



Научна информация

Черен чесън: съображения за безопасност по време на производството и съхранението му



Източник: Tina Chen, National Collaborating Centre for Environmental Health, Canada¹

Черният чесън набира все по-голяма популярност на световния пазар поради своите потенциални ползи за здравето и подобрените органолептични характеристики като вкус, аромат, цвят и консистенция, които се формират по време на термичната обработка. Този процес не само придава на чесъна уникални качества, но и води до образуването на нови биологични съединения, които не присъстват в пресния чесън. Въпреки многобройните ползи, термичният процес на производство на черен чесън крие и сериозни здравословни рискове, които изискват разглеждане и оценка, особено когато продуктът е произведен в домашни условия.

Един от основните рискове, свързани с производството на черен чесън, е възможността за развитие на ботулизъм – тежко парализично заболяване, причинено от ботулиновия токсин, произвеждан от бактериите от рода *Clostridium*. Друг значителен проблем е образуването на 5-хидроксиметилфурфурол (5-HMF), съединение, което се формира по време на термичната обработка и е отговорно за характерния тъмен цвят на черния чесън. Въпреки че 5-HMF придава на продукта подобрени органолептични качества, той също така може да представлява сериозен здравословен риск. Това съединение може да се метаболизира в човешкото тяло до 5-сулфоксиметилфурфурол (SMF), който има токсични и мутагенни свойства, увеличаващи риска от здравословни проблеми. До момента няма установени регулации за максимално допустимите

¹ Chen, Tina. Black garlic: Food Safety Considerations during Production and Storage. Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health. 2023 June. ISBN: 978-1-988234-85-4; Available from: <https://nccelh.ca/resources/evidence-reviews/black-garlic-food-safety-considerations-during-production-and-storage>

нива на 5-НМФ в черния чесън, което подчертава значението на мониторинга на концентрацията му, за да се гарантира безопасността на потребителите.

Целта на настоящия материал е да анализира опасностите, свързани с производството и съхранението на черен чесън, и да предостави научно обосновани препоръки за безопасност. Специално внимание ще бъде отделено на условията, при които чесънът се обработва в домашни условия, както и на важността от спазването на изискванията за производство и съхранение. Осигуряването на тези условия е от съществено значение за минимизиране на рисковете и за гарантиране на здравето и безопасността на потребителите.

1. Въведение

Чесънът (*Allium sativum* L.) е широко разпространено растение от семейство Лукови (*Alliaceae*), което се използва както като подправка, така и като лечебно средство в много култури по света. Той е известен със своите здравословни ползи, които са подкрепени от много научни изследвания. Въпреки тези значителни ползи, чесънът има силна миризма и пикантен вкус, които са приписвани на органосерните съединения, съдържащи се в него. Това е причина много хора да се въздържат от консумацията му, особено в сурово състояние. Поради това, са били проучени различни методи за обработка на чесъна, които целят да намалят лютивостта му и да подобрят вкуса, като същевременно запазват здравословните му качества. Някои от традиционните методи на готвене като варене на пара, печене или пържене, не са били достатъчни, за да извлекат напълно ползите от чесъна и да намалят силния му аромат. В отговор на тези ограничения хранителната промишленост започва да изследва алтернативни методи на обработка като продължително отлежаване на чесъна в етанол или екстракция с гореща вода. Две десетилетия преди появата на черния чесън тези методи са доминирали при обработката му.

Черният чесън се появява за първи път през 1999 г. и е създаден от Камимура в префектура Мие, Япония. Той е и първият, който подава документи за патентоването му като търговски продукт през 2004 г. Оттогава той придобива популярност в други азиатски държави като Южна Корея, Китай и Тайланд, и започва да привлича внимание в различни изследователски области.

