

## PARAMETRES BIOCHIMIQUES SANGUINS ET BIOMETRIE DES ORGANES DES RATS SOUMIS AUX PAINS FORTIFIES AVEC LA FARINE DE GRAINES NON DELIPEEES DE *Citrullus lanatus* (Cucurbitacées)

### [ Blood Biochemical Parameters and Biometry of organs In Rats Fed With Breads Fortified With the Flour of Non-Delipidated Seeds of *Citrullus lanatus* (Cucurbitaceae) ]

Alassane MEITE<sup>1</sup>, Théodor DALLY<sup>2</sup>, Howélé OUATTARA<sup>3</sup>, Kouamé Guy Marcel BOUAFOU<sup>4</sup>, Koffi Gabouët KOUAME<sup>1</sup>,  
and Séraphin KATI-COULIBALY<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Nutrition et Pharmacologie, UFR Biosciences, Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire

<sup>2</sup>UFR Environnement, Université Jean Lorougnon Guedé, Daloa, Côte d'Ivoire

<sup>3</sup>UFR Sciences biologiques, Université Péléforo Gon Coulibaly, Korhogo, Côte d'Ivoire

<sup>4</sup>Section Sciences de la Vie et de la Terre, Ecole Normale Supérieure (ENS), Abidjan, Côte d'Ivoire

---

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**ABSTRACT:** This study aims to determine the impact of fortification of wheat flour by the undefatted seed of *Citrullus lanatus* (Cucurbitaceae) on blood biochemical parameters and biometry of organs. Thirty (30) rats were fed for 14 days with six diets. A control casein diet (RTC), a classic bread diet (RPC) and four diets fortified bread (RPFnd) where wheat flour was substituted for the rate 5% (RPFnd5); 10% (RPFnd10); 15% (RPFnd15) and 20% (RPFnd20) by undefatted seed meal of *Citrullus lanatus*. After the experimental period, the animals were sacrificed and their blood is levied to assay metabolites. Their organs are also levied and weighed. The results indicate that glycaemia and uremia for the rat of RPFnd diet have undergone changes compared to those of rats fed by RTC and RPC diets. The fortification had no effect on other blood biochemical parameters. The animals of CBD diets had a ponderale increase kidney and stomach substitution rate of 15% and/or 20% compared to the rats of RTC diet. There was no change in other organs weight ( $p \geq 0, 05$ ) for all diets. However the rats of diet RPFnd20 had got light-colored livers. Histological studies are, nevertheless required to see if these changes have pathological consequences of these organs.

**KEYWORDS:** blood biochemical parameters, biometry, organs, food fortification, wheat flour, *Citrullus lanatus*.

**RESUME:** Cette étude vise à déterminer l'impact de la fortification de la farine de blé par celle des graines non delipidées de *Citrullus lanatus* (Cucurbitacées) sur les paramètres biochimiques sanguins et la biométrie des organes. Trente (30) rats, ont été nourris pendant 14 jours avec six régimes alimentaires. Un régime témoin caséine (RTC), un régime pain classique (RPC) et quatre régimes pains fortifiés (RPFnd) où la farine de blé est substituée aux taux de 5 % (RPFnd5); 10 % (RPFnd10); 15 % (RPFnd15) et 20 % (RPFnd20); par celle de farine de graines non delipidées de *Citrullus lanatus*. Après la période expérimentale, les animaux sont sacrifiés et leur sang est prélevé pour doser les métabolites. Leurs organes sont également prélevés et pesés. Les résultats indiquent que les glycémies et les urémies des rats des régimes RPFnd ont subi des variations par rapport à celles des rats des régimes RTC et RPC. La fortification n'a, par contre, pas eu d'effets sur les autres paramètres biochimiques sanguins. Les animaux des régimes RPFnd ont eu une augmentation pondérale des reins et d'estomac aux taux de substitution de 15 % et/ou 20 % par rapport à ceux des rats du régime RTC. Il n'y a pas eu de variation pondérale ( $p \geq$

0,05) des autres organes pour tous les régimes étudiés. Cependant les rats du régime RPFnd20 ont eu des foies de couleur pâle. Des études histologiques sont, néanmoins, nécessaires pour savoir si toutes ces modifications ont des conséquences pathologiques sur ces organes.

**MOTS-CLEFS:** paramètres biochimiques sanguins, biométrie, organes, fortification alimentaire, farine de blé, *Citrullus lanatus*.

