

Juin 2023

Considérations de salubrité alimentaire pour la production et l'entreposage d'ail noir

Tina Chen
Centre de collaboration nationale en santé environnementale



National Collaborating Centre
for Environmental Health

Centre de collaboration nationale
en santé environnementale

ccnse.ca

Messages clés

- L'ail noir est obtenu en faisant vieillir de l'ail frais à haute température (entre 60 °C et 90 °C) et à un taux d'humidité élevé (entre 70 % et 90 %) pendant plusieurs semaines.
- Les spores de *Clostridium botulinum* se trouvent dans le sol et sont donc naturellement présentes dans les produits agricoles, y compris l'ail. Si l'ail noir est produit inadéquatement en milieu commercial ou domestique, c'est-à-dire à une température située entre 4 °C et 60 °C (zone de danger) et dans des conditions anaérobies, des spores de *C. botulinum* peuvent germer et produire la neurotoxine botulique, qui peut être à l'origine d'une maladie paralytique rare, mais grave.
- Pendant la production, il faut respecter les bonnes pratiques de fabrication et surveiller constamment les conditions thermiques de l'équipement de transformation pour maintenir une température optimale et ainsi prévenir la production de la neurotoxine botulique.
- Le pH et l'activité de l'eau (a_w) de l'ail noir produit influencent la façon dont celui-ci devrait être entreposé pour prévenir la prolifération de microorganismes saprophytes et de moisissures.
- En raison du manque de surveillance de la température avec les appareils ménagers comme les mijoteuses et les cuiseurs à riz, la production d'ail noir dans de tels appareils n'est pas recommandée.

Introduction

L'ail est une plante mondialement connue et utilisée depuis toujours comme épice et remède végétal^{1, 2}. Riche en composés organosulfurés, en polyphénols, en flavonoïdes et en caroténoïdes, il possède des propriétés antifongiques, antibactériennes, antioxydantes, anticancéreuses, anti-inflammatoires et cardioprotectrices²⁻⁶. Malgré ses effets bénéfiques potentiels sur la santé, certaines personnes peuvent être peu enclines à consommer de l'ail cru ou frais en raison de son odeur âcre et de son goût épicé causés par la présence de composés organosulfurés comme l'alliine et l'allicine (qui sont seulement libérés lorsque l'ail est coupé ou écrasé^{1,2,7}). De plus, on a recensé plusieurs effets secondaires associés à la consommation excessive d'ail frais, comme la nausée, les vomissements et d'autres types de malaises gastriques^{5, 8}.

Pour améliorer le goût et l'odeur de l'ail, on peut le transformer en divers produits, notamment en poudre d'ail, en jus d'ail et en suppléments sous forme de comprimés¹. L'un de ces produits est l'ail noir. Certaines études ont montré que la teneur en composés bioactifs comme les sulfoxydes d'allylcystéine, les polyphénols et les flavonoïdes était considérablement plus élevée dans l'ail noir que dans l'ail frais, ce qui explique la plus grande capacité antioxydante de l'ail noir^{7, 9}. En outre, selon plusieurs études *in vitro* et sur des animaux, l'ail noir possède des propriétés anti-inflammatoires, anti-obésité, hépatoprotectrices, anticancéreuses, antiallergiques, immunomodulatrices, cardioprotectrices et neuroprotectrices^{1,2,9}.

Bien que l'auteure n'ait relevé aucune éclosion de maladie d'origine alimentaire associée à l'ail noir, des risques de salubrité alimentaire sont associés à cet aliment lorsqu'il est préparé ou manipulé inadéquatement, surtout en milieu domestique. Sur Internet, on peut trouver de nombreuses recettes d'ail noir maison comprenant l'utilisation d'appareils ménagers comme les mijoteuses et les cuiseurs à riz, et même des produits en vente sur des plateformes privées. Le présent résumé de données probantes traitera des risques potentiels pour la salubrité alimentaire associés à la production d'ail noir et des manières d'atténuer ces risques.

