



La biologia del cibo chimica

*Hai mai pensato al fatto che quando
mangi alcuni alimenti fai anche
una grande scorpacciata di batteri?
Ma tranquillo, se sei fortunato, sono buoni!*

DI
LUCA
TRINGALI

A Milano sempre stata

*L'umidità sì, ma la nebbia moderna,
quella legata allo smog, no.*

Ben prima della rivoluzione Milano era una città come tutte le

*Più grande, certo, è sempre
città molto popolata, ma senza
caratteristica foschia che oggi le*

ANDIAMO INDIETRO DI CINQUECENTO ANNI. Nel 1485, tanto per dare una data precisa anche se arbitraria. I cittadini non si lamentano dello smog, perché non c'è. Al massimo, si lamentano di quella che chiamano "aria fetida", che però non c'entra nulla con l'aria in sé: è quella che noi oggi definiamo "malaria". Sappiamo bene che si tratta di una malattia portata dalle zanzare, ma all'epoca pensavano il contagio fosse legato all'aria delle zone paludose, e la Lombardia ne aveva parecchie. Nel centro della città di Milano, comunque, il problema era poco sentito. Anzi, c'era più preoccupazione per la peste: la grande peste nera che circa un secolo prima aveva decimato la popolazione europea era ancora ben presente nei ricordi. Nonostante la peste nera avesse risparmiato Milano nel 1350, alla fine del 1400 c'erano comunque dei casi sporadici di persone che si ammalavano e morivano per la peste. E, essendo Milano un centro molto importante, era inevitabile che ogni tanto arrivasse qualche persona portando con sé il contagio. Non essendoci una epidemia, nessuno si preoccupava troppo degli appestati, almeno finché non veniva a contatto con uno di loro.

Chi aveva la fortuna di essere benestante, o di essere nelle grazie di un nobile, poteva vivere abbastanza tranquillo in qualche abitazione privata, senza avere troppi contatti ravvicinati col resto del popolo, riducendo la probabilità di avere a che fare con gli appestati. Del resto, i nobili ci tenevano a proteggere le persone che si rivelavano più utili per loro, come gli artisti e gli "scienziati" (termine abbastanza generico, per l'epoca). Queste persone dovevano essere vicine ai nobili, che in fondo li mantenevano proprio per poter fruire dei loro servizi,

ma comunque in un luogo abbastanza tranquillo da permettere il lavoro intellettuale. Per esempio, in una cascina distante pochi chilometri dal Castello Sforzesco vivono alcune persone, che spesso frequentano la corte di Ludovico il Moro. Sono quasi tutti impegnati a miscelare del colore, per preparare un dipinto su cui stanno lavorando da qualche settimana. Ma non dobbiamo dimenticare che all'epoca gli artisti si occupavano anche di argomenti che oggi consideriamo competenza di ingegneri e chimici. C'era molta libertà, perché la conoscenza del mondo era talmente limitata che si poteva studiare qualsiasi cosa e qualunque novità in ogni campo sarebbe potuta risultare interessante per i mecenati. Tra le persone nella cascina ce n'è una che si sta occupando di un tipo di alchimia molto importante, in Italia: la cucina. È l'uomo più anziano, ha più di trent'anni, mentre gli altri abitanti sono quasi dei ragazzini. Lui ha una pentola con dell'acqua che bolle sul focolare, e la sta controllando mentre è seduto a un tavolo. Ci vorrà qualche minuto prima che il pranzo sia pronto da consumare, può essere una buona occasione per prendere appunti. Segnandosi

non c'è la nebbia.

industriale, altre.

*stata una
questa
associamo.*

la ricetta che sta provando, la prossima volta potrà replicarla facilmente. Recupera rapidamente un foglio tra quelli ammicchiati sul tavolo. Ci sono già dei disegni e altri appunti, ma non importa: c'è ancora un angolo libero, e con quello che costano i fogli di carta bisogna usarne ogni parte. Con la mano sinistra l'uomo recupera una penna, intingendo la punta in un calamaio. E comincia a scrivere: "La coscia è certamente la parte migliore della gavina". Una gavina è una specie di gabbiano, e tra il medioevo e il rinascimento era considerata un tipo di carne prelibata. Il gabbiano reale, poi, era considerato il più gustoso di tutti i volatili. Poi continua: "così come una gavina bollita è meglio di una arrostita, la coscia è certamente meglio del petto. La coscia dovrebbe rimanere appesa per sei settimane prima di essere usata". Nei secoli passati c'era una gran passione per la frollatura a oltranza di ogni cosa: oggi siamo abituati a farlo quasi esclusivamente con alcuni tagli del manzo, e comunque per un mese al massimo in condizioni molto controllate, non in giardino alla mercé degli insetti. È il momento: l'uomo prende una coscia dal piatto in cui aveva

messo a raffreddare la carne, e la addenta per assaggiarla. È di suo gusto. L'autore conclude annotando che "poi bisognerebbe bollirla in acqua con aglio fresco e con la sola aggiunta di un po' di pepe. Poi andrebbe lasciata raffreddare in un poco di acqua di rose, e consumata quando comincia a diventare verdina". Chi non mangerebbe volentieri della carne dal colore verde? È evidente che i gusti siano cambiati, in questi secoli. E anche le norme igienico sanitarie. La nota di cucina che abbiamo presentato fa parte di quello che è stato chiamato "codex Romanoff", una raccolta di testi dei quali abbiamo solo una serie di trascrizioni del 1931, ma il cui autore originale sembrerebbe essere Leonardo da Vinci. Anche se la ricetta in questione non si rivelasse provenire da Leonardo, sappiamo bene che all'epoca soprattutto i volatili venivano fatti frollare per settimane, nel tentativo di ammorbidire la carne.



