

27. Tobie EJ, Von Brand T, Mehlman B: Cultural and physiological observations on *Trypanosoma rhodesiense* and *Trypanosoma gambiense*. *J. Parasitol.*, 1950, **36**, 48-54.
28. Van der Ploeg LHT, Cornelissen WWCA, Michels PAM, Borst P: Chromosome rearrangements in *Trypanosoma brucei*. *Cell*, 1984, **32**, 213-221.
29. Van Eys GJJM, Schoone GJ, Ligthart GS, Alvar J, Evans DA, Terpstra W: Identification of «Old World» *Leishmania* by DNA recombinant probes. *Mol. Biochem. Parasitol.*, 1989, **34**, 53-62.
30. Van Eys GJJM, Schoone GJ, Kroon NCM, Ebeling SB: Sequence analysis of small subunit ribosomal RNA genes and its use for detection and identification of *Leishmania* parasites. *Mol. Biochem. Parasitol.*, 1992, **51**, 133-142.
31. Van Meirvenne N, Janssens PG, Magnus E: Antigenic variation in syringe passaged populations of *Trypanosoma (Trypanozoon) brucei*. I. Rationalization of the experimental approach. *Ann. Soc. Belge Méd. Trop.*, 1975, **55**, 1-23.
32. Wilson AC, Sarich VM, Maxson LR: The importance of gene rearrangement in evolution: evidence from studies on rates of chromosomal, protein and anatomical evolution. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 1974, **71**, 3028-3030.

ETUDE DE FACTEURS CONDITIONNANT L'EFFICACITE
DE DEUX COMPOSES REGULATEURS DE CROISSANCE,
OMS 3010 (PHENOXYCARB) ET OMS 3019 (ETHOXYPIRIDINE),
SUR LES LARVES DU COMPLEXE *SIMULIUM DAMNOSUM*
(DIPTERA: SIMULIIDAE)

par

J.M.C. DOANNIO¹, J. DOSSOU-YOVO¹, J. DUVAL², J.-M. HOUGARD³ & P. GUILLET⁴

¹ O.C.C.G.E., Institut Pierre Richet, B.P. 1500, 01 Bouaké 01, Côte d'Ivoire

² ORSTOM, Institut Pierre Richet, B.P. 1500, 01 Bouaké 01, Côte d'Ivoire

³ ORSTOM, Centre Pasteur du Cameroun, B.P. 1274, Yaoundé, Cameroun

⁴ ORSTOM, 911 Avenue Agropolis, 34032 Montpellier Cedex, France

Résumé. — Un criblage intensif d'insecticides régulateurs de croissance réalisé en Côte d'Ivoire sur les larves du complexe *S. damnosum* a permis de sélectionner deux composés agissant comme des analogues synthétiques de l'hormone juvénile: l'OMS 3010 (phénoxycarb) et l'OMS 3019 (éthoxyridine). Toutefois leurs performances restent en dessous de celles des insecticides chimiques classiques habituellement utilisés par le programme OMS de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest.

Outre la concentration, deux facteurs qui conditionnent leur efficacité sur les larves de simules, ont été étudiés: le stade larvaire et le temps de contact larve/insecticide. Les résultats de cette étude ont montré que ces composés sont plus actifs sur les derniers stades larvaires (stades 6 et 7). Cependant, le temps de contact semble déterminant. Les simules étant des espèces rhéophiles, il est difficile d'obtenir dans les conditions naturelles une exposition prolongée des larves aux produits.

Les doses efficaces trop élevées, le manque d'activité suffisante pour les premiers stades larvaires et le temps de contact larve/insecticide constituent des facteurs limitants de l'utilisation opérationnelle de ce type d'insecticide dans la lutte contre les larves de simules en Afrique de l'Ouest.

KEYWORDS: Insect Growth Regulators; *Simulium damnosum* Complex Larvae; Efficiency; Small Scale Assessment; Ivory Coast.

Introduction

L'utilisation des composés régulateurs de croissance dans la lutte contre les larves de simules vectrices de l'onchocercose humaine en Afrique de l'Ouest a été envisagée comme une alternative éventuelle lorsque la résistance aux insecticides organophosphorés s'est développée dans l'aire du programme OMS/OCP (1, 9, 12). Un programme de criblage intensif de nouveaux composés proposés par l'industrie a été initié dans le but de sélectionner les formulations utilisables comme insecticides antisimulidiens.

