

**REVUE SCIENTIFIQUE INTERDISCIPLINAIRE
DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA JEUNESSE
ET DES SPORTS (RESI)**

***INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC REVIEW
OF NATIONAL INSTITUTE
OF YOUTH AND SPORTS (ISRN)***



**VOLUME 1 - NUMERO 3 - JANVIER 2023
VOLUME 1 - NUMBER 3 - JANUARY 2023**

*Une publication des Centres de Recherche de l'INJS
A publication of NIYS Research Centres*



9789956628605



INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC REVIEW OF NATIONAL
INSTITUTE OF YOUTH AND SPORTS (ISRN)

REVUE SCIENTIFIQUE INTERDISCIPLINAIRE DE L'INSTITUT
NATIONAL DE LA JEUNESSE ET DES SPORTS (RESI)



**REVUE SCIENTIFIQUE INTERDISCIPLINAIRE
DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA JEUNESSE
ET DES SPORTS (RESI)
INTERDISCIPLINARY SCIENTIFIC REVIEW OF
NATIONAL INSTITUTE OF YOUTH AND SPORTS
(ISRN)**

Contact / Contact cafedeslabos@gmail.com

**(00237) 222.23.08.35 / 672.51.48.98/ 6 77 15 65 98 / 699 84
85 80**

INJS Yaoundé / NIYS Yaoundé

**VOLUME 1 - NUMERO 3 - JANVIER 2023
VOLUME 1 – NUMBER 3 - JANUARY 2023**

Une publication des Centres de Recherche de l'INJS
A publication of NIYS Research Centres

ISBN: 978-9956-628-60-5

Directeur de Publication / Director of Publication

Dr. EBAL MINYE Edmond

Coordonnateur Administratif / Administrative Coordinator

Dr. WADOUM FOFOU Chamberlain

Coordonnateur Technique / Technical Coordinator

M. FOUA Victor

Coordonnateur Scientifique / Scientific Coordinator

Dr ONOMO ONOMO Modeste Ghislain

Rédacteur en chef / Editor in Chief

Dr AMOUGOU Martial Patrice

Comité Scientifique / Scientific Committee

- Pr. ABDOU TEMFEMO (Université de Douala) ;
Pr. Aime BONNY (Université de Douala) ;
Pr. AMA Pierrot (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Pr. ATCHADE Alex (Université de Yaoundé 1) ;
Pr. AYISSI Lucien (Université de Yaoundé 1) ;
Pr. BILONG Charles Felix (Université de Yaoundé 1) ;
Pr. BLOSSOM NGUM FONDO (Université de Yaoundé 2) ;
Pr. BUNDE-BIRUSTE Anne (Université Australia) ;
Pr. CHARRIER Dominique (Université Paris Saclay) ;
Pr. CHAZAUD Pierre (Université de Lyon 1) ;
Pr. DANSOU Pierre (Université d'Abomey-Calavi) ;
Pr. FEUDJO Jules Roger (Université de Dschang) ;
Pr. GBENOU Joachim (Université d'Abomey-Calavi) ;
Pr. HONTA Marina (Université de Bordeaux 2) ;
Pr. KEMO KEIMBOU David Claude (Université Paris Saclay) ;
Pr. LAHAN Magloire (Université d'Abomey-Calavi) ;
Pr. MANDENGUE Samuel Honoré (Université de Douala) ;
Pr. MARCHISET Gilles-Vieille (Université de Strasbourg) ;
Pr. MBEDE Raymond (Université de Yaoundé 1) ;
Pr. MENYE NGA Germain (Université de Ngaoundéré) ;
Pr. MINKOA SHE, (Université de Yaoundé 2) ;
Pr. NGO BOUM Élisabeth (Université de Maroua) ;
Pr. OWONA NGUINI Mathias Éric (Université de Yaoundé 1) ;
Pr. SAID AHMAIDI (Université de Picardie Jules Vernes) ;
Pr. SOSSO Aurelien Maurice (Université de Yaoundé 1) ;
Pr. SOULE Bastien (Université de Lyon 1) ;
Pr. TABI MANGA Jean (Centre d'Étude Africain Olympiques) ;
Pr. TAN Paul Vernyuy (Université de Yaoundé 1) ;
Dr. AMOUGOU Martial Patrice (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. BAKENA Emmanuel (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. BISSOU MAHOP Josué (Université de Yaoundé 1) ;
Dr. BONOY LAMOU (Université de Ngaoundéré) ;
Dr. DIKOUME François (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. DOHBOBGA Macias NWANA NDINGA (Université de Bamenda) ;
Dr. EBAL MINYE Edmond (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. EYENGA Jean Marie (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. GUESSOGO Wiliam (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. HABIT Bienvenu (Institut National de la Jeunesse et des Sports de

Yaoundé) ;
Dr. HAMADOU André (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. KONTCHOU Bernard (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. MANGA André (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. MANGA Jérôme Manfred (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. MBAME Jean Pierre (Université de Ngaoundéré) ;
Dr. MBIDA NANA Frank Michael (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. MBOUH Samuel (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. MIBO'O Pascale (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. NGAPOUT Jean Jaurès (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. NGUEND Jean Marie (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. NTSA NKOA Roger (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé).
Dr. ONOMO ONOMO Modeste Ghislain (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. SAIDOU Victor (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. TADJORE NDJOCK Maurice (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;
Dr. TADO OUMAROU (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;
Dr. TCHOMO (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé)
Dr. TINKEU NGUIMGOU Narcisse (Université de Bourgogne Franche Comté) ;
Dr. VIGNAL Bénédicte (Université de Lyon 1) ;
Dr. WADOUM FOFOU Chamberlain (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. WOUASSI Dieudonné (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;
Dr. YANO YANO Jean Pierre (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;
Dr. YATCHO YABEN (Institut National de la Jeunesse et des Sports).

Comité de lecture / Reading panel

Dr AMOUGOU Martial Patrice (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

Dr. BAKENA Emmanuel (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

Dr. GUESSOGO Wiliam Richard (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

Dr. HAMADOU André (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

Dr. MBIDA NANA Frank Michael (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;

Dr MBOUH Samuel (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

Dr. MOTE Adolf (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

Dr. MANGA Jérôme Manfred (Institut National de la Jeunesse et des Sports de Yaoundé) ;

Dr. ONOMO ONOMO Modeste Ghislain (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

Dr. SAIDOU Victor (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

Dr WADOU MFOFOU Chamberlain (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

M. ETUGE Elvis ENOSSALLE (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

M. FOU DA OMGBA NSI Landry (Institut National de la Jeunesse et des Sports) ;

Mme AKWEN NGWEFOR KOTI (Institut National de la Jeunesse et des Sports).

SOMMAIRE

ÉDITORIAL	9
PARTIE 1 - Biologie Appliquée aux Activités Physiques et Sportives.....	11
PARTIE 2 - Sciences Humaines et Sociales Appliquées aux Activités Physiques et Sportives.....	87
PARTIE 3 – Sciences de l'Intervention	131
PARTIE 4 – Sciences Humaines et Sociales Appliquées à l'Éducation Permanente.....	163
PARTIE 5 – Sciences du Loisir.....	225

ÉDITORIAL

Devenu établissement à statut particulier suite à la signature du décret n° 2016/427 du 26 Octobre 2016, l'Institut National de la Jeunesse et des Sports (INJS) entend, comme toute institution de l'Enseignement Supérieur, mettre la recherche au centre de son action de formation.

C'est ainsi qu'après avoir œuvré pour la parution des deux premiers numéros de la Revue Scientifique Interdisciplinaire de l'Institut National de la Jeunesse et des Sports (RESI) en janvier 2021 et 2022, l'administration de l'INJS poursuit la promotion de la recherche à travers ses deux centres de recherche créés en août 2020, l'un en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives, et l'autre en Sciences et Techniques de l'Animation, des Loisirs et de l'Éducation Civique. Ces centres, par le biais des activités de leurs différents laboratoires (Biologie Appliquée aux Activités Physiques et Sportives, Sciences Humaines et Sociales Appliquées aux Activités Physiques et Sportives, Sciences de l'Intervention, Sciences de l'Éducation Civique, Sciences Humaines et Sociales Appliquées à l'Éducation Permanente, Sciences des Loisirs) constituent la matérialisation de la volonté du staff de l'INJS de donner à la recherche, une place centrale parmi les nombreuses missions assignées à l'institution. Ces centres de recherche sont en effet un cadre non seulement d'organisation d'activités scientifiques (communications, conférences, tables rondes), mais sont aussi la matrice de publication d'ouvrages et/ou articles traitant des thématiques relatives aux référentiels-métiers de l'Éducation Physique et du Sport, ainsi que de l'Animation, des Loisirs et de l'Éducation Civique. L'INJS veut donc aujourd'hui plus qu'hier :

- favoriser le développement de la recherche dans les spécialités reconnues par le Conseil Africain et Malgache pour l'Enseignement Supérieur (CAMES) ;
- mutualiser les idées de ses partenaires des métiers du Sport et de l'Éducation Physique, de l'Animation, de la Jeunesse des Loisirs et de l'Éducation Civique ;
- susciter l'esprit d'émulation scientifique sans lequel l'objectif d'améliorer la masse critique des enseignants ne saurait être atteint;
- inciter les enseignants-chercheurs à publier dans la mesure du possible, des travaux de recherche originaux et interdisciplinaires ;
- améliorer la qualité de l'image de l'institution tant sur le plan national qu'international à travers les publications.