GGI, PER FORTUNA, ABBIAMO FATTO PASSI AVANTI nella conservazione delle carni e di un po' tutto il cibo. Sappiamo molte cose che Leonardo e i suoi contemporanei non potevano sapere, come l'esistenza e il funzionamento dei microorganismi. Grazie anche allo studio della biochimica, sappiamo bene come ritardare la putrefazione, e come conservare adeguatamente i cibi anche per lungo tempo. A dirla tutta però, soprattutto in Italia, abbiamo imparato a sfruttare i microorganismi dei cibi a nostro vantaggio, è solo che una volta nessuno sapeva esattamente cosa si stesse facendo. "Grazie al contributo dei microorganismi il mosto d'uva si trasforma in vino, il malto d'orzo in birra, il latte in yogurt o formaggio, la carne macinata in salame, la farina in pane", ci ricorda la Camilla Lazzi dell'università di Parma che lavora nel gruppo di Microbiologia degli Alimenti coordinato dal Prof. Erasmo Neviani insieme con le Prof.sse Monica Gatti, Valentina Bernini e Benedetta Bottari. Nello specifico, il gruppo studia il ruolo dei microorganismi coinvolti nelle trasformazioni degli alimenti. Al di là del campo lattiero-caseario, si stanno occupando anche dei processi fermentativi di materie prime vegetali per lo sviluppo di nuovi alimenti funzionali e per il recupero di molecole che possono avere impiego nel settore alimentare, in campo cosmetico e farmaceutico. Tutti i prodotti lievitati, per esempio, si basano su microorganismi, ma anche i molti salumi e formaggi del nostro paese si basano sul controllo e lo sfruttamento di batteri e funghi. Storicamente, tutto comincia dallo yogurt. È stato il primo derivato del latte, prodotto probabilmente per caso già nel periodo neolitico (circa 6.000 anni fa). Gli uomini hanno presto scoperto che si tratta di un metodo sicuro per conservare il latte per qualche giorno: "quando il latte diventa yogurt, non si contamina più perché i batteri lattici abbassando il pH rendono l'alimento inospitale per la maggior parte dei patogeni e inoltre difendono con la loro stessa presenza il territorio colonizzato da ulteriori invasori", spiega la professoressa Enrica Pessione, che insegna biochimica dei microorganismi e biochimica della nutrizione e degli alimenti all'università di Torino. Negli ultimi anni, Pessione si è occupata di studiare il metabolismo di microorganismi implicati nella sicurezza e qualità degli alimenti, oltre a batteri utili per il biorisanamento di siti inquinati e nella produzione di bioplastiche e biocarburanti e per il restauro di beni culturali (in particolare su una tunica copta del Museo Egizio di Torino). In altre parole, dunque, lo yogurt non viene contaminato da batteri "cattivi" perché è già troppo pieno di batteri "buoni". Oggi utilizziamo questa stessa strategia in altri casi, tra l'altro sfruttando non i batteri nel complesso ma solo le loro batteriocine, proteine dei batteri "buoni" che offrono una difesa contro gli altri batteri. "Il limite di queste molecole è che sono di natura proteica", spiega Enrica Pessione, "e quindi se le si incorpora direttamente in alimenti come il formaggio, possono essere degradate dalle proteasi li presenti". Però le batteriocine possono essere prodotte a parte in larga scala dai batteri lattici, purificate e immobilizzate nelle pareti dei contenitori del cibo, da cui vengono rilasciate gradualmente nel tempo

proteggendo l'alimento da colonizzazione batterica". Lo si fa per la birra, aggiungendo le proteine zymocine, per farla durare più a lungo senza doverla scaldare troppo rischiando di rovinarne il sapore. Ma è quello che si è sempre fatto anche per salumi e formaggi, cercando di coltivare dentro di essi (durante le prime fasi di stagionatura) i fermenti lattici, in modo da proteggere gli alimenti da batteri pericolosi. Il sapore leggermente acido che si sente assaggiando un salame, infatti, deriva proprio dai batteri che si sono sviluppati nei primi giorni dopo l'insaccamento: in questa fase, comunemente chiamata "stufatura", il salame viene tenuto in un ambiente abbastanza caldo e umido, per cercare di favorire la proliferazione di quel tipo di batteri che è presente anche nello yogurt, a discapito di altri batteri. Naturalmente, le procedure tradizionali sono state sviluppate in seguito a tentativi ed errori, perché nessuno sapeva come favorire lo sviluppo dei batteri "giusti". Per esempio, tradizionalmente si è sempre provveduto a innaffiare le carni dei salumi con del vino, prima di insaccarle. Lo si faceva per il sapore del vino ma, per una fortuita coincidenza, l'aceto solitamente contenuto nel vivo non industriale teneva il pH a un livello favorevole per i batteri lattici e sfavorevole per il botulino. L'acido lattico prodotto dai batteri del latte e l'acido acetico del vino e dell'aceto "in seguito all'ingresso nella cellula microbica provocano danni al DNA e alle proteine causando morte cellulare", spiega la professoressa Lazzi, eliminando quindi molti batteri e funghi pericolosi. Lo stesso procedimento di stufatura si fa anche con i formaggi, sempre per favorire quel tipo di batteri "buoni". I batteri hanno anche la caratteristica di modificare il sapore dell'alimento, producendo delle bolle di gas che nei formaggi rimangono visibili, mentre nei salumi scompaiono perché il budello tende a stringersi e a spremere l'aria fuori dal salame. La professoressa Camilla Lazzi spiega che "il sapore e l'aroma di un alimento sono definiti dall'insieme di molecole che presentano note caratteristiche che sono spesso il risultato di eventi biochimici che avvengono nell'alimento stesso". Le reazioni biochimiche associate alla formazione del sapore e dell'aroma sono legate alla scissione di zuccheri, proteine e grassi in molecole più semplici. Questi processi, spiega la professoressa Lazzi, "negli alimenti fermentati più noti come formaggi, salami, e vino, sono dovuti al contributo dei microrganismi, prima come entità cellulari definite e poi, nel periodo di stagionatura, come estratti enzimatici rilasciati in seguito a lisi cellulare". Inoltre, tradizionalmente, i salami prima dell'insaccamento vengono addizionati di nitriti e nitrati di sodio i quali, ci spiega la professoressa Lazzi, "inibiscono solo alcuni microrganismi, interferendo con il loro metabolismo e quindi la loro capacità di produrre energia e duplicarsi", sempre per favorire la proliferazione dei batteri lattici a discapito

