



Original Paper

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Criblage de clones d'ignames du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* pour la résistance au virus de la mosaïque de l'igname (YMV) au Togo

Dzola Kwasi AYISAH^{*}, Agnassim BANITO et
Dieudonné Yawovi Mawuena GUMEDZOE

Département de Défense des Cultures, Laboratoire de Virologie et de Biotechnologies Végétales,
Ecoles Supérieure d'Agronomie, Université de Lomé, B.P. 1515 Lomé, Togo.

^{*}Auteur correspondant, E-mail: daisyah@yahoo.fr;

Tél. : 228 22 25 41 97/ 228 90 72 68 89 ; Fax: +228 221 85 95

RESUME

Le virus de la mosaïque de l'igname (YMV), genre Potyvirus, entrave gravement la culture d'ignames au Togo. Pour contrôler le virus, la recherche des sources locales résistantes d'ignames a été entreprise. Une collection de 36 clones sains d'ignames sélectionnés lors d'essais de résistance aux viroses de 120 accessions du complexe *D. cayenensis-rotundata*, a été criblée au champ avec des bandes infectantes de YMV et en serre par inoculation avec l'isolat 12-8/05 de YMV. Des feuilles prélevées sur les plants d'igname ont été analysées par la RT-PCR pour la détection du YMV utilisant des amorces spécifiques. Les résultats ont montré que 15 clones au champ et 12 clones en serre ont été sains. Les analyses RT-PCR ont révélé 10 clones résistants et 2 clones tolérants au YMV. Un des 10 clones résistants a été, cependant, infecté au champ par d'autres virus auxquels les 9 autres clones, TgKe2, TgKe8, TgKra7, TgKra8, TgKra12, TgKou6, TgKou4, TgKou9, et TgDrElé ont également résisté probablement une résistance de type horizontal. Ces résultats suggèrent la nécessité d'étendre le criblage à d'autres espèces d'ignames en vue de répertorier les sources de résistance disponibles dans chaque espèce exploitables dans le programme d'amélioration variétale.

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Dioscorea cayenensis-rotundata*, virus de la mosaïque de l'igname, criblage, RT-PCR.

INTRODUCTION

Au Togo, les ignames (*Dioscorea* spp.), notamment les ignames du complexe *D. cayenensis-rotundata*, sont cultivées dans les cinq régions économiques du pays. La production nationale d'ignames estimée à 630 000 t/an, représente 40% de la production de tubercules du pays (DSID, 2008 ; FAOSTAT, 2009). Les ignames occupent ainsi la troisième place dans la production vivrière nationale après le maïs et le manioc. Cependant, cette culture est entravée par des

maladies virales dont celles provoquées par le virus de la mosaïque de l'igname ou le YMV (Gumedzoe et al., 2003; Ayisah et al., 2011). L'incidence du YMV sur les ignames du complexe *D. cayenensis-rotundata* est très importante ; en fonction des zones de production, elle peut varier entre 40% et 63% (Ayisah et al., 2011).

Pour lutter efficacement contre le YMV, l'utilisation de variétés d'ignames résistantes s'avère indispensable. Cependant, au Togo, les variétés améliorées résistantes

© 2014 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i5.23>

sont peu disponibles. Récemment, des variétés améliorées introduites de l'IITA ont été pour la plupart infectées par des virus (N'Kpenu, 2003) ; ceci est lié à la très grande variabilité génétique des pathogènes (Bousalem et al., 2000a ; Ayisah et Gumedzoe, 2012). Pour développer des variétés d'ignames résistantes, exploitables de façon durable contre le YMV, la meilleure stratégie serait l'utilisation des sources de résistance issues des populations locales d'ignames.

Le but de cette étude est de rechercher des ressources génétiques résistantes au YMV dans les populations locales d'ignames au Togo, qui pourraient être intégrées dans le programme national d'amélioration variétale des ignames. Spécifiquement, il s'agit de cribler des clones sains d'ignames du complexe *D. cayenensis-rotundata* présélectionnés lors d'essais de résistance aux viroses.

