

Coordinateur et éditeur principal
Cristina Bianca Pocol

Coéditeurs :
Snezana Petrova, Adriana Burlea Schiopoiu, Daniela Istrati,
Margaux Polewiak

LE GASPILLAGE ALIMENTAIRE

GESTION ET REVALORISATION DES DÉCHETS ALIMENTAIRES



Coordinateur et éditeur principal : Cristina Bianca Pocol
Coéditeurs : Snezana Petrova, Adriana Burlea Şchiopoiu,
Daniela Istrati, Margaux Polewiak



Le gaspillage alimentaire : gestion et revalorisation des déchets alimentaires

© Copyright 2021

Imagine copertă: freepik.com

Toate drepturile rezervate. Nici o parte din această lucrare nu poate fi reprodusă sub nici o formă, prin nici un mijloc mecanic sau electronic, sau stocată într-o bază de date, fără acordul prealabil, în scris, al autorilor.

Referenți:

Prof. dr. Valentina Marinescu

Prof. dr. Daniela Roventă-Frumușani

Conf. dr. Silvia Branea

Prof. dr. Sonia Socaci

Prof. dr. Vlad Mureșan

Editura AcademicPres

Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară Cluj-Napoca

Calea Mănăștur, nr.3, 400372 Cluj-Napoca

Tel. 0264-596384

Fax. 0264-593792

E-mail: eap@usamvcluj.ro

Coordinateur et éditeur principal :
Cristina Bianca Pocol

Coéditeurs :
Snezana Petrova
Adriana Burlea Şchiopoiu
Daniela Istrati
Margaux Polewiak

Le gaspillage alimentaire : gestion et revalorisation des déchets alimentaires

Editura AcademicPres
Cluj-Napoca, 2021



Soutenu par l'Agence Universitaire de la Francophonie en
Europe Centrale et Orientale

Sommaire

<i>Préface</i>	7
Le gaspillage alimentaire dans la presse roumaine – une analyse diachronique.....	12
<i>Valentina MARINESCU, Lavinia ENACHE, Ines RAZEC et Bianca FOX</i>	
La situation du gaspillage alimentaire en Roumanie.....	35
<i>Cristina Bianca POCOL, Alexandra-Ioana GLOGOVEȚAN, Margaux POLEWIAK et Adriana Burlea ȘCHIOPOIU</i>	
Introspection introductive ou état des lieux sur les déchets et sur le gaspillage alimentaire en Macédoine du Nord	56
<i>Snezana PETROVA</i>	
Etude sur la production et la consommation responsable en République de Moldavie.....	72
<i>Daniela ISTRATI</i>	
Un exercice de pensée sociologique : nourriture, pénurie alimentaire et faim	81
<i>Ramona MARINACHE et Ines RAZEC</i>	
L'utilisation des déchets alimentaires sous forme de compost.....	93
<i>Mirela Irina CORDEA et Adrian George PETICILĂ</i>	
Valorisation des extraits de marc de raisin dans les formulations alimentaires.....	110
<i>Aliona GHENDOV-MOȘANU et Rodica STURZA</i>	
Récupération de composants bioactifs à partir de déchets agro-industriels horticoles	132
<i>Rodica STURZA, Elena CRISTEA, Antoanela PATRAȘ et Aliona GHENDOV-MOȘANU</i>	

Valorisation de coquilles de noix broyées dans le processus de fermentation acétique afin d'obtenir du vinaigre	151
<i>Aurica CHIRSANOVA, Alina BOIȘTEAN, Eugenia COVALIOV et Vladislav REȘITCA</i>	
Biographies des auteurs	167

*Aurica Chirsanova, Maître de conférences, L'Université Technique de
Moldova, aurica.chirsanova@toap.utm.md*

Alina Boiștean, lectrice, L'Université Technique de Moldova

Eugenia Covaliov, lectrice, L'Université Technique de Moldova

Vladislav Reșitca, Maître de conférences, L'Université Technique de Moldova

Valorisation de coquilles de noix broyées dans le processus de fermentation acétique afin d'obtenir du vinaigre

Introduction

Le gaspillage alimentaire est un problème social aux conséquences importantes, dont beaucoup ne sont pas assez prises en compte ou gérées de manière inadéquate par les cadres actuels (SCHANES *et al.*, 2018). C'est pourquoi, au cours des dernières années, le gaspillage alimentaire a suscité un intérêt croissant de la part des décideurs politiques locaux, nationaux et européens, des organisations internationales, des ONGs ainsi que des universitaires de divers domaines disciplinaires (KIBLER *et al.*, 2018).

L'objectif principal de la prévention du gaspillage alimentaire est d'agir à la source en limitant la production alimentaire excessive à chaque étape de la chaîne d'approvisionnement alimentaire (y compris la production, la transformation, la distribution et la consommation) (ALLESCH and BRUNNER, 2015 ; HARTIKAINEN *et al.*, 2018). Un aperçu de l'analyse des flux de denrées alimentaires et de déchets dans l'UE est présenté dans la Fig. 1 sous la forme d'un diagramme de Sankey. Nous pouvons constater que les flux de chaque catégorie de produits sont observables, des quantités de denrées alimentaires produites, en passant par la production primaire à la consommation. Tous les flux entrants dans la chaîne d'approvisionnement sont représentés comme des imports et à la sortie ils sont représentés par des exports, des produits non alimentaires, des sous-produits pour l'alimentation

animale, des déchets alimentaires et des aliments destinés à la consommation humaine (CALDEIRA *et al.*, 2019).