degli altri. Solo in seguito il salume (o il formaggio) viene portato in un ambiente più asciutto e fresco, affinché si asciughi molto lentamente. La disidratazione è importante per uccidere i batteri, o almeno per ridurre la proliferazione: ogni batterio ha infatti bisogno di una quantità minima di acqua nell'ambiente in cui è immerso per poter sopravvivere: le reazioni biochimiche vitali richiedono un ambiente acquoso. È questo il motivo per cui, in generale, alcuni cibi vengono conservati sotto olio, sale, o zucchero (come le marmellate). "L'uso di olio crea un ambiente idrofobico e viscoso poco adatto alla vita microbica", spiega la professoressa Pessione, mentre "sale e zucchero (rispettivamente cloruro di sodio e saccarosio) creano un ambiente iperosmotico che sottrae acqua alle cellule facendole morire".

I BATTERI NON SONO di certo gli unici microrganismi che abbiamo imparato a usare per i nostri cibi. Anche i funghi unicellulari, come le muffe e i lieviti, sono tutt'ora ampiamente utilizzati nella produzione di salumi, formaggi, e prodotti lievitati. Le muffe sono usate per ricoprire la superficie di salumi e formaggi durante la stagionatura: con lo stesso meccanismo dei batteri lattici, ricoprire il budello di un salame o la crosta di un formaggio con delle muffe "nobili" offre protezione da eventuali muffe pericolose, le quali non potranno danneggiare l'alimento perché è già colonizzato. Inoltre, le giuste muffe possono aggiungere sapore al prodotto, migliorandone il gusto. Un altro dei vantaggi delle muffe "nobili", per i salumi in particolare, è che queste muffe sono spesso in grado di produrre enzimi che degradano il tessuto della carne, rendendolo meno duro e più gradevole da mangiare. È la stessa cosa che si otteneva con la frollatura a

oltranza delle carni da cucinare nel medioevo, con la differenza che grazie all'esistenza del budello la muffa non penetra nella carne, e può essere rimossa semplicemente eliminando il budello prima di consumare l'insaccato.

E non è tutto: anche il gas prodotto dai batteri lattici e dai funghi unicellulari viene sfruttato. Per la panificazione. "Le prime testimonianze della produzione di alimenti fermentati risalgono a tempi antichissimi", racconta la professoressa Lazzi, "nelle tombe Egizie (1500 A.C.) si trovano pitture parietali raffiguranti quelle che, con ogni probabilità, erano le prime salsicce fermentate. Inoltre, tra Egitto e Mesopotamia venivano prodotti vini, pane e birra tra il 4000 e il 1750 A.C. o forse ancor prima". I primi alimenti fermentati sono certamente nati per caso, frutto di inevitabili processi biochimici cui andavano incontro gli alimenti conservati in condizioni non protette. "Da processi empirici, considerati interventi divini, l'uomo ha imparato rapidamente a manipolare le condizioni che favorivano le fermentazioni, sviluppando le migliaia di prodotti che ancora oggi consumiamo", suggerisce Camilla Lazzi. Nell'Italia centro-meridionale vi è la tradizione del "lievito madre", che viene prodotto impastando della farina con yogurt per sfruttare i batteri lattici affinché producano gas, il quale viene incorporato nella maglia glutinica prodotta da farina e acqua costruendo quindi una sorta di spugna gonfia d'aria. Nelle zone settentrionali, soprattutto quelle che hanno avuto contatti con l'Austria-Ungheria, si è diffuso molto anche il "lievito di birra". Questo ha preso il sopravvento in tutta Italia oggi come oggi perché è molto più rapido e comodo da usare, anche se ultimamente si sta riscoprendo l'utilizzo del lievito basato sui batteri del latte. Sia i batteri del latte che i funghi del genere *Saccharomyces*

(lievito di birra) producono anidride carbonica, ma producono anche diversi tipi di sostanze. I batteri tendono a sviluppare, partendo dal glutine, dalle proteine e dagli zuccheri presenti nella farina, dei composti di Maillard, che danno alla crosta del pane il caratteristico colore scuro e un leggero retrogusto di caramello molto gradevole. I lieviti di birra, invece, producono alcool etilico. "Questi lieviti", spiega la professoressa Pessione, "usano zuccheri semplici come il glucosio o il fruttosio (monosaccaridi), oppure il saccarosio o il maltosio (disaccaridi), e producono acido piruvico con la via glicolitica. Se si parte da amido, come nel caso della birra, occorre (prima di mettere i lieviti) saccarificare, ossia convertire amido in maltosio o glucosio". Questo è possibile perché l'amido è in buona sostanza una catena formata da molecole di glucosio unite assieme, quindi il lievito deve solo riuscire a separarle per ottenere lo zucchero puro e semplice. Durante la separazione, il fungo può finalmente "mangiare" lo zucchero per produrre