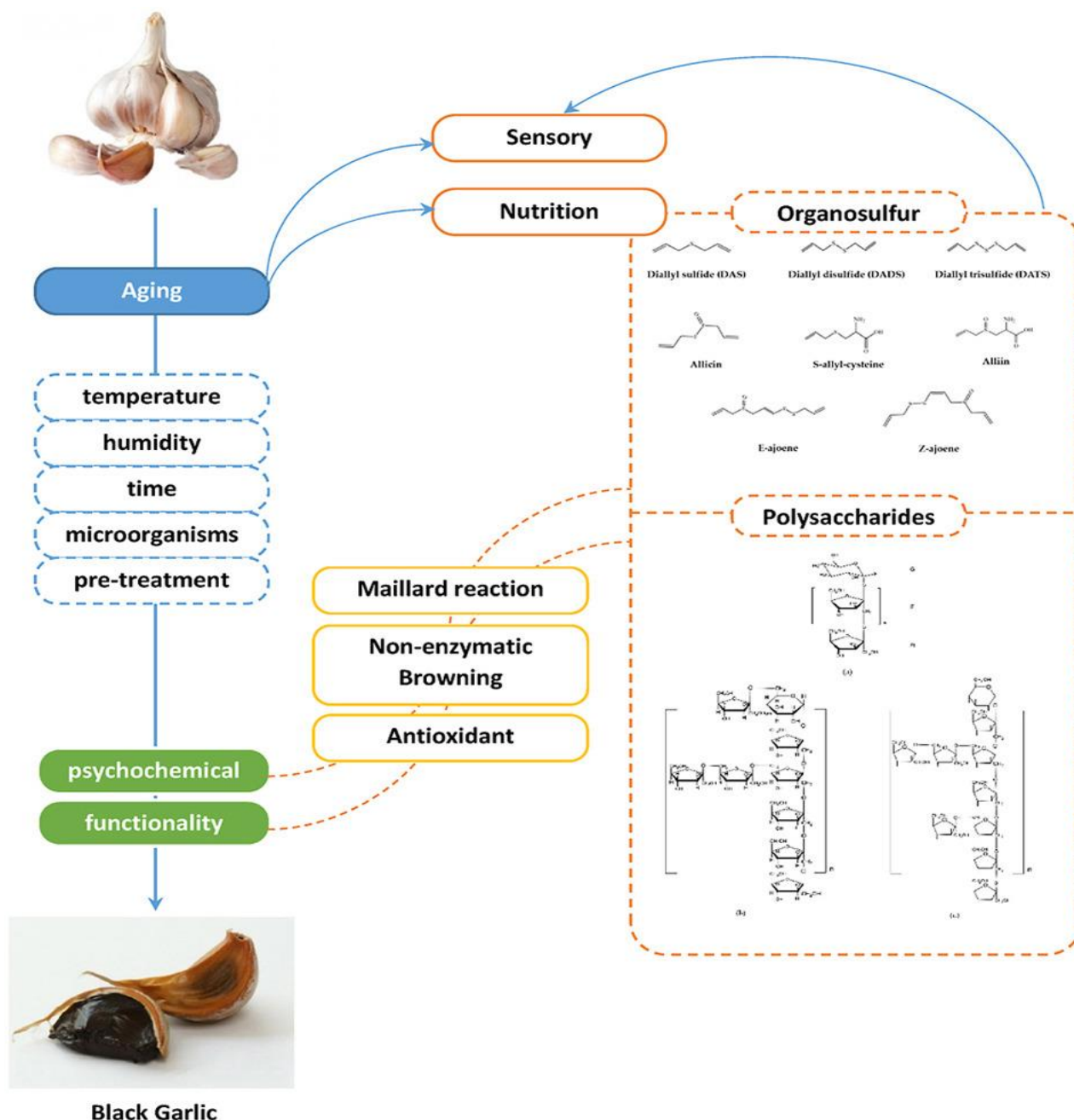
Черният чесън се получава чрез специфична обработка, която увеличава нивата на биологично активни съединения като S-алил цистеин, полифеноли и флавоноиди, които се намират в значително по-високи концентрации, отколкото в пресния чесън. Това допринася за по-високия антиоксидантен капацитет на черния чесън в сравнение с обикновения чесън. Тези полезни свойства правят черния чесън не само по-приятен за консумация, но и изключително ценен за здравето, предлагащ допълнителни ползи в сравнение със суровия чесън [1].

До момента не са документирани случаи на заболявания, свързани с консумацията на черен чесън, но съществуват потенциални рискове за безопасността му, ако не се обработва или съхранява правилно, особено в домашни условия.

2. Как се произвежда черен чесън и какви са физикохимичните промени по време на обработката?