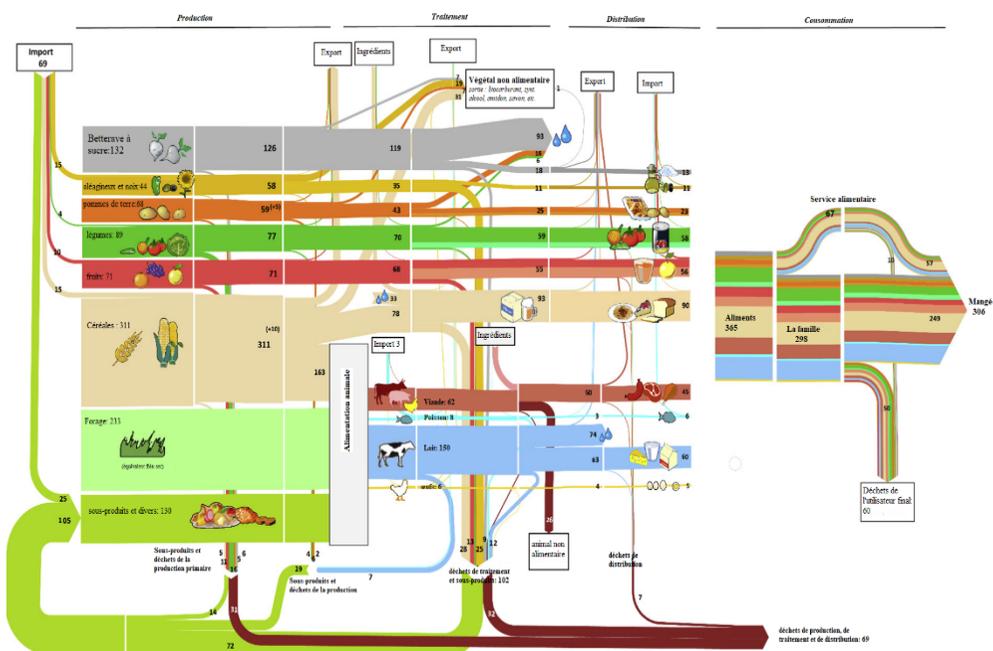


Figure 1 - Diagramme de Sankey. Flux alimentaires et de déchets dans l'UE (CALDEIRA *et al.*, 2019)

Dans ce contexte, la valorisation du gaspillage alimentaire, en particulier du gaspillage agroalimentaire, devient de plus en plus pertinente du fait de l'augmentation de la population mondiale et de la nécessité de développer de nouveaux produits alimentaires, d'élargir la gamme, etc. (CHIRSANOVA et CALCATINIUC, 2021). Toutefois, malgré un accord au sein du milieu politique sur la nécessité de réduire les pertes et le gaspillage alimentaires, il existe encore des lacunes considérables.

Les catégories d'aliments qui sont gaspillés en plus grande quantité (en tenant compte du gaspillage alimentaire total généré tout au long de la chaîne d'approvisionnement) sont les fruits et légumes (BEAUSANG *et al.*, 2017 ; CORRADO *et al.*, 2019). La production de fruits est une branche importante de l'horticulture car elle joue un rôle clé pour maintenir la population en forme et en bonne santé en fournissant

les nutriments nécessaires pour aider le corps à fonctionner correctement (ERCISLI *et al.*, 2008 ; KAR, 2011).

Les noix sont l'un des produits agricoles les plus importants en raison de leurs diverses utilisations dans l'industrie alimentaire (International Society for Horticultural Science, n.d.). La commercialisation des noix est très avantageuse. Ceci est dû à l'intérêt croissant des marchés internationaux et au manque de cerneaux de noix sur ces marchés. Dans le cas des noix en République de Moldavie, le marché d'exportation traditionnel est l'UE, mais elles sont également exportées de manière régulière à l'Est.

En moyenne, chaque année, 700 à 1000 hectares de noix sont plantés en République de Moldavie (les plus grandes surfaces de vergers sont des plantations de noix), ce qui est favorable au développement durable du secteur et à la satisfaction de la demande internationale, qui est en constante augmentation.

Au cours de la période 2016-2018, par rapport à la période 2005-2015, l'importation de noix, de manière quantitative, a augmenté de 17,9% tandis que l'exportation de noix a augmenté de 28%. La prédominance de l'exportation, sur l'importation de noix, est une chose appréciable pour la Moldavie. Chaque année, en République de Moldavie, 3000 à 4000 tonnes de noix sont importées, soit 11,4% de la quantité totale de fruits importés. Les fruits sont ensuite décortiqués et vendus sur le marché intérieur ou réorientés pour l'exportation. Les noix importées de France sont décortiquées en Moldavie, car la main-d'œuvre y est beaucoup moins chère, puis exportées vers la France décortiquées (ZBANCA *et al.*, 2020). Au niveau de l'industrie de la transformation des noix, après la séparation du noyau des parties extérieures du fruit, de grandes quantités de coquilles (plus de 60%) sont produites.

Dans l'industrie de transformation des fruits à coque, suite à la transformation des noix en République de Moldavie, de grandes quantités de coquilles sont produites sous forme de sous-produits agricoles et jetées ou brûlées comme combustible (JAHANBAN-ESFAHLAN *et al.*, 2020) alors qu'elles pourraient être valorisées en suivant différents processus lors de leur traitement. L'utilisation efficace des sous-produits agricoles est donc un défi majeur dans la

gestion des déchets et dans l'industrie de transformation des noix. Les coquilles de noix sont un média abrasif polyvalent largement utilisé dans le sablage, le culbutage, le nettoyage, le polissage, la filtration, les cosmétiques, ainsi que les applications antidérapantes et les applications de remplissage. Les coquilles de noix sont concassées, broyées et classées selon des tailles de maille standards allant de grains grossiers à des poudres fines (ABDULWAHID AND ABDULLAH, 2021).