LA CONSERVAZIONE DEI CIBI

*Equas pissit fuga. Ita sequam
ipienteles ut eaquae praBerepro
tendandicae aut*

Il passo avanti più importante nella conservazione degli alimenti è stato certamente quello del chimico **Louis Pasteur** che, oltre a inventare il vaccino per la rabbia, inventò il processo di pastorizzazione che ancora adesso usiamo per eliminare i batteri dai cibi liquidi, come il latte. Ancora oggi è possibile vedere, nel museo Pasteur, una ampolla di vetro contenente del brodo di pollo pastorizzato da Pasteur in



Occate volla
quate pa sed min
nonsecepel iustionsequo

persona nel 1864 e tutt'ora intatto grazie al perfetto sigillo in vetro fuso. Ovviamente, l'efficienza dipende dal modo in cui l'operazione viene eseguita. "Il calore", spiega la professoressa Pessione, "uccide le forme vegetative dei batteri ma non le loro spore e non è attivo su molti virus". La pastorizzazione consiste nel riscaldare il cibo (solitamente un liquido) e sigillarlo immediatamente in modo che l'aria non possa

più raggiungerlo. Si possono usare temperature diverse: con il latte fresco si usano temperature moderate, che salvano alcuni batteri utili (i fermenti lattici). Ma per il latte a lunga conservazione si usano le UHT (Ultra High Temperatures), in modo da eliminare la quasi totalità dei batteri per evitare rischi. Oggi utilizziamo anche il raffreddamento e il sottovuoto per rallentare la proliferazione dei microrganismi, o per elimi-

narli. Se i cibi vengono tenuti a una temperatura abbastanza bassa, intorno ai 10°C, i batteri hanno molta difficoltà nel riprodursi, visto che per loro la temperatura ideale è di solito sopra i 30°C. Si riproducono comunque, e continuano a danneggiare i cibi, ma lo fanno molto più lentamente, quindi noi guadagniamo diversi giorni prima che le pietanze diventino immangiabili. La maggioranza dei batteri, dice

10° 30°

LA TEMPERATURA SOTTO LA QUALE I BATTERI HANNO DIFFICOLTÀ A RIPRODURSI, VISTO CHE PER LORO QUELLA IDEALE È AL DI SOPRA DEI

la professoressa Pessione, "può anche essere viva ma non si riproduce e quindi il suo numero è limitato. Esistono tuttavia batteri detti psicrofili o criofili che vivono e si riproducono a basse temperature". In altre parole, mentre il calore solitamente uccide, il freddo mette solo le cellule microbiche in stand-by. "L'utilizzo della catena del freddo nel trasporto e conservazione delle derrate alimentari ha molto miglio-

rato la conservabilità", ricorda la professoressa Pessione, "anche se attualmente iniziano a esserci problemi di sostenibilità per il grande consumo di energia necessaria a mantenere queste condizioni". Il consumo di alimenti nel frigorifero richiede infatti molta energia, e non è detto che nel futuro ne varrà effettivamente la pena. Il sottovuoto permette di allungare ulteriormente i tempi. È però importante non

Occate volla quate pa
sed min nonsecepel
iustionsequoLiquis
reperunt a non nosti-
bust, et que solecta-
tum volorum velent
inctiasped et vol



l'energia di cui ha bisogno per sopravvivere. Nella digestione dello zucchero, che è una fermentazione, il mitocondrio della cellula del lievito trasforma lo zucchero in acido piruvico, e trasforma questo in acetil-coenzima A, liberando delle molecole di anidride carbonica. "Questo biossido di carbonio serve a far rigonfiare la pasta del pane", spiega la professoressa Pessione. Questo principio di funzionamento si applica sia ai funghi che ai batteri, anche se questi ultimi sono ben più lenti nell'applicare il processo. Siccome nel caso del lievito di birra la produzione di gas è molto rapida, solitamente l'impasto non ha il tempo di sviluppare una adeguata elasticità, quindi non può lievitare molto, perché se si gonfia troppo esplose come un palloncino. Con la lievitazione lenta dei batteri lattici, invece, si possono ottenere i grandi lievitati come il panettone e il pandoro. Naturalmente, conta molto anche la forza della farina, che viene misurata nei Watt necessari per far esplodere una bolla di gas contenuta in un impasto di acqua e farina.

N **ELIEVITI DI BIRRA**, "la fermentazione prosegue fino all'etanolo, ma l'alcool si perde durante la cottura in forno (è molto volatile)". Cottura che ha anche l'effetto di uccidere il fungo. Questo non succede con i batteri del latte, che non producono etanolo, ma acido lattico. Si nota infatti che il pane prodotto con lievito di birra ha un sapore tendente all'amaro, mentre quello prodotto col lievito madre ha un sapore più acidulo. È per questo motivo che i batteri del latte vengono usati per produrre formaggi filanti come mozzarelle e provole (che hanno bisogno di una pasta di formaggio acida), mentre i funghi *Saccaromyces* vengono usati per la produzione di alcolici. "Per le bevande fermentate

si usano lieviti specifici", aggiunge la professoressa Pessione, "ad esempio le birre lager e le birre ale usano ceppi diversi, *S.carlsbergiensis* la lager più secca, *S.cerevisiae* le ale più fruttate". La vinificazione è un caso a sé. I primi lieviti ad agire devono essere resistenti ad alte concentrazioni di zucchero dell'uva, che causano stress osmotico (sono i lieviti presenti sulla buccia dell'uva). In seguito, ci dice Enrica Pessione, "man mano che lo zucchero diminuisce perché viene convertito in alcool, l'alcool aumenta e si selezionano solo i *S.cerevisiae* che sono etanolo tolleranti".

