

Septième article : Evaluation des performances des technologies endogènes les plus prometteuses pour la production de jus d'orange à petite échelle au Bénin

Par : P. A. F. Houssou, V. Dansou, A. B. Hotegni, W. A. C. Sagui, C. Sacca, K. Aboudou et H. Zannou

Pages (pp.) 79-87.

Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) – Décembre 2021 – Volume 31 - Numéro 03

Le BRAB est en ligne (on line) sur le site web <http://www.slire.net> et peut être aussi consulté sur le site web de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) <http://www.inrab.org>

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin



Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Direction Scientifique (DS) - Service Animation Scientifique (SAS)

01 BP 884 Recette Principale, Cotonou 01 - République du Bénin

Tél. : (+229) 21 30 02 64 ; E-mail : sp.inrab@inrab.org / inrabdg1@yahoo.fr / brabpisbinrab@gmail.com

La rédaction et la publication du bulletin de la recherche agronomique du Bénin (BRAB)
de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

01 B.P. 884 Recette Principale, Cotonou 01

Tél. : (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpisbinrab@gmail.com

République du Bénin

Sommaire

Sommaire	i
Informations générales	ii
Indications aux auteurs	iii
Impact des changements climatiques actuels et futurs sur les zones favorables à la prolifération des réservoirs du virus de Lassa au Bénin H. P. S. Setho, G. Agounde, A. E. Assogbadjo, P. F. G. A. Cledjo et G. A. Mensah	1
Diversité et statut de conservation de la faune mammalienne de la Forêt classée de Pénésoulou du Bénin en Afrique de l'Ouest L. O. S. N. Dossa, C. A. M. S. Djagoun, G. H. Dassou et A. C. Adomou	14
Endogenous perception and peasant strategies of adaptation to climate variabilities and changes in the municipality of Zagnanado in Southern Bénin V. N. Adjahossou, B. S. Adjahossou, O. Hounmènou, P. Gbénou, E. W. Vissin et J. G. M. Djego	31
Synthèse bibliographique sur le flétrissement bactérien des Solanacées en culture de tomate : épidémiologie et gestion dans le monde et au Bénin M. E. Dossoumou, R. Sikirou, A. Adandonon, A. Zannou et L. Baba-Moussa	38
Exploitation des achatines en milieu naturel et l'achatiniculture en Afrique au Sud du Sahara : Synthèse bibliographique A. A. Mama Ali, M. C. D. Vigan, S. G. Ahounou, P. S. Kiki, G. A. Mensah, I. Youssao Abdou-Karim et M. Dahouda	50
Des connaissances agro-écologiques introduites en milieu rural boostent la résilience des petits producteurs du Bénin. F. Ligan et F. Okry	67
Evaluation des performances des technologies endogènes les plus prometteuses pour la production de jus d'orange à petite échelle au Bénin P. A. F. Houssou, V. Dansou, A. B. Hotegni, W. A. C. Sagui, C. Sacca, K. Aboudou et H. Zannou	79

ISSN imprimé (print ISSN) : 1025-2355 et ISSN électronique (on line ISSN) : 1840-7099

Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin

Informations générales

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) édité par l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB) est un organe de publication créé en mai 1991 pour offrir aux chercheurs béninois et étrangers un cadre pour la diffusion des résultats de leurs travaux de recherche. Il accepte des articles originaux de recherche et de synthèse, des contributions scientifiques, des articles de revue, des notes et fiches techniques, des études de cas, des résumés de thèse, des analyses bibliographiques, des revues de livres et des rapports de conférence relatifs à tous les domaines de l'agronomie et des sciences apparentées, ainsi qu'à toutes les disciplines du développement rural. La publication du Bulletin est assurée par un comité de rédaction et de publication appuyés par un conseil scientifique qui réceptionne les articles et décide de l'opportunité de leur parution. Ce comité de rédaction et de publication est appuyé par des comités de lecture qui sont chargés d'apprécier le contenu technique des articles et de faire des suggestions aux auteurs afin d'assurer un niveau scientifique adéquat aux articles. La composition du comité de lecture dépend du sujet abordé par l'article proposé. Rédigés en français ou en anglais, les articles doivent être assez informatifs avec un résumé présenté dans les deux langues, dans un style clair et concis. Une note d'indications aux auteurs est disponible dans chaque numéro et peut être obtenue sur demande adressée au secrétariat du BRAB. Pour recevoir la version électronique pdf du BRAB, il suffit de remplir la fiche d'abonnement et de l'envoyer au comité de rédaction avec les frais d'abonnement. La fiche d'abonnement peut être obtenue à la Direction Générale de l'INRAB, dans ses Centres de Recherches Agricoles ou à la page vii de tous les numéros. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Un thesaurus spécifique dénommé « TropicAgrif » (Tropical Agriculture and Forestry) a été développé pour caractériser les articles parus dans le BRAB et servir d'autres revues africaines du même genre. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Comité de Rédaction et de Publication du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin - 01 BP 884 Recette
Principale - Cotonou 01 – Tél.: (+229) 21 30 02 64 - E-mail: brabpbinrab@gmail.com – République du Bénin

Éditeur : Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB)

Comité de Rédaction et de Publication : -i- **Directeur de rédaction et de publication :** Directeur Général de l'INRAB ; -ii- **Rédacteur en chef :** Directeur Scientifique de l'INRAB ; -iii- **Secrétaire documentaliste :** Documentaliste archiviste de l'INRAB ; -iv- **Maquettiste :** Analyste programmeur de l'INRAB ; -v- **Opérateur de mise en ligne :** Dr Ir. Sètchéme Charles Bertrand POMALEGNI, Chargé de recherche ; -vi- **Membres :** Dr Ir. Guy A. MENSAH, Directeur de Recherche, Dr Ir. Angelo C. DJIHINTO, Maître de Recherche, Dr Ir. Rachida SIKIROU, Maître de Recherche et MSc. Ir. Gbènakpon A. Y. G. AMAGNIDE.

Conseil Scientifique : Membres du Conseil Scientifique de l'INRAB, Pr. Dr Ir. Brice A. SINSIN (Écologie, Foresterie, Faune, PFNL, Bénin), Pr. Dr Michel BOKO (Climatologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Joseph D. HOUNHOUGAN (Sciences et biotechnologies alimentaires, Bénin), Pr. Dr Ir. Abdourahmane BALLA (Sciences et biotechnologies alimentaires, Niger), Pr. Dr Ir. Kakai Romain GLELE (Biométrie et Statistiques, Bénin), Pr. Dr Agathe FANTODJI (Biologie de la reproduction, Elevage des espèces gibier et non gibier, Côte d'Ivoire), Pr. Dr Ir. Jean T. C. CODJIA (Zootechnie, Zoologie, Faune, Bénin), Pr. Dr Ir. Euloge K. AGBOSSOU (Hydrologie, Bénin), Pr. Dr Sylvie M. HOUNZANGBE-ADOTE (Parasitologie, Physiologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Jean C. GANGLO (Agro-Foresterie), Dr Ir. Guy A. MENSAH (Zootechnie, Faune, Elevage des espèces gibier et non gibier, Bénin), Pr. Dr Moussa BARAGÉ (Biotechnologies végétales, Niger), Pr. Dr Jeanne ZOUNDJIHEKPON (Génétique, Bénin), Pr. Dr Ir. Gauthier BIAOU (Économie, Bénin), Pr. Dr Ir. Roch MONGBO (Sociologie, Anthropologie, Bénin), Dr Ir. Gualbert GBEHOUNOU (Malherbologie, Protection des végétaux, Bénin), Dr Ir. Attanda Mouinou IGUE (Sciences du sol, Bénin), Dr DMV. Delphin O. KOUDANDE (Génétique, Sélection et Santé Animale, Bénin), Dr Ir. Aimé H. BOKONON-GANTA (Agronomie, Entomologie, Bénin), Pr. Dr Ir. Rigobert C. TOSSOU (Sociologie, Bénin), Dr Ir. Anne FLOQUET (Économie, Allemagne), Dr Ir. André KATARY (Entomologie, Bénin), Dr Ir. Hessou Anastase AZONTONDE (Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. Claude ADANDEDJAN (Zootechnie, Pastoralisme, Agrostologie, Bénin), Dr Ir. Paul HOUSSOU (Technologies agro-alimentaires, Bénin), Dr Ir. Adolphe ADJANOHOOUN (Agro-foresterie, Bénin), Dr Ir. Isidore T.GBEGO (Zootechnie, Bénin), Dr Ir. Françoise ASSOGBA-KOMLAN (Maraîchage, Sciences du sol, Bénin), Dr Ir. André B. BOYA (Pastoralisme, Agrostologie, Association Agriculture-Élevage), Dr Ousmane COULIBALY (Agro-économie, Mali), Pr. Dr Ir. Luc O.SINTONDJI (Hydrologie, Génie Rural, Bénin), Dr Ir. Vincent J. MAMA (Foresterie, SIG, Bénin)

Comité de lecture : Les évaluateurs (referees) sont des scientifiques choisis selon leurs domaines et spécialités.