Méthodologie

Recherche documentaire

Nous avons cherché dans des bases de données EBSCOhost (Medline, CINAHL, Academic Search Complete, ERIC, etc.) et Google Scholar des publications universitaires et parallèles en anglais sur les bienfaits de l'ail noir pour la santé, ses méthodes de production et les risques de salubrité alimentaire associés, sans limite de date. Voici les mots-clés employés pour la recherche dans ces bases de données :

(black garlic [ail noir] *OU* *black aged garlic* [ail noir vieilli] *OU* *fermented garlic* [ail fermenté] *OU* *black Allium sativum L* [*Allium sativum L.* noir])

ET

(health [santé] *OU* benefit [bienfait] *OU* risk [risque] *OU* illness [maladie] *OU* botulism [botulisme] *OU* outbreak [éclosion] *OU* safety [salubrité] *OU* toxicology [toxicologie] *OU* toxicological [toxicologique] *OU* enteropathogen [entéropathogène] *OU* e coli [*E. coli*] *OU* gastroenteritis [gastroentérite])

Autres recherches



(*black* AROUND(5) *garlic* [ail noir] OU *Allium sativum* L [*Allium sativum* L.]) OU (*aged* AROUND(5) *garlic* [ail vieilli] OU *Allium sativum* [*Allium sativum*])

black garlic [ail noir] dans le titre (*black* [noir] OU *fermented* [fermenté]) ET *functional food* [aliment fonctionnel]

Les autres mots-clés employés pour des recherches supplémentaires effectuées à l'aide de Google et de la bibliothèque de l'Université de la Colombie-Britannique comprennent des variations des termes « ail noir », « ail frais », « ail cru », « *Clostridium botulinum* » et « *Clostridium perfringens* ». Nous avons trouvé d'autres publications dans la section des références de publications pertinentes issues des résultats de recherche susmentionnés.

Résultats

Comment l'ail noir est-il produit, et quels changements physicochimiques ont lieu durant sa transformation?

L'ail noir est obtenu en faisant vieillir de l'ail frais (épluché ou non) à haute température (entre 60 °C et 90 °C) et à un taux d'humidité élevé (entre 70 % et 90 %) pendant plusieurs semaines^{1, 7}. Durant le traitement thermique se produisent plusieurs changements physiques et chimiques, qui se traduisent par une couleur noire ou brun foncé, une texture moelleuse ou gélatineuse et un goût sucré et acidulé. Les températures et les taux d'humidité de la transformation de l'ail noir varient selon les recettes régionales et les caractéristiques désirées. Bien que certaines personnes parlent d'ail fermenté, l'ail noir ne subit pas une fermentation, puisque sa production n'implique aucune culture active¹⁰. En fait, il est plutôt soumis à un processus d'oxydation et de cristallisation¹¹. Le traitement thermique cause la rupture des parois cellulaires de l'ail; les composés qu'il contient sont alors relâchés, puis transformés ou dégradés⁷. L'alliine, l'allicine et d'autres composés organosulfurés responsables de l'odeur âcre de l'ail sont décomposés, et les glucides sont réduits en sucres simples, ce qui confère à l'ail noir son goût sucré^{9, 12}. Ces sucres contribuent à la réaction de Maillard, une réaction de brunissement non enzymatique qui donne au produit sa couleur noire ou brun foncé caractéristique^{1, 7, 9, 12}. Le pH de l'ail noir diminue durant le traitement thermique à cause de la libération d'acides organiques engendrée par la rupture des parois cellulaires et de la production d'autres acides organiques, ce qui provoque un goût acidulé¹³.