## 1 INTRODUCTION

L'étude de la valeur nutritionnelle des pains fortifiés avec la farine non delipidées des graines de *Citrullus lanatus* a révélé que non seulement les caractéristiques physico-chimiques ont été améliorées mais également les paramètres zootechniques des rats consommant ces aliments ([1], [2]). Néanmoins, de nos jours, des études complémentaires sont nécessaire pour s'assurer de l'innocuité de ces produits avant leur prescription aux enfants malnutris. L'étude des paramètres biochimiques sanguins et la biométrie des organes sont, en effet, des mesures d'exploration pour déceler des anomalies sur les organes intervenant dans le métabolisme nutritionnel ([3], [4]). C'est dans ce cadre que la présente étude a été entreprise.

## 2 MATERIEL ET METHODES

### 2.1 MATÉRIEL ANIMAL

Le matériel animal utilisé est constitué de 30 jeunes rats de souche *wistar* âgés de 45 à 65 jours et pesant en moyenne  $63 \pm 5$  g. Ils sont issus de l'animalerie du Laboratoire de Nutrition et Pharmacologie de l'UFR Biosciences de l'Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire.

### 2.2 RÉGIMES ALIMENTAIRES

Six régimes alimentaires ont été préparés selon la fiche technique proposée par [5] avec des modifications:

- un régime de référence (RTC) à base de caséine, qui est utilisée comme une protéine de référence dans les études de nutrition tant humaine qu'animale;
- un régime contenant du pain fait avec 100 % de farine de blé (RPC);
- quatre régimes contenant des pains fortifiés RPFnd où la farine de blé est substituée, aux taux de 5 % (RPFd5), 10 % (RPFd10), 15 % (RPFd15) et 20 % (RPFd20), par celle de graines non delipidées de *Citrullus lanatus*.

Tous les régimes sont équilibrés en vitamines et en minéraux respectivement avec le mélange vitaminique U.A.R. 200 et le mélange minéral U.A.R. 205. L'ajustement de leurs contenus énergétiques a été obtenu au moyen d'huile de maïs et d'amidon de maïs "Maizena", issus du commerce. Du sucre a été utilisé afin de rendre les différents régimes attrayants.

### 2.3 ALIMENTATION DES ANIMAUX

Les rats, en raison de cinq par régime alimentaire, ont été répartis sur la base de leurs poids plus ou moins homogènes, dans des cages individuelles à métabolisme au cours de la période expérimentale. Cette dernière s'est opérée sur une période de 16 jours dont deux jours d'adaptation où les animaux ont été nourris avec les granulés (aliment standard) de la société FACI. Après les 14 jours d'alimentation avec les différents régimes, les animaux ont été sacrifiés pour le prélèvement du sang et des organes.

### 2.4 PRÉLÈVEMENT DU SANG ET DOSAGE DES MÉTABOLITES SANGUINS ET DES IONS

#### 2.4.1 PRÉLÈVEMENT DU SANG

Les animaux ont été, à la fin de l'expérimentation animale, anesthésiés au chloroforme puis sacrifiés. Le sang a été prélevé dans des tubes secs immergés dans un bac à glace. Ce sang a, ensuite, subi une centrifugation à 3000 trs/min pendant trois minutes dans une centrifugeuse de type CWS 4236 (Italie) pour recueillir le sérum. Ce dernier a été prélevé

dans des tubes Eppendorfs et conservé dans une chambre froide à -20°C avant les analyses. Ces analyses ont été effectuées au Laboratoire de Biochimie médicale de l'UFR des Sciences Médicales de l'Université Félix Houphouët-Boigny, Abidjan.

#### 2.4.2 DOSAGE DES MÉTABOLITES SANGUINS ET DES IONS

Les dosages ont porté sur des métabolites comme le glucose, l'urée, la créatinine, le cholestérol total et les triglycérides ainsi que deux minéraux majeurs que sont le calcium et le phosphore. Les constantes biologiques ont été déterminées grâce à un analyseur automatique multiparamétrique HITACHI 902 ROCHE (Allemagne). Le dosage des différents éléments peut se faire de façon cinétique, colorimétrique ou en utilisant l'option photométrie de flamme.

#### 2.5 PRÉLÈVEMENT DES ORGANES ET DÉTERMINATION DE LEURS PARAMÈTRES BIOMÉTRIQUES

##### 2.5.1 PRÉLÈVEMENT DES ORGANES

Les animaux ont été, à la fin de l'expérimentation animale, anesthésiés au chloroforme puis sacrifiés. Le foie, les reins, la rate, l'estomac et une portion de l'iléon qui est une partie de l'intestin grêle, ont été rapidement prélevés puis pesés.