La publication du troisième numéro de la RESI amène à saluer et à encourager le mérite de toute l'équipe qui a contribué à la rendre concrète, en dépit des nombreuses difficultés rencontrées. Le lancement effectif des activités du Master Recherche en Sciences et Techniques des Activités Physiques et Sportives, Jeunesse et Loisirs (STAPS-JL), ainsi que l'implémentation de l'Unité de Formation Doctorale en collaboration avec l'Université de Yaoundé II-Sao en cette année 2023, de par l'engouement qu'ils vont susciter auprès de tous les acteurs de la recherche, augurent à n'en point douter de lendemains meilleurs pour notre revue.

Bon vent à la RESI et bonne lecture à tous.

**DIRECTEUR DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA JEUNESSE ET DES SPORTS,
EBAL MINYE Edmond**

EDITORIAL

Having become an establishment with a special status following the signing of Decree No 2016/427 of 26 October 2016, the National Institute of Youth and Sports (NIYS) like any other Institution of Higher Education intends to put research at the center of its training activity.

Thus, after having worked for the publication of the first two papers of the Interdisciplinary Scientific Review of the National Institute of Youth and Sports (ISRI) in January 2021 and 2022, the administration of the NIYS continued with the promotion of research via its two research centers created in August 2020; one in the Sciences and Techniques of Sports and Physical Activities, and the other in the Sciences and Techniques of Animation, Leisure and Civic Education. These centers, through the activities of their various laboratories (Biology Applied to Sports and Physical Activities, Human and Social Sciences Applied to Sports and Physical Activities, Intervention Sciences, Sciences of Civic Education, Human and Social Sciences Applied to Permanent Education, Sciences of Leisure) constitutes the materialization of the will of the staff of the NIYS to give research a central place among the many missions assigned to the Institution. These research centers are indeed a framework not only for the organization of scientific activities (communications, conferences, round tables, etc.), but are also the matrix for the publication of works and/or articles dealing with themes relating to reference Sports and Physical Education, as well as activities related to Leisure and Civic Education. Thus, the NIYS more than ever intends to;

- Promote the development of research in specialties recognized by the African and Malagasy Council for Higher Education (CAMES),
 - Harmonize ideas of its partners in the fields of Sports and Physical Education, as well as in activities related to Leisure and Civic Education,
 - Arouse the spirit of scientific emulation without which the objective of improving the critical mass of teachers cannot be achieved,
 - Encourage teacher-researchers to publish original and interdisciplinary research works as much as they can,
 - Improve the quality of the image of the Institution both nationally and internationally through publications.
- The publication of the Third Paper of ISRI leads us to salute and encourage the merit of the entire team who contributed to making it effective, despite the difficulties encountered. The effective launch of the activities of the Research Master in the Sciences and Techniques of Sports and Physical Activities-Youth and Leisure, as well as the implementation of the Doctoral Training Unit in collaboration with the University of Yaoundé II-Soa in the 2023 Academic Year, the enthusiasm they will arouse among all those involved in research undoubtedly augurs a better future for our journal.

Good Luck to the ISRI and Good Reading to all.

**THE DIRECTOR OF THE NATIONAL INSTITUTE OF
YOUTH AND SPORTS,
EBAL MINYE Edmond**

PARTIE 1

BIOLOGIE APPLIQUÉE AUX ACTIVITÉS PHYSIQUES ET SPORTIVES

EFFET COMBINÉ D'UN RÉGIME ENRICHÉ EN FARINE DE MANIOC DOUX (*Manihot esculenta* Crantz) SUPPLÉMENTÉ À L'EXTRAIT AQUEUX DES FEUILLES DE *Moringa oleifera* SUR LA PERFORMANCE PHYSIQUE DES RATS

EBAL MINYE Edmond¹, MOUBEKE A NGON Babane², AKORBONGO ESSAM Stève Clotaire¹, BONOY LAMOU³, HAMADOU André¹, MBOUH Samuel*

1-Laboratoire de Biologie Appliquée aux Activités Physiques et Sportives de l'Institut National de la Jeunesse et des Sports (INJS) de Yaoundé, Yaoundé, Cameroun.

2 -Laboratoire de Physiologie animale de l'Université de Yaoundé¹, Yaoundé, Cameroun.

3- Laboratoire de physiologie de l'Université de Ngoundéré, Ngaoundéré, Cameroun.

* **Auteur correspondant** : samuel.mbouh@yahoo.fr

Résumé

L'objectif de ce travail est d'analyser l'effet combiné d'un régime enrichi en farine de manioc doux et de la supplémentation en extrait aqueux des feuilles de moringa oleifera sur la performance physique des rats. A cet effet, de la farine de manioc doux à différents pourcentages d'inclusion (0%, 15%, 30%, 45% et 60%) a été utilisée, combinée à une dose de 200 mg/kg d'extrait aqueux de feuilles de *Moringa oleifera*. Pour cela, soixante rats (5 lots de 12 chacun) mâles de la souche Wistar ont été utilisés pendant 28 jours. A la fin de cette période, 6 rats de chaque lot ont été soumis au test de la nage forcée avec une charge additionnelle représentant 10% de sa masse corporelle dans l'optique d'évaluer leur performance physique. Six (6) autres rats des différents lots ont subi un entraînement à la nage tous les deux jours et, ont à la fin été soumis au test de la nage de quatre-vingt-dix minutes. Une heure après ledit test, ils ont été sa-

crifiés et les organes ont été prélevés et pesés. Les résultats obtenus ont montré ; une augmentation de la glycémie ($p < 0,05$) de tous les lots. Une baisse hautement significative ($p > 0,001$) de l'urée sérique chez tous les lots. Une baisse très significative ($p > 0,01$) de la lactatémie du lot 30%CRP (CRF) + moringa 200 et significative ($p > 0,05$) chez les lots 45%CRP + moringa 200 et 60%CRP + moringa 200. Une augmentation hautement significative ($p < 0,001$) de l'endurance physique des lots 15% CRP + moringa 200 et 30% CRP + moringa 200 et très significative ($p < 0,01$) du lot 60%CRP + moringa 200. Ces résultats montrent qu'un régime combiné en farine de manioc doux et de la supplémentation en extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* aurait des effets bénéfiques contre la fatigue et optimiserait la performance physique des rats.

Mots clés : manioc doux (*Manihot esculenta* Crantz), feuilles de *Moringa oleifera*, performance physique.

Abstract

The aim of this work is to analyze the combined effect of a diet enriched with sweet cassava flour and supplementation with aqueous extract of moringa oleifera leaves on the physical performance of rats. Sweet cassava at different inclusion percentages (0%, 15%, 30%, 45% and 60%) was used, combined with a dose of 200 mg/kg of aqueous extract of Moringa oleifera leaves. For this, sixty male rats (5 groups of 12 each) of the Wistar strain were used for 28 days. At the end of this period, 6 rats from each batch were subjected to the forced swimming test with an additional load representing 10% of its body mass in order to assess their physical performance. Six (6) other rats from the different batches underwent swimming training every other day and, at the end, were subjected to the ninety-minute swim test. One hour after said test, they were sacrificed and the organs were removed and weighed. The results obtained showed; an increase in blood glucose ($p < 0.05$) of all lots. A highly significant decrease ($p > 0.001$) in serum urea in all batches. A very significant decrease ($p > 0.01$) in the lactatemia of the 30%CRF (CRP) + moringa 200 batch and significant ($p > 0.05$) in the 45%CRF + moringa 200 and 60%CRF + moringa 200 batches. Highly significant ($p < 0.001$) in the physical endurance of the 15% CRF + moringa 200 and 30% CRF + moringa 200 batches and very significant ($p < 0.01$) of the

60% CRF + moringa 200 batch. These results show that a diet combined with sweet cassava flour and supplementation with aqueous extract of Moringa oleifera leaves would have beneficial effects against fatigue and would optimize the physical performance of rats.

Keywords: sweet cassava (*Manihot esculenta* Crantz), Moringa oleifera leaves, physical performance.

