزراعة جامعة دمشق، ص. ب. 30621 ، دمشق، سورية.

[2] دكتورة ومديرة مخبر الاتصالات الكيميائية [3] المعهد الوطني للعلوم الزراعية، فرساي، فرنسا.

Etude Comportementale Et Ecologie Chimique Dans La Recherche D'un Partenaire Sexuel Chez La Pyrale Du Maïs, *Ostrinia Nubilalis* Hübner (Lepidoptera, Pyralidae)

Wajih Alkassis[(1)] , Brigitte frerot[(2)]

and Herve Guenego[(3)]

Résumé

La réponse comportementale des phéromones sexuelles dans le tunnel de vol de la pyrale du maïs *OSTRINIA NUBILALIS* a été définie en prenant les mâles des populations distinctes et des souches écologiques différentes (des mâles collectés de la nature et d'autres résultant d'un élevage de masse sur milieu artificiel). Cette étude a été effectuée aux laboratoires de l'institut national des recherches agronomiques (INRA) Versailles – France en 2004.

Afin de pouvoir définir si le pourcentage des proportions des différents constituants de la phéromone sexuelle a un effet sur le comportement des males de la pyrale du maïs Européen, on a utilisé des capsules phéromonales artificielles comprenant la race E et la race Z. Cependant, les phéromones sexuelles naturelles, proviennent des femelles appartenant à la race Z.

Les tests ont montré que les phéromones E11-TDA et Z11-HAD + Z11-TDA ont un effet positif sur l'attraction des males. Cependant que dans le cas de la phéromone Z11-TDA, l'attraction des mâles était faible, du fait que le taux de vol négatif était de 69% le taux de vol positif 31% et le taux des mâles orientés vers la source des phéromones était de zéro %

Or en ajoutant le produit HAD (Capsules) le résultat était négatif dans l'attraction des mâles et ceci a montré que ce produit a un rôle inhibiteur sur l'attraction des mâles.

Mots clefs: Sex pheromone. European corn borer, *Ostrinia nubilalis* flight tunnel. Pheromone strain.

[(1)] Prof., Faculté d Agriculture – université de Damas -Syrie

[(2)] Dr. Directeur du Laboratoire de la communication chimique[(3)] INRA -Versailles- France

المقـــدمـــة

دُرست السلوكية عن بعد للذكر من قبل الأنثى أو رائحة الفرمون بشكل موسع لدى العديد من حرشفيات الأجنحة الليلية (Baker, 1990) وبفضل نظام يدعى نفق الطيران تكون دراسة هذه السلوكية أساسية للفهم الجيد لآليات تكاثر الحشرات. وهي أيضاً المرحلة الإجبارية للتعرف على الفرمونات الجنسية من أجل تحديد جاذبية التركيب وتصنيع المصائد الفرمونية.

يتعلق جذب ذكور حرشفيات الأجنحة على نسبة محددة من المركبات للفرمون الجنسي الأنثوي وعلى جرعة كاملة محددة. وحسب الأنواع تتمتع الذكور بمستوى من التحمل سواء كان ضعيفاً أم كبيراً بالنسبة للتغيرات في نسبة المركبات المختلفة. لذا فإن مدة الإجابة تُعدُّ أحد العوامل الأساسية للانعزال التكاثري بين الأجناس.

تؤمن الاختلافات النوعية أو الكمية لتركيبات الفرمون أو تسهم في الانعزال التكاثري للأنواع القريبة من الناحية التطورية، كما بينها Frerot et al., (1979) في وسط مجموعة من حرشفيات الأجنحة Trotricidae و Lalanne-Cassou et al., (1994) بين ثلاثة أنواع من Spodoptera (Lepidoptera-Noctuidae).

منذ عام 1975, Klun et al بينا أنه يوجد داخل النوع نفسه سلالات فرمونية، وقد أظهرت الأعمال السابقة المنفذة على حشرات Tortricidae من قبل (Baltensweiler et Priesner, 1988; Foster et al.,1989Foster et Dugal,1988) وعلى الحشرات الليلية Noctuellesمن قبل Frerot et Foster 1991 وKlun et al.1979 أن تعدد الأشكال الفرمونية داخل النوع نفسه ليس نادراً عند حرشفيات الأجنحة وهو يؤدي في معظم الحالات إلى انعزال تكاثري كامل بين السلالات الفرمونية.

إن وجود تعدد الأشكال الفرمونية بين مجتمعات من النوع نفسه يمكن أن يعزى إلى تخصص في النباتات المضيفة المتنوعة (Emelianov et al., 2001 2003 و Bernays et al.,1994 و Pelozuelo et al., 2004) وهي ظاهرة قد ينتج عنها دراسة منشأ الأنواع التي تحتل المنطقة الجغرافية نفسها Landolt et al., 1997 وLinn et al.,1995.

تنتشر حشرة حفار ساق الذرة الأوروبية *Ostrinia nobilalis* Hübner في معظم الدول الأوروبية. يلاحظ في فرنسا بأنها منتشرة في المناطق جميعها باستثناء منطقة البروتاين Bretagne (Alford., 1994).

تُعدُّ هذه الحشرة مسؤولة عن الأضرار العديدة التي تصيب النباتات المزروعة والبرية وهي حشرة متعددة العوائل polyphage تهاجم أكثر من 200 نوع نباتي منها الذرة

الصفراء البطاطا الفاصوليا والشوندر والشيح البري وحشيشة الدينار، وهي تسبب أضراراً كبيرة للذرة الصفراء لأنها تهاجم الكيزان والسوق مما يؤدي إلى كسرها.

تتناول البحوث حالياً بشكل خاص موضوع الاختلاف بين مجتمعات حفار ساق الذرة الأوروبي: الأول يتطور على الشيح البري، والثاني يهاجم الذرة الصفراء والثالث يهاجم حشيشة الدينار (Glover, et al., 1987 و Pelozuelo et al., 2004).