Récemment, les coquilles de noix sont de plus en plus appréciées en raison de leurs propriétés et sont proposées pour une utilisation dans les domaines suivants : le développement de compositions fibreuses (PIRAYESH *et al.*, 2012 ; CHENG *et al.*, 2017) avec diverses utilisations, y compris pour les panneaux de construction (KUMAR RAO and CHANDRA GOPE, 2015). Dans ce cas, la coquille de noix contribue au changement de la conductivité thermique et électrique (LI *et al.*, 2019), à l'amélioration des performances à haute température, à la réduction du frottement, à l'augmentation de la résistance à l'usure et à l'abrasion, à l'amélioration du traitement, à l'augmentation de la dureté de la surface et à la réduction du retrait; développement de compositions de béton (AÇIKALIN and KARACA, 2017), en remplaçant le gravier naturel, contribuant ainsi à l'amélioration des comportements mécaniques, de pompage et de manutention du béton humide; développement de dispositifs de filtrage (VARDHAN *et al.*, 2019) conçus pour éliminer les métaux toxiques des eaux usées; développement de compositions de combustion à faible coût et à haut rendement (DEMIRBAS, 2006). Il est admis que la mobilisation de bactéries acétiques sur les copeaux de bois, la sciure de bois ou d'autres surfaces est une technique très efficace pour obtenir du vinaigre. Cette méthode accélère la fermentation acétique en augmentant la surface de contact du produit avec les bactéries acétiques et raccourcit ainsi la période d'obtention du produit fini. (KRUSONG and TANTRATIAN, 2014 ; KOCHER *et al.*, 2006 ; de ORY *et al.*, 2004).

Le procédé d'obtention du vinaigre par fermentation acétique des produits naturels à l'aide d'épis de chêne, de charme, de hêtre, de bouleau ou de maïs est connu depuis longtemps. (KOSHELEV *et al.*, 2010 ; DOUGLAS SMITH, 2011). Le procédé d'utilisation d'autres types de copeaux de bois tels que des segments d'acacia, de cerisier, de châtaignier, de coke, de

charbon de bois, d'écume de mer et même de bambou est également connu. (GARG *et al.*, 2013).

Ces matériaux sont également utilisés dans certains pays comme copeaux dans la fermentation alcoolique du vin. Ce procédé est également utilisé pour colorer et améliorer les propriétés gustatives des boissons fortement alcoolisées. Il a été établi que du point de vue organoleptique, les tanins de chêne occupent une place intermédiaire dans tous les tanins œnologiques (JORDÃO *et al.*, 2012).

Selon la procédure décrite par des scientifiques en Espagne, l'utilisation de copeaux de chêne dans le processus de fermentation acétique simule naturellement le processus de vieillissement du vinaigre et réduit ainsi le temps d'obtention du vinaigre avec de meilleures propriétés organoleptiques. (DURÁN GUERRERO *et al.*, 2013). L'inconvénient de ces procédés est d'une part que l'utilisation du panneau de particules est assez coûteuse, et d'autre part, certains d'entre eux ne sont pas spécifiques à la région de la République de Moldavie, comme le bambou, l'écume de mer, etc. L'utilisation de copeaux coûteuses affecte directement le coût du produit final. Mais le vinaigre ne fait pas partie des produits coûteux pour lesquels l'acheteur est prêt à payer plus cher.

Certaines des copeaux n'ont pas d'influence positive sur les qualités organoleptiques du vinaigre, certaines d'entre elles ont même des effets complètement négatifs. De plus, il est nécessaire de les rincer avec des agents spéciaux. Dans certains cas, des chips qui sont passées par l'étape de la friture sont utilisées, ce qui engendre là encore des coûts économiques. Ainsi, le coût du vinaigre une fois fini est presque doublé.

Dans les cas où des fûts de chêne ou d'autres variétés de bois sont utilisés, il y a toujours l'inconvénient de la faible vitesse des processus de maturation, de la longue période de maturation des distillats, des pertes élevées et de la qualité élevée mais instable du produit obtenu. Ce sont deux étapes qui demandent beaucoup de temps pour obtenir les mêmes paramètres chromatiques du produit fini.

Dans ce contexte, le but de cet article est d'évaluer la possibilité de récupération des déchets de transformation des noix *Juglans regia L.* dans le cadre de la réduction des déchets alimentaires en utilisant des coquilles comme substrat pour les bactéries acétiques dans le processus

de fermentation acétique pour obtenir du vinaigre de vin blanc aux propriétés organoleptiques, gustatives et chromatiques supérieures. Aussi, cet article résout un autre problème, celui de la réutilisation des vins de mauvaise qualité pour produire du vinaigre de haute qualité.

Matériels et méthodes

La recherche porte sur des coquilles broyées de noix natives (*Junglas regia L.*) et des coques de noisettes (*Corylus avellana*) récoltées en 2019, avec une granulométrie qui ne dépasse pas 95% en poids à travers un tamis métallique d'un diamètre de Ø 4 mm, et qui sont considérées comme des déchets dans l'industrie agroalimentaire de République de Moldavie. La préparation des coquilles de noix broyées comprenait les étapes de lavage au tamis sous de l'eau courante à une température de $80 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant 10 minutes, de séchage à l'étuve à une température de $32 \pm 1^\circ\text{C}$ pendant 48 heures et de maturation avec du levain (vinaigre de vin bio) pendant 72 heures, dans un rapport de 1 : 3.

Avant d'utiliser les coquilles de noix broyées comme source de surface pour le développement de bactéries acétiques, chaque type de coque a été introduit dans le levain, un vinaigre de vin blanc non traité dans un rapport de 1 : 4 (50 g de produit solide avec 200 ml de vinaigre - levain). Les échantillons ont été laissés pendant 72 heures à une température de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, pour l'implantation du produit solide avec les bactéries acétiques du vinaigre au maximum et pour la prochaine utilisation des copeaux dans la recherche.