Les premiers essais à échelle réduite ont été réalisés avec le diflubenzuron (Dimilin®) et le méthoprène (Altosid®) (7) en raison des résultats prometteurs obtenus avec ces composés sur des larves de populations de moustiques résistantes aux organophosphorés (2, 16, 19) et sur des larves de simules néarctiques (*Simulium verecundum*, *Simulium venustum*, *Simulium canadense* et *Simulium vittatum*) (14, 17, 20).

Une méthodologie fiable d'évaluation à échelle réduite de l'activité biologique des formulations de composés régulateurs de croissance vis-à-vis

des larves du complexe *Simulium damnosum* a été mise au point (4, 7, 10) et a permis de tester de nombreuses formulations proposées par l'industrie.

Les résultats de ces tests ont mis en évidence une meilleure efficacité des composés du groupe des analogues synthétiques de l'hormone juvénile comparativement à ceux du groupe des benzoylphénylurées substitués. Toutefois leurs performances restent moins bonnes que celles des larvicides chimiques classiques (5, 7, 10).

Outre la concentration, d'autres facteurs conditionnent l'efficacité des insecticides chimiques utilisés comme larvicides antisimulidiens. En effet, il a été démontré que leur efficacité dépendait étroitement de la formulation utilisée (8, 11). Il en est de même pour les régulateurs de croissance des insectes (7, 13, 20).

La biologie particulière des larves du complexe *S. damnosum* (développement larvaire asynchrone et espèces rhéophiles) nous a amenés à poursuivre notre étude avec deux des composés les plus performants du groupe des analogues synthétiques de l'hormone juvénile [OMS 3010 (phénoxy carb) et OMS 3019 (éthoxy pyridine)]; ceci afin d'étudier deux autres facteurs qui peuvent conditionner leur efficacité sur les larves de simulies: le stade larvaire et le temps de contact larve/insecticide.*

Matériel et méthodes

Les essais ont été réalisés dans une station expérimentale située en zone de forêt humide de Côte d'Ivoire avec des larves de *Simulium yahense*, espèce du complexe *Simulium damnosum* caractéristique des petites rivières de forêt.

Les composés testés sont les suivants:

- OMS 3010 (phénoxy carb) - MAAG Ro: Ethyl-2-(4-phénoxy-phénoxy) éthyl carbamate; en concentré émulsifiable à 12,5 %;
- OMS 3019 (éthoxy pyridine) - SUMITOMO CHEMICAL: 2-1 méthyl-2-(4-phénoxy-phénoxy) éthoxy pyridine; en concentré émulsifiable à 10 %.

La méthodologie utilisée est celle décrite par Doannio *et al.* (4). Elle consiste à exposer à des temps de contacts différents de 100 à 300 larves de simulies à des concentrations croissantes de l'insecticide et à suivre leur développement dans un dispositif permettant de récupérer les adultes.

Pour chaque composé testé, trois essais ont été réalisés à raison de deux répliques par concentration.

L'évaluation de l'efficacité des produits testés est basée sur le nombre des adultes de simulies viables obtenus pour chaque concentration testée et exprimée en pourcentage de réduction d'émergence. Cette valeur est calculée en comparant le nombre d'adultes viables obtenus au nombre de larves testées et en corrigeant ces valeurs en fonction du pourcentage naturel de réduction d'émergence chez une population non traitée (18). Ce calcul prend en considération la mortalité larvaire cumulée et la mortalité nymphale.

Le développement asynchrone des larves de simulies nous a conduit à étudier l'influence du stade larvaire sur l'efficacité des composés régulateurs de croissance sélectionnés. Les tests ont été réalisés simultanément aux

mêmes concentrations sur deux groupes d'âges; d'une part des larves jeunes (stades 3, 4 et 5) et d'autre part des larves âgées (stades 6 et 7).

Lors de l'application des larvicides antisimulidiens classiques, la durée du contact entre les larves de simulies (espèces rhéophiles) et le produit est un facteur déterminant de l'efficacité des traitements des gîtes larvaires. La particularité du mode d'action des régulateurs de croissance nous a conduits à étudier l'influence de ce paramètre sur leur efficacité en faisant varier la durée du contact larve/insecticide de 10, 20 et 60 minutes.