Черният чесън се създава чрез процес на стареене на пресен чесън (със или без люспи) при контролирани температура между 60° и 90° C и влажност от 70 до 90% за определен период от време, без допълнителни добавки. По време на термичната обработка настъпват различни физични и химични промени, които водят до характерния тъмнокафяв или черен цвят, подобна

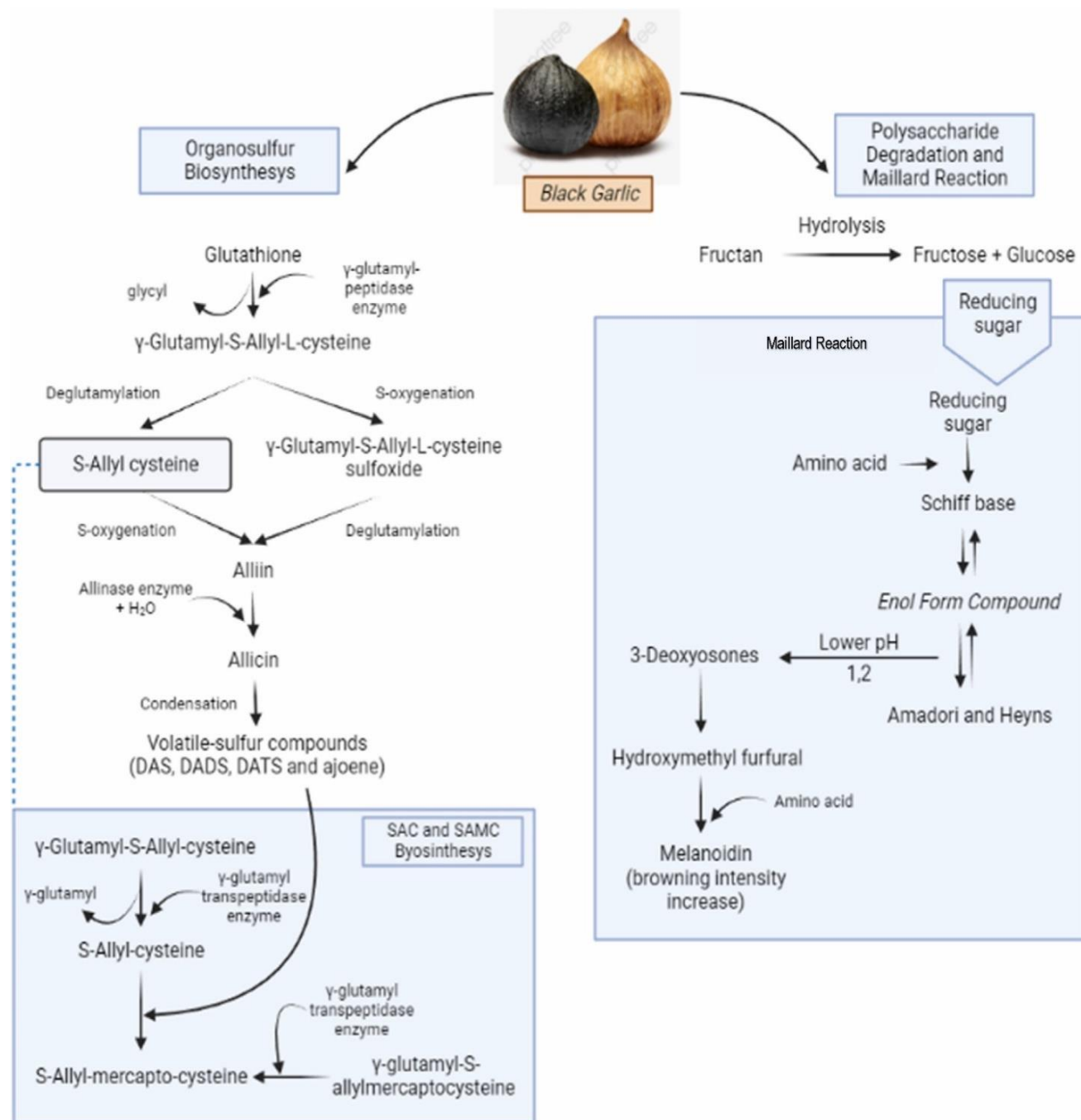
на желе текстура и сладко-кисел вкус. Температурите и нивата на влажност за приготвяне на черния чесън могат да варират в зависимост от регионалните рецепти и желаните характеристики на продукта. Въпреки че понякога черният чесън се нарича ферментиран чесън, това не е точен термин, тъй като в процеса не участват активни култури. Топлинната обработка разрушава клетъчните стени на чесъна, освобождавайки различни съединения в него и позволявайки тяхната трансформация и разграждане. Алиинът и алицинът, както и другите органосерни съединения, които придават на чесъна характерния остър мирис, се разграждат, а въглехидратите се редуцират до прости захари, което води до сладкия вкус на черния чесън [1] (Фиг. 1).