D'après certaines études, la technologie, la durée, la température, l'humidité et le pH de transformation peuvent influencer directement sur la quantité de composés bioactifs ainsi que sur la teneur en humidité et la qualité de l'ail noir produit¹. Une température élevée accélère le brunissement, augmente la perte d'humidité, raccourcit le temps de vieillissement et accroît la quantité de composés bioactifs¹⁴. Une

étude de Zhang et ses collaborateurs a montré qu'à 90 °C, malgré un temps de transformation plus court, le produit final était plus amer et acidulé¹⁴, tandis que 70 °C était la température idéale pour obtenir le meilleur produit d'ail noir¹⁴. Une autre étude de Choi et ses collaborateurs a permis de constater que, avec une température de 70 °C et un taux d'humidité relative (HR) de 90 %, une période de vieillissement de 21 jours entraînait une teneur optimale en antioxydants, et que le taux d'humidité chutait de 50 % après sept jours de vieillissement¹⁵. Le pH des échantillons a diminué graduellement au cours de la période expérimentale jusqu'à atteindre 3,74 après 28 jours de vieillissement¹⁵. Le tableau 1 montre les taux d'humidité et le pH d'échantillons d'ail non épluchés tout au long de l'étude¹⁵.

Tableau 1. Teneur en humidité et pH d'échantillons d'ail non épluchés à 70 °C et à un taux d'HR de 90 %¹⁵.

Période de vieillissement (en jours)						
	0	7	14	21	28	35
Humidité (%)	64,21 ± 1,48	32,72 ± 0,97	31,77 ± 2,60	31,12 ± 0,17	29,55 ± 0,39	29,88 ± 0,49
pH	6,33 ± 0,07	5,49 ± 0,09	4,41 ± 0,17	4,22 ± 0,08	4,07 ± 0,02	3,74 ± 0,062

Toledano-Medina et ses collaborateurs ont remarqué que lorsque l'ail était vieilli à une température élevée, le pH diminuait plus rapidement qu'à une température plus basse¹⁶. Les tableaux 2 à 4 montrent les variations de l'activité de l'eau et du pH pour des échantillons d'ail entiers et épluchés vieillis à différentes températures et à un taux d'humidité relative de près de 90 %¹⁶.

Tableau 2. Activité de l'eau et pH d'échantillons d'ail entiers et épluchés à 78 °C et à un taux d'HR de près de 90 %¹⁶.

Période de vieillissement (en jours) à 78 °C								
	0		5		10		14	
	Entier	Épluché	Entier	Épluché	Entier	Épluché	Entier	Épluché
Activité de l'eau (a _w)	0,97 ± 0	0,98 ± 0	0,96 ± 0	0,98 ± 0	0,94 ± 0	0,94 ± 0	0,93 ± 0	0,94 ± 0
pH	5,93 ± 0,01	6,31 ± 0,07	4,96 ± 0,01	5,22 ± 0,01	3,82 ± 0,07	4,19 ± 0,13	3,80 ± 0,06	3,74 ± 0,02

Tableau 3. Activité de l'eau et pH d'échantillons d'ail entiers et épluchés à 75 °C et à un taux d'HR de près de 90 %¹⁶.

Période de vieillissement (en jours) à 75 °C								
	0		7		14		21	
	Entier	Épluché	Entier	Épluché	Entier	Épluché	Entier	Épluché
Activité de l'eau (a _w)	0,97 ± 0	0,98 ± 0	0,96 ± 0	0,97 ± 0	0,93 ± 0	0,94 ± 0	0,94 ± 0	0,93 ± 0
pH	5,93 ± 0,01	6,31 ± 0,07	4,91 ± 0,07	5,08 ± 0,03	4,10 ± 0,04	4,11 ± 0,02	3,53 ± 0,04	3,52 ± 0,01

Tableau 4. Activité de l'eau et pH d'échantillons d'ail entiers et épluchés à 72 °C et un taux d'HR de près de 90 %¹⁶.