إن دراسة نظام التعرف على الشريك الجنسي مهمة جداً عند حفار ساق الذرة الأوروبي لأن الفرمون لدى هذه الحشرة يتألف من مزيج مركب من مادتين كيمائيتين بنسب مختلفة، وهاتان المادتان هما مماكبات E + Z من 11- tétradécényl acétate .

ويمكن لأنثى حفار ساق الذرة الأوروبي أن تطلق مزيجاً فرمونياً مكوناً من سلالتين فرمونيتين Z وE لجذب الذكر. وتتميزان عن طريق الخلائط للمماكبات Z11-14:OAC وE11-14:OAC بنسب مختلفة، إلى جانب عامل آخر قد يؤدي دوراً في انعزال السلالتين، مرتبطا بأسلوب الحياة. وقد تبين أن حشرات السلالةZ تعيش على الذرة الصفراء في حين تعيش حشرات السلالة Eعلى الشيح البري وحشيشة الدينار. (Pelozuelo et al., 2004)، وهذا الانعزال التكاثري المرتبط بالنبات المضيف مهم جداً وضمن الشروط الطبيعية، بينما عندما يتم التهجين في المختبر ربما تكون أكثر ندرة (Glover et al., 1987 –Linn et al.,1985) يمكن تمييز سلالتين مختلفتين من الفرمونات:

المزيج الأول: الذي يدعى **Z** Pherotype وهو مؤلف من 97% من Z 11-14:OAC ومن 3% من E 11-14:OAC.

المزيج الثاني: **E** PHEROTYPE مؤلف من 96 % من E 11-14:OAC ومن 4% من Z 11-14:OAC.

تطلق الإناث الناتجة عن التزاوج ما بين فردين من سلالتين مختلفتين (الإناث الهجينة) مزيجاً فرمونياً ذا خصائص تختلف بين هاتين السلالتين ونشير هنا إلى أن الذكور من السلالة E هي أكثر حساسية للمزيج الفرموني الذي تطلقه الإناث من السلالةE وبالمثل بالنسبة للسلالة Z (Roelof and Carde, 1974).

مــواد البحث وطــرائقه

الحشـــــــرات

مصدر الفراشات تربية كتلية مستمرة. حيث تغذى اليرقات على وسط صناعي نصف تركيبي وضمن شروط مراقبة: حرارة 24± 2 درجة مئوية رطوبة نــسبية 60 ± 10% فترة الإضاءة 16:8 (16L/8D) وهذا يعطي تطوراً مستمراً لليرقــات دون الــدخول فــي السكون.

إن الحفاظ على الجاذبية من قبل الإناث ورد الفعل للفرمونات من قبل الذكور قــد تــم فحصها ومراقبتها.

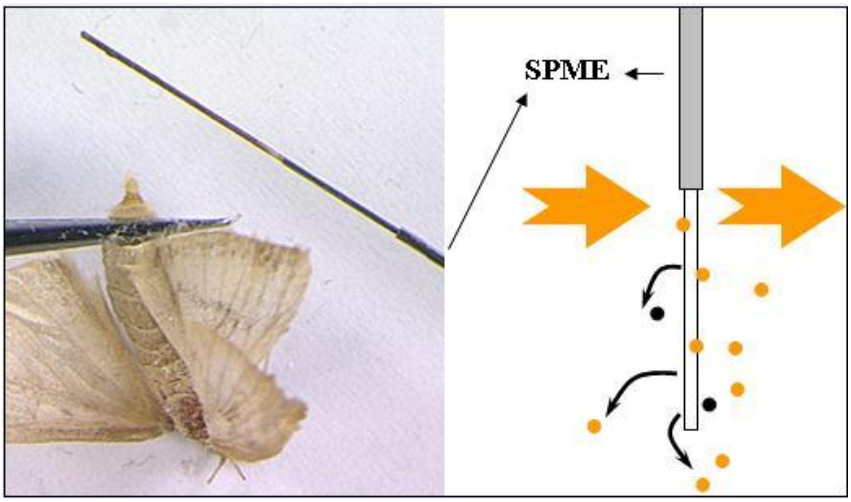
مصدر الحشرات تربية كتلية (كثيفة) تتم فــي محطــة INRA de MAGNERAUD توضع العذارى التي يتم استلامها حسب شروط التربية (المذكورة آنفــاً) ضــمن علــب بلاستيكية مستطيلة الشكل أبعادها (27x12x8 سم) مغلقة بواسطة بوليستيرين كريستال.

تحــليــل الفــرمــونــات

الحشرات: يتم فصل الجنسين من طور العذراء وبذلك تبقى الــذكور ســاذجة (naïf). والذكور حديثة الظهور أو الإناث منها توضع بشكل فردي في علب بلاســتيكية مغطــاة بطبقة من ورق نشاف مبلل بالماء، متقيدين بشروط التربية المذكورة أعلاه.

جمع الفرمونات: تُجمعُ الفرمونات بواسطة SPME (Frerot et al., 1997) وتُخــرجُ الغدد التي تحتوي على فرمونات بضغط خفيف على نهاية الــبطن، وتحفــظ فــي هــذه الوضعية بواسطة ملقــط نــاعم. يُحَــكُّ ســطح ليــف SPME (Solide Phase Micro Extraction) (الطور الصلب للاستخلاص الــدقيق) ذو الطــول 65µm والمكــون مــن CARBOWAXTM Divinylbenzene(CW/DBV)(SUPELCO,Bellefonte,PA, USA)

يُحكُّ بنعومة على غشاء الغدد المفرزة للفرمونات خلال دقيقتين تقريباً (Frerot 1985-et al., 1997) (شكل1). هذه الألياف يمكن تخزينها في ورقة ألومنيوم خلال بضعة أيــام في الثلاجة (20 درجة مئوية تحت الصفر) قبل التحليل.