Indications aux auteurs

Types de contributions et aspects généraux

Le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB) accepte des articles scientifiques, des articles de synthèse, des résumés de thèse de doctorat, des analyses bibliographiques, des notes et des fiches techniques, des revues de livres, des rapports de conférences, d'ateliers et de séminaires, des articles originaux de recherche et de synthèse, puis des études de cas sur des aspects agronomiques et des sciences apparentées produits par des scientifiques béninois ou étrangers. La responsabilité du contenu des articles incombe entièrement à l'auteur et aux co-auteurs. Le BRAB publie par an normalement deux (02) numéros en juin et décembre mais quelquefois quatre (04) numéros en mars, juin, septembre et décembre et aussi des numéros spéciaux mis en ligne sur le site web : <http://www.slire.net>. Pour les auteurs, une contribution de cinquante mille (50.000) Francs CFA est demandée par article soumis et accepté pour publication. L'auteur principal reçoit la version électronique pdf du numéro du BRAB contenant son article.

Soumission de manuscrits

Les articles doivent être envoyés par voie électronique par une lettre de soumission (*covering letter*) au comité de rédaction et de publication du BRAB aux adresses électroniques suivantes : *E-mail* : brabpbinrab@gmail.com. Dans la lettre de soumission les auteurs doivent proposer l'auteur de correspondance ainsi que les noms et adresses (y compris les e-mails) de trois (03) experts de leur discipline ou domaine scientifique pour l'évaluation du manuscrit. Certes, le choix des évaluateurs (*referees*) revient au comité éditorial du Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin. Les manuscrits doivent être écrits en français ou en anglais, tapé/saisi sous Winword ou Word ou Word docx avec la police Arial taille 10 en interligne simple sur du papier A4 (21,0 cm x 29,7 cm). L'auteur doit fournir des fichiers électroniques des illustrations (tableaux, figures et photos) en dehors du texte. Les figures doivent être réalisées avec un logiciel pour les graphiques. Les données ayant servi à élaborer les figures seront également fournies. Les photos doivent être suffisamment contrastées. Les articles sont soumis par le comité de rédaction à des évaluateurs, spécialistes du domaine.

Sanction du plagiat et de l'autoplagiat dans tout article soumis au BRAB pour publication

De nombreuses définitions sont données au plagiat selon les diverses sources de documentations telles que « -i- Acte de faire passer pour siens les textes ou les idées d'autrui. -ii- Consiste à copier les autres en reprenant les idées ou les résultats d'un autre chercheur sans le citer et à les publier en son nom propre. -iii- Copie frauduleuse d'une œuvre existante en partie ou dans sa totalité afin de se l'approprier sans accord préalable de l'auteur. -iv- Vol de la création originale. -v- Violation de la propriété intellectuelle d'autrui. » (<https://integrite.umontreal.ca/reglements/definitions-generales/>). Le Plagiat et l'Autoplagiat sont à bannir dans les écrits scientifiques. Par conséquent, tout article soumis pour sa publication dans le BRAB doit être préalablement soumis à une analyse de plagiat, en s'appuyant sur quelques plateformes de détection de plagiat. Le **plagiat constaté dans tout article** sera sanctionné par un retour de l'article accompagné du **rapport de vérification du plagiat par un logiciel antiplagiat** à l'auteur de correspondance pour sa correction avec **un taux de tolérance de plagiat ou de similitude inférieur ou égal à sept pour cent (07%)**.

Respecter de certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture

Pour qu'un article soit accepté par le comité de rédaction, il doit respecter certaines normes d'édition et règles de présentation et d'écriture. Ne pas oublier que les trois (3) **qualités fondamentales d'un article scientifique** sont la **précision** (supprimer les adjectifs et adverbes creux), la **clarté** (phrases courtes, mots simples, répétition des mots à éviter, phrases actives, ordre logique) et la **brièveté** (supprimer les expressions creuses). **Le temps des verbes doit être respecté**. En effet, tout ce qui est expérimental et non vérifié est rédigé au passé (passé composé et imparfait) de l'indicatif, notamment les parties *Méthodologie (Matériels et méthodes)* et *Résultats*. Tandis que tout ce qui est admis donc vérifié est rédigé au présent de l'indicatif, notamment les parties *Introduction*, avec la citation de résultats vérifiés, *Discussion* et *Conclusion*. Toutefois, en cas de doute, rédigez au passé. Pour en savoir plus sur la méthodologie de rédaction d'un article, prière consulter le document suivant : **Assogbadjo A. E., Aïhou K., Youssao A. K. I., Fovet-Rabot C., Mensah G. A., 2011. L'écriture scientifique au Bénin. Guide contextualisé de formation. Cotonou, INRAB, 60 p. ISBN : 978-99919-857-9-4 – INRAB 2011. Dépôt légal n° 5372 du 26 septembre 2011, 3^{ème} trimestre 2011. Bibliothèque Nationale (BN) du Bénin.**

Titre

Dans le titre se retrouve l'information principale de l'article et l'objet principal de la recherche. Le titre doit contenir 6 à 10 mots (22 mots au maximum) en position forte, décrivant le contenu de l'article, assez informatifs, descriptifs, précis et concis. Un bon titre doit donner le meilleur aperçu possible de l'article en un minimum de mots. Il comporte les mots de l'index *Medicus*. Le titre est un message-réponse aux 5 W [what (quoi ?), who (qui ?), why (pourquoi ?), when (quand ?), where (où ?)] & 1 H [how (comment ?)]. Il est recommandé d'utiliser des sous-titres courts et expressifs pour subdiviser les sections longues du texte mais écrits en minuscules, sauf la première lettre et non soulignés. Toutefois, il faut éviter de multiplier les sous-titres. Le titre doit être traduit dans la seconde langue donc écrit dans les deux langues français et anglais.

Auteur et Co-auteurs

Les initiales des prénoms en majuscules séparées par des points et le nom avec 1^{ère} lettre écrite en majuscule de tous les auteurs (auteur & co-auteurs), sont écrits sous le titre de l'article. Immédiatement, suivent les titres académiques (Pr., Dr, MSc., MPhil. et/ou Ir.), les prénoms écrits en minuscules et le nom écrit en majuscule, puis les adresses complètes (structure, BP, e-mail, Tél. et pays) de tous les auteurs. Il ne faut retenir que les noms des membres de l'équipe ayant effectivement participé au programme de recherche et à la rédaction de l'article.

Résumé

Un bref résumé dans la langue de l'article est précédé d'un résumé détaillé dans la seconde langue (français ou anglais selon le cas) et le titre sera traduit dans cette seconde langue. Le résumé est une compression en volume plus réduit de l'ensemble des idées développées dans un document, etc. Il contient l'essentiel en un seul paragraphe de 200 à 350 mots. Le résumé contient une **Introduction** (contexte, Objectif, etc.) rédigée avec 20% des mots, la **Méthodologie** (type d'étude, échantillonnage, variables et outils statistiques) rédigée avec 20% des mots, les **Résultats obtenus et leur courte discussion** (résultats importants et nouveaux pour la science), rédigée avec 50% des mots et une **Conclusion** (implications de l'étude en termes de généralisation et de perspectives de recherches) rédigée avec 10% des mots.

Mots-clés

Les 3 à 5 mots et/ou groupes de mots clés les plus descriptifs de l'article suivent chaque résumé et comportent le pays (la région), la problématique ou l'espèce étudiée, la discipline ou le domaine spécifique, la méthodologie, les résultats et les perspectives de recherche. Il est conseillé de choisir d'autres mots/groupes de mots autres que ceux contenus dans le titre.

Texte

Le texte doit être rédigé dans un langage simple et compréhensible. L'article est structuré selon la discipline scientifique et la thématique en utilisant l'un des plans suivants avec les Remerciements (si nécessaire) et Références bibliographiques : *IMReD* (Introduction, Matériel et Méthodes, Résultats, Discussion/Résultats et Conclusion) ; *ILPIA* (Introduction, Littérature, Problème, Implication, Avenir) ; *OPERA* (Observation, Problème, Expérimentation, Résultats, Action) ; *SOSRA* (Situation, Observation, Sentiments, opinion, Réflexion, Action) ; *ESPRIT/SPRIT* [Entrée en matière (introduction), Situation du problème, Problème précis, Résolution, Information appliquée ou détaillée, Terminaison (conclusion)] ; *APPROACH* (Annonce, Problématique (perutable avec Présentation), Présentation, Réactions, Opinions, Actions, Conclusions, Horizons) ; etc.