MATERIEL ET METHODES

Site expérimental

Les essais de criblage ont été réalisés à la Station d'Expérimentation Agronomique de l'Ecole Supérieure d'Agronomie de l'Université de Lomé (SEAL) en 2006. La station est située dans la Région Maritime, au sol de type ferrallitique de couleur rouge dont la composition chimique est la suivante : matière organique (1,363%), carbone (0,791%), azote total (0,0756%), rapport C/N (10,46) phosphore total (178 ppm), phosphore assimilable (72 ppm), pH eau (8,22), pH KCl (7,90). Cette Région jouit d'un climat de type Guinéen comportant deux saisons de pluies et deux saisons sèches. La grande saison de pluie va de mi-mars à fin juillet et la petite saison de pluie va de septembre à mi-novembre (Adri, 2007). La pluviométrie varie entre 1.000 et 1.400 mm par an, tandis que la température varie entre 24 °C à 32 °C et l'humidité relative entre 70% à 90% (Données de la station météo de SEAL).

Matériel végétal étudié

Au total, trente-six clones sains d'igname du complexe *D. cayenensis-*

rotundata (Tableau 1) ont été sélectionnés à partir d'une collection d'ignames du Laboratoire de Virologie et Biotechnologies Végétales pour l'évaluation de résistance au champ et en serre. Ces clones ont été sélectionnés en 2005 (Ayisah, 2012) pour leur résistance aux viroses au cours des essais de résistance conduits par le laboratoire.

Essai de criblage des clones d'ignames en champ

En avril 2006, les tubercules d'environ 250 g à 500 g, des trente six clones sains d'igname, ont été plantés au champ sur des billons selon le schéma cultural 80 cm x 100 cm. Au total, quatre tubercules ont été plantés par clones et par billon. La parcelle expérimentale a été divisée en trois blocs aléatoires, soit neuf billons par bloc. La pression parasitaire a été assurée par des bandes infectantes de YMV installées tout autour et à l'intérieur de la parcelle expérimentale à raison d'une bande après quatre lignes de plants d'ignames à évaluer.

Essai de criblage des clones d'ignames en serre

Les tubercules des trente six clones d'igname ont été découpés en minifragments d'environ 10 g et mis en pépinière dans de la sciure de bois en janvier 2006. A la reprise, les jeunes plants ont été transplantés dans des pots en polyéthylène (8 cm x 10 cm) remplis de terreau stérilisé à la vapeur d'eau sous pression. Ils ont été conservés sous serre à l'abri des insectes à une température de 25-34 °C le jour et 21-23 °C la nuit et sous une humidité relative de 70-90%. Cet essai a été conduit au même moment que l'essai en champ.

Inoculation mécanique des jeunes plants d'ignames en serre

Dans le cadre de cette étude, l'inoculation mécanique a été adoptée, pour son efficacité dans la sélection des résistances aux virus (Astier et al., 2001; Odu et al., 2004). Les plants d'igname ont été inoculés mécaniquement au stade de trois feuilles avec

l'isolat 12-8/05 de YMV choisi pour sa virulence (Ayisah, 2012). Pour ce faire, des fragments de feuille d'igname (0,25 g) portant l'isolat viral 12-8/05 ont été broyés dans 5 ml de tampon phosphate de sodium (Phosphate de Sodium 0,03 M pH 8,3) additionné de 0,2% de DIECA (Diéthyl-dithiocarbamate de Sodium). Les extraits des feuilles obtenus après filtration et ajout d'une pincée de charbon actif ont été frottés sur les feuilles des plantules d'igname en présence du carborundum. Les feuilles inoculées ont été rincées à l'eau distillée en vue d'éliminer l'excédent d'inoculum. Au total, 8 plants ont été inoculés par clone. Les plants témoins négatifs (2 pour chacun des clones testés) ont reçu uniquement la solution tampon. Les plantules inoculées ont été ensuite conservées sous serre en cages grillagées à l'abri des

insectes. Les plantules ont été réinoculées 5 jours après pour s'assurer de l'infection (Ayisah, 2012).