Фиг. 1. Графично изображение на процеса на стареене на черния чесън

2.1. Подробно обобщение на химичните процеси при производството на черен чесън

Производството на черен чесън е сложен процес, при който се случват редица химични реакции, които водят до изменения в химичния състав на чесъна и придават характерния му вкус, текстура и хранителни стойности. Най-важните реакции, които протичат по време на термичното обработване и стареенето на чесъна, включват биосинтез на органична сяра, хидролиза на полизахариди, реакция на Maillard и образуване на антиоксидантни съединения [2] (Фиг.2).



Фиг. 2. Биосинтеза на органична сяра, разграждане на полизахариди и реакции на Maillard по време на стареене в черен чесън.

Реакцията на Maillard е неензимна химична реакция между аминокиселини и редуциращи захари, която се активира при висока температура и води до образуването на различни междинни и крайни съединения. Те придават характерния вкус, аромат, цвят и текстура на термично обработените храни, включително черния чесън. В началото на процеса захарите (като глюкоза и фруктоза) взаимодействат с аминокиселини, при което се формират първите междинни продукти – **Amadori** съединения (от глюкоза) и **Heyns** съединения (от фруктоза). Те дават начало на последващите химични промени, които водят до характерния вкус и вид на черния чесън.

➤ Разграждане на полизахаридите и образуване на редуциращи захари

Процесът започва с хидролиза на полизахаридите, които са основен компонент в пресния чесън. Фруктаните, които се намират в черния чесън, се разграждат от ензима фруктан екзохидролаза в захароза и фруктоза. Този ензим е оптимално активен при температура от 45° C и рН 5,5, което позволява ефективното разграждане на фруктаните в по-малки захарни молекули, които играят ключова роля в следващите етапи на стареенето [3].

При обработката на черен чесън, нивото на редуциращите захари значително се увеличава [2].

Таблица 1. Сравнение на полизахариди и други свързани съединения между пресен чесън и черен чесън

Съединение	Пресен чесън	Черен чесън
Фруктан	550–600 mg/g	>100 mg/g
Фруктоза	9,36 ± 0,13 g/100g	31,05 ± 1,34 g/100g
Глюкоза	2,12 ± 0,05 g/100g	4,84 ± 0,28 g/100g
Захароза	0,02 ± 0,00 g/100g	3,11 ± 0,12 g/100g
5-хидроксиметил фурфурол (HMF)	Неидентифициран	0,23 ± 0,04 g/kg
Меланоидини	<0,1 OD	±1,8 OD ²
Amadori съединения Heyns съединения	Неидентифициран	280,56–762,53 µg/g

➤ Образуване на 5-хидроксиметилфурфурол (5-HMF) в черния чесън

5-хидроксиметилфурфурол (5-HMF) е едно от основните междинни съединения, образуващи се по време на реакцията на Maillard. То възниква главно чрез дехидратация на захари като глюкоза и фруктоза при киселинни условия и висока температура. 5-

² OD (Optical Density) е единица за измерване на оптичната плътност, която е индикатор за количеството светлина, погълната от пробата при определена дължина на вълната.

хидроксиметилфурфуролът има важно значение за формирането на вкуса, аромата и тъмния цвят на черния чесън, като едновременно с това служи и като показател за степента на термична обработка.

С увеличаване на температурата и продължителността на стареенето, концентрацията на 5-HMF в черния чесън нараства значително. Това съединение допринася за характерното покафеняване на продукта, но прекомерното му натрупване може да влоши неговото качество и да повлияе неблагоприятно върху безопасността на храната. **5-хидроксиметилфурфуролът е определян като неоформен замърсител (NFC)³, тъй като при високи концентрации може да проявява токсични, мутагенни и канцерогенни свойства.** Основният риск се свързва с неговото метаболизиране в организма до 5-сулфоксиметилфурфурол (5-SMF) – съединение, за което са установени генотоксични ефекти, включително увреждане на ДНК и потенциал за канцерогенност [4].