Anche l'etanolo è di per sé un conservante, e da esso si ricava l'acido acetico, altro conservante a sua volta. "L'uso dell'alcool per la conservazione di alimenti è limitato", spiega la professoressa Pessione, "perché può alterare le proprietà organolettiche (si usa soprattutto per la frutta, come le ciliegie sotto spirito)". Questo vale anche per l'aceto, il cui sapore si sposa solo con alcuni alimenti. Tut-

Leonardo e la cucina

Che Leonardo da Vinci fosse interessato alla cucina è risaputo: molti passaggi del Codice Atlantico ritraggono note di cucina e progetti per macchinari automatici, come uno spiedo che permette di arrostitire i polli usando un'elica mossa dal calore del fuoco per far girare lo spiedo stesso. La maggioranza delle ricette proviene però dal Codex Romanoff, un insieme di testi che, secondo il governo russo, è andato perduto e di cui abbiamo soltanto una trascrizione del 1931 ad opera di un certo Pasquale Pisapia. Questo rende difficile confermare l'autenticità dei testi, perché senza gli originali non se ne può avere la certezza. Il codice

dei Romanov conterrebbe ricette curiose, che sembrano effettivamente compatibili con le usanze dell'epoca e, anche se non fossero state scritte da Leonardo in persona, sono piuttosto verosimili come testimonianza delle cucine dell'epoca. Per esempio, c'è la ricetta per una finta salsiccia: "Se vuoi preparare una salsiccia ma il maiale non c'è, mischia un po' di polenta con strutto e mirtili, poi con questo composto riempi una mammella di mucca bollita". Leonardo era probabilmente vegetariano, o almeno lo è stato per un periodo della sua vita, ma i suoi committenti erano onnivori, e spesso doveva

planificare banchetti per decine di persone. C'è anche una considerazione che fa pensare alla lunga tradizione italiana della produzione di salumi a base di carne suina: "Non ci sono parti del maiale che non possano essere mangiate, tranne due, visto che non ho mai sentito nessuno preparare una pietanza a base di occhi di maiale. Per questo dico sempre che il maiale è il migliore amico dell'uomo". Forse la frase non è davvero di Leonardo, ma è innegabile che per secoli il sostentamento degli italiani sia stato affidato in buona parte alle carni suine. E questa frase dovrebbe essere scritta in tutte le norcinerie.

Occate volla
quate pa sed min
nonsecepel iu-
stionsequo

dimenticare che il sottovuoto da solo non protegge adeguatamente dai batteri pericolosi: il botulino, per esempio, è in grado di svilupparsi e riprodursi anche in assenza di ossigeno, quindi il sottovuoto non basta. Ed è persino in grado di resistere parzialmente al calore. "Se si sterilizza al calore anche oltre i 100 gradi centigradi ma sono presenti spore del *Clostridium botulinum*", ci avverte la professoressa



Pessione, "queste non vengono distrutte. In condizioni favorevoli le spore possono germinare e dare origine alla forma vegetativa del batterio che produce una tossina mortale (tossina botulinica)". Per fortuna, in genere, la presenza della forma vegetativa del botulino si può notare grazie a delle bolle d'aria presenti nel vasetto, se l'alimento in questione non è del tutto liquido (es: marmellate o salse, ma anche

salami), perché questi batteri producono gas dal loro metabolismo fermentativo. È per questo motivo che è sempre meglio tenere i prodotti a rischio botulino non soltanto sottovuoto, ma anche in frigorifero (sotto i 10°C): questo riduce la probabilità che le spore possano germinare. Per altri prodotti con minore rischio, come i biscotti o la frutta secca, il sottovuoto a temperatura ambiente può rivelarsi

**"SE SI
STERILIZZA
OLTRE I 100° MA
SONO PRESENTI
SPORE DEL
CLOSTRIDIUM
BOTULINUM,
QUESTE NON
VENGONO
DISTRUTTE"**

sufficiente. L'altra importante difesa contro la proliferazione del botulino è l'acidità: se l'alimento ha un pH inferiore a 4,6 (acido), il batterio non riesce a produrre la tossina. "Spesso si mette in atto una strategia definita ad ostacoli (hurdle technology)", ci spiega la professoressa Lazzi, "che prevede l'impiego combinato di più fattori come temperatura, pH, Aw (attività dell'acqua, n.d.r.), gas nell'at-



mosfera di confezionamento". Si cerca quindi di ridurre l'acqua disponibile in un alimento, necessaria per l'attività microbica, eliminando l'acqua presente (con l'essiccazione), diminuendo la sua disponibilità attraverso la cristallizzazione (congelamento) o per aggiunta di sostanze (zucchero o sale) che la legano chimicamente rendendola indisponibile ai batteri. "In funzione delle

caratteristiche della microflora contaminante si cerca di modificare l'atmosfera a contatto con il prodotto - continua la professoressa Lazzi - per ostacolare lo sviluppo di batteri aerobi si cerca pertanto di limitare la presenza di ossigeno eliminando l'aria durante il confezionamento (sottovuoto) o sostituendola con miscele di gas ad attività batteriostatica o battericida (atmosfera modificata). Per

ogni alimento, in funzione delle caratteristiche compositive e di quelle della microflora contaminante, è possibile quindi definire un processo ottimale". Quando si scende sotto zero, la situazione cambia. "Il congelamento, visto dal punto di vista dei batteri, è un processo che ne arresta la proliferazione, ma non deve essere visto come un trattamento di sanificazione", spiega la professoressa Lazzi.