Détection moléculaire du YMV dans les plants d'ignames criblés

Des échantillons de feuilles ont été prélevés sur les plants d'ignames au champ et en serre et analysés par la RT-PCR pour la détection du YMV en utilisant la paire d'amorces YMV1 : 5'-TGCGGAACTCRAAAGAAC-3' & YMV2 : 5'-TGCCATCAAATCCAAACA-3' (Bousalem et al., 2000b). Ces analyses ont été effectuées au CIRAD-AMIS à Montpellier en France.

Tableau 1: Liste des 36 clones d'igname testés pour leur résistance au YMV.

Accessions	Groupe variétal	Localités	Accessions	Groupe variétal	Localités
TgKe2	Kéké	Bassar	TgKra3	Kratsi	Tchébébé
TgKe4	Kéké	Tchamba	TgKra7	Kratsi	Bassar
TgKe8	Kéké	Péssidè	TgKra8	Kratsi	Bassar
Ke10	Kéké	Tchamba	TgKra10	Kratsi	Amlamé
TgKe11	Kéké	Kabou	TgKra12	Kratsi	Kétao
TgKe12	Kéké	Mango	TgKra17	Kratsi	Lavié-Huimé
TgKe15	Kéké	Bassar	TgKra18	Kratsi	Karoué-Kopé
TgKe16	Kéké	Bassar	TgKou1	Koukou	Bassar
TgKe19	Kéké	Alibi	TgKou4	Koukou	Tchébébé
TgAlas3	Alassora	Bassar	TgKou5	Koukou	Tchébébé
TgAlas9	Alassora	Agadji	TgKou6	Koukou	Alibi
TgAlas10	Alassora	Sotouboua	TgKou8	Koukou	Bassar
TgAlas20	Alassora	Kara	TgKou9	Koukou	Bafilo
TgKat1	Katala	Sokodé	TgKou15	Koukou	Blitta
TgKat3	Katala	Niamtougou	TgKou16	Koukou	Yaloumbè
TgKat7	Katala	Kanté	TgKou18	Koukou	Tchamba
TgKat8	Katala	Ayengré	TgKou20	Koukou	Agadaradè
TgKat15	Katala	Bassar	Tgr.Ele	Inconnu	Kpélé-Elé

Evaluation des symptômes de la maladie

Au champ, l'observation des symptômes a été faite sur les plants des lignes à l'intérieur des bandes infectantes de YMV, tandis qu'en serre, les observations ont été effectuées sur tous les plants inoculés, y compris les témoins, deux semaines après la mise en place des essais. Les plants ont été observés une fois par semaine et pendant 14 semaines. La résistance des plants d'ignames inoculés a été évaluée sur la base de la sévérité des symptômes induits mais aussi par la proportion de plants infectés. La sévérité des symptômes de virose a été évaluée selon une échelle de cotation allant de 1 à 5 (IITA, 1998 ; Mignouna et al., 2001) et définie comme suit : 1 = sans symptômes ; 2 = symptômes modérés ; 3 = symptômes sévères ; 4 = symptômes très sévères ; 5 = distorsion, malformation des feuilles ou des tiges, rabougrissement de plants.

RESULTATS

Résistance des clones d'ignames au YMV au champ

Les résultats des évaluations des 36 clones d'ignames en champ ont indiqué que 15 clones (soit 41,67%) ont été indemnes de tout symptôme de virose, dont 4 clones sur les 9 du groupe Kéké, 3 clones sur 7 du groupe Kratsi, 5 clones sur 10 du groupe Koukou, 2 clones sur 4 du groupe Alassora et le clone TgDrElé (Tableau 2). Par contre, dans le groupe Katala, les 5 clones évalués ont été tous infectés.

Concernant la sévérité des symptômes, les résultats ont montré qu'environ 36% des clones contaminés ont manifesté des symptômes de mosaïque modérés (note ≤ 2) et 11% ont présenté des symptômes de mosaïque sévères (note 3).

Résistance des clones d'ignames au YMV en serre

Sur les 36 clones d'ignames inoculés, 12 ont été indemnes de symptômes de virose

(Tableaux 3). Pour chacun des groupes Kéké, Kratsi et Koukou, 3 clones ont été identifiés sains. Les groupes Alassora et Katala n'ont comporté chacun qu'un seul clone sain. Cependant, le clone sain (TgKat3) du groupe Katala, a été infecté au champ (Tableau 2). Concernant le clone TgDr.Ele, tout comme au champ, aucun des plants inoculés n'a montré de symptômes de virose en serre.