Introduction

L'introduction c'est pour persuader le lecteur de l'importance du thème et de la justification des objectifs de recherche. Elle motive et justifie la recherche en apportant le background nécessaire, en expliquant la rationalité de l'étude et en exposant clairement l'objectif et les approches. Elle fait le point des recherches antérieures sur le sujet avec des citations et références pertinentes. Elle pose clairement la problématique avec des citations scientifiques les plus récentes et les plus pertinentes, l'hypothèse de travail, l'approche générale suivie, le principe méthodologique choisi. L'introduction annonce le(s) objectif(s) du travail ou les principaux résultats. Elle doit avoir la forme d'un entonnoir (du général au spécifique).

Matériels et méthodes

Il faut présenter si possible selon la discipline le **milieu d'étude** ou **cadre de l'étude** et indiquer le lien entre le milieu physique et le thème. **La méthodologie d'étude** permet de baliser la discussion sur les résultats en renseignant sur la validité des réponses apportées par l'étude aux questions formulées en introduction. Il faut énoncer les méthodes sans grands détails et faire un extrait des principales utilisées. L'importance est de décrire les protocoles expérimentaux et le matériel utilisé, et de préciser la taille de l'échantillon, le dispositif expérimental, les logiciels utilisés et les analyses statistiques effectuées. Il faut donner toutes les informations permettant d'évaluer, voire de répéter l'essai, les calculs et les observations. Pour le matériel, seront indiquées toutes les caractéristiques scientifiques comme le genre, l'espèce, la variété, la classe des sols, etc., ainsi que la provenance, les quantités, le mode de préparation, etc. Pour les méthodes, on indiquera le nom des dispositifs expérimentaux et des analyses statistiques si elles sont bien connues. Les techniques peu répandues ou nouvelles doivent être décrites ou bien on en précisera les références bibliographiques. Toute modification par rapport aux protocoles courants sera naturellement indiquée.

Résultats

Le texte, les tableaux et les figures doivent être complémentaires et non répétitifs. Les tableaux présenteront un ensemble de valeurs numériques, les figures illustrent une tendance et le texte met en évidence les données les plus significatives, les valeurs optimales, moyennes ou négatives, les corrélations, etc. On fera mention, si nécessaire, des sources d'erreur. La règle fondamentale ou règle cardinale du témoignage scientifique suivie dans la présentation des résultats est de donner tous les faits se rapportant à la question de recherche concordant ou non avec le point de vue du scientifique et d'indiquer les relations imprévues pouvant faire de l'article un sujet plus original que l'hypothèse initiale. Il ne faut jamais entremêler des descriptions méthodologiques ou des interprétations avec les résultats. Il faut indiquer toujours le niveau de signification statistique de tout résultat. Tous les aspects de l'interprétation doivent être présents. Pour l'interprétation des résultats il faut tirer les conclusions propres après l'analyse des résultats. Les résultats négatifs sont aussi intéressants en recherche que les résultats positifs. Il faut confirmer ou infirmer ici les hypothèses de recherches.

Discussion

C'est l'établissement d'un pont entre l'interprétation des résultats et les travaux antérieurs. C'est la recherche de biais. C'est l'intégration des nouvelles connaissances tant théoriques que pratiques dans le domaine étudié et la différence de celles déjà existantes. Il faut éviter le piège de mettre trop en évidence les travaux antérieurs par rapport aux résultats propres. Les résultats obtenus doivent être interprétés en fonction des éléments indiqués en introduction (hypothèses posées, résultats des recherches antérieures, objectifs). Il faut discuter ses propres résultats et les comparer à des résultats de la littérature scientifique. En d'autres termes c'est de faire les relations avec les travaux antérieurs. Il est nécessaire de dégager les implications théoriques et pratiques, puis d'identifier les besoins futurs de recherche. Au besoin, résultats et discussion peuvent aller de pair.

Résultats et Discussion

En optant pour **résultats et discussions** alors les deux vont de pair au fur et à mesure. Ainsi, il faut la discussion après la présentation et l'interprétation de chaque résultat. Tous les aspects de l'interprétation, du commentaire et de la discussion des résultats doivent être présents. Avec l'expérience, on y parvient assez aisément.

Conclusion

Il faut une bonne et concise conclusion étendant les implications de l'étude et/ou les suggestions. Une conclusion fait ressortir de manière précise et succincte les faits saillants et les principaux résultats de l'article sans citation bibliographique. La conclusion fait la synthèse de l'interprétation scientifique et de l'apport original dans le champ scientifique concerné. Elle fait l'état des limites et des faiblesses de l'étude (et non celles de l'instrumentation mentionnées dans la section de méthodologie). Elle suggère d'autres avenues et études permettant d'étendre les résultats ou d'avoir des applications intéressantes ou d'obtenir de meilleurs résultats.

Références bibliographiques

La norme Harvard et la norme Vancouver sont les deux normes internationales qui existent et régulièrement mises à jour. Il ne faut pas mélanger les normes de présentation des références bibliographiques. En ce qui concerne le Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin (BRAB), c'est la norme Harvard qui a été choisie. Les auteurs sont responsables de l'orthographe des noms cités

dans les références bibliographiques. Dans le texte, les publications doivent être citées de la manière suivante : Sinsin (2020) ou Sinsin et Assogbadjo (2020) ou Sinsin *et al.* (2007). Sachez que « *et al.* » est mis pour *et alteri* qui signifie et autres. Il faut s'assurer que les références mentionnées dans le texte sont toutes reportées par ordre alphabétique dans la liste des références bibliographiques. Somme toute dans le BRAB, selon les ouvrages ou publications, les références sont présentées dans la liste des références bibliographiques de la manière suivante :

Pour les revues scientifiques :

- ✓ **Pour un seul auteur** : Yakubu, A., 2013: Characterisation of the local Muscovy duck in Nigeria and its potential for egg and meat production. *World's Poultry Science Journal*, 69(4): 931-938. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0043933913000937>
- ✓ **Pour deux auteurs** : Tomasz, K., Juliusz, M. K., 2004: Comparison of physical and qualitative traits of meat of two Polish conservative flocks of ducks. *Arch. Tierz., Dummerstorf*, 47(4): 367-375.
- ✓ **A partir de trois auteurs** : Vissoh, P. V., R. C. Tossou, H. Dedehouanou, H. Guibert, O. C. Codjia, S. D. Vodouhe, E. K. Agbossou, 2012 : Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements climatiques : le cas des communes d'Adjohoun et de Dangbo au Sud-Est Bénin. *Les Cahiers d'Outre-Mer N° 260*, 479-492.

Pour les organismes et institutions :

- ✓ FAO, 2017. L'État de la sécurité alimentaire et de la nutrition dans le monde 2017 : Renforcer la résilience pour favoriser la paix et la sécurité alimentaire. Rome, FAO. 144 p.
- ✓ INSAE (Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique), 2015 : Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-4): Résultats définitifs. Direction des Etudes Démographiques, Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique, Cotonou, Bénin, 33 p.

Pour les contributions dans les livres :

- ✓ Whithon, B.A., Potts, M., 1982: Marine littoral: 515-542. *In*: Carr, N.G., Whithon, B.A., (eds), *The biology of cyanobacteria*. Oxford, Blackwell.
- ✓ Annerose, D., Cornaire, B., 1994 : Approche physiologique de l'adaptation à la sécheresse des espèces cultivées pour l'amélioration de la production en zones sèches: 137-150. *In* : Reyniers, F.N., Netoyo L. (eds.). *Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique tropicale*. Ed. John Libbey Eurotext. Paris.

Pour les livres :

- ✓ Zryd, J.P., 1988: Cultures des cellules, tissus et organes végétaux. Fondements théoriques et utilisations pratiques. Presses Polytechniques Romandes, Lausanne, Suisse.
- ✓ Stuart, S.N., R.J. Adams, M.D. Jenkins, 1990: Biodiversity in sub-Saharan Africa and its islands. IUCN-The World Conservation Union, Gland, Switzerland.

