

FITES TECNOLÒGIQUES DES DEL PUNT DE VISTA DELS QUÍMICS

IV. ALIMENTACIÓ I AGRICULTURA

Els químics i els enginyers químics han fet moltes contribucions a l'alimentació i a l'agricultura, les quals, a hores d'ara, ens permeten aconseguir collites millors i consumir aliments abundants i nutritius.

Al final del segle XIX i al principi del segle XX, la taula d'una família mitjana disposava dels productes de la bodega, del jardí o de l'hort particular: mantega feta a casa, ous de les gallines del corral, hortalisses de l'horta i carn emmagatzemada en una nevera, tot cuit a la cuina de carbó o de fusta.

El segle passat ens ha portat grans canvis en la manera d'aconseguir aliments a les nostres taules, els quals han fet les nostres granges més productives, han millorat el nostre menjar i han fet més fàcil disposar del subministrament d'aigua. Els agricultors moderns han utilitzat els nous avenços químics per a millorar la producció agrícola fent servir fertilitzants i pesticides i desenvolupant millors cadenes de subministrament d'aliments. Els consumidors s'han beneficiat de les noves tecnologies, que han millorat el gust, l'aparença, la disponibilitat i el valor nutritiu dels aliments.

Sense cap mena de dubte, aquests avenços de la química estan ajudant a alimentar un món en una ràpida expansió demogràfica.

4.1. Els fertilitzants i els nutrients del sòl

- La fixació del nitrogen
- El procés Haber-Bosch
- Els avenços en els adobaments químics
- La «Revolució Verda» i les plantes híbrides

4.2. La protecció dels cultius i el control de les plagues

- El mètode Bordeus i els fungicides
- Els diclorodifeniltricloroetans (DDT) i els plaguicides
- La protecció ramadera
- La mecanització agrícola

4.3. El processament d'aliments, la manipulació i la seguretat

- La sacarina i els edulcorants
- Els additius vitamínics
- La conservació i els avenços de la fabricació
- La seguretat alimentària i el control de qualitat

4.4. L'emmagatzematge dels aliments

- El condicionament dels aliments
- Els refrigerants i els clorofluorocarbonis
- Els forns de microones
- L'aigua potable

IV. ALIMENTACIÓ I AGRICULTURA

Cronologia

1881 El científic francès Louis Pasteur descobreix la vacuna contra l'àntrax per a les ovelles i els porcs.

1883 El químic danès Johan Gustav Kjeldahl desenvolupa un mètode per a analitzar el contingut de nitrogen de qualsevol compost orgànic.

1884 El botànic francès Pierre M. A. Millardet inventa el brou bordelès per a combatre la floridura de la vinya.

1901 John F. Quenny, fundador de l'empresa Monsanto, fabrica la sacarina.

1913 Dos químics alemanys, Fritz Haber i Carl Bosch, desenvolupen el procés per a produir amoníac en l'àmbit industrial.

1913 Elmer V. McCollum i Marguerite David descobreixen la vitamina A en el rovell de l'ou i en la mantega.

1918 L'empresa Kelvinator llança al mercat el primer refrigerador amb compressor que funciona amb èxit per a ús domèstic.

1933 La llet reforçada amb vitamina D es ven comercialment.

1939 El químic suís Paul Müller descobreix les propietats insecticides del diclorodifeniltricloroetà (DDT).

1943 Químics del Departament d'Agricultura dels Estats Units desenvolupen la dispersió d'aerosols com a insecticides amb aplicacions agrícoles.

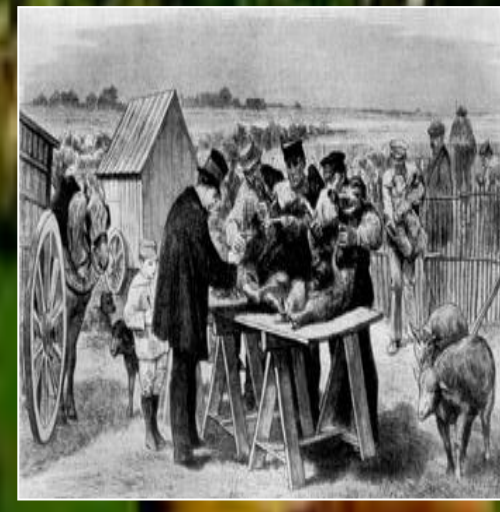
1953 L'empresa Dow introdueix l'embolcall de Saran (policlorur de vinilidè, PVDC) per a ús domèstic.