##### 2.5.2 DÉTERMINATION DU POIDS RELATIF DES ORGANES

Le poids des organes a été exprimé en pourcentage du poids vif de l'animal obtenu pendant la dernière pesée. Le poids relatif des organes est déterminé par la formule suivante:

$$\text{Poids relatif de l'organe} = \frac{\text{poids de l'organe (g)}}{\text{poids vif final de l'animal (g)}} \times 100$$

#### 2.6 ANALYSES STATISTIQUES

Les données, exprimées en moyenne  $\pm$  écart-type, ont été analysées par analyse de variance (ANOVA) grâce au logiciel STATISTICA version 6.0.

L'analyse statistique des différences entre les moyennes a été faite grâce au Test de Newman-Keuls. Les différences ont été considérées comme significatives si  $p \leq 0,05$ .

### 3 RESULTATS

#### 3.1 PARAMÈTRES BIOCHIMIQUES SANGUINS

##### 3.1.1 GLYCÉMIE

La glycémie moyenne des rats nourris avec le régime RTC est de  $1,24 \pm 0,13$  g/l et est supérieure ( $p \leq 0,05$ ) à celles obtenues sur les animaux nourris avec les régimes à base de pain. Les rats nourris avec les régimes RPC, RPFnd15 et RPFnd20 ont des glycémies respectives de  $1,09 \pm 0,07$  g/l,  $1,09 \pm 0,12$  g/l et  $1,04 \pm 0,07$  g/l et ne présentent aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) entre elles. Ces glycémies sont d'une part, inférieures à celle des rats soumis au régime RPFnd5 ( $1,19 \pm 0,36$  g/l) et d'autre part supérieures à celle des rats soumis au régime RPFnd10 ( $1,05 \pm 0,18$  g/l). **Tableau I**

##### 3.1.2 URÉMIE

Les urémies de  $0,39 \pm 0,15$  g/l;  $0,47 \pm 0,11$  g/l;  $0,44 \pm 0,17$  g/l;  $0,33 \pm 0,15$  g/l;  $0,44 \pm 0,08$  g/l sont obtenues avec des rats nourris respectivement avec les régimes RTC, RPC RPFnd5, RPFnd10 et RPFnd15 ne présentent aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) entre elles. Elles sont, par contre toutes inférieures ( $p \leq 0,05$ ) à celle des rats nourris avec le régime RPFnd20 qui est de  $0,51 \pm 0,07$  g/l. **(Tableau I)**

### 3.1.3 CRÉATININÉMIE

Les créatininémies des rats nourris avec les régimes RTC et RPC, qui sont respectivement de  $0,82 \pm 0,27$  mg/l et de  $0,85 \pm 0,31$  mg/l, ne présentent aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) avec celles des rats nourris avec les régimes RPFnd qui vont de  $0,78 \pm 0,21$  mg/l à  $0,96 \pm 0,10$  mg/l. (Tableau I)

### 3.1.4 CHOLESTÉROLÉMIE

Les cholestérolémies des rats nourris avec les régimes RTC, RPC, RPFnd5, RPFnd10, RPFnd15 et RPFnd20 sont respectivement de  $1,28 \pm 0,22$  g/l;  $1,07 \pm 0,06$  g/l;  $1,47 \pm 0,19$  g/l;  $1,20 \pm 0,10$  g/l;  $1,13 \pm 0,14$  g/l et  $1,18 \pm 0,06$  g/l ne présentent aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) entre elles. (Tableau I)

### 3.1.5 TRIGLYCÉRIDÉMIE

Les rats nourris avec le régime RTC ont une triglycéridémie de  $0,81 \pm 0,65$  g/l et celle obtenue avec les rats soumis au régime RPC est  $0,52 \pm 0,45$  g/l. Ces triglycéridémies ne présentent aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) avec celles des rats nourris avec les régimes RPFnd qui varient de  $0,39 \pm 0,10$  g/l à  $0,98 \pm 1,28$  g/l. (Tableau I)

### 3.1.6 RAPPORT CALCÉMIE/PHOSPHORÉMIE

Les rapports calcémie/phosphorémie des rats nourris avec les régimes RTC et RPC sont respectivement,  $1,71 \pm 0,86$  et  $2,45 \pm 1,71$ . Ces valeurs ne présentent aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) avec celles obtenues chez les rats soumis aux régimes RPFnd ( $1,59 \pm 0,46$  à  $1,93 \pm 0,20$ ). (Tableau I)