Introduction

You et al. (2011 en page 87) définissent la fatigue comme étant une incapacité à produire ou à soutenir un effort physique ou mental. Elle peut résulter d'un exercice physique intense (fatigue périphérique ou physique), d'une activité mentale prolongée (fatigue centrale) ou d'une pathologie (Huang et al., 2011). La fatigue physique s'accompagne d'une diminution de la performance, d'une perturbation de systèmes hormonal, immunitaire, et nerveux autonomes (You et al., 2011).

Plusieurs facteurs ont été identifiés comme inducteurs de la fatigue durant l'exercice physique. En effet, au cours d'un effort physique prolongé, l'utilisation continue des hydrates de carbone crée une déplétion glycogénique musculaire et hépatique, diminuant considérablement le taux de glucose sanguin, cause directe de l'hypoglycémie (Zhang et al., 2010). Il est

admis que les réserves de glycogène musculaire sont épuisées deux à trois heures après un exercice continu effectué à une intensité de l'ordre de 60 à 80% de la V02 max (Coyle et al., 1986). Quand la concentration en glucose sanguin atteint une valeur inférieure au seuil physiologique et que le glycogène musculaire est épuisé, la fatigue survient (Coyle et al., 1986).

Sur le plan métabolique, l'exercice physique intense entraîne une production et une accumulation des déchets métaboliques tels que l'acide lactique et l'urée dans l'organisme (Pedersen et al., 2004). En effet, l'oxydation incomplète du glucose produit l'acide lactique qui s'accumule dans le sang et le muscle, provoquant une acidose aigüe ou chronique (Hermansen, 1981). Ce déséquilibre métabolique est à l'origine de crampes et de courbatures musculaires, de la détresse ventilatoire, de l'entrave à la contraction musculaire, de l'inhibition du système enzymatique et au final de l'installation de la fatigue (Blain et al., 2000). Par ailleurs, l'accumulation de l'urée sérique serait responsable de la dégradation des protéines, de la déshydratation et du stress. L'exercice physique d'intensité perturbe également l'équilibre du système antioxydant et peut, s'apparenter à un véritable stress oxydant ayant des conséquences métaboliques importantes qui portent atteinte aux structures cellulaires (Wang et al., 2008). Les radicaux li-

bres (RL) qui interviennent vont être produits de façon massive. Des études récentes ont également montré qu'un entraînement intensif peut affaiblir le système immunitaire et l'organisme, et entraîner un taux élevé d'hormone du stress dans le sang, ce qui réduit la capacité de résistance de l'organisme à certaines infections (Nieman, 1997).

L'entraînement accorde un grand intérêt à la récupération, laquelle est un facteur incontournable de la performance sportive. La récupération est le temps et l'apport énergétique nécessaire à une personne après un effort physique intense et prolongé pour atteindre l'état de surcompensation (Newsholmes, 1987). La consommation des substances qui permettent de neutraliser, de diminuer et de réguler les toxines et la fatigue (Branch, 2003), la réparation des dommages causés à l'organisme (Ikeuchi et al., 2006), une restauration des réserves glycogéniques et une bonne réhydratation (Shirreffs et al., 2004) sont autant de facteurs essentiels à une bonne récupération. Compte tenu de l'activité physique considérable effectuée quotidiennement par de nombreux athlètes, ces derniers sont fréquemment sous-alimentés, sujet à des blessures avec comme conséquences majeures, des difficultés dans l'accomplissement de leur entraînement et dans l'obtention de la performance (Folli, 1996).

Le recours aux substances dopantes et aux médicaments fortifiants semble être, pour de nom-

breux athlètes, une alternative à cette situation (Tadano et al., 2003). Selon Zlott et Byrne (2010), la consommation de ces substances/médicaments présenterait des risques pour la santé du sportif. Ainsi, nutritionnistes et physiologistes de l'effort se sont consacrés à la recherche des substances à base de plantes ayant des propriétés antifatigues et sans effets secondaires.

A cet effet, les racines du manioc doux sont utilisées comme complément alimentaire dans la plupart des pays du monde et particulièrement en Afrique. Des études réalisées sur ce tubercule ont montré qu'elle est composée de 38% d'hydrates de carbone et de 60% d'eau (Cock, 1985). D'autres travaux ont montré qu'elle possède des effets sur la performance physique, la fatigue, le stress oxydatif, les réserves glyco-géniques et la détoxification de l'organisme (Zheng et al., 2010). Les feuilles de *Moringa oleifera* quant-à elles, sont largement utilisées comme légumes, dans la médecine traditionnelle en Afrique en général et au Cameroun en particulier. Ces feuilles sont une excellente source de glucides, de protéines, de lipides, de vitamines et de sels minéraux (Abou-Elezz et al., 2012).

Par ailleurs, les travaux de Bonoy et al., (2016) ont montré que l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* possèdent des propriétés antifatigues et antioxydants à la dose de 200mg/kg. Au regard des résultats de ces travaux, nous nous

proposons d'évaluer l'effet combiné de la consommation de la farine de manioc doux et de la supplémentation de l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* à 200mg/kg sur la performance physique des rats. De façon spécifique, il s'agit :

- De préparer et d'analyser cinq régimes à partir de différents pourcentages de farine de manioc ;
- D'évaluer l'effet de la farine de manioc doux et de l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* (200mg/kg) sur l'endurance physique des rats soumis au test de la nage forcée ;
- De déterminer le mécanisme d'action de cette combinaison sur l'endurance physique des rats soumis au test de la nage de 90 minutes.

1- Matériel et méthode

L'étude a été menée dans la ville de Yaoundé plus précisément dans l'arrondissement de Yaoundé III, au sein des laboratoires de Biologie de l'Activité Physique de l'Institut National de la Jeunesse et des Sports (INJS) de Yaoundé (Cameroun). Et de Physiologie Animale de l'Université de Yaoundé 1. La période d'expérimentation s'est étalée du 20 février au 19 mars 2017. Durant cette période, nous avons eu recours à un certain nombre de matériel et de méthodes.

1.1- Matériel

1.2-Matériel végétal

Il a été constitué de trois éléments principaux ; D'abord la farine de maïs qui a servi à la préparation des différents régimes. Ensuite la farine de manioc doux dont l'identification s'est faite à l'Herbier National de Yaoundé, lavée et broyée à

l'aide d'une machine de marque Zaiba®. Enfin les feuilles de Moringa oleifera dont la plante a été identifiée à l'Herbier National du Cameroun, en comparaison du spécimen N° 49178/HNC puis conservé. La poudre des feuilles de cette plante a été utilisée pour préparer l'extrait aqueux.

1.3-Matériel animal

Les animaux étaient des rats mâles albinos de souche Wistar sains, n'ayant fait l'objet d'aucune expérimentation antérieure. Le poids des rats était en moyenne de 125g. Les animaux (60 rats) provenaient de l'Animalerie de la Faculté de Sciences de l'Université de Yaoundé 1 ; et ont été acheminés à l'animalerie de de l'INJS pour les besoins du protocole où ils ont eu une période d'acclimatation d'une semaine. Ils y étaient logés dans des bassines collectives à raison de six rats par bassines, dans les conditions de température ambiante. L'aération était suffisante avec un cycle lumineux naturel (12h de lumière, 12h d'obscurité). Les animaux ont eu libre accès à l'eau et à l'aliment.

1.4-Méthodes

L'extrait aqueux des feuilles de Moringa oleifera a été obtenu suivant la méthode décrite par Thilza et al. (2010). Cent grammes (100g) de poudre des feuilles de Moringa oleifera ont été prélevés puis infusés dans 1,5l d'eau distillé e pendant une heure. Après filtration à l'aide du papier filtre Wattman n°3, le filtra a été évaporé à 50°C dans un four à convection (RavenOven, N° : J2479, Scientific Greenfield, Great Britain).

L'extrait aqueux obtenu a été utilisé pour la préparation de la solution de Moringa oleifera à 200 mg/kg par dilution dans de l'eau distillé. Le volume de la solution à administrer aux animaux a été déterminé à partir de la formule suivante :

$$\text{Volume} = \frac{\text{Dose} \times \text{Poids}}{\text{Concentration}}$$

Avec : Volume (ml) = Volume de la solution à administrer
Poids (kg) = Poids de l'animal
Dose = Dose de l'extrait
Concentration (mg/ml) = Concentration de la solution à administrer

1.4.1-Formulation des rations expérimentales des rats et répartition des animaux

La formulation de l'aliment des rats a été basée sur les recommandations de l'American Institute of Nutrition (1997) avec quelques modifications et selon une adaptation locale du Laboratoire National Vétérinaire (LAVANET) du Cameroun. Les granulés qui ont servi de nourriture aux rats étaient constitués en fonction des différentes rations. Ces rations ont été fabriquées à l'Institut National de la Jeunesse et des Sports (INJS) de Yaoundé. Nous avons utilisé cinq rations différentes de par leur composition et propres aux cinq groupes d'animaux. Le tableau I nous donne une illustration de la composition des pourcentages d'inclusion de farine de manioc doux dans les rations.