1964 La «Revolució Verda»: aplicació de noves plantes híbrides i fertilitzants líquids al sòl per a ajudar a resoldre els problemes de nutrició als països en desenvolupament.

1972 L'ús de DDT és prohibit als Estats Units (el primer país del món que el va prohibir va ser Hongria, l'any 1968).

1974 Monsanto presenta l'herbicida Roundup, d'ampli espectre.

1990 Es comencen a comercialitzar nous productes per a potenciar i augmentar el valor nutricional dels aliments.



Louis Pasteur vacuna els animals.



Equip per a determinar el contingut de nitrogen en materials orgànics pel mètode Kjeldahl.



Pierre M. A. Millardet



El rovell d'ou conté vitamina A.



Fabricació de sacarina.



Llet amb vitamina D afegida.



La nevera Kelvinator arriba a les llars.



Pòster de Monsanto



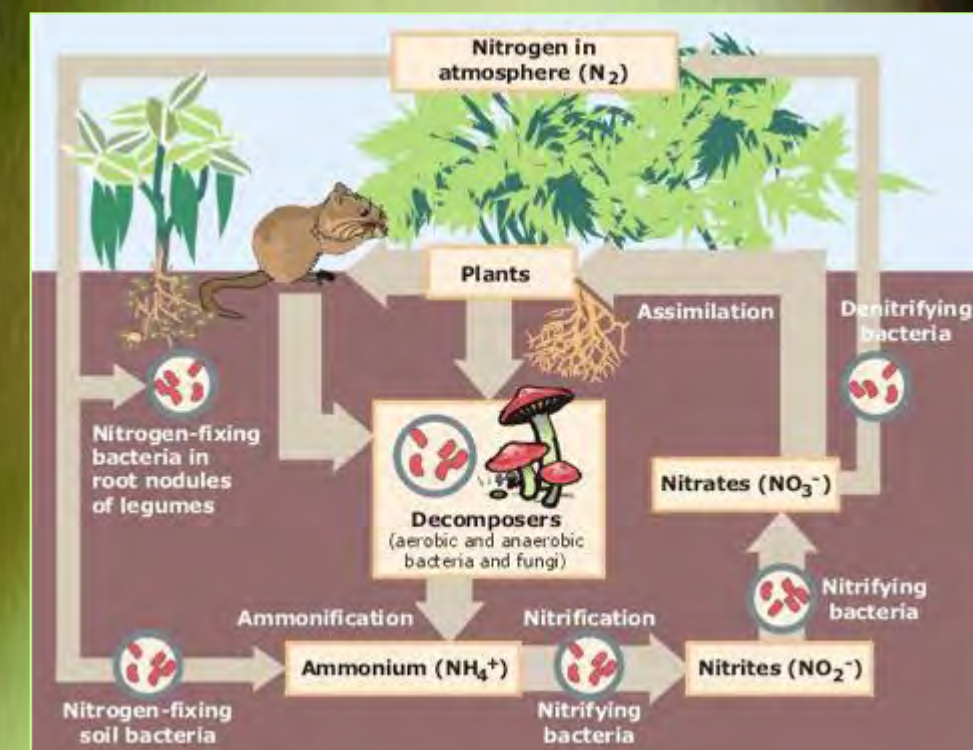
Primers envasos amb DDT.

IV. Alimentació i agricultura

4.1. Els fertilitzants i els nutrients del sòl

La fixació del nitrogen

La fixació del nitrogen és un procés natural i essencial en què els microorganismes converteixen el nitrogen, que és poc assimilable, en compostos de nitrogen inorgànic, que, al seu torn, entren a la cadena alimentària com a compostos de nitrogen orgànic, com ara les proteïnes de les plantes. La major part dels sòls són deficitaris en nitrogen, especialment en nitrats, i això comporta que no siguin adequats per a cultius intensius. És per aquesta raó que s'han desenvolupat molts processos per a produir fertilitzants nitrogenats i, entre ells, el més conegut és el procés de Haber-Bosch per a la síntesi de l'amoníac. L'adequació química per a assolir un sòl equilibrat també va avançar amb el desenvolupament, l'any 1956, del mètode de Kjeldahl, per a analitzar automàticament la quantitat de nitrogen present en els compostos orgànics.