Tableau I: Paramètres biochimiques sanguins<sup>1</sup> des rats soumis aux différents régimes alimentaires

| Régimes alimentaires | Glycémie (g/l)    | Urémie (g/l)         | Créatininémie (mg/l) | Cholestérol total (g/l) | Triglycérides (g/l) | Calcium/Phosphore |
|----------------------|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|---------------------|-------------------|
| RTC                  | $1,24 \pm 0,13^d$ | $0,39 \pm 0,15^{ab}$ | $0,82 \pm 0,27^a$    | $1,22 \pm 0,22^a$       | $0,81 \pm 0,65^a$   | $1,71 \pm 0,86^a$ |
| RPC                  | $1,09 \pm 0,07^b$ | $0,47 \pm 0,11^{ab}$ | $0,85 \pm 0,31^a$    | $1,07 \pm 0,06^a$       | $0,52 \pm 0,45^a$   | $2,45 \pm 1,71^a$ |
| RPFnd5               | $1,19 \pm 0,36^c$ | $0,44 \pm 0,17^{ab}$ | $0,90 \pm 0,16^a$    | $1,47 \pm 0,19^a$       | $0,98 \pm 1,28^a$   | $1,59 \pm 0,49^a$ |
| RPFnd10              | $1,05 \pm 0,18^a$ | $0,33 \pm 0,15^{ab}$ | $0,78 \pm 0,21^a$    | $1,20 \pm 0,10^a$       | $0,53 \pm 0,40^a$   | $1,93 \pm 0,20^a$ |
| RPFnd15              | $1,09 \pm 0,12^b$ | $0,44 \pm 0,08^{ab}$ | $0,91 \pm 0,20^a$    | $1,13 \pm 0,14^a$       | $0,39 \pm 0,10^a$   | $1,78 \pm 0,34^a$ |
| RPFnd20              | $1,04 \pm 0,07^b$ | $0,51 \pm 0,07^b$    | $0,96 \pm 0,10^a$    | $1,18 \pm 0,06^a$       | $0,40 \pm 0,11^a$   | $1,72 \pm 0,11^a$ |

<sup>1</sup> Chaque valeur est la moyenne  $\pm$  écart type de cinq rats.

<sup>a,b,c,d</sup> Il n'y a aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) entre deux moyennes  $\pm$  écart type (à l'intérieur de la même colonne) désignées par la même lettre.

RTC: un régime témoin de référence à base de caséine,

RPC: un régime contenant du pain classique fait avec 100 % de farine de blé

RPFd: régimes contenant des pains fortifiés où la farine de blé est substituée aux taux de 5 % (RPFnd5) ; 10 % (RPFnd10) ; 15 % (RPFnd15) et 20 % (RPFnd20) par celle de farine de graines non delipidées de *Citrullus lanatus*.

Le tableau I montre que les glycémies et les urémies des rats soumis aux régimes RPFnd ont subi des variations par rapport à celles des rats soumis aux régimes RTC et RPC. La fortification n'a, par contre, pas eu d'effet sur les autres paramètres biochimiques sanguins.

### 3.2 BIOMÉTRIE DES ORGANES

#### 3.2.1 POIDS RELATIF DES REINS

Les poids relatifs des reins des rats nourris avec les régimes RTC, RPC, RPFnd5, RPFnd10 sont respectivement de  $0,84\pm 0,08$ ;  $0,90\pm 0,05$ ;  $0,87\pm 0,08$  et  $0,83\pm 0,18$ . Ces poids relatifs ne présentent aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) entre eux. Ils sont, par contre, significativement inférieurs ( $p \leq 0,05$ ) à ceux des rats nourris avec les régimes RPFnd15 et RPFnd20 qui sont respectivement de  $1,01\pm 0,15$  et  $1,11\pm 0,14$ . (Tableau II)

#### 3.2.2 POIDS RELATIF D'ESTOMAC VIDE

Les rats nourris avec les régimes RTC et RPC ont des estomacs dont les poids relatifs sont, respectivement, de  $0,99\pm 0,10$  et  $1,00\pm 0,19$ . Pour les rats soumis aux régimes RPFnd, les poids relatifs de l'estomac vide sont de  $1,06\pm 0,14$  pour le régime RPFnd5;  $1,01\pm 0,18$  pour le régime RPFnd10;  $1,03\pm 0,22$  pour le régime RPFnd15 et  $1,29\pm 0,11$  pour le régime RPFnd20. tous les poids relatifs ne présentent aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) entre eux mais sont tous inférieurs ( $p \leq 0,05$ ) à celui des rats soumis au régime RPFnd20. qui est de  $1,29\pm 0,11$ . (Tableau II)