Pour les communications :

- ✓ Vierada Silva, J.B., A.W. Naylor, P.J. Kramer, 1974: Some ultrastructural and enzymatic effects of water stress in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) leaves. *Proceedings of Nat. Acad. Sc. USA*, 3243-3247.
- ✓ Lamachere, J.M., 1991 : Aptitude du ruissellement et de l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage. Actes de l'Atelier sur Soil water balance in the Sudano-Sahelian Zone. Niamey, Niger, IAHS n° 199, 109-119.

Pour les abstracts :

- ✓ Takaiwa, F., Tnifuji, S., 1979: RNA synthesis in embryo axes of germination pea seeds. *Plant Cell Physiology abstracts*, 1980, 4533.

Thèse ou mémoire :

- ✓ Valero, M., 1987: Système de reproduction et fonctionnement des populations chez deux espèces de légumineuses du genre *Lathyrus*. PhD. Université des Sciences et Techniques, Lille, France, 310 p.

Pour les sites web : <http://www.iucnredlist.org>, consulté le 06/07/2007 à 18 h.

Equations et formules

Les équations sont centrées, sur une seule ligne si possible. Si on s'y réfère dans le texte, un numéro d'identification est placé, entre crochets, à la fin de la ligne. Les fractions seront présentées sous la forme « 7/25 » ou « (a+b)/c ».

Unités et conversion

Seules les unités de mesure, les symboles et équations usuels du système international (SI) comme expliqués au chapitre 23 du Mémento de l'Agronome, seront acceptés.

Abréviations

Les abréviations internationales sont acceptées (OMS, DDT, etc.). Le développé des sigles des organisations devra être complet à la première citation avec le sigle en majuscule et entre parenthèses (FAO, RFA, IITA). Eviter les sigles reconnus localement et inconnus de la communauté scientifique. Citer complètement les organismes locaux.

Nomenclature de pesticides, des noms d'espèces végétales et animales

Les noms commerciaux seront écrits en lettres capitales, mais la première fois, ils doivent être suivis par le(s) nom(s) communs(s) des matières actives, tel que acceptés par « International Organization for Standardization (ISO) ». En l'absence du nom ISO, le nom chimique complet devra être donné. Dans la page de la première mention, la société d'origine peut être indiquée par une note en bas de la page, p.e. PALUDRINE (Proguanil). Les noms d'espèces animales et végétales seront indiqués en latin (genre, espèce) en italique, complètement à la première occurrence, puis en abrégé (exemple : *Oryza sativa* = *O. sativa*). Les auteurs des noms scientifiques seront cités seulement la première fois que l'on écrira ce nom scientifique dans le texte.

Tableaux, figures et illustrations

Chaque tableau (avec les colonnes rendus invisibles mais seules la première ligne et la dernière ligne sont visibles) ou figure doit avoir un titre. Les titres des tableaux seront écrits en haut de chaque tableau et ceux des figures/photographies seront écrits en bas des illustrations. Les légendes seront écrites directement sous les tableaux et autres illustrations. En ce qui concerne les illustrations (tableaux, figures et photos) seules les versions électroniques bien lisibles et claires, puis mises en extension jpeg avec haute résolution seront acceptées. Seules les illustrations dessinées à l'ordinateur et/ou scannées, puis les photographies en extension jpeg et de bonne qualité donc de haute résolution sont acceptées.

Les places des tableaux et figures dans le texte seront indiquées dans un cadre sur la marge. Les tableaux sont numérotés, appelés et commentés dans un ordre chronologique dans le texte. Ils présentent des données synthétiques. Les tableaux de données de base ne conviennent pas. Les figures doivent montrer à la lecture visuelle suffisamment d'informations compréhensibles sans recours au texte. Les figures sont en Excell, Havard, Lotus ou autre logiciel pour graphique sans grisés et sans relief. Il faudra fournir les données correspondant aux figures afin de pouvoir les reconstruire si c'est nécessaire.

Evaluation des performances technologiques des technologies endogènes les plus prometteuses pour la production de jus d'orange à petite échelle au Bénin

P. A. F. Houssou¹, V. Dansou^{1*}, A. B. Hotegni¹, W. A. C. Sagui¹, C. Sacca¹, K. Aboudou^{1,2} et H. Zannou¹

¹Dr Ir. (MR) Paul Ayihadji Ferdinand HOUSSOU, Programme Technologies Agricole et Alimentaire (PTAA), Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey) Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB), 01 BP 128 Porto-Novo E-mail : ptaa.inrab@gmail.com, Tél. : (+229)20214160, République du Bénin

Ir. Valère DANSOU, PTAA/CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 BP 128 Porto-Novo, E-mail : vadansou@gmail.com, ptaa.inrab@gmail.com, Tél. : (+229)96827262, République du Bénin

Bsc. Abel Bodéhoussè HOTEJNI, PTAA/CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 BP 128 Porto-Novo, E-mail: abel2511@live.fr, Tél.: (+229)96821235, République du Bénin

Dr Ir. Waro Arnold C. SAGUI, PTAA/CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 BP 128 Porto-Novo, E-mail: saguiwy@yahoo.fr, Tél. : (+229)51115947, République du Bénin

Dr Carolle SACCA, PTAA/CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 BP 128 Porto-Novo, E-mail : saccarole2001@yahoo.fr, Tél. : (+229) 67104932 République du Bénin

Bsc. Hugues ZANNOU, PTAA/CRA-Agonkanmey/INRAB, 01 BP 128 Porto-Novo, E-mail : hugzannou@gmail.com, Tél. : (+229)97168309, République du Bénin

Dr. Msc. Kowiou ABOUDOU, Département de Génie de Technologie Alimentaire, Ecole Polytechnique d'Abomey Calavi, Université d'Abomey Calavi, E-mail : kowiou.aboudou@yahoo.fr, Tél. : (+229)97551941, République du Bénin

*Auteur correspondant : Ir. Valère DANSOU, E-mail : vadansou@gmail.com

Résumé

En vue d'identifier la technologie et/ou les technologies améliorant le rendement et la qualité de jus d'orange produit à petite échelle, des suivis techniques rapprochés ont été réalisés au niveau de cinq unités de production de jus au Sud-Bénin. Ces suivis ont permis d'évaluer les performances des technologies endogènes les plus prometteuses pour la production de jus d'orange. Les rendements de production et les paramètres organoleptiques des jus produits ont été les principaux paramètres évalués. Les résultats obtenus ont montré que ces technologies se différenciaient par l'extraction du jus utilisant la presse motorisée (TSME) et la presse manuel (TSMP) avec ou sans prétraitement thermique. Les technologies TSME1 et TSME3 ont présenté respectivement des rendements en jus élevés ($45,90 \pm 0,49\%$ et $48 \pm 3,63\%$) par rapport à TSME2 ($37,64 \pm 3,63$). La technologie TSMP2 ($41,4 \pm 1,13\%$) a enregistré un rendement élevé par rapport à la technologie TSMP1 ($34,44 \pm 1,82$). Les tests d'appréciation des jus ont montré que les jus issus des technologies TSMP2 (39%) et TSME2 (50%) ont été les plus appréciés par les dégustateurs. La technologie TSME2 se démarque de celles de TSME1 et TSME3 en raison de son faible rendement et sa bonne qualité organoleptique. De même, la technologie TSMP2 a présenté un meilleur rendement et une bonne qualité organoleptique du jus comparativement à la technologie TSMP1. Ainsi, les technologies TSME2 et TSMP2 sont les plus prometteuses.

Mots clés : Afrique de l'Ouest ; agrume, jus amer, procédé, équipement

Performance evaluation of the most promising endogenous technologies for the production of orange juice on a small scale in Bénin

Abstract

In order to identify the technology and/or technologies improving the yield and quality of orange juice produced on a small scale, close technical monitoring was carried out at five juice production units in Southern Bénin. These follow-ups made it possible to assess the performance of the most promising endogenous technologies for the production of orange juice on a small scale in Bénin. These technologies were differentiated respectively by the extraction of the juice with the motorized press (TSME) and the manual press (TSMP) with or without thermal pretreatment. The production yields and organoleptic qualities of the juices produced were the main parameters evaluated. The results showed that TSME1 and TSME3 technologies respectively exhibited high juice yields ($45.90 \pm 0.49\%$ and $48 \pm 3.63\%$) compared to TSME2 (37.64 ± 3.63). Likewise, TSMP2 technology ($41.4 \pm 1.13\%$) exhibited a high efficiency compared to TSMP1 technology (34.44 ± 1.82). Juice appreciation tests showed that juices from TSMP2 (39%) and TSME2 (50%) technologies were the most popular among tasters. Compared to TSME1 and TSME3 technologies, TSME2 technology exhibited a low yield but resulted in a better organoleptic quality juice. Likewise, TSMP2 technology exhibited a high yield and organoleptic quality of the juice compared to TSMP1 technology. Thus TSME2 and TSMP2 technologies are the most promising.