A la fin des observations en serre, 24 clones au total ont manifesté des symptômes de virose sur les 36 inoculés. Parmi ces clones infectés, TgAlas10 du groupe Alassora, TgKe19 du groupe Kéké, TgKou5 et TgKou18 du groupe Koukou, soit 4 clones au total, n'ont montré aucun symptôme de virose au champ comme l'indique le Tableau 2.

Pour la sévérité des symptômes, les données ont révélé que sur les 24 clones infectés, 9 ont manifesté des symptômes de mosaïque modérés (note ≤ 2). Seul le clone TgAlas3 du groupe Alassora a manifesté des symptômes de mosaïque sévères (note 3) (Tableau 3).

Les résultats des analyses RT-PCR réalisées sur les feuilles d'ignames ont révélé que tous les 15 clones d'ignames sains observés au champ sont indemnes de YMV. Par contre, le virus a été détecté dans 2 des 12 clones sains obtenus après inoculations en serre. Ainsi, sur la base des observations faites au champ, des inoculations en serre et des résultats d'analyses RT-PCR de détection du YMV, il ressort que sur les 36 clones sains évalués, 10, à savoir : TgKe2, TgKe8, TgKat3, TgKra7, TgKra8, TgKra12, TgKou6, TgKou4, TgKou9, TgDr.Elé, n'ont ni présenté de symptômes de virose, ni contenu de particules de YMV, tandis que 2 clones (TgKe12, TgAlas9) n'ont pas présenté de symptômes de mosaïque, mais ont hébergé le virus.

Tableau 2: Réaction de 36 clones d'ignames au YMV au champ.

Accessions	Groupe variétal	Sévérité des symptômes	Accessions	Groupe variétal	Sévérité des symptômes
TgKe2	Kéké	1,0±0	TgKra3	Kratsi	2,5±0,51
TgKe 4	Kéké	2,5±0,51	TgKra7	Kratsi	1,0±0
TgKe 8	Kéké	1,0±0	TgKra8	Kratsi	1,0±0
TgKe 10	Kéké	2,0±0	TgKra10	Kratsi	3,0±0,12
TgKe 11	Kéké	3,0±0,12	TgKra12	Kratsi	1,0±0
TgKe 12	Kéké	1,0±0	TgKra17	Kratsi	2,5±0,5
TgKe 15	Kéké	1,5±0,5	TgKra18	Kratsi	2,5±0,49
TgKe 16	Kéké	2,0±0,45	TgKou1	Koukou	2,5±0,54
TgKe 19	Kéké	1,0±0	TgKou4	Koukou	1,0±0
TgAlas3	Alassora	2,5±37	TgKou5	Koukou	1,0±0
TgAlas9	Alassora	1,0±0	TgKou6	Koukou	1,0±0
TgAlas10	Alassora	1,0±0	TgKou8	Koukou	2,5±0,5
TgAlas20	Alassora	2,5±0,53	TgKou9	Koukou	1,0±0
TgKat1	Katala	1,5±0,51	TgKou15	Koukou	2,5±0,48
TgKat3	Katala	2,0±0	TgKou16	Koukou	3,0±0
TgKat7	Katala	2,0±0,17	TgKou18	Koukou	1,0±0
TgKat8	Katala	1,5±0,46	TgKou20	Koukou	1,5±0,52
TgKat15	Katala	3,0±0	TgDr.Ele	Inconnu	1,0±0

Tableau 3: Réactions de 36 clones d'ignames aux inoculations mécaniques avec l'isolat 12-8/05 de YMV en serre.