El cicle del nitrogen



Nòduls de les arrels de les plantes



Fritz Haber

El procés Haber-Bosch

Al final del segle XIX, la manca d'aliments i l'augment de població del planeta van provocar una preocupació cada vegada més gran arreu del món. El contingut de nitrogen dels sòls agrícoles s'havia esgotat i la demanda de suport de la indústria de fertilitzants nitrogenats encara estava sense resoldre. Alguns científics van predir una gran fam al món si no es disposava d'una solució. Per tant, una tasca urgent va ser la producció de compostos nitrogenats partint del nitrogen present en l'aire. La solució va arribar el 1908, a Alemanya, on Fritz Haber va descobrir els principis de la síntesi d'amoníac, utilitzant tots els recursos físics i químics disponibles i al seu abast en aquell moment. La síntesi té lloc a alta pressió i temperatura i en presència d'un catalitzador de ferro. Carl Bosch, químic de BASF (Badische Anilin und Soda-Fabrik), va comercialitzar-ne el procés, que va donar pas a la primera i més moderna producció industrial d'alt nivell, tot just el 1913. Aquest procés industrial va permetre l'expansió de la producció agrícola, i també de la població humana, al llarg del segle XX.

Els avenços en els adobaments químics

A partir del 1913, els fertilitzants sintètics es van produir comercialment i van millorar espectacularment els cultius i la seva producció. Des d'aleshores s'han fet innovacions fonamentals, tant en la producció bàsica de fertilitzants com en la distribució comercial en el mercat nord-americà de fertilitzants granulats (1930) o de fertilitzants en suspensió (1965). A la dècada del 1970, la granulació es va perfeccionar i va permetre introduir els fertilitzants apropiats per a ús domèstic. Les innovacions més recents en els adobaments comercials corresponen a l'encapsulació per a un alliberament lent que evita la sobrefertilització, mediambientalment indesitjable.



La «Revolució Verda» i les plantes híbrides

Des de la dècada del 1870, s'han creat de manera selectiva plantes híbrides amb característiques desitjables per a incrementar la producció alimentària i la seva qualitat. La química orgànica identifica característiques desitjables d'una planta, les trasllada als híbrids i, d'aquesta manera, maximitza l'absorció del nitrogen aportat pels fertilitzants químics.

Aquests avenços van portar a la «Revolució Verda», que va començar el 1943, quan Mèxic va ser, per primera vegada, autosuficient en la producció de blat. El 1964, gran part de la població d'Àsia s'alimentava sobre la base de noves plantes híbrides conreades emprant nutrients químics per al sòl. Actualment, els agricultors nord-americans han adoptat nous tipus de plantes híbrides, com el blat de moro i la patata, que segreguen determinats pesticides a través de les seves fulles i tiges.

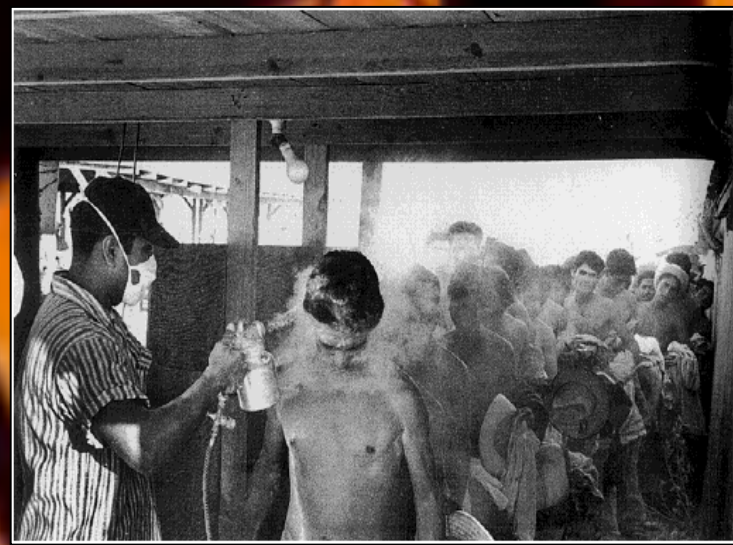


IV. Alimentació i agricultura

4.2. La protecció de cultius i el control de les plagues

El mètode Bordeus i els fungicides

El 1882, el botànic francès Pierre M. A. Millardet va utilitzar una solució aquosa de sulfat de coure i calç hidratada (brou bordelès) per a lluitar eficaçment contra la floridura (mildiu) a les vinyes franceses. A hores d'ara, el brou bordelès controla tot una sèrie de fongs que ataquen els conreus. Aquesta va ser la primera vegada que es va utilitzar, a gran escala, un fungicida i va revolucionar la protecció química dels cultius. Les innovacions químiques en fungicides agrícoles van continuar amb la introducció, el 1934, dels ditiocarbamats i, el 1996, de fungicides derivats d'estrobilurines.