Période de vieillissement (en jours) à 72 °C								
	0		11		24		33	
	Entier	Épluché	Entier	Épluché	Entier	Épluché	Entier	Épluché
Activité de l'eau (a _w)	0,97 ± 0	0,98 ± 0	0,96 ± 0	0,97 ± 0	0,93 ± 0	0,94 ± 0	0,91 ± 0	0,92 ± 0
pH	5,93 ± 0,01	6,31 ± 0,07	4,70 ± 0,06	4,87 ± 0,06	3,60 ± 0,01	3,72 ± 0,05	3,49 ± 0,06	3,52 ± 0,03

Le prétraitement de l'ail cru par congélation à -18 °C avant le traitement thermique a accru la teneur en composés bioactifs et la qualité globale du produit final, tout en accélérant le temps de transformation¹⁷. D'après une étude, l'ail cru épluché entraînait une meilleure capacité antioxydante que l'ail cru entier non épluché¹⁶.

Quels sont les risques potentiels pour la salubrité alimentaire et comment les atténuer?

Étant donnés les bienfaits rapportés de l'ail noir pour la santé, les fabricants et les consommateurs voudront optimiser la teneur en composés bénéfiques de l'ail et rehausser son goût et sa texture tout en prévenant la prolifération d'agents pathogènes néfastes. L'un des agents pathogènes couramment associés à l'ail frais est *Clostridium botulinum*¹⁸. Les spores de *C. botulinum* se trouvent dans le sol, les

sédiments aquatiques et le tractus intestinal des oiseaux, des animaux et des poissons¹⁹, ainsi que dans certains produits agricoles comme le miel et les légumes¹⁹. Si ces spores sont exposées à la zone de danger (entre 4 °C et 60 °C) dans des conditions anaérobies, elles peuvent germer et produire la neurotoxine botulique, qui peut être à l'origine d'une maladie rare, mais grave¹⁹⁻²¹. La zone de danger est la plage de températures où la prolifération des agents pathogènes d'origine alimentaire peut atteindre des concentrations suffisantes pour causer des maladies. *C. botulinum* et la neurotoxine sont sensibles à la chaleur, et la bactérie ne peut pas croître sous un pH de 4,6²². Les spores sont toutefois résistantes à la chaleur, et leur élimination nécessite des températures beaucoup plus élevées²².

Pendant la transformation de l'ail noir, la température de transformation élevée, située entre 60 °C et 90 °C, empêche la prolifération de *C. botulinum*. D'autres facteurs inhibiteurs sont le pH, une fois égal ou inférieur à 4,6, et l'activité de l'eau (a_w), une fois égale ou inférieure à 0,93^{22, 23}. Il est impératif de suivre les bonnes pratiques de fabrication durant la transformation pour prévenir la prolifération d'agents pathogènes, en particulier en raison de la durée du processus de vieillissement. Un enregistreur de données de température permettrait de surveiller les conditions de traitement et de veiller à ce que la température soit maintenue à sa valeur optimale, c'est-à-dire au-dessus de 60 °C²⁰. Bien que l'ail noir puisse être préparé dans des appareils ménagers comme les mijoteuses et les cuiseurs à riz, il est difficile de savoir si ces appareils peuvent maintenir une température optimale tout au long de la période de vieillissement. Les appareils ménagers mal ventilés ou scellés peuvent créer un environnement anaérobie dans lequel peuvent germer des spores de *C. botulinum*. De plus, l'utilisation de ces appareils pendant une longue période sans supervision constante peut poser un risque d'incendie. C'est pourquoi il n'est pas recommandé de produire de l'ail noir dans des appareils ménagers¹¹.

Pour prévenir la prolifération de microorganismes saprophytes et de moisissures, les conditions d'entreposage de l'ail noir produit sont déterminées selon le pH et l' a_w , conformément à ce qui suit^{20, 23} :

- Si le pH est inférieur ou égal à 4,2, le produit est considéré comme un aliment de longue conservation et peut être entreposé à la température ambiante.
- Si le pH est supérieur à 4,2, le produit doit être réfrigéré.
- Toutefois, si le pH est supérieur à 4,2 et que l' a_w est inférieure à 0,85, le produit est considéré comme un aliment de longue conservation et peut être entreposé à la température ambiante.