الشكل (1) طريقة استخلاص الفرمون من غدد أنثى حفار ساق الذرة وتجهيزها من أجل التحليل النهائي

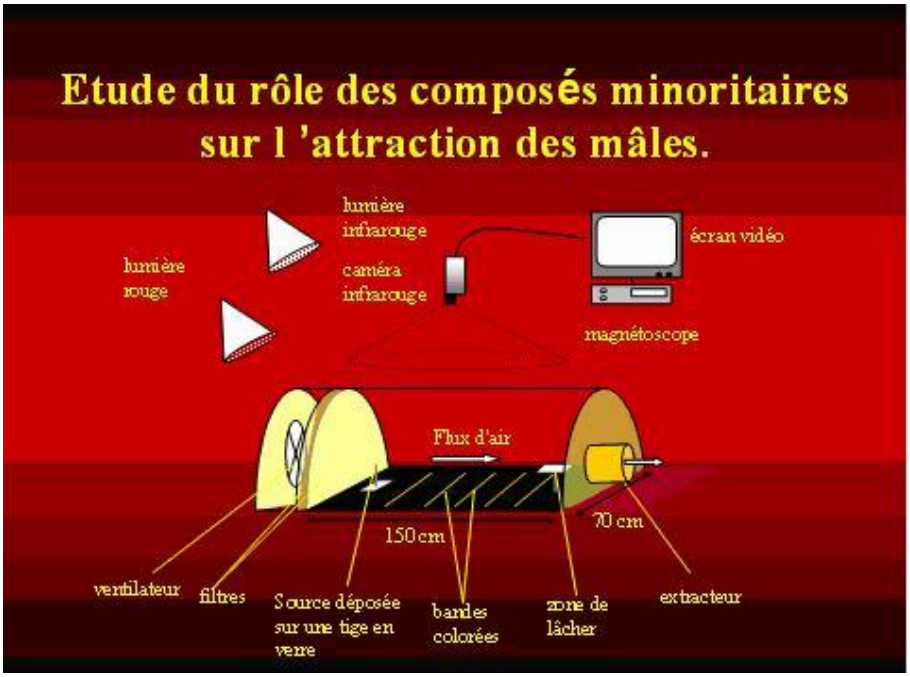
التعرف على الفرمونات: يفرغ محتوى الليف SPME في حاقن (جهاز تحليل المـــواد الطيارة) في المرحلة الغازية Chrom atographe au Phase gaseuse الجهاز المـــستخدم متحول 3400CX مزود بعمود قطبي RTX®–WAX (CROSSBOND – PEG) بطول 30م وقطر داخلي 0.32 مم وسماكة الطبقـــة 0.20 (ميكرومتـــراً)m (JeW scientific, Folsom, CA, USA) No. 0317067 إن الغاز الحامل هو الهيليـــوم (15Psi)، يـــسخن الحاقن في درجة حرارة 240 مئوية والكاشـــف FID (Flamme Ionization Detection) في درجة حرارة 260 مئوية. تُحقن أولاً مادة معيارية انطلاقاً من محاليل مستخلصة مـــن مركبات صنعية هي: (14/AC; E9-14:AC; Z9-14:AC; E11-14:AC;Z11-14: AC; E11-14:OH, Z11-14:OH, 16/ AC; E11-16 : AC; Z11-16: AC; Z11-16 : OH). وذلك في بداية كل يوم تحليل.

يمكن تعرّف المركبات الملتقطة من الغدد الأنثوية بمقارنة زمن الاحتجاز لذلك الخاص بالمواد التركيبية (الصنعية) علماً بأن المواد التي تهمنا هي: Z11-14:AC و E11-14:AC و Z9-14 : AC و Z11-16 : AC.

نفـــق الطيـــران

نفق الطيران: يأخذ نفق الطيران شكلاً نصف اسطواني (طول 196سم وعرض 80سم وارتفاع 45سم).لا يتجاوز طول المنطقة التي تطير فيها الحشرات 150سم (Baker and Linn 1984).

تمت جميع الاختبارات خلال الساعات الثلاث الأخيرة من الليل في درجة حرارة 20 درجة مئوية وبمعدل رطوبة نسبية تبلغ 60 ± 10% ويبلغ تدفق الهواء في النفــق فــي أثناء الاختبارات 0.25 م/ثانية والإضاءة أقل من 2 لوكس. يسمح الضوء الأحمر بمشاهدة الحشرات بشكل مباشر (شكل2).



الشكل (2) نفق الطيران المستخدم لدراسة سلوكية جذب الذكور (عن Frerot etal., 1977)

بروتوكول نفق الطيران: من الشروط المطلوبة للحصول على سلوكية تزاوج مــسبقة هو مرور الأنثى بسبع ساعات ظلمة(أي بعد الساعة 7 من مرحلة طور الظلمة) وغالباً ما تكون مجتمعة بين الساعة 14.30 – 15، أي عندما تكون الإناث في طور دعوة الذكور. وتكون الاستجابة للإثارة الفرمونية ممكنة خلال ساعتين تقريباً.

المصدر الفرموني: تتألف فرمونات حفار ساق الذرة الأوربي من مزيج من مــادتين كيميــائيتين بنــسب مختلفــة. وهــذه المــواد هــي مماكبــات Z وE لمركــب E11-14:OAC:Tétradécényl acetate 11 وZ 11-14:OAC (Pelozuelo et al., 2004). وحسب تركيب المزيج الفرموني الجنسي الذي تطلقه الأنثى يمكننا أن نميز لدى هذا النوع

بوضوح شديد بين سلالتين مختلفتين: الأولى: تدعى Pherotype Z والثانية: تدعى Pherotype E.