#### 3.2.3 POIDS RELATIF DU FOIE

Les poids relatifs du foie des rats nourris avec les régimes RTC et RPC sont respectivement de  $4,44\pm 0,71$  et  $4,84\pm 0,49$ . L'analyse statistique montre que ces poids relatifs de foie ne présentent aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) avec ceux des rats nourris avec les régimes RPFnd qui vont de  $4,42\pm 0,25$  à  $5,19\pm 0,57$

Néanmoins, les animaux nourris avec le régime RPFnd20 ont des foies de couleur pâle par rapport à ceux des animaux nourris avec les régimes RTC et RPC. (Tableau II)

#### 3.2.4 POIDS RELATIF DE LA RATE

Les poids relatifs de la rate des rats nourris avec les régimes RTC, RPC et RPFnd varient de  $0,24\pm 0,06$  à  $0,45\pm 0,21$  et ne présente aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) entre eux. (Tableau II)

#### 3.2.5 POIDS RELATIF DE L'ILÉON

Les rats nourris avec les régimes RTC, RPC et RPFnd ont des poids relatifs de l'iléon allant de  $0,32\pm 0,07$  à  $0,46\pm 0,07$ . Il n'y a aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) entre tous ces poids. (Tableau II)

Tableau II: Poids relatifs des organes <sup>1</sup> des rats soumis aux différents régimes alimentaires

| Régimes alimentaires | Reins               | Estomac vide     | Foie             | Rate             | Iléon            |
|----------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| RTC                  | $0,84\pm 0,08^{ab}$ | $0,99\pm 0,10^a$ | $4,44\pm 0,71a$  | $0,26\pm 0,03^a$ | $0,40\pm 0,12^a$ |
| RPC                  | $0,90\pm 0,05^{ab}$ | $1,00\pm 0,19^a$ | $4,84\pm 0,49^a$ | $0,39\pm 0,11^a$ | $0,41\pm 0,05^a$ |
| RPFnd5               | $0,87\pm 0,08^{ab}$ | $1,06\pm 0,14^a$ | $4,94\pm 0,50^a$ | $0,24\pm 0,06^a$ | $0,42\pm 0,06^a$ |
| RPFnd10              | $0,83\pm 0,18^{ab}$ | $1,01\pm 0,18^a$ | $5,19\pm 0,59^a$ | $0,33\pm 0,06^a$ | $0,39\pm 0,07^a$ |
| RPFnd15              | $1,01\pm 0,15^{bc}$ | $1,03\pm 0,22^a$ | $4,50\pm 0,88^a$ | $0,32\pm 0,11^a$ | $0,40\pm 0,04^a$ |
| RPFnd20              | $1,11\pm 0,14^c$    | $1,29\pm 0,11^b$ | $4,42\pm 0,25^a$ | $0,45\pm 0,21^a$ | $0,46\pm 0,07^a$ |

<sup>1</sup> Chaque valeur est la moyenne  $\pm$  écart type de cinq rats.

<sup>a</sup>, Il n'y a aucune différence significative ( $p \geq 0,05$ ) entre deux moyennes  $\pm$  écart type (à l'intérieur de la même colonne) désignées par la même lettre.

RTC: un régime témoin de référence à base de caséine,

RPC: un régime contenant du pain classique fait avec 100 % de farine de blé

RPFd: régimes contenant des pains fortifiés où la farine de blé est substituée aux taux de 5 % (RPFd5) ; 10 % (RPFd10) ; 15 % (RPFd15) et 20 % (RPFd20) par celle de farine de graines delipidées de *Citrullus lanatus*.

Le tableau II montre que les animaux soumis aux régimes RPFnd ont eu une augmentation des poids relatifs des reins aux taux de substitution de 15 % et 20 % et d'estomac au taux de substitution de 20 % par rapport à ceux des rats du régime RTC et des autres régimes à base de pains. Il n'y a pas eu de variations pondérales ( $p \geq 0,05$ ) pour les autres organes pour tous les régimes étudiés. Cependant les rats du régime RPFnd20 ont eu des foies de couleur pâle

#### 4 DISCUSSION

Les rats nourris avec les régimes RPFnd15 et RPFnd20 ont des poids relatifs de reins supérieurs à ceux des rats nourris avec les régimes RTC, RPC, RPFnd5 et RPFnd10 qui ne présentent aucune différence significative entre eux. La plus forte croissance est obtenue avec les reins des rats soumis au régime RPFnd20 qui présentent un taux de croissance de 32,14 % et 23,3 % par rapport respectivement à ceux des rats nourris avec les régimes RTC et RPC. Des observations comparables ont été rapportées par [6] qui indique que des rats nourris avec des régimes contenant des mélanges de farines de manioc avec du soja ont des reins ayant des poids supérieurs à ceux des rats nourris avec le régime caséine.