Accessions	Groupe variétal	Proportion de plants infectés	Sévérité des symptômes	Accessions	Groupe variétal	Proportion de plants infectés	Sévérité des symptômes
TgKe2	Kéké	0/8	1,0±0	TgKra3	Kratsi	8/8	2,75±0,46
TgKe 4	Kéké	7/8	2,0±0,53	TgKra7	Kratsi	0/8	1,0±0
TgKe 8	Kéké	0/8	1,0±0	TgKra8	Kratsi	0/8	1,0±0
TgKe 10	Kéké	8/8	2,13±0,35	TgKra10	Kratsi	7/8	2,13±0,64
TgKe 11	Kéké	8/8	2,5±0,53	TgKra12	Kratsi	0/8	1,0±0
TgKe 12	Kéké	0/8	1,0±0	TgKra17	Kratsi	8/8	2,63±0,51
TgKe 15	Kéké	8/8	2,75±0,46	TgKra18	Kratsi	7/8	2,0±0,55
TgKe 16	Kéké	7/8	2,13±0,64	TgKou1	Koukou	7/8	2,0±0,38,
TgKe 19	Kéké	7/8	2,0±0,54*	TgKou4	Koukou	0/8	1,0±0
TgAlas3	Alassora	8/8	3,0±0,76	TgKou5	Koukou	7/8	1,86±0,37*
TgAlas9	Alassora	0/8	1,0±0	TgKou6	Koukou	0/8	1,0±0
TgAlas10	Alassora	8/8	2,38±0,52*	TgKou8	Koukou	8/8	2,71±0,76
TgAlas20	Alassora	7/8	2,0±0,53	TgKou9	Koukou	0/8	1,0±0*
TgKat1	Katala	7/8	2,14±0,69	TgKou15	Koukou	8/8	2,43±0,53
TgKat3	Katala	0/8	1,0±0**	TgKou16	Koukou	7/8	2,0±0,57
TgKat7	Katala	8/8	2,43±0,56	TgKou18	Koukou	7/8	1,86±0,38*
TgKat8	Katala	7/8	2,0±0,58	TgKou20	Koukou	8/8	2,25±0,46
TgKat15	Katala	8/8	2,13±0,35	TgDr.Ele	Inconnu	0/8	1,0±0

* = Clones infectés en serre mais indemnes de symptômes de virose en champ ;

** = Clone sains en serre mais infecté au champ

DISCUSSION

Des sources de résistance au YMV ont été recherchées en évaluant au champ et en serre 36 clones locaux d'ignames du complexe *D. cayenensis-rotundata* présélectionnés lors d'essais de résistance aux viroses, utilisant des bandes infectantes et un isolat virulent de YMV.

Sur les 36 clones évalués, 10 ont été résistants (27,78%) au YMV et 2 tolérants (5,56%).

Sur les parcelles expérimentales et en serre, la très forte pression parasitaire exercée respectivement par les bandes infectantes de YMV et les inoculations mécaniques, ont conduit à des taux d'infection très élevés parmi les jeunes plants d'ignames. En serre, les taux d'infection ont dépassé 70%. L'analyse des résultats des évaluations en champ et en serre couplée avec celle des tests RT-PCR, a confirmé l'absence du YMV dans 10 clones sélectionnés. Selon les critères de résistance aux virus définis par Scholten et al. (1996), ces 10 clones négatifs au test RT-PCR, à savoir : TgKe2, TgKe8, TgKat3, TgKra7, TgKra8, TgKra12, TgKou6, TgKou4, TgKou9, TgDrElé, sont résistants au YMV, tandis que les 2 clones sans symptôme de virose mais testés positifs à la RT-PCR, à savoir : TgKe12 et TgAlas9, sont tolérants à l'agent pathogène.

Cependant, le clone TgKat3, bien qu'ayant présenté une résistance vis-à-vis du YMV à l'inoculation en serre, a été sensible à un autre virus non identifié au champ. La contamination de ce clone par un autre virus démontre que sur les parcelles expérimentales, il y avait également plusieurs autres familles de virus. Ce qui a été, par ailleurs, remarqué lors de l'essai préliminaire de résistance aux viroses (Ayisah, 2012). En effet, les tests ACP-ELISA réalisés sur les feuilles d'ignames pour détecter les Potyvirus, ont montré que ces derniers n'étaient pas responsables de tous les symptômes de viroses observés sur la parcelle expérimentale. Ainsi, 9 des 10 clones résistants d'ignames sélectionnés, auraient aussi résisté à d'autres groupes de virus présents sur la parcelle

