

Strålingens indvirkning på biologisk materiale

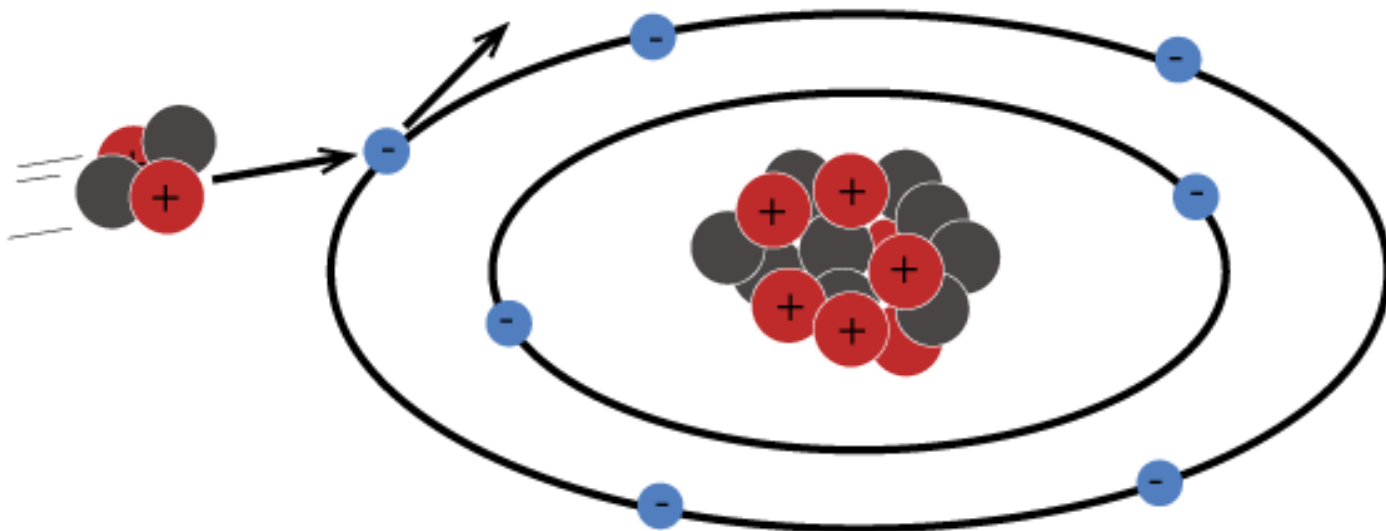
Fælles fagligområde - Stråling og levende organismer

Elevteksten kan anvendes som introduktion til følgende undersøgelse om strålings indvirkning på levende organismer: Bestråling af gærceller

01 Introduktion til Ioniseringsevnen

Ioniserende stråling

Den ioniserende stråling findes naturligt næsten overalt i vores omgivelser, og forekommer typisk i forbindelse med radioaktive materialer. Det, der kendetegner ioniserende stråling, er, at den er meget energirig, og når der udsendes partikler i form af ioniserende partikler, så foregår det ved meget høj hastighed. En energirig partikel kan passere tværs igennem atomer, idet det meste af et atom består af hulrum. Det sker dog ind i mellem at den energirige partikel støder ind i et atoms elektroner, hvilket resulterer i at elektronen løsriver sig fra dens bane om atomkernen. Atomet mangler nu en elektron, og den er blevet til en positiv ion. Den frie elektron kan senere blive indfanget af et andet atom, så der dannes en negativ ion. Partikler, der kan løsrive elektroner fra deres atomkerne, kaldes ioniserende partikler. Alfapartikler og betapartikler betegnes begge som ioniserende partikler, hvor gamma- og røntgenstråling betegnes som elektromagnetiske bølger.



En alfapartikel støder ind i en elektron i et nitrogenatom. Ved sammenstødet løsriver elektronen sig fra dens bane om atomkernen. Nitrogenatomet bliver til en positiv ion, den er blevet ioniseret.

Partiklers ioniseringsevne

Alfapartiklen



En alfapartikel består af to protoner og to neutroner.

En alfapartikel består af to protoner og to neutroner, og er en heliumkerne. (Det kan skrives som $\frac{4}{2}\text{He}$). En alfapartikel har en fart omkring 15.000.000 m/s, og dens masse er 4 unit (u), da både protoner og neutroner har en masse på 1 u (unit). En alfapartikels masse er ca. 8.000 gange større end en elektrons. De er derfor meget ioniserende, og de mister hurtigt deres energi. I luft skaber en alfapartikel ca. 40.000 ioner pr. cm, og dens rækkevidde er kun omkring 8 cm.