Résultats et discussions

La modification des paramètres physico-chimiques a été recherchée, à savoir le volume de levain imbibé lors de la plantation de bactéries acétiques en fonction du type de copeau. La quantité de liquide imbibée dans la partie solide est la même lors de l'utilisation de coques de noix et de noisettes, avec une diminution de volume de 15 ml à partir du volume initial de 200 ml de liquide et 50 g de coques de noix ou de noisettes. Cette rétention de liquide est due aux propriétés d'absorption de la coque, c'est-à-dire de sa partie en bois, et de la

surface de contact. La rétention peut être prise en compte dans le processus de fermentation.

Le nombre de bactéries acétiques dans le *vinaigre levain*, avant et après macération, a été déterminé pour confirmer leur plantation et leur développement. Pour cette recherche, les coques de noix ont été macérées dans du *vinaigre levain* pendant 72 heures, dans un rapport de 1 : 4, puis après égouttage, l'inoculation de *vinaigre levain* a été réalisé en l'introduisant sur substrat d'agar. Les échantillons ont été gardés à une température de $30 \pm 10^\circ\text{C}$ pendant 72 heures. Les colonies ont été dénombrées, les propriétés culturelles et morphologiques ont été examinées au microscope et sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1. Nombre de bactéries acétiques plantées sur les coquilles de noix broyées

Source / volume, ml	Nombre de bactéries	Propriétés des milieux de culture des colonies	Propriétés cellulaires
<i>Vinaigre initial / 0.1 ml</i>	$2-1,2*10$	Grandes colonies translucides à profil plat avec éléments poudreux, couleur blanche, bords ondulés, forme irrégulière, pas de brillance.	Bâtonnets polymorphes asporogènes, disposés de manière non systématique.
<i>Vinaigre initial / 1.0 ml</i>	0	Manque de croissance microbienne	-
<i>Vinaigre après macération / 0.1 ml</i>	$1-1,2*10$	Grandes colonies translucides à profil plat, couleur blanche, bords ondulés, forme irrégulière, pas de brillance.	Forme irrégulière avec axe circulaire. Profil plat avec éléments poudreux. Bâtonnets asporogènes.
<i>Vinaigre après macération / 1.0 ml</i>	$1-1,2*10$	Grandes colonies translucides, profil plat, couleur blanc-jaune, bords ondulés, présence de l'axe circulaire, pas de brillance.	Forme de colonie irrégulière. Profil plat. Bord avec des éléments ondulés.

Selon les données présentées dans le tableau 2, il y a une augmentation du nombre de bactéries acétiques dans le *vinaigre levain*

après macération pendant 72 heures. Cela confirme le fait qu'après s'être déposées à la surface, les bactéries acétiques commencent à se développer de manière intensive et en trois jours, le nombre de bactéries est plus élevé par rapport à la quantité initiale. Ces informations sont présentées dans plusieurs sources bibliographiques (THIRIPURASUNDARI and USHARANI, 2011; KOCHER and DHILLON, 2013). Cette recherche a confirmé que les bactéries acétiques, qui sont en quantité insignifiante dans le vinaigre déjà fermenté, trouvant des zones propices à la vie, commencent rapidement leur développement.

La recherche a été réalisée selon le schéma d'obtention du vinaigre de vin blanc à l'aide de coques de noix, et est représentée sur la figure 2.