expérimentale. Les 9 clones d'ignames n'ont jamais manifesté de symptômes de virose ni durant l'essai préliminaire de résistance aux viroses, ni lors de l'essai de résistance avancé au YMV réalisés en champ sur parcelles expérimentales où différentes familles de virus étaient supposées présentes; ce qui pourrait être défini comme une résistance de type horizontal. Par contre, le clone TgKat3 résistant au YMV mais sensible à d'autres virus au champ, aurait développé une résistance qui pourrait être qualifiée de type vertical. Différentes formes de résistance ont été déjà rapportées au Nigéria chez des cultivars de l'espèce d'igname étudiée dans ce travail (Mignouna et al., 2001 ; Odu et al., 2004). En effet, Odu et al. (2004) ont identifié au Nigeria des cultivars locaux d'ignames du complexe *D. cayenensis-rotundata* hautement résistants aux infections de virus au champ, en l'occurrence au YMV, tandis que, Mignouna et al. (2001) ont rapporté que les résistances de certains de ces cultivars sont contrôlées par des gènes uniques majeurs et dominants dans la plupart des cas.

Certains clones dont TgAlas10, TgKe19, TgKou5, TgKou18, ont été infectés par le YMV, suite aux inoculations mécaniques en serre, alors que sur les parcelles expérimentales, ils n'ont manifesté aucun symptôme de viroses en dépit de la présence de bandes infectantes de YMV. Ces clones considérés comme sensibles au YMV selon les critères définis par Scholten et al. (1996), auraient tout simplement échappé aux infections sur les parcelles expérimentales, ou plutôt, auraient résisté aux piqûres des pucerons, vecteurs du YMV. Plusieurs cas de résistance de plantes aux vecteurs ont été déjà rapportés, notamment chez les ignames et le riz (Lecoq et al., 1981 ; Berlinger et Daban, 1987 ; Hibino et al., 1987 ; Gunasinghe et al., 1988 ; Odu et al., 2004).

La présente étude a abouti à l'identification de plusieurs génotypes résistants ou tolérants d'igname au YMV et aux viroses en général, soit près de 10% des accessions mises en collection depuis 2005, et parmi les groupes variétaux d'ignames

évalués, Kratsi et Koukou ont fourni le plus grand nombre de clones résistants. Ce résultat est très intéressant par rapport aux observations rapportées par l'ITRA (2003) et Adjata (1991). En effet, selon les observations de l'ITRA (2003), les cultivars locaux d'ignames du complexe *D. cayenensis-rotundata* du Togo sont très sensibles aux viroses. Par ailleurs, Adjata (1991) a estimé des taux d'incidence de virose allant jusqu'à 87% sur beaucoup de cultivars importants exploités par les paysans au Togo. Ceci a nécessité l'introduction de variétés d'ignames améliorées qui ont été, pour la plupart, infectées de viroses (Nkpenou, 2003).

Les résultats obtenus dans cette étude rappellent ceux rapportés par Odu et al. (2002, 2004) au Nigeria. En effet, ces auteurs ont montré que certaines variétés locales de *D. rotundata* présentent des niveaux moyens et très élevés de résistance au YMV et à d'autres virus. Cela suggère l'existence de sources de résistance au YMV au sein des populations d'ignames du complexe *D. cayenensis-rotundata* cultivées localement en Afrique de l'Ouest et qu'on pourra trouver à travers des méthodes de recherche minutieuses. La très grande diversité génétique des ignames présentes dans la zone soudano-guinéenne d'Afrique (Mignouna et al., 2003; Zannou et al., 2009; Obidiegwu et al., 2009) dont le Togo (Kassamada, 1992; Seniou, 1993) est le facteur fondamental qui a permis le développement de ces résistances; des résistances qui sont donc un atout majeur exploitable dans la création de variétés résistantes aux viroses.