Résultats

Etude de l'influence du stade larvaire

Les deux composés testés ont présenté une meilleure activité sur les derniers stades larvaires (stade 6 et 7) avec 97,79 % de réduction d'émergence des adultes à la concentration de 0,1 mg/l/10 mn pour l'OMS 3010 et 88,98 % à 0,75 mg/l/10 mn pour l'OMS 3019 contre 45,55 % et 18,38 % respectivement pour les jeunes larves (tableaux 1 et 2). Par ailleurs on a

TABLEAU 1
Influence du stade larvaire sur l'efficacité de l'OMS 3010 en CE 12,5% (phénoxy carb), sur les larves du complexe *Simulium damnosum* (Diptera: Simuliidae): pourcentages de réduction d'émergence des adultes corrigés par rapport au témoin et intervalles de confiance à 95%; (*) = nombres de larves testées

Concentration (mg/l/10 mn)	Stades larvaires	
	Jeunes (3, 4 et 5)	Agés (6 et 7)
Témoin	30,95 ± 6,98 (168)*	17,61 ± 5,58 (179)
0,01	32,90 ± 6,80 (183)	28,19 ± 6,86 (165)
0,05	59,00 ± 6,24 (238)	64,95 ± 6,56 (203)
0,10	45,55 ± 6,93 (198)	97,79 ± 2,69 (114)
0,20	67,01 ± 6,08 (229)	86,83 ± 4,83 (188)
0,40	42,83 ± 6,81 (215)	95,95 ± 2,69 (206)
0,50	73,10 ± 5,39 (255)	98,51 ± 1,69 (197)
1,00	61,15 ± 5,63 (287)	100,00 (184)
2,00	100,00 (236)	100,00 (172)

TABLEAU 2
Influence du stade larvaire sur l'efficacité de l'OMS 3019 en CE 12,5% (éthoxy pyridine), sur les larves du complexe *Simulium damnosum* (Diptera: Simuliidae): pourcentages de réduction d'émergence des adultes corrigés par rapport au témoin et intervalles de confiance à 95%; (*) = nombres de larves testées

Concentration (mg/l/10 mn)	Stades larvaires	
	Jeunes (3, 4 et 5)	Agés (6 et 7)
Témoin	18,36 ± 5,12 (221)*	18,19 ± 7,20 (110)
0,01	26,74 ± 5,15 (283)	36,73 ± 7,10 (177)
0,10	52,92 ± 5,86 (274)	74,69 ± 6,77 (158)
0,50	14,74 ± 4,86 (222)	82,14 ± 6,60 (129)
0,75	18,38 ± 4,98 (232)	88,98 ± 4,25 (208)
1,00	97,95 ± 1,78 (241)	100,00 (185)

observé une assez bonne corrélation entre les concentrations et les pourcentages de réduction d'émergence obtenus avec les larves âgées. Le mode d'action des composés du groupe des analogues synthétiques de l'hormone juvénile et la durée relativement courte du temps de contact utilisé (10 minutes) expliquent les résultats obtenus. Toutefois avec l'OMS 3010, à la concentration la plus élevée de 2 mg/l/10 mn la réduction d'émergence a été de 100 % tant pour les larves jeunes que pour les larves âgées. A cette dose, la toxicité immédiate du produit (carbamate) prend le dessus de l'effet régulateur de croissance (tableau 1).

Etude de l'influence du temps de contact

L'OMS 3010 (phenoxy carb) bien qu'agissant comme un régulateur de croissance du groupe des analogues synthétiques de l'hormone juvénile appartient à la famille des carbamates qui sont habituellement des insecticides à toxicité immédiate. Son utilisation pourrait biaiser les résultats de cette étude dans la mesure où il provoque une mortalité larvaire relativement importante. Seul l'OMS 3019 a été utilisé pour l'étude de l'influence du temps de contact. Nous avons obtenu à la concentration de 0,1 mg/l pour les temps de contact de 10, 20 et 60 minutes respectivement 57,88 %, 59,53 % et 98,40 % de réduction d'émergence des adultes pour tous les stades larvaires confondus (tableau 3). La corrélation entre les concentrations et les pourcentages de réduction d'émergence est assez satisfaisante. A la concentration de 0,75 mg/l, la plus proche d'une dose opérationnelle d'un larvicide chimique classique, nous avons obtenu 100 % de réduction d'émergence pour un temps de contact de soixante minutes (tableau 3).