Tableau I : Composition des différentes rations utilisées lors de l'expérimentation

Éléments constitutifs	Ration 1	Ration 2	Ration 3	Ration 4	Ration 5
Farine de maïs	60%	45%	30%	15%	0%
Farine de manioc	0%	15%	30%	45%	60%
Tourteaux de soja	22,5%	22,5%	22,5%	22,5%	22,5%
Son de blé	10,7%	10,55%	10,55%	10,55%	10,55%
Coquille d'buitre	1%	1%	1%	1%	1%
Sel de cuisine	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%
Vitamine prémix	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%	0,25%
Lysine	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%	0,15%
Méthionime	0,15%	0,30%	0,30%	0,30%	0,30%
Tourteaux de palmiste	5%	5%	5%	5%	5%

jours 1, 7, 14, 21 et 28 ont été retenues et le pourcentage de l'évolution de la masse corporelle a été obtenu grâce à la formule suivante :

Après la période d'acclimatation d'une semaine, les rats ont été répartis en cinq (5) lots de douze (12) rats chacun et correspondant aux cinq rations formulées dans le tableau ci-dessus respectivement pendant 28 jours gavés de 200 mg/kg de Moringa oleifera chacun.

$$EMC(\%) = \left(\frac{Mf - Mi}{Mf} \right) \times 100$$

Avec : *EMC* = Evolution de la Masse Corporelle (%) ;
Mf = Masse finale pour une période donnée ;
Mi = Masse initiale obtenue après randomisation.

1.4.2-Evaluation des consommations alimentaire, hydrique et de l'évolution pondérale

1.4.2.1-Evaluation de la prise alimentaire et hydrique

La quantité d'aliment et d'eau consommés par chaque groupe de rats étaient mesurés tous les deux jours pendant 28 jours à la même heure. Une balance de marque Denver de précision 1/1000 a été utilisée et la quantité d'aliments et d'eau consommées a été obtenue en faisant la différence entre la quantité initiale d'aliment et celle restante.

1.4.2.2-Evolution de la masse corporelle

Le poids des rats était mesuré tous les jours à l'aide d'une balance de marque Denver de précision 1/1000. Pour ce faire, les masses des

1.4.2.3-Evaluation de l'endurance physique des rats (test de la nage forcée)

Le test de la nage forcée utilisée a été celui décrit par Bonoy et al. (2016). Il a permis d'évaluer l'endurance physique des rats, après 28 jours de traitement et une mise à jeun de 12h avant le sacrifice. Trente minutes après la dernière administration de l'extrait aqueux de Moringa oleifera, six rats (06) ont été pesés dans chaque groupe pour effectuer ce test. Il a été réalisé dans un aquarium (90cmX45cmX45cm) rempli d'eau du robinet jusqu'à une profondeur de 35cm (Kamakura et al., 2001). L'eau a été maintenue à la température ambiante de 25±1°C (Qi et al., 2014), et renouvelé à chaque passage. Les rats ont nagé avec une charge de 10% de leur

poids corporel attachée à leur queue (Qi et al., 2014), ils étaient considérés comme fatigués lorsqu'ils plongeaient leur museau dans l'eau pendant plus de 10 secondes (Qi et al., 2014). Le temps de nage de chaque rat a été noté en seconde. Immédiatement après le test, les rats étaient nettoyés avec du papier hygiénique et remis dans leur cage.

1.4.2.5-Evaluation des paramètres biochimique, hématologique et sérique (test de la nage de 90 minutes)

Le test de la nage de 90 minutes réalisé le 28e jour a été celui décrit dans des études précédentes (Tang et al., 2012). Il a permis d'évaluer, après 90 minutes de nage sans charge, les paramètres biochimique, sérique et hématologique (glycémie, lactatémie et urémie) des rats de tous les groupes. Ce test a été réalisé dans le même dispositif que le test de la nage forcée (photo 1). A cet effet, six (06) rats par groupe ont été pesés puis ont nagé pendant 90 minutes sans charge. Une heure après le test, les rats ont été sacrifiés sous faible anesthésie. Le sang artéro-veineux a été recueilli dans des tubes secs puis centrifugés à 3000 tr/min pendant 10 minutes pour l'obtention du sérum qui a été utilisé pour l'évaluation des paramètres biochimique, hématologique et sérique.

1.4.2.6-Evaluation du poids relatif des organes

Après le test de la nage de 90 minutes, tous les animaux ont été sacrifiés. Les organes (cœur, foie,

poumon, rate, rein, testicule et pancréas) ont été prélevés pour une observation macroscopique et une détermination de leur poids relatif. Celui-ci a été obtenu à partir de la formule

$$\text{suivante : } \frac{\text{Poids de l'organe(g)}}{\text{Poids de l'animal(g)}} \times 100$$

Poids relatif (en % du poids corporel) =

1.4.2.7-Evaluation de la glycémie

Nous avons évalué la glycémie à l'aide de bandelette et d'un glucomètre (lecteur Accu-CHEK® Active). Chaque bandelette est munie d'une zone réactive contenant des réactifs. L'application de sang/sérum sur cette zone réactive provoque une réaction chimique se traduisant par un changement de couleur de la zone réactive. Le lecteur Accu-CHEK® Active détecte ce changement de couleur et converti, par le billet des informations spécifiques à chaque lot figurant sur la puce de calibration, le résultat correspond à la coloration obtenue en valeur numérique.

1.4.2.8-Dosage de l'acide lactique

Le dosage de la quantité d'acide lactique est effectué par la méthode enzymatique colorimétrique à l'aide du kit L-lactase assay (Abcam 65331 L-lactase assay kit). En présence de nicotinamide-adénine-dinucléotide, l'acide lactique total (L-lactate et D-lactate) est oxydé en pyruvate dans une réaction catalysée par la L-lactate déshydrogénase et la D-lactate déshydrog-

nase. L'équilibre de la réaction est en faveur du lactate. L'élimination du pyruvate du milieu réactionnel déplace l'équilibre de la réaction dans le sens de la formation de pyruvate. En présence de la L-glutamate, le pyruvate est transformé en L-alanine, réaction catalysée par la glutamate-pyruvate-transaminase. Pour chaque échantillon, deux prélèvements de 50µl de surnageant sont effectués. A chaque échantillon de 50µl de surnageant, sont ajoutés 50µl de réactif du kit contenant. La formation de NADH, mesuré par l'augmentation de l'absorbance à la longueur d'onde de 450 nm, est proportionnelle à la quantité de lactate présente.

catalysée par le nitroprusiate et la lecture se fait en 600nm.

1.4.2.10-Traitement statistique des résultats

Les résultats sont exprimés sous forme de moyenne ± écart type. Les comparaisons ont été effectuées en utilisant le test de comparaison multiple de Dunnett's. Le calcul statistique a été réalisé par le logiciel Graph Pad Prismv5.01. La différence est considérée comme significative entre le groupe témoin et les groupes tests à p<0,05.

2-Résultats

Il s'agira de présenter l'évolution des paramètres physiques et de certains paramètres biochimiques sériques.

2.1 -

Endurance physique

$$\begin{array}{l} \text{Urée} \\ \text{Urée} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Uréase}} 2\text{NH}_4^+ + \text{CO}_3^{2-} \\ 2\text{NH}_4^+ + \text{Salicylate} + \text{Hypochlorite} \longrightarrow \text{Indophénol} \end{array}$$

L'uréase hydrolyse l'urée en produisant de l'ammonium (NH⁴⁺). Les ions ammonium réagissent en milieu alcalin avec du salicylate et de l'hypochlorite pour former un indophénol coloré en bleu. La coloration est catalysée par le nitroprusiate et la lecture se fait en 600nm.

La figure ci-dessous montre la performance

1.4.2.9-Dosage de l'urée sérique

L'urée sérique a été dosée par la méthode colorimétrique et enzymatique (Kit Bioassay System, CA). La réaction consiste en une réaction enzymatique couplée à une réaction colorée.

Uréase
 Urée + H₂O → 2NH₄⁺ + CO₃²⁻
 2NH₄⁺ + Salicylate + Hypochlorite
 Indophénol

L'uréase hydrolyse l'urée en produisant de l'ammonium (NH⁴⁺). Les ions ammonium réagissent en milieu alcalin avec du salicylate et de l'hypochlorite pour former un indophénol coloré en bleu. La coloration est

des rats lors du test de la nage forcée avec charge de 10% de leur poids corporel.