Résumé

L'ail noir présente de nombreux bienfaits potentiels pour la santé et gagne en popularité à mesure que les liens entre l'alimentation et la santé humaine sont de mieux en mieux connus. C'est d'ailleurs pourquoi les professionnels de la santé publique environnementale peuvent être exposés à des produits



d'ail noir dans le cadre de leurs fonctions. Le présent document a décrit ces bienfaits potentiels et examiné les risques potentiels pour la salubrité alimentaire associés à la production inadéquate d'ail noir. Il est important de surveiller constamment l'équipement pendant la transformation pour veiller à ce que la température soit supérieure à 60 °C et ainsi prévenir la production de la neurotoxine botulique. Il est aussi impératif de bien entreposer l'ail noir produit pour empêcher la prolifération de microorganismes saprophytes et de moisissures.

Remerciements

L'auteure aimerait remercier les employées du CCNSE Lydia Ma et Kelsey James d'avoir révisé le présent document, de même que Michele Wiens pour son soutien à la recherche en bibliothèque.



References

<https://doi.org/10.3390/molecules26165028>.

2. Marchese A, Barbieri R, Sanches-Silva A, Daglia M, Nabavi SF, Jafari NJ, et al. Antifungal and antibacterial activities of allicin: a review. *Trends in Food Science & Technology*. 2016 Jun 1;52:49-56. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.03.010>.
3. Rahman K, Lowe GM. Garlic and cardiovascular disease: a critical review. *J Nutr*. 2006;136(3):736S-40S. Available from: <https://doi.org/10.1093/jn/136.3.736S>.
4. Rahman K. Historical perspective on garlic and cardiovascular disease. *J Nutr*. 2001;131(3):977S-9S. Available from: <https://doi.org/10.1093/jn/131.3.977S>.
5. El-Saber Batiha G, Magdy Beshbishy A, Wasef LG, Elewa YHA, Al-Sagan AA, Abd El-Hack ME, et al. Chemical constituents and pharmacological activities of garlic (*Allium sativum* L.): a review. *Nutrients*. 2020;12(3):872. Available from: <https://doi.org/10.3390/nu12030872>.
6. Zeng Y, Li Y, Yang J, Pu X, Du J, Yang X, et al. Therapeutic role of functional components in alliums for preventive chronic disease in human being. *Evid Based Complement Alternat Med*. 2017;2017:9402849. Available from: <https://doi.org/10.1155/2017/9402849>.
7. Martinez-Casas L, Lage-Yusty M, Lopez-Hernandez J. Changes in the aromatic profile, sugars, and bioactive compounds when purple garlic is transformed into black garlic. *J Agric Food Chem*. 2017 Dec 13;65(49):10804-11. Available from: <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04423>.
8. Hyung-Mun Y, Jung Ok B, Kyung-Ran P, Chong Kil L, Heon-Sang J, Sang Bae H, et al. Potential therapeutic effects of functionally active compounds isolated from garlic. *Pharmacol Ther*. 2014;142(2):183-95. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2013.12.005>.
9. Lu J, Li N, Li S, Liu W, Li M, Zhang M, et al. Biochemical composition, antioxidant activity and antiproliferative effects of different processed garlic products. *Molecules*. 2023 Jan 13;28(2). Available from: <https://doi.org/10.3390/molecules28020804>.
10. Encyclopaedia Britannica. Fermentation. Encyclopaedia Britannica; 2023 [updated 2023 Jan 5; cited 2023 Mar 27]; Available from: <https://www.britannica.com/science/fermentation>.
11. University of Minnesota Extension. Q: Is black garlic allowed as a cottage food? Cottage Food Q & A. Falcon Heights, MM: University of Minnesota Extension; 2022 [cited 2022 Oct 28]; Available from: <https://blog-cottage-food.extension.umn.edu/2021/04/q-is-black-garlic-allowed-as-cottage.html>.
12. Zhang Z, Lei M, Liu R, Gao Y, Xu M, Zhang M. Evaluation of Alliin, Saccharide Contents and Antioxidant Activities of Black Garlic during Thermal Processing. *Journal of Food Biochemistry*. 2015;39(1):39-47. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfbc.12102>.
13. Heng Y, Linjuan S, Min C, Jun W. An analysis of the changes on intermediate products during the thermal processing of black garlic. *Food Chem*. 2018;239:56-61. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.079>.
14. Zhang X, Li N, Lu X, Liu P, Qiao X. Effects of temperature on the quality of black garlic. *J Sci Food Agric*. 2016;96(7):2366-72. Available from: <https://doi.org/10.1002/jsfa.7351>.
15. Choi IS, Cha HS, Lee YS. Physicochemical and Antioxidant Properties of Black Garlic. *Molecules*. 2014;19(10):16811-23. Available from: <https://www.mdpi.com/1420-3049/19/10/16811>.