TABLEAU 3
Influence du temps de contact larve/insecticide sur l'efficacité de l'OMS 3019 en CE 10 % (ethoxy pyridine) sur les larves (tous stades) du complexe *Simulium damnosum* (Diptera: Simuliidae): pourcentages de réduction d'émergence des adultes corrigés par rapport au témoin et intervalles de confiance à 95 %; (*) = nombres de larves testées

Concentration (mg/l)	Temps de contact		
	10 mn	20 mn	60 mn
Témoin	28,58 ± 8,11 (119)*	28,58 ± 8,11 (119)	28,58 ± 8,11 (119)
0,10	57,88 ± 5,67 (291)	59,53 ± 6,04 (253)	98,40 ± 1,67 (216)
0,50	85,98 ± 4,47 (231)	93,40 ± 2,86 (289)	95,65 ± 2,54 (246)
0,75	95,86 ± 2,39 (265)	98,28 ± 1,55 (269)	100,00 (248)
1,00	97,10 ± 2,19 (225)	97,96 ± 1,68 (277)	100,00 (281)

Discussion

D'une manière générale, la sensibilité des jeunes larves aux insecticides conventionnels est plus grande que celle des larves âgées tant pour les moustiques que pour les simules. Les composés agissant comme des analogues synthétiques de l'hormone juvénile sont bien plus actifs sur les derniers stades larvaires. Ce phénomène est a priori logique quand on sait qu'ils n'agissent qu'au moment des mues nymphales et imaginaires.

Les doses nécessaires pour obtenir une efficacité totale sont assez élevées contrairement celles des insecticides chimiques classiques à toxicité

immédiate. Par contre avec des temps de contact suffisamment longs (60 mn) on obtient pour des doses relativement faibles de bons résultats. Mais dans la pratique des traitements de gîtes larvaires simuliens il est difficile d'obtenir des contacts larves/insecticide aussi longs.

Les meilleurs résultats obtenus sur les larves de moustiques avec les mêmes composés à des concentrations relativement faibles tant au laboratoire que dans les conditions naturelles (3, 6, 15) montrent bien que le facteur temps de contact est déterminant dans l'efficacité des insecticides régulateurs de croissance. En effet, les simules étant des espèces rhéophiles contrairement aux moustiques, il est difficile d'obtenir dans les conditions naturelles une exposition prolongée des larves aux produits utilisés.

Si la durée théorique des épandages est de dix minutes; dans la pratique des traitements des gîtes larvaires le contact larve/insecticide dure de quelques secondes à quelques minutes.

Conclusion

Les doses efficaces trop élevées, le manque d'activité suffisante sur les larves jeunes et le temps de contact larve/insecticide constituent des facteurs limitants de l'utilisation des composés régulateurs de croissance du groupe des analogues synthétiques de l'hormone juvénile comme insecticides antisimuliens. En effet, d'un point de vue opérationnel les doses efficaces varient entre 1,92 l/m³/sec. pour l'OMS 3010 (phenoxy carb. CE 12,5 %) et 3,6 l/m³/sec. pour l'OMS 3019 (ethoxy pyridine CE 10 %). Ces dosages sont 4 à 20 fois plus élevés que ceux des insecticides chimiques classiques actuellement utilisés par OMS/OCP (0,12-0,30 l/m³/sec.). Leur utilisation se traduirait par une augmentation des quantités de produits à épandre et par conséquent un accroissement de facteur coût des insecticides et de leur application par hélicoptère.

En revanche, le stade larvaire et le temps de contact larve/insecticide pourraient se contrôler plus facilement en resserrant les cycles de traitements qui sont de sept jours (durée moyenne de vie larvaire) et en épandant les produits plus en amont des gîtes à traiter. Les traitements au sol et la mise au point de techniques d'application lente des produits pourraient également être envisagés. Toutefois, cela supposerait la mise en place d'un nouvel arsenal d'épandage adapté. Par ailleurs, l'évaluation de l'efficacité de ce type d'insecticide dans les conditions opérationnelles constituerait un handicap sérieux, comme c'est le cas dans la lutte contre les moustiques où les régulateurs de croissances sont rarement utilisés.