L'analyse de la figure 2 montre une augmentation hautement significative (p<0,001) du temps de nage des groupes 15% CRP + moringa 200 et 30% CRP + moringa 200 par rapport au groupe témoin. Une augmentation significative entre le groupe témoin et le groupe test 45% CRP + moringa 200 (p<0,05) et une différence très significative entre le groupe témoin et le groupe 60% CRP + moringa 200 (p<0,01). Ainsi, par rapport au groupe témoin, les autres rations contenant des pour-

centages d'inclusion de farine de manioc à 15%, 30%, 45% et 60% associés au *M. oleifera* 200 mg/kg, ont présenté des performances élevées surtout pour les groupes 15% CRP + moringa 200 et 30% CRP + moringa 200. En effet, le temps de nage est passé de $231,3 \pm 13,41$ secondes pour le groupe témoin à $283,7 \pm 16,50$ et $314,17 \pm 25,78$ secondes pour les groupes 15% CRP + moringa 200 et 30% CRP + moringa 200 respectivement, ce qui représenterait une augmentation de la performance d'environ $22,65 \pm 23,04$ secondes et $35,83 \pm 92,24$ secondes.

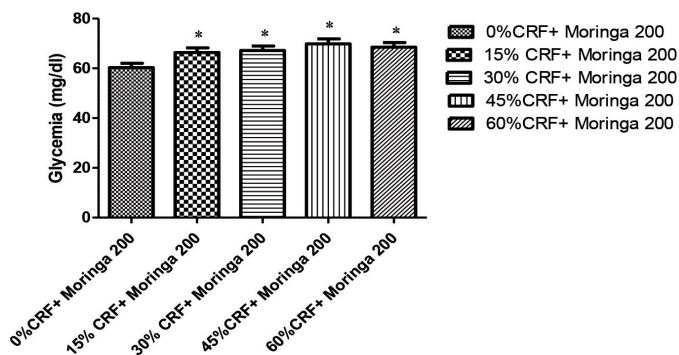


Figure 1 : Performance des rats des différents groupes lors du test de la nage forcée

Chaque barre représente la moyenne \pm ESM, n = 6. CRP= Consommation de la Ration Principale (standard).

0% CRP + Moringa 200 = Groupe Témoin, 15% CRP + Moringa 200 = Groupe test 1, 30% CRP + Moringa 200 = grouped test 2, 45% CRP + Moringa 200 = Groupe test 3

et 60% CRP + Moringa 200 = Groupe test 4. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$: différence significative à 5%, 1%, et 1% entre le groupe témoin et les groupes tests (ANOVA suivie du test de comparaison multiple de Dunnett's).

2.2-Paramètres biochimiques hématologiques et sériques

2.2.1-Glycémie

Il s'agit de la glycémie, de la lactatémie et de l'urée sérique. L'analyse de cette figure montre qu'il y'a augmentation significative de la glycémie ($p < 0,05$) entre le groupe témoin et les différents groupes passant de 61 mg/dL pour le groupe témoin à 66,33 mg/dL ; 73 mg/dL ; 69,83 mg/dL et 68,5 mg/dL pour les groupes 15% CRP + moringa 200, 30% CRP + moringa 200, 45% CRP + moringa 200 et 60% CRP + moringa 200 respectivement. La ration CRP + moringa augmenterait donc le taux de glucose sanguin.

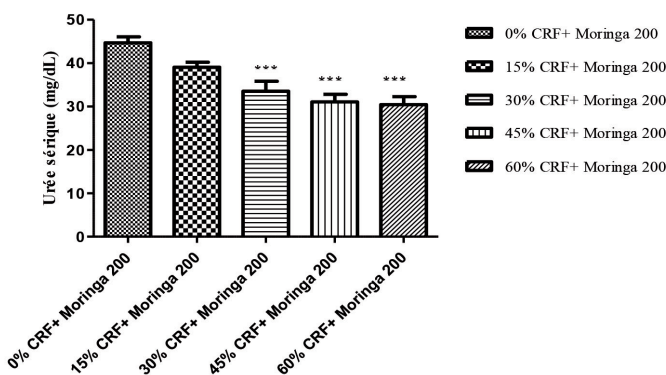


Figure 2 : Variation de la glycémie en fonction des groupes

Chaque barre représente la moyenne \pm ESM, n = 6. CRP= Consommation de la Ration Principale (standard). 0% CRP + Moringa 200 = GroupeTémoin, 15% CRP + Moringa 200 = Groupe test 1, 30% CRP + Moringa 200 = grouped test 2, 45% CRP + Moringa 200 = Groupe test 3 et 60% CRP + Moringa 200 = Groupe test 4. * $p < 0,05$: différence significative à 5% entre le groupe témoin et les groupes tests (ANOVA suivie du test de comparaison multiple de Dunnett's).

2.2.2-Lactatémie

La figure 4 ci-dessous nous présente les valeurs de la lactatémie et nous montre que, par rapport au groupe témoin 0% CRP + moringa 200, la lactatémie a baissé de manière très significative ($p \leq 0,01$) chez le groupe consommant la ration à 30% CRP + moringa 200. La baisse est aussi significative ($p \leq 0,05$) chez les groupes 45% CRP + moringa 200 et 60% CRP + moringa 200. Ce qui indiquerait que ces trois rations diminueraient l'accumulation des déchets métaboliques et principalement du lactate.

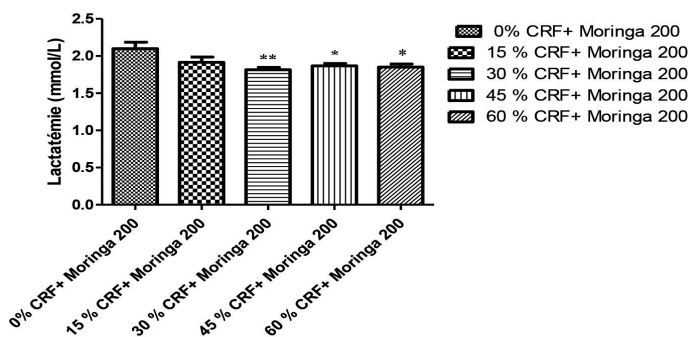


Figure 3 : Variation de la

lactatémie en fonction des groupes

Chaque barre représente la moyenne \pm ESM, n = 6. CRP= Consommation de la Ration Principale (standard). 0% CRP + Moringa 200 = GroupeTémoin, 15% CRP + Moringa 200 = Groupe test 1, 30% CRP + Moringa 200 = grouped test 2, 45% CRP + Moringa 200 = Groupe test 3 et 60% CRP + Moringa 200 = Groupe test 4. ** $p < 0,01$; * $p < 0,05$: différence significative à 1% 5% entre le groupe témoin et les groupes tests (ANOVA suivie du test de comparaison multiple de Dunnett's).

2.2.3-Urée sérique

L'analyse de la figure 5 ci-dessous montre une baisse hautement significative ($p \leq 0,001$) de l'urée sérique chez les groupes tests 30% CRP + moringa 200, 45% CRP + moringa 200 et 60% CRP + moringa 200 par rapport au groupe témoin tandis qu'il n'y a pas de différence avec le groupe 15% CRP + moringa 200 ($p \leq 0,05$). On pourrait conclure que plus le pourcentage d'inclusion de manioc dans notre ration est importante, moins il y'a

dépôt de déchet métabolique comme l'urée sérique.

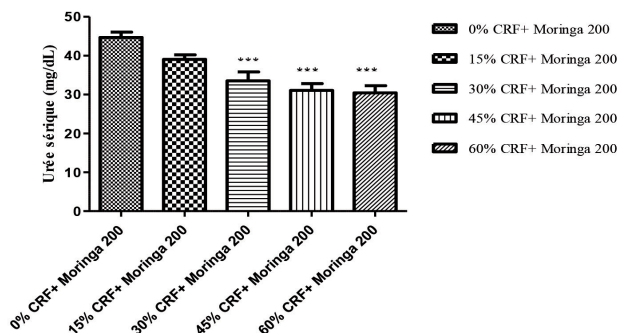


Figure 4 : Variation de l'urée sérique en fonction des groupes

Chaque barre représente la moyenne \pm ESM, $n = 6$. CRP= Consommation de la Ration Principale (standard). 0% CRP + Moringa 200 = Groupe Témoin, 15% CRP + Moringa 200 = Groupe test 1, 30% CRP + Moringa 200 = grouped test 2, 45% CRP + Moringa 200 = Groupe test 3 et 60% CRP + Moringa 200 = Groupe test 4. *** $p < 0,001$: différence significative à 1% entre le groupe témoin et les groupes tests (ANOVA suivie du test de comparaison multiple de Dunnett's).