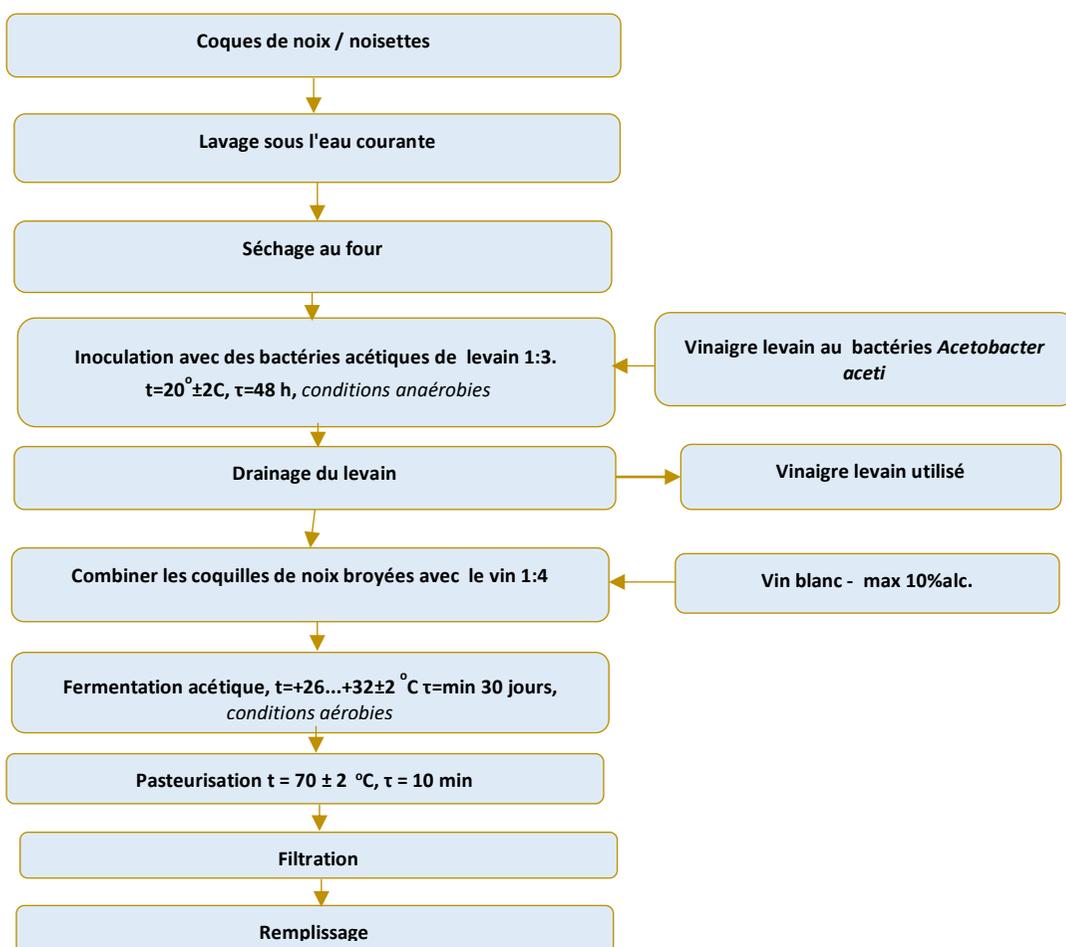


Figure 2. - Schéma technologique d'obtention du vinaigre de vin blanc (développé par les auteurs)

Les échantillons de vinaigre ont suivi le processus de fermentation acétique dans des récipients de 1 litre chacun, pendant un mois dans un environnement contrôlé, à une température constante de 28 ± 1 °C, avec un suivi périodique des paramètres suivants : température, pH, Brix, densité, production d'acide acétique. Pendant 30 jours de fermentation acétique, il a été constaté que les échantillons étaient proches de la valeur minimale admissible stipulée dans les actes normatifs de la République de Moldavie.

Puisque le processus de fermentation acétique se déroule lentement, le but des coquilles de noix broyées utilisées est d'augmenter la vitesse de fermentation acétique. Sur la base des résultats présentés dans la figure 3, nous pouvons observer que la valeur de l'acidité totale minimale autorisée pour le vinaigre de vin blanc selon les documents normatifs n'atteint pas tous les échantillons, seule la fermentation avec des coquilles de noix broyées et de noisettes a accéléré le processus.

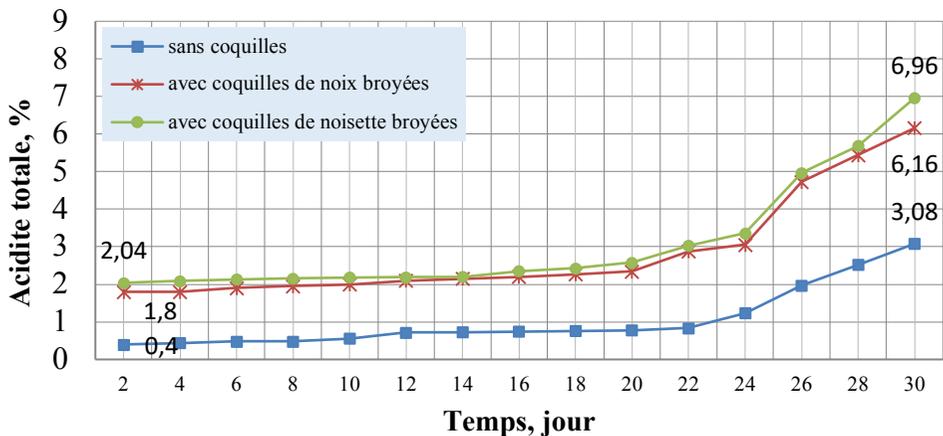


Figure 3 - Dépendance à la valeur de l'acidité totale titrable dans le processus de fermentation acétique

Sur la base des données de la figure 3, nous pouvons voir que l'influence des charges joue un rôle important dans le processus de fermentation acétique. Ainsi, dans les échantillons de coques de noix et de noisettes, ce processus évolue plus rapidement, par rapport à l'échantillon sans coquilles broyées. La structure de la coque permet

l'adhésion des bactéries acétiques sur la surface, augmentant la surface de contact de la matière première avec les bactéries et augmentant la probabilité d'obtenir du vinaigre dans un temps plus court.

1) Échantillon sans coquilles broyées - ATT 3,08%. Il en résulte que pour obtenir la valeur minimale selon les actes normatifs, la fermentation est encore nécessaire pendant une durée indéterminée ;

2) Échantillon avec coquilles de noix broyées - ATT 6,16%. Pendant 9 jours, le processus de fermentation acétique s'est arrêté. Enfin, au 14ème jour, la valeur de l'ATT a commencé à augmenter de manière significative, passant de 1,8% à 6,16%.

3) Test de coquilles de noisettes broyées. C'est également à partir du 10ème jour que la fermentation acétique s'est accélérée, ce qui dépasse le seuil minimum indiqué pour le vinaigre, obtenant ainsi du vinaigre de coque d'arachide avec un ATT de 6,96%.

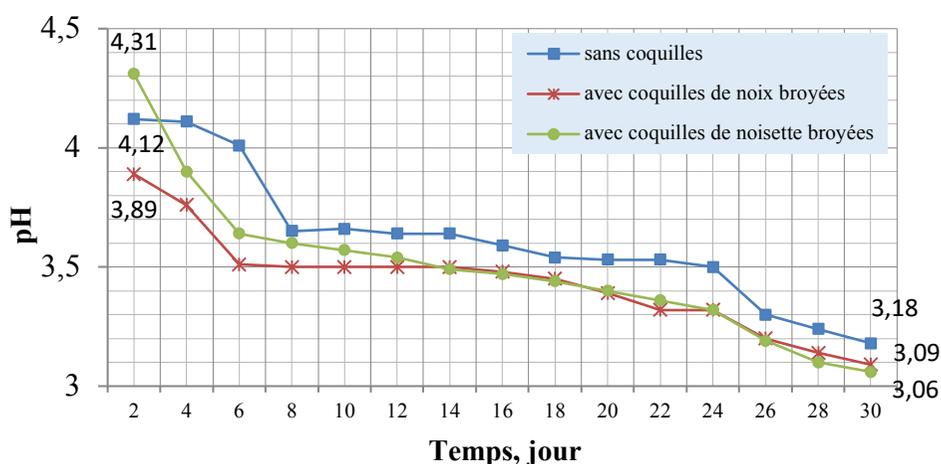


Figure 4 - Dépendance de la valeur pH des échantillons dans le processus de fermentation acétique

Suite à l'analyse des résultats présentés dans la figure 4, nous pouvons affirmer que sur une période d'un mois le pH diminue avec l'augmentation de l'acidité. Il est donc possible de conclure que l'influence du remplissage vise à accélérer le processus de fermentation acétique et à obtenir des vinaigres à partir de vin blanc avec des coquilles de noix.