Cette augmentation pondérale rénale peut être attribuée à un surcroît d'activité imposée par des substances difficilement métabolisables ou par la nécessité de la sécrétion, la filtration et l'excrétion d'un excès de déchets du métabolisme [3] mais également à la richesse des régimes en lipides. En effet, suite à un régime alimentaire trop gras, une couche de tissu adipeux se forme et recouvre le rein. Le poids du rein augmente sans que l'organe ne soit hypertrophié. Par conséquent, une augmentation de poids au niveau d'organe ne résulte pas toujours d'une augmentation de poids au niveau des viscères.

L'augmentation de l'urémie avec les animaux soumis au régime RPFnd20 par rapport à celles des rats soumis aux régimes RTC et RPC, pourrait attester une anomalie dans la physiologie rénale de ces animaux. Le fait qu'il n'y ait pas de différence significative ( $p \geq 0,05$ ) entre les créatininémies des rats, nourris avec les régimes RTC et RPC et celles des rats soumis aux régimes RPFnd, attesterait d'un bon fonctionnement rénal, chez ces animaux soumis à ces régimes tests [7]. Cette apparente contradiction pourrait s'expliquer par le fait que le taux sanguin d'urée peut être influencé par des facteurs extra-rénaux alors que la production de la créatinine sanguine est relativement constante chez un individu et ne dépend que de sa masse musculaire ([4], [8], [9]). Le taux sanguin de la créatinine est donc un meilleur marqueur de la fonction rénale. L'histologie de ces organes pourrait confirmer l'une des deux hypothèses.

Le régime RPFnd20 a également provoqué une augmentation pondérale de l'estomac des animaux qui l'ont consommé. Le pourcentage d'augmentation est de 30,30 % et 29,00 % par rapport, respectivement, aux poids relatifs d'estomac vide des animaux nourris avec les régimes RTC et RPC. Ces résultats sont à mettre en parallèle avec ceux de [10] qui ont montré que des rats nourris avec des régimes, ayant des taux élevés de farines de criquets comme seule source de protéine, ont eu de la diarrhée et leurs estomacs et colons ont connu une augmentation pondérale.

Il est apparu, en revanche, que les régimes expérimentaux RPFnd n'ont pas fait subir aux autres organes que sont le foie, la rate et l'iléon, des variations pondérales significatives. Cependant, les foies des rats nourris avec le régime RPFnd20 avait une coloration différente (pâle) des autres. Le changement de coloration du foie des rats nourris avec le régime pain fortifié, contenant la plus grande proportion de farines de graines de *Citrullus lanatus* non délipidées, peut être attribué à des facteurs hépatotoxiques, primaire ou secondaire non identifiés, associés à ce régime ou à sa richesse en lipides. La référence [11] indique, en effet, que les rats nourris avec un régime riche en lipides avaient eu des foies d'une couleur jaune dorée. Il est possible que le catabolisme normal des lipides du foie puisse être perturbé chez les animaux nourris avec un aliment riche en lipides avec comme conséquence l'accumulation de lipides dans le foie [11]. L'excès de graisse non éliminé peut être considéré comme une perturbation qui nécessite une forte sécrétion de bile. La suractivité de la vésicule biliaire peut entraîner une pathologie [12] telle que l'hépatite.

Les cholestérolémies enregistrées avec les animaux nourris avec les régimes RPFnd sont supérieures à celles des rats soumis aux régimes à base de pains fortifiés avec les farines delipidées de graines de *Citrullus lanatus* [13]. Ces observations seraient, en partie, dues à la composition des régimes alimentaires, en particulier à leurs teneurs en lipides et à leurs compositions en acides gras. L'inclusion d'acides gras saturés dans l'alimentation est, en effet, à l'origine d'une hypercholestérolémie chez le rat ([14], [15]). Dans ces conditions, les valeurs obtenues chez les animaux recevant les régimes pains fortifiés, contenant des farines de graines de *Citrullus lanatus* non délipidées (RPFnd), pourraient s'expliquer par leur plus forte teneur en lipides que les régimes contenant les farines de graines delipidées de *Citrullus lanatus*.