من الأهمية الإشارة إلى أن فكرة النموذج الفرموني phérotype متعلقة أيضاً بالذكور وبذلك فإن الذكور من السلالة Z تكون أكثر حساسية للمزيج الفرموني الذي تطلقه الإناث من سلالة Z وبالمثل بالنسبة للسلالة E.

الفرومون الطبيعي: كانت السلالتان المستخدمتان الآتيتان من تربية كتلية في محطة INRA MAGNERAUD بالنسبة للسلالة Z وبالنسبة للذكور مرباة على حشيشة الدينار والشيح.

تبقى غدد الإناث الثلاث (في طور دعوة الذكور) مدفوعة إلى الخارج بواسطة ملاقط ناعمة أو توضع الكبسولات على مسند معدني ارتفاعه 10سم في أحد أطراف النفق. توضع الذكور الساذجة الواحد تلو الآخر في الطرف الآخر من النفق في قفص مصنوع من الشبك على سطح معدني ارتفاعه 10سم. وفي الجهة المعاكسة لسير الهواء.

الجذب هو ظاهرة قصيرة الأمد عند حرشفيات الأجنحة، لذا فإن كل تجربة تدوم مدة 5 دقائق لكل ذكر (Schlaepfer et McNeil, 2000) والمسافة التي تفصل الذكر عن المصدر الفرموني هي 80 سم (Pelozuelo et al., 2004).

استُعملت كاميرا هيتاشي KP161CDD أسود وأبيض اللون (عدسة مرئية 50 ماكرو) مربوطة بمسجل فيديو باناسونيك AG7330 وموضوعة فوق النفق مما سمح لنا بتصوير سلوك الحشرات على شكل فيلم سينمائي.

الهدف من هذا الاختبار هو فهرسة الأحداث السلوكية المتعلقة بكل حشرة والحصول على رسم بياني نسيجي للإجابة المرجعية الخاصة بجاذبية الذكر.

الكبسولات الصنعية (التركيبية الصناعية)

كان هدف الدراسة هو تحديد اختلاف نسب مكونات الفرمونات الجنسية المختلفة لحشرة حفار ساق الذرة الأوروبي وقبولها من الذكور: أو هل كان يؤثر في سلوكية جذب الذكور؟. دُرِست في المرحلة الأولى، سلوكية الذكور(*O.nubilalis*) مع إناث عذراوات في طور الدعوة للذكور (دعوة التزاوج) ضمن نفق طيران. ودرس في المرحلة الثانية دور السلالات الفرمونية واختلاف ردود الفعل لدى الذكور تجاه فرمونات تركيبية (صنعية) التي قمنا بتغيير نسب عناصرها المختلفة كما يأتي:

المحاليل الفرمونية المستخدمة هي محلول:

1µg/µl 100µl E11-TDA SEDEQ

1µg/µl 20µl Z11-HAD HPLC

	سلالة E	
كبسولة 1	E11TDA	100 ميكروغرام
كبسولة 2	E11-TDA + Z11-TDA	100 ميكروغرام
		20 ميكروغراماً
	سلالة z	
كبسولة 3	Z11-TDA + 3.7% E	100 ميكروغرام
كبسولة 4	Z11-TDA + 3.7% E + Z11-HDA	100 ميكروغرام
		25 ميكروغراماً

النـــتـــائـــــج

يوفر نفق الطيران دراسة العلاقات التي تجمع مسار هبوط الذكور ومكانهم. وغالبيـــة ذكور حفار ساق الذرة الأوروبي التي اختبرت تطير باتجاه مـــصدر الفرمونـــات. وهـــذا الطيران هو مثالي بشكل كاف، إذ إنه لَدى الذكور زمن كمون "استتار" وهذا الزمن يمتـــد بين دخول الذكر في أجواء رائحة الفرمون وردود الفعـــل الأولـــى (اهتـــزاز الأجنحـــة، الإقلاع) أو بدء الطيران. وهذا الزمن متغير من بضع ثوان إلى دقيقة. يخرج الذكر مـــن القفص ويحافظ على مسار متعرج ضد الريح ثم يهبط على الـــسطح أو علـــى المـــصدر مباشرة. تستخدم الذكور في الوقت نفسه منبهات بصرية وأخرى شميه في أثناء الطيران، ولهذا السبب وُضِعت شرائط بيضاء ورقية على أرض النفق لكي تتمكن من التعرف على مصدر الرائحة.

وبينت التجارب نسباً مئوية للاستجابات المختلفة حسب الكبسولات المستخدمة.

-**طيران إيجابي Vol positif** : طيران قبل نصف النفق.

-**طيران موجه Vol oriente** : طيران بعد نصف النفق نحو المصدر.

-**لمس مصدر الرائحة touche source**: طيران موجه واقتراب من المصدر ولمسه.

-**طيران سلبي Vol negatif**: طيران حول القفص أو في القسم الخلفي للنفق.

تركيب الكبسولات المستخدمة

نفق طيران مع الكبسولةZ11-TDA و Z11-TDA+Z11-HAD:

اختير مزيج من المادتين الرئيستين للفرمونات الجنسية ووجد أن Z11-TDA وZ11-HAD (للمحلول المذكور سابقاً) وقد اختبرت المركبات (الخلائط) المختلفة على ذكور ساذجة رُبيّت على الشبيط Xanthium في نفق طيران خلال طور استدعاء الإناث للذكور.

إذا كانت المادة Z11-TDA موجودة، فإن عدد الذكور التي تلامس المصدر الفرموني تزداد مقارنة بالمادة Z11-HDA + Z11-TDA نستنتج من ذلك أن الجذب يكون أكثر قوة مقارنة بالمركب الذي يحوي على HDA.