Keywords: West of Africa, citrus, bitter juice, processing, equipment

INTRODUCTION

La production des agrumes au Bénin est une activité importante pour la population notamment dans les régions situées au Sud du pays. Cependant, à cause de sa forte teneur en eau et du manque de technologies appropriées de transformation, d'énormes pertes post-récolte sont enregistrées. Ces pertes sont estimées à plus de 30% dans les pays d'Afrique subsaharienne (Kereth et al., 2013). Au Bénin, pour contribuer à la réduction de ces pertes certains acteurs s'essayent à la transformation d'orange en jus. Le jus d'orange est un produit très apprécié en Afrique à cause de sa valeur nutritive élevée et de son goût très attrayant. La consommation de ce jus assure un apport pour l'organisme en vitamines C et B6 et en minéraux tels que le magnésium, le potassium et le sodium (Sanchez-Moreno *et al.*, 2003).

Une étude diagnostique récente conduite par Houssou *et al.* (2020a) sur les pratiques de transformation d'oranges a révélé cinq types de technologies d'extraction de jus d'orange qui se différencient par les procédés et les équipements utilisés. Les résultats ont aussi montré une variabilité de la qualité des jus d'orange et une faible qualité organoleptique des jus obtenus (goût amer). Ces jus ont été désagréablement appréciés par les consommateurs.

En vue d'améliorer la qualité des jus et de mieux réduire les pertes post-récolte, il est nécessaire de caractériser les technologies les plus utilisées et d'en dégager les plus prometteuses. C'est dans ce cadre que s'inscrit la présente étude dont l'objectif était de caractériser les cinq technologies les plus utilisées par les transformatrices et transformateurs afin d'en dégager les plus optimales à promouvoir pour la production de jus d'orange à petite échelle au Bénin.

MATERIELS ET METHODES

Matériel végétal

Le matériel végétal a été constitué de fruits d'orange de la variété valencia récoltés à maturité complète dans les différentes localités de la zone d'étude. Cette variété est la mieux adaptée à la production du jus à cause de sa faible teneur en limonène, un composé naturel des agrumes connu pour son goût acide (Teiko, 2001). Ce type de variété a été choisi pour sa teneur élevée en jus (Houssou *et al.*, 2020b). Pour les suivis technologiques, des lots de 100 kg de cette variété d'orange ont été utilisés soit 600 fruits.

Unités de transformation

Cinq unités de transformation de jus d'orange ont été sélectionnées (Houssou *et al.*, 2020b) et ont abrité les essais de suivi rapproché en vue de mieux les caractériser. Ces unités étaient réparties dans quatre communes à savoir Dogbo (une unité), Porto-Novo (deux unités), Za-Kpota (une unité), et Abomey (une unité), toutes au Sud-Bénin reconnues comme zones favorables à la production de jus d'orange. La technologie utilisée, la disponibilité de la variété utilisée, les matériels et équipements nécessaires à la transformation des fruits, l'ancienneté de la transformatrice et du transformateur, la maîtrise de la technologie de production de jus, la fréquence de production et la capacité de production par séance, ont constitué les principaux critères de choix et de sélection des unités de transformation dans ces différentes zones.

Suivi technologique et collecte des échantillons

Les suivis technologiques ont été réalisés sur les cinq technologies de transformation des fruits d'orange en jus telles que :

- Technologie Semi-Mécanique avec Extracteur et prétraitement thermique des oranges et appertisation du jus (TSME1) ;
- Technologie Semi-Mécanique avec Extracteur sans pré-traitement thermique des oranges avec pasteurisation et appertisation du jus (TSME2) ;
- Technologie Semi-Mécanique avec Extracteur sans pré-traitement thermique des oranges sans pasteurisation et appertisation du jus (TSME3) ;
- Technologie Semi-Mécanique avec une Presse manuelle avec pasteurisation et appertisation du jus (TSMP1) ;

- Technologie Semi-Mécanique avec Presse manuelle sans pré-traitement thermique des oranges et appertisation du jus (TSMP2).

Pour chacune de ces cinq technologies, trois suivis technologiques ont été réalisés dans les unités de transformation des oranges en milieu réel auprès des transformateurs. Au cours du suivi technologique, les données quantitatives liées aux paramètres technologiques (bilan matière, durée des opérations et rendement d'extraction de la technologie) ont été collectées. Le rendement en jus a été déterminé suivant la formule décrite par Padonou *et al.* (2015). De même, les échantillons de fruit frais, jus brut extrait, jus pasteurisé et du jus appertisé et conditionné ont été collectés dans des bouteilles en verre de 0,33 cl fermés hermétiquement et conservés à la température ambiante (37°C environ) pour des analyses physico-chimiques au laboratoire du Programme Technologies Agricole et Alimentaire (PTAA) du Centre de Recherches Agricoles d'Agonkanmey (CRA-Agonkanmey) de l'Institut National des Recherches Agricoles du Bénin (INRAB).

Détermination des paramètres physico-chimiques et sensorielle des échantillons de jus d'orange produits

Les paramètres chimiques tels que le pH, l'acidité titrable, le degré Brix et les cendres ont été déterminés sur les échantillons de jus d'orange selon la méthode AOAC (1995). La teneur en matière sèche de jus a été déterminée selon la méthode décrite par AOAC (1990).

Le test de préférence par classement et le test descriptif ont été les deux tests utilisés pour l'évaluation de la qualité organoleptique des différents échantillons de jus collectés. Le panel était constitué de 30 dégustateurs de jus d'orange. Les échantillons de jus ont été présentés simultanément et de manière randomisée à chaque panéliste suivant une distribution en aveugle de quatre échantillons de jus d'orange codés A, B, C, D et E correspondant respectivement à la technologie de transformation des fruits d'orange en jus TSME 1, TSME2, TSME3, TSMP1 et TSMP2. Ces dégustateurs ont évalué les échantillons de jus d'orange sur la base des attributs de qualité tels que la couleur, la fluidité, le dépôt, l'arôme, puis les goûts amer et sucré, au moyen d'une fiche de dégustation préalablement établie. Le test a comporté également une évaluation hédonique de l'appréciation du jus d'orange sur la base d'une échelle aux trois critères suivants : pas bon ; bon ; très bon.

Tests d'amélioration des technologies caractérisées et analyse statistique des données

A l'issue des tests de la caractérisation des cinq technologies identifiées, les deux meilleures ont été choisies par rapport à leur bonne performance technologique et à la qualité de jus obtenue. Ces deux technologies ont fait l'objet d'amélioration au niveau de l'équipement de pressage en vue d'avoir un jus de bonne qualité non amer.

Les données relatives aux taux et rendements d'extraction ainsi que des analyses physico-chimiques ont été traitées à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2013. L'analyse des données pour la comparaison des moyennes a été réalisée avec le logiciel SPSSv17 et le test a été considéré comme statistiquement significatif si $p < 0,05$.

RESULTATS

Performances technologiques des technologies artisanales testées

Les performances techniques des différentes technologies ont été présentées dans le tableau 1. Au niveau des technologies semi-mécaniques, les résultats obtenus ont montré que les technologies TSME1 (45,90±2,12%) et TSME3 (48,00±5,65%) ont donné des rendements en jus significativement ($p < 0,05$) plus élevés que la technologie TSME2 (37,64±3,63%). Ceci pouvait s'expliquer par l'opération de broyage et de pressage qui différenciaient les technologies TSME 1 et 3 de la technologie TSME2. En effet, l'opération de broyage au niveau des technologies TSME 1 et 3 se caractérisait par un broyage total de la pulpe d'orange et des pépins causé par une puissance du moteur et un nombre de tour par seconde de la vis, élevés par rapport à l'extracteur de la technologie TSME2.