La plus forte diminution du pH est observée dans l'échantillon avec les coquilles de noisettes broyées qui, à la fin du mois, a une valeur de 3,06, soit 30% de moins que la valeur initiale. Le changement de pH le plus lent a été observé dans l'échantillon sans coquilles. En effet, au cours d'un mois de fermentation, il n'a diminué que de 23% par rapport à la valeur initiale.

Au cours du processus de fermentation du vin blanc, en fonction du type de remplissage, il a été proposé d'analyser les transformations subies par la densité. Les résultats sont présentés dans la figure 5.

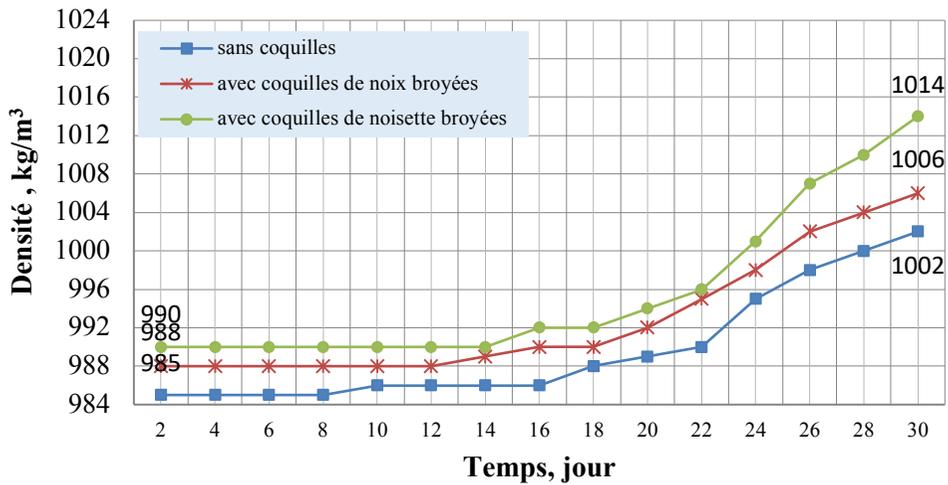


Figure 5 - Dépendance de la valeur de densité optique des échantillons dans le processus de fermentation acétique

Selon les données présentées par la figure 5, une augmentation de la densité est observée au cours du processus de fermentation acétique. La dépendance de la valeur de densité varie et dépend de l'acidité du vinaigre. Ainsi, en un mois, dans tous les échantillons, une augmentation plus efficace de la densité est observée.

La plus forte augmentation de la valeur de densité est observée dans l'échantillon avec les coquilles de noisettes broyées, qui à la fin du mois a une valeur de 1014 kg/m³, soit 2,5% de plus par rapport à la valeur initiale. Encore une fois, le changement de densité le plus lent a été observé dans l'échantillon sans coquilles broyées. Elle n'a diminué que de 17 points par rapport à la valeur initiale au cours d'un mois de fermentation.

L'influence des coquilles de noix broyées sur les aspects chromatiques du vinaigre a été déterminée par 2 méthodes (1) Méthode spectrophotométrique qui permet la mesure quantitative des caractéristiques de transmission ou de réflexion d'un matériau (substance) en fonction de la longueur d'onde. Le procédé est caractérisé par la propriété d'absorption ou de transmission de composés chimiques à différentes longueurs d'onde. Il est également utilisé pour distinguer la présence d'une substance dans une solution, ainsi que pour identifier la concentration d'une substance dans une solution. (HONGVE and ÅKESSON, 1996). (2) Espace $L^* a^* b^*$ qui est utilisé pour synchroniser une couleur claire (L^*), rouge-vert (a^*) et jaune-bleu (b^*) et est l'un des espaces colorimétriques les plus populaires pour mesurer les couleurs des objets. Il permet d'identifier précisément une couleur monochrome spectrale (MEINTS *et al.*, 2017).

Ainsi, les résultats obtenus après détermination de la couleur des échantillons analysés sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2. Paramètres chromatiques des échantillons avec et sans coquilles broyées avant et après le processus de fermentation acétique

Paramètres	Coques de noisettes		Coques de noix	
	Avant fermentation	Après fermentation	Avant fermentation	Après fermentation
L*	17,07±0,10	40,45±0,03	17,07±0,10	37,51±0,31
a*	6,55±0,12	-0,56±0,05	6,55±0,12	2,69±0,02
b*	10,57±0,15	16,55±0,04	10,57±0,15	27,64±0,10
C*	12,43±0,05	16,56±0,02	12,43±0,05	27,77±0,01
H*	58,21±0,03	91,94±0,05	58,21±0,03	84,44±0,04
ΔE	25,15±0,13		26,90±0,13	
Ic	0,59±0,01	1,55±0,04	0,59±0,01	20,7±0,02
Nc	1,91±0,06	1,65±0,05	1,91±0,06	1,68±0,01

Selon les paramètres chromatiques présentés dans le tableau 2, un changement de couleur est observé suite au processus de fermentation acétique. Les données obtenues indiquent le changement d'intensité et de teinte de la couleur. L'intensité de la couleur dépend des indications

de l'espace $L^* a^* b^*$, lorsque L^* atteint des valeurs supérieures à 100, cela indique la dépendance de la couleur blanche et claire.