3-Discussion

Ce travail avait pour objectif d'évaluer l'effet combiné d'un régime enrichi en farine de manioc doux (*Manihot esculenta* Crantz) et de la supplémentation de l'extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* sur la performance physique et quelques paramètres biochimiques chez les rats. Pour ce faire, nous avons administré à chacun de nos cinq groupes de rat des proportions

différentes de farine de manioc qui étaient de 0%, 15%, 30%, 45% et 60% pour les groupes 1, 2, 3, 4 et 5 respectivement, et supplémenté par une dose quotidienne de 200 mg/kg de l'extrait aqueux de feuilles de *Moringa oleifera*. Nous avons eu le groupe 1 (100% maïs) comme groupe témoin. Afin d'atteindre notre objectif, plusieurs paramètres ont été évalués, qu'ils soient physiques ou biochimiques (glycémie, lactatémie, urémie).

Il ressort de l'analyse des différents résultats que, des paramètres ont subi des variations à différents pourcentages d'inclusion de farine de manioc doux avec la supplémentation de l'extrait aqueux de feuilles de *Moringa oleifera* à 200 mg/kg.

La performance a montré des valeurs différentes. La courbe de performance a été plus importante à 30%CRP + moringa 200 (314,17 \pm 25,78 secondes) par rapport au groupe témoin (231,3 \pm 13,41 secondes) soit une augmentation de 35,83 \pm 92,24 secondes. Ce qui n'est pas le cas de la comparaison entre les valeurs 30%CRP + moringa 200 et *M. oleifera* seule des travaux de Bonoy et al., (2016) 140,5 \pm 32,17 secondes, où elle augmente de différence significative de 123,61 \pm 19,86 secondes.

Ainsi, la performance observée à 30%CRP + moringa 200

pourrait s'expliquer d'une part, par les études réalisées sur les tubercules de manioc qui ont montré qu'ils sont composés de 38% d'hydrate de carbone et de 60% d'eau (Cock, 1985). De même, Charles et al., (2008) ont indiqué que ces hydrates de carbone étaient constitués de monosaccharides (fructose, arabinose et galactose) et des polysaccharides. Les polysaccharides contenus dans la farine de manioc seraient donc responsables du maintien de la glycémie à des quantités élevées facilitant ainsi son accumulation dans le foie et le muscle nécessaire à la poursuite d'un effort physique.

Les travaux réalisés sur les polysaccharides ont indiqué que ces derniers auraient des effets sur la performance physique, la fatigue, le stress oxydatif, les réserves glycogéniques et la détoxification de (Zheng et al., 2010). D'autre part, la racine de manioc apparaît comme un aliment essentiellement énergétique. Riche en amidon, assez bien pourvu d'acide ascorbique, elle est très pauvre en tous les autres nutriments à savoir les lipides, les sels minéraux, les vitamines et surtout les protides (Gale et Crawford, 1969). Aussi, ayant une teneur relativement élevée en énergie métabolisable, 2273 et 2978 kcal/kg MS (Makkar et Becker, 1996), les feuilles de *M. oleifera* contiennent une très grande concentration en vitamine (A, B, C, E etc.), en minéraux (fer, calcium, zinc, sélénium, etc.) et sont riches en β -carotène (Fuglie, 2002). Mis ensemble,

ces aliments augmenteraient la performance des rats soumis au test à la nage forcée.

Cette valeur de performance obtenue avec la ration 30%CRP + manioc 200 (314,17 \pm 25,78 secondes) reste supérieure à celle obtenue par Bonoy et al., (2016) mais serait beaucoup élevée n'y était la fatigue centrale engendrée par la consommation de *M. oleifera*. En effet, Barke et al., (2013) suggère que l'activité de cet extrait pourrait être due à une amélioration du mécanisme inhibiteur central impliquant la libération de l'acide gamma-aminobutyrique (GABA) la pratique de l'exercice entraîne une baisse des réserves, qui pourrait conduire à une hypoglycémie néfaste au fonctionnement cérébral (transmission de l'influx nerveux). Ce qui favoriserait le maintien des réserves glycogéniques et la survenue tardive de la fatigue (Guezennec et al., 1985).

L'analyse des résultats obtenus sur le taux de glucose dans le sang montre une augmentation de la glycémie de tous les groupes de rat d'environ 13,80 mg/dL. Cette augmentation pourrait être due à l'effet combiné des compositions chimiques du manioc doux et du *M. oleifera*. En effet, il a démontré que la capacité d'endurance dépend des réserves glycogéniques (Dohm et al., 1983). Les polysaccharides contenus dans la farine de manioc seraient responsable du maintien de la glycémie à des quantités élevées facilitant ainsi

son accumulation dans le foie et le muscle nécessaire à la poursuite d'un effort physique. Les travaux réalisés sur des polysaccharides ont indiqué que ces derniers auraient des effets sur la performance physique, la fatigue, le stress oxydatif, les réserves glycoénergétiques et la détoxification de l'organisme (Zheng et al., 2010). En addition, les tubercules de manioc contiennent des composés phytochimiques (les flavonoïdes, les phénols, les saponines et les terpènes) qui sont sans doute responsable des effets que nous avons pu observer.

De même, les propriétés médicinales du *M. oleifera* sont dues à la présence de plusieurs composés phytochimiques contenus dans diverse partie de la plante. Il s'agit des composés phénoliques, des flavonoïdes et des glucosinolates (Awolele et al., 2012). Les flavonoïdes sont des agents de protection contre les radicaux libres (Yadav et al., 2011) au niveau du foie et des muscles. Il serait responsable de l'augmentation et de la baisse de certains enzymes du système oxydant. En effet, l'élévation du taux de ces enzymes pourrait neutraliser les radicaux produits lors de l'effort physique et réduire l'effet de la fatigue (Power et al., 2004). Pour des efforts très prolongés, la baisse des réserves en glycogène stimule l'utilisation d'autres sources de substrat dont les acides gras libres (AGL) et les acides aminés.

L'acide lactique est un mé-

tabolite issu de la dégradation anaérobie du glucose. Son accumulation dans le sang et les muscles est un bon indicateur du degré de fatigue lors d'un exercice d'intensité élevée et de courte durée (Wang et al., 2006). L'analyse des résultats du dosage de l'acide lactique dans le sang montre des taux plus bas (1,92 ; 1,82 ; 1,87 et 1,85 mmol/L) chez le groupe de rat CRP + moringa par rapport au groupe de rats *M. oleifera* 200 (19,37±4,53 mmol/L). Ce qui pourrait être la résultante des sels minéraux contenus dans la plante sur l'acidose produit par les hydrates de carbone issus du manioc doux. En effet, la dégradation anaérobie du glucose entraînant une production de proton H⁺ et d'anion lactate in vivo. L'acidose métabolique qui en résulte est considérée par de nombreux auteurs comme le principal facteur de fatigue et d'arrêt de l'exercice intense et de courte durée : 30sec à 5min (Sahlin, 1991). Deux explications plausibles sont retenues. D'une part, l'accumulation des protons H⁺ entraîne une baisse importante du pH cellulaire (7 à 6) qui inhibe l'activité de l'enzyme régulatrice de la glycolyse : la phosphofructokinase ou PFK (Dobson et al., 1986). Cette inhibition entraînerait l'arrêt de la glycolyse et en conséquent l'arrêt de la synthèse de l'ATP (Hermansen, 1981), donc une baisse de la force contractile, synonyme d'incapacité fonctionnelle.

D'autre part, les protons entreraient en compétition avec les

ions calcium, les empêchant d'interagir avec les ions calciques de la troponine (Hermansen, 1981). Dans ces conditions, la levée de l'inhibition exercée au repos par le complexe troponine-myosine sur la formation des ponts actomyosine ne pourrait être réalisée : la contraction musculaire ne pourrait donc avoir lieu. Dans le même ordre d'idée, Schuback et al. (1999) ont également montré une augmentation du taux de lactate sérique au-delà de 5 mmol/L pendant et après une activité physique de type endurance chez les rats. D'autres travaux ont montré également que des niveaux élevés de lactate pourraient être à l'origine d'une baisse du taux de calcium et de magnésium dans le sang (Siegel et al., 2008). Le *M. oleifera* serait responsable de la baisse de la lactatémie observée et du maintien à des valeurs relativement élevées des taux de calcium et de magnésium qui permettrait la diminution de l'accumulation de l'acide lactique et ainsi de la poursuite de la contraction musculaire. C'est ce qui ressort de la valeur nutritionnelle de différentes parties (gousses, feuilles fraîches et poudre de feuilles) du *M. oleifera* (quantité/portion de 100 grammes comestibles). On a 30mg gousses, 440mg feuilles fraîches et 2003mg poudre de feuilles en ce qui concerne le calcium et 24mg gousses, 24mg feuilles fraîches et 368mg poudre de feuilles s'agissant du magnésium (Fuglie, 2002). De même, Charles et al., (2008) ont indiqué que les hy-

drates de carbone contenu dans le manioc étaient constitués de monosaccharide (fructose, arabinose et galactose) et des polysaccharides.