Въпреки тези опасения, настоящите научни данни не сочат, че обичайната консумация на черен чесън с нормални нива на 5-HMF представлява пряка заплаха за здравето. **Въпросът дали концентрацията му е опасна зависи от количеството консумиран продукт и нивото на съединението в него.** Засага липсват специфични регулации за допустимото съдържание на 5-HMF в черния чесън.

С оглед на потенциалните рискове, свързани с прекомерното натрупване на 5-HMF в черния чесън, **смекчаването на неговото образуване и повишаването на безопасността при консумация** са основни цели на съвременното научно изследване в тази област. В едно от проучванията [4] се изследва възможността за **намаляване на съдържанието на 5-HMF чрез импрегниране с епигалокатехин галат (EGCG)** – природен антиоксидант с доказани ползи. Резултатите показват, че този метод може да понижи концентрацията на 5-HMF с до 55%, без да се засягат антиоксидантната активност или вкусовите качества на черния чесън. Тази стратегия не само повишава хранителната безопасност на продукта, но и предлага обещаващ подход за ограничаване на образуването на 5-HMF и в други термично обработени храни.

➤ Други важни съединения в черния чесън

Процесът на стареене не само увеличава количеството на 5-HMF, но също така води до формиране на различни други важни съединения. По време на реакцията на Maillard и разграждането на полизахаридите се увеличават органични киселини, флавоноиди и полифеноли, които притежават, антиоксидантни противовъзпалителни и антитуморни свойства.

Меланоидините, които се образуват в късния етап на реакцията на Maillard, също включват ключова роля в придаването на характерния кафяв цвят на черния чесън и в неговите антиоксидантни качества. Те са съединения с високо молекулно тегло, които се увеличават с напредването на термичната обработка и играят важна роля в характеристиките на черния чесън.

³ **Non-Formally Contaminant** (неоформен замърсител) – термин, използван за обозначаване на замърсители, които не се добавят умишлено, а възникват непреднамерено по време на технологичния процес.

2.2 Фактори, оказващи влияние на реакцията на Maillard по време на производство на черен чесън:

➤ **Действие на температурата и влажността:** Високата температура (60 – 90° C) и относително високата влажност (70 – 90%) активират реакцията на Maillard. Тези условия ускоряват разграждането на сложните въглехидрати в чесъна и разпада на аминокиселините. Повишената влажност, особено в началните етапи на обработката, предотвратява прекомерното изсушаване на чесъна, което позволява реакцията на Maillard да протече ефективно.

Температурата играе критична роля в регулирането на скоростта на реакцията на Maillard. Високите температури ускоряват процеса, като позволява по-бързо образуване на меланоидини и пигменти. Ако температурата е твърде висока, това може да доведе до прегаряне и нежелателни вкусове, докато по-ниските температури забавят реакцията.

Влажността също е от съществено значение, тъй като тя подпомага поддържането на необходимите условия за дълбоко проникване на топлината в чесъна и за правилното разграждане на захарите и аминокиселините. В началните етапи на стареенето влажността помага да се избегне прекомерно изсушаване и да се създадат условия за оптимално протичане на реакцията.

➤ **Намаляване на рН:** Реакцията на Maillard е свързана с производството на органични киселини, като оцетна, ябълчена, лимонена и фумарова киселина, които се образуват при разграждането на въглехидратите по време на стареенето. Тези киселини понижават рН на чесъна, което води до киселия вкус, характерен за черния чесън. Намаляването на рН също така влияе на денатурацията на белтъчините, което може да допринесе за подобната на желе текстура на продукта.

Редица проучвания показват как различни фактори като технология на обработка, време, температура, влажност и рН влияят на количеството на биологично активните съединения, влажността и качеството на крайния продукт. Високата температура води до по-бързо покафеняване на чесъна, увеличава загубата на влага и намалява времето за стареене, като същевременно се повишава количеството на биоактивните съединения [5].