Betapartiklen

Betapartikler er elektroner, e^- . De har en hastighed tæt på lysets hastighed (ca. 300.000.000 m/s). Elektronens masse, $\frac{1}{1836}u$, afrundes ofte til $\frac{1}{2000}u$. Betapartikler er ikke nær så ioniserende som alfapartikler. I luft skaber en betapartikel kun omkring 50-150 ioner pr. cm. En betapartikels rækkevidde er betydelig større end en alfapartikels, den er helt op til 30 m i luft.



En betapartikel er en elektron.

Gammafotonen

Gammastråling består af energirige fotoner. En foton kan opfattes som en lille bølgepakke af elektromagnetisk stråling med en bestemt bølgelængde og en bestemt frekvens. En foton bevæger sig med lysets fart, som er ca. 300.000.000 m/s. Ved et sammenstød afgiver den enkelte foton al sin energi på én gang og ophører med at eksistere. En foton kan altså kun ionisere ét enkelt atom i modsætning til alfa- og betapartikler, der kan ionisere mange. Gammastråling er også ioniserende, dog i langt mindre grad end både alfa- og betastråling. Røntgenstråling uddybes ikke videre i denne tekst, da denne strålingstype ikke anvendes i undersøgelserne.



Gammastråling er energirige fotoner

Alfa-, beta- og gammastrålings indvirkning på organisk væv

I luften skaber en alfapartikel ca. 40.000 ioner pr. cm., hvilket gør alfapartikler til den mest ioniserende partikel, og dermed til den mest skadelige stråling for organisk væv. Heldigvis er partiklens rækkevidde kun omkring 8 cm, og alfapartikler kan ikke trænge gennem selv et tyndt lag hud.

Betapartikler er ikke nær så ioniserende som alfapartikler. I luft skaber en betapartikel kun omkring 50-150 ioner pr. cm. En betapartikels rækkevidde er en del større end en alfapartikel, idet dens rækkevidde er oppe på 30 m i luft. Betapartikler kan således trænge flere millimeter ind i organisk væv.

Alfa- og betapartikler er således de mest farlige, hvis den radioaktive stråling kommer ind i selve kroppen, f.eks. gennem den indåandede luft eller via maden.

Gammastråling består af fotoner der også afgiver ioniserende stråling, dog i langt mindre grad end både alfa- og betastråling. Ved et sammenstød afgiver den enkelte foton al sin energi på én gang og ophører med at eksistere. En foton kan altså kun ionisere ét enkelt atom i modsætning til alfa- og betapartikler, der kan ionisere mange. Gammafotoner kan trænge igennem, f.eks. tykke lag bly (*der har en meget tæt gitterstruktur - massefylde på $11,34 \text{ g/cm}^3$, hvilket gør det vanskeligt for partikler og til dels fotoner at trænge igennem*), og fotoner er således i stand til at trænge langt ind i organisk væv.

Skader på DNA

I levende organismer kan ioniserende stråling direkte påvirke cellerne, og i mange tilfælde hvor den dosis af strålingen, som modtages af cellerne, er lav, så vil cellerne være i stand til at kunne reparere sig selv igen. I tilfældene hvor strålingsdoserne er store, kan cellerne ikke reparere sig selv, og de vil derfor dø eller begynde at mutere (ændre sig).

Lidt om gær

Gærceller er levende organismer, der kan formere sig. Hvis en gærcelle har optimale forhold, kan den i løbet af et døgn blive til 4.000 celler. Gærceller har brug for vand for at være aktive. Gærceller kan godt tåle at tørre ud, det gælder fx for gærcellerne i torgær. Ved udtørring går gærcellerne i dvale og bliver inaktive. Den optimale temperatur for gærceller er omkring 37 °C.

Gærceller kan skaffe sig næring gennem sukker, når det sker, udskiller de carbondioxid (CO_2).



Bestrålede fødevarer

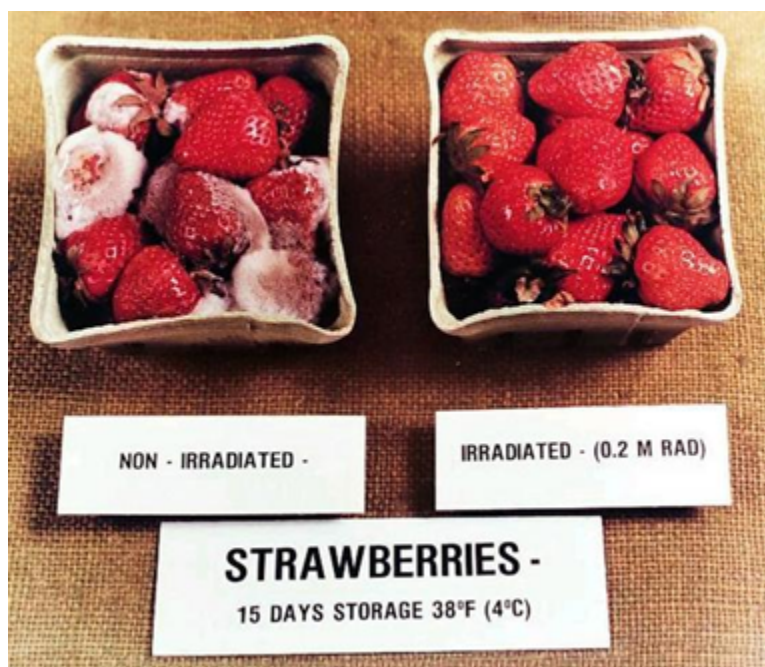
Fødevarers holdbarhed kan forlænges ved at bestråle dem, og i nogle lande er det en meget udbredt metode. Metoden har dog begrænset udbredelse i Danmark pga. usikkerhed knyttet til langtidsvirkningen.