يختلف التجاوب السلوكي عند الذكور حسب تركيب المزيج الفرموني Z11-TDA ويبدو أن المادة تؤدي دوراً إيجابياً في عملية الجذب وأن كمية صغيرة من Z11-HDA تغير بوضوح كبير نسبة الجذب حتى نستطيع القول: إن هذه المادة تقوم بعملية تثبيط (تأثير مانع).

مقارنة سلوكية حفار ساق الذرة الاوروبي (سلالة الشيح البري):

اختيرت خلائط من ثلاث مواد تحتوي على فرمونات جنسية أنثوية وهي Z11-TDA+Z11-HDA/E11-TDA/Z11-TDA وقد اختُبِرت هذه الخلائط على ذكور في نفق الطيران خلال طور الاستدعاء من قبل الإناث.

وقد أُخذت بالحسبان النسب المئوية للأفراد التي أقلعت (طارت) وتلك التي توجهت ولامست المصدر.

إذا كان الفرمون E11-TDA وZ11-TDA+Z11-HDA موجوداً فإن عدد الذكور الذين يلامسون المصدر يبدو مرتفعاً مقارنة بالفرمون: Z11-TDA+Z11-HAD. وقد حصل على استجابة أفضل عند استخدام الفرمون Z11-TDA+Z11-HAD. وبلغت النسبة المئوية للطيران الموجه 88% والنسبة المئوية للأفراد التي لامست المصدر الفرموني هي 71%. في حين مع فرمون Z11-TDA كانت نسبة الطيران السلبي69% ولم يصل أي منها إلى المصدر (0%). (شكل 3-4-5).

رقم الذكر	طيران سلبي	طيران إيجابي	طيران موجه	لمس مصدر الرائحة

1	0	1	1	0
2	0	1	1	0
3	0	1	1	0
4	0	1	1	1
5	0	1	1	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	0	1	1	1
9	0	1	1	1
10	0	1	1	1
11	0	1	1	0
12	0	1	1	0
13	0	1	1	0
المتوسط	**0**	**%100**	**%100**	**%46**

الشكل (3) انجذاب ذكور حفار ساق الذرة إلى كبسولة الفرمون E11-TDA

رقم الذكر	طيران سلبي	طيران إيجابي	طيران موجه	لمس مصدر الرائحة
1	0	1	1	0
2	0	1	1	1
3	0	1	1	1
4	0	1	1	1
5	0	1	1	1
6	0	1	1	1
7	0	1	1	1
8	0	1	1	1
9	0	1	1	1
10	0	1	1	1
11	0	1	1	1
12	0	1	1	0
13	0	1	1	0
14	0	1	1	1
15	0	1	1	1
16	1	0	0	0
17	1	0	0	0
المتوسط	%12	%88	%88	%71

الشكل (4) انجذاب ذكور حفار ساق الذرة الأوروبية إلى كبسولة الفرمون Z11-TDA+Z11-HAD

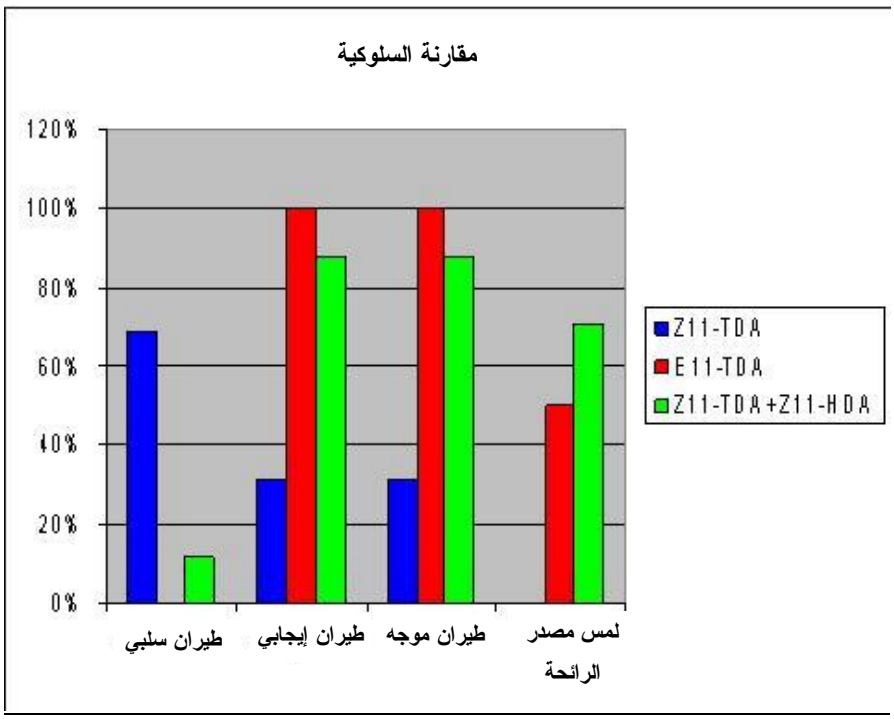
رقم الذكر	طيران سلبي	طيران إيجابي	طيران موجه	لمس مصدر الرائحة
1	0	1	1	0
2	0	1	1	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0
5	1	0	0	0
6	0	1	1	0
7	1	0	0	0
8	0	1	1	0
9	1	0	0	0
10	1	0	0	0
11	0	1	1	0
12	1	0	0	0
13	1	0	0	0
14	1	0	0	0
15	1	0	0	0
16	0	1	1	0
17	1	0	0	0
18	1	0	0	0
19	1	0	0	0
20	0	1	1	0
21	1	0	0	0
22	1	0	0	0
23	1	0	0	0
24	0	1	1	0
25	1	0	0	0
26	1	0	0	0
المتوسط	**%69**	**%31**	**%31**	**%0**

الشكل (5) انجذاب ذكور حفار ساق الذرة الأوروبية إلى كبسولة الفرمون Z11-TDA

يستنتج أن التجاوب السلوكي للذكور يختلف حسب تركيب الفرمون. ويبدو أن الفرمونات E11-TDA وZ11-TDA+Z11-HDA لها تأثير إيجابي في جذب الذكور (الطيران الموجه 88 – 100%، يلامس المصدر 50 -71% بشكل متتابع). يعطي الفرمون Z11-TDA نسبة عالية من الطيران السلبي (69%) ونسبة ضعيفة من الطيران الإيجابي بنسبة (31%) و 0% تلامس المصدر (شكل6).