Cependant, les cholestérolémies enregistrées avec ces régimes RPFnd étant voisines de celles des régimes RTC et RPC suggèrerait que ces régimes n'entraînent pas de perturbations majeures du métabolisme du cholestérol [16].

Les régimes examinés dans cette étude n'ont pas entraîné de variations significatives des triglycéridémies. Des observations comparables ont été obtenues par [6] et [17] et les valeurs qu'ils ont rapportées sont comparables à celles qui ont été obtenues dans cette étude. Ces observations sur la triglycéridémie viennent appuyer celles qui ont été mentionnées sur la cholestérolémie, pour confirmer l'absence d'impact négatif des régimes étudiés sur le métabolisme des lipides.

Aucune différence significative n'a été signalée entre les rapports Ca/P des rats nourris avec les régimes RTC et RPC et ceux des rats soumis aux régimes RPFnd. Les rapports obtenus qui sont proches de 2, sont la preuve d'un bon métabolisme de ces deux minéraux par les hormones des parathyroïdes (parathormone et calcitonine) et d'un bon contrôle de leur concentration plasmatique par les néphrons des reins ([16], [18]).

Des variations significatives des glycémies des rats, soumis aux différents régimes alimentaires étudiés, ont été observées. Ces variations peuvent s'expliquer par le fait que la réaction glycémique peut être influencée par de nombreux facteurs tels que l'équilibre entre les nutriments glucidiques et non glucidiques (matières grasses, protéines, etc.), le métabolisme propre à chaque individu et l'heure du prélèvement par rapport au moment où les glucides sont ingérés [19].

Néanmoins, les glycémies des rats soumis aux différents régimes étudiés qui vont de  $1,04 \pm 0,07$  à  $1,24 \pm 0,13$  g/l seraient normales car selon [20] les glycémies normales de rat varient de 0,7 à 1,2 g/l.

Les valeurs obtenues dans cette étude sont supérieures à celles qui ont été rapportées par [21] sur des rats nourris avec des régimes à base de trois mets ivoiriens mais inférieures à celles de [22] obtenus avec les régimes poissons, Ceréla<sup>®</sup> et Anagobaka.

## 5 CONCLUSION

Il résulte de la présente étude qu'au niveau des paramètres biochimiques sanguins, les glycémies et urémies des rats soumis aux régimes RPFnd ont connues des variations par rapport à celles des rats soumis aux régimes RTC et RPC. Au du niveau de la biométrie des organes, les effets de la fortification de la farine de blé par celles de graines non delipidées de *Citrullus lanatus* a entraîné une augmentation pondérale au niveau des reins et de l'estomac et un changement de couleur au niveau du foie. Ces changements ont, en outre, été accentués aux taux de substitution de 15 % et surtout de 20 %.

Des études histologiques et histopathologiques seraient, néanmoins, nécessaires pour savoir si ces modifications ont des conséquences pathologiques sur ces organes régulateurs du métabolisme nutritionnel.

## REFERENCES

- [1] A. Méité. K.G. Kouamé, N.G. Amani, S. Kati-Coulibaly & A. Offoumou., "Caractéristiques physico-chimiques et sensorielles des pains fortifiés avec les farines de graines de *Citrullus lanatus*," *J. sci. pharm. Biol.*, vol. 9, no.1, pp. 32-43, 2008a.
- [2] A. Méité, K.G. Kouamé, S. Kati-Coulibaly & A.M. Offoumou. "Etude de la valeur nutritionnelle du pain normal et des pains composites contenant de la farine de graines délipidées de *Citrullus lanatus* (Cucurbitacées)," *Bull. soc. R. Sci. Liège*, vol. 77, pp. 80-103, 2008b.
- [3] Adrian, J., Rabache M., Fragne R., *Techniques d'analyse nutritionnelle*. In: Lavoisier Tec & Doc (Eds.), Principes de Techniques d'Analyse, Paris: pp. 451-478, 1991.
- [4] S. Seronie, M. Vivien, M. Galteau, M. Carlier, A. Hadj, "Dosage de la créatinémie en 2003: état des lieux analytique et essai de standardisation de l'étalonnage," *Annales de Biologie Clinique*, vol. 62, pp. 165-175, 2004.
- [5] AOAC, Official methods of analysis. 12<sup>th</sup> Ed. Washington DC: pp. 75-80, 1975.
- [6] Zannou, T.V.J. Stratégie d'amélioration de farines infantiles à base de manioc et de soja de haute densité énergétique par incorporation de farine de maïs germé. Thèse de doctorat 3<sup>e</sup> cycle. Université de Cocody-Abidjan, 124p, 2005.
- [7] Bankir, L., *Urea and the kidney*, In: B.M. Brenner, F.C. Rector Jr, (Eds), The Kidney, Philadelphia: WB Saunders Company, pp. 571-606, 1986.
- [8] M. Lagrange, "Microangiopathies thrombotiques, une urgence diagnostique," *Option/Bio.*, vol. 21, no. 446, pp. 16-17, 2010.
- [9] D. Pierre, C. Etienne, M. Nicolas, J.M. Krzesinski, M. Christophe, J-P. Cristol, P. Laurence, "Créatinine: d'hier à aujourd'hui," *Ann Biol Clin.*, vol. 68, no. 5, pp. 531-543, 2010.
- [10] M.D. Finke, G.R. Defoliart & N.J. Benevenga, "Use of a four parameter logistic model to evaluate the quality of the protein from three insect species when fed to rats," *J. Nutr.*, vol. 119, pp. 684-691, 1989.
- [11] B.I.C. Brai, A.A. Odetola & P.U. Agomo, "Effects of *Persea Americana* leaf extracts on body weight and liver lipids in rats fed hyperlipidaemic diet," *Afr. J. of Biotechnol.*, vol. 6, no. 8, pp. 1007-1011, 2007.