DDT i la lluita contra la malària



Closques d'ou fràgils per causa del DDT



Els diclorodifeniltricloroetans (DDT) i els plaguicides

Els plaguicides protegeixen els cultius agrícoles dels danys causats per fongs i insectes, o també de la competència d'altres plantes. El 1939, Paul Müller va desenvolupar l'insecticida de baix cost DDT (diclorodifeniltricloroetà) per controlar l'escarabat de la patata i altres insectes. Tant el DDT com altres plaguicides van ser decisius en el control de les plagues dels cultius i les malalties transmeses per insectes durant més de vint anys.

El 1960, la preocupació social sobre el medi ambient i l'acumulació de DDT en el cos humà, combinat amb l'augment de la resistència dels insectes al DDT, va portar a l'evolució de nous pesticides i a una disminució de l'ús del DDT. Els plaguicides emprats actualment són de dosi molt minsa i això repercuteix tant en l'economia dels agricultors com en la seva seguretat de manipulació, i també són més respectuosos amb el medi ambient.



Louis Pasteur

La protecció ramadera

El tractament de les malalties dels animals, ja sigui mitjançant la vacunació o els medicaments, ha incrementat la qualitat i quantitat del subministrament d'aliments. L'any 1881, Louis Pasteur va perfeccionar amb èxit tècniques per a vacunar els animals per induir-los la immunitat contra l'àntrax. El 1981 es va introduir l'antiparasitari ivermectina per combatre una àmplia gamma d'àcars, cucs i altres paràsits interns que afecten la salut dels animals. La investigació actual està tractant de prevenir l'encefalopatia espongiforme bovina (EEB), l'anomenada *malaltia de les vaques boges*, que es creu que és causada per certes proteïnes presents en l'alimentació dels animals que contenen l'agent infeccios.



Recol·lectora moderna



El tractor dièsel d'eruga desenvolupat per Holt

La mecanització agrícola

Al llarg del darrer segle hi ha hagut una necessitat constant d'emprar eficaçment la tecnologia aplicada als productes químics agrícoles (fertilitzants, plaguicides), als sistemes de reg, a la química agrícola i a la mecanització de l'agricultura. El seu desenvolupament conjunt ha augmentat, de manera espectacular, l'eficiència i la productivitat agrícoles.

El tractor dièsel va ser desenvolupat per l'inventor nord-americà Benjamin Holt l'any 1904. Els tractors d'avui en dia, els cultivadors, les màquines per a segar i recollir, les màquines de reg, l'aplicació de tecnologies controlades per ordinador i els sofisticats programaris de GPS són possibles gràcies a innovacions químiques com ara els combustibles petroquímics, els materials estructurals (aliatges de metalls i plàstics avançats), la tecnologia dels pneumàtics i l'electrònica computacional.