يجب متابعة الاختبارات على أفراد أخرى آتية من مناطق مختلفـــة دون نـــسيان دور النبات العائل للحصول على نتائج أفضل.

نوع الكبسولة	طيران سلبي	طيران إيجابي	طيران موجه	لمس مصدر الرائحة
Z11-TDA	69%	31%	31%	0%
E11-TDA	0%	100%	100%	50%
Z11-TDA+Z11-HDA	12%	88%	88%	71%



الشكل (6) مقارنة انجذاب ذكور حفار ساق الذرة الأوروبية إلى كبسولات الفرمون المختلفة

اختبار سلوكية حفار ساق الذرة الأوروبي سلالة الشبيط Xanthium مع كبسولات Z11-TDA وZ11-HAD + Z11-TDA:

الهدف من هذه الاختبارات هو رؤية تأثير HDA في سلوكية الجذب عند الذكور الآتية من تربية الشبيط Xanthium. أُستخدم الاختبار نفسه تماماً كما في الاختبـــارات الـــسابقة. وحُصِل على النتائج الآتية (شكل7-8).

رقم الذكر	طيران سلبي	طيران إيجابي	طيران موجه	لمس مصدر الرائحة
1	1	0	0	0
2	0	1	1	0
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0
5	0	1	1	0
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	0	1	1	0
10	0	1	1	0
11	0	1	1	0
12	0	1	1	1
13	0	1	1	1
14	0	1	1	1
15	0	1	1	1
16	0	1	1	1
17	0	1	1	0
18	0	1	1	1
19	0	1	1	1
20	0	1	1	1
21	0	1	1	0
22	0	1	1	1
23	0	1	1	1
24	0	1	1	1
25	0	1	1	1
26	0	1	1	0
27	0	1	1	0
28	0	1	1	1
29	0	1	1	0
30	0	1	1	1
المتوسط	**%13**	**%87**	**%87**	**%50**

الشكل (7) ذكور حفار ساق الذرة الأوروبي الناتجة عن تربية الشبيط المجربة في نفق الطيران على كبسولة Z11-TDA

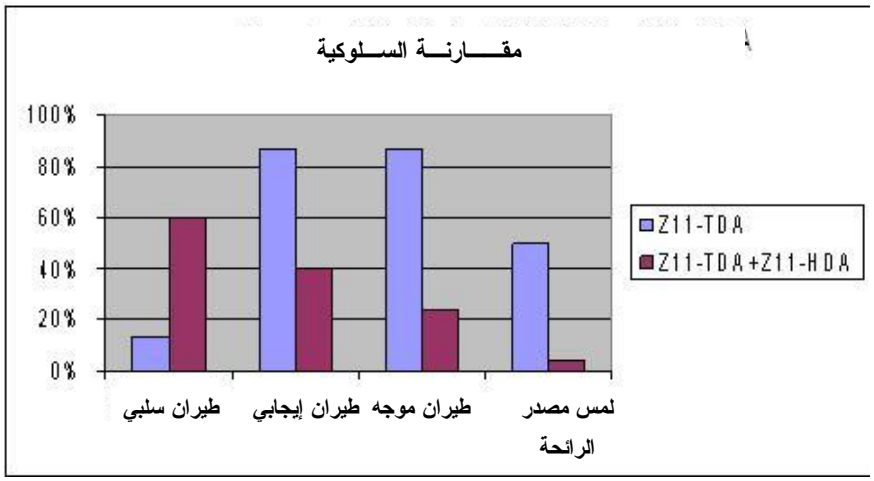
رقم الذكر	طيران سلبي	طيران إيجابي	طيران موجه	لمس مصدر الرائحة
1	0	1	1	1
2	0	1	0	0

3	1	0	0	0
4	1	0	0	0
5	1	0	0	0
6	0	1	1	0
7	1	0	0	0
8	1	0	0	0
9	1	0	0	0
10	0	1	1	0
11	1	0	0	0
12	1	0	0	0
13	0	1	0	0
14	1	0	0	0
15	1	0	0	0
16	0	1	0	0
17	1	0	0	0
18	1	0	0	0
19	1	0	0	0
20	0	1	0	0
21	0	1	1	0
22	1	0	0	0
23	0	1	1	0
24	1	0	0	0
25	0	1	1	0
المتوسط	**%60**	**%40**	**%24**	**%4**

الشكل (8) ذكور حفار ساق الذرة الأوروبي الناتجة عن تربية الشبيط المجربة في نفق الطيران على كبسولة Z11-TDA + Z11-HAD

يمكن الاستنتاج بسهولة من خلال هذه الجداول الأثر السلبي لـــ HAD وذلك لأنه في حال استخدام Z11-TDA يوجد 87% من الطيران الموجه و50% تلامس المصدر بينما في حال استخدام Z11-TDA+Z11-HAD. فإن الطيران الموجه لا يتجـــاوز 24% و4% من الأفراد تلامس المصدر كما يمكن استنتاج التأثير المثبط لهذه المادة (HAD) في عملية جذب ذكور حفار ساق الذرة الأوروبي (شكل9).