L'espace $L^* a^* b^*$ indique le changement le plus important pour l'échantillon de coques de noix, où la valeur de L augmente plus de 2 fois, a^* change ses valeurs enregistrant une baisse de 58,9% et la valeur de b^* augmente de 10,57 à 27,64. Ainsi, la coque de noix a provoqué les changements les plus remarquables au cours du processus de fermentation acétique en raison des composés aldéhydiques dans la coque qui sont libérés dans le vinaigre. En effectuant diverses expériences, la coque de noix et d'autres types de bois ont montré que les composés aldéhydiques sont utiles pour accélérer l'intensification de la couleur pendant le processus de fermentation acétique. Pour cet échantillon également, la valeur I_c a augmenté, tandis que pour N_c elle a diminué de manière insignifiante, ce qui démontre l'influence de la coque de noix sur la couleur et non sur la teinte pendant le processus de fermentation acétique.

Les données pour a^* et b^* sont avec +, ce qui indique une accentuation de la couleur vers le jaune foncé, ce qui peut être observé même à l'œil nu sur les échantillons recherchés. Ainsi, il est possible de dire que pendant le processus de fermentation acétique, les copeaux ajoutés aux échantillons ont contribué de manière bénéfique à l'accentuation de la couleur du vinaigre, lui donnant un nouvel aspect commercial.

Conclusions

Cette étude montre le potentiel de l'utilisation de coques de noix dans la production de vinaigre. Les résultats ont révélé que l'utilisation de la coque de noix comme matériel de support bactérien augmente le contact de surface d'acétification, ce qui permet d'atteindre des taux de production de vinaigre plus rapides.

L'utilisation de coquilles de noix broyées accélère la diminution du pH lors de la production de vinaigre, enregistrant une diminution d'environ 30% du pH contre 23% pour les échantillons sans coquilles broyées. L'effet positif de l'utilisation des coquilles de noix broyées s'est également manifesté sur les paramètres chromatiques du vinaigre,

avec des valeurs pour la différence de couleur $\Delta E = 25,15 \pm 0,13$ pour l'utilisation de coques de noisettes et $\Delta E = 26,90 \pm 0,13$ pour les copeaux de coques de noix Grec, lui donnant un nouvel aspect commercial.

Le point positif concernant l'utilisation des coquilles de noix broyées est qu'il s'agit d'une technique de traitement écologique et écologiquement souhaitable. Il est donc recommandé d'utiliser l'une des deux utilisations de coques de noix car elles sont chargées de bactéries acétiques aux propriétés antimicrobiennes. Un travail complémentaire est recommandé afin d'étudier l'utilisation éventuelle des coques des noix après la production de vinaigre.

Bibliographie

- ABDULWAHID, M.Y., ABDULLAH, S.F., 2021. The utilization of walnut shells as a partial replacement of sand in mortar mixes. *Struct. Concr.* 22. <https://doi.org/10.1002/suco.202000108>
- AÇIKALIN, K., KARACA, F., 2017. Fixed-bed pyrolysis of walnut shell: Parameter effects on yields and characterization of products. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 125, 234–242. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2017.03.018>
- ALLESCH, A., BRUNNER, P.H., 2015. Material Flow Analysis as a Decision Support Tool for Waste Management: A Literature Review: MFA for Waste Management: A Literature Review. *J. Ind. Ecol.* 19, 753–764. <https://doi.org/10.1111/jiec.12354>
- BEAUSANG, C., HALL, C., TOMA, L., 2017. Food waste and losses in primary production: Qualitative insights from horticulture. *Resour. Conserv. Recycl.* 126, 177–185. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.07.042>
- BOISTEAN ALINA, CHIRSANOVA AURICA, ZGARDAN DAN, MITINA IRINA, GAINA BORIS, 2020. Methodological aspects of real-time PCR usage in acetooobacter detection. *Journal of Engineering Science.* Vol. XXVII, no. 3, pp. 232 – 238 DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3949726>
- BOISTEAN ALINA, CHIRSANOVA AURICA, CIUMAC JORJ, GAINA BORIS, 2020. The particularities of the clarification process white wine vinegar. *Food systems.* Federal Research Center for Food Systems of Russian Academy of Sciences. 3(1):25-32. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2020-3-1-25-32>
- CALDEIRA, C., DE LAURENTIIS, V., CORRADO, S., VAN HOLSTEIJN, F., SALA, S., 2019. Quantification of food waste per product group along the food supply chain in the European Union: a mass flow analysis. *Resour. Conserv. Recycl.* 149, 479– 488. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.06.011>
- CATTANEO, A., SANCHEZ, M.V., TORERO, M., VOS, R., 2021. Reducing food loss and waste: Five challenges for policy and research. *Food Policy* 98, 101974. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101974>