Проучване на Zhang et al.[5] обаче показва, че при температура от 90° C, въпреки че времето на обработка е значително по-кратко, крайният продукт става по-горчив и кисел. За получаването на най-добър черен чесън е установено, че оптималната температура е 70° C. Това съвпада с резултатите от друго изследване, проведено от Choi et al.[6], което сочи, че при температура от 70° C и 90% относителна влажност, след 21 дни стареене, се постигат оптимални нива на антиоксиданти. Въпреки това, нивото на влажността намалява с около 50% след седем дни отлежаване.

Също така, рН на пробите постепенно спада през целия експериментален период, като в края след 28 дни достига стойност от 3,74, което също е индикатор за промени в химичния състав на продукта по време на процеса на стареене (Табл. 2).

Таблица 2. Съдържание на влага и рН на необелени проби от чесън при температура 70° C и 90% относителна влажност

Период на стареене (дни)						
	0	7	14	21	28	35
Влага (%)	64,21 ± 1,48	32,72 ± 0,97	31,77 ± 2,60	31,12 ± 0,17	29,55 ± 0,39	29,88 ± 0,49
рН	6,33 ± 0,07	5,49 ± 0,09	4,41 ± 0,17	4,22 ± 0,08	4,07 ± 0,02	3,74 ± 0,062

Установено е, че предварителната обработка на суровия чесън чрез замразяване при минус 18° C, преди термична обработка, води до увеличаване на съдържанието на биоактивни съединения и подобрява качеството на крайния продукт, като същевременно съкращава времето за обработка [7].

Проучване показва и, че обеленият суров чесън води до получаването на черен чесън с по-висок антиоксидантен капацитет в сравнение с целия необелен чесън [8].

В заключение, резултатите показват, че процесът на стареене значително променя качествените характеристики на чесъна, като влияе на неговия вкус, аромат, съдържание на активни съставки и антиоксидантни свойства.

3. Какви са биологичните опасности по време на производство и може ли да се произвежда в домашни условия?

Като се имат предвид известните здравословни ползи от черния чесън, както производителите, така и потребителите ще се стремят да оптимизират нивата на полезните съединения в продукта, да подобрят вкуса и текстурата му, както и да предотвратят развитието на вредни микроорганизми.

Един от най-често срещаните патогени, който е свързан с пресния чесън, е *Clostridium botulinum*. Спорите на този организъм се намират в почвата, водата и в червата на животни, птици и риби, както и в селскостопански продукти като зеленчуци. Спорите на *C. botulinum* могат да растат в анаеробни условия при температури в опасната зона между 4° C и 60° C, което води до производство на ботулинов невротоксин, който причинява рядко, но сериозно парализично заболяване. Опасната зона е температурният диапазон, в който патогените могат да се размножават бързо до нива, опасни за здравето. Макар че *C. botulinum* и неговият невротоксин са чувствителни към топлина, самите спори са устойчиви и изискват значително по-високи температури, за да бъдат унищожени [1].

Температурният диапазон за обработка на черния чесън, който варира между 60° C и 90° C, е достатъчно висок, за да потисне растежа на *C. botulinum*. Освен това, когато рН на продукта падне под 4,6 и водната активност (Aw) е 0,93 или по-ниска, условията допълнително възпрепятстват развитието на *C. botulinum*.

За да се предотврати растежа на патогени, е изключително важно да се спазват Добрите производствени практики в индустриалните процеси през целия период на обработка, като се има в предвид продължителността на стареенето. Използването на термометър или устройство за запис на температурата ще осигури мониторинг на обработката и ще гарантира, че температурата се поддържа постоянно над 60° C.

Макар черният чесън да може да се приготвя с домакински уреди като тези за приготвяне на ориз или за бавно готвене (slow cooker), не е сигурно дали те ще могат да поддържат равномерно оптималната температура през целия процес на стареене. Лошо вентилираните или плътно затворените домакински уреди могат да създадат анаеробна среда, в която спорите на *C. botulinum* да се активират и да се появи растеж. Освен това използването на такива уреди за продължителни периоди без постоянен контрол може да доведе до риск от пожар [1].

Поради тези причини, не се препоръчва производството на черен чесън в домакински уреди, които не са предназначени специално за тази цел.