نوع الكبسولة	طيران سلبي	طيران إيجابي	طيران موجه	لمس مصدر الرائحة
Z11-TDA	13%	87%	87%	50%
Z11-TDA+Z11-HDA	60%	40%	24%	4%



الشكل (9) مقارنة ردود الفعل لذكور حفار ساق الذرة الأوروبي على الكبسولتين +Z11-TDA Z11-HDA وZ11-TDA

أما في حال استخدام الفرمون E11-TDA فإن الطيران الموجه يـــصل إلـــى 100% و50% تلامس المصدر كما هو واضح في الشكل10

رقم الذكر	طيران سلبي	طيران إيجابي	طيران موجه	لمس مصدر الرائحة
1	0	1	1	0
2	0	1	1	0
3	0	1	1	0
4	0	1	1	1
5	0	1	1	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	0	1	1	1
المتوسط	**%0**	**%100**	**%100**	**%50**

الشكل (10) ذكور حفار ساق الذرة الأوروبي الناتجة عن تربية الشبيط المجربـــة فـــي نفـــق الطيران على كبسولة E11-TDA

المنـــاقشـــــة

هناك سلالتان فرمونيتان لدى حفار ساق الذرة الأوروبي وهي تتميـــز بخلائـــط مـــن مماكبات E11-14:OAC وZ11-14:OAC بنسب مختلفة. تنتج الإناث الهجينـــة الناتجـــة عن التزاوج بين فردين من سلالات مختلفة مزيجاً فرمونياً تختلـــف نـــسبه بـــين هـــاتين النهايتين وعزلة السلالتين الأساسية عائدة للاختلافات في نظام اتصالها. يُجذب ذكر سلالة

Z من قبل أنثى سلالة Z وذكر سلالة E من قبل أنثى سلالة E. وقد قام (Carde et Roelfs, 1978) باستخلاص نتائج قياس احتمالات التزاوج إذ إن هذه النتائج تقترح أن عمليات التزاوج خارج السلالات موجودة ولكنها أقل تكراراً من عمليات التزاوج داخل السلالات.

وهناك عامل آخر له تأثير في عزلة السلالتين، هو نمط الحياة. إذ أظهر (Pelozuelo et al., 2004) أن السلالة Z تعيش على الذرة الصفراء في حين تعيش السلالة Eعلى الشيح البري وحشيشة الدينار، وذلك بنسب مكونات فرمونيه مختلفة أي إن الإناث تنتج فرمونات جنسية بمقادير مختلفة من المماكباتZ وE للـ 11- Tetradecenyl acetate تنتج الإناث من السلالة التي تعيش على الذرة الصفراء بشكل أساسي المماكب Z isomere في حين الإناث التي تربى على الشيح البري تبدو أنها تنتج بشكل أفضل المماكب Eisomere وهذا الفرق في الفرمون الجنسي يزيد من استحالة التكاثر بين أفراد السلالتين.

فضلاً عن ذلك يمكن أن يكون هناك فرق بيولوجي يساعد على تفسير الاختلاف بين مجتمعي حفار ساق الذرة الأوروبي وهو اختلاف موعد ظهور الحشرة الكاملة لكل منهما إذ إن الحشرات الكاملة للمجتمع الذي ينمو على الشيح البري يظهر قبل 10 أيام من تلك التي تنمو على الذرة الصفراء. يفسر هذا الاختلاف ببساطة بأن الشيح البري يتبرعم قبل زراعة الذرة بعشرة أيام تقريباً. ويعزى عدم التزامن هذا في جزء منه إلى التغيرات في الظروف البيئية المحيطة بالنبات (مركب كيميائي – ضوء – حرارة ورطوبة).

من النباتات المفضلة لدى حفار ساق الذرة الأوروبي هي حشيشة الدينار التي تنمو في شمال منطقة CALAIS في فرنسا، وهذه المنطقة تعدُّ الثانية لإنتاج حشيشة الدينار، والأضرار الناجمة عن حفار ساق الذرة الأوروبي لم تُسَجَّلْ بشكل واضح سوى في عام 1996 حيث لوحظت إصابة كبيرة في أحد حقول حشيشة الدينار التي طبقت فيها طريقة المكافحة المتكاملة (Bourguet et al., 2000). بدت مصائد الفرمونات المستخدمة عادة غير فعالة، وأظهرت الدراسات الأكثر تعمقاً داخل النوع وجود سلالتين فرمونيتين ووجود مجتمع هجين. ينتمي المجتمع الموجود في حقول حشيشة الدينار، إلى سلالةE والمجتمع الموجود على الذرة الصفراء من سلالةZ (Pelozuelo et al., 2004).

قد يكون التأقلم مع بيئات مختلفة مصدراً لاختلاف وراثي بين مجتمعات النوع الواحد (Martel et al., 2003). كما أن الشروط البيولوجية لكل بيئة يمكن أن تدل على عدم توافق في التكاثر بين مجتمعين. وهذه الظاهرة قد ينتج عنها ما يدعى Speciation sympathrique، كما في حالة حفار ساق الذرة الأوروبي الذي سبق شرحه.

REFERENCES المراجع

1 -Alford D.V. (1994). Ravageurs des végétaux d'ornament.arbres, arbustes, fleurs .INRA Editions.

2 -Baker, T.C.and Linn C.E.J (1984). Wind Tunnels in Pheromone research (chapter 3). Technique in pheromone research. H.A. Miller, Spring-Vertag.

3 -Baker, T.C. (1990). Upwind flight and casting flight: complimentary phasic and tonic systems used for location of sex Pheromone sources by male moths. International symposium on olfaction and taste X. K.B.D ving.Oslo, Graphic communication systems: 18-25.

4 -Baltensweiler, W. and Priesmer E. (1988). A study of pheromone polymorphism in Zeiphra diniana Gn. (Lepidopetra: Tortricidae). Specificity of attraction to synthetic pheromone source by different male response types from two host races. J. Appl. Entomol.106:217-231.