Tableau 1. Bilan matière des différentes technologies de transformation des fruits d'orange en jus

Paramètres	TSME1 (Dogbo)	TSME 2 (Porto-Novo)	TSME3 (Porto-Novo)	TSMP1 (Abomey)	TSMP2 (Zakpota)
Masse de fruits d'orange frais utilisés (kg)	100	100	100	100	100
Masse de fruits d'orange après pré-traitement thermique (kg)	100 ± 0,0	-	-	-	-
Quantité de jus brute obtenue (kg)	45,90 ± 2,12	37,64 ± 3,63	48 ± 5,65	34,31 ± 0,13	41,4 ± 1,13
Rendement en jus extrait (%)	45,90 ± 0,49	37,64 ± 3,63	48 ± 5,65	34,44 ± 1,82	41,4 ± 1,13
Durée totale de la transformation (h/transformatrice)	13,61 ± 2,05	17,45 ± 2,95	24,38 ± 4,38	22,46 ± 0,64	31,9 ± 4,02

TSME1 : Technologie semi-mécanique avec Extracteur et prétraitement thermique des oranges et appertisation du jus ; **TSME2** : Technologie semi-mécanique avec Extracteur sans pré-traitement thermique des oranges avec pasteurisation et appertisation du jus ; **TSME3** : Technologie semi-mécanique avec Extracteur sans pré-traitement thermique des oranges sans pasteurisation et appertisation du jus ; **TSMP1** : Technologie semi-mécanique avec une Presse manuelle avec pasteurisation et appertisation du jus ; **TSMP2** : Technologie semi-mécanique avec Presse manuelle sans pré-traitement thermique des oranges et appertisation du jus.

La technologie semi-mécanique TSMP2 a permis d'avoir un rendement en jus plus élevé de l'ordre de 41,4±1,13% par rapport à la technologie TSMP1 avec un rendement en jus de 34, ±1,82% (tableau 1). Ceci pouvait s'expliquer par l'opération de pressage avec une puissance de pressage de la presse manuelle pour TSME2 qui était supérieure à celle de TSME1 où le pressage se faisait à la main. Les TSME1, TSME 3 et TSMP2 ont permis d'avoir de meilleur rendement d'extraction du jus à cause du mécanisme de broyage-pressage des équipements utilisés au niveau de ces technologies. Concernant les durées des différentes opérations unitaires de chaque technologie de transformation des fruits d'orange en jus, l'épluchage manuel de 100 kg de fruits d'orange par une personne a duré entre 2,9 et 7,00 heures pour l'ensemble des technologies étudiées avec une variation significative ($p < 0,05$) dans la manière et la rapidité de la transformatrice lors de l'épluchage des oranges. Au niveau des technologies semi-mécaniques avec une presse manuelle (TSMP1 et TSMP2), l'épluchage était une opération plus longue car elle a consisté à enlever à l'aide d'un couteau la couche externe de l'orange ou flavédo sans blesser la couche interne ou albédo (Figure 1). Tandis qu'au niveau des technologies semi-mécaniques à extracteur (TSME1, TSME2 et TSME3), l'épluchage (figure 2) a été plus court car elle a consisté à enlever seulement les couches externe et interne de l'orange qui étaient faciles à enlever après avoir découpé le fruit.



Figure 1. Processus d'épluchage de l'orange sans blesser la couche interne



Figure 2. Epluchage de l'orange au niveau des technologies TSME1, TSME2 et TSME3

La durée moyenne du découpage des fruits après l'épluchage qui se faisait de la même manière au niveau des technologies TSME1, TSME 2, TSME3, TSMP1 et TSMP2 a été de 2,02 3, ±0,85 pour 100 kg de fruits d'orange traités soit 600 fruits d'oranges. Les durées d'extraction du jus d'orange des technologies TSME1

($0,33 \pm 0,12$ heures) et TSME 2 ($2,91 \pm 2,95$ heures) et TSME3 ($8,00 \pm 5,23$ heures) ont été significativement ($p < 0,05$) plus petites que celles des technologies TSMP1 ($10,53 \pm 0,01$ heures) et TSMP2 ($14,00 \pm 2,83$ heures). L'opération de filtration (figure 3) du jus issu de 100 kg de fruit d'orange a évolué entre $0,39 \pm 0,03$ heures et $1,28 \pm 0,05$ heures pour l'ensemble des cinq technologies évaluées. La durée de pasteurisation (figure 4) du jus qui se faisait en soumettant le jus à une température comprise entre 80 et 100 °C, a varié entre $0,18 \pm 0,03$ h et $3,44 \pm 0,93$ heures.



Figure 3. Opération de filtration du jus d'orange



Figure 4. Opération de pasteurisation du jus d'orange

Le barème de pasteurisation (température et temps) était un facteur déterminant pour la conservabilité du jus après conditionnement. Ensuite, les jus de fruits d'orange pasteurisés et conditionnés dans des bouteilles ont été stérilisés à une température de plus de 100 °C (figure 5). En somme, pour 100 kg d'oranges transformés, la technologie TSMP2 a été la plus longue avec une durée totale de 31,95 heures tandis que la technologie TSME1, TSME2 ont duré au total de 13,81 et de 17,45 heures à cause de leur durée d'extraction relativement courte (Tableau 1). Ces durées obtenues pouvaient s'expliquer par le fait que l'opération d'épluchage qui était manuelle et se faisait de fruit par fruit était très longue au niveau des cinq technologies. De même, le processus de pasteurisation au niveau des technologies semi-mécaniques se pratiquait avec un temps très long. Concernant les technologies semi-mécaniques utilisant la presse manuelle, le processus de pressage était très long car se faisait de fruit par fruit.

Qualité physico-chimique des jus d'orange issues des cinq technologies testées

Les valeurs du pH et de l'acidité titrable des jus issus des technologies étudiées (TSME1, TSME 2, TSME3, TSMP1 et TSMP2) ont respectivement varié de 5,39 à 5,54 et de 0,6 à 0,7 g/100 g (tableau 2).

Tableau 2. Paramètres chimiques des jus d'orange extrait de chacune des cinq technologies

Jus conditionné issu des technologies	Paramètres			
	pH	Degré Brix (° Brix)	Acidité titrable (g/100 g)	Matière sèche (%)
TSME1	$5,34 \pm 0,05$	$12,00 \pm 0,00$	$0,06 \pm 0,00$	$7,47 \pm 0,20$
TSME2	$5,33 \pm 0,05$	$12 \pm 0,00$	$0,06 \pm 0,00$	$7,45 \pm 0,20$
TSME3	$5,54 \pm 0,00$	$10,03 \pm 0,15$	$0,07 \pm 0,00$	$7,95 \pm 0,16$
TSMP1	$5,36 \pm 0,05$	$10,8 \pm 0,00$	$0,06 \pm 0,00$	$6,44 \pm 0,96$
TSMP2	$5,13 \pm 0,03$	$12,13 \pm 0,23$	$0,07 \pm 0,00$	$7,59 \pm 0,010$

TSME1 : Technologie semi-mécanique avec Extracteur et prétraitement thermique des oranges et appertisation du jus ; **TSME2** : Technologie semi-mécanique avec Extracteur sans pré-traitement thermique des oranges avec pasteurisation et appertisation du jus ; **TSME3** : Technologie semi-mécanique avec Extracteur sans pré-traitement thermique des oranges sans pasteurisation et appertisation du jus ; **TSMP1** : Technologie semi-mécanique avec une Presse manuelle avec pasteurisation et appertisation du jus ; **TSMP2** : Technologie semi-mécanique avec Presse manuelle sans pré-traitement thermique des oranges et appertisation du jus.

De même, une diminution de la valeur du pH a été constatée après les traitements thermiques. Les valeurs du pH et de l'acidité titrable de ces jus ont indiqué un milieu acide défavorable à la prolifération des

microorganismes pathogènes. Le degré de Brix mesurant le pourcentage de poids de saccharose dans les jus a varié de 10,8 à 12,13% pour les jus conditionnés. Concernant la teneur en matière sèche soluble, elle a varié de $7,47 \pm 0,20$ à $7,95 \pm 0,16\%$.

Perceptions des acteurs sur la qualité sensorielle des échantillons de jus d'orange, obtenus de chaque technologie

Les tests de préférence ont montré que les échantillons de jus A et D ont été appréciés comme étant bon par respectivement 39% et 50% des dégustateurs. Par contre, les échantillons des jus B, C et E ont été les moins appréciés respectivement par 68%, 68% et 100% des dégustateurs (Figure 7).