-
16. Toledano-Medina MA, Perez-Aparicio J, Moreno-Rojas R, Merinas-Amo T. Evolution of some physicochemical and antioxidant properties of black garlic whole bulbs and peeled cloves. *Food Chem.* 2016 May 15;199:135-9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.128>.
 17. Li N, Lu X, Pei H, Qiao X. Effect of freezing pretreatment on the processing time and quality of black garlic: Blackwell Publishing Ltd; 2015; 38(4): Available from: <https://go.exlibris.link/m9VksInQ>.
 18. Nichols J. Stinking facts about garlic. East Lansing, MI: Michigan State University Extension; 2015 [cited 2023 May 2]; Available from: https://www.canr.msu.edu/news/stinking_facts_about_garlic.
 19. Public Health Agency of Canada. Pathogen safety data sheets: infectious substances – clostridium botulinum. Ottawa, ON: PHAC; 2011 [updated 2011-04-19]; Available from: <https://www.canada.ca/en/public-health/services/laboratory-biosafety-biosecurity/pathogen-safety-data-sheets-risk-assessment/clostridium-botulinum.html>.
 20. Nummer B. Black garlic - food safety. Dr Brian Nummer. 2018 [Aug 19]; Available from: <http://food-safety.guru/archives/1888>.
 21. Health Canada. Food safety and you. 2021 [updated 2021 Jun 29; cited 2023 Apr 14]; Available from: <https://www.canada.ca/en/health-canada/services/general-food-safety-tips/food-safety-you.html>.
 22. US Department of Agriculture Food Safety Inspection Service. Food safety information: clostridium botulinum. Washington, DC: US Department of Agriculture; 2010. Available from: https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2021-02/Clostridium_botulinum.pdf.
 23. US Food and Drug Administration. Water activity (aw) in foods. Silver Spring, MD: US FDA; 1984 [cited 2023 Apr 17]; Available from: <https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods>.

Comment citer ce document

ISBN : 978-1-988234-85-4

Pour citer ce document : Chen, Tina. *Considérations de salubrité alimentaire pour la production et l'entreposage d'ail noir*. Vancouver (Colombie-Britannique). Centre de collaboration nationale en santé environnementale. Juin 2023.

Il est permis de reproduire le présent document en entier seulement. La production de ce document a été rendue possible grâce à une contribution financière de l'Agence de la santé publique du Canada au Centre de collaboration nationale en santé environnementale.

© Centre de collaboration nationale en santé environnementale, 2023
655 W. 12th Av. Vancouver (C.-B.) V5Z 4R4

contact@ccnse.ca | <https://ccnse.ca>