4. Безопасно съхранение на готовия черен чесън

Качеството на черния чесън може да бъде повлияно както от вътрешни, така и от външни фактори. Вътрешните фактори се отнасят до съдържанието на чесъна, включително химичните и биологичните му компоненти, докато външните фактори са свързани с условията на съхранение, като температура и влажност. Опаковането и условията на съхранение са основни елементи за запазване на качеството му. Опаковката защитава чесъна от замърсители, физически повреди и ефективно управлява обмена на газове и влага.

За да се предотврати развитието на микроорганизми, причиняващи развала и плесени, условията за съхранение на крайния продукт от черен чесън се определят от стойностите на рН и A_w (водна активност), както следва [1]:

- ***Ако $pH \leq 4,2$, продуктът се счита за стабилен и може да се съхранява опакован при стайна температура.***
- ***Ако $pH > 4,2$, продуктът трябва да се съхранява опакован в хладилник.***
- ***Въпреки това, ако $pH > 4,2$ и $A_w < 0,85$, продуктът се счита за стабилен и може да се съхранява опакован при стайна температура.***

Ефектите от различните видове опаковки и температури на съхранение върху качеството на черния чесън все още не са достатъчно изяснени. Възможността за оптимално опаковане и поддържане на подходящи температури по време на съхранение е от решаващо значение за запазване на уникалността и качеството на продукта.

Екип от учени се фокусират върху проучвания свързани с промените във физикохимичните свойства на черния чесън по време на съхранение при различни опаковки и температури [9]. За целта са използвани два типа опаковки – пластмасови буркани изработени от полиетилентерефталат (PET) и алуминиева опаковка тип пликче, и три различни температури на съхранение – 10° C, 25° C и 30° C. Резултатите показват, че както температурата, така и видът на опаковката оказват значително влияние върху съдържанието на влага в чесъна. През 42-дневния период на съхранение, съдържанието на вода се е увеличило с между 13% и 22% за всички условия.

По време на съхранението се наблюдават и химични промени в продукта, които подсказват, че протича процес на превръщане на захарите в киселини. Най-малка промяна в тези процеси настъпва при съхранение в PET буркан при 10° C. В хода на експеримента се установява, че съдържанието на редуциращи захари намалява, докато общата киселинност на чесъна се повишава. Освен това, твърдостта на продукта също се променя през седемте седмици на

съхранение.

Проучването подчертава, че съхранението при по-ниски температури, като 10° C, спомага за запазване на физикохимичните свойства на черния чесън и намалява загубата на влага. Въз основа на резултатите, използването на PET опаковка при тази температура се оказва най-ефективното решение за поддържане на качеството на продукта, като тя запазва по-добре физикохимичните му характеристики в сравнение с алуминиевата опаковка.

Заключението от проучването е, че контролът на температурата и изборът на опаковка играят ключова роля за поддържането на качеството на черния чесън по време на съхранение. По-ниската температура от 10° C в комбинация с опаковка от PET са оптимални условия за съхранение, които запазват неговите физикохимични свойства.

В заключение, черният чесън демонстрира значителни предимства в сравнение с пресния чесън, като предлага подобрени хранителни и функционални свойства.

Процесът на стареене и съхранение на черния чесън не създава значителни рискове за безопасността на продукта, при условие че се спазват правилните условия на съхранение и добрите производствени практики. Контролът на температурата и използването на подходяща опаковка са от съществено значение за предотвратяване на растежа на патогени и за гарантиране на безопасността на продукта. Стриктното спазване на температурните изисквания по време на обработката (над 60° C) и осигуряването на мониторинг с термометри или устройства за запис на температурата минимизират рисковете от развитието на нежелани микроорганизми, които биха могли да застрашат здравето на потребителите.

Оценката на риска трябва да включва систематичен мониторинг по цялата хранителна верига – от производството до съхранението и доставката на черния чесън. Това изисква редовен контрол върху температурата и хигиената, за да се предотвратят здравословни рискове. Спазването на тези изисквания е ключово за поддържане на безопасността на продукта и доверието на потребителите в качеството на черния чесън.