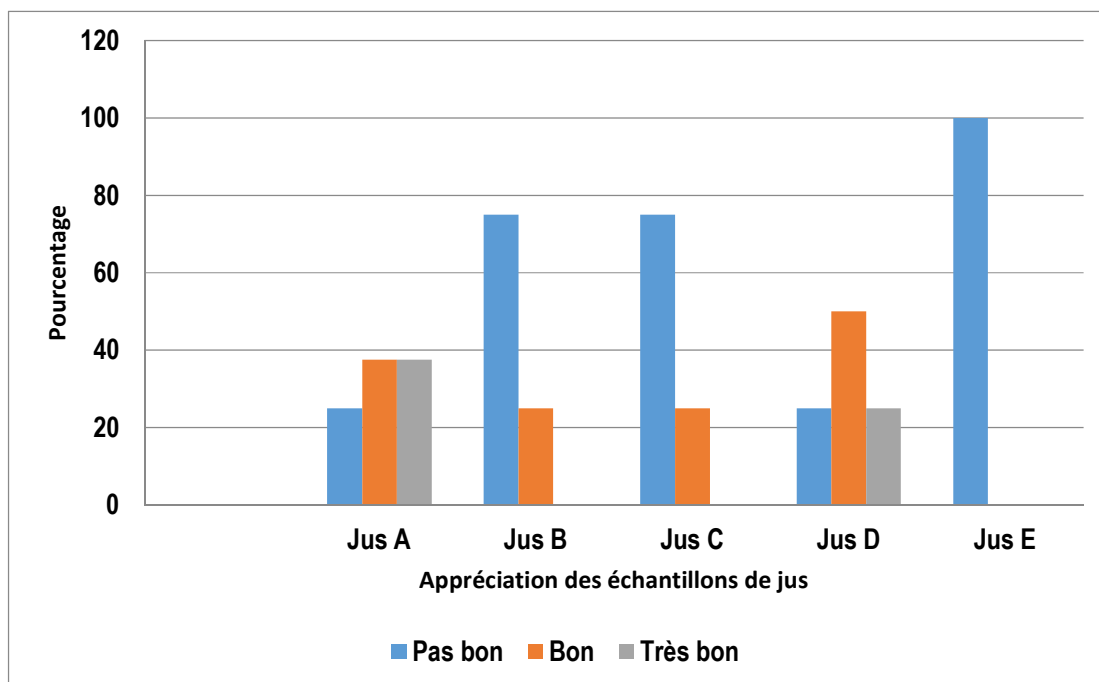


Figure 7. Acceptabilité globale des jus d'orange

Cette appréciation générale a résulté du fait que les paramètres tels que la couleur, le goût sucré, amer et acide, puis l'arôme des échantillons de jus A et D ont été les plus appréciés. En effet, les jus A et D ont été respectivement bien perçus par 62,5% et 87,5 % des dégustateurs à cause de leur couleur jaune clair contrairement aux jus B et C agréablement appréciés par 62,5% et 50% des dégustateurs. Cependant, le jus E a été perçu comme étant de couleur jaune foncé par la moitié des dégustateurs.

La totalité des échantillons de jus A, D, B, C et E présentaient un dépôt négligeable selon respectivement 37,5%, 37,5%, 37,5%, 37,5 et la moitié des dégustateurs. Ceci pouvait s'expliquer par le fait que l'opération de filtrage du jus a été pratiquée au niveau de toutes les technologies de suivi. De façon générale, les échantillons de jus A, B, D et E ont été perçus comme ayant gardé un profil aromatiques proches de celui de l'orange par respectivement 37,5%, 62,5%, 62,5% et la moitié des dégustateurs.

D'après la moitié des dégustateurs, les jus A, B et C ont été peu sucrés. Tandis qu'un avis partagé a été noté au niveau du jus D, où les goûts peu sucré, sucré et moyennement sucré ont été respectivement perçus par 37,5%, 37,5% et le quart des dégustateurs. Le jus E a été perçu comme étant moyennement sucré par 38,0% des dégustateurs. La maturité de tous les fruits d'orange avant leurs transformations en jus a été un facteur important qui pouvait impacter sur le goût sucré des jus obtenus. Pour ce qui était du goût amer des échantillons de jus, la moitié des dégustateurs a trouvé que les jus A et D n'étaient pas amers. Les jus B, C et E ont été respectivement perçus comme étant amers (goût de la nivaquine), moyennement amers (amertume moins prononcée que celui de la nivaquine) et amers (goût de la nivaquine) par respectivement la moitié, 38,0% et 70,0% des dégustateurs. L'appréciation du goût acide

des échantillons du jus était diversement appréciée. Pour 13,0%, 38,0% et 38,0% des dégustateurs les jus B, A et D ont été perçus comme étant respectivement très acides, acidulés et pas acide. Les jus C et E ont été perçus par respectivement 63,0% et 65,0% comme étant très acides et moyennement acides.

Technologies prometteuses optimales à améliorer

Au vu des résultats obtenus, les technologies TSME1, TSME3 et TSMP1 ont donné un rendement en jus relativement élevé avec des échantillons de jus moins appréciés par les dégustateurs. Tandis que les technologies TSME 2 et TSMP2 ont montré une capacité d'extraction relativement faible avec des échantillons de jus appréciés des dégustateurs. Les technologies TSME1, TSME3 et TSMP1 pouvaient être optimales si la qualité organoleptique des jus issus de chacune d'elles était meilleure. En effet, bien que le mécanisme de fonctionnement des extracteurs de jus des technologies TSME1 et TSME3 ait permis d'obtenir des rendements les plus élevés ($45,90 \pm 0,49\%$ et $48 \pm 5,65\%$ respectivement), il a entraîné le broyage des pépins des oranges et ce qui rendait le jus bien que sucré, un peu amer. Le rendement en jus ($34,44 \pm 1,82\%$) de la technologie TSMP1 était inférieur à celui de la technologie TSMP2 ($41,4 \pm 1,13\%$). Par conséquent, les technologies TSME2 et TSMP2 se dégageaient comme optimales. Cependant, des améliorations étaient nécessaires à apporter sur les extracteurs de jus de ces deux technologies afin d'améliorer le rendement ainsi que la qualité de jus obtenue.

DISCUSSION

Les technologies utilisant l'extracteur motorisé présentent des capacités d'extraction les plus élevées par rapport aux technologies utilisant la presse manuelle. Les technologies TSME1 (Technologie semi-mécanique avec Extracteur et prétraitement thermique des oranges et appertisation du jus), TSME2 (Technologie semi-mécanique avec Extracteur sans pré-traitement thermique des oranges avec pasteurisation et appertisation du jus) et TSME3 (Technologie semi-mécanique avec Extracteur sans pré-traitement thermique des oranges sans pasteurisation et appertisation du jus) sont semi-mécaniques et sont dotées d'un extracteur motorisé, ce qui n'est pas le cas pour les technologies TSMP1 (Technologie semi-mécanique avec une Presse manuelle avec pasteurisation et appertisation du jus) et TSMP2 (Technologie semi-mécanique avec Presse manuelle sans pré-traitement thermique des oranges et appertisation du jus). En effet, les technologies semi-mécaniques disposent d'un système de vis d'Archimède avec un cône qui presse les quartiers d'orange en sortant une grande quantité de jus en un temps record. Tandis que les technologies semi-mécaniques à presse manuelle consistent juste à exercer une pression manuelle sur les fruits d'orange.

Les valeurs du pH (5,13-5,47) obtenues pour les différents échantillons de jus montrent que ces jus constituent un milieu acide, ne favorisant pas la prolifération des microorganismes pathogènes. Toutefois, ces résultats sont supérieurs aux valeurs recommandées par Robards et Antolovich (1995) qui ont rapporté que le pH compris entre 3,5 et 4,5 conserve mieux la vitamine C. Comparées aux valeurs 12° Brix et 14° Brix recommandées par AFNOR, les valeurs obtenues pour le degré brix dans la présente étude sont légèrement inférieures à la norme. Les matières sèches des jus d'orange sont incluses dans l'intervalle indiqué par Robards et Antolovich (1995). Par conséquent, le constat est que le profil aromatique des jus pasteurisés à moins de 65°C est plus proche de celui du fruit frais d'orange. Ceci peut s'expliquer par le fait qu'il se produit une dégradation de l'arôme après traitement thermique à température élevée entraînant une diminution ou une disparition de l'arôme de l'orange. Ce constat a été également souligné par Sádecká *et al.* (2014), qui ont montré qu'une pasteurisation à 90°C pendant 20 secondes du jus d'orange altère les composés volatiles responsables de l'arôme du jus.

La température de pasteurisation du jus a un impact sur le goût amer de l'orange. En effet, la limonine ne se forme qu'après l'extraction du jus et préexiste dans le fruit que sous forme d'un promoteur hydrosoluble et non amer (Huet, 1961). Cette réaction est accélérée par la pasteurisation. La variété utilisée pour produire le jus d'orange joue également un rôle dans l'amertume du jus. En effet, la variété Valencia utilisée dans cette présente étude n'est pas autant sucrée que la variété Washington Navel qui a un goût très sucré mais qui n'est pas produite au Bénin. Au niveau local, la variété Tangelo présente un goût plus sucré que Valencia mais revient excessivement chère aux transformateurs.