- [12] H. Lerat, M. Honda & M. Beard, "Steatosis and liver cancer in transgenic mice expressing the structural and nonstructural proteins of hepatitis C virus," *Gastroenterology*, vol. 122, pp. 352-365, 2002.
- [13] A. Méité, K.G.M. Bouafou, H. Ouattara, T. Dally, K.G. Kouamé & S. Kati-Coulibaly, "The Effect of Fortified Bread with Defatted Cake of *Citrullus lanatus* on Blood Biochemical Parameters in Rat," *American Journal of Food and Nutrition*, vol.4, no. 3, pp. 74-77, 2016.
- [14] M. Lutz, J. Cortez & R. Vinet, "Dietary fats and cholesterol supplementation effects on aortic and lipid response in rats," *J. Nutr. Biochem.*, vol. 5, pp.446-450, 1994.
- [15] M.A. Zulet, A. Barber, H. Garcin, P. Higuerey & J.A. Martinez, "Alteration in carbohydrate and lipid metabolism induced by a diet rich in coconut oil and cholesterol in a rat model," *J. Am. Coll. Nutr.*, vol. 18, pp. 36-42, 1999.
- [16] K. Seyrek, C. Yenisey, M. Serter, F. Kargin-Kiral, P.A. Ulutas & H.-E. Bardakcioglu, "Effects of dietary vitamin C supplementation on some serum biochemical parameters of laying Japanese quails exposed to heat stress (34.8°C)," *Revue Med. Vet.*, vol. 155, no.6, pp.339-342, 2004.
- [17] K.G.M. Bouafou, B.A. Konan, A. Meite, K.G. Kouame & S. Kati-Coulibaly, "Substitution de la farine de poisson par la farine d'asticots séchés dans le régime du rat en croissance: risques pathologiques?" *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, vol. 5, no3, pp. 1298-1303, 2011.
- [18] Apfelbaum M., Romon M. & Dubus M. Diététique et Nutrition. Masson (Eds) (6è Edition) Paris: pp. 38-45 et pp. 112, 2004.
- [19] K. Foster-Powell & Brand-Miller, "International tables of glycaemic index," *Amer. J. Clinical Nutrition*, vol. 62, no. sup, pp. 871-893, 1995.
- [20] Durimel, Etienne, Mannoni & Souckchaine, Régulation hormonale de la glycémie chez le rat. Licence de Biologie, Université des Antilles Guyannes: pp. 1-6, 2002.
- [21] T. Dally, A. Meite, H. Ouattara, K.G. Kouame & S. Kati-Coulibaly, "Nutritional quality of three ivoirians foods consumed: biochemical seric studies on growing rats (wistar)," *Pak. J. f Nutr.*, vol. 13, no.5, 271-274, 2014.
- [22] E.K.V. Kouakou, K.G.M. Bouafou., A. Meite, K. Kouame & S. Kati-Coulibaly, "Farine de sevrage commerciale ANAGOBACA: quels risques pathologiques dans le régime du rat en croissance?" *Int. J. Biol. Chem. Sci.* vol. 10, no.1 pp. 167-174, 2016.