Conclusion

La présente étude sur la résistance des clones d'igname montre que malgré la pression parasitaire des virus dans les zones de production d'ignames, il existe, dans les populations locales du complexe *D. cayenensis-rotundata*, des ressources génétiques résistantes qui pourront être exploitées dans les programmes d'amélioration variétale pour la résistance au YMV et à d'autres viroses d'ignames. Vu

l'importance de l'étude de la résistance variétale dans la lutte contre les viroses en général et du YMV en particulier, la poursuite du criblage étendu à d'autres groupes variétaux d'ignames cultivées et aux espèces spontanées de cette culture, s'avère nécessaire. Cette démarche permettra de répertorier les sources de résistance disponibles dans chaque espèce d'ignames pour un contrôle efficace et durable des épidémies de viroses qui entravent la culture des ignames au Togo.

REMERCIEMENTS

La recherche a été effectuée avec l'aide financière du Service de Coopération et d'Action Culturelle (SCAC) de France à Lomé au Togo et de l'Agence Universitaire de la Francophonie. Les auteurs remercient sincèrement Mme Emmanuelle MULLER, Chercheur au CIRAD-AMIS, UMR BGPI, Montpellier pour sa précieuse contribution.

REFERENCES

- Adjata KD. 1991. Application du test Immunoenzymatique (test ELISA) à la détection des potyvirus de l'igname (*Dioscorea spp.*). Mémoire de fin d'études agronomiques n°90/01/PV, E.S.A.- UL., Lomé, Togo, 122p.
- Adri K. 2007. Monographie nationale du Togo. Conférence des Ministres de l'Agriculture de l'Afrique de l'Ouest et du Centre (CMA/AOC). Etude portant sur la situation actuelle de l'Agriculture en Afrique de l'Ouest : Analyse des filières régionales majeures / Année de référence 2005, 69p.
- Astier S, Albouy J, Maury Y, Lecoq H. 2001. *Principes de Virologie Végétale : Génome, Pouvoir Pathogène, Ecologie des Virus*. INRA Edition : Versailles ; 444.
- Ayisah KD, Muller E, Gumedzoe YMD. 2011. Incidence et distribution du virus de la mosaïque de l'igname (YMV) dans les cultures d'ignames du complexe *Dioscorea cayenensis rotundata* au Togo. *J. Rech. Sc., Série A*, **13**(2): 23-33.