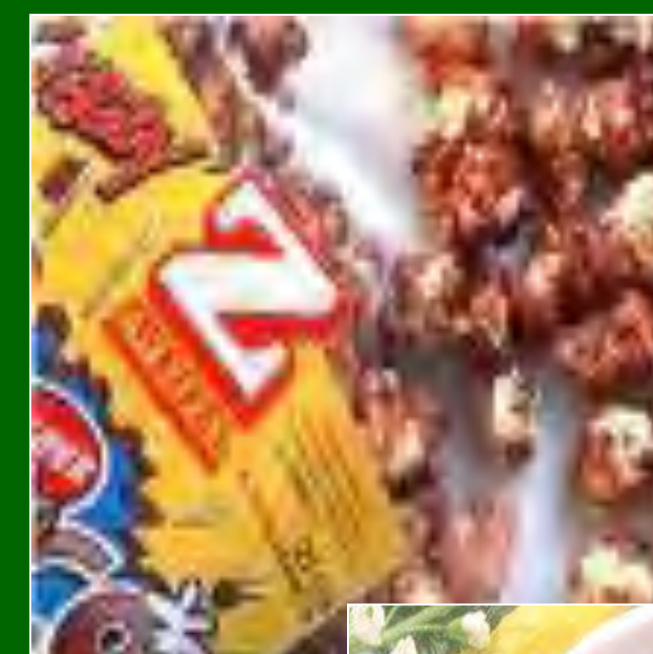
IV. Alimentació i agricultura

4.3. El processament d'aliments, la manipulació i la seguretat

La sacarina i els edulcorants

Els edulcorants artificials es van crear com una ajuda de la química tant per als diabètics com per a persones que havien de fer una dieta per a controlar el consum de sucre. El 1901, John F. Quenny va fabricar l'edulcorant artificial potser més conegut: la sacarina. El 1967 va començar la fabricació de xarop de blat de moro d'alt contingut en fructosa utilitzant un enzim patentat com un additiu, va aconseguir augmentar la dolçor de fructosa de xarop de blat de moro del 14 % al 42 %, i ràpidament es va convertir en l'edulcorant de tots els refrescos més importants.

L'aspartam es va vendre per primera vegada als Estats Units el 1985. Aquest edulcorant intens de baixes calories, comercialitzat amb el nom de Nutrasweet, va ser desenvolupat el 1955 com un possible medicament contra les úlceres.



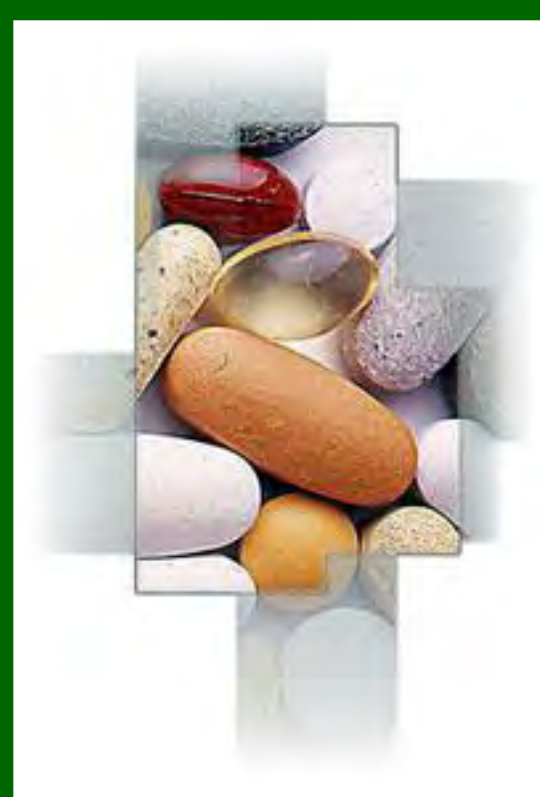
Els additius vitamínics

El coneixement de la bioquímica dels aliments ha revolucionat la nutrició, ja que ha ofert la cura de deficiències en la dieta i la malnutrició causades per la falta de vitamines.

La química ha fet grans avenços en aquest camp, com ho demostra el descobriment de la primera vitamina, la vitamina A (betacarotè), que es va aïllar el 1913 del rovell d'ou i de la mantega i és un nutrient essencial per a la visió i la protecció dels epitelis. La seva estructura química es va determinar el 1931 i es va sintetitzar per primera vegada l'any 1947.

L'any 1928, el bioquímic hongarès Albert Szent-Györgyi va ser el primer a aïllar, de les glàndules suprarenals, l'àcid hexurònic (àcid ascòrbic), ara conegut com a *vitamina C*.

El 2001 es va conrear a Àsia l'arròs modificat genèticament conegut com a *golden rice*, ric en vitamina A, per a lluitar contra la ceguesa i altres malalties lligades a la carència de vitamines.



La conservació i els avenços de la fabricació

Les arrels de la química dels aliments es poden situar a la meitat del segle XIX, quan el químic alemany Justus Liebig va preparar per primera vegada l'extracte de carn. Els avenços en les tècniques de conservació i fabricació ens han permès crear aliments processats. Com a conseqüència dels estímuls generats per la química dels aliments, les tecnologies industrials han desenvolupat nous aliments processats. Les noves tecnologies també han allargat la vida útil dels aliments emprant processos com ara l'assecatge per congelació (liofilització) (1906), els aliments congelats (1920), els aliments precuinats congelats (1939) i els concentrats de líquids (1946).