- CHENG, W., LIU, G., CHEN, L., 2017. Pet Fiber Reinforced Wet-Mix Shotcrete with Walnut Shell as Replaced Aggregate. *Appl. Sci.* 7, 345.
<https://doi.org/10.3390/app7040345>
- CHIRSANOVA, A., CALCATINIUC, D., 2021. The impact of food waste and ways to minimize it. *Journal of Social Sciences*. Vol. IV, no. 1, pp. 128 – 139
[https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4\(1\).15](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2021.4(1).15)
- CORRADO, S., CALDEIRA, C., ERIKSSON, M., HANSSON, O.J., HAUSER, H.-E., VAN HOLSTEIJN, F., LIU, G., ÖSTERGREN, K., PARRY, A., SECONDI, L., STENMARCK, Å., SALA, S., 2019. Food waste accounting methodologies: Challenges, opportunities, and further advancements. *Glob. Food Secur.* 20, 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2019.01.002>
- DE ORY, I., ROMERO, L.E., CANTERO, D., 2004. Optimization of immobilization conditions for vinegar production. Siran, wood chips and polyurethane foam as carriers for *Acetobacter aceti*. *Process Biochem.* 39, 547–555.
[https://doi.org/10.1016/S0032-9592\(03\)00136-5](https://doi.org/10.1016/S0032-9592(03)00136-5)
- DEMIRBAS, A., 2006. Effect of temperature on pyrolysis products from four nut shells. *J. Anal. Appl. Pyrolysis* 76, 285–289.
<https://doi.org/10.1016/j.jaap.2005.12.012>
- DOUGLAS SMITH, A., 2011. PILOT-SCALE FERMENTATION AND LABORATORY NUTRIENT STUDIES ON MIXED-ACID FERMENTATION (Dissertation). Texas A&M University.
- DURÁN GUERRERO, E., NATERA MARÍN, R., CASTRO MEJÍAS, R., CEJUDO BASANTE, M.J., GARCÍA BARROSO, C., 2013. Procedimiento de obtención de vinagres. ES 2 430 938 A1.
- GARG, N., KAUSHLESH K.YADAV, EJAZ BEG, KUMAR, S., VERMA, A.K., SINGH, P., 2013. Improved vinegar production through *Acetobacter* immobilization. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1732.5207>
- HARTIKAINEN, H., MOGENSEN, L., SVANES, E., FRANKE, U., 2018. Food waste quantification in primary production – The Nordic countries as a case study. *Waste Manag.* 71, 502–511. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.026>
- INTERNATIONAL SOCIETY FOR HORTICULTURAL SCIENCE, MOORE, J.N., BALLINGTON, J.R. (Eds.), n.d. Genetic resources of fruit and nut crops, *Acta horticulturae*. Wageningen.
- JAHANBAN-ESFAHLAN, A., JAHANBAN-ESFAHLAN, R., TABIBIAZAR, M., ROUFEGARINEJAD, L., AMAROWICZ, R., 2020. Recent advances in the use of walnut (*Juglans regia* L.) shell as a valuable plant-based bio-sorbent for the removal of hazardous materials. *RSC Adv.* 10, 7026–7047.
<https://doi.org/10.1039/C9RA10084A>
- KAR, Y., 2011. Co-pyrolysis of walnut shell and tar sand in a fixed-bed reactor. *Bioresour. Technol.* 102, 9800–9805. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.08.022>
- KIBLER, K.M., REINHART, D., HAWKINS, C., MOTLAGH, A.M., WRIGHT, J., 2018. Food waste and the food-energy-water nexus: A review of food waste

- management alternatives. *Waste Manag.* 74, 52–62.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.01.014>
- KOCHER, G.S., DHILLON, H.K., 2013. Fermentative Production of Sugarcane Vinegar by Immobilized Cells of *Acetobacter aceti* Under Packed Bed conditions. *Sugar Tech* 15, 71–76. <https://doi.org/10.1007/s12355-012-0179-4>
- KOCHER, G.S., KALRA, K.L., PHUTELA, R.P., 2006. Comparative Production of Sugarcane Vinegar by Different Immobilization Techniques. *J. Inst. Brew.* 112, 264–266. <https://doi.org/10.1002/j.2050-0416.2006.tb00722.x>
- KOSHELEV, J., CHERNUKHA, B., GALKINA, G., KULESHOVA, N., ILLARIONOVA, V., BATASHOV, E., 2010. PROCEDURE FOR PRODUCTION OF VINEGAR. RU 2 385 924 C1.
- KUMAR RAO, D., CHANDRA GOPE, P., 2015. Fracture toughness of walnut particles (*Juglans regia* L.) and coconut fiber-reinforced hybrid biocomposite. *Polym. Compos.* 36, 167–173. <https://doi.org/10.1002/pc.22926>
- LI, K., CHEN, J., CHEN, G., PENG, J., RUAN, R., SRINIVASAKANNAN, C., 2019. Microwave dielectric properties and thermochemical characteristics of the mixtures of walnut shell and manganese ore. *Bioresour. Technol.* 286, 121381. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121381>
- MEINTS, T., TEISCHINGER, A., STINGL, R., HANSMANN, C., 2017. Wood colour of central European wood species: CIELAB characterisation and colour intensification. *Eur. J. Wood Wood Prod.* 75, 499–509. <https://doi.org/10.1007/s00107-016-1108-0>
- READ, Q.D., BROWN, S., CUELLAR, A.D., FINN, S.M., GEPHART, J.A., MARSTON, L.T., MEYER, E., WEITZ, K.A., MUTH, M.K., 2020. Assessing the environmental impacts of halving food loss and waste along the food supply chain. *Sci. Total Environ.* 712, 136255. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136255>
- SCHANES, K., DOBERNIG, K., GÖZET, B., 2018. Food waste matters - A systematic review of household food waste practices and their policy implications. *J. Clean. Prod.* 182, 978–991. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.030>
- THIRIPURASUNDARI, G., USHARANI, G., 2011. Comparative production of vinegar using cashew apple juice by different immobilization techniques. *Curr. Bot.* 2, 31–33.
- VARDHAN, K.H., KUMAR, P.S., PANDA, R.C., 2019. A review on heavy metal pollution, toxicity and remedial measures: Current trends and future perspectives. *J. Mol. Liq.* 290, 111197. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111197>
- ZBANCA, A., NEGRIUTU, G., DOBROVOLSCHI, L., GHERASIM, I., 2020. Development of the walnut sector in the Republic of Moldova. *Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development* 20, 639–646.



EDITURA ACADEMICPRES
ISBN:978-973-744-886-6