Occate volla quate pa
sed min nonsecepel iu-
stionsequo



*Aximus et occaborro consedit iniatem
dessitatus, ipsam harchillia doluptat.*

Uptur magnis intium estiunti velest, qui utatus aut pa solupti ut et fuga. Hicid maiorep rorpor aliquas cust

tavia, soprattutto per le verdure, come carote, cetriolini e cipolle, è una buona soluzione: “alimentarsi di prodotti sotto aceto garantisce una certa sicurezza”, ci spiega la professoressa Pessione. “Infatti, anche se esistono batteri acidofili questi non sono quasi mai patogeni”. È chiaro che si tratti di una approssimazione, ma in passato era ovviamente meglio di niente. Il vantaggio dell'alcool, rispetto ad altri conservanti, è la possibilità di unirli anche ai liquidi. “L'utilizzo del tè in oriente e del vino e della birra in occidente ha permesso per secoli di dissetarsi evitando di consumare acqua potenzialmente infetta, in epoche in cui non c'erano acquedotti municipali per la potabilizzazione”, ci ricorda Enrica Pessione. Il tè è infatti acqua bollita aromatizzata, mentre la birra e il vino contengono dell'alcool e sono comunque un po' più sicuri di acqua non potabilizzata. “Va detto che la gradazione alcoolica del vino (da 10 a 14 gradi alcoolici) risulta protettiva”, specifica la professoressa Pessione, “mentre quella della birra (max 9 gradi alcoolici nelle birre speciali doppio malto, ma generalmente intorno ai 4 gradi alcoolici) non lo è”. Inoltre, va considerato anche che la birra è molto meno acida del vino e quindi molte più specie batteriche possono sopravviverci. Per questo motivo la birra, soprattutto alle gradazioni più basse, non può essere considerata sicura, anche se è comunque meglio dell'acqua non trattata. È per questo motivo che oggi, per la sua conservazione, la birra viene pastorizzata oppure addizionata di zymocine. Nel caso si usino le zymocine, proteine estratte proprio da lieviti come quelli normalmente presenti nella birra, si tratta di una vera conservazione su base biologica: “alcuni lieviti producono una tossina che ammazza altri lieviti (e batteri, n.d.r.), aumentando la conservabilità e la shelf-life della birra”, ci spiega la professoressa Pessione.

Quello che noi oggi sappiamo e che nessuno sapeva ai tempi di Leonardo da Vinci, periodo in cui si è consolidata molta della tradizione culinaria italiana, sono i modi in cui il cibo deperisce, e quindi come evitare la putrefazione. Nei



Occate volla quate pa
sed min nonsecepel
iustionsequoLiquis
reperunt a non nosti-
bust, et que solecta-
tum volorum velent
inctiasped et vol

Occate volla
quate pa sed min
nonsecepel iu-
stionsequo

“I batteri sono infatti in grado di sopravvivere al congelamento anche se, mentre il cibo è congelato, sono in stand by e pertanto non si moltiplicano”. Ci sono due modi per abbassare la temperatura sotto gli 0°C: velocemente o lentamente. Lo strumento che si usa in casa è il congelatore, che diminuisce la temperatura degli alimenti molto lentamente, e richiede diverse ore per portare la temperatura di

un cibo sotto zero. In ambito industriale, invece, si utilizza l'abbattitore di temperatura, che è molto rapido: in genere bastano un paio di minuti per scendere anche parecchi gradi sotto lo zero. La differenza è importante: chiunque abbia provato a fare dei cristalli in casa, per esempio col sale da cucina, si sarà accorto che più lento è il raffreddamento, più grandi sono i cristalli che si ottengono. Questo vale anche per i

cristalli di ghiaccio, quando l'acqua dei cibi solidifica a causa del freddo. Nel congelatore la temperatura scende molto lentamente, quindi i cristalli di ghiaccio che si formano dentro i nostri cibi, nelle cellule della carne e dei vegetali, sono molto grandi. Questi cristalli hanno gli spigoli taglienti, e danneggiano le cellule del cibo. Questo fa sì che, quando gli alimenti vengono scongelati, le cellule siano danneggiate, e

quindi più suscettibili all'infezione da parte dei batteri che popolano la nostra cucina. È per questo che bisogna prestare attenzione ai cibi scongelati: rischiano di marcire più rapidamente. “Quando il processo di congelamento viene interrotto e si procede allo scongelamento i batteri possono quindi riprendere la propria attività, trovando a volte addirittura nuovi nutrienti rilasciati dai tessuti,

animali o vegetali, danneggiati in fase di congelamento che ne favoriscono addirittura la moltiplicazione”, avverte la professoressa Lazzi. Se poi si decide di ricongelare l'alimento scongelato, bisogna considerare che serviranno delle ore prima che la sua temperatura torni a scendere sotto lo zero. In quelle ore, i batteri potranno (teoricamente, dipende dall'effettiva temperatura) riprodursi, danneggiando il

cibo e magari producendo sostanze tossiche (come nel caso del botulino). Il suggerimento è che “allo scongelamento deve seguire immediata cottura, che ha invece una funzione di inattivazione. Nel caso, a seguito di questa cottura, l'alimento potrebbe essere nuovamente congelato senza implicazioni negative sulla qualità e soprattutto sulla sicurezza microbiologica”. Usando l'abbattitore di temperatura

questo problema è meno grave, perché i cristalli che si formano sono piccoli, e non danneggiano troppo le cellule. Inoltre, il breve tempo per surgelare nuovamente il cibo non permette ai batteri di riprodursi. Con l'abbattitore di temperatura, i microorganismi dei cibi sono, in buona approssimazione, neutralizzati. C'è poi anche un dettaglio riguardante la nutrizione: “durante il ricongelamento”, spiega la

**“QUANDO SI
PROCEDE ALLO
SCONGELAMENTO
I BATTERI
POSSONO
RIPRENDERE LA
PROPRIA
ATTIVITÀ”**

professoressa Pessione, “molte sostanze nutrienti passano alla fase liquida e quando si scongela la seconda volta l'alimento per mangiarlo, il liquido si getta e l'alimento non ha valore nutritivo”. Ricongelare un prodotto scongelato non è quindi necessariamente pericoloso, dipende dalle condizioni in cui è stato tenuto mentre era scongelato, ma sicuramente ha poco senso a livello nutrizionale.