5 -Bernays, E. A., Chapman, R. F. (1994). Host-plant selection by phytophagous insects. New York, Chapman & Hall xiii, 312 pp.

6 -Bourguet, D., M. T., Bethenod, C., Trouve, F.Viard, (2000). Host-plant diversity of the European corn borer Ostrinia nubilalis: what value for sustainable transgenic insecticidal Bt maize? Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences 267(1449): 1177-84.

7 - Carde, R. T. and Roelfs, W. L. 1978. European corn borer: Pheromone polymorphism or sibling species? Science 199:555-556.

8 -Emelianov, I., Simpson, F., Narang, P., et Mallet, J. (2003). Host choice promotes reproductive isolation. Between host races of the larch budmoth *Zeiraphera diniana* **. *J. Evol. Biol.* 16:208-218.**

9-Emelianov,I.,M Dres et al., (2001). Host-indused assortative mating in host races of the larch budmoth.Evolution 55(10):2002-2010

10 -Foster, S.P., J.R., Clearwater and S.J. Muggleston, (1989). Intraspecific variation of two components in sex pheromone gland of Planotortrix excessana sibling species. J. Chem. Ecol. 15:457-465.

11 - Foster, S.P., and J.S. Dugdale, (1988). A comparison of morphological and sex pheromone differences in some New Zealand Tortricinae moths. Biochem. Syst. Ecol. 16:227-232.

12-Frérot, B., Descoins, C., Lalanne-Cassou, B., Saglio, P., and Beauvais, F. (1979). Field trapping of tortricids from apple orchards with synthetic sex attractants. Ann. Zool. Ecol. Anim. 11:617-636.

13 -Frerot, B., Malosse, C., and Cain, A.H. (1997). Solid-phase micro extraction (SPME): a new tool in pheromone identification in Lepidoptera. J. High Res. Chromatog. 20:340-342.

14 -Frérot, B., and Foster, S.P. (1991). Sex pheromone evidence for two distinct taxa within Graphania mutans (Walker). J. Chem. Ecol. 17:2077-2093.

15 -Frérot, B., Chambon, J.-P., Boniface, B., and Descoins, C. (1985). Sexual trapping of various Lepidoptera males by synthetic attractants. Ann. Soc. Entomol. Fr. 21:297-305.

16 - Glover, T.J., Tang, X.-H., and Roelofs, W.L. (1987). Sex pheromone blend discrimination by male moths from E and Z strains of European corn borer. J. Chem. Ecol. 13:143-151.

17 -Klun, J.A., Plimmer, J.R., Bierl-Leonhardt, B.A., Sparks, A.N., and Chapman, O.L. (1979). Trace chemicals: the essence of sexual communication systems in Heliothis species. Science. 204:1328-1330.

18 -Klun, J. A. and Cooperators. (1975). Intraspecific pheromonal variability of Ostrinia nubilalis (Lepidoptera: Pyralidae) in North America and Europe. Environ. Entomol. 4: 891-894.

19 - Lalanne-Cassou, B., Silvain, J.F., Monti, L., and Malosse, C. (1994). Description of a new species of Spodoptera from French Guiana: S. descoinsi (Lepidoptera: Noctuidae: Amphipyrinae), discovered with the help of sex attractants. Ann. Soc. Entomol. Fr. 30:25-32.

20 -Landolt, P. J., et Phillips, T. W. (1997). Host plant influences on sex pheromone behaviour of phytophagous insects. Annu. Rev. Entomol. 42:371-391.

21 – Linn, C.E., jr. and Roelofs, W.L. (1995). Pheromone communication in moths and its role in the speciation process. In D.A. Lambert and H.G. Spencer (eds.). Speciation and the Recognition Concept, Theory and Application. John Hopkins University Press, Baltimore, pp. 263-299.

22 - Linn, C.E., Jr., Young, M.S., Gendle, M., Glover, T.L., and Roelofs, W.L. (1985). Sex pheromone blend discrimination in two races and hybrids of European corn bore moth Ostrinia nubilalis. Physiol. Entomol. 22:212-223.

23 - Martel, C., Rejasse, A., Rousset, F., Bethenod, M.T., and Bourguet, D. (2003). Host plant associated genetic differentiation in northern French population of the European corn borer. Heredity 90:141-149.

24 -Pelozuelo et al., (2004). Host-plant specialization in pheromone strains of the European corn borer Ostrinia nbilias in France.Journal of Chemical Ecology 30(2):335-352.

25 - Roelofs, W., Glover, T., Du, J.W., Tang, X. H., Robbins, P., and Eckenrode, C. J. (1985). Three European corn borer population in New York based on sex pheromone and voltinism. J. Chem. Ecol. 11:829-836.

26 - Roelofs, W., Glover, T., Tang, X.H., Sreng, I., Robbins, P., Eckenrode, C. J., Lofsted, C., Hansson, B. S., and Bengtsson, B.O. (1987). Sex pheromone production and perception in European corn borer moths is determined by both autosomal and sex-linked genes. Proc.Nat.Acad.Sci. U.S.A. 84:7585-7589.

27 - Roelofs, W.L., et Carde, R.T. (1974). Sex pheromones in the reproductive isolation of lepidopterous species, pp. 96-114, Dans M. C. Birch (ed.). Pheromones. N.H. Publishing Company, Amsterdam

28 -Schlaepfer, M. A., et Mcneil, J. N. (2000). Are virgin male lepidopterans more successful in mate acquisition than previously mated individuals? A study of the European corn borer, *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Can. J. Zool. 78:2045-2050.

Received	**2005/11/08**	**إيداع البحث**
Accepted for Publ.	**2006/01/22**	**قبول البحث للنشر**