C'est pourquoi, pour l'instant la disponibilité d'une gamme d'insecticides chimiques (organophosphorés, pyréthrinoïdes et carbamates) et d'origine biologique (*Bacillus thuringiensis* H 14) utilisés efficacement en rotation exclut l'éventualité d'une utilisation des régulateurs de croissance comme insecticides antisimuliens.

Remerciements. — A Monsieur le Docteur B. Philippon de l'ORSTOM pour l'intérêt qu'il a accordé à ce travail.

A Messieurs les Docteurs F. Rivière, directeur de l'Institut Pierre Richet et C. Back du Programme OMS de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest (OMS/OCP), pour les conseils qu'ils ont bien voulu nous prodiguer au cours de la réduction de ce manuscrit.

Factors affecting the activity of two insect growth regulators, OMS 3010 (phenoxycarb) and OMS 3019 (ethoxypridine), on larvae of the *Simulium damnosum* complex (Diptera: Simuliidae).

Summary: Two insect growth regulators (IGR'S) acting as juvenile hormone analogs (JHA'S), OMS 3010 (phenoxycarb) and OMS 3019 (ethoxypridine) were selected after a screening of several compounds proposed by industry on black fly larvae of the *Simulium damnosum* complex (Diptera: Simuliidae) the vector of onchocerciasis in West Africa. Bioassays were designed to study two parameters: larval age and exposure time. The results showed that these compounds are more efficient on old larvae (6th and 7th instars) than young larvae (3rd, 4th and 5th instars). However, exposure time seems essential. The black fly larvae live in fast running water courses. Thus, it is difficult to insure a prolonged exposure time in natural conditions. Though being active on black fly larvae, three factors are limiting the prospects for operational use of these two compounds: high dosages, limited effectiveness on young instar larvae and exposure time.

Factoren die de werking beïnvloeden van twee insectengroei-regulatoren, OMS 3010 (phenoxycarb) en OMS 3019 (ethoxypridine), op larven van het *Simulium damnosum* complex (Diptera: Simuliidae).

Samenvatting. — Twee insectengroei-regulatoren die ageren als juveniele hormoonanalogen OMS 3010 (phenoxycarb) en OMS 3019 (ethoxypridine), werden geselecteerd na screening van verscheidene producten die door de industrie werden voorgesteld voor de verdelging van larven van het *Simulium damnosum* complex (Diptera: Simuliidae), de vector van onchocerciasis in West Afrika. De testen werden ontwikkeld om twee parameters nader te bestuderen: de leeftijd van de larven en de duur van de blootstelling. De resultaten tonen aan dat deze regulatoren beter inwerken op oudere larven (6^e en 7^e stadia) dan op jongere larven (3^e, 4^e en 5^e stadia). De duur van de blootstelling lijkt essentieel. De larven leven in snelstromend water. Daardoor is het moeilijk om een lange blootstellingstijd in een natuurlijke omgeving te verkrijgen. Hoewel ze actief zijn tegen de *Simulium* larven, zullen drie factoren een remmende invloed uitoefenen op de ontwikkeling van operationele aanwending van deze twee producten: de hoge dosering, de mindere doelmatigheid op jonge larven en de blootstellingstijd.

Reçu pour publication le 2 février 1993.