I formaggi valgono come antistress?

Semberebbe. Recentemente, i ricercatori della Fondazione Edmund Mach hanno scoperto che alcuni batteri presenti in alcuni formaggi a pasta cruda del Trentino producono una quantità elevata di acido gamma-aminobutirrico, un importante neurotrasmettitore. Teoricamente, l'assunzione di questa molecola ha un effetto rilassante, funzionando come un anti-stress. I formaggi a pasta cruda vengono prodotti portando il latte intorno ai 35°C, aggiungendo il caglio e lasciando raffreddare molto lentamente. La temperatura non è quindi letale per i

batteri, che possono continuare a riprodursi. Dopo circa un'ora la cagliata viene tagliata e recuperata, per essere versata nelle forme. La procedura successiva è la stufatura, che ha il duplice effetto di far perdere un po' d'acqua al formaggio (soprattutto gli strati più esterni), e avviare la fermentazione lattica dei batteri al centro della forma. Ovviamente, i batteri sono più o meno sempre gli stessi in termini di specie presenti, ma i ceppi di ogni specie possono variare molto. Quelli scoperti dai ricercatori della FEM sono il ceppo 84C dello *Streptococcus thermophilus* e il

DSM-32386 del *Lactobacillus brevis*, che si è scoperto avere la capacità di produrre una gran quantità di acido gamma-aminobutirrico. Significa che mangiando questi formaggi si ottiene un effetto antistress? Naturalmente non è così semplice: una cosa è trovare tracce anche abbondanti di una molecola nei formaggi, altra cosa è valutare l'effettivo impatto di questi alimenti sull'organismo umano. Quindi affogare i propri dispiaceri nel formaggio non è necessariamente la scelta più razionale. Anche se, sotto sotto, tutti siamo stati tentati di farlo, qualche volta.

secoli, si è sempre tentato di conservare il cibo, ma mancando le basi della conoscenza si procedeva a caso, spesso dando la responsabilità del buon esito di una stagionatura degli alimenti a qualche entità soprannaturale. Oggi, sappiamo che uno dei principali contaminanti del cibo sono i microbi. La professoressa Lazzi spiega che “i microrganismi negli alimenti possono essere desiderati o indesiderati e quindi classificati in quattro gruppi: microrganismi protecnologici (utili al processo di trasformazione della materia prima in alimento), microrganismi probiotici (che incrementano il valore salutistico di un alimento) microrganismi patogeni (responsabili di infezioni, intossicazioni o tossinfezioni alimentari) e microrganismi alterativi (che compromettono la qualità organolettica di un alimento)”. Dopo che i microrganismi sono entrati in contatto con l'alimento possono crescere, sopravvivere o morire in funzione di fattori legati sia alla tipologia di alimento (come il pH, l'umidità interna, i nutrienti) che all'ambiente in cui l'alimento è conservato (temperatura, ossigeno, umidità esterna). “Quando questi fattori sono favorevoli”, continua la professoressa Lazzi, “i microrganismi utilizzano i nutrienti che sono nell'alimento (zuccheri, proteine, lipidi) per pro-



Il lievito madre

Per produrre il “lievito madre” in casa è sufficiente seguire alcuni semplici passi:

1. Si mescola della farina manitoba (250g) con yogurt magro (250g), e acqua (fino a ottenere una consistenza morbida). È anche possibile aggiungere una mela frullata con la buccia, passata al setaccio, assieme al suo stesso peso in farina.
2. Quando l'impasto è morbido ma non liquido, viene messo in un barattolo di vetro, sigillato con della pellicola trasparente forata in due o tre punti con uno stuzzicadenti. La prima volta si attendono 48 ore, poi si rinfresca prelevando 200g di impasto e aggiungendo 200g di farina e 100g di acqua. Si ripete il rinfresco ogni 24 ore per 15 giorni.
3. Quando bisogna utilizzarlo, si prelevano 200g di impasto per il rinfresco, tutto il rimanente è utilizzabile per le ricette. Il lievito può essere mantenuto per anni, rinfrescandolo almeno una volta ogni 15 giorni, e conservandolo in un sacchetto di plastica ben sigillato, meglio se avvolto in un canovaccio e legato per tenerlo sotto pressione.



Occate volla quate
pa sed min nonse-
cepel iustionseguo
Umquist, sandige
nduciiPudaepel
exerore, ulparunto
volum volorpossita
debit maximus, ut
parchilique denet
veris restrum si-
taquatia id eum



Ricetta del pane comune

300 g di manitoba (350W)
200 g di altra farina (00, semola, farro, eccetera)
275 g di acqua

Impastare e attendere 30 minuti per l'assorbimento dell'acqua.

Aggiungere poi:

125 g lievito madre
75 g acqua
12 g sale

Impastare per 20 minuti, o comunque finché l'impasto si stacca dalle pareti della ciotola. Tenere al caldo (28°C) per 90 minuti, mettere su cartaforno in un piatto fondo. Per la lievitazione a temperatura ambiente attendere 12-24 ore a seconda della stagione e del tipo di farina.