Във връзка с гореизложеното, Центърът за оценка на риска по хранителната верига препоръчва следните мерки:

➤ ***За домашното производство на черен чесън:***

Препоръчва се използването на термометри или устройства за запис на температурата, за да се гарантира, че температурата на обработката не пада под 60° C, което би могло да създаде условия за развитие на патогени, като ***Clostridium botulinum***. Важно е редовно да се проверяват условията на производство, като се избягва използването на плътно затворени и лошо вентилирани домакински уреди, които биха могли да създадат анаеробна среда и да предизвикат растеж на опасни микроорганизми. За тази цел е препоръчително да се използват устройства с възможност за регулиране на температурата и осигуряване на добра вентилация.

➤ ***За промишленото производство на черен чесън:***

Необходимо е стриктно спазване на Добрите производствени практики (GMP) през целия период на обработка, включително мониторинг на температурата и вентилацията на оборудването. Препоръчва се използването на калибрирани устройства за следене на

температурата, за да се гарантира, че обработката се извършва при температура над 60° C през целия процес. Освен това, е важно да се въведат ясни регулации относно максималните допустими нива на 5-HMF в черния чесън, с цел осигуряване на безопасността на потребителите и намаляване на риска от токсични ефекти при продължителна консумация.

Контролът на температурата и изборът на опаковка играят ключова роля за поддържането на качеството на черния чесън, както в домашното, така и в промишленото производство. По-ниската температура от 10° C в комбинация с опаковка от PET са оптимални условия за съхранение, които запазват неговите физикохимични свойства и гарантират безопасността и качеството на продукта.

Източници:

[1] Chen, Tina. Black garlic: Food Safety Considerations during Production and Storage. Vancouver, BC: National Collaborating Centre for Environmental Health. 2023 June. ISBN: 978-1-988234-85-4; <https://ncceh.ca/resources/evidence-reviews/black-garlic-food-safety-considerations-during-production-and-storage>

Заглавна снимка и таблица 2: от горепосочената статия;

[2] Gemilang Lara Utama, Zahida Rahmi, Meli Puspita Sari, In-in Hanidah, Psychochemical changes and functional properties of organosulfur and polysaccharide compounds of black garlic (*Allium sativum* L.), Current Research in Food Science, Volume 8, 2024, 100717, ISSN 2665-9271, <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100717>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2665927124000431>)

Фигура 1,2 и таблица 1: от горепосочената статия

[3] Lee Suan Chua, Farah Izana Abdullah, Song Hok Lim, Physiochemical changes and nutritional content of black garlic during fermentation, Applied Food Research, Volume 2, Issue 2, 2022, 100216, ISSN 2772-5022, <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100216>.
(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772502222001718>)

[4] Chieh-Hsiu Lee, Yu-Ting Chen, Hsin-Jung Hsieh, Kai-Ting Chen, Yi-An Chen, Jung-Tsung Wu, Ming-Shiun Tsai, Jer-An Lin, Chang-Wei Hsieh, Exploring epigallocatechin gallate impregnation to inhibit 5-hydroxymethylfurfural formation and the effect on antioxidant ability of black garlic, 2020, 108628, ISSN 0023-6438, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108628>
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643819309703>

[5] 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, <https://doi.org/10.1002/jsfa.7351>

[6] Choi IS, Cha HS, Lee YS. Physicochemical and antioxidant properties of black garlic. Molecules. 2014;19(10):16811-23, <https://doi.org/10.3390/molecules191016811>; <https://www.mdpi.com/1420-3049/19/10/16811>

[7] Li, Ningyang & Lu, Xiaoming & Pei, Houbao & Qiao, Xuguang. (2014). Effect of Freezing Pretreatment on the Processing Time and Quality of Black Garlic. Journal of Food Process Engineering. 38. 10.1111/jfpe.12156.; DOI:10.1111/jfpe.12156;

https://www.researchgate.net/publication/268156359_Effect_of_Freezing_Pretreatment_on_the_Processing_Time_and_Quality_of_Black_Garlic

[8] 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, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.128>

[9] I Sailah et al 2024 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 1358 012011;; The Effect of Temperature and Packaging on the Characteristics of Black Garlic During Storage, <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2020.100507>



Други информации в областта на храните, както и оценка на риска по цялата хранителна верига може да намерите на сайта на Центъра за оценка на риска по хранителната верига: <http://corhv.government.bg/>

Изготвил:

инж. Даниела Новакова,

Главен експерт, Дирекция „Оценка на риска по хранителната верига“, ЦОПХВ,

Дата: 23.04.2025 г.