Una etiqueta de l'extracte de carn de Liebig



La seguretat alimentària i el control de qualitat

Qualsevol producte agrícola o aliment, tant sigui cru com preparat, es pot contaminar i afectar negativament la salut humana. La contaminació pot ocórrer durant la preparació, l'emmagatzematge, el cuinat o el servei de l'aliment. Els avenços químics que han ajudat a augmentar la seguretat alimentària són els mètodes de prova ràpida que permeten la detecció de microorganismes contaminants dels aliments i el control d'epidèmies transmeses, lògicament, per contaminació dels aliments. Així, les malalties causades pels patògens més comuns transmesos pels aliments s'han reduït en un 20 % entre el 1997 i el 1999 als Estats Units.

IV. Alimentació i agricultura

4.4. L'emmagatzematge dels aliments

El condicionament dels aliments

La tecnologia per a l'envasament d'aliments emprant plàstics, metalls, vidre i ceràmica ha ajudat a conservar els aliments durant la venda, l'enviament i la preparació. A la dècada dels anys trenta, Ralph Wiley va inventar un polímer que es va introduir a les llars el 1953 com a Saran, i va resultar ser un producte excel·lent que proporcionava una barrera davant de l'oxigen, la humitat, les olors i els productes químics en condicions d'humiditat i temperatura extremes. El Saran és un copolímer de clorur de vinilidè i clorur de vinil.

Altres innovacions inclouen la utilització de llaunes d'alumini per a emmagatzemar aliments i begudes (1960) i el PET (tereftalat de polietilè), emprat com a envàs reciclable en lloc del vidre o l'alumini (1970).



Frigorífic casola (1890) i nevera casolana de Kelvinator (1918)

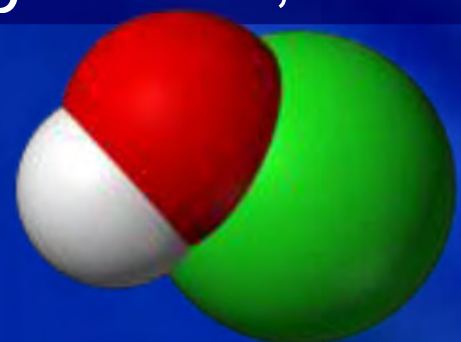
Els refrigerants i els clorofluorocarbonis

D'ençà que es va introduir per a ús domèstic el 1918, la refrigeració ha contribuït a la conservació d'aliments, atès que ha proporcionat la capacitat de transportar i emmagatzemar aliments frescos de manera segura. Al principi de la dècada del 1920, els refrigeradors es van fer impopulars després que es demostrés que el diòxid de sofre, utilitzat com a refrigerant, era tòxic. La solució va ser emprar freó 12, un derivat dels clorofluorocarbonis (també conegut com a CFC o CCl_2F_2), descobert per Thomas Midgley i Charles Kettering el 1931.

Ràpidament, els frigorífics es van convertir en un estàndard a les llars, als restaurants i a les botigues de grans superfícies. Avui en dia s'ha abandonat l'ús del freó pel paper que té en la destrucció de la capa d'ozó de la Terra.

Els forns de microones

Al segle XX, la cada vegada més evident inclusió dels electrodomèstics a la llar ha eliminat gran part del treball quotidià de la preparació d'aliments. Una d'aquestes innovacions estimulades per l'avenç de la química ha estat el forn de microones. L'any 1945, Percy L. Spencer era a Raytheon treballant dret a prop d'un transmissor de radar en funcionament, quan va observar que es va començar a fondre una barra de caramel que tenia a la butxaca. Fascinat per la troballa, va repetir aquesta experiència amb crispetes de blat de moro, així va néixer el forn de microones, que una dècada més tard va entrar a les llars. Avui en dia, els transmissors de microones de tipus II de la Segona Guerra Mundial, anomenats *magnetrons*, encara constitueixen el cor d'aquest popular aparell.



Molècula de l'àcid hipoclorós



L'aigua potable

Els avenços de la química han assegurat la disponibilitat d'aigua potable lliure de bacteris, virus i altres contaminants nocius. Les innovacions inclouen l'ús de carbó activat per a eliminar el mal gust i l'olor, i també altres components per a eliminar la duresa de l'aigua i els metalls pesants i la moderna tecnologia per al tractament, el subministrament i la distribució de l'aigua. La desinfecció amb clor en els sistemes de tractament d'aigua ja s'aplicava el 1910 i l'ús domèstic del lleixiu va ser introduït l'any 1913. Els desinfectants a base de clor continuen essent, tant a les cuines com a les instal·lacions de processament d'aliments, un mètode excel·lent per a la protecció de malalties.