Il en est de même pour l'urée qui, lui aussi, est un bon indicateur de l'endurance physique des athlètes qui sont soumis à une charge d'entraînement (Huang et al., 2011). L'urée sérique a montré des valeurs basses chez les groupes rats CRP + moringa par rapport aux rats *M. moringa* 200. Il conviendrait de rappeler que, une élévation de l'urée sérique serait un indicateur de la dégradation des protéines, de la déshydratation, du stress et de la fatigue chez l'athlète. Sur le plan du mécanisme, il est probable que la diminution du flux énergétique des glucides pendant la contraction musculaire augmente la mobilisation de l'azote par la mise en jeu du cycle des purines nucléotides. L'augmentation de l'ammoniaque stimule l'urogenèse hépatique et la production d'acide urique (Kirwan et al., 1990). Il en résulte une augmentation de la production d'ammoniaque qui est un autre facteur de la fatigue musculaire. En effet, dans le but de maintenir le ratio ATP/ADP, l'adénylate-kinase transfère un groupement phosphate d'une molécule d'ADP à une autre, aboutissant à la formation d'une molécule d'ATP et d'une molécule d'AMP. L'AMP est ensuite dégradé en présence de l'AMP-désaminase en IMP et en ammoniaque (Hancock et al., 2006).

Le taux bas de l'urée sé-

rique serait alors expliqué par les diverses études qui ont montré que les plantes auraient des effets sur la re-synthèse du glycogène au cours de la phase de récupération et sur l'utilisation préférentielle des lipides au cours des activités physiques aigus ou chroniques de type endurance, tant chez l'homme que chez les animaux (Zheng et al., 2010). L'utilisation de ces extraits serait responsable selon certains auteurs, d'une augmentation de la β -oxydation musculaire et d'une baisse du contenu en malonyl-CoA. Ces auteurs suggèrent également qu'une diminution de la teneur en malonyl-CoA stimulerait l'oxydation des acides gras dans les muscles squelettiques (Rasmussen et Winder, 1997). En effet, le malonyl-CoA inhibe les carnitine O-palmitoyltransférases I (CPT I) dont le rôle est de transporter les acides gras à longues chaînes au sein de la mitochondrie pour qu'ils subissent une β -oxydation. La diminution des concentrations de malonyl-CoA favorise donc l'oxydation des acides gras. L'utilisation préférentielle des acides gras durant l'effort serait responsable d'une baisse du catabolisme des glucides et des protéides, ce qui pourrait avoir pour conséquence une réduction de la concentration en lactates et en urée sérique.

Ces résultats montrent que la ration farine de manioc doux et extrait aqueux de feuilles de *Moringa oleifera* 200mg/kg, en modifiant les paramètres physique et biochimique sérique, aurait des ef-

fets bénéfiques contre la fatigue et améliorerait de ce fait la performance physique chez les rats.

Conclusion

En somme, il nous était question d'évaluer l'effet combiné d'un régime enrichi en farine de manioc doux (*Manihot esculenta* Crantz) et de la supplémentation en extrait aqueux des feuilles de *Moringa oleifera* sur la performance physique et quelques paramètres biochimiques sériques chez les rats. De manière pratique, soixante (60) rats mâles de la souche Wistar ont été utilisés et répartis en cinq (05) lots de douze (12) rats chacun. Chaque groupe consommant des pourcentages différents d'inclusion de farine de manioc dans leur ration 0%, 15%, 30%, 45% et 60% pour les lots 1, 2, 3, 4 et 5 respectivement. Le groupe 1 (0% manioc et 100% maïs) étaient le groupe témoin. Tous les rats étaient soumis à l'administration d'une dose quotidienne de *M. oleifera* de 200mg/kg. Les résultats ont montré que les rats ayant la ration 30%CRP + moringa 200 ont vu leur performance augmenter de manière hautement significative d'environ $35,83 \pm 92,24$ secondes par rapport au lot témoin. Cette augmentation serait due à la composition nutritionnelle (38% hydrate de carbone et de 60% d'eau) et chimique du manioc dont ces hydrates de carbone Cock (1985). En effet, ces derniers étaient constitués de monosaccharides (fructose, arabinose et galactose) et de polysaccharides tels que les décrivent Charles et al. (2008) dans leurs travaux. Ainsi, la racine de manioc apparait comme un aliment essen-

tiellement énergétique. La courbe de performance observée chez le groupe 60%CRP + moringa 200 serait l'effet du *M. oleifera*, qui est très riche en antioxydant. En effet, il agirait sur l'accumulation des glucosides cyanogène contenu dans le manioc et qui pourrait être responsable de la baisse des enzymes antioxydants. En somme, 30%CRP + moringa 200 serait la meilleure dose de production de la performance par rapport au groupe témoin, mais 60%CRP + moringa 200 serait la ration combinée idoine pour l'augmentation de la performance sans effet secondaire.

Toutefois, il serait important pour des travaux futurs :

- D'évaluer le paramètre hématologique de cette ration combinée ;
- D'évaluer les paramètres biochimique, sérique, musculaire et hépatique ;
- D'évaluer les paramètres au niveau cérébral (central) ;
- De doser les paramètres du stress oxydatif de ces régimes combinés.

Références bibliographiques

Abou-Elezz F.M.K., Sarmiento-Franco L., Santos-Ricalde R. and Solorio-Sanchez J.F. (2012). The nutritional effect of *Moringa oleifera* fresh leaves as feed supplement on Rhode Island Red hen egg production and quality. *Tropical Animal Health and Production*; 44(5): 1035-1040.

Awodele O., Olayemi S.O., Adeyemo T.A., Sanya T.A., Dolapo C. (2012). Use of complementary medicine amongst patients on anti-

retroviral drugs in an HIV treatment centre in Lagos, Nigeria. *Current drug safety*; 7: 120-125.

Bakre A.G., Aderibigbe A.O., Ademowo O.G. (2013). Studies on neuro-pharmacological profile of ethanol extract of *Moringa oleifera* leaves in mice. *Journal of Ethnopharmacology* ; 149 : 783–789.

Blain H., Vuillemin A., Blain A. and C. Jeandel. (2000). Les effets préventifs de l'activité physique chez les personnes âgées. *Presse Médecine* ; 29 : 1240-1248.

Bonoy L., Sotoing G., Hamadou A., Houllay J., Mahamat M.A. and Vernyuy T.P. (2016). Antioxydant and Antifatigue Properties of the aqueous Extract of *Moringa oleifera* in rats Subjected to Forced swimming Endurance Test. *Oxidative Medicine and cellular Longevity*, Volume 2016.

Branch (2003). Effect of créatine supplementation on body composition and performance: a meta-analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 13(2): 198-226.

Charles A.L., Huang T.C., Chang Y.H. (2008). Structural analysis and characterization of a mucopolysaccharide isolated from roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz L.).

Cock J.H., (1985). Cassava: new potential for a neglected crop. Boulder, CO, USA: Westview Press.

Coyle E.F., Coggan A.R., Hemmert M.K., Ivy J.L. (1986). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when

fed carbohydrate. *Journal of Applied Physiology*, 61(1):165-172.

Dobson J.G., Ordway R.W., Fenton R.A. (1986). Endogenous adenosine inhibits catecholamine contractile responses in normoxic hearts. *American journal of physiology*; 251: 455-462.

Dohm G.L., Tapscott E.B., Barakat H.A., Kasperek G.J. (1983). Influence of fasting on glycogen depletion in rats during exercise. *Journal of Applied Physiology: Respiratory Environmental and Exercise Physiology*; vol. 55, no. 3: pp. 830–833.

Folli (1999). Nutrition appliquée à la Performance sportive. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie*, 47(2): 94-100.

Fuglie L.J. (2002). Nutrition naturelle sous les tropiques. In : *L'arbre de la Vie : Les Multiples Usages du Moringa L. J. Fuglie Ed.* : 105-118. CTA et CWS. Dakar Senegal.

Gale M.M. and Crawford M.A. (1970). The effect of dietary histidine and arginine on growth in the guinea-pigs as a test of the aminoacid imbalance in plantain and cassava. *Trans. Roy Soc. Hyg.*;63: 826-832.

Guezennec C., Abdelmalki A., Serrurier B., Merino D., Bigard X., Berthelot M. et al. (1998). Effects of prolonged exercise on brain ammonia and amino acids. *International Journal Sports Medecine* ; 19 : 323–327.

Hancock L.C et al. (2006). Genomic analysis of the opiphenotype. *Genetics*; 173: 621-634.