REFERENCES

1. Anonyme: Dix ans de lutte contre l'onchocercose en Afrique de l'Ouest. Bilan des activités du Programme de lutte contre l'onchocercose dans la région du bassin de la Volta. Genève, Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 1985, 125 p. (OMS/OCP/84.3).
2. Axtell RC, Rutz DA, Edwards TD: Field tests of insecticides and insect growth regulators for the control of *Culex quinquefasciatus* in anaerobic animal waste lagoons. Mosquito News, 1980, 40, 36-42.
3. Doannio JMC, Hougard JM, Dossou-Yovo J, Duval J: Evaluation en milieu naturel de l'activité de trois analogues de régulateurs de croissance, l'OMS 3007, OMS 3010 et OMS 3019 sur *Culex quinquefasciatus* en Afrique de l'Ouest. Cah. ORSTOM, Sér. Ent. Méd. et Parasitol., 1986, 24, 287-291.
4. Doannio JMC, Hougard JM, Dossou-Yovo J, Duval J, Escaffre H: Evaluation à échelle réduite de l'activité biologique des formulations de composés régulateurs de croissance vis-à-vis des larves du Complexe *Simulium damnosum*: 1. Amélioration de la méthodologie par utilisation de deux nouveaux dispositifs. Cah. ORSTOM, Sér., Ent. méd. et Parasitol., 1987, numéro spécial 1987, 17-23.
5. Doannio JMC, Dossou-Yovo J, Duval J, Hougard JM: Evaluation à échelle réduite de l'efficacité d'insecticides régulateurs de croissance sur les larves du Complexe *Simulium damnosum* (Diptera: Simuliidae). Ann. Soc. Belg. Méd. Trop., 1992, 72, 197-203.
6. Darriet F, Robert V, Carnevale P: Evaluation de trois inhibiteurs de croissance, deux ecdysoïdes et un juvénoloïde, dans la lutte contre *Culex quinquefasciatus*. Cah. ORSTOM, Sér. Ent. Méd. et Parasitol., 25, 119-126.
7. Guillet P: La lutte contre les vecteurs de l'onchocercose en Afrique de l'Ouest: étude de la résistance et recherche de nouveaux larvicides. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Paris Sud, ORSTOM, 1985, 444 p.
8. Guillet P, Escaffre H: La recherche de nouvelles formulations d'insecticides contre les larves des vecteurs de l'onchocercose en Afrique de l'Ouest. In: Congrès sur la lutte contre les insectes vecteurs en milieu tropical, Marseille, 13-16 mars 1979, II, 1169-1178.
9. Guillet P, Escaffre H, Ouédraogo M, Quillévéré D: Mise en évidence d'une résistance au téméphos dans le complexe *Simulium damnosum* (*S. sanctipaulii* et *S. soubrense*) en Côte d'Ivoire. Cah. ORSTOM, Sér. Ent. Méd. et Parasitol., 1980, 18, 291-299.
10. Hougard JM: Evaluation de l'efficacité de nouveaux larvicides pour la lutte contre les vecteurs d'endémies en Afrique de l'Ouest. Thèse de Doctorat, Editions de l'ORSTOM, TDM 38, 1988, 246 P.

11. Jamback H, Means RG: Formulation as a factor influencing the effectiveness of Abate (R) in control of black flies (Diptera: Simuliidae). Proc. 55 Ann. Meet N.J. Mosquito Ext. Assoc. Atlantic City, March 19-22, 1988, 89-94.
12. Kurtak DC, Ouédraogo M, Ocran M, Barro T, Guillet P: Preliminary note on the appearance in Ivory Coast of resistance to chlorphoxim in *Simulium soubrense/sanctipaulii* larvae already resistant to temephos (Abate®), 1982, 11 p. (Doc. mimeo. WHO/VBC/82.850).
13. Lacey LA, Mulla MS: Factors affecting the activity of diflubenzuron against *Simulium* larvae (Diptera: Simuliidae). Mosquito News, 1978, 38, 264-268.
14. Lacey LA, Mulla MS: Field evaluation of diflubenzuron against *Simulium* larvae, J. Amer. Mosquito Control Assoc., 1979, 39, 86-91.
15. Lochourn L: Action des régulateurs de croissance à des doses sublétales sur des vecteurs de filarioses en Afrique Centrale. Thèse de Doctorat, Université Paris 6, 1990, 208 p.
16. Mathis HL, Ree H, Jolivet PHA, Shim JC: A field trial of the insect growth inhibitors, OMS 1697 (Altosid) and OMS 1804 against *Culex pipiens*, in Seoul, Korea. 1975, 494. (Doc. mimeo. OMS WHO/VBC/75).
17. Mckague AB, Pridmore RB, Wood PM: Effects of Altosid and Dimilin on black flies (Diptera: Simuliidae) - Laboratory and field tests. Can Entomol., 1978, 110, 1103-1110.
18. Mulla MS, Darwazeh HA, Ede Z, Kennedy B: Laboratory and field evaluation of IGR phenoxycarb against mosquitoes. J. Amer. Mosq. Control. Assoc., 1985, 1, 442-448.
19. Schaefer CH, Wilder WH: Insect developmental inhibitors. 2. Effects on target mosquito species, J. Econ. Entomol., 1973, 66, 913-916.
20. Thompson BH, Adams BG: Laboratory and field trials using Altosid insect growth regulators against black flies (Diptera: Simuliidae) of New Foundland Canada, J. Med. Entomol., 1979, 16, 536-546.