Le mode d'extraction peut également être à l'origine de ce goût amer ressenti au niveau des jus B et E. L'équipement utilisé pour extraire le jus au niveau des technologies TSME1 (Technologie semi-mécanique avec Extracteur et prétraitement thermique des oranges et appertisation du jus) et TSME3 (Technologie semi-mécanique avec Extracteur sans pré-traitement thermique des oranges sans pasteurisation et

appertisation du jus) n'est pas approprié pour éviter le broyage de l'albédo et parfois des pépins des fruits. Ceci peut être à l'origine de l'amertume du jus suite à la libération du limonine, un composé responsable de la forte saveur amère dans le jus (Huet, 1961).

En général, l'intensité de la saveur acidulée des acides du jus d'orange dépend de leur concentration et de leur structure chimique. Hartwig et Daniel (1995) ont observé que le nombre de groupements carboxyliques d'un acide est inversement proportionnel à l'intensité de la saveur acidulée qu'ils manifestent. Ainsi, les recommandations suivantes sont nécessaires en ce qui concerne :

- La matière première : Il est nécessaire de choisir la variété d'orange la plus appropriée (Valencia) à la transformation avec une teneur en jus très élevée. Ces oranges doivent être récoltées à maturité et transportées avec soin vers le lieu de la transformation tout en évitant toute blessure.
- Les améliorations spécifiques au niveau de la technologie TSME2 (Technologie semi-mécanique avec Extracteur sans pré-traitement thermique des oranges avec pasteurisation et appertisation du jus) doivent porter sur ce qui suit :
 - ✓ Eplucher les oranges en enlevant d'abord la couche externe (flavédo) avant de découper le fruit pour extraire l'albédo ;
 - ✓ Adopter une technique d'appertisation du jus à 75 à 80 ° C pendant 2 minutes en vue limiter son impact dans la détérioration des propriétés physico-chimiques et organoleptiques du jus ;
 - ✓ Augmenter la conicité du cône à travers lequel sortent les tourteaux issus du pressage de l'orange ; cette modification géométrique doit permettre la sortie rapide et facile des tourteaux évitant ainsi leur broyage prolongé et celui des pépins ;
 - ✓ Augmenter le degré d'ouverture des mailles de sortie du jus de 240 °C en vue de libérer rapidement et de récupérer une plus grande quantité de jus ;
 - ✓ Modifier les pas de la vis sans fin de pressage de façon à ce qu'au début la vis se comporte comme un convoyeur et vers la fin comme une presse, ce qui permet réduire le temps de pressage de l'orange et par conséquent d'éviter le broyage des pépins.
- Les améliorations spécifiques au niveau de la technologie TSMP2 (Technologie semi-mécanique avec Presse manuelle sans pré-traitement thermique des oranges et appertisation du jus) doivent porter sur ce qui suit :
 - ✓ Eplucher les oranges en enlevant la couche externe (flavédo) avant de découper le fruit en deux ;
 - ✓ Adopter une technique d'appertisation du jus à 75 à 80 ° C pendant 2 minutes en vue limiter son impact dans la détérioration des propriétés physico-chimiques et organoleptiques du jus tout en assurant ;
 - ✓ Améliorer l'équipement de presse manuelle utilisée en vue de réduire le temps de pressage et d'accroître le rendement d'extraction.

CONCLUSION

L'étude montre que parmi les cinq technologies d'extraction de jus d'orange testées avec les acteurs, les deux technologies d'extraction de jus d'orange suivantes se dégagent comme les meilleures par rapport aux performances technologiques et qualité de jus obtenue : -i- une technologie semi-mécanique avec extracteur sans pré-traitement thermique des oranges avec pasteurisation et appertisation du jus (TSME2) ; -ii- une technologie semi-mécanique avec presse manuelle sans pré-traitement thermique des oranges et appertisation du jus (TSMP2). Toutefois, les deux technologies d'extraction de jus d'orange TSME2 et TSMP2 méritent d'être améliorées notamment au niveau de la technique d'extraction afin d'avoir un jus bien sucré non amer avec les différentes variétés locales d'orange cultivées au Bénin.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AOAC, 1995: Official methods of analysis of AOAC international, 16th ed, AOAC international Arlington, VA, 250 p.

- AOCS (American Oil Chemists Society), 1997: Sampling and Analysis of Commercial Fats and Oils American Oil Chemists Society Official Methods (Cd 8-53, Cg 50-40, CC 13, eg2, Cd 1-25, ba 21-38 (AOCS.) Press, Champaign, Illinois, USA.
- Rebeck, H. M., 1995: Processing of Citrus Fruits. IN: Ashurst, R. R. (Ed). 1995. Production and Packaging of non-carbonated fruit juices and fruits beverages. Blackie Academic and Professional. P: 221-252.
- Sádecká, J., M. Polovka, E. Kolek, E. Belajová, B. Tobolková, L. Daško, J. Durec, 2014: Orange juice with pulp: impact of pasteurization and storage on flavor, polyphenols, ascorbic acid and antioxidant activity. *Journal of Food and Nutrition Research* (ISSN 1336-8672), pp. 371–388.
- Chefftel, J-C., H. Chefftel, P. Besancom, 1977 : Introduction à la biochimie et la technologie des aliments. Volume 2, Editeur : Paris (France), Technique Et Documentation. ISBN/ISSN/EAN : 978-2-85206-012-8. 419 p.
- Robards, K., Antolovich, M. 1995: Methods for Assessing the Authenticity of Orange Juice. *Analyst*. 120 (1): 1-28.
- Kaanane, A., D. Kane, T. P. Labuza, 1988: Time and temperature effect on stability of Moroccan processed orange juice during storage. *J. Food Sci.* 53 (5):1470-1473.
- Kereth, G. A., M. Lyimo, H. A. Mbwana, R. J. Mongi, C. C. Ruhembe, 2013: Assessment of Postharvest Handling Practices: Knowledge and Losses of Fruits in Bagamoyo District of Tanzania. *Journal of Food Quality and Management*, 11: 8-15.
- Petersen, M. A., D. Tonder, L. Poll 1998: Comparison of Normal and Accelerated Storage of Commercial Orange Juice. *Changes in Flavour and Content of Volatile Compounds. Food Quality and Preference* 9(1,2): 43-51.
- Moshonas, M. G., Shaw, P. E., 1995: Fresh Orange Juice Flavor: a Quantitative and Qualitative Determination of the Volatile Constituents. In: Charalambous, G. (Ed), *Food Flavors: Generation Analysis and Process Influence*. Elsevier Science B, p: 1479-1492.
- Teiko, M. J., 2001 : La production du jus d'agrumes et l'application des technologies au marché des agrumes frais, Lakeland, Floride, Etats-Unis, Symposium sur les agrumes Chine/FAO: pp. 83-90.
- Manny, S., Shadaksharaswany, C. M., 2005: *Foods: Facts and Principles*. (2nd ed.). New Age International limited Publishers, New Delhi, India. pp. 60-71.
- Hartwig, P., Mc Daniel, M. R., 1995: Flavor Characteristics of Lactic, Malic, Citric, and Acetic Acid at Various pH Levels. *Journal of Food Science*. 60 (2): 384- 388.
- Houssou, P., V. Dansou, A. Hotegni, H. Zannou, K. Aboudou, A. Sagui C. Sacca, 2020a : Amélioration des technologies de transformation des oranges et la qualité des jus d'orange produits au Bénin. Rapport. PTAA/INRAB. 42 p.
- Houssou, P., V. Dansou, A. Hotegni, H. Zannou, K. Aboudou, A. Sagui C. Sacca, 2020b Amélioration des technologies de transformation des oranges et la qualité des jus d'orange produits au Bénin. Rapport. PTAA/INRAB 36 p.
- Padonou, S. W., D. Olou, P. Houssou, K. Karimou, M. C. Todohoue, J. Dossou, G. A. Mensah, 2015 : Comparaison de quelques techniques d'extraction pour l'amélioration de la production et de la qualité du jus de pommes d'anacarde. *Journal of Applied Biosciences* 96 :9063-9071,9p.
- Huet, R. 1961: L'amertume du jus d'orange Navel. *Fruits - Vol. 16, n° 2* : pp. 61-65.
- Sanchez-Moreno, C., B. Cano, M. P. de Ancos, L. Plaza, B. Olmedilla, F. Granada, A. Martin, 2003: Effect of orange juice intake on vitamin C concentrations and biomarkers of antioxidant status in humans. *Am J Clin Nutr*, 78:454–460.
- Wardlaw, G. W., 2004: *Perspectives in Nutrition*. (6th ed.). McGraw Hill Companies, New York, U.S.A., pp. 80-83.