Overvej disse spørgsmål:

Hvilken slags stråler benyttes i metoden?

Hvorfor forlænger bestrålingen holdbarheden?

Hvad sker der med fødevaren ved bestrålingen?



Jordbærrene til højre er blevet bestrålet med 2.000 Gy, mens bærrene til venstre er ubestrålede. Efter 15 dage i et køleskab ved 4°C ser bærrene ud som vist her.

Teknikken bag bestrålingen

Formålet med at anvende ioniserende stråling i fødevarer er at hæmme eller dræbe insekter, mikroorganismer, virus og bakterier, herunder salmonella, der kan give madforgiftning og i akutte tilfælde forårsage dødsfald.

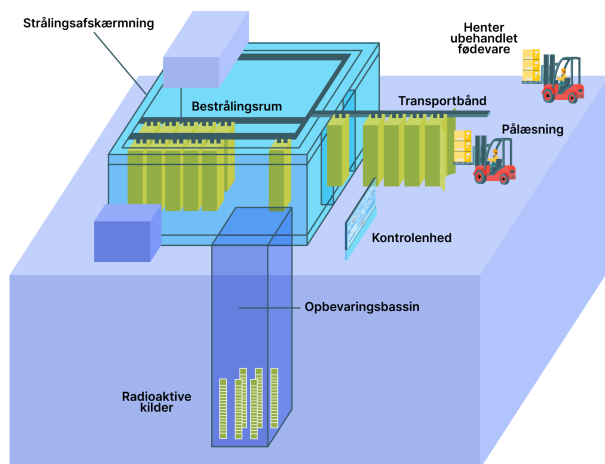
Bestrålingen kan også forsinke frugtmodning og stoppe grøntsagers spiring eks. kartofler og løg. Nogle fødevarer, som mejeriprodukter og æg, kan ikke bestråles, da det vil ændre både smag og konsistens.

Når fødevarer bestråles, anvendes røntgen-, beta- eller gammastråling. Det er meget forskelligt hvor store strålingsdoser, der bruges. Hvor krydderier bestråles med op til 10 kGy, bliver frugt kun bestrålet med op til 2 kGy.

Forklaring enheden gray (Gy)

Gray (Gy) er en enhed for, hvor meget strålingsenergi der bliver absorberet i et stof. Ved en strålingsdosis på 1 Gy er den absorberede strålingsenergi 1 joule per kilo stof (1 Gy = 1 J/kg).

1 gray = 100 rad



På et transportbånd kører fødevarerne ind i rummet, hvor de bestråles. De radioaktive kilder sænkes ned i et stort vandbassin, når de ikke er i brug.

Regler for bestråling

Bestråling af fødevarer bliver anvendt i over 60 lande, det er dog meget forskelligt hvilke regler, der gælder i de enkelte lande. Fælles er dog, at uanset hvilket land man befinder sig i, så skal en fødevare være mærket, hvis den er bestrålet.

I Danmark er det fx kun tilladt at bestråle krydderier og tørrede krydderurter. Det er tilladt, fordi traditionel varmebehandling af krydderier ødelægger smag og farve.

Hvor der imod Storbritannien har syv kategorier af fødevarer, der må bestråles. Det er frugt, grøntsager, korn, fisk/skaldyr, løg/knolde, krydderier og fjerkræ.



Hvis en fødevare er blevet bestrålet, skal det fremgå af mærkningen. Der kan fx stå "Bestrålet" eller "Behandlet med ioniserende stråling".

Kalibrering af en CO₂-sensor

CO₂-sensoren måler koncentration af carbondioxid (CO₂) i enheden ppm. Det betyder parts per million og angiver hvor mange CO₂-molekyler, der er ud af 1 million molekyler. CO₂-koncentrationen i atmosfæren er omkring 0,04 %, hvilket svarer til 400 ppm. CO₂-sensoren kalibreres ved at indsamle frisk luft i prøvebeholderen, sætte CO₂-proben i beholderen og holde kalibreringsknappen inde i ca. 1 minut. Værdien af prøven registreres til 400 ppm +/- 50.