- Ayisah KD, Gumedzoe YMD. 2012. Genetic diversity among yam mosaic virus (YMV) isolates infecting yams of the complex *Dioscorea cayenensis rotundata* in Togo. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **6**(3): 1090-1101.
- Ayisah KD. 2012. Variabilité moléculaire du virus de la mosaïque de l'igname (YMV) sur le complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* au Togo et recherche de sources de résistance dans les populations d'ignames locales (cultivées et sauvages). Thèse de Doctorat unique en Biologie de Développement, Spécialité : Phytopathologie. Faculté des Sciences de l'Université de Lomé, Togo, N°d'ordre 418, 178p.
- Berlinger MJ, Daban R. 1987. Breeding for resistance to virus transmission by whiteflies in tomatoes. *Ins. Sc. App.*, **8**: 783-784.
- Bousalem M, Douzery EJP, Fargette D. 2000a. High genetic diversity, distant phylogenetic relationships and intraspecies recombination events among natural populations of *Yam mosaic virus*: a contribution to understanding potyvirus evolution. *J. Gen. virol.*, **81**: 243-255.
- Bousalem M, Dallot S, Guyader S. 2000b. The use of phylogenetic data to develop molecular tools for the detection and genotyping of Yam mosaic virus. Potential application in molecular epidemiology. *J. virol. meth.*, **90**: 25-36.
- DSID. 2008. *Production des Principales Cultures Vivrières au Togo; Campagne 2007*. Ministère de l'Agriculture : Lomé, Togo, 49.
- FAOSTAT. 2009. *Agriculture Database. FAO Statistical Yearbook 2009. Viale delle Terme di Caracalla 00153. F.A.O. : Rome, Italy.*
- Gumedzoe MYD, Fontem DA, Sanwogou LY, Fétéké F, Thottappilly G, Adjata G, Ayisah KD. 2003. Prévalence des viroses de l'igname et incidence du virus de la mosaïque de l'igname (YMV) dans les champs de *Dioscorea spp.* des préfectures de Bassar et de Sotouboua au Togo. *Sc. Agron. & Dév.*, **3**(1): 49-54.
- Gunasinghe UB, Irwin ME, Karnpmeier GE. 1988. Soybean leaf pubescence affects aphid vector transmission and field spread of soybean mosaic virus. *Ann. App. Biol.*, **112**: 259-272.
- Hibino H, Tiongco ER, Cabunagan RC, Flores ZM. 1987. Resistance to rice tungro-associated viruses in rice under experimental and natural conditions. *Phytopathol.*, **77**: 871-875.
- IITA (International Institute of Tropical Agriculture). 1998. Annual Report of Project 13: Improvement of Yam-Based Systems. IITA, Ibadan, Nigeria.
- ITRA. 2003. Cultures vivrières. Rapport annuel 2003. Ministère de l'Agriculture, Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage et de la Pêche, Lomé, Togo, 64p.
- Kassamada K. 1992. Contribution à la caractérisation morphologique des cultivars du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata*. Mémoire de fin d'études agronomiques. N° 91/10/PV. Ecole Supérieure d'Agronomie - Université de Lomé, Togo, 111p.
- Lecoq H, Pitrat M, Labone G. 1981. Resistance to virus transmission by aphids in a *Cucumis melo* lines presenting non-acceptance to *Aphis gossypii*. *Bulletin SROP*, **4**: 147-151.
- Mignouna HD, Njukeng P, Abang MM, Asiedu R. 2001. Inheritance of resistance to yam mosaic *Potyvirus* in white yam (*Dioscorea rotundata*). *The. App. Gen.*, **103**: 1196-2000.
- Mignouna HD, Mathew M, Abang MM, Asiedu R. 2003. Harnessing modern biotechnology for tropical tuber crop improvement: Yam (*Dioscorea spp.*) molecular breeding. *Afr. J. Biotechnol.*, **2**: 478-485
- N'kpenu KE. 2003. Evaluation des caractéristiques morphologiques, agronomiques et organoleptiques de clones d'igname améliorés (*Dioscorea cayenensis-rotundata*) dans deux zones agroécologiques du Togo. Mémoire de fin

- d'études Agronomique n°2003/11/PV – E.S.A. Université de Lomé, Togo, 119p.
- Obidiegwu M, Kolesnikova-Allen JE, Eneobong EE, Muoneke CO, Asiedu R. 2009. SSR markers reveal diversity in Guinea yam (*Dioscorea cayenensis/D. rotundata*) core set. *Afr. J. Biotechnol.*, **8**: 2730-2739
- Odu BO, Asiedu R, Hughes J d'A, Shoyinka SA, Oladiran OA. 2004. Identification of resistance to Yam mosaic virus (YMV), genus Potyvirus in white Guinea yam (*Dioscorea rotundata* Poir.) *F. Cr. Res.*, **89**: 97-105.
- Odu BO. 2002. Identification of yam viruses in *Dioscorea* species and genetic analysis of resistance to Yam mosaic virus in *Dioscorea rotundata* Poir. PhD thesis, Department of Botany and Microbiology, University of Ibadan, Ibadan, 200284 Oyo State, Nigeria, 183p.
- Scholten ES, Jansen RC, Keizer LCP, De Bock TSM, Lange W. 1996. Major genes for resistance to beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) in *Beta vulgaris*. *Euphytica*, **91**: 331-339.
- Seniou D. 1993. Contribution à la caractérisation par électrophorèse enzymatique des cultivars du complexe *D. cayenensis-rotundata*. Mémoire de fin d'études Agronomiques N° d'ordre 93/01/PV. ESA-Université du Bénin, Lomé, Togo, 103p.
- Zannou A, Agbicodo E, Zoundjihékpon J, Struik PC, Ahanchédé A, Kossou DK, Sanni A. 2009. Genetic variability in yam cultivars from the Guinea-Sudan zone of Benin assessed by random amplified polymorphic DNA. *Afr. J. Biotechnol.*, **8**: 026-036.