Hermansen L. (1981). Muscular fatigue during maximal exercise of short duration. In *Physiological Chemistry of Exercise and training* (eds), P.E. di Prampero and J.R. Poortman; 13: 45-52.

Huang L. Z., Huang B. K., Ye Q. and Qin L. P. (2011). Bioactivity-guided fractionation for anti-fatigue of *Acanthopanax senticosus*. *Journal of Ethnopharmacology*; 133 :213-219.

Ikeuchi M., Yamaguchi K., Koyama T., Sono Y. and Yazawa K. (2006). Effects of fenugreek seeds (*Trigonella foenum graecum*) extract on endurance capacity in mice. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*; 52(4): 287-92.

Kamakura M., Mitani N., Fukuda T. and Fukushima M. (2001). Antifatigue effect of fresh Royal jelly in mice. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 47: 394-401.

Kirwan J.P., Costill D.L., Mitchell J.B. (1990). Changes in selected blood measures during repeated days of intense training and carbohydrate control. *International Journal Sports Medecine*; 11:362–6.

Makkar H.P.S. and Becker K. (1996). Nutritional value and anti-nutritional components of whole and ethanol extracted *Moringa oleifera* leaves. *Animal Feed Science and Technology*; 63(1-4): 211-228.

Nieman D. (1997). Immune response to heavy exertion. *Journal of Applied Physiology*; 82: 1385-1394.

Powers S. K., De Ruisseau K. C., Quindry J. and Hamilton K.

- L. (2004). Dietary antioxidants and exercise. *Journal of Sports Sciences*; 22: 81-94.
- Qi B., Liu L., Zhang H., Zhou G., Wang S., Duan X., Bai X., Wang S. and Zhao D. (2014). Anti-fatigue effects of proteins isolated from *Panaxquinquefolium*. *Journal of Ethnopharmacology*; 1-5.
- Rasmussen B.B. and Windsor W.W. (1997). Effect of exercise intensity on skeletal muscle malonyl-CoA and acetyl-CoA carboxylase. *Journal of applied physiology* ; 83(4): 1104-1109.
- Sahlin K. (1991). Role of intracellular pH in fatigue. In: Athlan, Beliveau, Bouissou, edition. *Muscle fatigue: Biochemical and physiological aspects*-Paris: Masson, 25 hp.
- Schuback K. et al. (1999). Incremental treadmill exercise until onset of fatigue and its relationship to metabolic response and locomotion pattern. *Equine Veterinary Journal Suppl.*
- Shirreffs S. M., Armstrong L. E. and Chevront S. N. (2004). Fluid and electrolyte need for preparation and recovery from training and competition. *Journal of Sports Science*, 22: 57-63.
- Siegel L.B. et al. (2008). Initial postoperative serum lactate levels predict survival in children after open heart surgery. *Intensive Care Med*; 22(12): 1418-1423.
- Tan W., Yu K.Q., Liu Y.Y., Ouyang M.Z., Yan M.H., Luo R. and Zhao X.S. (2012). Anti-fatigue activity of polysaccharides extracts from *Radix rehmanniae preparata*. *International Journal of Biology and Macromolecule*.50: 59–62.
- Thilza I.B., Sanni S., Zakari A.I., Sanni F.S., Muhammed T., Musa B.J. (2010). In vitro antimicrobial activity of water extract of *Moringa oleifera* leaf stalk on bacteria normally implacet in eye diseases. *Academia arena*; 2(6): 80-82.
- Wang H., Zhu S., Zhou R., Li W., Sama A.E. (2008). Therapeutic potential of HMGB1-targeting agents in sepsis. *Expert of review of molecule medicine*; 10: e32.
- Yadav N., Singh P. and Mehrotra R. (2011). Determination of some ethnomedicinally important constituents of *Aegle marmelos* fruit during different stages of ripening. *Chinese Journal of Natural Medicine*; 9: 204-209.
- You Y., Kim K., Lee K., et al. (2006). Stimulatory effect of *Pseudosasa japonica* leaves on exercise performance. *Bioscientific Biotechnology Biochemistry*; 70: 2532-5.
- Zhang M, Hanna M, Li J, Butcher S, Dai H, Xiao W (2010). Creation of a hyperpermeable yeast strain to genotoxic agents through combined inactivation of PDR and CWP genes. *Toxicology Science*;113(2): 401-411.
- Zheng J., Benschopp J., Schales M., Kemmeren P., Greenblatt J., Cagney G., Holstège F., Li H., Krogan J. (2010). Epistatic relationship reveals the functional organization of yeast transcription factors. *Mol Styl Biology*; 6:420.

TABLE DES MATIERES

ÉDITORIAL	9
PARTIE 1 - BIOLOGIE APPLIQUEE AUX ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES.....	11
<i>Do university athletes really express the difficulty of the effort du ring cardiorespiratory endurance tests?</i>	
<i>Guessogo W.R. et al.,.....</i>	<i>12</i>
<i>Impact du confinement prolongé dû à la COVID 19 sur les profils anthropométrique, physiologique, et condition physique de la co horte d'étudiants nouvellement admis à l'INJS de Yaoundé en 2020 et 2021.</i>	
<i>MBOUH S. et al.,.....</i>	<i>20</i>
<i>Effet combine d'un régime enrichi en farine de manioc doux (Mani hot esculenta Crantz) supplémenté à l'extrait aqueux des feuilles de Moringa oleifera sur la performance physique des rats.</i>	
<i>EBAL M. E. et al.,.....</i>	<i>33</i>
<i>Prise en charge des technopathies du cyclisme : cas du tour cycliste international du FASO 2021.</i>	
<i>CISSÉ A.R. et al.,.....</i>	<i>51</i>
<i>Prévention des maladies cardiovasculaires et de la mort subite car diaque : évaluation de l'alimentation des footballeurs d'élite ca merounais.</i>	
<i>MBOUH S.,.....</i>	<i>58</i>
<i>Profils anthropométrique, physiologique et performance physique des handballeurs de l'équipe nationale messieurs du Cameroun.</i>	
<i>MBOUH S. et al.,.....</i>	<i>72</i>
PARTIE 2 - SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES APPLIQUEES AUX ACTIVITES PHYSIQUES ET SPORTIVES.....	87
<i>La danse Bisima : pratique corporelle, convocation de l'invisible et rituel thérapeutique chez les Bakóko.</i>	
<i>NGOHSADJO E. R. et al.,.....</i>	<i>88</i>
<i>Déterminants de l'intention de pratiquer les activités physiques chez les femmes pré-ménopausées et ménopausées.</i>	
<i>MBAME J.-P. et al.,.....</i>	<i>103</i>

<i>Analyse des causes de la fraude a l'identité chez les sportifs camerounais.</i> <i>AKAMBA M. D.,</i>	116
--	-----

PARTIE 3 – SCIENCES DE L'INTERVENTION131

Taxonomie sportive du handicap moteur et projet inclusif pour les jeux universitaires au Cameroun. <i>EKONO R. V., et al.,</i>	132
---	-----

L'enseignement de l'éducation physique et sportive avec un logiciel de simulation sur ordinateur. <i>MEDOUGA M. F. V., et al.,</i>	149
---	-----

**PARTIE 4 – SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES APPLI
QUEES A L'ÉDUCATION PERMANENTE.....163**

Management et pressions sociales : le cas de certains établissements publics administratifs de la ville de Yaoundé. <i>MANGA J. M., et al.,</i>	164
--	-----

<i>Plaidoyer en faveur de l'insertion de l'accompagnement entrepreneurial des jeunes dans les plans communaux de développement au Cameroun.</i> <i>WADOUM F. C., et al.,</i>	176
---	-----

<i>Accessibilité du médicament de la rue et engagement du personnel soignant dans le marché informel a Yaoundé – Cameroun.</i> <i>LEVODO P., et al.,</i>	191
---	-----

<i>Employabilité des auditeurs libres issus de la division des sciences et techniques d'animation, de loisirs et d'éducation civique de l'institut national de la jeunesse et des sports de Yaoundé, Cameroun.</i> <i>MATHO F. A.,</i>	202
---	-----

<i>Stratégies communicationnelles et autonomisation de la femme rurale dans le département de la Sanaga maritime au Cameroun.</i> <i>EDIKIN F. et al.,</i>	215
---	-----

PARTIE 5 – SCIENCES DU LOISIR.....225

Systématisation des spectacles vivants dans la dynamique de l'animation muséale. <i>EWANE J. C.,</i>	226
---	-----

L'effet de la musique comme aire transitionnelle sur la construction de l'identité des adolescents scolarisés du club fanfare au collège François Xavier Vogt.

MOTE A. et al.,.....237

Jeux de hasard : pratiques, mode opératoire et influences au sein de la jeunesse universitaire. Une étude menée auprès des étudiants des universités de Yaoundé I et II.

ESSALA B.....252