Informare a 230°C fino a doratura completa (circa 30-40 minuti).

durre energia e quindi crescere”. L'alimento, dunque, si riempie di questi microbi, i quali provocano modificazioni delle caratteristiche organolettiche (il colore, la struttura, l'aroma). Tra le principali alterazioni indesiderate abbiamo “la putrefazione (a carico di composti azotati quindi in alimenti ricchi in proteine), l'acidificazione/deacidificazione (che comporta variazioni di pH indesiderate) e l'ammuffimento (in seguito allo sviluppo in superficie di muffe)”, spiega ancora la professoressa Lazzi. Enrica Pessione aggiunge che “due ammine, la putrescina e la cadaverina, causano cattivi odori al pesce, che non può più essere consumato (deterioramento, alterazione delle proprietà organolettiche). Altre ammine sono nocive alla salute come la istamina (crisi allergiche, ipotensione) e la tiramina (crisi ipertensive, cefalee, cheese reaction)”. Tutte queste molecole si formano dagli amminoacidi normalmente presenti negli alimenti a causa del metabolismo dei microrganismi “cattivi”. Un fatto da non sottovalutare è che non esistono microrganismi universalmente buoni o cattivi: per esempio, la professoressa Lazzi ci ricorda che “i batteri lattici, che sono i principali attori nelle trasformazioni casearie, sono invece considerati microrganismi alterativi nella birra poiché responsabili di aromi indesiderati. Così come le muffe possono ricoprire il ruolo di agenti alterativi quando si sviluppano ad esempio su ortaggi, sono invece volutamente usate come starter secondari per la produzione di formaggi erborinati”.

Per nostra fortuna abbiamo fatto grandi passi avanti nei metodi di conservazione del cibo, e questo si riflette nel notevole allungamento della vita media. Un italiano di oggi vive diverse decine di anni in più rispetto a un fiorentino o milanese del 1500, e questo è in buona parte dovuto proprio al fatto che le intossicazioni alimentari sono molto rare. Non abbiamo dimenticato il passato, ovviamente, perché tutta la tradizione di stagionatura dei salumi e formaggi è nata proprio dalla necessità di conservare il cibo. E oggi continuiamo a farlo, più o meno allo stesso modo: l'unica cosa che cambia è che abbiamo tolto la casualità dal processo produttivo, perché sappiamo bene come funziona la biochimica dei microrganismi. Quindi, mentre una volta ogni produttore si ritrovava con una percentuale di salumi che marcivano e nessuno capiva il perché, oggi non succede quasi più. Leonardo, che aveva progettato una macchina per scacciare ripetutamente le rane dai barili dell'acqua potabile, sarebbe affascinato dai macchinari che oggi usiamo per produrre il vuoto, abbassare la temperatura, e in generale tenere gli organismi pericolosi lontani dal nostro cibo. 5

Microorganismi “buoni”

NOME	DOVE SI TROVA	A COSA SERVE
Saccharomyces cerevisiae	Lievito di birra, birra, vino	panificazione
Lactobacillus acidophilus	Latte, yogurt, formaggi fermentati	panificazione
Penicillium nalgiovense	Ambienti umidi	Copertura budello dei salumi
Larva di Piophilidae casei	Mosca casearia	Formaggio tipo “casu martzu”
Thamnidium elegans	Carne di bovino	Frollatura della carne

Microorganismi “cattivi”

NOME	DOVE SI TROVA	COSA CAUSA
Escherichia coli	Intestino degli animali	Vomito, diarrea e intossicazioni varie
Clostridium botulinum	Cibi sottovuoto	Botulino
Listeria monocytogenes	Verdura e carni poco cotte	Meningite
HAV	Frutti di mare crudi	Epatite A
Salmonella choleraesuis	Uova, suolo, intestino degli animali	Setticemia

Microorganismi dentro di noi: la flora intestinale

Il nostro intestino è popolato da colonie di microbi che vivono in simbiosi con noi e ci aiutano a digerire il cibo. “I batteri presenti nel nostro intestino sono noti da sempre - racconta Enrica Pessione - ma fino a pochi decenni fa si pensava servissero solo a produrre vitamine e a costituire una barriera biologica contro le infezioni”. La professoressa Lazzi spiega che “si tratta di microrganismi molto diversi tra loro ma con un ruolo ben definito. Una delle principali funzioni che il microbiota intestinale ricopre è quella di recuperare l'energia derivante da carboidrati non digeriti, come ad esempio le fibre, per produrre acidi grassi a corta catena (acetato, butirato, propionato) che contribuiscono allo sviluppo e alla differenziazione dell'epitelio intestinale”. Oltretutto, il microbiota intestinale svolge un'importante funzione protettiva, perché fa concorrenza a eventuali

microrganismi nocivi. È poi coinvolto nella regolazione del sistema immunitario e nella sintesi di vitamine. “Alcuni di questi microrganismi sono stati selezionati nel tempo e commercializzati come ‘probiotici’ - specifica Camilla Lazzi - e, se consumati in quantità adeguata e per un tempo sufficiente, sono in grado di esercitare un effetto positivo sulla salute dell'ospite”. Naturalmente ne serve una gran quantità, perché, siccome vengono ingeriti, appena vengono a contatto con l'ambiente fortemente acido dello stomaco molti di questi probiotici muoiono. In generale, “dire che il consumo di yogurt migliori la flora intestinale è assolutamente semplicistico e fuorviante”, chiarisce la professoressa Pessione. “In Italia, l'unico health claim consentito per gli alimenti che contengono tali microrganismi è «Favorisce l'equilibrio della flora batte-

rica intestinale»”, aggiunge Camilla Lazzi. Tra l'altro, come ci ricorda la professoressa Pessione, “occorre distinguere tra vero yogurt e varie creme di yogurt che esistono in commercio. Il vero yogurt deve contenere il Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus e lo Streptococcus thermophilus in concentrazioni elevate”. Non bisogna nemmeno dimenticare che i batteri lattici sono sensibili allo stress ossidativo e che la loro carica si può drammaticamente ridurre durante la shelf-life. Quindi, se è vero che qualche prodotto è valido, le probabilità di avere un impatto sensibile diminuiscono nel caso di prodotti addizionati di saccarosio o frutta, che non garantiscono le condizioni ottimali per la vita dei batteri lattici. Inoltre, ricorda Enrica Pessione, “lo yogurt andrebbe mangiato da solo e non a fine pasto mescolato con altri alimenti”.